

CỘNG HÒA XÃ HỘI CHỦ NGHĨA VIỆT NAM

Độc lập – Tự do – Hạnh phúc

**HỒ SƠ ĐĂNG KÝ XÉT CÔNG NHẬN ĐẠT TIÊU CHUẨN
CHỨC DANH PHÓ GIÁO SƯ**

Tập II

(BÀI BÁO KHOA HỌC ĐÃ CÔNG BỐ VÀ SÁCH THAM KHẢO)

Họ và tên: **NGUYỄN ĐỨC TÙNG**

Đối tượng: **GIẢNG VIÊN**

Ngành: **NÔNG NGHIỆP**

Chuyên ngành: **BẢO VỆ THỰC VẬT**

Quốc tịch: **VIỆT NAM**

Cơ quan công tác: **HỌC VIỆN NÔNG NGHIỆP VIỆT NAM**

Điện thoại di động: **0983834689**

Đăng ký xét tại Hội đồng giáo sư cơ sở:

HỌC VIỆN NÔNG NGHIỆP VIỆT NAM

Đăng ký xét tại Hội đồng giáo sư ngành, liên ngành:

NÔNG NGHIỆP – LÂM NGHIỆP

NĂM 2019

DANH MỤC BÀI BÁO KHOA HỌC ĐÃ CÔNG BỐ

TT	Tên bài báo	Năm công bố	Trang
1	Nghiên cứu đặc điểm gây hại, đặc điểm hình thái một số loài nhện nhỏ họ Nhện chăng tơ (Tetranychidae: Acarina) gây hại lúa và ngô vụ xuân 2005 ở Gia Lâm, Hà Nội	2005	1-6
2	Một số đặc điểm hình thái, sinh vật học của loài nhện đỏ son <i>Panonychus citri</i> (McGregor)(Acarina: Tetranychidae) hại hoa hồng ở Hà Nội	2006	7-14
3	Khả năng phát triển quần thể của nhện bắt mồi <i>Amblyseius victoriensis</i> Womersley, một loài thiên địch quan trọng của nhện đỏ son <i>Tetranychus cinnabarinus</i> Koch và bọ trĩ <i>Thrips palmy</i> Karny	2006	15-24
4	Đa dạng sinh học côn trùng ký sinh và ảnh hưởng của thuốc hóa học tới chúng trên đậu tương tại Gia Lâm, Hà Nội năm 2006-2007	2008	25-33
5	Thành phần sâu hại rau ngổ, đặc điểm hình thái, sinh học và diễn biến mật độ của sâu bướm giáp (<i>Junonia atlites</i> Johanssen) (Lep.: Nymphalidae) trên rau ngổ vụ 2006 tại Gia Lâm- Hà Nội	2008	34-44
6	Một số đặc điểm hình thái và sinh học của ong <i>Telenomus subitus</i> Le (Hym.: Scelionidae) ký sinh trứng bọ xít xanh vai đỏ hại đậu tương ở Gia Lâm, Hà Nội	2008	45-54
7	Nghiên cứu đặc điểm sinh học và khả năng khống chế nhện hai chấm <i>Tetranychus urticae</i> Koch (Acari: Tetranychidae) của nhện bắt mồi, <i>Neoseiulus longispinosus</i> (Evans) (Acari: Phytoseiidae)	2009	55-63
8	Nghiên cứu một số đặc điểm hình thái, sinh học, sinh thái của rệp hoa hồng (<i>Macrosiphum rosae</i> L.) vùng Hà Nội	2011	64-72
9	Thành phần sâu hại hoa cúc và thiên địch của chúng, diễn biến mật độ sâu hại chính trên cây hoa cúc năm 2010 tại Tây Tựu, Từ Liêm, Hà Nội	2011	73-87
10	Farmers' knowledge and practices in controlling mites and their attitude towards biological control	2011	88-101
11	Ảnh hưởng của hai loại thức ăn nhân tạo tới kích thước và một số đặc điểm sinh vật học bọ đuôi kim đen <i>Euborellia annulata</i> (Fabricius) (Dermaptera: Anisolabididae)	2011	102-110
12	Đánh giá tính kháng rầy nâu (<i>Nilaparvata lugens</i> Stal.) và rầy lưng trắng (<i>Sogatella furcifera</i> Hovath) trên một số giống lúa phổ biến ở miền Bắc Việt Nam	2012	111-117

13	Population Intensity of Panicle Rice Mite <i>Steneotarsonemus spinki</i> Smiley (Acari: Tarsonemidae) Influencing Rice Yield In Vietnam.	2012	118-127
14	Development and reproduction of the predatory mite <i>Amblyseius swirskii</i> on artificial diets	2013	128-136
15	Alternating temperatures affect life table parameters of <i>Phytoseiulus persimilis</i> , <i>Neoseiulus californicus</i> (Acari: Phytoseiidae) and their prey <i>Tetranychus urticae</i> (Acari: Tetranychidae)	2013	137-150
16	Performance of the predatory mite <i>Amblydromalus limonicus</i> on factitious foods	2014	151-163
17	Artificial and factitious foods support the development and reproduction of the predatory mite <i>Amblyseius swirskii</i>	2014	164-177
18	Diet-dependent cannibalism in the omnivorous phytoseiid mite <i>Amblydromalus limonicus</i>	2014	178-183
19	Food supplementation affects interactions between a phytoseiid predator and its omnivorous prey	2014	184-189
20	Solid artificial diets for the phytoseiid predator <i>Amblyseius swirskii</i>	2014	190-198
21	Food supplements for <i>Amblyseius swirskii</i> : supporting predator or prey populations?	2014	199-204
22	Artificial diets support the development and reproduction of the predatory mite <i>Amblyseius swirskii</i>	2014	205-208
23	Performance of four species of phytoseiid mites on artificial and natural diets	2014	209-215
24	Beneficial effect of supplementing an artificial diet for <i>Amblyseius swirskii</i> with <i>Hermetia illucens</i> hemolymph	2015	216-225
25	Supplemental food for <i>Amblyseius swirskii</i> in the control of thrips: feeding friend or foe?	2015	226-233
26	Diurnal temperature variations affect development of a herbivorous arthropod pest and its predators	2015	234-252
27	Prey consumption by phytoseiid spider mite predators as affected by diurnal temperature variations	2015	253-261
28	Establishment of <i>Amblyseius swirskii</i> in greenhouse crops using food supplements	2016	262-272
29	Life table parameters and development of <i>Neoseiulus longispinosus</i> (Acari: Phytoseiidae) reared on citrus red mite, <i>Panonychus citri</i> (Acari: Tetranychidae) at different temperatures	2017	273-283
30	Một số đặc điểm hình thái, sinh học của nhện bắt mồi <i>Paraphytoseius cracentis</i> (Acari: Phytoseiidae) nuôi trên hai vật mồi khác nhau	2018	284-295

31	Continuous rearing of the predatory mite <i>Neoseiulus californicus</i> on an artificial diet	2019	296-308
32	Life tables and feeding habits of <i>Proprioseiopsis lenis</i> (Acari: Phytoseiidae) and implications for its biological control potential in Southeast Asia	2019	309-317
33	Nghiên cứu đặc điểm sinh học nhện nhỏ bắt mồi <i>Euseius aizawai</i> và <i>Amblyseius swirskii</i> (Acari: Phytoseiidae) ăn nhện trắng <i>Polyphagotarsonemus latus</i>	2019	318-326
34	Đánh giá khả năng sử dụng phấn hoa trong nhân nuôi nhện bắt mồi <i>Euseius ovalis</i> (Evans) (Acari: Phytoseiidae)	2019	327-334
35	Ảnh hưởng của nhiệt độ và thức ăn đến đặc điểm sinh học nhện bắt mồi <i>Amblyseius largoensis</i> (Muma) (Acari: Phytoseiidae)	2019	335-343
36	Ảnh hưởng của ẩm độ đến sự gia tăng quần thể của nhện bắt mồi <i>Neoseiulus californicus</i> (McGregor) (Acari: Phytoseiidae)	2019	344-351
37	Phytoseiid mites prey effectively on thrips eggs: evidence from predation trials and molecular analyses	2019	352-358
38	Đánh giá sức ăn của hai loài nhện bắt mồi (Acari: Phytoseiidae) với nhện đỏ hai chấm <i>Tetranychus urticae</i>	2019	359-365

DANH MỤC SÁCH, GIÁO TRÌNH ĐÃ CÔNG BỐ

TT	Tên sách, giáo trình	Năm xuất bản	Trang
1	Giáo trình Quản lý dịch hại tổng hợp	2017	366-627
2	Quản lý tổng hợp nhện gié hại lúa ở Việt Nam	2017	628-765
	Giấy xác nhận mục đích sử dụng sách		766

Bộ Khoa học và Công nghệ
HỘI ĐỒNG KHOA HỌC TỰ NHIÊN
NGÀNH KHOA HỌC SỰ SỐNG

Những vấn đề nghiên cứu cơ bản TRONG KHOA HỌC SỰ SỐNG



BÁO CÁO KHOA HỌC,
HỘI NGHỊ TOÀN QUỐC 2005
NGHIÊN CỨU CƠ BẢN
TRONG KHOA HỌC SỰ SỐNG

ĐẠI HỌC Y HÀ NỘI 03/11/2005



NHÀ XUẤT BẢN KHOA HỌC VÀ KỸ THUẬT

215. Nghiên cứu ảnh hưởng của protein ức chế RNase (RI) từ nhau thai người lên RNase nọc rắn hổ mang *N. naja* 803
Trần Đình Toại, Nguyễn Văn Thiết
216. Thành phần các hợp chất Asen trong nước tiểu ở người sử dụng nước giếng khoan ô nhiễm Asen tại Việt Nam 807
Phạm Thị Kim Trang, Nguyễn Văn Mùi, Phạm Hùng Việt, Michael Berg, Shinsuke Tanabe
217. Nguồn lợi Giun nhiều tơ (Polychaeta) tiềm năng có giá trị làm thức ăn cho các trại sản xuất giống tôm ở Việt Nam, đề xuất giải pháp nhân nuôi 811
Phạm Đình Trọng, Trần Hữu Huy
218. Nghiên cứu chuẩn hoá quy trình phân tích enzym nitrate reductase của *Mycobacterium tuberculosis* 815
Hoa Thị Minh Tú, Vũ Thị Quyên, Nguyễn Thị Hồng Hạnh, Trần Thị Thanh Hoa, Nguyễn Kim Trinh, Phạm Kim Liên
219. Đánh giá tác dụng kích thích miễn dịch của “Đồng trùng hạ thảo nam” trên động vật thực nghiệm 819
Phan Anh Tuấn, Trần Thị Chính, Nguyễn Nhược Kim, Nguyễn Đặng Dũng, Nguyễn Văn Trinh
220. Nghiên cứu đặc điểm gây hại, đặc điểm hình thái một số loài nhện nhỏ họ Nhện chằng tơ (Tetranychidae: Acarina) gây hại lúa và ngô vụ xuân 2005 ở Gia Lâm, Hà Nội 823
Nguyễn Đức Tùng, Nguyễn Văn Đĩnh
221. Nghiên cứu khả năng xử lý nước thải chế biến thủy sản của cây bèo Tây 827
Trần Văn Tựa, Bùi Thị Kim Anh, Hoàng Thị Loan, Lê Thị Thu Thủy, Đặng Đình Kim, Phạm Văn Đức
222. Ảnh hưởng của cao chiết thân và rễ mía dò lên hoạt tính peroxidase và hàm lượng nhóm SH ở gan và máu chuột thực nghiệm 831
Đỗ Thị Tuyên, Nguyễn Thị Tố Nga, Tạ Kim Thạch, Nguyễn Thị Ngọc Dao, Phan Quốc Kinh
223. Tối ưu môi trường lên men sản xuất cephalosporin C của chủng *Acremonium chrysogenum* 880 835
Hỗ Tuyên, Lê Gia Hy
224. Kết quả khảo nghiệm cơ bản và sản xuất thử dòng lúa té thơm T10 839
Nguyễn Thanh Tuyên, Trần Văn Chiến

Nghiên cứu đặc điểm gây hại, đặc điểm hình thái một số loài nhện nhỏ họ Nhện chăng tơ (Tetranychidae: Acarina) gây hại lúa và ngô vụ xuân 2005 ở Gia Lâm, Hà Nội

Nguyễn Đức Tùng, Nguyễn Văn Đĩnh*
Trường Đại học Nông nghiệp I Hà Nội

ĐẶT VẤN ĐỀ

Hiện nay, nhện nhỏ thuộc bộ Ve bét (Acarina) đang trở thành các loài dịch hại phổ biến trên nhiều loại cây trồng nông nghiệp (Nguyễn Văn Đĩnh, 2002). Do chúng có cơ thể nhỏ bé lại gây hại bằng cách chích hút nhựa cây nên nhiều người sản xuất dù có hiểu biết nhất định trong thâm canh nhưng thường không xác định đúng được sự gây hại cũng như đối tượng gây hại này, dẫn đến việc sử dụng không đúng các biện pháp phòng trừ. Họ thường dùng thuốc trừ sâu hại, mà đa số các loại thuốc này không có tác dụng đối với nhện nhỏ hại, nhưng lại tác dụng đến nhóm kẻ thù tự nhiên của chúng, do đó chúng không những không bị tiêu diệt mà ngày càng bùng phát số lượng mạnh mẽ.

Vài năm trở lại đây, trên cây lúa ở nhiều vùng người ta đã ghi nhận một số đại diện của nhóm nhện hại như nhện gié ở đồng bằng sông Cửu Long gây nên hiện tượng vết đen ở bẹ và lá đồng, hay như hiện tượng lúa không trổ được và có tới 15% hạt bị lép trên diện tích 40 ha ở Thừa Thiên Huế do loài *Neotarsonemus spinki* gây nên (Ngô Văn Hòa, 1992). Trên cây lúa và cây ngô ở vùng Hà Nội lúc đầu có hiện tượng đốm lá do nhện nhỏ gây hại (Nguyễn Văn Đĩnh, 1994). Để giúp cho người sản xuất, cán bộ bảo vệ thực vật có thêm tư liệu về nhóm đối tượng này, chúng tôi đã bước đầu điều tra thành phần, mô tả một số chứng gây hại, đặc điểm hình thái của một số loài nhện nhỏ thuộc họ nhện chăng tơ Tetranychidae - một nhóm gây hại rất phổ biến trên cây trồng vùng Gia Lâm, Hà Nội.

VẬT LIỆU VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

Vật liệu: Cây lúa, ngô và nhện hại sống trên đó. Dung dịch làm mẫu Hoy, gồm có: Nước cất 40-50 cm³, Glycerin 30 g, Chloral hydrate 200 g, Glycerin 16 cm³.

Phương pháp nghiên cứu

Phương pháp lấy mẫu: Mẫu được lấy ở tất cả các bộ phận của cây đối với lúa và ở cả ba tầng lá đối với ngô; các cây được chọn ngẫu nhiên trên khắp cả ruộng. Mẫu sau khi lấy được quan sát bằng mắt thường để phát hiện các triệu chứng gây hại sơ bộ, tiếp đó được đem về phòng thí nghiệm và quan sát dưới kính lúp hai mắt để phát hiện và thu bắt nhện. Mẫu được thu thập trong thời gian 1-6/2005. Địa điểm lấy mẫu chủ yếu thuộc huyện Gia Lâm (Hà Nội). Ngoài ra mẫu lúa và ngô còn được thu thập trên đồng ruộng tại thị trấn Sơn La (Sơn La) và thị xã Tuyên Quang (Tuyên Quang). Nhện sau khi thu bắt được tiến hành làm tiêu bản lam hoặc lưu bảo quản trong dung dịch cồn 70°.

Phương pháp làm tiêu bản và giám định mẫu vật: Đầu tiên nhỏ một vài giọt dung dịch Hoy vào trên lam, dùng kim khâu chuyển và đặt nhện lên trên giọt dung dịch, tiếp đó dùng kim khâu đặt một đoạn tóc khoảng 2 mm cạnh mẫu nhện (mẫu tóc có tác dụng không làm bẹp mẫu nhện khi đặt lam lên). Tiếp theo đặt lam lên trên với sự trợ giúp của kim khâu. Chính lại tư thế mẫu bằng cách dùng kim khâu đẩy nhẹ về một phía làm cho có thể nhìn rõ các tư thế và các cơ quan của mẫu. Sau khi làm xong cho tiêu bản vào tủ sấy 50-60°C sấy trong 2 ngày để không còn bọt khí. Mỗi mẫu dán kèm một nhãn ghi tên ký chủ, nơi lấy mẫu, ngày lấy mẫu và người lấy mẫu, để chờ giám định (Nguyễn Văn Đĩnh (2002). Mẫu vật được giám định theo khoá phân loại của Prichard and Baker (1975) và tham khảo thêm các khoá phân loại của Meyer (1981) và Helle and Sabelis (1985).

KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

Thành phần nhện nhỏ thuộc họ Nhện chăng tơ Tetranychidae

Họ Nhện chăng tơ có nhiều đại diện gây hại cây trồng trên khắp thế giới. Nhiều loài hiện nay đã trở thành dịch hại chủ yếu như nhện đỏ, *Tetranychis urticae*; nhện đỏ hại táo, *Panonychus ulmi* hay như Nhện xanh

Bảng 1. Thành phần nhện nhỏ họ Nhện chăng tơ Tetranychidae hại lúa và ngô

TT	Tên khoa học	Tên Việt Nam	Ghi chú
1	<i>Schizotetranychus</i> sp.	Nhện bánh xe	Gây hại rõ trên lá lúa, có vết hại trên ngô
2	<i>Oligonychus</i> sp.	Nhện lúa chết	Xuất hiện nhiều hơn trên lúa chết, có gây hại trên ngô
3	<i>Eotetranychus</i> sp.	Nhện loang	Chỉ thấy trên ngô
4	<i>Tetranychus cinnabarinus</i> Koch	Nhện đỏ son	Gây hại nhẹ ở mắt dưới lá lúa và ngô

Oligonychus tanajoa... Ở nước ta loài nhện đỏ son là loài gây hại khá phổ biến trên các loại cây như bông, sắn, cà tím, ớt... (Nguyễn Văn Đình, 2002). Kiểm tra các mẫu thu thập được trên cây lúa và cây ngô chúng tôi thấy có 4 loài nhện nhỏ gây hại (bảng 1). Trên cây lúa có 3 loài nhện nhỏ hại. Trên cây ngô có 4 loài gây hại. Nhìn chung tác hại của nhện nhỏ là không rõ ràng. Triệu chứng hại trên cây lúa nhiều hơn trên cây ngô. Ngoài nhóm Nhện chăng tơ, trên cây lúa và ngô còn có một số đại diện thuộc họ Eriophyidae và Tarsonemidae có triệu chứng gây hại khá rõ nét.

Đặc điểm gây hại và hình thái của các loài

Nhện bánh xe *Schizotetranychus* sp.

Triệu trứng gây hại

Trên cây lúa: Trong vụ xuân 2005, nhện bánh xe xuất hiện với mật độ khá cao. Đặc biệt trên lúa trồng trong nhà lưới và các khu thí nghiệm tại trường Đại học Nông nghiệp I, nhện bánh xe có hàng trăm con trên một lá. Nhện bánh xe gây hại trên cả 2 mặt phiến lá, trên bẹ lá của tất cả các lá. Trong đó sự gây hại trên bề mặt của lá đồng là quan trọng nhất, có thể gây ảnh hưởng đến khả năng quang hợp và làm giảm năng suất của cây lúa. Nhện bánh xe chích hút trên bề mặt lá tạo ra những vết đốm bạc trắng, sau một thời gian những vết đốm này chuyển sang màu nâu hơi đen.

Trên cây ngô: Cũng giống như triệu chứng gây hại trên lúa, nhện bánh xe cũng tạo ra những vết đốm bạc trắng trên lá, sự gây hại thể hiện không rõ rệt như trên lúa.

Cũng giống như các loài nhện chăng tơ thật khác, nhện bánh xe cũng giăng tơ chăng chịt trên bề mặt vết hại.

Đặc điểm hình thái

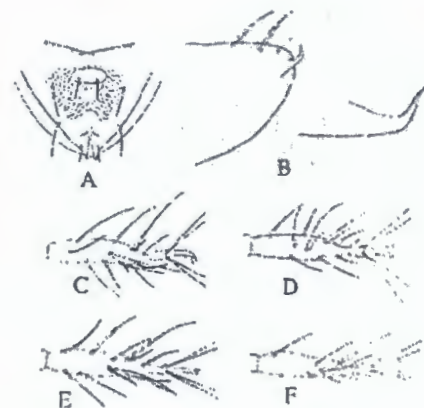
Nhện cái có màu trắng với nhiều đốm xanh đen ở 2 bên lưng (thường mỗi bên có 3 đến 4 đốm) và một đốm ở giữa lưng. Các đặc điểm này có thể thay đổi, có khi trên lưng con cái bị loang màu xanh đen, hay như trong điều kiện lá bị tàn úa trên lưng nhện có ít đốm hơn. Kích thước con cái khoảng 0,35 x 0,13 mm. Nhện đực, cơ thể nhỏ hơn, cuối bụng nhọn, màu trắng hơi vàng và trên lưng các đốm đen thường không hiện rõ như ở con cái. Kích thước con đực khoảng 0,25 x 0,1 mm. Nhện trưởng thành có đôi kim dài và thẳng; trên mặt bụng phía sau, có 1 đôi lông bên hậu môn; Đệm chân rất phát triển tạo thành 2 vuốt và có 2 đôi lông rất mỏng nằm đối xứng ở hai bên; Trên đốt bàn của đôi chân thứ I và thứ II đều có 2 lông kép; Gai giao phối của con đực nằm ở mặt bụng, cong đột ngột ở phần giữa và dần thon nhọn về phía phần đầu; ngoài 2 lông kép, trên đốt bàn I của con cái còn có 10 chiếc lông đơn và trên đốt bàn II có 8 lông đơn (hình 1). Trứng khi mới đẻ màu trắng trong rồi chuyển dần sang màu hơi vàng, hình tròn hơi bẹt và ở giữa hơi lõm trông như hình bánh xe. Đường kính của trứng khoảng 0,13 mm.

Nhện lúa chết *Oligonychus* sp.

Triệu chứng gây hại

Trên cây lúa, loài này tập chủ yếu ở mặt dưới của lá, đặc biệt là trên lá đồng và cũng tạo ra những vết đốm bạc trắng. Xuất hiện nhiều trên lúa chết.

Trên cây ngô, loài này xuất hiện gây hại trên ngô với mật độ cao hơn nhện bánh xe. Chúng thường tập chung thành từng đám ở mặt dưới lá, chích hút và mô lá tạo ra những vết đốm bạc trắng giống như triệu chứng gây hại của nhện bánh xe.



Hình 1. Đặc điểm hình thái loài Nhện bánh xe *Schizotetranychus* sp.

A. Phần cuối bụng con cái; B. Gai giao phối; C. Đốt bàn chân I của con cái; D. Đốt bàn chân II của con cái; E. Đốt bàn chân I của con đực; F. Đốt bàn chân II của con đực

Đặc điểm hình thái

Con cái hình bầu dục, màu trắng, trên 2 bên lưng cũng có một số đốm nhưng không rõ ràng như ở nhện bánh xe. Kích thước của trưởng thành cái là 0,38 x 0,14 mm.

Con đực thon nhỏ hơn con cái, phần cuối bụng nhọn nhưng không bằng nhện bánh xe, màu trắng hoặc hơi vàng. Kích thước trưởng thành đực khoảng 0,26 x 0,11 mm.

Nhện trưởng thành có đôi kim dài và thẳng. Phần cuối mặt bụng chỉ có một đôi lông bên hậu môn. Đệm chân phát triển thành một vuốt dài và có 2 đôi lông dài nằm đối xứng 2 bên; ngoài ra trên vuốt còn có một số lông phụ. Trên bàn I, II của cả con cái và con đực đều có 2 chiếc lông kép. Ngoài 2 chiếc lông kép này, trên bàn chân I của con cái còn có 12 chiếc lông đơn, còn con trên bàn chân I của con đực có 9 lông đơn. Góc 2/3 chiều dài gai giao phối của con đực có một điểm cong đột ngột, góc cong hơi từ chỗ cong tới đầu gai giao phối thon nhỏ dần nhưng không nhọn và dài như ở nhện bánh xe (hình 2).

Trứng của nhện lúa chết hình cầu, màu trắng hơi đục, bề mặt có gai nhọn, đường kính khoảng 0,13 mm.

Nhện loang *Eotetranychus* sp.

Triệu trứng gây hại

Nhện loang chỉ thấy xuất hiện trên ngô, chúng tập trung thành từng đám ở mặt dưới lá, chích hút vào mô lá tạo ra vết bẹ mặt lá nhưng vết chảy sít màu bạc trắng. Chúng thường giăng tơ chăng chịt trên bề mặt vết hại.

Đặc điểm hình thái

Nhìn chung hình thái nhện loang khá giống với nhện lúa chết, đó là:

Con cái cũng hình bầu dục, trên lưng thường có vết loang màu xanh đen, nhưng đôi khi chỉ có một vài vết đốm đen 2 bên lưng như nhện lúa chết. Kích thước trưởng thành cái khoảng 0,37 x 0,14 mm.

Con đực thon nhỏ hơn, cuối bụng cũng nhọn, màu trắng hơi vàng. Kích thước trưởng thành cái chỉ khoảng 0,25 x 0,11 mm.

Trứng nhện loang cũng hình cầu, màu trắng đục, bề mặt có gai nhọn. Đường kính trứng khoảng 0,13 mm.

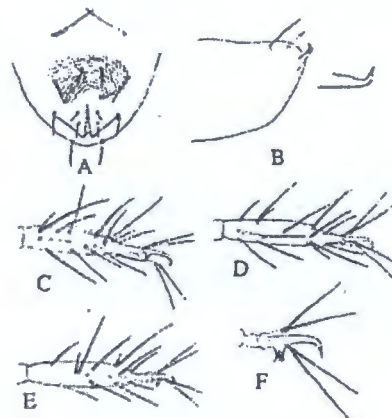
Nhện trưởng thành có đôi kim dài và thẳng. Phần cuối mặt bụng có 1 đôi lông phía sau hậu môn, đây là đặc điểm đặc trưng của giống *Eotetranychus*. Đệm chân phát triển nhưng không hình thành vuốt như 2 loài trên, mà chỉ gồm 3 đôi lông. Ngoài 2 chiếc lông kép, ở con cái đốt bàn I còn có 11 chiếc lông đơn, còn ở con đực đốt bàn I có 12 chiếc lông đơn. Gai giao phối của con đực khá giống gai giao phối của nhện lúa chết; ở 2/5 chiều dài gai giao phối có một điểm cong, phần cong hướng về phía lưng, góc cong hơi tù, từ chỗ cong đến ngọn gai giao phối thon nhỏ dần. Ngoài ra xung quanh âm hộ có 6 chiếc lông (hình 3).

Nhện đỏ son *Tetranychus cinnabarinus* Koch

Trước đây, loài nhện đỏ son được biết đến với nhiều tên khoa học khác như: *Tetranychus telarius*, *T. binaculatus*. Đây là loài được Nguyễn Văn Đĩnh (1994) xác định là gây hại quan trọng trên cây sắn và nhiều loài cây trồng khác ở Hà Nội và vùng phụ cận.

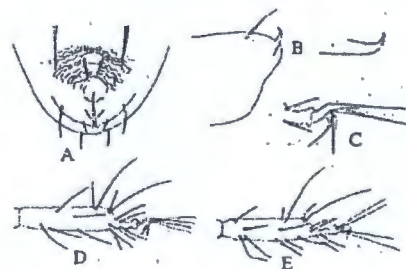
Triệu trứng gây hại

Nhện đỏ son tập trung thành từng đám, chủ yếu 2 bên gân lá, ở mặt dưới lá. Chúng dùng kim chích hút vào mô lá tạo nên các vết chích nhỏ li ti không có hình dạng nhất định tập hợp thành những mảng đốm



Hình 2. Đặc điểm hình thái loài Nhện chết *Oligonychus* sp.

A. Phần cuối bụng con cái; B. Gai giao phối; C. Đốt bàn chân I của con cái; D. Đốt bàn chân II của con cái; E, F. Đốt bàn chân I của con đực



Hình 3. Đặc điểm hình thái loài Nhện loang *Eotetranychus* sp.

A. Phần cuối bụng con cái; B. Gai giao phối; C. Đốt bàn chân I của con cái; D. Đốt bàn chân II của con cái; E. Đốt bàn chân I của con đực



Hình 4. Gai giao phối của Nhện đỏ son *Tetranychus cinnabarinus*

bạc gần giống triệu trứng gây hại của 3 loài trên. Nhện đỏ son sống và gây hại chủ yếu trên lá bánh tẻ và lá già.

Đặc điểm hình thái

Con cái có hình ô van lưng hơi vòng lên, màu nâu đỏ với 2 đốm đen ở mỗi bên lưng. Màu sắc có thể thay đổi; dưới điều kiện không thuận lợi về thức ăn con cái có màu đỏ nhạt. Kích thước của trưởng thành cái to hơn so với 3 loài trên khoảng 0,45 x 0,24 mm. So với nhện đỏ hại cam chanh khi nhìn nghiêng các lông trên lưng trông mỏng hơn và không có u lông.

Con đực thon nhỏ hơn con cái, cuối bụng nhọn, cơ thể màu đỏ vàng. Kích thước con đực khoảng 0,33 x 0,15 mm

Nhện trưởng thành có một đôi kim thẳng và dài. Phần cuối mặt bụng có 2 đôi lông bên hậu môn. Gai giao phối của con đực cong hướng về phía lưng, phần thắt lại của dương cụ có chiều dài bằng chiều rộng, phía ngoài vát chéo, phía trong tù hay hơi tròn (Nguyễn Văn Đĩnh; 1994).

Trứng nhện đỏ son hình cầu trơn nhẵn, màu vàng nhạt, khi sắp nở chuyển sang có màu hơi nâu, trứng được đẻ rải rác từng quả. Đường kính của trứng khoảng 0,15 mm.

KẾT LUẬN

Trên lúa và ngô có 4 loài nhện nhỏ thuộc họ Nhện chằng tơ thật Tetranychidae. Trong đó trên lúa có 3 loài và trên ngô có 4 loài. Nhìn chung tác hại của nhện nhỏ là không rõ ràng. Mức độ gây hại của chúng trên cây lúa nhiều hơn trên cây ngô. Loài nhện bánh xe, *Schizotetranychus* sp. có triệu chứng gây hại rõ rệt trên lúa cần lưu ý đề phòng.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Baker E.W., 1975. Spider mites (Tetranychidae: Acarina) from Southeast Asia and Japan. U.S department of Agriculture. 25 (49 - 52) 911 - 921.
2. Nguyễn Văn Đĩnh, 1994. Nghiên cứu đặc điểm sinh học và khả năng phòng chống một số loài nhện hại cây trồng ở Hà Nội và vùng phụ cận. Luận án PTS Trường Đại học Nông nghiệp I Hà Nội.
3. Nguyễn Văn Đĩnh, 2002. Nhện hại cây trồng và biện pháp phòng chống, NXBNN, Hà Nội, 53 trang.
4. Helle W. and M.W. Sabelis, 1985. Spider mites their biology, natural enemies and control, Elsevier, Vol 1B, 458 pp.
5. Meyer M. K. P. S, 1981. Mite pests of crops in Southern Africa, Department of agriculture and fisherie, South Africa, 92 pp.
6. Ngô Đình Hòa. Nhện đỏ hại lúa ở Thừa Thiên Huế. Tạp chí Bảo vệ thực vật 6 (126): 31-32.
7. Pritchard A. E. and E. W. Baker, 1955. A revision of the spider mite family Tetranychidae, San Francisco pacific coast entomological society, 447 pp.

* Công trình có sự hỗ trợ của Hội đồng khoa học tự nhiên.

SUMMARY

Morphological and damage features of mite species of spider mite family (Tetranychidae: Acarina) on rice and maize grown in Gialam, Hanoi

Nguyen Duc Tung, Nguyen Van Dinh
Hanoi Agricultural University

Samples were taken in paddy and maize field in Gialam, Hanoi in spring 2004. The results showed that the composition of phytophagous spider mite in the family Tetranychidae attacking in rice and maize consisted of 4 species. In rice there was 3 spider mite species: *Schizotetranychus* sp., *Oligonychus* sp., and *Tetranychus cinnabarinus* Koch, while in maize their number was 4: *Schizotetranychus* sp., *Oligonychus* sp., and *Tetranychus cinnabarinus* Koch and *Eotetranychus* sp.

In general, the damage of spider mites in spring rice and maize was not commonly seen. In the paddy field, only *Schizotetranychus* sp. showed its clear damage on rice, making rice leaves with many white spots and after that the leaves became grey-dark and so special attention on their appearance should be paid.

In the maize field, slight damage could be seen by the end of the crop season.

Key word: spider mite species, damage, paddy, maize.

* Người thẩm định: GS.TS. Hà Quang Hùng, Trường Đại học Nông nghiệp 1 Hà Nội

BỘ NÔNG NGHIỆP VÀ PHÁT TRIỂN NÔNG THÔN
VIỆN BẢO VỆ THỰC VẬT - CỤC BẢO VỆ THỰC VẬT

BẢO VỆ THỰC VẬT

ISSN 0868-2801

SỐ 5 (209)

2006



TẠP CHÍ CHUYÊN NGÀNH
JOURNAL OF PLANT PROTECTION

TẠP CHÍ BẢO VỆ THỰC VẬT

TÒA SOẠN: Viện Bảo vệ thực vật,

Từ Liêm, Hà Nội

ĐT: 8389724 - Fax: 8363563

Email: nipp-tonghop@hn.vnn.vn

Cục Bảo vệ thực vật,

149 Hồ Đắc Di, Đống Đa, Hà Nội

ĐT: 8573808 - Fax: 5330043

Email: lkh@fpt.vn

ISSN 0868-2801

NĂM THỨ XXXV

Số 5 - 2006

MỤC LỤC CONTENTS

	trang
CHỦ TRƯỞNG ĐƯỜNG LỐI	
1. Thủ tướng Chính phủ - Điện khẩn	3
2. Bộ NN và PTNT - Quyết định về việc công bố dịch bệnh vàng lùn và lùn xoắn lá hại lúa tại các tỉnh Đồng bằng sông Cửu Long và miền Đông Nam Bộ	5
3. Bộ NN và PTNT - Chỉ thị về việc phòng trừ rầy nâu, bệnh vàng lùn, lùn xoắn lá hại lúa ở các tỉnh phía Nam	
KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU KHOA HỌC	
4. Nguyễn Đức Tùng - Một số đặc điểm hình thái, sinh vật học của loài Nhện đỏ son <i>Panonychus citri</i> (McGregor) (Acarina: Tetranychidae) hại hoa hồng ở Hà Nội Some morphological and biological characteristics of the citrus red mite <i>Panonychus citri</i> (McGregor) (Acarina: Tetranychidae) damaging roses in Hanoi	10
5. Bạch Văn Huy - Thử nghiệm biện pháp phòng trừ bọ xít đen (<i>Scotinophora lurida</i> Burmeister) trên lúa tại Hà Nam Trails on control measures for Rice Black Bug (<i>Scotinophora lurida</i> Burmeister) in Hanam province	15
6. Ngô Bích Hào, Vũ Duy Nam - Khảo sát hiệu lực đối kháng của nấm <i>Trichoderma</i> spp. phòng trừ bệnh héo rũ gốc mốc trắng (<i>Sclerotium rolfsii</i>) hại lạc Evaluation of antagonistic effect of <i>Trichoderma</i> species in biological control of southern blight disease <i>Sclerotium rolfsii</i> on groundnut	22

MỘT SỐ ĐẶC ĐIỂM HÌNH THÁI, SINH VẬT HỌC CỦA LOÀI NHỆN
ĐỎ SON *Panonychus citri* (McGregor) (Acarina: Tetranychidae)
HẠI HOA HỒNG Ở HÀ NỘI

SOME MORPHOLOGICAL AND BIOLOGICAL CHARACTERISTICS OF THE CITRUS RED
MITE *Panonychus citri* (McGregor) (Acarina: Tetranychidae) DAMAGING ROSES IN HANOI

Nguyễn Đức Tùng
Trường ĐH Nông nghiệp I Hà Nội

Abstract

Panonychus citri is pear-shaped mite with a dark, purplish-red body and lighter-coloured appendages, about 0.42 mm long and 0.25 wide. Females are bigger than males. This paper gives primary of study on life cycle of *Panonychus citri* in the laboratory at $25 \pm 0,9^{\circ}\text{C}$ and 80% RH. The duration of eggs, first larva, second larva, and third larva is 5.97 ± 0.332 , 2.40 ± 0.270 , 1.50 ± 0.214 , and 1.10 ± 0.114 days respectively. The pre-oviposition period is 1.43 ± 0.230 days. The complete life cycle takes 12.40 ± 0.530 days.

Four insecticides Ortus 5SC (Fenpyroximate), Pegasus 500SC (Diafenthiuron), Comite 73EC (Propargite), and Kuraba WP (Bt+Abamectin) were tested on rose to control *Panonychus citri*. The results showed that Comite 73EC was the best one to control the *Panonychus citri*.

I. MỞ ĐẦU

Hoa Hồng là một trong những loài hoa được ưa chuộng nhất trên thế giới. Tại Việt Nam hiện nay diện tích trồng hoa Hồng ngày càng được mở rộng. Để nâng cao chất lượng của hoa Hồng cũng như mở rộng thị trường tiêu thụ, nhiều mô hình trồng hoa đã áp dụng công nghệ tiên tiến đạt hiệu quả cao trong đó có công nghệ sản xuất hoa Hồng trong nhà lưới. Công nghệ sản xuất hoa trong nhà lưới giúp người dân phần nào khống chế được tác hại trực tiếp của thiên nhiên như mưa, bão, nắng,... Ngăn cản được sự xâm nhập gây hại của sâu hại, đặc biệt là những loài sâu hại có kích thước lớn như sâu khoang, sâu xanh, bọ xít... Song, mô hình sản xuất này đang gặp khó khăn lớn trong việc phòng trừ các loài sâu và nhện hại có kích thước nhỏ. Việc lạm dụng

thuốc bảo vệ thực vật trong nhà lưới đã tạo cho các loài sâu hại có kích thước nhỏ trở nên quen thuốc và gây ra những đợt dịch làm ảnh hưởng đến năng suất và chất lượng hoa Hồng.

**II. ĐỊA ĐIỂM, VẬT LIỆU
VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU**

Thí nghiệm được tiến hành tại phòng sinh thái Côn trùng; nhà lưới trồng hoa hồng trường Đại học Nông nghiệp I và ruộng trồng hoa hồng tại xã Tây Tựu, Từ Liêm, Hà Nội từ tháng 1 đến tháng 12 năm 2005.

Vật liệu nghiên cứu:

Nhện đỏ son *Panonychus citri* (McGregor); hoa Hồng *Rosa* sp. Thuốc bảo vệ thực vật Comite 73EC, Pegasus 500SC, Ortus 5SC, Kuraba WP và các dụng cụ khác phục vụ thí nghiệm.

Phương pháp nghiên cứu:

Điều tra thành phần sâu hại và kẻ thù tự nhiên của chúng trên hoa Hồng tiến hành 7 ngày/1 lần, điều tra theo các điểm, số điểm điều tra càng nhiều càng tốt. Tiến hành thu mẫu bằng cách bắt bằng tay, vợt, bẫy màu sắc... Đưa mẫu về phân loại tại phòng Côn trùng (ĐHNH Hà Nội), xác định thành phần sâu hại và tần suất xuất hiện của các loài sâu hại qua các kỳ điều tra. Làm tiêu bản và giám định mẫu nhện theo khóa phân loại của Meyer (1997, 1981) [4].

Để nghiên cứu hình thái nhện đỏ *P. citri*, đã bố trí thí nghiệm theo phương pháp nuôi cá thể ($n=30$). Nhện được nuôi bằng lá hồng trong hộp nuôi sâu ở nhiệt độ $25 \pm 0,9^\circ\text{C}$, độ ẩm 80%. Quan sát, mô tả và đo kích thước của từng pha phát dục. Đơn vị đo kích thước là milimet (mm).

Trưởng thành nhện *P. citri* được thu từ ngoài tự nhiên cho đẻ trứng trong hộp nuôi sâu. Lấy 30 trứng được đẻ cùng trong một ngày, cho mỗi trứng vào một hộp nuôi sâu làm nguồn cho thí nghiệm nghiên cứu đặc điểm sinh vật học. Trứng trong hộp nuôi sâu được thường xuyên thay lá và quan sát, ghi chép để xác định thời gian trứng nở, thời gian các pha phát dục (tuổi 1, tuổi 2, tuổi 3), thời gian trước đẻ, số trứng đẻ, đến khi trưởng thành chết.

Tiến hành thử nghiệm trong phòng với 4 loại thuốc bảo vệ thực vật: Ortus 5SC; Comite 73EC; Pegasus 500SC; Kuraba WP. Mỗi loại thuốc thử nghiệm 3 lần và pha thuốc theo nồng độ khuyến cáo của nhà sản xuất ghi trên nhãn. Lấy lá hoa hồng đã có nhện đỏ (30 cá thể/lá) nhúng vào dung dịch thuốc BVTV đã pha theo nồng độ khuyến cáo, để trong 5 giây, sau đó dốc lá hồng rồi lấy giấy thấm, thấm hết thuốc chảy từ chóp lá hồng. Theo dõi số lượng của nhện đỏ

sống ở các công thức trước và sau khi xử lý thuốc 1, 3, 5 ngày. Tính hiệu lực của thuốc trừ nhện trong phòng thí nghiệm theo công thức Abbott.

III. KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU VÀ THẢO LUẬN

1. Thành phần sâu, nhện hại và thiên địch của chúng trên hoa Hồng

Thành phần sâu nhện hại trên hoa hồng

Để so sánh tình hình sâu, nhện hại trong nhà lưới với ngoài tự nhiên, chúng tôi tiến hành thu thập toàn bộ các mẫu sâu, nhện hại tại nhà lưới Trường ĐH Nông nghiệp I và tại các ruộng sản xuất hoa hồng tại xã Tây Tựu, Từ Liêm, Hà Nội. Thành phần sâu hại trong nhà lưới Trường ĐH Nông nghiệp I và tại xã Tây Tựu-Từ Liêm-Hà Nội có sự khác nhau (bảng 1). Ngoài ruộng sản xuất đã thu được gồm 9 loài sâu, nhện hại, thuộc 6 họ của 5 bộ, trong đó sâu xanh *Helicoverpa armigera* là loài xuất hiện phổ biến nhất, tiếp đó là bộ trĩ *Thrips flavus*. Trong khi đó, ở nhà lưới chỉ thu được 8 loài sâu, nhện hại thuộc 6 họ của 5 bộ. Những loài gây hại chủ yếu và thường xuyên trong suốt quá trình sinh trưởng của cây hoa hồng trong nhà lưới lại là những loài có kích thước nhỏ như hai loài nhện đỏ (*T. cinnabarinus* và *P. citri*) xuất hiện nhiều nhất, tiếp theo là bộ phấn *Bemisia myricae*. Ngoài ruộng sản xuất, mức độ gây hại của sâu hại chịu ảnh hưởng nhiều của điều kiện thời tiết và thời gian sinh trưởng của cây, từ tháng 1 đến tháng 3 thời kỳ cây hoa hồng phát triển thân lá nhện đỏ là loài gây hại chủ yếu nhưng tỉ lệ hại thấp, còn từ tháng 4 đến tháng 5 thời kỳ cây hoa hồng bắt đầu có nụ, ra hoa sâu xanh và bộ trĩ là 2 loài gây hại chủ yếu, trong đó sâu xanh phá hại rất nặng ở trên hoa.

Bảng 1. Thành phần sâu, nhện hại hoa Hồng tại Trường ĐH Nông nghiệp I và xã Tây Tựu-Từ Liêm-Hà Nội vụ xuân hè 2005

TT	Tên Việt Nam	Tên khoa học	Họ	Bộ	Mức độ phổ biến	
					Trong nhà lưới DH NNI	Ngoài ruộng ở Tây Tựu
1	Nhện đỏ son	<i>Tetranychus cinnabarinus</i> (Boisduval)	Tetranychidae	Acarina	+++	+
2	Nhện đỏ son	<i>Panonychus citri</i> (McGregor)	Tetranychidae	Acarina	+++	+
3	Bọ phấn	<i>Bemisia myricae</i> Kuwana	Aleyradidae	Homoptera	++	-
4	Rệp muội	<i>Aphis gossypii</i> Glover	Aphididae	Homoptera	-	-
5	Bọ trĩ	<i>Thrips flavus</i> Schrank	Thripidae	Thysanoptera	+	++
6	Sâu khoang	<i>Spodoptera litura</i> (Fabricius)	Noctuidae	Lepidoptera	-	+
7	Sâu xanh	<i>Helicoverpa armigera</i> Hubner	Noctuidae	Lepidoptera	-	+++
8	Sâu xám	<i>Agrotis ypsilon</i> Hufnagel	Noctuidae	Lepidoptera	0	+
9	Ông cắt lá	<i>Arge pagana</i> Panzer	Argidae	Hymenoptera	+	+

Ghi chú: 0: Không bắt gặp; -: Rất ít (0-5%); +: ít phổ biến (6-25%)
 ++: Phổ biến (26-50%); +++: Rất phổ biến (>50%)
 Thành phần thiên địch của sâu hại trên hoa hồng

Bảng 2. Thành phần thiên địch trên hoa hồng tại Trường ĐH Nông nghiệp I và xã Tây Tựu, Từ Liêm, Hà Nội vụ xuân hè 2005

TT	Tên Việt Nam	Tên khoa học	Họ	Bộ	Mức độ phổ biến	
					Nhà lưới	Ngoài ruộng
1	Bọ rùa đỏ	<i>Micraspis discolor</i> (Fabricius)	Coccinellidae	Coleoptera	0	+
2	Chân chạy đen	<i>Harpalus calceatus</i> Duftschmid	Carabidae	Coleoptera	-	+
3	Bọ cánh cộc	<i>Oligota</i> sp.	Staphylinidae	Coleoptera	-	-
4	Nhện bắt mồi	<i>Amblyseius</i> sp.	Phytoseiidae	Acarina	0	-
5	Ông mắt đỏ	<i>Trichogramma</i> sp.	Trichogrammatidae	Hymenoptera	0	-
6	Ông ký sinh	<i>Apanteles</i> sp.	Braconidae	Hymenoptera	0	-
7	Bọ trĩ bắt mồi	<i>Franklinothrips vespiformis</i> (D.L. Crawford)	Aeolothripidae	Thysanoptera	0	+

Ghi chú: 0: Không bắt gặp; -: Rất ít (0-5%); +: ít phổ biến (6-25%)
 ++: Phổ biến (26-50%); +++: Rất phổ biến (>50%)

Qua quá trình điều tra, thu thập và theo dõi tại nhà lưới trường đại học Nông nghiệp I và ngoài ruộng sản xuất tại xã Tây Tựu-Từ Liêm-Hà Nội, chúng tôi đã phát hiện được một số loài thiên địch của sâu, nhện hại trên hoa Hồng (bảng 2).

Qua bảng 2 cho thấy thành phần thiên địch của sâu hại hoa Hồng rất hạn chế, đặc biệt là trong nhà lưới Trường ĐH Nông nghiệp I Hà Nội. Trong nhà lưới, hoa hồng bị nhện đỏ gây hại nặng nhưng có rất ít thiên địch của chúng. Tần suất xuất hiện của thiên địch qua các tháng điều tra rất ít hoặc không có, chỉ thấy 2 loài thuộc 2 họ, 1 bộ. Ngoài ruộng sản xuất tại xã Tây Tựu-Từ Liêm-Hà Nội thành phần thiên địch phong phú hơn nhưng tần suất xuất hiện cũng không nhiều, qua điều tra đã thu được 7 loài thuộc 7 họ 4 bộ. Việc thiếu vắng thiên địch của sâu hại hoa hồng một phần là do người trồng hoa quá lạm dụng thuốc hóa học trong việc phòng trừ sâu bệnh.

2. Đặc điểm hình thái, sinh vật học của nhện đỏ *Panonychus citri* hại hoa hồng

Đặc điểm hình thái của nhện đỏ Panonychus citri hại hoa hồng

Trứng của loài *Panonychus citri* có hình bầu dục. Trứng dài trung bình từ 0,11-0,13 mm, rộng trung bình từ 0,10-0,12 mm. Khi trứng mới đẻ có màu phớt hồng, sau đó thâm dần và khi trứng chuẩn bị nở có màu đỏ đậm. Trên trứng có một lông cứng dài, từ đầu lông cứng có 10 sợi tơ mảnh dính xuống mặt lá, giúp cố định trứng. Trứng thường được đẻ ở phía dưới mặt lá.

Nhện non tuổi 1: chiều dài trung bình 0,17 mm, có 3 đôi chân, cơ thể nhỏ tròn, có màu đỏ nhạt. Nhện non tuổi 2 chiều dài trung bình 0,19 mm, cơ thể hình ô van, có 4 đôi chân, bắt đầu hoạt động nhanh nhẹn. Nhện non tuổi 3 chiều dài trung bình 0,24 mm, có 4 đôi chân các u lông bắt đầu nổi rõ.

Trưởng thành cái có hình ô van màu đỏ sẫm. Trên lưng có nhiều u lông nổi gồ lên, trên có 1 lông dài cứng hướng về phía sau, phần cuối bụng tù. Trưởng thành đực có cơ thể nhỏ hơn trưởng thành cái, nhưng chân dài hơn. Kích thước trưởng thành cái dài từ 0,37-0,43 mm, trưởng thành đực dài 0,27-0,32 mm. Kích thước này là phù hợp với báo cáo của CABI (1999) [1].

Bảng 3. Kích thước các pha phát dục của nhện đỏ *Panonychus citri* nuôi trên lá hoa hồng (tại Trường ĐHNHI, 2005)

Pha phát dục	Kích thước (mm)					
	Chiều dài			Chiều rộng		
	Tối thiểu	Tối đa	Trung bình	Tối thiểu	Tối đa	Trung bình
Trứng	0,11	0,13	0,12±0,005	0,10	0,12	0,11±0,006
Nhện non tuổi 1	0,12	0,20	0,17±0,005	0,10	0,14	0,12±0,003
Nhện non tuổi 2	0,15	0,22	0,19±0,006	0,12	0,16	0,14±0,004
Nhện non tuổi 3	0,19	0,28	0,24±0,010	0,14	0,17	0,15±0,004
Nhện trưởng thành đực	0,27	0,32	0,28±0,010	0,17	0,20	0,18±0,009
Nhện trưởng thành cái	0,37	0,43	0,42±0,011	0,24	0,28	0,25±0,010

Ghi chú: Điều kiện thí nghiệm: nhiệt độ 25±0,9°C, độ ẩm 80%, số cá thể theo dõi n=30
Đặc điểm sinh vật học của nhện đỏ *Panonychus citri* hại hoa hồng

Bảng 4. Vòng đời của nhện đỏ *P. Citri* nuôi trên lá hoa hồng (tại trường ĐHNLI, 2005)

Pha phát dục	Thời gian phát dục trung bình (ngày)
Trứng	5,97±0,332
Nhện non tuổi 1	2,40±0,270
Nhện non tuổi 2	1,50±0,214
Nhện non tuổi 3	1,10±0,114
Tiền đẻ trứng	1,43±0,230
Vòng đời	12,40±0,530
Trưởng thành	14,17±0,734
Đời	25,14±0,848

Ghi chú: Thí nghiệm thực hiện ở nhiệt độ 25±0,9°C, độ ẩm 80%, số cá thể theo dõi n=30

Nhện trưởng thành cái có thể đẻ từ 20 đến 56 trứng trong 11 đến 15 ngày. Trứng thường được đẻ ở mặt dưới của lá. ở điều kiện nhiệt độ 25°C độ ẩm 80% thời gian trứng nở là 5,97±0,332 ngày, nhện non tuổi 1 hoạt động chậm chạp sau 2,40±0,270 ngày lột xác chuyển sang tuổi 2. Từ tuổi 2

trở đi nhện non hoạt động nhanh nhẹn, thời gian chuyển tuổi cũng nhanh hơn (thời gian chuyển từ tuổi 2 sang 3 là 1,50±0,214 ngày và từ tuổi 3 chuyển sang trưởng thành là 1,10±0,114 ngày). Trưởng thành đực thường vũ hóa sớm hơn trưởng thành cái khoảng 1 ngày, sau khi vũ hóa trưởng thành đực thường nằm ngay cạnh nhện non cái tuổi 3, chờ khi vũ hóa thành trưởng thành để tiến hành giao phối. Một vòng đời của nhện đỏ *Panonychus citri* kéo dài 12,40±0,530 ngày và đời là 25,14±0,848 ngày (bảng 4).

3. Hiệu lực của một số loại thuốc bảo vệ thực vật đối với nhện đỏ *Panonychus citri* hại hoa hồng

Đã tiến hành tìm hiểu và đánh giá hiệu lực của 3 loại thuốc hóa học hiện đang được sử dụng phổ biến trong phòng trừ nhện đỏ: Ortus 5SC, Pegasus 500 SC, Comite 73 EC và 1 loại thuốc có nguồn gốc sinh học Kuraba WP. Kết quả được trình bày ở bảng 5.

Bảng 5. Hiệu lực của một số loại thuốc bảo vệ thực vật đối nhện đỏ *Panonychus citri* hại hoa hồng

Tên thuốc	Hiệu lực của thuốc (%) sau phun		
	1 ngày	3 ngày	5 ngày
Ortus 5SC	3,33 a	7,17 a	11,12 a
Pegasus 500 SC	67,67 b	72,30 b	78,45 b
Comite 73 EC	28,90 c	86,17 c	96,40 c
Kuraba WP	7,57 d	72,07 b	92,13 d

Ghi chú: Nồng độ thuốc pha theo nồng độ khuyến cáo ghi trên bao bì; Số cá thể thí nghiệm n=30; P=95%

Kết quả ở bảng 5 cho thấy Comite là thuốc có hiệu lực trừ nhện cao nhất, tiếp đó là Pegasus. Hiệu lực trừ nhện của thuốc sinh học Kuraba sau 1 ngày rất thấp, nhưng hiệu lực sau 3 ngày tăng khá cao, đến ngày thứ 5 hiệu lực của thuốc là 92,1% chỉ đứng sau hiệu lực của thuốc Comite, điều này cho chúng ta thấy có thể sử dụng loại thuốc này để phòng trừ nhện cũng cho kết quả tốt, tuy có hơi chậm so với 3 loại thuốc hóa học

nhưng hiệu lực mang tính tích lũy, không độc với môi trường và kẻ thù tự nhiên.

IV. KẾT LUẬN

- Trong nhà lưới Trường ĐH Nông nghiệp I-Hà Nội, thu được 8 loài thuộc 6 họ 5 bộ, trong đó nhện đỏ son và bọ phấn là hai đối tượng chính, đặc biệt nhện đỏ son gây hại rất nặng. Thành phần thiên địch trong nhà lưới rất nghèo, chỉ thu được 2

loài, thuộc 2 họ, 1 bộ và tần suất xuất hiện rất thấp.

- Ngoài ruộng sản xuất thành phần sâu nhện hại thu được gồm 9 loài, thuộc 6 họ, 5 bộ, trong đó sâu xanh *Helicoverpa armigera* là loài xuất hiện phổ biến nhất, tiếp đó là bọ trĩ *Thrips flavus*, đặc biệt sâu xanh gây hại rất nặng trong tháng 4 và tháng 5, khi cây bắt đầu ra hoa. Thiên địch ngoài ruộng sản xuất thu được 7 loài, 7 họ, 4 bộ và tần suất xuất hiện cũng không cao.

- Nhện đỏ *Panonychus citri* đẻ trứng dưới mặt lá, trứng dài $0,12 \pm 0,005$ mm, trên trứng có một lông cứng dài, nhện non có 3 tuổi, nhện non có màu đậm dần theo các tuổi, nhện non tuổi 1 dài $0,17 \pm 0,005$ mm, có 3 đôi chân, nhện non từ tuổi 2 trở đi có 4 đôi chân. Nhện trưởng thành có màu đỏ đậm, trên cơ thể có nhiều u lông nổi gồ lên, trên có 1 lông cứng. Nhện trưởng thành cái dài có kích thước to hơn nhện trưởng thành đực, ngược lại trưởng thành đực có chân

dài hơn trưởng thành cái.

- Nhện trưởng thành cái có thể đẻ từ 20 đến 56 trứng trong 11 đến 15 ngày. ở điều kiện nhiệt độ 25°C độ ẩm 80% thời gian trứng nở là $5,97 \pm 0,332$ ngày, nhện non tuổi 1 sau $2,40 \pm 0,270$ ngày lột xác chuyển sang tuổi 2. Thời gian chuyển từ tuổi 2 sang 3 là $1,50 \pm 0,214$ ngày và từ tuổi 3 chuyển sang trưởng thành là $1,10 \pm 0,114$ ngày. Vòng đời của nhện đỏ *Panonychus citri* là $12,40 \pm 0,530$ ngày và đời là $25,14 \pm 0,848$ ngày.

- Trong 4 loại thuốc trừ nhện đỏ được thử nghiệm, thuốc Comite có hiệu lực trừ nhện cao nhất, tiếp đó là thuốc Pagasus. Hiệu lực trừ nhện của thuốc sinh học Kuraba sau 1 ngày rất thấp, nhưng sau 5 ngày hiệu lực của thuốc là 92,1% chỉ đứng sau hiệu lực của thuốc Comite. Điều này cho chúng ta thấy có thể sử dụng loại thuốc này để phòng trừ nhện cũng cho kết quả tốt, tuy có hơi chậm so với 3 loại thuốc hóa học và không độc với kẻ thù tự nhiên.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. CABI abstracts 8/1998 - 7/2001
2. Cục BVTV- Tiêu chuẩn Việt Nam (tập 2). NXB Nông nghiệp- 2004
3. Nguyễn Văn Đĩnh (1994), *Nghiên cứu đặc điểm sinh học và khả năng phòng*

chống một số loài nhện hại cây trồng ở Hà Nội và vùng phụ cận. Luận án PTS Trường Đại học Nông nghiệp I Hà Nội.

4. Meyer M.K.P. (1981), *Mite pests of crops in South Africa*

THỬ NGHIỆM BIỆN PHÁP PHÒNG TRỪ BỌ XÍT ĐEN (*Scotinophora lurida* Burmeister) TRÊN LÚA TẠI HÀ NAM

TRIALS ON CONTROL MEASURES FOR RICE BLACK BUG (*Scotinophora lurida* Burmeister) IN HANAM PROVINCE

Bạch Văn Huy
Chi cục BVTV Hà Nam

Abstract

The research was conducted in Hanam province in Winter-Spring rice season, 2005. 4 control measures were tested as using the fungus M.a at the time bugs entering in winter diapause, balanced input on fertilizers, crop trapping (TBS) and chemical application with Fastax 15 EC and Trebon 30 EC.

ISSN: 1859 - 0004

TẠP CHÍ

KHOA HỌC KỸ THUẬT NÔNG NGHIỆP

Journal of Agricultural Science and Technology



TẬP IV SỐ 8/2006



TRƯỜNG ĐẠI HỌC NÔNG NGHIỆP I
Hanoi Agricultural University

MỤC LỤC

NÔNG HỌC

- Khả năng phát triển quần thể của nhện bắt mồi *Amblyseius victoriensis* Womersley, một loài thiên địch quan trọng của nhện đỏ sơn *Tetranychus cinnabarinus* Koch và bọ trĩ *Thrips palmy* Karny 3
Nguyễn Văn Đình, Phạm Thị Hiếu, Phạm Văn Khánh, Nguyễn Đức Tùng Lê Ngọc Anh, Hoàng Thị Kim Thoa
- Tìm hiểu mức độ thích hợp cho hai giống ngô nếp địa phương trong điều kiện không tưới và có tưới 11
Nguyễn Thị Thu Hà, Vũ Văn Liết
- Ảnh hưởng của gốc ghép *Volkameriana* nhân vô tính và hữu tính đến sinh trưởng, ra hoa, đậu quả của Cam đường canh trồng ở Gia Lâm, Hà Nội 18
Phạm Thị Hương
- Hiệu lực của phân lân và thời điểm (mùa) bón cho cà phê vối (*Coffea canephora* Pierre) kinh doanh trên đất bazan ở Tây Nguyên 22
Lê Hồng Lịch, Nguyễn Quang Thạch, Võ Kim Oanh, Lê Minh Tuấn
- Ảnh hưởng của phân lân đến độ ẩm đất, sinh trưởng và năng suất cà phê vối (*Coffea canephora* Pierre) trồng ở Tây Nguyên 28
Lê Hồng Lịch, Nguyễn Quang Thạch, Minh Tuấn, Võ Kim Oanh
- Nghiên cứu ảnh hưởng của chế phẩm hữu cơ vi sinh MT đến sinh trưởng phát triển và năng suất đậu tương xuân - hè giống D140 trồng tại Gia Lâm - Hà Nội 35
Nguyễn Thị Kim Thanh
- Nguyên nhân gây bệnh hại hạt giống lúa, ngô, đậu tương, lạc, rau ở một số tỉnh phía bắc Việt Nam và biện pháp phòng trừ 39
Nguyễn Kim Vân, Ngô Bích Hào, Nguyễn Văn Viên, Đỗ Tấn Dũng, Ngô Thị Xuyến, Nguyễn Đức Huy

CHĂN NUÔI - THỦ Y

- Năng suất sinh sản, sinh trưởng và chất lượng thân thịt của các công thức lai giữa lợn nái F₁(Landrace x Yorkshire) phối giống với lợn đực Duroc và Pietrain 48
Nguyễn Văn Thắng, Đặng Vũ Bình
- Đáp ứng của đàn gà thịt COBB 500 với khẩu phần protein thấp được bổ sung một số axit amin không thay thế 56
Đặng Thái Hải
- Đánh giá hiện trạng nuôi trồng thủy sản tại trại cá Trường đại học Nông nghiệp I, Hà Nội 61
Nguyễn Thị Lương Hồng, Lê Văn Lành, Lê Huỳnh Thanh Phương, Đặng Thuý Nhung
- Nghiên cứu một số yếu tố ảnh hưởng đến kết quả ấp nở của trứng gà nuôi theo phương thức công nghiệp 65
Nguyễn Thị Mai, Tôn Thái Sơn
- Ảnh hưởng của việc thay thế 50% gạo bằng bột ngô và ủ men đến khả năng sản xuất của lợn gột tại xã Cát Quế, Hoài Đức - Hà Tây 71
Nguyễn Bá Mùi
- Kết quả nghiên cứu thử nghiệm truyền máu cho chó nghiệp vụ 76
Nguyễn Văn Thanh

KỸ THUẬT VÀ CÔNG NGHỆ

- Ảnh hưởng của canxi đến độ bền kết hợp của nhũ tương được làm từ natri caseinat 82
Nguyễn Đức Doan, Paul vander Meerén
- Xây dựng và triển khai hệ thống thi trắc nghiệm khách quan trên nền web tại Trường Đại học Nông nghiệp I 90
Phạm Quang Dũng
- Luân giao và Ggebiplot 99
Nguyễn Đình Hiến
- Ứng dụng công nghệ enzyme để thu nhận đường chức năng fructooligosaccharide (FOS) từ dịch mủ 105
Ngô Xuân Mạnh và cộng sự
- Ứng dụng kỹ thuật tạo lưới trong bài toán mô phỏng dòng phun rối xoáy hai pha không đẳng nhiệt 112
Nguyễn Thanh Nam, Nguyễn Thanh Hào, Hoàng Đức Liên

KINH TẾ VÀ PHÁT TRIỂN NÔNG THÔN

- Nghiên cứu sinh kế các cộng đồng nghèo vùng ven biển Việt Nam 117
Mai Thanh Cúc

- THÔNG TIN HOẠT ĐỘNG KHOA HỌC CÔNG NGHỆ TRƯỜNG ĐHNH-I 124

KHẢ NĂNG PHÁT TRIỂN QUẦN THỂ CỦA NHỆN BẮT MỠ *Amblyseius victoriensis* Womersley, MỘT LOÀI THIÊN ĐỊCH QUAN TRỌNG CỦA NHỆN ĐỎ SÓN *Tetranychus cinnabarinus* Koch VÀ BỘ TRÍ *Thrips palmy* Karny

Population growth of the predatory mite *Amblyseius victoriensis* Womersley, an important natural enemy of the carmine spider mite *Tetranychus cinnabarinus* Koch and the thrip *Thrips palmy* Karny

Nguyễn Văn Đĩnh¹, Phạm Thị Hiếu¹, Phạm Văn Khánh¹,
Nguyễn Đức Tùng¹, Lê Ngọc Anh, Hoàng Thị Kim Thoa²

SUMMARY

The experiments were conducted in the laboratory to identify the main biological features of the newly found important predatory mite *Amblyseius victoriensis* Womersley such as developmental time, intrinsic rate of natural increase, predation rate to carmine spider mite and thrips in vegetable at Hanoi region.

The predatory mite was reared individually on bean leaf discs with diameter of 1.5 cm with surplus of carmine spider mites as prey from the egg to natural death. The predation rate was assessed by using different developmental stages of prey (30 eggs of the carmine spider mite or 10 larvae or 10 pupae of thrips) given to the predatory mite for 24 hours. Besides that, the growth of the predatory mite on 8 treatments with different ratio of females of the predatory and the carmine spider mites on young bean plants was observed at room condition.

The results shown that the predatory mite developmental was 7.12 ± 0.31 days and 6.22 ± 0.29 days at 25°C and 30°C, respectively. Their intrinsic rate of natural increase was 0.247 at 25°C and 0.262 at 30°C. Total carmine spider mite eggs consumed in a whole life of one female predatory mite was very high (219.5 eggs/female). They also attacked all developmental stages of investigated thrip, *Thrips palmy*. In the experiment condition, the growth rate of population in the bean plant with different ratio of predatory and prey adult females was high, but they could control the carmine spider mite when this ratio was higher than 5%.

In short, the predatory mite *Amblyseius victoriensis* Womersley was a promising important natural enemy for biological control of the carmine spider mite *Tetranychus cinnabarinus* Koch and the thrip *Thrips palmy* Karny in this region.

Key words: Predatory mite *Amblyseius victoriensis*, Carmine spider mite *Tetranychus cinnabarinus*, plant thrip *Thrips palmy*, population growth.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Nhóm côn trùng nhỏ và nhện hại có vai trò ngày càng tăng trong sản xuất nông nghiệp

(Nguyễn Văn Đĩnh, 2002; Hà Quang Hùng và CTV., 2005), đặc biệt đối với các cây trồng được thâm canh cao. Việc phòng chống các

¹ Trường Đại học Nông nghiệp I Hà Nội

² Cục Bảo vệ thực vật

loài dịch hại nhất là côn trùng và nhện hại bằng thuốc hóa học bảo vệ thực vật (BVTV) làm cho nhóm thiên địch của chúng giảm mật độ đáng kể và dẫn đến dịch hại nói chung được “giải phóng” khỏi thiên địch và đặc biệt, với sức tăng quần thể cao, nhóm nhện hại và bọ trĩ dễ dàng bùng phát số lượng gây hại nghiêm trọng trên các cây trồng được thâm canh cao. Do đó chúng còn được gọi là nhóm do con người tạo nên (man-made pest). Không những thế, việc sử dụng hóa chất BVTV còn gây ô nhiễm nông sản và môi trường. Trên thế giới, biện pháp phòng chống nhóm dịch hại này cho các cây trồng thực phẩm như rau có hiệu quả nhất và chủ yếu dựa vào biện pháp sinh học (Lenteren, 2005). Tại vùng rau ở Hà Nội trong một số năm gần đây nổi lên 2 loài dịch hại là nhện đỏ son *Tetranychus cinnabarinus* và *Thrips palmy* thường xuyên xuất hiện và gây hại nặng, vụ sau nhiều hơn vụ trước (Nguyễn Văn Đĩnh, 2005). Nguyễn Thị Kim Oanh và cs (2006) đã đề cập tới khả năng nhân nuôi và sử dụng loài *Amblyseius* sp. trong phòng chống nhện đỏ và bọ trĩ.

Bài viết dưới đây đề cập tới một số đặc tính sinh học cơ bản và khả năng sử dụng loài nhện bắt mồi *Amblyseius victoriensis* Womersley, một loài thiên địch quan trọng của nhện đỏ son *Tetranychus cinnabarinus* Koch và bọ trĩ *Thrips palmy* Karny, mới được phát hiện ở vùng Hà Nội.

2. PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Nuôi sinh học loài NBM *Amblyseius victoriensis*

Đầu tiên bắt trưởng thành nhện bắt mồi (NBM) *Amblyseius victoriensis* trên ruộng đậu đỗ, xác định đúng loài (định loại theo khóa phân loại của Chant, 1959), rồi nhân nuôi hàng loạt trong lồng cách ly trong đó có cây đậu cove và nhiều nhện đỏ son. Thí nghiệm nuôi sinh học được tiến hành bằng cách dùng bút lông chuyển trưởng thành cái NBM thả trên đĩa lá đậu có đường kính 1,5 cm đặt trên bông ẩm, trên đó có sẵn 5-6 nhện đỏ son trưởng thành. Sau 3-4 giờ chuyển NBM trưởng thành ra và chỉ để 1 trứng NBM trong đĩa lá. Hàng ngày theo dõi đĩa lá 2 lần để xác định thời gian trứng nở, sự chuyển tuổi nhờ xác lột,

số lượng trứng đẻ trong 1 ngày, thời gian chết sinh lý. Khi nhện lột xác hoá trưởng thành thả hai nhện đực từ lồng nuôi NBM và cho giao phối trong 2 giờ rồi chuyển nhện đực ra ngoài. Khi nhện đẻ trứng, hàng ngày chuyển toàn bộ trứng đẻ ra ngoài để tránh ảnh hưởng của mật độ trứng đến tỷ lệ giới tính và 2 ngày 1 lần thay đĩa lá có nhiều trứng và nhện trưởng thành nhện đỏ son. Trứng đẻ ra từ ngày thứ 2 đến ngày thứ 7 được nuôi tiếp tục trên các đĩa lá khác cho đến khi hoá trưởng thành để xác định tỷ lệ cái sống sót. Thí nghiệm được tiến hành ở nhiệt độ 25°C và 30°C (tự định ổn). Điều kiện thí nghiệm như nhiệt độ và ẩm độ ổn định, thức ăn dư thừa và không có sự ảnh hưởng của mật độ đã đáp ứng yêu cầu của môi trường không hạn chế về thức ăn và không gian (Birch, 1948).

2.2. Thí nghiệm về khả năng ăn mồi của NBM

Đối với nhện đỏ son: Thí nghiệm được tiến hành trên đĩa lá đường kính 1,5 cm đặt trên đĩa Petri có bông ẩm. Dùng bút lông đưa 7-10 trứng trưởng thành cái nhện đỏ son vào trên đĩa lá đậu trong thời gian 12 giờ. Sau đó chuyển nhện cái trưởng thành và trứng ra ngoài, chỉ để 30 trứng/đĩa lá. Tiếp theo thả 1 NBM ở từng pha (tuổi 1, 2, 3 và trưởng thành) vào từng đĩa lá. Đưa đĩa lá vào tủ ở 30°C. Đếm số trứng còn lại sau 24 giờ để xác định sức ăn trong thời gian một ngày. Các thí nghiệm được nhắc lại 30 lần.

Đối với bọ trĩ: Thí nghiệm cũng được tiến hành trên đĩa lá như đối với nhện đỏ. Số lượng bọ trĩ là 10 con bọ trĩ/1 pha. Các pha phát dục của bọ trĩ được chọn làm thức ăn cho NBM là bọ trĩ non tuổi 1, tuổi 2, tiền nhộng và nhộng. Các thí nghiệm được nhắc lại 30 lần.

2.3. Thí nghiệm về khả năng phát triển quần thể của NBM trên nhện đỏ son và bọ trĩ

Tiến hành trồng cây đậu mỗi chậu 1 cây. Cây thí nghiệm phải là cây khỏe không nấm bệnh. Chậu cây được bao quanh bằng tấm mica trắng nhằm cách ly cũng như hạn chế các tác động của điều kiện ngoại cảnh.

Sau khi gieo được 1 tuần, cây có 2 lá thật to khỏe thì lấy thả nhện đỏ (NĐ) cái trưởng thành theo 2 mật độ 15 con/lá và 30 con/lá

con. Sau đó 4-5 giờ thả trưởng thành cái NBM lên cây đậu theo 8 công thức. 4 công thức có mật độ nhện đỏ son là 15 con/lá và 4 công thức có mật độ nhện đỏ son là 30 con/lá.

Công thức 1 và 5: (đối chứng): Có 15 và 30 con NĐ tương ứng/lá, không thả NBM.

Công thức 2 và 6: Có 15 và 30 con NĐ tương ứng/lá, thả 0,5 NBM/lá

Công thức 3 và 7: Có 15 và 30 con NĐ tương ứng/lá, thả 1,5 NBM/lá

Công thức 4 và 8: Có 15 và 30 con NĐ tương ứng/lá, thả 2,5 NBM/lá

Chỉ tiêu theo dõi: Số lượng nhện đỏ son *Tetranychus cinnabarinus* và NBM *Amblyseius victoriensis* ở các pha: trứng, nhện non, nhện trưởng thành trên cây sau 3 ngày, 7 ngày, 15 ngày, 25 ngày.

Phương pháp đếm: mỗi cây lấy 3 lá ở 3 tầng khác nhau, mỗi lá cắt lấy 1/4 diện tích đếm số lượng nhện trên kính lúp rồi suy ra trung bình con/lá.

2.4. Chỉ tiêu theo dõi và phương pháp tính toán

Sức tăng quần thể của bất kỳ loài động vật nào là tổ hợp bao gồm một loạt các yếu tố như tốc độ phát triển, khả năng sinh sản, tỷ lệ cái và tỷ lệ sống sót của con cái trong môi trường. Ở đây là môi trường không hạn chế về thức ăn, không ảnh hưởng của các cá thể hay kẻ thù tự nhiên. Với môi trường tối ưu này khả năng tăng quần thể là cao nhất. Có một chỉ số sinh thái học để đánh giá khả năng tăng quần thể đó chính là tỷ lệ tăng tự nhiên (the intrinsic rate of natural increase = r) (Birch, 1948). Chỉ số này được gọi là chỉ số (index) của môi trường. Chỉ số này được tính từ công thức

$$dN/dt = r.N \quad (1)$$

Trong đó: dN : số lượng chủng quần gia tăng trong thời gian dt .

N : số lượng chủng quần ban đầu.

Hay đó cũng chính là tỷ lệ sinh (b) trừ đi tỷ lệ chết (d)

$$r = b - d \quad (2)$$

Hay dưới dạng tích phân:

$$N_t = N_0 \cdot e^{-rt} \quad (2)$$

Trong đó:

N_t : số lượng chủng quần ở thời điểm t .

N_0 : số lượng chủng quần thời điểm ban đầu.

e : cơ số logarit tự nhiên

$$\text{Hay } \sum l_x \cdot m_x \cdot e^{-rt} = 1 \quad (3)$$

Để tính được (3), phải lập được bảng sống (life table) bao gồm số liệu sinh sản m_x , tỷ lệ sống l_x qua các tuổi x và l_x là xác suất sống sót trung bình của cá thể mẹ.

Tổng số con cái sinh ra sống sót trong một thế hệ (do 1 mẹ đẻ ra) được gọi là chỉ số nhân của thế hệ (R_0):

$$R_0 = \sum l_x \cdot m_x \quad (4)$$

Thời gian của thế hệ:

$$T_c = \frac{\sum x \cdot l_x \cdot m_x}{R_0} \quad (5)$$

Cũng vậy, thời gian của một thế hệ:

$$T = \sum x \cdot l_x \cdot m_x \cdot e^{-rx} \quad (6)$$

T_c là tuổi trung bình của mẹ khi đẻ con nhưng T_c tính theo mẹ, còn T tính theo con mới sinh.

Từ công thức (3) ta tính được tỷ lệ tăng tự nhiên (r). Để dễ tính toán ta nhân hai vế của phương trình với một trị số e^k , giá trị k thường lấy từ 5 – 7, trong trường hợp này chúng tôi thay $k = 7$ vào (3) ta có:

$$\sum e^{7-rx} l_x \cdot m_x = e^7 = 1096.7 \quad (7)$$

Do vế trái ít khi dùng với e^7 nên cần tìm 2 giá trị gần đúng trên và dưới của (r) và bằng phương pháp dò thị có thể tìm được r đúng.

Lấy logarit nghịch của cơ số e của r ta có G , đó là chỉ số giới hạn tự nhiên. Nó cho ta biết số lần chủng quần tăng trong 1 đơn vị thời gian.

$$G = \text{antilog}_e r \quad (8)$$

3. KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU VÀ THẢO LUẬN

3.1. Đặc điểm hình thái của nhện bắt môi

Theo khóa phân loại của Chant (1959) loài nhện bắt môi nghiên cứu là *Amblyseius victoriensis* Womersley thuộc họ Phytoseiidae, bộ Ve bét (Acarina), lớp Nhện (Arachnida).

Đây là loài mới được ghi nhận ở Việt Nam. Chúng có mặt trên cây đậu đỗ, cây có múi ở vùng Hà Nội. Con trưởng thành cái hình o val, cơ thể căng bóng, có 30 lông ngắn ở trên lưng. Phía cuối tấm bụng có 9 lông, trong đó hàng thứ 2 từ trên xuống có 4 lông xếp thành 1 đường hơi cong. Nhện trưởng thành di chuyển nhanh nhẹn. Màu sắc cơ thể nhện thay đổi theo thức ăn. Kích thước con trưởng thành cái khoảng 0,5 x 0,3 mm. Kích thước con trưởng thành đực nhỏ hơn khoảng 0,48 x 0,27 mm. Trưởng thành cái có phần bụng phình to và

tròn. Trưởng thành đực cơ thể có phần dẹt hơn, phần cuối bụng không tròn như con cái.

3.2. Thời gian phát dục của NBM *Amblyseius victoriensis*

NBM có 3 pha phát triển là trứng nhện non và nhện trưởng thành. Nhện non có 3 tuổi. Vòng đời của NBM là tương đối ngắn, ở 25°C là $7,12 \pm 0,31$ ngày và ở 30°C là $6,22 \pm 0,29$ ngày.

3.3. Khả năng ăn trứng nhện đỏ và các pha phát dục bộ trĩ của nhện bắt mồi *Amblyseius victoriensis*

Bảng 1. Sức ăn trứng của nhện bắt mồi *Amblyseius victoriensis* ở 30°C

Giai đoạn phát triển của NBM	Khả năng ăn mồi		
	Tối thiểu	Tối đa	Trung bình $\pm \Delta$
Nhện non T1	0	0	0
Nhện non T2			
+ Mỗi ngày	2	6	$0,45 \pm 0,49$
+ Cả giai đoạn	3	12	9
Nhện non T3			
+ Mỗi ngày	4	11	$7,00 \pm 0,8$
+ Cả giai đoạn	4	22	13
Trưởng thành cái			
Trước đẻ trứng			
+ Mỗi ngày	5	11	$8,2 \pm 0,95$
+ Cả giai đoạn	7	16	11,5
Trưởng thành cái			
Giai đoạn đẻ trứng			
+ Mỗi ngày	12	18	$14,33 \pm 0,68$
+ Cả giai đoạn	121	198	159,5
Trưởng thành cái			
Giai đoạn sau đẻ trứng			
+ Mỗi ngày	4	9	$7,47 \pm 0,82$
+ Cả giai đoạn	16	40	28
Cả đời	151	288	219,5
Trưởng thành đực			
+ Mỗi ngày	1	4	$3,23 \pm 0,62$
+ Cả giai đoạn	15	56	35,5

Ghi chú: Δ sai số ước lượng ở mức $\alpha = 0,05$; $n = 30$.

Qua bảng trên cho thấy sức ăn trứng từ tuổi hai đến trước đẻ trứng tăng dần và tăng rất nhiều vào giai đoạn đẻ trứng sau đó giảm dần. NBM tuổi 1 không ăn, đến tuổi 2 nhện ăn khoảng 2-6 quả trong một ngày, ở tuổi 3 tăng rõ rệt là 4 -11 quả. Giai đoạn trước khi đẻ sức ăn của nhện vẫn chưa tăng nhiều so với tuổi 3 (5-11 quả/ngày). Đến giai đoạn đẻ trứng sức ăn của nhện trưởng thành cái tăng

cao 12 -18/quả/ngày. Đối với con cái giai đoạn đẻ trứng sức ăn cao nhất trong giai đoạn này nó có thể ăn tới 159,5 quả. Con đực có khả năng ăn kém hơn nhiều so với con cái. Nếu tính từ khi nhện cái có thể ăn đến lúc chết sinh lý nó có thể tiêu diệt tới 219,5 quả. So với sức ăn trứng của các loài nhện khác được nhân nuôi nhiều trên thế giới như *Amblyseius anonymus*, *Amblyseius idaeus*

(Nguyễn Văn Đĩnh, 1988) thì NBM tác nhân khống chế nhện đỏ hại. Không những thế NBM còn tấn công mạnh trên bọ trĩ, *Thrips palmy*.

Bảng 2. Sức ăn bọ trĩ *Thrips palmy* của NBM trưởng thành *A. victoriensis* trong 24 giờ

Nhiệt độ	Pha phát dục của bọ trĩ	Tối thiểu	Tối đa	Trung bình ± Δ
25°C	Tuổi 1	2	5	3,33 ± 0,74
	Tuổi 2	1	4	2,8 ± 0,71
	Tiền nhộng	1	3	1,77 ± 0,29
	Nhộng	0	1	0,10 ± 0,04
30°C	Tuổi 1	3	6	4,4 ± 0,69
	Tuổi 2	2	5	3,37 ± 0,45
	Tiền nhộng	1	2	1,23 ± 0,09
	Nhộng	0	1	0,73 ± 0,1

Ghi chú: Δ sai số ước lượng ở mức α = 0.05, n =30.

Loài NBM *Amblyseius victoriensis* trưởng thành có sức ăn bọ trĩ là khá cao. Ở nhiệt độ cao chúng ăn nhiều hơn nhiệt độ thấp. Tuy vậy sức ăn bọ trĩ của loài NBM thấp hơn loài bọ xít bắt mồi *Orius sauteri* Poppius (Nguyễn Thị Kim Oanh, 2006).

3.3. Sức tăng quần thể của NBM *Amblyseius victoriensis*.

Bảng 3. Bảng sống (Life table) của NBM *Amblyseius victoriensis* trên thức ăn nhện đỏ ở 25°C và 30°C (n=30)

Ngày tuổi (x)	25°C			30°C		
	lx	mx	lx.mx	lx	mx	lx.mx
1-5	1	0	0	1	0	0
5,5	1	0	0	1	0,07	0,07
6	1	0,07	0,07	1	0,20	0,20
6,5	1	0,33	0,33	1	0,40	0,40
7	1	0,60	0,60	1	0,67	0,67
7,5	1	0,73	0,73	1	0,80	0,80
8	1	0,90	0,90	1	1,07	1,07
9	1	1,10	1,10	1	1,23	1,23
10	1	1,23	1,23	1	1,47	1,47
11	1	1,53	1,53	1	1,67	1,67
12	1	1,57	1,57	1	1,53	1,53
13	1	1,40	1,40	0,97	1,50	1,46
14	1	1,30	1,30	0,90	1,47	1,32
15	0,97	1,27	1,23	0,87	1,27	1,10
16	0,97	1,03	1,00	0,83	1,03	0,85
17	0,93	0,83	0,77	0,70	0,83	0,58
18	0,8	0,70	0,56	0,67	0,63	0,42
19	0,67	0,50	0,34	0,60	0,53	0,32
20	0,53	0,40	0,21	0,40	0,40	0,15
21	0,47	0,07	0,03	0,20	0,03	0,01
Σ			R ₀ = 14,90			R ₀ = 15,32

Loài *Amblyseius victoriensis* có tỷ lệ sống sót cao (bảng 3). Ở 25°C sau 14 ngày tuổi tỉ lệ sống vẫn là 100% đến ngày tuổi thứ 15 tỉ lệ sống bắt đầu giảm và giảm nhanh vào ngày tuổi thứ 18 trở đi. NBM bắt đầu đẻ trứng vào ngày tuổi thứ 6 và đạt đỉnh cao vào ngày tuổi thứ 11, 12.

Ở 30°C sau 12 ngày tuổi tỉ lệ sống vẫn

là 100% đến ngày tuổi thứ 13 tỉ lệ sống bắt đầu giảm. NBM bắt đầu đẻ trứng vào ngày tuổi thứ 5,5 và đạt đỉnh cao vào ngày tuổi thứ 11, 12.

Căn cứ vào bảng sống, giá trị tỷ lệ tăng tự nhiên của loài *Amblyseius victoriensis* là khá cao, tương ứng ở 25°C và ở 30°C là 0,247 và 0,262 (bảng 4).

Bảng 4. Các chỉ tiêu sinh học của một số loài nhện bắt mồi ở 25°C

Loài	r	R ₀	Tc	G	Nguồn
<i>Amblyseius victoriensis</i>	0,247	14,90	14,36	1,28	Báo cáo này
<i>A. anonymus</i>	0,274	40,86	10,94	1,31	Nguyễn Văn Đình và CTV., 1988
<i>A. idaeus</i>	0,279	38,53	10,65	1,32	Nguyễn Văn Đình và CTV., 1988
<i>Amblyseius</i> sp.	0,247	15,95	12,96	1,28	Ng. Thị Kim Oanh và CTV., 2006

Qua bảng 3 chúng ta thấy ở nhiệt độ 25°C giới hạn tăng tự nhiên, thời gian giữa hai thế hệ của 4 loài này là khác nhau không nhiều, nhưng hệ số nhân của thế hệ của *Amblyseius victoriensis* thì lại thấp hơn nhiều, tỷ lệ tăng tự nhiên (r) của *Amblyseius victoriensis* cũng thấp hơn. Tuy nhiên 2 loài *Amblyseius anonymus*; *Amblyseius idaeus* có nguồn gốc ở Nam Mỹ có thể chịu đựng được điều kiện khô hạn. Ngoài ra so sánh với kết quả của Nguyễn Thị Kim Oanh (2006) về loài *Amblyseius* sp. thì loài *A. victoriensis* có tỷ lệ tăng tự nhiên

không khác nhau ở 25°C nhưng lại thấp hơn nhiều ở nhiệt độ cao hơn (loài *Amblyseius* sp. ở 29°C có r = 0,287).

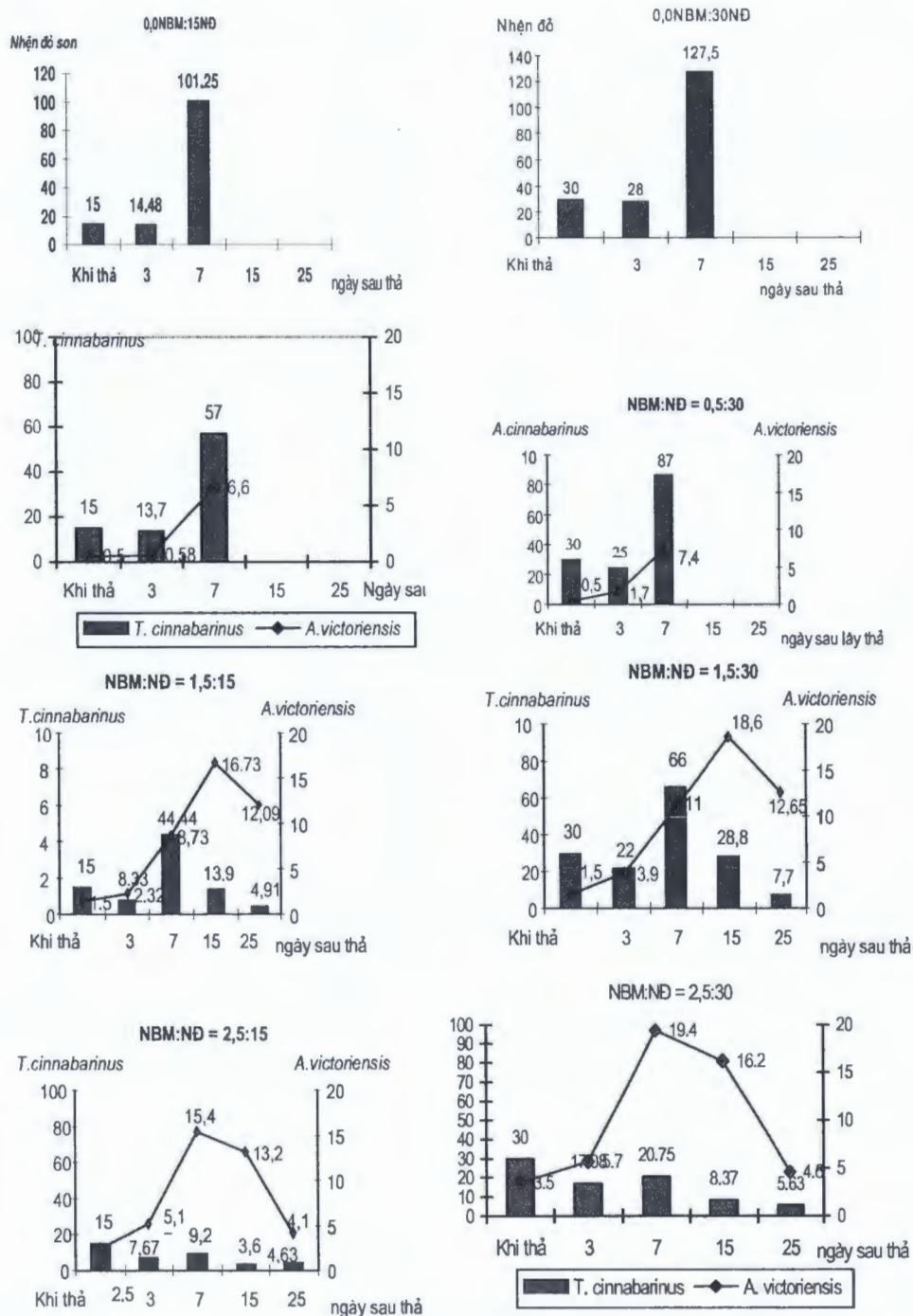
3.4. Sức tăng quần thể của nhện bắt mồi *A. victoriensis* tại thí nghiệm phòng trừ nhện đỏ son *T. cinnabarinus* hại trên cây đậu cove

Với tỉ lệ thả NBM và NDS theo các công thức khác nhau, khả năng phát triển quần thể của chúng trên cây đậu có khác nhau (bảng 5).

Bảng 5. Mật độ nhện bắt mồi (NBM) và nhện đỏ son (NĐ) (con/lá) tại các công thức thả

CT	Khi thả		Sau 3 ngày		Sau 7 ngày		Sau 15 ngày		Sau 25 ngày	
	NBM	NĐ	NBM	NĐ	NBM	NĐ	NBM	NĐ	NBM	NĐ
1	0,0	15	0,00	14,48	0,0	101,25	Cây đậu bị chết hoàn toàn			
2	0,5	15	0,58	13,7	6,6	57,00				
3	1,5	15	2,32	8,33	7,33	44,44	16,73	13,93	4,91	12,09
4	2,5	15	5,17	7,67	15,4	9,20	13,20	4,63	4,14	3,60
5	0,0	30	0,00	28	0,0	127,50	Cây đậu bị chết hoàn toàn			
6	0,5	30	1,7	25	7,4	87,00				
7	1,5	30	3,9	22	11	66,00	18,63	28,8	12,65	7,70
8	2,5	30	5,7	17,08	9,4	20,75	16,20	8,37	4,60	5,63

Ghi chú: n = 30.



Hình 1. Diễn biến mật độ nhện bắt mồi *Amblyseius victoriensis* (NBM) và nhện đỏ son *Tetranychus cinnabarinus* (NĐ) trên cây đậu cove (con/lá) tại các công thức (CT)

Qua bảng 5 và hình 1 ta thấy NBM hoàn toàn có thể khống chế được ND nếu tỷ lệ NBM/ND đạt trên 5,0% (CT3, CT4 và CT7, CT8). 4 công thức còn lại cây đậu bị chết do bị hại quá nặng. Khi mật độ nhện đỏ son cao thì nhện bắt mỗi số khả năng tăng quần thể nhanh, cụ thể với mật độ nhện đỏ là 15 con/lá thì nhện bắt mỗi ở CT4 sau 3 ngày tăng từ 2,5 đến 5,7 con/lá, ở CT3 tăng từ 1,5 đến 2,32 con/lá còn với mật độ nhện đỏ là 30 con/lá thì nhện bắt mỗi ở CT8 tăng từ 2,5 đến 5,17con/lá, ở CT7 tăng từ 1,5 đến 3,9con/lá. Khi mật độ nhện đỏ son là 15 con/lá thì sau thả 1,5 NBM/lá 15 ngày NBM sẽ khống chế được số lượng nhện đỏ. Với công thức 2,5 NBM/lá sau 7 ngày NBM đã khống chế được nhện đỏ. Con khi mật độ nhện đỏ son là 30 con/lá tại mật độ 1,5NBM/lá sau 25 ngày mới khống chế được nhện đỏ, còn mật độ 2,5 NBM/lá 15 ngày là đã khống chế được nhện đỏ son.

Kết quả điều tra trên nhiều ruộng đậu đũa tại thời điểm sau trồng 45-60 ngày ở Gia Lâm và ở Đông Anh, Hà Nội mật độ nhện đỏ son có thể đạt từ 7-20 con/lá, cá biệt có một số ruộng mật độ nhện hại đạt 20-30 con/lá. Do đó cần có chiến lược sử dụng thuốc BVTV thận trọng và có thể thả nhện bắt mỗi sớm vừa tránh sự gây hại của nhện hại và quan trọng hơn là NBM có khả năng thiết lập quần thể cao, không cho nhện hại tích lũy số lượng

4. KẾT LUẬN

Nhện bắt mỗi *Amblyseius victoriensis* W. là loài mới được phát hiện ở Việt Nam, chúng có khả năng kìm hãm số lượng nhện đỏ son *Tetranychus cinnabarinus* và bọ trĩ *Thrips palmi* cao. Loài *Amblyseius victoriensis* W. có tỷ lệ tăng tự nhiên (r) cao, tương ứng ở 25°C và ở 30°C là 0,247 và 0,262.

Tỷ lệ nhện bắt mỗi và nhện đỏ son càng cao thì thời gian khống chế mật độ nhện đỏ son thành công càng ngắn. Tỷ lệ nhện bắt mỗi bằng 5% trong điều kiện thí nghiệm có thể

khống chế sự gia tăng mật độ của nhện hại sau 15 ngày.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- Birch L.C., (1948). The intrinsic rate of natural increase on an insect population. *The Journal of Animal Ecology* 17 : 15-26.
- Chant D.A. (1959). *Phytoseiid mites*. The Canadian Entomologist.
- Nguyễn Văn Đĩnh (2005). Sâu hại rau chủ yếu trồng trong nhà có mái che ở Lĩnh Nam. (Hoàng Mai và Đặng Xá (Gia Lâm) Hà Nội năm 2003-2004. *Tạp chí BVTV*, số 4: trang 5-11.
- Nguyễn Văn Đĩnh (2002). *Nhện hại cây trồng và cách phòng chống*. NXB Nông nghiệp.
- Dinh N. Van, A. Janssen and M.W. Sabelis. (1988). Reproductive success of *Amblyseius idaeus* and *A. anonymus* on a diet of two - spotted spider mites. *Experimental and applied acarology* 4: 41 - 51.
- Nguyễn Thị Kim Oanh, Nguyễn Văn Đĩnh, Hà Quang Hùng và CTV. (2006). Nghiên cứu quy trình nhân nuôi nhện bắt mỗi *Amblyseius* sp. (Phytoseiidae-Acarina), bọ xít bắt mỗi (*Orius sauteri*) và khả năng ứng dụng chúng trong phòng trừ nhện, bọ trĩ, rệp hại rau, cam vùng Hà Nội và vùng phụ cận. *Đề tài khoa học và công nghệ cấp bộ*.
- Hà Quang Hùng, Yorn Try, Hà Thanh Hương (2005). *Bọ trĩ hại cây trồng và biện pháp phòng trừ*. NXB Nông nghiệp. Hà Nội. 58 trang
- Leteren J.C. van (2005). IOBC internet book of biological control. WWW.IOBC.Global.org

BỘ NÔNG NGHIỆP VÀ PHÁT TRIỂN NÔNG THÔN
VIỆN BẢO VỆ THỰC VẬT - CỤC BẢO VỆ THỰC VẬT

BẢO VỆ THỰC VẬT

ISSN 0868-2801

SỐ 3 (219)

2008



TẠP CHÍ CHUYÊN NGÀNH
JOURNAL OF PLANT PROTECTION

5. **Võ Thị Thu Oanh, Lê Đình Đôn, Nguyễn Thị Chắt, Bùi Cách Tuyến** - Khả năng gây bệnh của nấm *Metarhizium anisopliae* (Metsch.) Sorokin đối với rệp sáp giả (*Dysmicoccus* sp.) trên cây na (*Annona squamosa* L.) 24
Efficacy of *Metarhizium anisopliae* (Metsch.) for controlling of mealybug (*Dysmicoccus* sp.) attacking on custard apple fruit
6. **Nguyễn Xuân Dũng, Lê Vĩnh Thảo, Nguyễn Văn Vương, Lâm Xuân Thái** - Kết quả chọn tạo giống lúa thơm HT9 chống chịu sâu bệnh 28
Rice Pest resistant variety of HT9
7. **Nguyễn Đức Tùng, Nguyễn Minh Màu, Trần Đình Chiến, Nguyễn Việt Tùng, Đặng Thị Dung** - Đa dạng sinh học côn trùng ký sinh và ảnh hưởng của thuốc hoá học tới chúng trên đậu tương tại Gia Lâm, Hà Nội năm 2006-2007 32
Insect parasitoids diversity and the Effect of chemical insecticides to soybean insect's parasitoids on soybean 2006-2007 in Gialam, Hanoi
8. **Lê Thị Kim Oanh, Tào Minh Tuấn và ctv, Nina svae Johansen, Einar Nordhus** - Nghiên cứu tính kháng thuốc trừ sâu của bộ phận *Bemisia tabaci* Gennadius hại rau vùng Hà Nội và phụ cận 38
Research on insecticide resistance of white fly (*Bemisia tabaci* Gennadius) on vegetable in Hanoi and near provinces

TRAO ĐỔI THÔNG TIN VÀ KINH NGHIỆM

9. **Lê Lương Tế** - Phòng trừ sâu bệnh hại cây dưa chuột 43

IV. KẾT LUẬN

1. Giống lúa HT9 có thời gian sinh trưởng trà ngắn (110 ngày vụ Mùa, 135 ngày vụ Xuân Muộn), có nguồn gốc rõ ràng, có tính khác biệt với các giống đang gieo trồng, có độ ổn định cao qua các vụ và các vùng trồng lúa khác nhau.

2. Giống lúa HT9 có năng suất cao hơn hẳn đối chứng BT7, nhiều vùng vượt năng suất các giống tiến bộ nhập nội HT1, Khang Dân cùng trà.

3. Giống lúa HT9 chống chịu với sâu bệnh (đạo ôn điểm 1-3, Bạc lá điểm 1 - 3, khô vằn điểm 3, chịu rét điểm 1 - 3...), chống đổ tốt hơn giống lúa Khang dân và BT7.

4. Giống lúa HT9 có chất lượng gạo ngon, cơm mềm, đậm ngọt, năng suất hơn hẳn giống BT7 từ 10 - 20%, giá gạo cao hơn HT1 từ 200 - 500 đồng/kg, có hiệu quả kinh tế tăng từ 10 - 15% so với các giống BT7, Khang dân và HT1.

5. Qua các vụ khảo nghiệm tại Trung tâm Khảo kiểm nghiệm giống cây trồng Trung ương và khảo nghiệm sản xuất tại một số vùng trồng lúa của miền Bắc, miền Trung cho thấy giống lúa HT9 có khả năng thích nghi rộng, đã được nông dân tiếp nhận mở rộng nhiều nơi, đặc biệt ở Hà

Tĩnh, Bắc Giang, Vĩnh Phúc, Bắc Ninh... trong vụ Xuân 2008 với diện tích trên 300ha.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Bùi Bá Bồng, 1995. Chọn tạo giống lúa có phẩm chất gạo tốt đáp ứng yêu cầu xuất khẩu ở ĐBSCL. Hội thảo quốc gia cây lương thực và cây thực phẩm.

2. Lê Doãn Diên, 1990. Vấn đề chất lượng lúa gạo, Tạp chí Nông nghiệp và Công nghiệp thực phẩm (9/1990), tr. 96 - 98.

3. Trần Văn Đạt, 2005. Sản xuất Lúa gạo thế giới: Hiện trạng và khuynh hướng phát triển trong thế kỷ 21. Nhà xuất bản Nông nghiệp TP. Hồ Chí Minh - 2005. (Chương 1, 2, 3, 10, 12, 13, 19.)

4. Vũ Tuyên Hoàng, 1999. Một số ý kiến xây dựng các diện tích lúa gạo xuất khẩu tại ĐBSH. Hội thảo về quy hoạch vùng lúa hàng hoá chất lượng cao ở ĐBSH, Hải Hậu, Nam Định.

5. Lê Vĩnh Tháo, Bùi Chí Bửu, Lưu Ngọc Trinh, Nguyễn Văn Vương, 2004. Các giống lúa đặc sản, giống lúa chất lượng cao và kỹ thuật canh tác, NXBNN

6. Nguyễn Hữu Nghĩa, Lê Vĩnh Tháo, 2007. Lúa đặc sản Việt Nam, Nhà XBNN.

ĐA DẠNG SINH HỌC CÔN TRÙNG KÝ SINH VÀ ẢNH HƯỞNG CỦA THUỐC HOÁ HỌC TỚI CHÚNG TRÊN ĐẬU TƯƠNG TẠI GIA LÂM, HÀ NỘI NĂM 2006-2007

INSECT PARASITIDS DIVERSITY AND THE EFFECT OF CHEMICAL INSECTICIDES TO SOYBEAN INSECT'S PARASITIDS ON SOYBEAN 2006-2007 IN GIALAM, HANOI

Nguyễn Đức Tùng, Nguyễn Minh Màu,
Trần Đình Chiến, Nguyễn Viết Tùng, Đặng Thị Dung
Đại học Nông nghiệp Hà Nội

Abstract

Soybean parasite insect of key pests is very rich in diversity. There are 27 species of parasitoids obtained on soybean field in 2006-2007 in Gialam, Hanoi. Among them, leaf roller, *Hedylepta indicata* was parasited by many parasitoid species (13 of 27). Following

was army worm, *Spodoptera litura* (8 species) and the egg of redbanded shield bug was parasited by 6 species. Among 27 parasitoid species obtained, 4 hymenopterous species occurred in high frequency. They are, *Microplitis manilae* and *M. prodeniae* (Braconidae) that are army worm *Spodoptera litura* parasitoids, *Trathala flavo-orbitalis* (Ichneumonidae) is leaf roller parasitoid and *Telenomus subitus* (Scelionidae) is egg parasitoid of redbanded shield bug.

Chemical insecticides have strong effect to survival of insect parasites. As many chemical insecticide sprayed, as less parasite percentage. The data of parasite percentage on different treatments like 2 times, 4 times sprayed and control treatment (no chemical insecticide spraying) were following: for leaf roller, they are 13.8, 6.8, 23.7%. For army worm were: 12.7, 6.4, 19.3%. And for redbanded shield bug's egg: 35.7, 9.5 and 73.9% respectively.

Key words: wasp, parasitoid, natural enemies, insect, insecticide.

I. ĐẶT VẤN ĐỀ

Đậu tương được đánh giá là cây trồng quan trọng không chỉ về mặt dinh dưỡng, kinh tế mà còn cả giá trị về cải tạo đất. Chiến lược phát triển đậu tương trong cơ cấu cây trồng được Bộ NN & PTNT khuyến khích ưu tiên. Tuy nhiên, sản xuất đậu tương chưa thực sự phát triển mạnh do một số nguyên nhân, trong đó có sâu hại. Các loài sâu hại chính đã gây ảnh hưởng không nhỏ tới năng suất và chất lượng sản phẩm (Rao *et al.*, 1993; Waterhouse & Norris, 1987; Lương Minh Khôi, 1990).

Song song tồn tại cùng sâu hại trên ruộng đậu tương là các loài thiên địch của chúng. Các loài sâu hại chính thường bị nhiều loài thiên địch điều hoà số lượng (Đặng Thị Dung, 1997, 1999; Hà Quang Hùng, Vũ Quang Côn, 1990; Phạm văn Lâm, 1993; Rao *et al.*, 1993). Để duy trì, bảo vệ và khích lệ những loài thiên địch sẵn có trên đồng phát triển, thì cần có hiểu biết về tính đa dạng của chúng cũng như ảnh hưởng của biện pháp hoá học tới sự tồn tại và khả năng điều hoà số lượng sâu hại chính của chúng.

II. VẬT LIỆU

VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

Vật liệu: Giống đậu tương DT-84, DT-93, sâu cuốn lá *Hedylepta indicata*, sâu khoang *Spodoptera litura*, trứng bọ xít

xanh vai đỏ *Piezodorus hybneri*.

Định kỳ mỗi tuần một lần điều tra thành phần côn trùng ký sinh và tỷ lệ sâu cuốn lá, sâu khoang và trứng bọ xít xanh vai đỏ bị ký sinh. Thu ít nhất 30 cá thể sâu cuốn lá và sâu khoang, 10-15 ổ trứng bọ xít xanh vai đỏ về phòng thí nghiệm nuôi theo dõi ký sinh.

Thí nghiệm ảnh hưởng của số lần phun thuốc đến vai trò của ký sinh trong hạn chế sâu hại chính gồm 3 công thức, mỗi công thức với diện tích 360m² (1 sào Bắc bộ). Thuốc hoá học sử dụng là Regent 80WP (loại thuốc hiện nông dân thường sử dụng).

Công thức I: Phun thuốc 2 lần vào giai đoạn hoa - quả non và quả chắc xanh;

Công thức II: Phun thuốc 4 lần vào giai đoạn cây có 2 - 3 lá kép, 5 - 6 lá kép, hoa quả non và quả chắc xanh;

Công thức III: Không phun thuốc (đối chứng).

III. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

1. Thành phần côn trùng ký sinh sâu hại chính trên đậu tương năm 2006 -2007 tại Gia Lâm, Hà Nội

Thành phần côn trùng ký sinh sâu cuốn lá, sâu khoang và trứng bọ xít xanh vai đỏ trên đồng ruộng đậu tương điều tra trong 2 năm 2006-2007 tại Gia Lâm, Hà Nội được thể hiện ở bảng 1.

Kết quả cho thấy côn trùng ký sinh sâu hại chính trên đồng ruộng đậu tương 2006-2007 tại Gia Lâm (Hà Nội) rất phong phú. Đã ghi nhận được 24 loài ong và 3 loài ruồi ký sinh. Trong đó, số lượng loài ký sinh trên sâu cuốn lá, sâu khoang, trứng bọ xít xanh vai đỏ tương ứng là 13 loài, 8 loài và 6 loài. Trong số 27 loài côn trùng ký sinh thu được, có 4 loài xuất hiện với mức độ phổ biến cao. Đó là ong *Microplitis prodeniae* và *M. manilae* (ký sinh sâu

khoang), ong cự *Trathala flavo-orbitalis* (ký sinh sâu cuốn lá) và ong *Telenomus subitus* (ký sinh trứng bọ xít xanh vai đỏ). Kết quả điều tra này có số loài côn trùng ký sinh sâu cuốn lá, sâu khoang và trứng bọ xít xanh vai đỏ nhiều hơn của các tác giả Vũ Quang Côn và ctv. (1996), nhưng ít hơn kết quả điều tra của Đặng Thị Dung (1999) trên địa bàn Hà Nội và phụ cận trong 2 năm 1996-1997.

Bảng 1. Thành phần côn trùng ký sinh sâu hại chính đậu tương năm 2006-2007 tại Gia Lâm- Hà Nội

Thứ tự	Tên khoa học loài ký sinh	Tên khoa học vật chủ	Pha vật chủ bị ký sinh	Mức độ phổ biến
I	Hymenoptera			
	1. Họ Braconidae			
1	<i>Apanteles hamara</i> Nixon	<i>Hedylepta indicata</i>	Sâu non	+
2	<i>Euagathis</i> sp.	<i>H. indicata</i>	Sâu non	+
3	<i>Dolichogenoidea hanoi</i> (Tobias et Long)	<i>H. indicata</i>	Sâu non	++
4	<i>Bracon</i> sp.	<i>H. indicata</i>	Sâu non	+
5	<i>Microplitis prodeniae</i> Rao & Kurian*	<i>Spodoptera litura</i>	Sâu non	+++
6	<i>M. manilae</i> Ashmead	<i>S. litura</i>	Sâu non	+++
7	<i>M. pallidipes</i> Szepligeti	<i>S. litura</i>	Sâu non	-
8	<i>M. similis</i> Lyle	<i>S. litura</i>	Sâu non	-
	2. Ichneumonidae			
9	<i>Xanthopimpla punctata</i> F.	<i>Hedylepta indicata</i>	Nhộng	++
10	<i>Mesochorus discitergus</i> Say	<i>H. indicata</i>	Sâu non	+
11	<i>Trathala flavo-orbitalis</i> Cameron	<i>H. indicata</i>	Sâu non	+++
12	<i>Sinophorus</i> sp.	<i>H. indicata</i>	Sâu non	-
13	<i>Phaeogenes</i> sp.	<i>H. indicata</i>	Sâu non	-
14	<i>Charops bicolor</i> Szepligeti	<i>S. litura</i>	Sâu non	-
15	<i>Charops</i> sp.	<i>S. litura</i>	Sâu non	-
	3. Chalcididae			
16	<i>Brachymeria secundaria</i> Rus.	<i>H. indicata</i>	Nhộng	+
17	<i>Brachymeria</i> sp.	<i>H. indicata</i>	Nhộng	-
	4. Scelionidae			
18	<i>Telenomus subitus</i> Le	<i>Piezodorus hybneri</i>	Trứng	+++
19	<i>Telenomus opicus</i> Le	<i>P. hybneri</i>	Trứng	+

Thứ tự	Tên khoa học loài ký sinh	Tên khoa học vật chủ	Pha vật chủ bị ký sinh	Mức độ phổ biến
20	<i>Trissolcus flelis</i> Kozlov et Le	<i>P. hybnery</i>	Trứng	+
21	<i>Trissolcus rudus</i> Le	<i>P. hybnery</i>	Trứng	-
22	<i>Ooenocyrtus malayensis</i> Ferriere	<i>P. hybnery</i>	Trứng	-
	5. Elasmidae			
23	<i>Elasmus</i> sp.	<i>H. indicata</i>	Sâu non	-
	6. Encyrtidae			
24	?	<i>P. hybnery</i>	Trứng	-
II	Diptera			
	7. Tachinidae			
25	<i>Actia crassicornis</i> Meigen	<i>S. litura</i>	Sâu non	++
26	<i>Lyperosia</i> sp.	<i>H. indicata</i>	Sâu non-nhộng	+
	8. Braulidae			
27	<i>Phora egregia</i> Brues	<i>S. litura</i>	Sâu non-nhộng	+

Ghi chú: -: Rất ít (<5% tỷ lệ KS); +: ít (5-10%); ++: Trung bình (>10%-20%);
 +++: Nhiều (>20%);
 ?: Loài chưa giám định tên, *: Tên tác giả thay đổi
 (nguồn: PGS.TS. Khuất Đăng Long)

2. Ảnh hưởng của thuốc hoá học tới sâu hại chính và côn trùng ký sinh chính vụ hè-thu 2006 tại Gia Lâm, Hà Nội

Thí nghiệm ảnh hưởng của số lần phun thuốc hoá học tới diễn biến mật độ các loài sâu hại chính và tỷ lệ chúng bị ký sinh được tiến hành trên đậu tương vụ hè-thu 2006. Kết quả cho thấy mật độ sâu cuốn lá duy trì ở mức độ thấp trên cả 3 công thức thí nghiệm. Mật độ sâu ở công thức không phun thuốc tương tự như công thức phun thuốc 2 lần/vụ (4,1-4,9 c/m²), nhưng tỷ lệ ký sinh của công thức không phun thuốc cao gấp 2 lần so với công thức phun thuốc 2 lần (23,7% so với 13,8%). Còn ở công thức phun thuốc 4 lần, mật độ sâu tuy có thấp hơn 2 công thức kia, song tỷ lệ ký

sinh cũng rất thấp, chỉ là 6,8% (bảng 2). Kết quả này tương tự như kết quả của Đặng Thị Dung (1999). Điều này thể hiện rõ ảnh hưởng của thuốc hoá học tới sự tồn tại và hoạt động ký sinh của ong ký sinh sâu cuốn lá.

Kết quả bảng 3 cho thấy mật độ sâu khoang ở công thức không phun thuốc cao hơn công thức phun thuốc 2 lần và công thức phun thuốc 4 lần (8,6 so với 7,7 và 5,3 con/m²). Sự chênh lệch về mật độ sâu không quá lớn. Trong khi đó, sự chênh lệch về tỷ lệ ký sinh lại khá rõ ràng. Công thức không phun thuốc có tỷ lệ ký sinh (19,3%) cao gấp 1,5 lần so với công thức phun thuốc 2 lần (12,7%) và cao gấp 3 lần so với công thức phun thuốc 4 lần (6,4%).

Bảng 2. Ảnh hưởng của phun thuốc hoá học đến mật độ sâu cuốn lá đậu tương và tỷ lệ ký sinh của ong *T. flavo-orbitalis* (Gia Lâm, Hà Nội, vụ hè-thu 2006)

Giai đoạn sinh trưởng	Phun thuốc 2 lần		Phun thuốc 4 lần		Không phun thuốc	
	(1)	(2)	(1)	(2)	(1)	(2)
1-2 lá kép	0,8	6,7	1,2	10,0	1,0	13,3
2-3 lá kép	3,2	13,3	2,4*	13,3	2,8	16,7
3-4 lá kép	5,4	8,3	1,8	0,0	2,6	11,3
4-5 lá kép	8,2	16,7	3,2	0,0	4,5	21,7
5-6 lá kép	9,6	13,3	2,4*	6,7	3,2	16,7
Hoa	11,2	20,0	4,6	10,0	6,4	28,3
Hoa – quả non	6,4*	28,7	6,4*	13,3	3,7	21,7
Quả non	1,4	6,7	4,8	6,7	5,6	28,7
Quả non- Chắc xanh	4,8	16,7	3,2	6,7	3,4	33,3
Quả chắc xanh	2,2*	13,3	1,6*	8,3	6,2	25,3
Quả chín	0,6	6,7	0,6	0,0	5,8	43,7
Trung bình	4,9 ± 1,1	13,8 ± 2,1	2,9 ± 0,5	6,8 ± 1,5	4,1 ± 0,5	23,7 ± 2,9

Ghi chú: * = Thời điểm phun thuốc; (1) = Mật độ sâu (con / m²) và (2) = Tỷ lệ ký sinh (%).

Bảng 3. Ảnh hưởng của thuốc hoá học đến mật độ sâu khoang đậu tương và tỷ lệ ký sinh của ong *Microplitis prodeniae* và *M. manilae* (Gia Lâm, Hà Nội, vụ hè-thu 2006)

Giai đoạn sinh trưởng	Phun thuốc 2 lần		Phun thuốc 4 lần		Không phun thuốc	
	(1)	(2)	(1)	(2)	(1)	(2)
1-2 lá kép	0,6	0,0	0,8	0,0	0,8	0,0
2-3 lá kép	2,8	3,3	3,2*	1,7	2,4	1,8
3-4 lá kép	6,2	10,0	1,4	5,0	7,5	13,3
4-5 lá kép	12,4	13,3	2,6	6,7	14,2	18,7
5-6 lá kép	17,8	21,7	4,8*	8,3	13,8	23,3
Hoa	15,6	23,3	12,6	6,7	21,7	38,7
Hoa – quả non	14,2*	28,3	16,4*	10,3	16,5	42,3
Quả non	4,6	16,7	3,2	3,3	7,4	26,7
Quả non – Chắc xanh	5,2	13,3	7,2	16,7	8,6	21,3
Quả chắc xanh	4,4*	6,7	5,8*	8,3	1,5	9,3
Quả chín	0,8	3,3	0,6	0,0	0,6	16,7
Trung bình	7,7 ± 1,8	12,7 ± 2,7	5,3 ± 1,5	6,4 ± 1,5	8,6 ± 2,1	19,3 ± 4,0

Ghi chú: * = Thời điểm phun thuốc; (1) = Mật độ sâu (con / m²) và (2) = Tỷ lệ ký sinh (%).

Kết quả điều tra ở bảng 4 cho thấy sự khác biệt về tỷ lệ ký sinh trên trứng bọ xít xanh vai đỏ giữa 3 công thức thí nghiệm. Trên ruộng không phun thuốc, tỷ lệ ký

sinh trung bình trong cả vụ là 73,9. Tỷ lệ này trên công thức phun thuốc 2 lần là 35,7% đạt thấp nhất (9,5%) trên ruộng phun thuốc hoá học 4 lần.

Bảng 4. Ảnh hưởng của thuốc hoá học đến mật độ trứng bọ xít xanh vai đỏ trên đậu tương và tỷ lệ ký sinh của ong *Telenomus subitus* (Gia Lâm, Hà Nội, vụ hè-thu 2006)

Giai đoạn sinh trưởng	Phun thuốc 2 lần		Phun thuốc 4 lần		Không phun thuốc	
	(1)	(2)	(1)	(2)	(1)	(2)
2-3 lá kép	0,0	-	0,0*	-	0,0	-
3-4 lá kép	0,0	-	0,0	-	0,0	-
4-5 lá kép	0,0	-	0,0	-	0,0	-
5-6 lá kép	0,2	41,7	0,3*	0,0	0,4	38,9
Hoa	0,5	66,7	0,2	16,7	0,6	67,8
Hoa – quả non	0,8*	75,0	0,2*	25,0	0,7	71,7
Quả non	0,4	16,7	0,5	0,0	0,9	85,7
Quả non – Chắc xanh	0,3*	8,3	0,4	8,3	0,8	84,3
Quả chắc xanh	0,2	16,7	0,2*	16,7	0,8	82,2
Quả chín	0,8	25,0	0,2	0,0	1,4	86,6
Trung bình	0,46±0,1	35,7 ± 9,9	0,28 ± 0,04	9,5 ± 3,8	0,8 ± 0,12	73,9 ± 6,4

Ghi chú: * = Thời điểm phun thuốc; (1) = Mật độ sâu (con/m²) và (2) = Tỷ lệ ký sinh (%).

Kết quả trên giải thích nguyên nhân các loài sâu hại đậu tương chính thường gây nên dịch trong thập kỷ 1980-1990 là do số lần phun thuốc trên ruộng đậu tương quá nhiều, thậm chí lên tới 12 lần/vụ.

Việc phun thuốc liên tục trên đồng đậu tương đã gây ra những ảnh hưởng không nhỏ đến những loài thiên địch. Để phòng trừ sâu hại có hiệu quả, bảo vệ môi sinh, cần có những biện pháp giảm thiểu ảnh hưởng của thuốc hóa học đến thiên địch.

IV. KẾT LUẬN

Đã phát hiện được 24 loài ong và 3 loài ruồi ký sinh sâu hại chính trên đồng ruộng đậu tương trong năm 2006 - 2007 tại Gia Lâm- Hà Nội. Sâu cuốn lá bị nhiều loài ký sinh nhất (13/27 loài), sâu khoang bị 8 loài và trứng bọ xít xanh vai đỏ bị 6 loài ký sinh. Có 4 loài xuất hiện với mức độ phổ biến cao là ong *Microplitis prodeniae* và *M. manilae* (ký sinh sâu khoang), ong cụt *Trathala flavo-orbitalis* (ký sinh sâu cuốn lá) và ong *Telenomus subitus* (ký sinh trứng bọ xít xanh vai đỏ).

Thuốc hoá học ảnh hưởng lớn đến sự tồn tại của côn trùng ký sinh. Số lần phun thuốc càng nhiều, tỷ lệ ký sinh trên sâu

hại chính càng thấp. Tỷ lệ ký sinh trên các công thức phun thuốc 2 lần, 4 lần và không phun tương ứng đối với sâu cuốn lá là 13,8; 6,8; 23,7%. Đối với sâu khoang là 12,7; 6,4; 19,3% và đối với trứng bọ xít xanh vai đỏ là 35,7; 9,5 và 73,9%.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Vũ Quang Côn, Khuất Đăng Long, Đặng Thị Dung, 1996: Tạp Chí BVTV, số 5: 36- 40.
2. Đặng Thị Dung, 1997: Một số đặc điểm hình thái và sinh học của ong ký sinh (*Microplitis prodeniae* Rao et Chandry) trên sâu khoang. Tạp chí BVTV, số 6: 9 -12
3. Đặng Thị Dung, 1999: Luận án tiến sỹ Nông Nghiệp Đại học Nông Nghiệp I- Hà Nội: 64- 69.
4. Hà Quang Hùng, Vũ Quang Côn, 1990: Thông tin BVTV, Cục BVTV- Viện BVTV, số 5, tr 15- 17.
5. Lương Minh Khôi, 1990: Thông tin BVTV, Cục BVTV- Viện BVTV, số 6, tr 5- 9.
6. Phạm Văn Lắm, 1993: Kết quả bước đầu thu thập và định loại thiên địch của sâu hại đậu tương. Tạp Chí BVTV, số 1, tr 12- 15.
7. Rao G., Wightman J. & Ranga Rao D.

(1993). *Insect Science and its Application* 14(3): 273-284.

8. Waterhouse D. & Norris K. (1987). *Spodoptera litura* (Fabricius). In: *Biological Control: Pacific Prospects*. pp. 250-259. Australian Centre for International Agricultural Research, Canberra.

* Lời cảm ơn: Tập thể tác giả chân thành cảm ơn Bộ GD&ĐT, Trường ĐH Nông Nghiệp Hà Nội đã cung cấp kinh phí để thực hiện nghiên cứu này. Cảm ơn sinh viên Nguyễn Thu Hương, Nguyễn Thị Hồng Hà, Nguyễn Thị Thanh Tâm đã tham gia nghiên cứu cung cấp số liệu cho công trình này.

NGHIÊN CỨU TÍNH KHÁNG THUỐC TRỪ SÂU CỦA BỘ PHẦN *Bemisia tabaci* Gennadius HẠI RAU VÙNG HÀ NỘI VÀ PHỤ CẬN RESEARCH ON INSECTICIDE RESISTANCE OF WHITE FLY (*Bemisia tabaci* Gennadius) ON VEGETABLE IN HANOI AND NEAR PROVINCES

Lê Thị Kim Oanh, Tào Minh Tuấn và ctv*
Nina svae Johansen, Einar Nordhus**

Abstract

From 2000 to 2006, Farmers at Ha Noi and near provinces have used for vegetables a lot of pesticides (kind and amount), including: Organochlorines; Organophosphates; Pyrethroids; Cartap and similar substances; Fipronil and Abamectin, Growth stimulators and some others. Farmers used continuously only one kind of pesticide until its efficacy was reduced, then they started to use another pesticide. The proportions (%) of farmers using a pesticide group on vegetables were different between survey areas and years. The proportion (%) of OPs tended to be reduced, while the proportion (%) of farmers using pyrethroids tended to increase. The percentage of farmers using mixtures (# 2 kinds) of pesticides was very high, 57.5 – 90.8%. The percentage of farmers using pesticide with higher doses than the recommendation was high, 82.5 – 91.7%. This is an alarming situation, because the farmers do not follow producers' recommendation. That was one of the causes of resistance development of insects and pollution of the environment. Most farmers (44 – 67.8)% had a habit of applying pesticides every 7 – 10 days.

Populations White fly (*Bemisia tabaci* Gennadius) were collected from fields of vegetables in above locations at Ha Noi and near province in second phase (2005 - 2007) for resistance tests with Profenofos, Cypermethrin, Cartap, Imidacloprid, Buprofezin.

Evidence for *Bemisia tabaci* Gennadius larvae were highly susceptible to Cartap, Imidacloprid, Buproferin and Profenofos. But the reduction of susceptibility of *Bemisia tabaci* Gennadius with Cypermethrin larvae was found.

* Trung tâm Kiểm định thuốc BVTV phía Bắc, Cục Bảo vệ thực vật Việt Nam

** Trung tâm bảo vệ thực vật, Viện nghiên cứu cây trồng Naui

HỘI CÁC NGÀNH SINH HỌC VIỆT NAM
Vietnam Union of Biology Associations



HỘI CÔN TRÙNG HỌC VIỆT NAM
Entomological Society of Vietnam

BÁO CÁO KHOA HỌC
HỘI NGHỊ
CÔN TRÙNG HỌC TOÀN QUỐC
LẦN THỨ 6

Hà Nội, ngày 9 - 10 tháng 5 năm 2008

Proceedings of the 6th Vietnam National Conference on Entomology
Hanoi, May 9 - 10, 2008



ENABLE

TRƯỜNG ĐẠI HỌC KHOA HỌC VÀ CÔNG NGHỆ
HỢP TÁC & HỌC HỎI CÁC
TỔ CHỨC PHÁT TRIỂN VIỆT NAM



NHÀ XUẤT BẢN NÔNG NGHIỆP

53. THÀNH PHẦN SÂU HẠI RAU NGÔ, ĐẶC ĐIỂM HÌNH THÁI, SINH HỌC VÀ DIỄN BIẾN MẬT ĐỘ CỦA SÂU BƯỚM GIÁP (*Junonia atlites* Johanssen) (Lep.: Nymphalidae) TRÊN RAU NGÔ VỤ 2006 TẠI GIA LÂM - HÀ NỘI 386
Nguyễn Đức Tùng
54. GÓP PHẦN NGHIÊN CỨU ĐA DẠNG SINH HỌC ĐỘNG VẬT CHÂN KHỚP Ở ĐẤT TẠI VƯỜN QUỐC GIA TAM ĐẢO, TỈNH VĨNH PHÚC 395
Bùi Thanh Vân, Nguyễn Văn Quảng, Nguyễn Thị Nhiên
55. THÀNH PHẦN LOÀI VÀ PHÂN BỐ THEO ĐỘ CAO CỦA BỘ PHỤ DU (Insecta: Ephemeroptera) TẠI VƯỜN QUỐC GIA BẠCH MÃ, THỪA THIÊN - HUẾ 399
Nguyễn Văn Vịnh, Nguyễn Thị Minh Huệ
56. LARVAE OF THE GENUS *Ecdyonurus* Eaton, 1868 (Ephem.: Heptageniidae) IN VIETNAM 407
Nguyen Van Vinh, Bae Yeon Jae
- 2. CÔN TRÙNG NÔNG, LÂM NGHIỆP**
Agricultural and Forestry Entomology 413
57. RỦI RO TIỀM ÁN CỦA VIỆC SỬ DỤNG GIỐNG CÂY TRỒNG BIẾN ĐỔI GEN 415
Phạm Văn Lâm
58. NGHIÊN CỨU ẢNH HƯỞNG CỦA MỘT SỐ LIỀU LƯỢNG BÓN PHÂN LÂN ĐẾN ĐỘNG VẬT CHÂN KHỚP BÉ Ở RUỘNG TRỒNG LẠC HUYỆN GIA LÂM, HÀ NỘI 432
Nguyễn Thị Thu Anh, Nguyễn Trí Tiến, Phan Thị Thu Hiền
59. ẢNH HƯỞNG CỦA HIỆU LỰC BÓN KALI KHÁC NHAU ĐẾN MỘT SỐ ĐẶC ĐIỂM ĐỊNH LƯỢNG CỦA Collembola Ở ĐẤT TRỒNG MÀU HUYỆN GIA LÂM, HÀ NỘI 440
Nguyễn Thị Thu Anh, Nguyễn Trí Tiến, Lê Thị Hoa
60. NGHIÊN CỨU ẢNH HƯỞNG CỦA PHÂN HỮU CƠ VI SINH ĐẾN NHÓM BỘ NHẢY (Insecta: Collembola) Ở ĐẤT CHUYÊN CANH RAU XÃ GIA XUYỀN, HUYỆN GIA LỘC, HẢI DƯƠNG 447
Nguyễn Thị Thu Anh, Nguyễn Trí Tiến
61. KẾT QUẢ BƯỚC ĐẦU NGHIÊN CỨU VỀ BỘ NGỰA TRONG SINH CẢNH NÔNG NGHIỆP TẠI MỘT SỐ NƠI THUỘC ĐÔNG NAM BỘ 456
Nguyễn Thị Chát, Nguyễn Văn Tuyền
62. ĐÁNH GIÁ THÀNH PHẦN VÀ MỨC ĐỘ GÂY HẠI RAU CỦA CÁC LOÀI CÔN TRÙNG SỐNG TRONG ĐẤT TẠI TỬ LIÊM, ĐÔNG ANH, GIA LÂM - HÀ NỘI NĂM 2007 462
Trần Đình Chiến, Nguyễn Thị Kim Oanh, Hà Quang Hùng, Lê Ngọc Anh

**THÀNH PHẦN SÂU HẠI RAU NGÓ, ĐẶC ĐIỂM HÌNH THÁI,
SINH HỌC VÀ DIỄN BIẾN MẬT ĐỘ CỦA
SÂU BƯỚM GIÁP (*Junonia atlites* Johanssen) (Lep.: Nymphalidae)
TRÊN RAU NGÓ VỤ 2006 TẠI GIA LÂM - HÀ NỘI**

Nguyễn Đức Tùng
Đại học Nông nghiệp Hà Nội

Trên thế giới nói chung và Việt Nam nói riêng đã có rất nhiều công trình nghiên cứu về y dược học đều cho rằng khi ăn rau gia vị chúng ta đã hấp thu được một lượng tinh dầu và chất lục diệp tố rất cần thiết cho cơ thể. Ngoài ra, một số rau gia vị có chứa Pectin có tính kháng khuẩn.

Mặc dù rau gia vị đã được trồng từ lâu ở Việt Nam và mang lại lợi nhuận khá cao cho người trồng nhất là trong những năm gần đây chúng ta đã có những hợp đồng xuất khẩu sang các nước như: Thái Lan, Đức, Hà Lan... nhưng những nghiên cứu về rau gia vị ở Việt Nam còn rất ít nhất là những kết quả nghiên cứu về bảo vệ thực vật đã được công bố thì hầu như chưa có. Theo quan niệm của một số nhà Bảo vệ thực vật (BVTV) cho rằng rau gia vị thường ít bị các loài dịch hại gây hại. Tuy nhiên qua kết quả điều tra của chúng tôi trong 3 năm gần đây về sâu nhện hại trên rau gia vị thì thấy rằng rau gia vị cũng như các loại cây trồng khác khi trồng liên tục trong một thời gian dài và đầu tư thâm canh cao thì cũng thường bị sâu nhện hại điều này đã khiến người trồng phải thường xuyên phun thuốc BVTV từ 4 - 5 lần trong một vụ, tuy nhiên mức độ gây hại của chúng ngày càng có chiều hướng gia tăng.

Rau ngó là một trong những loài rau gia vị được sử dụng nhiều để ăn sống và chế biến với các món ăn của Việt Nam. Tuy nhiên trong quá trình trồng, rau thường bị nhiều loài sâu nhện hại trong đó loài sâu non bướm giáp (*Junonia atlites* Johanssen) hại khá nặng.

Để làm cơ sở cho việc đề xuất biện pháp quản lý dịch hại trên cây ngó, giúp nông dân quản lý dịch hại đạt hiệu quả kinh tế và môi trường thì những nghiên cứu để xác định thành phần sâu nhện hại trên rau ngó, đi sâu nghiên cứu đặc điểm hình thái, sinh học, quy luật gây hại và biện pháp phòng ngừa loài sâu non bướm giáp (*Junonia atlites* Johanssen) là cần thiết. Bài viết dưới đây đề cập đến một số kết quả nghiên cứu bước đầu về sâu hại rau ngó (sâu non bướm giáp (*Junonia atlites* Johanssen)) - một trong những cây rau gia vị chính ở Việt Nam.

VẬT LIỆU VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

Phương pháp nuôi sinh học sâu non bướm giáp (*Junonia atlites* Johanssen) hại ngô

Thu sâu non tuổi lớn và nhộng ngoài đồng đưa về phòng nuôi sâu Bộ môn Côn trùng - ĐHNN Hà Nội nuôi tiếp cho đến khi nhộng vũ hoá trưởng thành. Sau đó cho trưởng thành đực, cái ghép đôi giao phối thả trong lồng lưới có đặt cây ngô để cho chúng đẻ trứng. Thu riêng từng ổ, để riêng trong các hộp mica cho đến khi trứng nở để xác định thời gian phát dục của pha trứng. Khi sâu non bắt đầu được nở ra dùng bút lông chuyển những cá thể nở cùng ngày vào mỗi hộp nhựa ($n = 30$) có lá ngô tươi đặt trên giấy thấm nước, quan sát xác lột để xác định tuổi sâu và thời gian phát triển các pha. Việc bổ sung nước và thay thức ăn được thực hiện vào các buổi sáng hàng ngày. Tiếp tục nuôi cho tới khi sâu non hoá nhộng và nhộng hoá trưởng thành, ghép đôi cho trưởng thành giao phối đẻ trứng để xác định vòng đời, đời, sức sinh sản, nhịp điệu sinh sản... Toàn bộ số liệu quan sát được ghi vào bảng nuôi sinh học vào các buổi sáng hàng ngày cho tới khi trưởng thành chết. Kết hợp với việc đo kích thước và mô tả hình thái các pha phát dục của sâu, ghi chép nhiệt, ẩm độ phòng nuôi hàng ngày.

Xác định ảnh hưởng của thức ăn thêm đối với thời gian sống và khả năng sinh sản của trưởng thành cái được thử nghiệm với 3 loại thức ăn đó là mật ong nguyên chất, nước đường 10% và nước lã.

Phương pháp điều tra ngoài đồng ruộng

Được thực hiện tại Đông Dư, Gia Lâm, Hà Nội từ tháng 1 đến tháng 12 năm 2006:

Điều tra thành phần sâu hại rau ngô theo phương pháp ngẫu nhiên 1 tuần/1 lần trên ruộng rau ngô từ trồng đến khi thu hoạch. Xác định sự có mặt của sâu tại mỗi điểm điều tra. Thu bắt toàn bộ sâu, nhện hại và thiên địch có trên cây điều tra để từ đó xác định tần suất xuất hiện và tên của chúng.

Điều tra diễn biến mật độ sâu hại ngoài đồng điều tra 7 ngày một lần theo 5 điểm chéo góc mỗi điểm điều tra trên $1m^2$.

Các thí nghiệm khảo nghiệm hiệu hiệu lực thuốc BVTV tiến hành theo quy phạm của Cục BVTV thử hiệu lực thuốc trên đồng ruộng. Khi phun thuốc chúng tôi tiến hành chia lô, rút cạn nước để tránh tình trạng các thuốc trộn lẫn nhau. Tính hiệu lực thuốc ngoài đồng theo công thức Handerson - Tilton.

KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU VÀ THẢO LUẬN

Thực tế điều tra cho thấy, trên cây rau ngô cũng có khá nhiều loài sâu gây hại. Kết quả điều tra thành phần sâu hại trên cây rau ngô được trình bày ở bảng 1.

Bảng 1. Thành phần và mức độ phổ biến của sâu hại rau ngổ vụ xuân hè 2006 tại xã Đông Dư - Gia Lâm - Hà Nội

STT	Tên Việt Nam	Tên Khoa học	Bộ/ Họ	Mức độ phổ biến qua các tháng			
				T1	T2	T3	T4
I	Bộ cánh cứng		Coleoptera				
1	Bọ ánh kim	Monolepta dichroa Harold	Chrysomelidae		-	+	-
II	Bộ cánh đều		Homoptera				
2	Rầy lưng trắng	Sogatella sp.	Cicadellidae	-	+	+	-
III	Bộ cánh vẩy		Lepidoptera				
3	Sâu khoang	Spodoptera litura (Fabricius)	Noctuidae	-	++	+++	++
4	Sâu xanh	Helicoverpa assulta (Guenêe)	Noctuidae	-	+	++	++
5	Sâu xanh	Helicoverpa amigera Hübner	Noctuidae	-	-	++	++
6	Sâu keo da láng	Spodoptera exigua Hübner	Noctuidae	-	-	++	++
7	Sâu non bướm giáp	Junonia atlites Johanssen	Nymphalidae	-	+	+++	+++
8	Sâu đục ngọn	Chưa giám định	Pyralidae	-	+	++	++
9	Sâu đo xanh	Thysanoplusia orichalcea (Fabr.)	Noctuidae	-	+	++	+
10	Sâu đo xanh	Chrysodeixis chalcites (Esper)	Noctuidae		-	++	+
11	Sâu đo nâu	Chưa giám định	Noctuidae	-	+	++	++
IV	Bộ cánh thẳng		Orthoptera				
12	Châu chấu	Oxya velox Fabr	Acrididae	-	+	++	++
13	Sát sành	Holochlora japonica Brunner	Tettigoniidae	-	+	++	++
14	Cào cào nhỏ	Atractomorpha sinensis (Bolivar)	Acrididae	-	+	++	++

Ghi chú: Tần suất bắt gặp

- : Rất ít xuất hiện (tần suất bắt gặp < 20%)

+: Xuất hiện ít (tần suất bắt gặp 20 - 40%)

++: Xuất hiện trung bình (tần suất bắt gặp 41 - 60%)

+++ : Xuất hiện nhiều (tần suất bắt gặp > 60%)

Trong vụ xuân hè 2006 trên cây rau ngổ trồng tại Đông Dư chúng tôi đã thu được 14 loài sâu hại, thuộc 4 bộ, 7 họ côn trùng. Trong đó, bộ Lepidoptera có 9 loài, bộ Orthoptera có 3 loài; bộ Coleoptera có 1 loài; bộ Homoptera có 1 loài; bộ Hemiptera có 2 loài. Trong số 14 loài sâu hại thì sâu khoang *Spodoptera litura* (Fabricius) và Sâu bướm giáp *Junonia atlites* Johanssen là hai loài thường xuyên xuất hiện và gây hại nhiều trên cây ngổ. Trong tháng 1 và 2 khi nhiệt độ còn thấp số lượng các loài sâu hại ít và tần suất bắt gặp chúng cũng thấp hơn, song khi sang tháng 3 và tháng 4 nhiệt độ bắt đầu tăng lên thì số loài sâu hại cũng như tần suất bắt gặp chúng tăng lên rõ rệt.

Đặc điểm hình thái, sinh học của loài sâu bướm giáp hại ngổ (*Junonia atlites* Johanssen)

Đặc điểm hình thái: Sâu bướm giáp có biến thái hoàn toàn, sâu non có 5 tuổi.

Trứng được đẻ thành ổ ở mặt sau của lá, mới đẻ có màu xanh nhạt, sau chuyển dần sang màu xanh đậm hơn. Trứng có hình cầu, bề mặt có các đường gân chạy song song. Khi nở sâu non cắn lớp vỏ ngoài để chui ra.

Trên cơ thể sâu non có các hàng u lông rất phát triển, các u lông đó lại có sự phân chia thành các lông nhỏ hơn. Sâu non có 3 đôi chân ngực, 4 đôi chân bụng và 1 đôi chân mỏng rất phát triển có khả năng bám rất chặt vào cây

Sâu tuổi 1 mới nở hoạt động chậm chạp, cơ thể có màu nâu nhạt, sắp lột xác màu sắc đậm hơn. Sâu tuổi 2 mới lột xác cơ thể có màu đen hơn, các u lông cũng phát triển hơn. Tuy nhiên trên cơ thể chưa có các lông nhỏ, mềm. Sâu non tuổi 3 có màu sắc, hình dáng cơ thể biến đổi ít. Trên cơ thể đã xuất hiện nhiều lông nhỏ, mềm. Sâu non tuổi 4 lớn rất nhanh. Sâu non tuổi 5 khi mới lột xác mảnh đầu chuyển sang màu đỏ. Tuổi này sâu đạt kích thước lớn nhất, sức gây hại của sâu cũng mạnh nhất, khi đầy sức (khoảng 1 ngày trước khi vào nhộng) thì sâu bắt đầu ngừng ăn, chúng tìm nơi ẩn nấp để hoá nhộng.

Nhộng của sâu bướm giáp hại ngô thuộc loại nhộng màng, thấy rõ mầm vòi, mầm cánh. Mầm vòi kéo dài bằng mầm cánh và kéo dài đến đốt bụng thứ 4. Khi mới hoá nhộng, nhộng có màu hơi vàng nhưng sắp vũ hoá nhộng chuyển sang màu vàng sẫm. Mặt lưng của nhộng có các gai nhọn, các gai ở bụng dài hơn. Phần đầu của nhộng có 2 gai nhô ra, các đốt bụng cử động khá linh hoạt, đốt cuối có 2 gai nhô hẳn ra có nhiệm vụ gắn nhộng vào vị trí hoá nhộng.

Trưởng thành là 1 loài bướm khá lớn, trên cánh trước có 6 đốm, trong đó 2 đốm lớn màu sắc đậm hơn, cánh sau có 5 đốm. Giữa con đực và con cái có sự khác nhau khá rõ. Mặt sau cánh của trưởng thành cái thấy rõ được các vân cánh nhưng trưởng thành đực thì không thấy rõ. Trên cánh trước của trưởng thành cái có các đốm màu trắng hình bầu dục chạy dọc theo các đốm mắt rắn. Cơ thể trưởng thành cái to và cuối bụng nhọn còn trưởng thành đực nhỏ hơn và cuối bụng tù. Kích thước các pha phát dục của sâu bướm giáp được trình bày tại bảng 2.

Bảng 2. Kích thước các pha phát dục của sâu bướm giáp (*Junonia atlites* Johanssen) hại ngô

Pha phát dục		Kích thước cơ thể (mm)		
		Ngắn nhất	Dài nhất	Trung bình
Sâu non	Tuổi 1	1,75	4,0	2,38 ± 0,29
	Tuổi 2	4,5	8,1	6,15 ± 0,50
	Tuổi 3	12,0	17,3	14,99 ± 0,79
	Tuổi 4	18,5	26,0	20,67 ± 1,01
	Tuổi 5	37,9	42,0	39,92 ± 0,45
Nhộng	Dài	16,1	20	18,53 ± 0,35
	Rộng	6,0	8,0	7,1 ± 0,38
Trưởng thành đực	Dài	15	17,2	16,07 ± 0,31
	Sải cánh	22,0	25,0	23,6 ± 0,47
Trưởng thành cái	Dài	18,0	21,0	19,22 ± 0,53
	Sải cánh	27,0	33,0	29,8 ± 0,76

Ghi chú: Số cá thể theo dõi n = 20.

Đặc điểm sinh học của sâu bướm giáp (*Junonia atlites* Johanssen) hại ngô

Nhộng thường vũ hoá vào buổi sáng (6 - 8 giờ). Ban ngày chúng bay ra và ghép đôi giao phối. Giao phối sau 2 - 3 ngày thì đẻ trứng. Trứng được đẻ thành ổ ở mặt sau của lá, trưởng thành không cho ăn thêm vẫn có thể sống được 4 - 7 ngày.

Sâu non mới nở hoạt động chậm chạp, sâu non tuổi 1 thường chọn phần non (ngọn ngô) để phá hại, chúng ăn nhu mô lá. Từ tuổi 3 đến tuổi 5 trở đi chúng ăn cả phần thịt lá. Nếu thiếu lá chúng có thể ăn cả thân ngô. Cuối tuổi 5 (khoảng 1 ngày trước khi hoá nhộng) thì sâu bắt đầu ngừng ăn, sâu non hoạt động chậm chạp thường chọn vị trí nơi cao để hoá nhộng. Khi chuẩn bị hoá nhộng thì sâu non dùng đôi chân móng bám vào vị trí hoá nhộng có tác dụng làm điểm cheo khi lột xác, hoá nhộng dính vào thân hoặc lá. Khi nuôi trong hộp chúng thường bám vào nắp hộp để hoá nhộng, nhộng của chúng thuộc loại nhộng màng.

Vòng đời của sâu bướm giáp hại ngô

Khi nuôi sâu ở nhiệt độ trung bình $25,8 \pm 0,68^{\circ}\text{C}$ và độ ẩm trung bình $80,68 \pm 2,36\%$ vòng đời sâu non bướm giáp từ 27 đến 34 ngày, trung bình $29,9 \pm 0,84$ ngày. Trong đó thời gian pha trứng trung bình $4,2 \pm 0,92$ ngày. Sâu non có 5 tuổi với thời gian phát dục trung bình 19,5 ngày; nhộng trung bình $5,65 \pm 0,43$ ngày và thời gian trưởng thành trước đẻ trứng trung bình $2,3 \pm 0,36$ ngày (bảng 3).

Bảng 3. Vòng đời của sâu bướm giáp (*Junonia atlites* Johanssen) hại ngô

Pha phát dục		Thời gian phát dục (ngày)		
		Ngắn nhất	Dài nhất	Trung bình
Trứng		3	5	$4,2 \pm 0,92$
Sâu non	Tuổi 1	2	4	$2,95 \pm 0,37$
	Tuổi 2	3	5	$3,9 \pm 0,36$
	Tuổi 3	3	6	$4,6 \pm 0,43$
	Tuổi 4	3	5	$3,55 \pm 0,28$
	Tuổi 5	4	5	$4,5 \pm 0,23$
Nhộng		4	7	$5,65 \pm 0,43$
Trưởng thành trước đẻ		2	4	$2,3 \pm 0,36$
Vòng đời		27	34	$29,9 \pm 0,84$

Ghi chú: Mức tin cậy $p = 95\%$; nhiệt độ TB $25,8 \pm 0,68^{\circ}\text{C}$; ẩm độ TB $80,68 \pm 2,36\%$.

Xác định ảnh hưởng của thức ăn bổ sung tới thời gian sống của trưởng thành sâu bướm giáp

Trong 3 loại thức ăn thêm thì nước đường 10% cho thời gian sống của trưởng thành dài nhất (trung bình 9,1 ngày), tiếp đó là mật ong nguyên chất (trung bình 7,1 ngày). Nước lã cho thời gian sống ít nhất (trung bình 5,3 ngày) và thực tế trên đồng ruộng, trưởng thành của sâu non bướm giáp có thể tìm thấy mật các loài hoa dại, nên thời gian sống có thể dài hơn công thức cho ăn thêm nước lã (bảng 4).

Bảng 4. Ảnh hưởng của thức ăn đến thời gian sống của trưởng thành sâu (*Junonia atlites* Johanssen) hại ngô

Loại thức ăn	Tổng cá thể theo dõi	Thời gian sống (ngày)		
		Ngắn nhất	Dài nhất	Trung bình
Mật ong nguyên chất	10	5	9	7,1 ± 1,14
Nước đường 10%	10	7	12	9,1 ± 1,48
Nước lã	10	4	7	5,3 ± 0,83

Ghi chú: *: Mức tin cậy p = 95%.

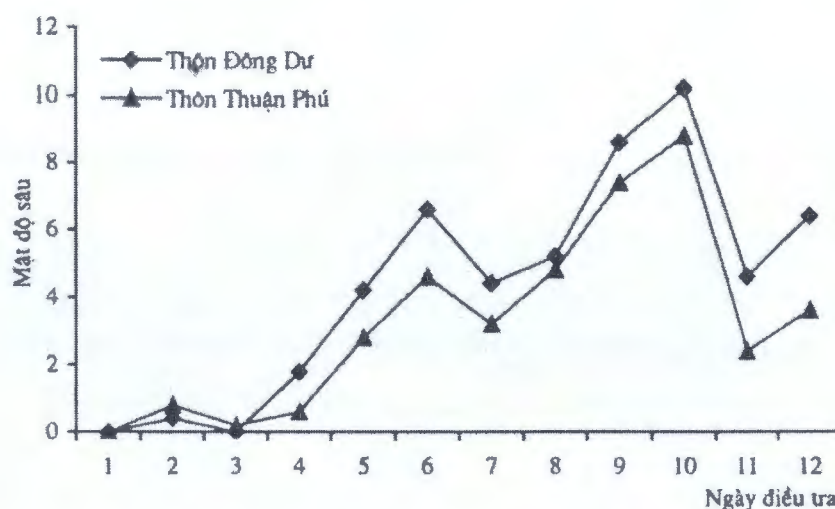
Diễn biến mật độ sâu bướm giáp (*Junonia atlites* Johanssen) hại ngô ở 2 thôn Thuận Phú và thôn Đông Dư - Gia Lâm - Hà Nội

Trên 2 ruộng ngô trồng ở thôn Thuận Phú và Đông Dư sâu bướm giáp xuất hiện khi cây ngô chuẩn bị cắt nhưng mật độ còn thấp ($0,4 \text{ con/m}^2$) ở thôn Đông Dư và $0,8 \text{ con/m}^2$ ở ruộng thôn Thuận Phú. Sang tháng 3 mật độ sâu non bướm giáp tăng dần sau khi cắt tỉa được 1 tuần và thời gian này mật độ sâu non bướm giáp trên ruộng ở thôn Đông Dư lại cao hơn ($10,2 \text{ con/m}^2$) và trên ruộng ở thôn Thuận Phú là ($8,8 \text{ con/m}^2$).

Nhìn chung mật độ sâu non bướm giáp gây hại trên ruộng ở thôn Đông Dư luôn cao hơn ở thôn Thuận Phú. Điều này có thể là do ở thôn Thuận Phú diện tích ít hơn và cây rau ngô trồng rải rác, không tập trung. Hơn nữa xung quanh có các cây trồng không ưa thích cho sâu non bướm giáp như ở thôn Đông Dư, nên sau khi cắt mật độ sâu thường giảm xuống rõ rệt. Mặt khác ruộng ở thôn Thuận Phú có nền đất thấp hơn ở Đông Dư cũng có thể là điều không phù hợp với sâu (bảng 5).

Bảng 5. Diễn biến mật độ sâu (*Junonia atlites* Johanssen) hại ngô ở 2 thôn Thuận Phú và Đông Dư vụ xuân 2006 tại xã Đông Dư - Gia Lâm - Hà Nội

Ngày điều tra	Giai đoạn sinh trưởng	Mật độ sâu (con/m^2)	
		Thôn Đông Dư	Thôn Thuận Phú
25/2	Sau trồng 2 tháng	0	0
3/3	Chuẩn bị cắt	0,4	0,8
10/3	Cắt lần 1	0	0,2
17/3	Sau cắt tỉa 1 tuần	1,8	0,6
24/3	Sau cắt tỉa 2 tuần	4,2	2,8
28/3	Sau cắt tỉa 3 tuần	6,6	4,6
31/3	Cắt lần 2	4,4	3,2
7/4	Sau cắt tỉa 1 tuần	5,2	4,8
14/4	Sau cắt tỉa 2 tuần	8,6	7,4
28/4	Sau cắt tỉa 3 tuần	10,2	8,8
5/5	Cắt lần 3	4,6	2,4
12/5	Sau cắt tỉa 1 tuần	6,4	3,6
Trung bình		4,37	3,27



Hình 4. Diễn biến mật độ sâu (*Junonia atlites* Johanssen) trên ngò ở 2 ruộng ngò thôn Thuận Phú và Đông Dư vụ xuân 2006 tại xã Đông Dư - Gia Lâm - Hà Nội

Khi điều tra diễn biến số lượng các loài sâu hại chính trên cây rau ngò cho thấy mật độ sâu hại ở giai đoạn đầu thường không cao có thể do điều kiện thời tiết không thuận lợi. Sang tháng 3 mật độ sâu hại tăng lên cùng với sự phát triển của cây trồng và nhiệt độ trở nên ẩm áp hơn. Mật độ sâu giảm xuống sau mỗi lần cắt, đó cũng là một biện pháp mà người nông dân có thể sử dụng để làm giảm mật độ sâu hại mà không cần sử dụng thuốc hoá học.

Thử nghiệm phòng trừ sâu non bướm giáp (*J. atlites* Johanssen) hại ngò bằng thuốc BVTV

Điều tra hộ nông dân cho thấy: Người nông dân ở đây sử dụng rất nhiều loại thuốc hoá học để trừ sâu bướm giáp hại ngò, 1 vụ thường phun từ 4 - 5 lần thuốc BVTV. Để giới thiệu những loại thuốc ít độc cho sản xuất rau gia vị, chúng tôi đã tiến hành thí nghiệm phòng trừ sâu non bướm giáp với 3 loại thuốc đó là: Sherpa 25EC, Trebon 10EC và thuốc sinh học Vi - Bt, trong đó thuốc Sherpa 25EC và Trebon 10EC là 2 loại thuốc hóa học đang được người nông dân sử dụng phổ biến và có hiệu quả khá cao trong việc phòng trừ sâu hại, còn thuốc Vi - Bt là thuốc sinh học mà chúng tôi đang muốn khuyến cáo với bà con nông dân. Kết quả khảo nghiệm được trình bày ở bảng 6.

Bảng 6. Hiệu lực của một số loại thuốc trừ sâu non bướm giáp (*Junonia atlites* Johanssen) hại ngò

Tên thuốc	Tên hoạt chất	Liều lượng dùng/ha	Hiệu lực (%) sau khi phun		
			1 ngày	3 ngày	5 ngày
Sherpa 25EC	Cypermethrin	1000ml	69,5a	87,67a	100a
Trebon 10EC	Etofenprox	600ml	52,88b	81,63b	95,45b
Vi - Bt 16000WP	Bacillus thuringiensis (var.kurstaki)	1500ml	59,63c	78,98b	93,18b

Cả 3 loại thuốc đều có hiệu quả đối với sâu non bướm giáp (*Junonia atlites* Johanssen). Hiệu quả diệt trừ nhanh nhất là Sherpa 25EC, sau ngày phun đầu tiên đã đạt 69,5%, sau 3 ngày hiệu lực thuốc đã lên tới 87,67% và sau 5 ngày là 100%. Tiếp theo là Trebon 10EC, sau ngày phun đầu tiên hiệu lực thuốc đạt là 52,88%, sau 3 ngày là 81,63% và sau 5 ngày là 95,45%. Còn Vi - Bt 16000WP là thuốc sinh học có hiệu lực thấp sau 1 ngày phun, nhưng sau 3 ngày và 5 ngày phun hiệu lực của thuốc tương đương với thuốc hóa học Trebon 10EC, sau 5 ngày hiệu lực thuốc đạt 93,18%. Qua đó cho thấy việc sử dụng thuốc sinh học có khả năng tiêu diệt sâu nhưng hiệu quả của nó chậm hơn, nhưng bên cạnh đó, nó ít ảnh hưởng xấu đến môi trường sống và sức khỏe con người. Vì vậy chúng tôi muốn khuyến cáo người nông dân sử dụng thuốc Vi - Bt 16000WP để trừ sâu hại ngô.

KẾT LUẬN

Thành phần sâu hại rau ngô tại vụ xuân hè năm 2006 gồm 14 loài thuộc 4 bộ, 7 họ. Trong đó sâu khoang *Spodoptera litura* (Fabricius) và sâu non bướm giáp *Junonia atlites* Johanssen là hai loài thường xuyên xuất hiện và gây hại trên cây ngô.

Sâu non bướm giáp (*Junonia atlites* Johanssen) hại ngô có 5 tuổi. Trưởng thành đẻ trứng thành ổ ở phía sau bề mặt lá, trứng có hình cầu.

Nuôi sâu trong điều kiện nhiệt độ trung bình $25,8 \pm 0,68^{\circ}\text{C}$, độ ẩm trung bình $80,68 \pm 2,36\%$ thì vòng đời trung bình của sâu là $29,9 \pm 0,84$ ngày. Thời gian sống của trưởng thành khi ăn thêm mật ong nguyên chất sống được trung bình $7,1 \pm 1,14$ ngày, ăn nước lã sống được $5,3 \pm 0,83$ ngày và thức ăn là nước đường 10% sống được dài nhất trung bình $9,1 \pm 1,48$ ngày.

Ba loại thuốc thử nghiệm đều có hiệu lực cao đối với sâu non bướm giáp *Junonia atlites* Johanssen. Thuốc Sherpa 25EC có hiệu lực cao nhất có thể đạt tới 100%, tiếp đến là thuốc Trebon 10EC đạt hiệu lực 95,45% và thuốc sinh học Vi - Bt đạt hiệu lực là 93,18%.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Lê Văn Hạc, 1995. Nghiên cứu thành phần hóa học của tinh dầu một số cây thuộc họ hoa môi (Labiatae) và họ rau răm (Polygonaceae) ở Việt Nam. Luận án PTSKH. Hóa học. Trường ĐHSP HN.
2. Đỗ Tất Lợi, 1978. *Những cây thuốc và vị thuốc Việt Nam*. Nhà xuất bản Y dược.
3. Mai Văn Quyền, Lê Thị Việt Nhi, Ngô Quang Vinh, 2003. *Những cây rau gia vị phổ biến ở Việt Nam*. Nhà xuất bản Nông nghiệp Hà Nội. T33, T76.
4. Viện bảo vệ thực vật, 1997. *Phương pháp nghiên cứu bảo vệ thực vật* - Tập 1. NXB. Nông nghiệp, Hà Nội.
5. Hamasaki, R.T. and D. M. Tsuda, 1993. *Survey of Arthropod Pest on Commercial Herb Grown in Hawaii*. Un published
6. Foster S, Peterson RT, Duke J., 1998. *Field Guide to Medicinal Plants*. Eastern and Central North America. Boston: Houghton Mifflin.

7. Duke JA, duCellier JL. CRC, 1993. *Handbook of Alternative Cash Crops*. Boca Raton, FL: CRC Press,
 8. Foster S., 1984. *Herbal Bounty! The Gentle Art of Herb Culture*. Layton, UT: Gibbs M. Smith
- * Thảm định khoa học: GS.TS. Hà Quang Hùng - Trường Đại học Nông nghiệp Hà Nội.

SUMMARY

STUDY ON THE COMPOSITION OF INSECT PESTS ON THE HERB PLANT, SOME MORPHOLOGICAL AND BIOLOGICAL CHARACTERISTICS OF (*Junonia atlites* Johanssen) (Lep.: Nymphalidae) IN GIA LAM, HÀ NỘI 2006

Nguyen Duc Tung
Hanoi University of Agriculture

The research was conducted to define the composition of insects pest species of the herb plant (*Enhydra fluctuans* Jour) at Dong Du commune, Gia Lam district, Hanoi in Spring - Summer 2006.

The results showed that, there were 14 species of insects attacking the herb (*Enhydra fluctuans* Jour), and among them 2 species appeared with high frequency: *Spodoptera litura* Fabr and *Junonia atlites* Johanssen

In the individual rearing, the life cycle of *Junonia atlites* Johanssen. at $25.8 \pm 0.68^{\circ}\text{C}$ and humidity $80.68 \pm 2.36\%$ was relatively long 29.9 ± 0.84 days.

The vegetable development stage of the herb plant influenced to the density of *Baris menthae* K., at the prior harvest time the pest's density was 105.03 individuals/m² but right after planting time was 76.1 individuals/m².

Five days after spraying, the effectiveness of Sherpa 25EC was highest (100%), then Trebon 10EC (95.45) and then Vi - Bt 16000WP (93.18b).

Key words: Herb plant, insect pest species, *Junonia atlites* Johanssen, density, effectiveness.

HỘI CÁC NGÀNH SINH HỌC VIỆT NAM
Vietnam Union of Biology Associations



HỘI CÔN TRÙNG HỌC VIỆT NAM
Entomological Society of Vietnam

BÁO CÁO KHOA HỌC
HỘI NGHỊ
CÔN TRÙNG HỌC TOÀN QUỐC
LẦN THỨ 6

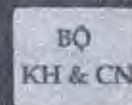
Hà Nội, ngày 9 - 10 tháng 5 năm 2008

Proceedings of the 6th Vietnam National Conference on Entomology
Hanoi, May 9 - 10, 2008



ENABLE

ĐIỀU HÀNH VÀ
HỖ TRỢ CÁC HOẠT ĐỘNG
KHOA HỌC VÀ CÔNG NGHỆ



NHA XUẤT BẢN NÔNG NGHIỆP

93. THÀNH PHẦN SÂU HẠI RAU RẪM, ĐẶC ĐIỂM HÌNH THÁI, SINH HỌC VÀ DIỄN BIẾN MẬT ĐỘ CỦA CÂU CẦU NHỎ (*Beris menthae* Kono) (Col.: Curculionidae) TRÊN RAU RẪM VỤ XUÂN HÈ 2006 TẠI ĐÔNG DU - GIA LÂM 681
Nguyễn Thị Kim Oanh
94. KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU BƯỚC ĐẦU VỀ BỘ PHÁN *Bemisia tabaci* (Gennadius) (Hom.: Aleyrodidae) HẠI CÂY CÀ CHUA VÀ CÂY DƯA CHUỘT 689
Trần Đình Phà, Nguyễn Hồng Sơn, Phạm Văn Hoàn, Cù Thị Thanh Phúc, Đặng Thị Phương Lan, Lê Xuân Cuộc, Lê Thanh Giang
95. NGHIÊN CỨU ĐẶC ĐIỂM SINH VẬT HỌC, SINH THÁI HỌC CỦA ONG (*Diadegma insulare* Cresson) NHẬP NỘI KÝ SINH SÂU TỔ HẠI RAU HỌ HOA THẬP TỰ VỤ ĐÔNG XUÂN 2005 - 2006 695
Bùi Xuân Phong, Hà Quang Hùng
96. NGHIÊN CỨU BỔ SUNG MỘT SỐ ĐẶC ĐIỂM SINH HỌC, SINH THÁI CỦA LOÀI BỌ RỪA SÁU VẼN *Menochilus sexmaculatus* Fabr. (Col.: Cocinellidae) 705
Phạm Huy Phong, Vũ Thị Chi, Nguyễn Thị Thuý
97. NGHIÊN CỨU BƯỚC ĐẦU VỀ THÀNH PHẦN SÂU MỘT HẠI HÀNH, TỎI CÙ NHẬP KHẨU TẠI CỬA KHẨU TÂN THANH, LẠNG SON NĂM 2007 712
Cao Ngọc Sơn, Hà Quang Hùng
98. KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU VỀ HAI LOÀI CÂU CẦU PHÁ HẠI CÂY THANH TRÀ Ở THỪA THIÊN HUẾ 720
Lê Trọng Sơn, Nguyễn Thị Thùy Dung, Nguyễn Hữu Phước Trán
99. KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU BƯỚM GIÁP (Lep.: Nymphalidae) Ở HÀNH LANG BẠCH MÃ - PHONG ĐIỀN, TỈNH THỪA THIÊN HUẾ 726
Lê Trọng Sơn, Đỗ Anh Tuấn
100. MỘT SỐ ĐẶC ĐIỂM HÌNH THÁI VÀ SINH HỌC CỦA ONG *Telenomus subitus* Le (Hym.: Scelionidae) KÝ SINH TRÚNG BỘ XÍT XANH VAI ĐỎ HẠI ĐẬU TƯƠNG Ở GIA LÂM, HÀ NỘI 736
Nguyễn Thị Thanh Tâm, Nguyễn Đức Tùng, Nguyễn Minh Màu, Trần Đình Chiến, Nguyễn Viết Tùng, Đặng Thị Dung
101. ĐẶC ĐIỂM HÌNH THÁI, SINH HỌC, SINH THÁI HỌC CỦA BỘ XÍT HOA GAI VAI NHỌN *Cantheconidea furcellata* (Wolff, 1801) (Heteroptera: Pentatomidae) 744
Nguyễn Thị Thanh, Nguyễn Thị Trang, Mai Phú Quý

MỘT SỐ ĐẶC ĐIỂM HÌNH THÁI VÀ SINH HỌC CỦA ONG *Telenomus subitus* Le (Hym.: Scelionidae) KÝ SINH TRỨNG BỌ XÍT XANH VAI ĐỎ HẠI ĐẬU TƯƠNG Ở GIA LÂM, HÀ NỘI

Nguyễn Thị Thanh Tâm, Nguyễn Đức Tùng,
Nguyễn Minh Màu, Trần Đình Chiến,
Nguyễn Việt Tùng, Đặng Thị Dung
Đại học Nông nghiệp Hà Nội

Bọ xít xanh vai đỏ (*Piezodorus hybneri* (Gmelin), Pentatomidae, Hemiptera)) là một trong những loài chích hút quan trọng trên đậu đỗ nói chung, đậu tương nói riêng (Trần Đình Chiến và Đặng Thị Dung, 2000; Đặng Thị Dung, 1999; Đặng Thị Dung, 2004; Marcos K. and Sammuel G.T., 1987; Hirose Y. *et al.*, 1996; Rao *et al.*, 1993). Ngoài ra, loài chích hút này còn được coi là loài dịch hại chính trên cây bông ở nước Úc (Ward, A.L., 2005). Do vậy, trên thế giới có nhiều công trình nghiên cứu về biện pháp phòng chống loài chích hút này (Endo, N. *et al.*, 2003, 2006; Huh, H.S. *et al.*, 2006; Leal, W.S. *et al.*, 1998). Tuy nhiên, các loài thiên địch của bọ xít xanh vai đỏ luôn tồn tại song song và khá phong phú. Đã có những công trình nghiên cứu về vai trò của một số loài ong ký sinh trứng bọ xít xanh vai đỏ (Đặng Thị Dung, 1999; Đặng Thị Dung, 2004; Hirose Y. *et al.*, 1996) và một vài công trình nghiên cứu về đặc tính sinh vật học của nó ở nước ta song chưa thật đầy đủ (Bùi Xuân Phương, 2003; Đặng Thị Dung, 2004). Những nghiên cứu về đặc điểm hình thái của các loài ong ký sinh trứng bọ xít xanh vai đỏ thì còn khá khiêm tốn. Trong phạm vi bài này, chúng tôi đề cập đến một số đặc điểm hình thái và sinh học của loài *Telenomus subitus* Le, góp phần làm phong phú nguồn thông tin cho khoa học, giúp chúng ta hiểu biết thêm về loài thiên địch quan trọng này.

VẬT LIỆU VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

Già đậu xanh được sử dụng làm thức ăn nuôi bọ xít xanh vai đỏ. Trứng bọ xít xanh vai đỏ *Piezodorus hybneri* được sử dụng làm vật chủ và ong ký sinh trứng *Telenomus subitus* Le làm vật ký sinh.

Nghiên cứu đặc điểm hình thái của ong *T. subitus*: Trưởng thành ong *T. subitus* được thu từ trứng bọ xít xanh vai đỏ trên đồng ruộng đậu tương về cho vào ống nghiệm cho đến khi có ong vũ hoá. Trưởng thành ong được duy trì bằng mật ong 100%. Trưởng thành bọ xít xanh vai đỏ cũng được thu từ ngoài đồng về nuôi bằng giá đỗ trong hộp nhựa trong để thu trứng. Cho ong *T. subitus* tiếp xúc với những ổ trứng bọ xít xanh vai đỏ 1 - 2 ngày tuổi trong 24 giờ ở chế độ sáng tối là 12L:12D trong phòng nuôi sâu bán tự nhiên. Hàng ngày mở trứng bọ xít đã tiếp xúc với ký sinh để quan sát hình thái, đo kích thước cho đến khi hoàn thành pha nhộng. Thí nghiệm nhắc lại nhiều lần để có số lượng vật chủ đã bị ký sinh đủ lớn để theo dõi.

Nghiên cứu vòng đời của ong *T. subitus*: Cho từng cặp ong (1♂&1♀) vào trong từng ống nghiệm có kích thước 20 × 2cm trong có đặt một ổ trứng bọ xít xanh vai đỏ từ 0 đến 2 ngày tuổi, hàng ngày thay ổ trứng mới cho đến khi ong cái chết sinh lý. Thức ăn cho ong trưởng thành là mật ong 100%. Hàng ngày lấy trứng bọ xít đã tiếp xúc với ký sinh ra mổ dưới kính lúp để quan sát sự phát triển của chúng cho tới khi trưởng thành ong vũ hoá. Đối với giai đoạn tiền đẻ trứng, cho từng cặp ong mới vũ hoá vào ống nghiệm có trứng vật chủ, cứ 4 giờ thay trứng vật chủ 1 lần. Mổ trứng vật chủ để xác định thời gian đẻ trứng đầu tiên của ong *T. subitus*.

Nghiên cứu tỷ lệ vũ hoá và tỷ lệ giới tính của ong *T. subitus*: Kết hợp nghiên cứu các chỉ tiêu sinh học khác, tất cả các ổ trứng vật chủ đã được tiếp xúc với ký sinh, hoặc trứng thu trên đồng ruộng đậu tương được để riêng rẽ trong từng ống nghiệm. Theo dõi số ong vũ hoá từ mỗi ổ trứng, xác định số ong cái, số ong đực.

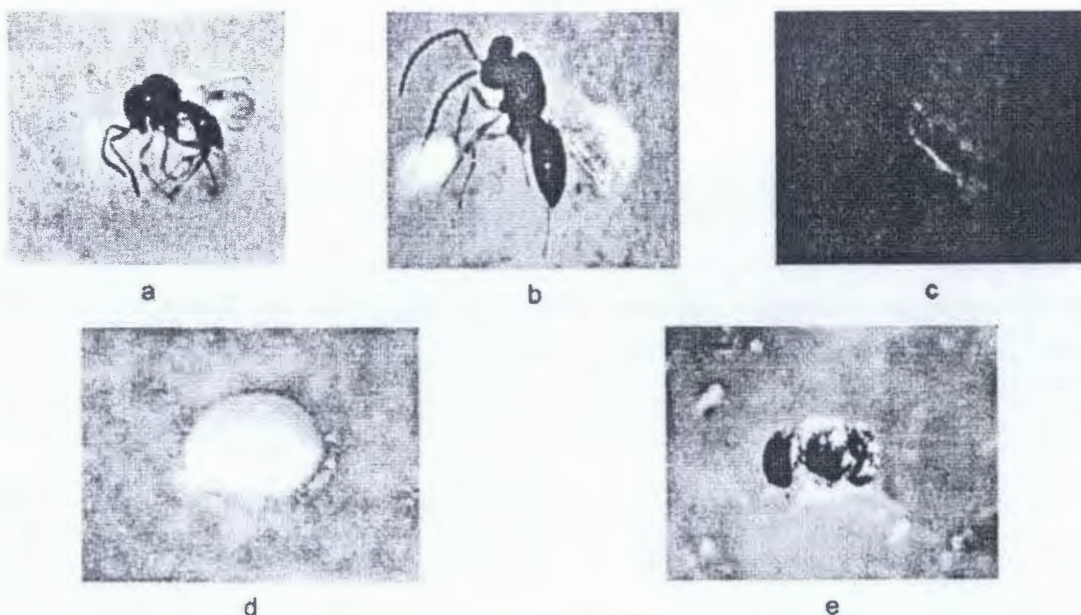
KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU VÀ THẢO LUẬN

Đặc điểm hình thái của ong *Telenomus subitus* Le (Scelionidae, Hymenoptera)

Hình dáng, màu sắc, kích thước của mỗi loài sinh vật là những đặc điểm quan trọng để chúng ta nhận biết và phân biệt với những loài sinh vật khác. Đối với ong *T. subitus* là một loài ong có kích thước rất nhỏ bé, nên những nghiên cứu chi tiết về nó còn rất ít ỏi. Kết quả nghiên cứu về đặc điểm hình thái của nó được trình bày ở hình 1 và bảng 1.

- **Trưởng thành:** Là loại ong nhỏ, màu đen, ngực gồ lên, bụng ngắn bằng ngực. Đốt gốc râu đầu và tất cả các đôi chân có màu nâu sáng, các đốt râu còn lại màu đen. Ong cái (hình 1a) có đôi râu đầu hình cựa vạc gồm 12 đốt (kể cả đốt gốc), 5 đốt cuối phình to. Đầu rộng hơn ngực. Mảnh lưng đốt bụng thứ nhất và thứ 2 có 2 vân dọc sáng màu. Ống đẻ trứng ngắn. Kích thước cơ thể trung bình $0,99 \pm 0,01\text{mm}$, sải cánh $2,05 \pm 0,05\text{mm}$. Ong đực (hình 1b), râu đầu gồm 13 đốt hình chuỗi hạt, dài hơn râu đầu ong cái 1 đốt. Xung quanh các đốt roi râu có lông tơ bao phủ, trừ đốt gốc. Đặc điểm này giúp chúng ta nhận biết ong cái, ong đực một cách dễ dàng. Kích thước trung bình $1,00 \pm 0,02\text{mm}$, sải cánh $2,11 \pm 0,03\text{mm}$ (bảng 1).

- **Trứng:** Có hình dạng đặc biệt, hình bầu dục dài và có phần cuống cũng rất dài, màu vàng trong (hình 1c). Trứng chín trong buồng trứng có kích thước trung bình $0,19 \pm 0,02 \times 0,13 \pm 0,02\text{mm}$. Trong buồng trứng của ong cái sau khi vũ hoá được 24h có khoảng 31 - 38 quả trứng chín. Trứng ong *T. subitus* sau khi đẻ vào vật chủ 24 giờ thì lớn lên khoảng hơn 2 lần về kích thước ($0,42 \pm 0,04 \times 0,34 \pm 0,04\text{mm}$ (bảng 1).



Hình 1. Hình thái của ong *Telenomus subtitus* Le
(a. Ong cái; b. Ong thợ; c. Trứng; d. Ong non; e. Nhộng)

Bảng 1. Kích thước các pha phát triển của ong *Telenomus subtitus* Le

Pha phát triển		Chỉ tiêu	Kích thước từng pha (mm)		
			Ngắn nhất	Dài nhất	Trung bình ± SE
Trứng	Trong buồng trứng	Dài	0,15	0,20	0,19 ± 0,02
		Rộng	0,10	0,15	0,13 ± 0,02
	Trong vật chủ	Dài	0,35	0,50	0,42 ± 0,04
		Rộng	0,25	0,40	0,34 ± 0,04
Ong non		Dài	0,78	0,95	0,86 ± 0,03
		Rộng	0,44	0,62	0,55 ± 0,03
Nhộng		Dài	0,45	1,75	0,92 ± 0,05
		Rộng	0,90	1,10	0,58 ± 0,04
Trưởng thành	Ong cái	Dài	0,95	1,05	0,99 ± 0,01
		Sải cánh	1,90	2,15	2,05 ± 0,05
	Ong đực	Dài	0,93	1,05	1,00 ± 0,02
		Sải cánh	2,00	2,23	2,11 ± 0,03

- *Ong non*: Có hình dạng hơi đặc biệt, thân ngắn nhưng rộng. Ong non mới nở có màu trắng trong, về sau chuyển màu trắng hơi đục (hình 1d), trên lưng nổi rõ các nếp gấp cách giữa các đốt trên cơ thể. Kích thước trung bình $0,86 \pm 0,03\text{mm} \times 0,55 \pm 0,03\text{mm}$ (bảng 1).

- *Nhộng*: Mối hoá có màu trắng trong. Kích thước trung bình $0,92 \pm 0,05 \times 0,58 \pm 0,04\text{mm}$ (bảng 1), lúc sắp vũ hoá có màu đen, mắt kép màu nâu (hình 1e).

Vòng đời của ong *Telenomus subitus* Le

Vòng đời là chu kỳ phát triển mỗi thế hệ của mỗi loài sinh vật. Vòng đời mỗi loài dài hay ngắn tùy thuộc vào đặc điểm di truyền của loài và nhiều yếu tố ngoại cảnh khác, đặc biệt là ôn ẩm độ, thức ăn. Để biết được mối quan hệ theo thời gian giữa ký sinh *T. subitus* và vật chủ *P. hybneri*, chúng tôi tiến hành nghiên cứu vòng đời của loài ong *T. subitus* trong điều kiện phòng thí nghiệm bán tự nhiên, kết quả được trình bày ở bảng 2.

Bảng 2. Vòng đời của ong *Telenomus subitus* Le

Pha phát triển	Tổng cá thể thí nghiệm	Thời gian phát triển từng pha (ngày)		
		Ngắn nhất	Dài nhất	Trung bình \pm SE
Trứng	35	2	3	$2,32 \pm 0,20$
Ong non	32	2	4	$2,72 \pm 0,28$
Nhộng	30	3	5	$3,96 \pm 0,39$
Tiền đẻ trứng	30	0,75	1,25	$0,96 \pm 0,08$
Vòng đời		8,75	12,25	$9,80 \pm 1,02$

Ghi chú: Nhiệt - ẩm độ trung bình: $28,1^{\circ}\text{C}$; 83,1%.

Kết quả nghiên cứu (bảng 2) cho thấy, trong điều kiện nhiệt - ẩm độ trung bình là $28,1^{\circ}\text{C}$ và 83,1%, pha trứng có thời gian phát dục dao động trong khoảng 2 - 3 ngày, trung bình $2,32 \pm 0,2$ ngày; Ong non $2,72 \pm 0,28$ ngày (2 - 4 ngày); Nhộng $3,96 \pm 0,39$ ngày (3 - 5 ngày); Trưởng thành sau vũ hoá cho ghép đôi giao phối ngay và đẻ trứng ký sinh vào vật chủ sau 18 đến 30 giờ, trung bình $0,96 \pm 0,08$ ngày. Như vậy toàn bộ vòng đời của loài ong *T. subitus* nhìn chung ngắn, trung bình $9,80 \pm 1,02$ ngày. Kết quả nghiên cứu của Bùi Xuân Phương (2003), thời gian phát triển các pha trước trưởng thành của ong *T. subitus* trong trứng bọ xít đen hại lúa là 9 đến 13 ngày, trung bình $11,14 \pm 0,76$ ngày ở điều kiện nhiệt độ $20 - 30^{\circ}\text{C}$, ẩm độ 70 - 86,3%. Như vậy thời gian phát triển các pha trước trưởng thành của ong *T. subitus* trong trứng bọ xít xanh vai đỏ "có vẻ" ngắn hơn trong trứng bọ xít đen hại lúa trên dưới 1 ngày ở điều kiện nhiệt - ẩm độ tương tự. Đặc điểm này giúp cho các loài côn trùng ký sinh nhân nhanh số lượng cá thể, tăng khả năng duy trì nòi giống và giúp con người điều hoà số lượng các loài côn trùng là dịch hại.

Tỷ lệ vũ hoá và giới tính của ong *Telenomus subitus* Le ký sinh trứng bọ xít xanh vai đỏ

Để hiểu rõ vai trò của ong ký sinh trứng bọ xít xanh vai đỏ *T. subitus* thông qua sức sống của chúng trong vật chủ, chúng tôi theo dõi tỷ lệ vũ hóa từ nhộng và tỷ lệ giới tính (đực : cái) của loài ong ký sinh này. Kết quả được trình bày ở bảng 3, hình 2.

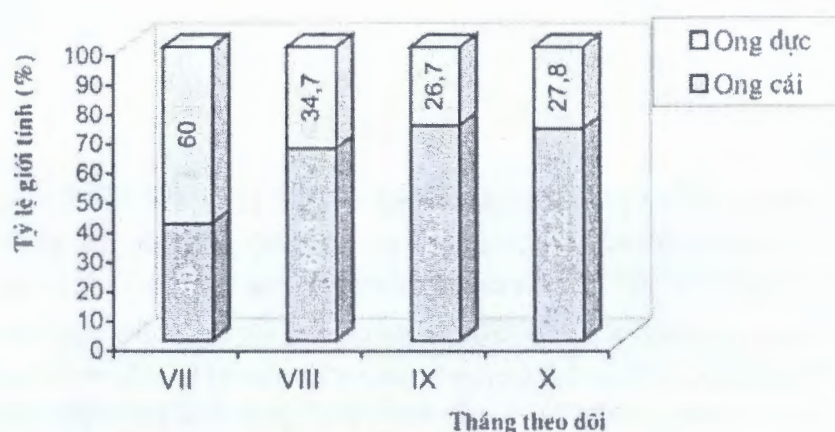
Bảng 3. Tỷ lệ vũ hoá và giới tính của ong *T. subitus* ký sinh trứng bọ xít xanh vai đỏ vụ đậu tương hè-thu 2006

Nguồn trứng	Tổng số trứng theo dõi (quả)	Số ong vũ hoá (con)	Tỷ lệ vũ hoá (%)	Số ong cái (con)	Số ong đực (con)	Tỷ lệ giới tính (♂:♀)
Trong phòng thí nghiệm	267	233	87,8	181	52	0,28: 1
Thu từ ngoài đồng đậu tương	392	264	67,3	174	90	0,52: 1

Ghi chú: Nhiệt - ẩm độ trung bình trong phòng thí nghiệm: 28,1°C; 83,1%.

Qua kết quả bảng 3 cho thấy, trong điều kiện phòng thí nghiệm ở nhiệt - ẩm độ trung bình 28,1°C; 83,1%, tỷ lệ ong vũ hoá rất cao (87,8%), có những ổ trứng tỷ lệ ong vũ hoá lên tới 100%. Điều này cho thấy, trong điều kiện các yếu tố ngoại cảnh tương đối ổn định, sức sống của ong *T. subitus* trong trứng vật chủ tương đối cao, dẫn đến tỷ lệ số cá thể hoàn thành các pha phát dục trước trưởng thành khá cao. Tỷ lệ vũ hoá của loài ong này thấp hơn khi thu trứng ký chủ từ ngoài đồng trên đậu tương hè - thu, vào khoảng thời gian tháng 7 - 10 (67,3%). Nguyên nhân cơ bản của hiện tượng này có lẽ một phần do tác động của ngoại cảnh (mưa, gió và sự biến động của độ nhiệt, độ ẩm) mạnh mẽ hơn. Trong nhiều trường hợp, tỷ lệ vũ hoá của vật ký sinh trên đồng ruộng thấp là do bị ký sinh bậc 2 chi phối (Đặng Thị Dung, 1999). Song đối với loài *T. subitus* chưa thu được hiện tượng bị ký sinh bậc 2.

Sức tăng quần thể của một loài sinh vật phụ thuộc chủ yếu số cá thể cái. Để tìm hiểu khả năng duy trì nòi giống và phát triển quần thể của ong *T. subitus*, nghiên cứu về tỷ lệ giới tính của chúng là điều cần thiết. Kết quả nghiên cứu ở bảng 3 và hình 2 cho thấy, trong điều kiện phòng thí nghiệm, xác suất ghép đôi giao phối hoàn toàn thuận lợi, do đó, ong cái có số lượng cao hơn ong đực rất nhiều, trung bình tỷ lệ giới tính là 0,28♂:1♀. Điều này có ý nghĩa to lớn trong việc kiểm soát quần thể bọ xít xanh vai đỏ. Đặc biệt, chúng tôi thấy kết quả này đưa đến khả năng cao trong việc nhân nuôi ong ký sinh *T. subitus* thả vào tự nhiên để hạn chế sự gây hại của loài bọ xít xanh vai đỏ. Còn đối với trứng vật chủ thu ngoài đồng đậu tương, tỷ lệ giới tính của ong *T. subitus* là 0,52♂:1♀ (bảng 3). Điều này có thể giải thích là do xác suất gặp gỡ giữa các cá thể ong đực và ong cái thấp hơn trong phòng, nên nhiều quả trứng được đẻ ra mà không qua thụ tinh. Nhưng nhìn chung tỷ lệ giới tính của loài ong *T. subitus* nghiêng về ong cái. Đây là điều rất thuận lợi cho sự tồn tại và duy trì nòi giống của loài.



Hình 2. Tỷ lệ giới tính của ong *Telenomus subitus* Le ký sinh trùng bọ xít xanh vai đỏ ở ngoài đồng ruộng

Hình 2 thể hiện tỷ lệ giới tính của loài ong *T. subitus* qua các tháng hè thu 2006. Vào tháng 7 khi nhiệt độ không khí cao thì tỷ lệ ong đực cao hơn ong cái (tỷ lệ đực : cái là 60 : 40). Nhưng khi nhiệt độ đỡ nóng hơn (tháng 8, 9, 10) thì ong cái chiếm ưu thế, lúc đó, số cá thể cái vũ hoá lại cao hơn số cá thể đực. Tỷ lệ đực : cái tương ứng qua các tháng 8, 9, 10 là 34,7 : 65,3; 26,7 : 73,3 và 27,8 : 72,2. Qua đây chúng ta thấy, nhiệt độ của môi trường có ảnh hưởng đến sự ghép đôi giao phối của ong *T. subitus* và gián tiếp ảnh hưởng đến tỷ lệ giới tính của loài.

KẾT LUẬN

Ong *Telenomus subitus* Le ký sinh trùng bọ xít xanh vai đỏ là một loài ong đen nhỏ (trừ đốt gốc râu đầu và các đôi chân có màu nâu sáng). Đốt ngực trước phát triển mạnh. Ong cái có râu đầu hình cựa vạc gồm 12 đốt. Ống đẻ trứng ngắn. Cơ thể dài trung bình $0,99 \pm 0,01\text{mm}$, sải cánh $2,05 \pm 0,05\text{mm}$. Ong đực có râu đầu dài hơn râu đầu ong cái, gồm 13 đốt, hình chuỗi hạt. Trên các đốt râu có lông tơ bao phủ, trừ đốt gốc. Kích thước cơ thể dài trung bình $1,00 \pm 0,02\text{mm}$, sải cánh $2,11 \pm 0,03\text{mm}$. Trứng có dạng đặc biệt, hình bầu dục dài và có cuống dài bằng chiều dài của trứng, màu vàng trong. Kích thước trung bình $0,19 \times 0,13\text{mm}$. Ong non cơ thể hình bầu dục hơi tròn. Kích thước cơ thể trung bình $0,86 \times 0,55\text{mm}$. Nhộng mới hoá có màu trắng trong, lúc sắp vũ hoá có màu đen, mắt kép màu nâu. Kích thước trung bình $0,92 \times 0,58\text{mm}$.

Vòng đời của loài ong *T. subitus* nhìn chung ngắn, trung bình $9,80 \pm 1,02$ ngày trong điều kiện nhiệt - ẩm độ trung bình là $28,1^{\circ}\text{C}$ và 83,1% (trứng 2,32 ngày, ong non 2,72 ngày, nhộng 3,96 ngày, trưởng thành tiền đẻ trứng 0,96 ngày).

Ong *T. subitus* có tỷ lệ vũ hoá rất cao (87,8%) ở điều kiện phòng thí nghiệm với nhiệt - ẩm độ trung bình $28,1^{\circ}\text{C}$; 83,1%, tỷ lệ vũ hoá của loài ong này thấp hơn khi thu trứng vật chủ bị ký sinh ở ngoài đồng (67,3%). Tỷ lệ giới tính nghiêng về ong cái (0,28♂:1♀ trong điều kiện phòng thí nghiệm và 0,52♂: 1♀ ở ngoài đồng ruộng).

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Trần Đình Chiến và Đặng Thị Dung, 2000. *Tạp chí BVTV*, số 4: 9- 13.
2. Đặng Thị Dung, 1999. *Tóm tắt Luận án Tiến sỹ Nông nghiệp*. Đại học Nông nghiệp I - Hà Nội: 24tr.
3. Đặng Thị Dung, 2004. Ong ký sinh trứng bọ xít xanh vai đỏ *Telenomus subitus* Le (Scelionidae: Hymenoptera) và vai trò của nó trong hệ sinh thái cây đậu tương vụ hè - thu 2003 tại Gia Lâm - Hà Nội. *TC Khoa học kỹ thuật Nông nghiệp*. Vol. 2 (1): 18 - 22.
4. Bùi Xuân Phương, 2003. Nghiên cứu đặc điểm sinh vật học, sinh thái học và vai trò của 3 loài ong (*Telenomus subitus* Le, *Gryon cromion* Kozlov et Le, *Ooencyrtus* Ferriere, ký sinh trứng bọ xít hại lúa vùng Hà Nội và phụ cận. *TT. Luận án Tiến sỹ Nông nghiệp*, 24tr.
5. Endo, N., Wada, T., and Chiba, M., 2003. *An attractant for Piezodorus hybneri* (Heteroptera: Pentatomidae) contained in the aggregation pheromone of *Riptortus clavatus* (Heteroptera: Alydidae). *Kyushu Plant Prot. Res.* 49:88-91.
6. Endo, N., Wada, T., Nishiba, Y., and Sasaki, R., 2006. Interspecific pheromone cross-attraction among soybean bugs (Heteroptera): does *Piezodorus hybneri* (Pentatomidae) utilize the pheromone of *Riptortus clavatus* (Alydidae) as a kairomone? *J. Chem. Ecol.* 32:1605 - 1612.
7. Hirose, Y., Takasu, K. and Takagi, M., 1996. Egg Parasitoids of Phytophagous Bugs in Soybean: Mobile Natural Enemies as Naturally Occurring Biological Control Agents of Mobile Pests. *Bio-Control*, Vol. 7 (1): 84-94
8. Huh, H.S., Park, K.H., Choo, H.Y., and Park, C.G. 2006. Attraction of *Piezodorus hybneri* to the aggregation pheromone components of *Riptortus clavatus*. *J. Chem. Ecol.* 32:681 - 691.
9. Leal, W.S., Kuwahara, S., Shi, X.W., Higuchi, H., Marino, C.E.B., Ohno, M., and Meinwald, J. 1998. Male-released sex pheromone of the stink bug *Piezodorus hybneri*. *J. Chem. Ecol.* 24:1817 - 1829.
10. Marcos, K. and Samuel, G.T., 1987. Ecology and Management of Soybean Artropods. *Ann. Rev. Entomol.* 32:507 – 38.
11. Rao G., Wightman J. & Ranga Rao D. (1993). *Insect Science and its Application* 14(3): 273 - 284.
12. Ward, A. L. 2005. Development of a treatment threshold for sucking insects in determinate Bollgard II transgenic cotton grown in winter production areas. *Australian Journal of Entomology*. Vol. 44 (3): 310 - 315.

* Tập thể tác giả xin chân thành cảm ơn Bộ Giáo dục & Đào tạo, Trường Đại học Nông nghiệp Hà Nội đã cung cấp kinh phí để thực hiện nghiên cứu này.

* Thẩm định khoa học: GS. TS. Hà Quang Hùng - Trường Đại học Nông nghiệp Hà Nội.

SUMMARY

SOME MORPHOLOGICAL AND BIOLOGICAL CHARACTERISTICS OF *Telenomus subitus* Le (Hym.: Scelionidae) EGG-PARASITOID OF REDBANDED SHIELD BUG ON SOYBEAN IN GIALAM, HANOI

Nguyen Thi Thanh Tam, Nguyen Duc Tung,
Nguyen Minh Mau, Tran Dinh Chien,
Nguyen Viet Tung, Dang Thi Dung
Hanoi University of Agriculture

Egg-parasitoid *Telenomus subitus* Le (Scelionidae, Hymenoptera) is one small, black wasp, but the first segment of antenna and all legs are in bright brown. The first segment of thorax developed much more than others. Female of *T. subitus* has antenna with 12 segments and in clavate form, and has a short ovipositor. Body size is $0.99 \pm 0.01\text{mm}$, wing length $2.05 \pm 0.05\text{mm}$. Male has longer antenna, 13 segments and filiform. There are many hairs on antenna segments except the first one. Male size is $1.0 \pm 0.02\text{mm}$, wing length $2.11 \pm 0.03\text{mm}$. Egg has special shape, long oval with long peduncle, size $0.19 \pm 0.13\text{mm}$. Larva has spheric-oval shape with body size $0.86 \pm 0.55\text{mm}$. Pupa is white-transparent at the beginning and become black colour before emerging. Average size of pupa is $0.92 \pm 0.58\text{mm}$.

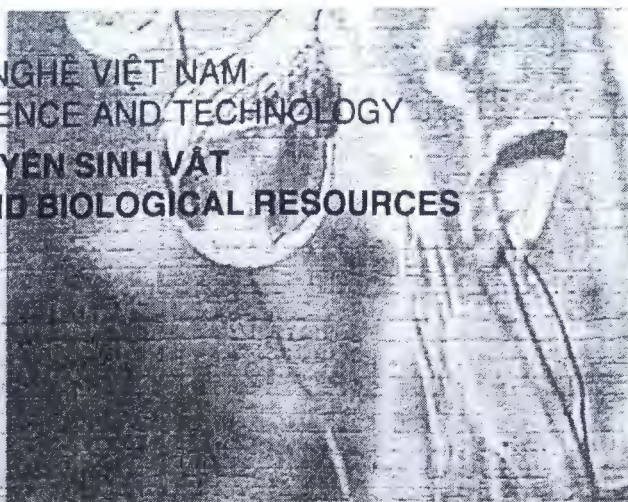
Life cycle of *T. subitus* generally is short, average 9.80 ± 1.02 days at 28.1°C temperature and 83.1% humidity (in which, eggs about 2.32 days, larva 2.72 days, pupa 3.96 days, wasp before oviposition 0.96 days).

The percentage of emergence of *T. subitus* is very high (87.8%) at temperature and humidity about 28.1°C , 83.1%. But, it is lower of eggs parasited collected from soybean field (67.3%). The sexual rate is mainly female (0.28♂: 1♀) under conditions of laboratory and 0.52♂: 1♀ of eggs collected from soybean field.

Key words: Wasp, *Telenomus subitus*, parasitoid, redbanded shield bug, biology.



VIỆN KHOA HỌC VÀ CÔNG NGHỆ VIỆT NAM
VIETNAM ACADEMY OF SCIENCE AND TECHNOLOGY
VIỆN SINH THÁI VÀ TÀI NGUYÊN SINH VẬT
INSTITUTE OF ECOLOGY AND BIOLOGICAL RESOURCES



BÁO CÁO KHOA HỌC VỀ SINH THÁI VÀ TÀI NGUYÊN SINH VẬT

**HỘI NGHỊ KHOA HỌC TOÀN QUỐC LẦN THỨ BA
HÀ NỘI, 22 / 10 / 2009**

**PROCEEDINGS OF THE 3RD NATIONAL SCIENTIFIC
CONFERENCE ON ECOLOGY AND BIOLOGICAL RESOURCES
HANOI, 22 OCTOBER 2009**



NHA XUẤT BẢN NÔNG NGHIỆP

MỤC LỤC

	LỜI GIỚI THIỆU	5
	KHU HỆ ĐỘNG VẬT - THỰC VẬT	7
Abramov A.V., Rozhnov V.V, Shchinov A.V., Nguyễn Trường Sơn	Sự phân bố của nhóm thú ăn sâu bọ hiếm gặp ở Việt Nam (Soricomorpha)	11
Alexey V. Solovyev, Tạ Huy Thịnh, Trần Thiếu Dư	Mức độ hại của các loài sâu hại thuộc họ ngài bọ nét Limacodidae (Lepidoptera: Zygaenoidea) ở Việt Nam	20
Lê Hùng Anh, Đặng Ngọc Thanh	Một số dẫn liệu về giáp xác chân khác (Amphipoda) ở vùng biển ven bờ Trung bộ Việt Nam	21
Trần Thị Phương Anh	Đặc điểm hình thái bông chét của tông Kê – <i>Paniceae</i> R. Br. (Họ Cỏ - Poaceae Juss.) ở Việt Nam	25
Trần Thế Bách, Vũ Tiến Chính, Đỗ Văn Hải, Bùi Hồng Quang, Joongku Lee	Phân họ Chu đằng – Periplocoideae thuộc họ Thiên lý – Asclepiadaceae ở Việt Nam	28
Nguyễn Quốc Bình	Hình thái của họ Gừng (Zingiberaceae Lindl.) ở Việt Nam và các đặc điểm nhận biết nhanh ngoài thiên nhiên	35
Trần Thị Bích	Dẫn liệu ban đầu về thành phần loài Sán dây (Cestoda) ký sinh ở một số loài bò sát Việt Nam	41
Vũ Tiến Chính, Bùi Hồng Quang, Trần Thế Bách	Ứng dụng các chương trình máy tính và dữ liệu ngân hàng gen để tìm hiểu mối quan hệ gần gũi có thể của chi Sâm nam - <i>Cyclea</i> với các chi khác thuộc họ Tiết dê – Menispermaceae	46
Nguyễn Cừ	Các loài mới bổ sung cho danh lục chim Việt Nam	50
Nguyễn Thế Cường	Nghiên cứu phân loại các loài thuộc chi Vác - <i>Cayratia</i> Juss., họ Nho – Vitaceae Juss. ở Việt Nam	56
Phạm Ngọc Doanh	Khóa định loại và mô tả các loài sán lá phổi thuộc giống <i>Paragonimus</i> Braun, 1899 ở Việt Nam	62
Phạm Mỹ Dung, Ngô Thị Hoài Thu, Đinh Thị Thu Hằng, Đặng Diễm Hồng	Phân lập và định tên loài <i>Tetraselmis</i> sp. từ vùng biển Hải Phòng dựa trên các đặc điểm hình thái và so sánh trình tự gen 18s rADN	68

Nguyễn Đình Tứ, Nguyễn Vũ Thanh, Đào Đình Châm	Đánh giá hiện trạng môi trường nước sông Hương qua nhóm sinh vật đáy cỡ trung bình	1729
Nguyễn Hữu Tứ, Vũ Anh Tài	Thảm thực vật ven bờ Bình Trị Thiên	1736
Nguyễn Đức Tùng	Nghiên cứu đặc điểm sinh học và khả năng khống chế nhện hai chấm <i>Tetranychus urticae</i> Koch (Acarina: Tetranychidae) của nhện bắt mồi <i>Neoseiulus longispinosus</i> (Evans) (Acari: Phytoseiidae)	1745
Nguyễn Thanh Vũ, Nguyễn Thị Ngọc Ân	Nghiên cứu hệ sinh thái vườn nhà nhằm phát triển du lịch ở các xã cù lao thuộc tỉnh Vĩnh Long	1751
Nguyễn Xuân Vỵ	Hiện trạng các thảm cỏ biển tại Đầm Già, Đầm Tre (vịnh Nha Trang) và Mỹ Giang (vịnh Vân Phong)	1758

**NGHIÊN CỨU ĐẶC ĐIỂM SINH HỌC VÀ KHẢ NĂNG KHÔNG CHẾ
NHỆN HẠI CHẤM *TETRANYCHUS URTICAE* Koch
(ACARINA: TETRANYCHIDAE) CỦA NHỆN BẮT MÔI
NEOSEIULUS LONGISPINOSUS (Evans) (ACARINA: PHYTOSEIIDAE)**

NGUYỄN ĐỨC TÙNG

Trường Đại học Nông nghiệp Hà Nội

Nhện hai chấm *Tetranychus urticae* Koch (Acarina: Tetranychidae) là một trong những loài dịch hại quan trọng trên rất nhiều cây trồng vùng ôn đới và nhiệt đới (Skirvin and Williams, 1999; García-Mari and González-Zamora, 1999). Chúng có thể gây hại các cây trồng trong nhà kính như Cà chua, Dưa chuột, Ổt ngọt, và một số loại hoa như Cúc, Lan. Ngoài ra, chúng còn gây hại cho các loại cây ăn quả như: Táo, Lê, Nho và một số loại cây trồng có giá trị kinh tế khác như: Bông, Đậu tương. Tại Việt Nam, Nhện hai chấm *T. urticae* đã được ghi nhận là loài dịch hại phổ biến trên rất nhiều cây trồng từ cây rau màu, hoa, cây ăn quả đến cây công nghiệp (Nguyễn Thị Chắt, Bùi Thanh Tùng, 2007; Mai Văn Hào và cs., 2008). Hiện nay người nông dân chủ yếu sử dụng biện pháp hóa học để phòng chống loài nhện hại này, tuy nhiên phương pháp này bộc lộ rất nhiều hạn chế như ô nhiễm môi trường, để lại tồn dư trong nông sản và dễ gây hiện tượng kháng thuốc. Chính vì vậy việc nghiên cứu, áp dụng các loài thiên địch trong phòng trừ Nhện hai chấm là hết sức cần thiết. Trong nhóm các loài thiên địch của nhện hai chấm, nhóm nhện bắt mồi thuộc họ Phytoseiidae là phổ biến và có khả năng khống chế Nhện hai chấm hiệu quả nhất (McMurtry, 1984; Bounfour and McMurtry, 1987). Bài viết này trình bày đặc điểm sinh học và khả năng bắt mồi của loài nhện bắt mồi *Neoseiulus longispinosus* (Evans), thuộc họ Phytoseiidae rất phổ biến tại các nước vùng Đông Nam Á (Corpuz-Raros and Rimando, 1966; Corpuz-Raros, 1978).

I. VẬT LIỆU VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

Nhện bắt mồi (NBM) *N. longispinosus* sử dụng trong thí nghiệm được thu trên ruộng hoa hồng tại xã Tây Tựu và Đông Dư, Gia Lâm, Hà Nội. Chúng được nhân nuôi trong phòng thí nghiệm bằng Nhện hai chấm *T. urticae* nuôi trên lá đậu cô ve. Tất cả các thí nghiệm được thực hiện trong điều kiện nhiệt độ $30 \pm 1^\circ\text{C}$ và độ ẩm $80 \pm 5\%$.

Nhện trưởng thành cái được chuyển sang đĩa lá cho đẻ trứng trong 1 giờ với thức ăn là các pha của nhện hai chấm. Trứng sau đó được chuyển vào từng kẹp nuôi nhện Huffaker để theo dõi thời gian trứng nở và tỷ lệ trứng nở. Nhện non sau khi nở tiếp tục được nuôi riêng biệt bằng trứng Nhện hai chấm (25 trứng/ngày) tới khi hoàn thành vòng đời. Thời gian phát dục và tỷ lệ sống của từng pha được quan sát và ghi chép 2 lần/ngày vào các thời gian xác định. Số lượng trưởng thành dục và cái được đếm để tính tỷ lệ dục:cái. 30 cặp nhện được tiếp tục nuôi trong kẹp nuôi nhện Huffaker để xác định thời gian tiền đẻ trứng, thời gian đẻ trứng, thời gian hậu đẻ trứng, lượng trứng đẻ, tỷ lệ trứng nở và số lượng nhện cái được sinh ra hằng ngày để từ đó xây dựng bảng sống của NBM.

Thí nghiệm nghiên cứu thức ăn ưa thích (các pha phát dục nhện *T. urticae*) của các pha phát dục NBM được thực hiện bằng cách cho nhện non các tuổi (tuổi 2 và 3) và nhện trưởng thành NBM vào các kẹp nuôi nhện đã có sẵn các pha trứng, nhện non và nhện trưởng thành nhện *T.*

urticae, mỗi pha 20 cá thể. Mỗi công thức lặp lại 20 lần. Đếm số lượng cá thể của các pha nhện *T. urticae* đã bị ăn, sau 24 giờ. Thí nghiệm xác định khả năng ăn của nhện cái NBM cũng được thực hiện tương tự, 20 cá thể các pha Nhện hai chấm (trứng, nhện non tuổi 1, 2, 3 hoặc trưởng thành) được thả vào kẹp nuôi nhện Huffaker, sau đó thả vào 1 trưởng thành cái NBM mới giao phối, số lượng Nhện hai chấm còn lại được đếm sau 24 giờ, thí nghiệm được lặp lại 20 lần.

II. KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU VÀ THẢO LUẬN

1. Thời gian các pha phát dục của nhện bắt mồi *N. longispinosus* nuôi bằng nhện *T. urticae*

Thời gian các pha phát dục của NBM *N. longispinosus* được trình bày ở bảng 1. Ở nhiệt độ trung bình 30°C và độ ẩm 80%, vòng đời cũng như thời gian phát dục của các pha NBM *N. longispinosus* là tương đối ngắn. Đối với pha trứng thời gian phát dục là $1,30 \pm 0,047$ ngày. Nhện non tuổi 1 thời gian phát dục là ngắn nhất $0,86 \pm 0,043$ ngày. Nhện non tuổi 2 và tuổi 3 có thời gian phát dục tương đương nhau là $1,43 \pm 0,034$ ngày và $1,52 \pm 0,031$ ngày. Sau khi vũ hóa trưởng thành cái mất trung bình $1,25 \pm 0,048$ ngày mới bắt đầu đẻ trứng. Vòng đời loài *N. longispinosus* tương đối ngắn chỉ từ 5,5-7 ngày, trung bình $6,36 \pm 0,062$ ngày. So sánh với kết quả nghiên cứu của Nguyễn Văn Đình (1994) về 2 loài nhện bắt mồi *A. anonymus* thì nhện bắt mồi *N. longispinosus* có vòng đời ngắn hơn. Qua đó cho thấy đây là một lợi thế quan trọng để nhân nuôi hàng loạt NBM *N. longispinosus* sử dụng trong phòng chống nhện nhò hại cây trồng.

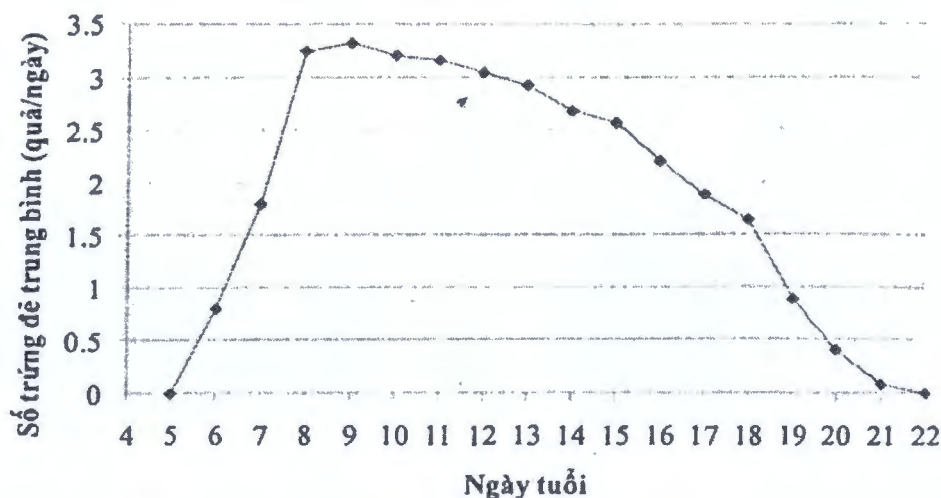
Bảng 1

Thời gian các pha phát dục của nhện bắt mồi *N. longispinosus* nuôi bằng Nhện hai chấm *T. urticae* tại nhiệt độ $30 \pm 1^\circ\text{C}$ và độ ẩm $80 \pm 5\%$

Pha phát dục	Thời gian phát dục (ngày)		
	Tối thiểu	Tối đa	Trung bình $\pm \Delta$
Trứng	1	1,5	$1,30 \pm 0,047$
Nhện non T1	0,5	1	$0,86 \pm 0,043$
Nhện non T2	1	1,5	$1,43 \pm 0,034$
Nhện non T3	1	2	$1,52 \pm 0,031$
TT trước đẻ	1	1,5	$1,25 \pm 0,048$
Vòng đời	5,5	7	$6,36 \pm 0,062$
Đời	19	25	$22,07 \pm 0,31$

2. Nhịp điệu và khả năng đẻ trứng của NBM *N. longispinosus* nuôi bằng thức ăn là Nhện hai chấm *T. urticae*

Khả năng đẻ trứng của một loài ảnh hưởng rất lớn đến sức tăng quần thể của loài đó. Vì vậy chúng tôi tiến hành thí nghiệm với 30 trưởng thành cái NBM để xác định số lượng trứng đẻ hàng ngày. Kết quả thí nghiệm được trình bày ở hình 1.



Hình 1: Nhip điệu đẻ trứng của NBM *N. longispinosus* nuôi trên Nhện hai chấm *T. urticae*

Qua hình 1 cho thấy, ở nhiệt độ trung bình 30°C, NBM *N. longispinosus* bắt đầu đẻ trứng vào ngày thứ 6 kể từ lúc trứng nở. Số lượng trứng đẻ trong mỗi ngày tăng dần từ ngày thứ 6 ($0,48 \pm 0,10$ quả/ngày) và đạt cao nhất vào ngày thứ 9 ($3,32 \pm 0,11$ quả/ngày). Sau đó số trứng đẻ trung bình trong một ngày giảm dần, ngày thứ 10 là $3,2 \pm 0,08$ quả/ngày và đến ngày 21 là $0,08 \pm 0,06$ quả/ngày. Nhện bắt mồi *N. longispinosus* kết thúc đẻ trứng vào ngày thứ 22. Tổng số trứng mà một trường thành cái đẻ được trong suốt thời gian đẻ trứng là 37,52 quả. Kết quả này thấp hơn kết quả của Lababidi (1989) (49 trứng/ NBM cái) khi nuôi *N. longispinosus* bằng *T. cinnabarinus* (Boisduval), nhưng cao hơn khi nuôi NBM bằng *P. latus* 27,5 trứng/NBM cái (Hariyapa and Kulkarni (1988)).

3. Tỷ lệ trứng nở và tỷ lệ đực:cái của NBM *N. longispinosus* nuôi bằng Nhện hai chấm *T. urticae*

Tỷ lệ trứng nở và tỷ lệ đực:cái là một trong các chỉ tiêu quan trọng trong việc đánh giá khả năng phát triển quần thể của một loài NBM chính vì vậy chúng tôi tiến hành quan sát các lô trứng được thu từ các ngày đẻ 3, 6, 9 và 12, mỗi lô lấy 50 trứng để xác định tỷ lệ trứng nở đồng thời xác định tỷ lệ giới tính. Kết quả cho thấy, ở nhiệt độ 30°C tỷ lệ trứng nở đạt trung bình 86,5% và đạt cao nhất ở lô trứng đẻ ngày thứ 6 (92%). Cũng tương tự số lượng con cái được sinh ra trong lô trứng thứ 6 là cao nhất 32 con đạt tỷ lệ đực cái 1: 2,29. Tỷ lệ đực cái trung bình là 1:1,98. Số lượng con cái được sinh ra nhiều hơn con đực, số lượng trứng đẻ nhiều và tỷ lệ trứng nở cao cho thấy NBM *N. longispinosus* có khả năng gia tăng quần thể nhanh, dễ dàng chiếm ưu thế trong việc khống chế số lượng nhện hại nói chung và Nhện hai chấm *T. urticae* nói riêng.

Bảng 2

Tỷ lệ trứng nở và tỷ lệ đực: cái của NBM *N. longispinosus* nuôi bằng Nhện hai chấm *T. urticae* tại nhiệt độ $30 \pm 1^\circ\text{C}$ và độ ẩm $80 \pm 5\%$

Ngày đẻ trứng	Số trứng theo dõi (quả)	Số trứng nở (quả)	Tỷ lệ trứng nở (%)	Đực (con)	Cái (con)	Tỷ lệ đực:cái
3	50	43	86%	14	29	1: 2,07
6	50	46	92%	14	32	1: 2,29
9	50	43	86%	15	28	1: 1,87
12	50	41	82%	15	26	1: 1,73
Tổng	200	173	86,5%	58	115	1: 1,98

Kết quả nghiên cứu về khả năng đẻ trứng, tỷ lệ trứng nở và tỷ lệ giới tính chúng tôi đã xây dựng được bảng sống của NBM *N. longispinosus* được thể hiện tại bảng 4.

Bảng 4

Bảng sống của NBM *N. longispinosus* nuôi bằng Nhện hai chấm *T. urticae* tại nhiệt độ $30 \pm 1^\circ\text{C}$ và độ ẩm $80 \pm 5\%$ n=30

Ngày tuổi (x)	Tỷ lệ sống (lx)	Số cá thể cái được sinh ra (mx)	lx.mx
1-5	1	0	0.00
6	1	0.27	0.27
7	1	1.03	1.03
8	1	1.87	1.87
9	1	1.90	1.90
10	1	1.83	1.83
11	1	1.80	1.80
12	1	1.73	1.73
13	1	1.67	1.67
14	1	1.53	1.53
15	1	1.47	1.47
16	1	1.27	1.27
17	1	1.07	1.07
18	0.97	0.93	0.90
19	0.83	0.50	0.42
20	0.4	0.27	0.11
21	0.07	0.03	0.002
22	0	0	0.00
R_0			18.87

Số liệu ở bảng 4 cho thấy tỷ lệ sống sót của nhện cái NBM khá cao, sau 17 ngày tuổi tỷ lệ sống sót vẫn đạt 100%, sau đó tỷ lệ sống giảm dần đến ngày thứ 21 (0,07%) và toàn bộ NBM cái chết sinh lý sau 22 ngày tuổi. Số lượng cá thể cái được sinh ra theo các ngày tuổi tăng dần từ ngày thứ 6 (0,27 con cái/ngày) và đạt cao nhất tại ngày thứ 9 (1,9 con cái/ngày). Sau đó số lượng con cái giảm dần theo sự tăng của ngày tuổi từ 1,83 con cái/ngày ở ngày thứ 10 xuống còn 0,03 con cái/ngày ở ngày thứ 21.

Với số liệu này và sử dụng công thức của Birch, 1948 $\sum e^{-r_x} l_x * m_x = 1$ ta tính được tỷ lệ tăng thực tự nhiên $r_m = 0,272$, hệ số nhân của 1 thế hệ $R_0 = 18,87$, thời gian của 1 thế hệ $T_c = 12,18$ (ngày), giới hạn tăng tự nhiên $\lambda = 1,313$ và thời gian tăng đôi quần thể $DT = 2,5$ (ngày).

4. Xác định khả năng ăn Nhện hai chấm *T. urticae* của NBM *N. longispinosus*

Việc biết được thức ăn yêu thích của NBM *N. longispinosus* (các pha phát dục Nhện hai chấm) có ý nghĩa quan trọng trong việc nhân nuôi cũng như sử dụng chúng trong phòng chống nhện hại. Ở thí nghiệm này chúng tôi thả các pha NBM vào đĩa có sẵn các pha trứng, nhện non, nhện trưởng thành Nhện hai chấm (mỗi pha 20 cá thể), sau 24 giờ đếm số lượng từng pha Nhện hai chấm đã bị ăn. Kết quả thí nghiệm được trình bày ở bảng 5.

Bảng 5

Sự lựa chọn thức ăn yêu thích của các pha NBM *N. longispinosus* trên thức ăn là các pha Nhện hai chấm *T. urticae* tại nhiệt độ $30 \pm 1^\circ\text{C}$ và độ ẩm $80 \pm 5\%$, $n=20$

Pha NBM <i>N. longispinosus</i>	Số Nhện hai chấm <i>T. urticae</i> bị ăn trong 24 giờ		
	Trứng	Nhện non	Trưởng thành
Tuổi 1	0 d	0 d	0 c
Tuổi 2	$4,4 \pm 0,99$ b	$0,3 \pm 0,47$ c	0 c
Tuổi 3	$3,5 \pm 1,32$ c	$3,4 \pm 0,75$ b	$0,4 \pm 0,50$ b
Trưởng thành cái	$7,4 \pm 1,47$ a	$8,1 \pm 1,62$ a	$1,3 \pm 0,64$ a

Ghi chú: các chữ giống nhau biểu thị hai công thức không có sự sai khác ở mức 0,05.

Qua bảng 5 cho thấy NBM *N. longispinosus* thích ăn pha trứng và pha nhện non hơn và rất ít ăn pha trưởng thành. Trưởng thành Nhện hai chấm ít được NBM chọn có thể do nhện trưởng thành Nhện hai chấm có cơ thể to nhỉnh hơn NBM nên NBM khó giữ và ăn được chúng. Sau khi vũ hóa NBM tuổi 1 không ăn, chúng chỉ bắt đầu ăn khi chuyển sang tuổi 2. Ở tuổi 2, nhện non thích ăn trứng hơn, ít ăn nhện non và không ăn nhện trưởng thành nhện hai chấm. Sang tuổi 3 số lượng trứng và nhện non bị ăn là tương đương nhau, mỗi ngày nhện non tuổi 3 có thể ăn $3,5 \pm 1,32$ trứng và $3,4 \pm 0,75$ nhện non. Ở pha trưởng thành, nhện non được ăn nhiều nhất sau đó tới pha trứng, pha trưởng thành Nhện hai chấm rất ít bị ăn bởi NBM. Như vậy, từ kết quả này ta có thể thấy dùng trứng và nhện non Nhện hai chấm để nhân nuôi NBM là thích hợp nhất.

III. KẾT LUẬN

- Ở nhiệt độ trung bình 30°C và độ ẩm 80%, vòng đời của NBM *N. longispinosus* tương

đối ngắn chỉ từ 5,5-7 ngày, trung bình $6,36 \pm 0,062$ ngày. Trong đó thời gian phát dục của trứng, nhện non tuổi 1, tuổi 2, tuổi 3 và trưởng thành tiền đẻ trứng tương ứng là $1,30 \pm 0,047$ ngày, $0,86 \pm 0,043$ ngày, $1,43 \pm 0,034$ ngày, $1,52 \pm 0,031$ ngày và $1,25 \pm 0,048$ ngày.

- NBM *A. longispinosus* bắt đầu đẻ trứng vào ngày thứ 6 kể từ lúc trứng nở. Số lượng trứng đẻ trong mỗi ngày tăng dần từ ngày thứ 6 ($0,48 \pm 0,10$ quả/ngày) và đạt cao nhất vào ngày thứ 9 ($3,32 \pm 0,11$ quả/ngày), sau đó số trứng đẻ trung bình trong một ngày giảm dần xuống còn $0,08 \pm 0,06$ quả/ngày ở ngày thứ 21. Tổng số trứng mà một trưởng thành cái đẻ được trong suốt thời gian đẻ trứng là 37,52 quả.

- Ở nhiệt độ 30°C tỷ lệ trứng nở đạt trung bình 86,5% và đạt cao nhất ở lô trứng đẻ ngày thứ 6 (92%.) Tỷ lệ dục cái trung bình là 1:1,98.

- Tỷ lệ tăng thực tự nhiên của NBM $r_m = 0,272$, hệ số nhân của 1 thế hệ $R_0 = 18,87$, thời gian của 1 thế hệ $T_c = 12,18$ (ngày), giới hạn tăng tự nhiên $\lambda = 1,313$ và thời gian tăng đôi quần thể $DT = 2,5$ (ngày).

- NBM *N. longispinosus* thích ăn pha trứng và pha nhện non hơn và rất ít ăn pha trưởng thành. Số lượng trứng và nhện non Nhện hai chấm bị ăn tăng dần khi tuổi NBM tăng.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Birch, L. C., 1948: Journal of Animal Ecology, 17:15-26.
2. Bounfour M., J. A. McMurtry, 1987: Hilgardia, 55: 1-23.

3. Nguyễn Thị Chất, Bùi Thanh Tùng, 2007: Tạp chí Khoa học Kỹ thuật Nông Lâm nghiệp số 3/2007:1-6.
4. Corpuz-Raros L. A., 1978: A guide to Philippine plant mites - Guide to the Philippine flora and fauna II. U.P.N.S.R.C., DRB, Diliman, Quezon City. 270 pp.
5. Corpuz-Raros L. A., L. C. Rimando, 1966: Philip. Agric., 50:114-136.
6. Nguyễn Văn Đình, 1994: Nghiên cứu đặc điểm sinh vật học và khả năng phòng chống một số nhện hại cây trồng ở Hà Nội và vùng phụ cận. Luận án PTS Khoa học Nông nghiệp.
7. Garcia F., J. E. Gonzales-Zamora, 1999: Experimental and Applied Acarology 23 (1999): 487-495.
8. Mai Văn Hào, Nguyễn Văn Đình, Nguyễn Văn Chính, 2008: Tạp chí Bảo vệ thực vật, 3/2008: 12-16.
9. Hariyapa A. S., K. A. Kulkarni, 1988: J. Biological Control, 2: 131-132.
10. Lababidi M.S., 1989: Anzeiger-fur-Schadlingskunde, Pflanzenschutz, Umweltschutz, 62: 14-18.
11. McMurtry J. A., 1984: A consideration of the role of predators in the control of acarine pests. In: Acarology VI eds. Griffiths, D.A. and Bowmen, C.E., Ellis Howard Ltd., England. 1:122-131.
12. Skirvin D.J., M.E. de Courcy Williams, 1999: Experimental and Applied Acarology 23: 497-512.

**BIOLOGY AND EFFICACY OF THE PREDATORY MITE,
NEOSEIULUS LONGISPINOSUS (Evans) (ACARINA: PHYTOSEIIDAE) AS A
BIOLOGICAL CONTROL AGENT OF TETRANYCHUS URTICAE Koch
(ACARINA: TETRANYCHIDAE)**

NGUYEN DUC TUNG

SUMMARY

The life history and demography of *Neoseiulus longispinosus* Evans were studied under laboratory conditions $30 \pm 1^\circ\text{C}$ and $80 \pm 5\%$ RH using the red form of the two spotted spider mite, *Tetranychus urticae* Koch complex as prey. The entire development from egg to adult averaged 6.36 ± 0.062 days. The embryonic development time for eggs was 1.30 ± 0.047 days. The average duration of succeeding stages larva was 0.86 ± 0.043 days; protonymph, 1.43 ± 0.034 days, and deutonymph, 1.52 ± 0.031 days. Egg laying started on the first day after emergence; the number of eggs was highest at day 9 (3.32 ± 0.11 egg/day). The average number of eggs laid by a female was 37.52. The hatching rate was 86,5% and the male: female ratio was 1: 1.98. Net reproductive rate (R_0) was 18.87 female offspring/female, generation time (T) of 12.18 days, the intrinsic rate of increase (r_m) was 0.272 with a doubling time (DT) of 2.5 days. All the stages of *N. longispinosus* prefers eggs and larvae than adults of two spotted mite.

HỘI CÁC NGÀNH SINH HỌC VIỆT NAM
Vietnam Union of Biology Associations

HỘI CÔN TRÙNG HỌC VIỆT NAM
Entomological Society of Vietnam

BÁO CÁO KHOA HỌC
**HỘI NGHỊ
CÔN TRÙNG HỌC QUỐC GIA**
LẦN THỨ 7

Hà Nội, ngày 9 - 10 tháng 5 năm 2011

Proceedings of the 7th Vietnam National Conference on Entomology
Hanoi, May 9 - 10, 2011



NHA XUẤT BẢN NÔNG NGHIỆP

82. ĐẶC ĐIỂM SINH VẬT HỌC CỦA RỆP MUỘI BÔNG *Aphis gossypii* Glover (Homoptera: Aphididae) VÀ BIỆN PHÁP PHÒNG TRỪ CHỨNG TRÊN CÂY BẮNG LĂNG NƯỚC 614
Vũ Thị Nga, Nguyễn Thị Bình, Nguyễn Thị Lân
83. ĐẶC ĐIỂM SINH VẬT HỌC VÀ VAI TRÒ HẠN CHẾ RỆP MUỘI CỦA BỘ RỪA CHỮ NHÂN *Coccinella transversalis* Fabricius (Coleoptera: Coccinellidae) TRÊN CÂY BẮNG LĂNG NƯỚC TẠI Tp. HỒ CHÍ MINH 620
Vũ Thị Nga, Nguyễn Thị Lân
84. ĐẶC ĐIỂM SINH VẬT HỌC CỦA RẦY *Trioza* sp. (Homoptera: Psyllidae) HẠI CÂY SAO ĐEN (*Hopea odorata* Roxb.) VÀ BIỆN PHÁP PHÒNG TRỪ 627
Vũ Thị Nga, Lê Thị Hoa
85. THÀNH PHẦN LOÀI RUỒI ĂN RỆP Ở CÁC TỈNH MIỀN BẮC VIỆT NAM DIỄN BIẾN SỐ LƯỢNG CỦA MỘT SỐ LOÀI RUỒI ĂN RỆP CHÍNH 636
Quách Thị Ngo, Đào Đăng Tựu, Lê Thị Tuyết Nhung
86. THÀNH PHẦN BỘ PHẬN (Homoptera: Aleyrodidae) GÂY HẠI TRÊN MỘT SỐ CÂY TRỒNG Ở MIỀN BẮC VIỆT NAM 643
Lê Thị Tuyết Nhung, Phạm Văn Lâm, Quách Thị Ngo, Thế Trường Thành, Trương Thị Hương Lan
87. NGHIÊN CỨU XÂY DỰNG HỆ THỐNG QUẢN LÝ TỔNG HỢP RỆP XƠ TRẮNG *Ceratovacuna lanigera* Zehntner HẠI MÍA TẠI VÙNG LAM SƠN, THANH HÓA 649
Lê Văn Ninh, Nguyễn Thị Kim Oanh
88. NGHIÊN CỨU MỘT SỐ ĐẶC ĐIỂM HÌNH THÁI, SINH HỌC, SINH THÁI CỦA RỆP HOA HỒNG (*Macrosiphum rosae* L.) VÙNG HÀ NỘI 660
Nguyễn Thị Kim Oanh, Trần Đình Chiến, Hồ Thị Thu Giang, Đặng Thị Dung, Nguyễn Đức Tùng
89. MỘT SỐ ĐẶC ĐIỂM SINH HỌC CỦA RẦY LƯNG TRẮNG HẠI LÚA *Sogatella furcifera* Horvath (Homoptera: Delphacidae) 668
Đình Văn Thành, Nguyễn Tiến Hưng, Khúc Duy Hà, Nguyễn Thị Dương
90. NGHIÊN CỨU HIỆU QUẢ PHÒNG TRỪ RẦY NÂU *Nilaparvata lugens* (Homoptera) HẠI LÚA CỦA CHẾ PHẨM METAVINA 90DP Ở GIA LÂM, HÀ NỘI 676
Nguyễn Thị Phương Thảo

NGHIÊN CỨU MỘT SỐ ĐẶC ĐIỂM HÌNH THÁI, SINH HỌC, SINH THÁI CỦA RỆP HOA HỒNG (*Macrosiphum rosae* L.) VÙNG HÀ NỘI

Nguyễn Thị Kim Oanh, Trần Đình Chiến,
Hồ Thị Thu Giang, Đặng Thị Dung, Nguyễn Đức Tùng
Trường Đại học Nông nghiệp Hà Nội

MỞ ĐẦU

Hoa là một sản phẩm đặc biệt vừa mang giá trị tinh thần, vừa mang giá trị kinh tế, đã từ lâu hoa đóng vai trò rất quan trọng trong cuộc sống của con người. Khi nói đến hoa người ta không thể không nói đến hoa hồng, một trong những loài hoa được trồng phổ biến nhất trên thế giới. Loài hoa này không chỉ hấp dẫn người tiêu dùng về màu sắc mà còn bởi đặc trưng về hương thơm quyến rũ của chúng. Tuy nhiên trong quá trình phát triển cây hoa hồng bị nhiều loài sâu, nhện gây hại (Nguyễn Kim Oanh, 2003) trong đó nhóm rệp muội là một trong những loài gây hại quan trọng. Rệp chích hút dịch cây làm cho ngọn cây chùn lại, cây sinh trưởng kém, đặc biệt rệp chích vào hoa làm cho cánh hoa ứa vàng nhợt nhạt và cuối cùng chuyển sang thâm nâu, làm mất giá trị của hoa.

Bài báo này trình bày kết quả nghiên cứu về đặc điểm sinh học, sinh thái của rệp hoa hồng (*M. rosae*) để từ đó tìm ra biện pháp phòng trừ hiệu quả nhất.

VẬT LIỆU VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

Để nghiên cứu các đặc tính sinh học của rệp, tiến hành đã nuôi rệp theo phương pháp đĩa lá của Van Emden (1972), thức ăn là lá hoa hồng đỏ Pháp, số cá thể nuôi là 30, đo kích thước và mô tả rệp theo phương pháp của Blackman và Eastop (1984).

Điều tra thành phần sâu nhện hại hoa hồng và thiên địch của chúng theo phương pháp chọn điểm ngẫu nhiên trong khu vực nghiên cứu, số điểm càng nhiều càng tốt, tiến hành thu thập, chụp ảnh và giám định mẫu.

Điều tra diễn biến số lượng rệp ngoài đồng: Định kỳ điều tra 7 ngày một lần, việc điều tra được tiến hành trong suốt một vụ hoa tại Mê Linh, trong một khu vực ổn định.

Chọn ruộng đại diện cho 3 giống hồng trồng chủ yếu ở vùng nghiên cứu (hồng đỏ Pháp, hồng vàng, hồng trắng); chọn ruộng đại diện cho vườn hồng 1 năm tuổi và 3 năm tuổi, mỗi đại diện chọn 1 ruộng, mỗi ruộng điều tra 5 điểm chéo góc, mỗi điểm điều tra 1 cây, mỗi cây đếm số lượng rệp trên 10 lộc.

Xác định hiệu lực của các loại thuốc BVTV trừ rệp theo phương pháp của TCVN: Nhiễm rệp tuổi 2 - 3 lên lá hồng rồi đặt lá vào trong hộp petri (mỗi hộp có 30 rệp), đặt có giấy thấm giữ ẩm, để 1 đêm cho rệp ổn định, sáng hôm sau kiểm tra bổ sung cho đủ rệp trên lá trước khi phun thuốc, mỗi công thức nhắc lại 3 lần, xác định hiệu lực của 3 loại thuốc hóa học và 1 loại thuốc sinh học, công thức đối chứng phun nước lã. Đếm số

rệp sống ở các công thức sau phun thuốc 12, 24, 36 giờ, hiệu lực của thuốc được tính theo công thức Abbott.

KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU VÀ THẢO LUẬN

Thành phần sâu nhện hại hoa hồng và thiên địch của chúng tại Mê Linh, Hà Nội năm 2010

Kết quả điều tra thành phần sâu nhện hại trên hoa hồng tại Mê Linh, Hà Nội năm 2010 khá phong phú, chúng gồm 13 loài thuộc 9 họ, 4 bộ côn trùng và 1 bộ nhện nhỏ: Rệp hoa hồng *Macrosiphum rosae* (L.), rầy xanh *Empoasca flavescens* F., bọ phấn *Bemisia tabaci* G., bọ trĩ *Frankliniella occidentalis* P., bọ trĩ *Frankliniella intosa* T., ong ăn lá *Megachile nipponica* Cockerell., bọ cánh cứng *Aphthona flava*, sâu róm *Orgyia gonostigma* (Linnaeus), sâu xanh *Helicoverpa armigera* H., sâu khoang *Spodoptera litura* Fabr., sâu đo xanh *Plusia* sp., nhện hai chấm *Tetranychus urticae* K., nhện đỏ son *Tetranychus cinnabarinus* B. Trong đó, sâu xanh *H. armigera*, rệp hoa hồng *M. rosae*, bọ trĩ *F. intosa*, nhện hai chấm *T. urticae* là những loài gây hại chính và xuất hiện phổ biến trên ruộng hoa hồng tại Mê Linh.

Thành phần thiên địch của sâu nhện hại hoa hồng bắt gặp tại Mê Linh, gồm: 9 loài thuộc 6 họ, 3 bộ khác nhau: Bọ rùa chữ nhân *Coccinella transversalis* Fabr., bọ rùa sáu vệt đen *Menochilus sexmaculatus* Fabr., bọ rùa đỏ *Micraspis discolor* Fabr., bọ rùa 8 vạch *Harmonia octomaculata* Fabricius, bọ cánh cộc *Paederus fuscipes* C., ruồi ăn rệp *Episyrphus balteatus* De Geer, nhện linh miêu *Oxyopes javanus* Thorell, nhện lưới tròn *Argiopes catenulata*, nhện sỏi *Lycosa pseudoannulata* (Boesnbeng et Satrand), trong đó bọ rùa đỏ *M. discolor*, bọ rùa 8 vạch *H. octomaculata*, bọ cánh cộc *P. fuscipes* có tần suất bắt gặp cao hơn.

Kết quả nghiên cứu đặc điểm hình thái, sinh học của loài rệp hại hoa hồng *M. rosae*

Rệp hoa hồng *M. rosae* là loài rệp hại phổ biến trên cây hoa hồng tại Mê Linh năm 2010. Chúng gây hại trong suốt thời gian cây hoa hồng có mặt trên đồng ruộng. Khi cây còn non, rệp thường tập trung nhiều trên các ngọn non để chích hút. Khi cây bắt đầu có nụ và hoa chúng tập trung bám vào nụ hoa, cuống nụ, lá non, gây hại trên các nụ và hoa, làm ảnh hưởng lớn tới phẩm chất hoa. Chúng tôi đã tiến hành nuôi rệp để nghiên cứu đặc điểm hình thái, sinh học, sinh thái nhằm tìm ra biện pháp quản lý chúng một cách hiệu quả.

Đặc điểm hình thái của rệp hại hoa hồng (*M. rosae*)

Rệp trưởng thành có 2 dạng có cánh và không cánh.

Rệp cái không cánh: Chiều dài cơ thể $1,87 \pm 0,016$ mm, chiều rộng $0,96 \pm 0,018$, cơ thể có dạng hình thoi, bóng, màu xanh sẫm, trán lõm, đầu màu sẫm hơn màu cơ thể, ngực và bụng màu xanh nhạt hơn, ống bụng dài và có màu sẫm hơn màu cơ thể, phần ngọn đốt râu cuối dài hơn nhiều so với phần gốc của nó, đốt chân râu phình to và ngắn, có màu xanh đậm, phía đầu mỗi đốt râu có màu xanh vàng nhạt và đậm dần về phía cuối đốt. Chân dài, các đốt chân có màu xanh vàng nhạt.

Bảng 1. Kích thước các pha phát dục của rệp hoa hồng *M. rosae*

Pha phát dục	Chỉ tiêu	Kích thước (mm)		
		Ngắn nhất	Dài nhất	Trung bình
Rệp non tuổi 1	Dài	0,7	0,8	$0,75 \pm 0,012$
	Rộng	0,24	0,31	$0,28 \pm 0,009$
Rệp non tuổi 2	Dài	0,9	1,1	$1,02 \pm 0,017$
	Rộng	0,35	0,42	$0,38 \pm 0,01$
Rệp non tuổi 3	Dài	1,15	1,25	$1,21 \pm 0,011$
	Rộng	0,5	0,62	$0,56 \pm 0,014$
Rệp non tuổi 4	Dài	1,5	1,62	$1,56 \pm 0,013$
	Rộng	0,7	0,83	$0,77 \pm 0,013$
Rệp trưởng thành	Dài	1,7	1,95	$1,87 \pm 0,016$
	Rộng	0,9	1,05	$0,96 \pm 0,018$

Ghi chú: Thức ăn nuôi rệp là lá hoa hồng đỏ Pháp.

Rệp cái có cánh (dài $2,0 \pm 0,01$ mm) cơ thể màu xanh, trên phiến đuôi có 9 - 11 lông.

Rệp non có 4 tuổi, có hình thái tương tự trưởng thành, màu xanh đậm dần theo các tuổi. Rệp gây hại trên hoa đều là các cá thể cái.

Đặc điểm sinh học của rệp hoa hồng (*M. rosae*)

Để tìm hiểu thời gian phát dục từng pha, vòng đời và tuổi thọ của rệp, chúng tôi đã nuôi rệp trong điều kiện phòng thí nghiệm. Thức ăn là lá hoa hồng Pháp, số liệu được trình bày trong bảng 2.

Bảng 2. Thời gian phát dục của rệp hoa hồng (*M. rosae*) nuôi bằng lá hoa hồng đỏ Pháp

Các pha phát dục	Thời gian phát dục (ngày)				
	Ngắn nhất	Dài nhất	Trung bình	Nhiệt độ TB (°C)	Độ ẩm TB (%)
Rệp non tuổi 1	1	2	$1,62 \pm 0,15$	28,8	81,8
Rệp non tuổi 2	0,5	2	$1,38 \pm 0,2$	30,5	76,3
Rệp non tuổi 3	0,5	2	$1,33 \pm 0,15$	32,1	75,3
Rệp non tuổi 4	0,5	2	$1,22 \pm 0,17$	31,8	76,8
Rệp trưởng thành	8	14	$11,45 \pm 0,74$	28,5	76
Trưởng thành trước đẻ	0,5	1,5	$1 \pm 0,14$	28,3	76,2
Vòng đời	4	7	$6,07 \pm 0,43$	30,5	77,3
Đời	16	19	$17,9 \pm 1,84$	30,5	77,3

Kết quả nuôi sinh học rệp hoa hồng (*M. rosae*) cho thấy rệp non có 4 tuổi, giai đoạn rệp trưởng thành trước đẻ ngắn, nuôi rệp ở nhiệt độ 28,3°C - 32,1°C thời gian rệp hoàn thành vòng đời khá ngắn $6,07 \pm 0,43$ ngày, đời của rệp kéo dài $17,9 \pm 1,84$ ngày (bảng 2).

**Bảng 3. Nhịp điệu sinh sản của rệp hoa hồng (*M. rosae*)
nuôi bằng lá hoa hồng đỏ Pháp**

Ngày sinh sản thứ	Số lượng rệp được đẻ ra trong 1 ngày đêm (con/ngày/rệp mẹ)	
	Rệp không cánh	Rệp có cánh
1	$2,23 \pm 0,478$	$1,93 \pm 0,469$
2	$3,21 \pm 0,542$	$2,87 \pm 0,649$
3	$3,57 \pm 0,384$	$3,33 \pm 0,531$
4	$3,81 \pm 0,47$	$3,43 \pm 0,536$
5	$3,72 \pm 0,67$	$3,03 \pm 0,612$
6	$3,43 \pm 0,90$	$2,87 \pm 0,569$
7	$2,93 \pm 0,68$	$2,36 \pm 0,508$
8	$1,86 \pm 0,925$	$2,33 \pm 0,542$
9	$1,46 \pm 0,675$	$1,07 \pm 0,539$
10	$1,1 \pm 0,74$	$0,37 \pm 0,435$
11	$0,33 \pm 0,571$	

Rệp sau khi hóa trưởng thành xấp xỉ khoảng 1 ngày thì 100% cá thể đều bắt đầu đẻ (điều này chứng tỏ 100% rệp hoa hồng đều là rệp cái). Rệp đẻ ra con. Nhịp điệu sinh sản của rệp có sự thay đổi qua các ngày sinh sản. Rệp hoa hồng sinh sản mạnh nhất khoảng từ ngày sinh sản thứ 4 đến ngày thứ 7, sau đó sức sinh sản giảm dần. Rệp không cánh có thời gian sinh sản kéo dài hơn ($10,4 \pm 0,81$ ngày) và sức sinh sản cũng cao hơn ($27,4 \pm 1,23$ con/1 trưởng thành cái) so với rệp có cánh (bảng 4).

**Bảng 4. Sức sinh sản và thời gian sinh sản của rệp hoa hồng (*M. rosae*)
nuôi bằng lá hoa hồng đỏ Pháp**

Chỉ tiêu theo dõi	Rệp không cánh		Rệp có cánh	
	Thời gian sinh sản (ngày)	Sức sinh sản (con)	Thời gian sinh sản (ngày)	Sức sinh sản (con)
Thấp nhất	7	18	7	18
Lớn nhất	11	30	10	28
Trung bình	$10,4 \pm 0,81$	$27,4 \pm 1,23$	$8,8 \pm 0,33$	$24,3 \pm 1,23$
Nhiệt độ TB (°C)	28,5			
Độ ẩm TB (%)	76,5			

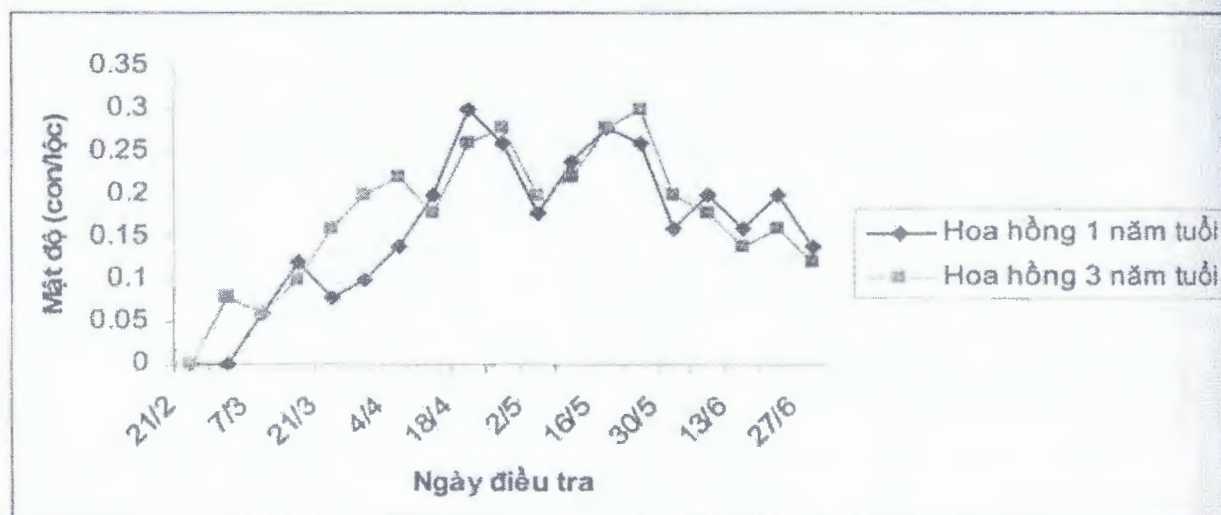
Diễn biến số lượng rệp hoa hồng (*M. rosae*) vụ xuân hè 2010 tại Mê Linh - Hà Nội

Do đặc điểm cây phát triển mạnh, sai hoa và màu sắc rực rỡ nên giống hồng đỏ Pháp đang là giống được trồng phổ biến hơn giống hồng vàng và hồng trắng tại Mê Linh hiện nay. Để tìm hiểu khả năng gây hại của rệp hoa hồng trên 3 giống hồng chúng tôi đã tiến hành điều tra diễn biến mật độ rệp trên cả 3 giống hồng có cùng tuổi và cùng được chăm sóc trong một điều kiện. Kết quả trình bày ở bảng 5.

Bảng 5. Diễn biến mật độ rệp hoa hồng (*M. rosae*) trên 3 giống hoa hồng trồng ở vụ xuân hè 2010 tại Mê Linh - Hà Nội.

Đơn vị tính: Con/lộc

Ngày điều tra	Hồng trắng	Hồng đỏ Pháp	Hồng vàng
21/2	0	0	0
28/2	0,1	0	0,06
7/3	0,08	0,1	0,12
14/3	0,12	0,12	0,16
21/3	0,14	0,08	0,24
4/4	0,26	0,32	0,3
11/4	0,2	0,34	0,32
18/4	0,32	0,4	0,28
25/4	0,48	0,52	0,42
2/5	0,36	0,46	0,32
9/5	0,32	0,3	0,36
30/5	0,26	0,26	0,2
6/6	0,2	0,28	0,16
20/6	0,1	0,04	0,04



*Hình. Diễn biến mật độ rệp hoa hồng (*M. rosae*) trên ruộng hoa hồng 1 năm tuổi và 3 năm tuổi vụ xuân hè 2010 tại Mê Linh - Hà Nội*

Qua theo dõi chúng tôi thấy giống hồng đỏ Pháp thường có mật độ rệp hại cao hơn hồng vàng, hồng trắng suốt từ đầu vụ cho tới cuối vụ, nguyên nhân có thể do giống hồng đỏ Pháp phát triển chồi lá mạnh hơn 2 giống hồng trắng và vàng, mặt khác giống này chịu được nóng nên vào khoảng cuối tháng 4 - 5 khi nhiệt độ lên cao cây sinh trưởng tốt hơn, là nguồn thức ăn hấp dẫn hơn đối với rệp.

Cây hoa hồng 1 năm thường thân lá phát triển chưa mạnh, chồi ít; cây hồng 3 năm tuổi đang ở giai đoạn thu hoa rộ, số búp chồi non trên cây nhiều hơn, rệp hoa hồng chủ yếu sống ở chồi, búp non và hoa nên sống thuận lợi hơn và gây hại mạnh hơn trên cây hồng 3 tuổi.

Hiệu quả của một số loại thuốc BVTV phòng trừ rệp hoa hồng *M. rosae* trong phòng thí nghiệm

Để tìm ra một số loại thuốc BVTV có hiệu quả phòng trừ cao với rệp hoa hồng mà lại ít gây ô nhiễm môi trường và bảo vệ được kẻ thù tự nhiên của sâu hại, chúng tôi đã chọn 4 loại thuốc BVTV trong đó có thuốc sinh học (Delfin). Kết quả thí nghiệm được trình bày trong bảng 6.

Bảng 6. Hiệu lực của một số loại thuốc BVTV trừ rệp hoa hồng *M. rosae* trong phòng thí nghiệm

TT	Loại thuốc	Nồng độ sử dụng (%)	Hiệu lực (%) sau khi phun thuốc		
			12 giờ	24 giờ	36 giờ
I	Regent 800WG	0,15	43,33	70	88,33 ^a
II	Shepatin 36EC	0,06	36,67	61,67	83,33 ^{ab}
III	Bassa 50EC	0,2	33,33	58,33	81,67 ^b
IV	Delfin WG	$0,08 \times 10^{-3}$	28,33	53,33	81,67 ^b

Qua kết quả khảo nghiệm cho thấy Regent 800WG có hiệu lực trừ rệp hoa hồng cao nhất, sau đó đến Shepatin 36EC. Hiệu lực trừ rệp của Delfin WG sau 1 ngày rất thấp, nhưng hiệu lực sau 3 ngày lại khá cao, điều này cho chúng ta thấy sử dụng thuốc sinh học để trừ rệp muội cũng cho kết quả tốt tuy có hơi chậm so với 3 loại thuốc hoá học cùng thử nghiệm.

KẾT LUẬN

Đã phát hiện 13 loài sâu nhện hại hoa hồng và 9 loài thiên địch của chúng trên ruộng hoa hồng tại Mê Linh năm 2010, trong đó sâu xanh *H. armigera*, rệp hoa hồng *M. rosae*, bọ trĩ *F. intosa*, nhện hai chấm *T. urticae* là những loài gây hại chính.

Sâu non rệp hoa hồng *M. rosae* có 4 tuổi, nuôi rệp ở nhiệt độ 28,3°C - 32,1°C thời gian rệp hoàn thành vòng đời khá ngắn $6,07 \pm 0,43$ ngày, đời của rệp kéo dài $17,9 \pm 1,84$ ngày.

Ở cả 2 dạng rệp trưởng thành có cánh và không cánh, sau khi hóa trưởng thành khoảng sắp xỉ 1 ngày thì 100% cá thể đều bắt đầu đẻ. Nhịp điệu sinh sản của rệp có sự thay đổi, rệp sinh sản mạnh nhất từ ngày sinh sản thứ 4 đến ngày thứ 7, sau đó sức sinh sản giảm dần, sức sinh sản trung bình của 1 rệp cái không cánh là $27,4 \pm 1,23$ rệp non. Thời gian sinh sản trung bình của rệp không cánh là $10,4 \pm 0,81$ ngày dài hơn so với rệp có cánh.

Trên cả 3 giống hồng, rệp hoa hồng đều có mật độ tăng cao khi cây phát triển thân lá mạnh và ở giai đoạn cây có nụ (vào khoảng cuối tháng 4 - đầu tháng 5), sau đó mật độ có chiều hướng giảm dần. Giống hồng đỏ Pháp thường có mật độ rệp hoa hồng gây hại cao hơn hồng vàng và hồng trắng trong suốt từ đầu vụ cho tới cuối vụ. Mật độ rệp trên cây hồng 3 tuổi thường cao hơn cây hồng 1 tuổi.

Regent 800WG có hiệu lực trừ rệp hoa hồng cao nhất, sau đó đến Shepatin 36EC và Bassa 50EC. Hiệu lực trừ rệp của Delfin WG sau 1 ngày rất thấp, nhưng hiệu lực sau 3 ngày lại khá cao.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Bộ NN và PTNT, 2005. Tuyển tập Tiêu chuẩn Nông nghiệp Việt Nam - Tiêu chuẩn BVTV. NXBNN.
2. Blackman R.L and Eastop V.V.1984, Aphid on the World's Crops.
3. Bastiaan M. Dress, Brent Pemberton and Charles L.Cole, 2002. Managing insects and related pests of roses The Texas A&M Univ. Publ. B - 6068.
4. David Williams and Kathy Pullman, 2000. Pests of roses. Agriculture Notes, AG 0516, June, 2000.
5. Emden H.F Van 1972. Aphid technology. Academic Press, London & New York - 344 pp.
6. M.L. Flint and Dreistadt, S.H.2004. Roses in the Garden and Landscape: Insect and Mite Pests and Beneficials: Univ. Calif. Agric. Nat. Res.Publ. 7466.
7. Nguyễn Xuân Linh, 1998. Hoa và kỹ thuật trồng hoa. NXB. NN.
8. Nguyễn Thị Kim Oanh, 2003. Đặc điểm sinh học, sinh thái của loài nhện đỏ *Tetranychus cinnabarinus* Boisduval hại hoa hồng vùng Hà Nội, Tạp chí BVTV số 2/2003, trang 27 - 30.
9. Nguyễn Đức Tùng, 2006. Một số đặc điểm sinh học, sinh thái của nhện đỏ son *Panonychus citri* (McGregor) (Acarina: Tetranychidae) hại hoa hồng. Tạp chí BVTV số 6.
10. <http://w.w.w.onlinetips.org/rose-pests>
11. <http://urbanext.illinois.edu/roses/disease.cfm>

*Thẩm định khoa học: GS.TS. Hà Quang Hùng - Trường Đại học Nông nghiệp Hà Nội.

HỘI CÁC NGÀNH SINH HỌC VIỆT NAM
Vietnam Union of Biology Associations

HỘI CÔN TRÙNG HỌC VIỆT NAM
Entomological Society of Vietnam

BÁO CÁO KHOA HỌC
**HỘI NGHỊ
CÔN TRÙNG HỌC QUỐC GIA**
LẦN THỨ 7

Hà Nội, ngày 9 - 10 tháng 5 năm 2011

Proceedings of the 7th Vietnam National Conference on Entomology
Hanoi, May 9 - 10, 2011



NHÀ XUẤT BẢN NÔNG NGHIỆP

55. BỌ TRĨ GÂY HẠI TRÊN CÂY HOA LÀI TẠI HUYỆN THUẬN AN,
TỈNH BÌNH DƯƠNG NĂM 2009 412
Nguyễn Thị Chắt
56. BỌ TRĨ HẠI TRÊN MAI VÀ HIỆU QUẢ LÔI CUỐN CHÚNG BẰNG
BẦY MÀU VÀNG TẠI THÀNH PHỐ HỒ CHÍ MINH 418
Nguyễn Thị Chắt, Nguyễn Đình Tín, Lý Trung Phúc
57. NGHIÊN CỨU VỀ SÂU ĐỤC TRÁI CÀ TÍM *Leucinodes orbonalis* Guenee
TẠI TRẢNG BOM TỈNH ĐỒNG NAI 425
Nguyễn Thị Chắt, Vũ Văn Hùng
58. CÔN TRÙNG GÂY HẠI TRÊN CÂY BÓN BÓN *Lansium domesticum* Corr
VÙNG ĐỒNG BẰNG SÔNG CỬU LONG 433
Nguyễn Thị Thu Cúc, Trương Huỳnh Ngọc
59. THÀNH PHẦN SÂU RÓM (Lepidoptera: Lymantriidae) TRÊN CÂY ĂN QUẢ
VÀ HOA CẢNH VÙNG ĐỒNG BẰNG SÔNG CỬU LONG VÀ ĐẶC ĐIỂM
HÌNH THÁI, SINH HỌC CỦA *Clethrogyna turbata* (Butler) 441
Nguyễn Thị Thu Cúc, Võ Thị Thu
60. KẾT QUẢ ĐIỀU TRA HAI LOÀI BỌ RỪA BẮT MÔI (BỌ RỪA ĐỎ
NHẬT BẢN *Propylea japonica* Thunberg, BỌ RỪA 6 VẼN *Menochilus
sexmaculatus* Fabricius) VỤ THU ĐÔNG 2010 TẠI TỪ LIÊM HÀ NỘI 449
*Nguyễn Quang Cường, Vũ Thị Chi, Nguyễn Thị Thúy,
Nguyễn Thị Hạnh, Phạm Huy Phong, Hà Thị Bẩy*
61. THÀNH PHẦN SÂU HẠI HOA CÚC VÀ THIÊN ĐỊCH CỦA CHÚNG,
DIỄN BIẾN MẬT ĐỘ SÂU HẠI CHÍNH TRÊN CÂY HOA CÚC NĂM 2010
TẠI TÂY TỰU, TỪ LIÊM, HÀ NỘI 456
*Đặng Thị Dung, Nguyễn Thị Kim Oanh, Trần Đình Chiến,
Hồ Thị Thu Giang, Nguyễn Đức Tùng*
62. DẤU HIỆU NHẬN BIẾT NHANH HAI LOÀI MỌT ĐẬU GÂY HẠI
TRÊN ĐẬU CÔ VE SAU THU HOẠCH VÀ BIỆN PHÁP PHÒNG TRỪ
LOÀI MỌT ĐẬU (*Acanthoscelides obtectus* Say) (Coleoptera: Bruchidae) 467
Nguyễn Quý Dương
63. ĐÁNH GIÁ BƯỚC ĐẦU SỰ MÃN CẢM NHẬN GIẾ *Steneotarsonemus spinki*
Smiley CỦA MỘT SỐ GIỐNG LÚA PHỔ BIẾN Ở VIỆT NAM 473
*Đỗ Thị Đào, Dương Thị Thanh Hương,
Dương Tiến Viện, Nguyễn Văn Đĩnh*

THÀNH PHẦN SÂU HẠI HOA CÚC VÀ THIÊN ĐỊCH CỦA CHÚNG, DIỄN BIẾN MẬT ĐỘ SÂU HẠI CHÍNH TRÊN CÂY HOA CÚC NĂM 2010 TẠI TÂY TỰU, TỪ LIÊM, HÀ NỘI

Đặng Thị Dung, Nguyễn Thị Kim Oanh, Trần Đình Chiến,
Hồ Thị Thu Giang, Nguyễn Đức Tiến
Trường Đại học Nông nghiệp Hà Nội

MỞ ĐẦU

Hoa là một sản phẩm đặc biệt vừa mang giá trị tinh thần, vừa mang giá trị kinh tế khi đời sống con người càng phát triển thì nhu cầu chơi hoa càng cao. Đã từ lâu, hoa đóng vai trò quan trọng trong cuộc sống của con người. Khi nói đến hoa người ta không thể không nói đến hoa cúc, hoa hồng - những loài hoa được trồng phổ biến ở Việt Nam cũng như trên thế giới. Sản xuất hoa mang lại lợi ích to lớn cho các nước trồng hoa. Do vậy, diện tích trồng hoa ngày một mở rộng. Việt Nam là nước có diện tích trồng hoa lớn thứ 4 ở châu Á (sau Trung Quốc, Ấn Độ, Thái Lan). Diện tích trồng hoa hàng năm khoảng 1.500 ha, trong đó diện tích trồng hoa hồng và hoa cúc chiếm chủ yếu (Nguyễn Xuân Linh, 1998). Hà Nội, nơi tập trung đông dân cư, nhu cầu về hoa cắt hàng năm lớn, vì vậy sản xuất hoa đang mang lại lợi nhuận cao cho nông dân vùng ven đô và được đánh giá là sản phẩm dễ tiêu thụ. Tuy nhiên, do lợi nhuận đem lại từ sản xuất hoa cao, nên người sản xuất đã đầu tư thâm canh, tạo điều kiện cho các loài sâu hại hoa cũng phát triển mạnh. Để bảo vệ sản phẩm hoa, người nông dân đã lạm dụng thuốc hóa học phun lên ruộng hoa, gây không ít hậu quả không mong muốn, đặc biệt làm giảm nghiêm trọng tính đa dạng các loài chân đốt, mất cân bằng sinh học, gây ô nhiễm môi trường và sức khỏe con người. Để khắc phục tình trạng trên, việc điều tra nghiên cứu sự đa dạng các loài chân đốt cũng như biến động số lượng của các loài dịch hại chính để có biện pháp quản lý chúng một cách thích hợp là rất cần thiết.

Bài báo này trình bày thành phần sâu hại hoa cúc và thiên địch của chúng và diễn biến mật độ sâu hại chính trên cây hoa cúc tại Từ Liêm, Hà Nội.

VẬT LIỆU VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

Xác định thành phần sâu hại trên cây hoa cúc và thiên địch của chúng năm 2010 tại Tây Tựu, Từ Liêm, Hà Nội được thực hiện theo phương pháp điều tra tự do, không gian, thời gian không cố định. Thu mẫu vật bắt gặp về sơ xử lý hoặc nuôi tiếp để giám định (Kazuo and Hung, 2003). Toàn bộ mẫu vật được giám định theo tài liệu của Hayashi *et al.* (1994), Shusiro *et al.* (1993), Teiso *et al.* (1991).

Điều tra diễn biến mật độ sâu hại chính (rệp muội, bọ trĩ, sâu khoang) dưới ảnh hưởng của một số yếu tố sinh thái (giống hoa, các vụ hoa ở các giai đoạn sinh trưởng của cây hoa cúc) năm 2010 tại Tây Tựu, Từ Liêm, Hà Nội được thực hiện theo quy chuẩn của Cục Bảo vệ thực vật, 2003.

Chọn 2 ruộng đại diện cho mỗi giống hoa cúc, mỗi vụ trồng. Mỗi ruộng điều tra 5 điểm chéo góc, mỗi điểm 1 m² đối với sâu khoang. Đối với rệp muội mỗi điểm điều tra 10 cây. Đối với bọ trĩ, mỗi điểm điều tra 1 cây theo 3 tầng, mỗi tầng ngắt 1 lá mang về phòng thí nghiệm. Giai đoạn nụ, hoa, mỗi điểm ngắt 1 nụ hoặc 1 bông hoa. Sau đó giữ bộ phận điều tra cho bọ trĩ chui ra, dùng bút lông tẩm cồn 70% đếm bọ trĩ để chuẩn hóa mật độ và cho vào ống nghiệm nhỏ có chứa cồn 70%.

KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU VÀ THẢO LUẬN

Thành phần sâu hại hoa cúc và thiên địch năm 2010 tại Tây Tựu, Từ Liêm, Hà Nội

Thành phần sâu hại

Thành phần sâu, nhện hại cây trồng nói chung, hoa cúc nói riêng có thể thay đổi bởi tác động của nhiều yếu tố, trong đó có thời tiết, giống cây, kỹ thuật canh tác và đặc biệt là biện pháp hóa học. Do vậy, để xác định được chỉ tiêu này trên hoa cúc tại Tây Tựu, Từ Liêm, Hà Nội trong điều kiện thời tiết năm 2010, chúng tôi tiến hành điều tra, kết quả được trình bày ở bảng 1.

Bảng 1. Thành phần sâu hại hoa cúc năm 2010 tại Tây Tựu, Từ Liêm, Hà Nội

TT	Tên Việt Nam	Tên khoa học	Bộ/Họ	Mức độ phổ biến		
				Vụ xuân	Hè thu	Thu đông
I.	Bộ Cánh đều - HOMOPTERA					
1	Rệp xanh đen	<i>Pleotrichophorus chrysanthemi</i> Theobald	Aphididae	+++	+	+++
2	Rệp đen	<i>Macrosiphoniella sanborni</i> G.	Aphididae	++	-	+
3	Rệp bông	<i>Aphis gossypii</i> Glover	Aphididae	+	+	0
4	Rệp sáp bông	<i>Pseudococcus</i> sp.	Pseudococcidae	-	++	0
5	Bọ phấn	<i>Bemisia</i> sp.	Aleyrodidae	0	-	0
6	Rầy xanh lá mạ	<i>Empoasca flavescens</i> F.	Jassidae	0	+	0
II.	Bộ Cánh nửa - HEMIPTERA					
7	Bọ xít xanh	<i>Nezara viridula</i> Lin.	Pentatomidae	+	-	+
8	Bọ xít nâu 2 chấm trắng	<i>Eusarcoris ventralis</i> L.	Pentatomidae	-	-	0
9	Bọ xít đỏ	<i>Dysdercus cingulatus</i> F.	Pyrrhocoridae	-	0	-
10	Bọ xít vai nhọn	<i>Cletus punctiger</i> F.	Coreidae	-	-	0
11	Bọ xít dài	<i>Leptocorisa acuta</i> Thunb.	Coreidae	-	0	0
12	Bọ xít tròn nâu	<i>Coptosoma bigutata</i> Mots.	Plataspidae	-	-	0
III	Bộ Cánh tơ - THYSANOPTERA					
13	Bọ trĩ	<i>Frankliniella occidentalis</i> (Pergande)	Thripidae	+++	+++	+
14	Bọ trĩ	<i>Thrips tabaci</i> Lin.	Thripidae	-	-	0

TT	Tên Việt Nam	Tên khoa học	Bộ/Họ	Mức độ phổ biến		
				Vụ xuân	Hè thu	Th. đông
IV	Bộ Cánh cứng - COLEOPTERA					
15	Cầu cầu xanh lớn	<i>Hypomeces squamosus</i> F.	Curculionidae	+	-	++
16	Cầu cầu xanh nhỏ	<i>Platymycterus sieversi</i> Reuter	Curculionidae	-	0	0
17	Bọ hung	<i>Prataetica</i> sp.	Scarabaeidae	+	-	-
18	Bọ cánh cam	<i>Anomala japonica</i> Arron	Scarabaeidae	0	0	-
19	Ban miêu đen	<i>Epicauta gorhami</i> Marseul	Meloidae	-	0	0
V	Bộ Cánh vảy - LEPIDOPTERA					
20	Sâu xanh	<i>Helicoverpa armigera</i> Hübner	Noctuidae	++	++	++
21	Sâu khoang	<i>Spodoptera litura</i> F.	Noctuidae	+++	+++	++
22	Sâu keo da láng	<i>S. exigua</i> Hübner	Noctuidae	+	0	0
23	Sâu đỏ	<i>Plusia</i> sp.	Noctuidae	-	+	0
24	Sâu cuốn lá	<i>Adoxophyes</i> sp.	Tortricidae	-	0	0
25	Sâu róm 4 gù vàng	<i>Orgyia postica</i> Walk.	Lymantridae	-	0	0
26	Sâu róm nâu đen	<i>Spilosoma</i> sp.	Arctidae	0	-	0
VI	Bộ Hai cánh - DIPTERA					
27	Ruồi đục lá	<i>Phytomyza</i> sp.	Agromyzidae	++	++	++
Tổng số loài mỗi vụ				23	19	11

Ghi chú: 0: Không xuất hiện; -: Xuất hiện rất ít; +: Xuất hiện ít; ++: Xuất hiện trung bình; +++: Xuất hiện nhiều

Số liệu bảng 1 cho thấy, trong điều kiện thời tiết năm 2010 tại Tây Tựu, Từ Liêm Hà Nội, xuất hiện 27 loài sâu hại thuộc 6 bộ côn trùng. Trong đó bộ Cánh vảy (Lepidoptera) thu được 7 loài, bộ Cánh đều (Homoptera) và bộ Cánh nửa (Hemiptera) mỗi bộ thu được 6 loài, bộ Cánh cứng 5 loài. Hai bộ còn lại (bộ Cánh tơ, bộ Hai cánh) chỉ 1 - 2 loài. Trong số 27 loài sâu hại thu được, 3 loài có mức độ phổ biến cao, đó là rệp xanh đen (*Pleotrichophorus chrysanthemi* Theobald), bọ trĩ (*Frankliniella occidentalis* (Pergande)) và sâu khoang (*Spodoptera litura* F.).

So sánh số loài sâu hại trên cây hoa cúc ở 3 vụ trồng cho thấy, thời vụ trồng có tác động đến số loài sâu hại. Cụ thể vụ xuân hè xuất hiện 23 loài, vụ hè thu 19 loài và vụ thu đông chỉ thu được 11 loài. Kết quả này có thể do thời tiết vụ xuân ấm áp, cây sinh trưởng tốt, là điều kiện rất thuận lợi cho các loài côn trùng nói chung, sâu hại nói riêng phát sinh phát triển. Mùa hè nắng nóng, một số loài phải di chuyển đến nơi có độ ẩm thấp hơn hoặc do sinh sản thấp, xác suất bắt gặp thấp nên số loài thu được ít hơn (19 loài). Còn vụ thu đông, nhiệt độ thấp hơn nhiều, có nhiều loài phải ngủ nghỉ để vượt qua thời tiết khắc nghiệt, nên số loài thu được ít nhất.

Theo Nguyễn Thị Kim Oanh (2002), thành phần sâu hại hoa cúc tại vùng Hà Nội trong 3 năm (1997 - 2000) thu được 17 loài, trong đó rệp muội xanh đen có mức độ phổ

biển cao nhất. Tiếp đó là sâu xanh và bọ trĩ có mức độ phổ biến trung bình. Các loài khác xuất hiện ít. Còn theo Nguyễn Việt Hà, Hà Quang Hùng (2008), chỉ riêng bọ trĩ hại hoa cúc tại Lũng Đông, Đăng Hải, Hải Phòng vụ hè thu 2007 gồm 5 loài, trong đó loài *Frankliniella intonsa* rất phổ biến trên cúc vàng và cúc trắng.

Thành phần thiên địch

Song song tồn tại với các loài sâu hại là các loài thiên địch của sâu hại. Chúng là lực lượng điều hòa số lượng các loài sâu hại và tạo nên mối cân bằng sinh học trên mỗi sinh cảnh. Kết quả tìm hiểu sự đa dạng các loài chân đốt có ích trên đồng cúc được thể hiện ở bảng 2.

**Bảng 2. Thành phần thiên địch trên hoa cúc năm 2010
tại Tây Tựu, Từ Liêm, Hà Nội**

TT	Tên Việt Nam	Tên khoa học	Bộ/Họ	Mức độ phổ biến		
				Vụ xuân	Hè thu	Thu đông
I. Bộ Chuồn chuồn - ODONATA						
1	Chuồn chuồn kim	Agriocnemis sp.	Coenagrionidae	-	+	-
II. Bộ Cánh nửa - HEMIPTERA						
2	Bọ xít nhỏ bắt mồi	Geocoris sp.	Lygaeidae	-	0	0
3	Bọ xít cổ ngỗng	Rhynocoris sp.	Reduviidae	-	-	0
III. Bộ Cánh cứng - COLEOPTERA						
4	Bọ rùa chữ nhân	Coccinella transversalis F.	Coccinellidae	++	+	-
5	Bọ rùa 6 vằn	Menochilus sexmaculatus F.	Coccinellidae	+++	++	+
6	Bọ rùa Nhật Bản	Propylea japonica Thunb.	Coccinellidae	++	-	-
7	Bọ rùa đỏ	Micraspis discolor F.	Coccinellidae	+	+	+
8	Bọ rùa 2 mảng đỏ	Lemnia biplagiata Swatz	Coccinellidae	0	++	+
9	Bọ rùa vàng	Leis axyridis Pallas	Coccinellidae	-	0	-
10	Chân chạy	Acupalpus sp.	Carabidae	-	0	0
11	Bọ cánh cộc nâu	Paederus fuscipes Curtis	Staphylinidae	+	+	-
12	Hổ trùng 8 chấm trắng	Cicindela tranbaicalica Most	Cicindellidae	-	0	0
IV. Bộ Cánh màng - HYMENOPTERA						
13	Ông ký sinh (KS) sâu khoang	Microplitis prodeniae Rao et Kurian	Braconidae	++	+++	+
14	Ông KS sâu khoang	Microplitis manilae Ashmead	Braconidae	+	-	++
15	Ông KS sâu xanh	Apanteles ruficrus Haliday	Braconidae	++	++	-
16	Ông KS sâu xanh	Apanteles sp.	Braconidae	-	+	-
17	Ông KS ruồi đục lá	Neochrysocharis formosa (Westwood)	Eulophidae	++	++	+

TT	Tên Việt Nam	Tên khoa học	Bộ/Họ	Mức độ phổ biến		
				Vụ xuân	Hè thu	Thu đông
IV	Bộ Cánh cứng - COLEOPTERA					
15	Câu cầu xanh lớn	<i>Hypomeces squamosus</i> F.	Curculionidae	+	-	+
16	Câu cầu xanh nhỏ	<i>Platymycterus sieversi</i> Reuter	Curculionidae	-	0	0
17	Bọ hung	<i>Prataetica</i> sp.	Scarabaeidae	+	-	-
18	Bọ cánh cam	<i>Anomala japonica</i> Arron	Scarabaeidae	0	0	-
19	Ban miêu đen	<i>Epicauta gorhami</i> Marseul	Meloidae	-	0	0
V	Bộ Cánh vảy - LEPIDOPTERA					
20	Sâu xanh	<i>Helicoverpa armigera</i> Hübner	Noctuidae	++	++	++
21	Sâu khoang	<i>Spodoptera litura</i> F.	Noctuidae	+++	+++	++
22	Sâu keo da láng	<i>S. exigua</i> Hübner	Noctuidae	+	0	0
23	Sâu đo	<i>Plusia</i> sp.	Noctuidae	-	+	0
24	Sâu cuốn lá	<i>Adoxophyes</i> sp.	Tortricidae	-	0	0
25	Sâu róm 4 gù vàng	<i>Orgyia postica</i> Walk.	Lymantridae	-	0	0
26	Sâu róm nâu đen	<i>Spilosoma</i> sp.	Arctidae	0	-	0
VI	Bộ Hai cánh - DIPTERA					
27	Ruồi đục lá	<i>Phytomyza</i> sp.	Agromyzidae	++	++	++
Tổng số loài mỗi vụ				23	19	11

Ghi chú: 0: Không xuất hiện; -: Xuất hiện rất ít; +: Xuất hiện ít; ++: Xuất hiện trung bình; +++: Xuất hiện nhiều.

Số liệu bảng 1 cho thấy, trong điều kiện thời tiết năm 2010 tại Tây Từ, Từ Liêm, Hà Nội, xuất hiện 27 loài sâu hại thuộc 6 bộ côn trùng. Trong đó bộ Cánh vảy (Lepidoptera) thu được 7 loài, bộ Cánh đều (Homoptera) và bộ Cánh nửa (Hemiptera) mỗi bộ thu được 6 loài, bộ Cánh cứng 5 loài. Hai bộ còn lại (bộ Cánh tơ, bộ Hai cánh) chỉ 1 - 2 loài. Trong số 27 loài sâu hại thu được, 3 loài có mức độ phổ biến cao, đó là rệp xanh đen (*Pleotrichophorus chrysanthemi* Theobald), bọ trĩ (*Frankliniella occidentalis* (Pergande)) và sâu khoang (*Spodoptera litura* F.).

So sánh số loài sâu hại trên cây hoa cúc ở 3 vụ trồng cho thấy, thời vụ trồng có tác động đến số loài sâu hại. Cụ thể vụ xuân hè xuất hiện 23 loài, vụ hè thu 19 loài và vụ thu đông chỉ thu được 11 loài. Kết quả này có thể do thời tiết vụ xuân ấm áp, cây sinh trưởng tốt, là điều kiện rất thuận lợi cho các loài côn trùng nói chung, sâu hại nói riêng phát sinh phát triển. Mùa hè nắng nóng, một số loài phải di chuyển đến nơi có độ nhiệt thấp hơn hoặc do sinh sản thấp, xác suất bắt gặp thấp nên số loài thu được ít hơn (19 loài). Còn vụ thu đông, nhiệt độ thấp hơn nhiều, có nhiều loài phải ngủ nghỉ để vượt qua thời tiết khắc nghiệt, nên số loài thu được ít nhất.

Theo Nguyễn Thị Kim Oanh (2002), thành phần sâu hại hoa cúc tại vùng Hà Nội trong 3 năm (1997 - 2000) thu được 17 loài, trong đó rệp muội xanh đen có mức độ phổ

biến cao nhất. Tiếp đó là sâu xanh và bọ trĩ có mức độ phổ biến trung bình. Các loài khác xuất hiện ít. Còn theo Nguyễn Việt Hà, Hà Quang Hùng (2008), chỉ riêng bọ trĩ hại hoa cúc tại Lũng Đông, Đàng Hải, Hải Phòng vụ hè thu 2007 gồm 5 loài, trong đó loài *Frankliniella intonsa* rất phổ biến trên cúc vàng và cúc trắng.

Thành phần thiên địch

Song song tồn tại với các loài sâu hại là các loài thiên địch của sâu hại. Chúng là lực lượng điều hòa số lượng các loài sâu hại và tạo nên mối cân bằng sinh học trên mỗi sinh cảnh. Kết quả tìm hiểu sự đa dạng các loài chân đốt có ích trên đồng cúc được thể hiện ở bảng 2.

**Bảng 2. Thành phần thiên địch trên hoa cúc năm 2010
tại Tây Tựu, Từ Liêm, Hà Nội**

TT	Tên Việt Nam	Tên khoa học	Bộ/Họ	Mức độ phổ biến		
				Vụ xuân	Hè thu	Thu đông
I. Bộ Chuồn chuồn - ODONATA						
1	Chuồn chuồn kim	Agriocnemis sp.	Coenagrionidae	-	+	-
II. Bộ Cánh nửa - HEMIPTERA						
2	Bọ xít nhỏ bắt mồi	Geocoris sp.	Lygaeidae	-	0	0
3	Bọ xít cổ ngỗng	Rhynocoris sp.	Reduviidae	-	-	0
III. Bộ Cánh cứng - COLEOPTERA						
4	Bọ rùa chữ nhân	Coccinella transversalis F.	Coccinellidae	++	+	-
5	Bọ rùa 6 vằn	Menochilus sexmaculatus F.	Coccinellidae	+++	++	+
6	Bọ rùa Nhật Bản	Propylea japonica Thunb.	Coccinellidae	++	-	-
7	Bọ rùa đỏ	Micraspis discolor F.	Coccinellidae	+	+	+
8	Bọ rùa 2 mảng đỏ	Lemnia biplagiata Swatz	Coccinellidae	0	++	+
9	Bọ rùa vàng	Leis axyridis Pallas	Coccinellidae	-	0	-
10	Chân chạy	Acupalpus sp.	Carabidae	-	0	0
11	Bọ cánh cộc nâu	Paederus fuscipes Curtis	Staphylinidae	+	+	-
12	Hổ trùng 8 chấm trắng	Cicindela tranbaicalica Most	Cicindellidae	-	0	0
IV. Bộ Cánh màng - HYMENOPTERA						
13	Ông ký sinh (KS) sâu khoang	Microplitis prodeniae Rao et Kurian	Braconidae	++	+++	+
14	Ông KS sâu khoang	Microplitis manilae Ashmead	Braconidae	+	-	++
15	Ông KS sâu xanh	Apanteles ruficrus Haliday	Braconidae	++	++	-
16	Ông KS sâu xanh	Apanteles sp.	Braconidae	-	+	-
17	Ông KS ruồi đục lá	Neochrysocharis formosa (Westwood)	Eulophidae	++	++	+

TT	Tên Việt Nam	Tên khoa học	Bộ/Họ	Mức độ phổ biến		
				Vụ xuân	Hè thu	Thu đông
18	Ong KS ruồi đục lá	<i>Cirrospilus</i> sp.	Eulophidae	0	-	0
19	Ong KS trứng bọ xít xanh vai đỏ	<i>Telenomus subitus</i> Le	Scelionidae	0	++	+
V. Bộ Hai cánh - DIPTERA						
20	Ruồi ăn rệp	<i>Episyrphus balteatus</i> Deg.	Syrphidae	++	++	-
21	Ruồi ký sinh sâu khoang	<i>Phora egregia</i> Brues	Braulidae	+	++	+
VI. Bộ Nhện lớn - ARANAEA						
22	Nhện linh miêu	<i>Oxyopes</i> sp.	Oxyopidae	+	+	-
23	Nhện linh miêu sọc	<i>Oxyopes lineatipes</i> Koch	Oxyopidae	+	-	++
24	Nhện sói	<i>Lycosa</i> sp.	Lycosidae	+	+	-
25	Nhện nhảy	<i>Bianor hotingchiehi</i> Schenkel	Salticidae	-	0	0
26	Nhện lưới vàng	<i>Agriope</i> sp.	Araneidae	0	-	0
Tổng số loài mỗi vụ				22	20	19

Ghi chú: - Đối với các loài bắt mồi: 0: Không xuất hiện, -: Rất ít phổ biến (< 5% tần suất bắt gặp);
 +: Ít phổ biến (5 - 20%); ++: Trung bình phổ biến: > 20 - 50%; +++: Rất phổ biến: > 50%.
 - Đối với các loài ký sinh: 0: Không xuất hiện, -: Rất ít phổ biến (< 5% tỷ lệ ký sinh);
 +: Ít phổ biến (5 - 10%); ++: Trung bình phổ biến: > 10 - 20%; +++: Rất phổ biến: > 20%.

Kết quả điều tra cho thấy, thành phần thiên địch trên cây cúc năm 2010 tại Tây Tựu, Từ Liêm, Hà Nội khá phong phú, 26 loài thuộc 6 bộ 16 họ của lớp côn trùng và lớp nhện. Trong số 26 loài thiên địch thu được thì bộ Cánh cứng (Coleoptera) có 9 loài, riêng họ bọ rùa (Coccinellidae) 6 loài, trong đó loài bọ rùa 6 vằn *Menochilus sexmaculatus* F (ăn rệp muội) xuất hiện phổ biến nhất. Bộ Cánh màng (Hymenoptera) thu được 7 loài và ong ký sinh sâu khoang *Microplitis prodeniae* Rao et Kurian (Braconidae) xuất hiện phổ biến hơn những loài khác. Kết quả nghiên cứu của Dang Thị Dung and Vu Quang Con (1999) cho thấy, sâu khoang bị ong *M. prodeniae* ký sinh rất phổ biến. Theo Nguyễn Thị Hồng Hà và ctv. (2007), Vũ Quang Côn và ctv. (2008), Trần Ngọc Lân và ctv. (2008) đã nghiên cứu đặc điểm sinh học, sinh thái và thực nghiệm khả năng ký sinh trên sâu khoang của ong *M. manilae* do sự phổ biến của loài ong này trên sinh cảnh đồng đậu tương và đồng lạc. Các loài bắt mồi thuộc bộ nhện lớn (5 loài) tuy không nhiều, song cũng phần nào thể hiện được tính đa dạng của chúng trên đồng cúc năm 2010 tại một địa danh nhỏ.

Kết quả điều tra ở bảng 2 còn cho thấy, số loài chân đốt có ích trên đồng cúc thu được trong từng vụ tương tự nhau. Vụ xuân hè thu được 22 loài, vụ hè thu 20 loài và vụ thu đông 19 loài. Số loài chênh lệch giữa các vụ chỉ 1 - 3 loài (không đáng kể). Vụ thu đông, số loài sâu hại ít hơn nên số loài thiên địch cũng ít hơn là điều hợp lý.

Diễn biến mật độ một số sâu hại chính trên cây hoa cúc năm 2010 tại Tây Tựu, Từ Liêm, Hà Nội**Diễn biến mật độ sâu khoang (*Spodoptera litura* F.)**

Sâu khoang là một trong những loài xuất hiện phổ biến và gây hại đáng kể trên nhiều loại cây trồng, trong đó có cây hoa cúc. Để có biện pháp phòng chống sâu khoang một cách hợp lý tại vùng trồng hoa truyền thống (Tây Tựu, Từ Liêm, Hà Nội), thì việc điều tra biến động số lượng của chúng là cần thiết. Kết quả điều tra chỉ tiêu này trong điều kiện thời tiết năm 2010 tại Tây Tựu, Từ Liêm, Hà Nội được trình bày ở bảng 3.

Bảng 3. Diễn biến mật độ sâu khoang (*Spodoptera litura* F.) trên cây hoa cúc năm 2010 tại Tây Tựu, Từ Liêm, Hà Nội

Giai đoạn sinh trưởng	Mật độ sâu (con/m ²)					
	Vụ xuân hè		Vụ hè thu		Vụ thu đông	
	Cúc vàng	Cúc trắng	Cúc vàng	Cúc trắng	Cúc vàng	Cúc trắng
Mới trồng	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
2 - 4 lá	0,0	0,0	0,4	0,6	0,6	1,4
5 - 7 lá	0,2	0,0	0,4	0,4	2,4	7,6
8 - 10 lá	1,6	0,5	0,6	1,0	6,2	16,4
11 - 13 lá	3,5	2,4	1,0	1,6	1,5	2,5
14 - 16 lá	2,4	2,8	1,4	2,0	2,8	0,8
Lâm nụ	5,2	1,6	2,2	2,6	3,7	0,2
Nụ to	12,6	5,8	2,6	2,8	11,3	6,7
Nụ hé	8,2	7,6	3,2	3,4	14,2	8,6
Nụ chum chim	11,8	4,5	3,8	2,2	5,6	3,5
Hoa nở	1,8	2,4	1,8	1,8	3,2	2,8
Thu hoạch 1	4,2	2,5	1,2	1,2	0,8	1,6
Thu hoạch 2	2,8	1,6	0,8	0,6	1,5	1,2
Hoa tàn	1,2	1,5	0,2	0,4	2,4	0,8
Trung bình chung	4,0	2,4	1,4	1,5	4,0	3,9

Số liệu điều tra (bảng 3) cho thấy, sâu khoang xuất hiện và gây hại trên cây hoa cúc từ rất sớm, khi cây mới bắt đầu sinh trưởng (2 - 4 lá) ở vụ hè thu và thu đông với mật độ ban đầu thấp (0,4 - 1,4 con/m²). Ở vụ xuân hè chúng xuất hiện muộn hơn (giai đoạn cây có 5 - 7 lá trên cúc vàng và 8 - 10 lá trên cúc trắng). Mật độ sâu tăng giảm theo lứa và không biến động mạnh khi so sánh giữa 3 vụ trồng cũng như trên 2 giống cúc điều tra (cúc vàng và cúc trắng). Mật độ cao nhất trên giống cúc vàng là 14,2 con/m² ứng với giai đoạn nụ hé và 16,4 con/m² ứng với giai đoạn cây 8 - 10 lá. Mật độ sâu khoang trung bình chung toàn vụ không cao (1,4 - 4,0 con/m²). Vụ hè thu có mật độ sâu khoang thấp nhất (1,4 con/m² trên cúc vàng và 1,5 con/m² trên cúc trắng). Kết quả điều tra này rất có thể là do vụ hè thu thiên địch hoạt động mạnh, nên khả năng khống chế số lượng sâu hại tốt hơn.

Diễn biến mật độ rệp xanh đen (*Pleotrichophorus chrysanthemi* Theobald)

Rệp muội nói chung, rệp xanh đen nói riêng trên cây hoa cúc được đánh giá là một trong những loài gây hại chính (Nguyễn Thị Kim Oanh, 2002). Sự gây hại của chúng không chỉ ảnh hưởng đến sinh trưởng, phát triển của cây cúc mà còn trực tiếp làm giảm chất lượng hoa. Để có cơ sở đánh giá tác hại của chúng, kết quả điều tra biến động mật độ rệp xanh đen được trình bày ở bảng 4.

Bảng 4. Diễn biến mật độ rệp xanh đen (*Pleotrichophorus chrysanthemi* Theobald) trên cây hoa cúc năm 2010 tại Tây Tựu, Từ Liêm, Hà Nội

Giai đoạn sinh trưởng	Mật độ rệp (con/cây)					
	Vụ xuân hè		Vụ hè thu		Vụ thu đông	
	Cúc vàng	Cúc trắng	Cúc vàng	Cúc trắng	Cúc vàng	Cúc trắng
Mới trồng	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
2 - 4 lá	0,6	1,4	0,6	1,2	0,5	1,6
5 - 7 lá	3,6	5,7	1,2	2,5	3,6	5,4
8 - 10 lá	18,5	11,6	0,8	5,6	11,2	21,8
11 - 13 lá	27,2	32,5	3,2	7,5	18,8	27,5
14 - 16 lá	15,4	22,8	4,5	9,4	25,5	2,8
Làm nụ	3,5	3,7	1,3	1,7	7,5	1,7
Nụ to	1,6	4,5	2,5	0,5	0,8	4,5
Nụ hé	5,8	1,5	1,4	0,0	4,5	16,0
Nụ chụm chím	23,2	32,3	11,7	2,5	2,2	33,5
Hoa nở	33,4	40,8	6,5	18,3	5,2	8,3
Thu hoạch 1	5,9	21,6	4,2	12,6	4,6	1,6
Thu hoạch 2	4,7	12,2	2,3	1,2	1,7	0,2
Hoa tàn	3,6	4,1	3,7	0,8	0,6	0,4
Trung bình	10,5	13,9	3,1	4,6	6,2	9,0

Số liệu bảng 4 cho thấy, rệp xuất hiện và gây hại cây cúc từ rất sớm ở cả 3 vụ trồng (2 - 4 lá). Mật độ tăng nhanh đến giai đoạn 8 - 10 lá ở vụ xuân hè và thu đông cho tới giai đoạn 14 - 16 lá. Mật độ cao nhất đạt 40,8 con/cây trên cúc trắng và 33,4 con/cây trên cúc vàng ở thời điểm hoa nở. Trong 3 vụ trồng thì vụ hè thu có mật độ rệp thấp nhất. Điều này hợp với cơ chế tác động của thời tiết. Đó là mùa hè nắng nóng, sức sống của rệp muội thấp, sức sinh sản cũng bị hạn chế rất nhiều.

Trong 2 giống cúc điều tra thấy rằng, cúc trắng có mật độ rệp tương đối cao hơn cúc vàng ở cả 3 vụ trồng. Tuy nhiên sự chênh lệch mật độ ở đây không hoàn toàn khẳng định mà chỉ nhận xét chủ quan. Kết quả điều tra tương đối phù hợp với số liệu

thu được của Nguyễn Thị Kim Oanh (2002), mật độ rệp muối cao vào giai đoạn nụ, hoa đến hoa nở.

Diễn biến mật độ bọ trĩ (*Frankliniella occidentalis* (Pergande))

Loài bọ trĩ *Frankliniella occidentalis* Pergande đã trở thành một trong những loài dịch hại chính trên cây trồng trong khoảng 20 năm trở lại đây. Ngoài nguyên nhân thời gian phát dục nhanh, sinh sản đơn tính mạnh, chúng còn là loài dịch hại mang tính chống thuốc cao với phần lớn các loại thuốc hóa học đang thịnh hành trên thị trường. Hơn thế nữa *F. occidentalis* là một vector truyền một số bệnh virus quan trọng như bệnh đốm héo cà chua (Tomato Spotted Wilt Virus (TSWV) hoặc bệnh virus thối đỏ thân trên cây hoa cúc (Stem Necrosis Virus (SNV) (Margit, 2006).

Tại Tây Tựu, Từ Liêm, Hà Nội trong điều kiện thời tiết năm 2010, trên cây hoa cúc loài bọ trĩ *F. occidentalis* là loài xuất hiện phổ biến từ giai đoạn cây con đến lúc thu hoạch. Kết quả điều tra chỉ tiêu này được ghi lại ở bảng 5.

Bảng 5. Diễn biến mật độ bọ trĩ *Frankliniella occidentalis* (Pergande) trên cây hoa cúc năm 2010 tại Tây Tựu, Từ Liêm, Hà Nội

Giai đoạn sinh trưởng	Mật độ bọ trĩ (con/lá/nụ/hoa)					
	Vụ xuân hè		Vụ hè thu		Vụ thu đông	
	Cúc vàng	Cúc trắng	Cúc vàng	Cúc trắng	Cúc vàng	Cúc trắng
Mới trồng	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
2 - 4 lá	0,2	0,0	0,0	0,4	2,5	0,4
5 - 7 lá	0,5	0,9	2,5	1,8	7,6	2,6
8 - 10 lá	1,3	1,6	11,8	4,2	14,4	6,6
11 - 13 lá	2,4	0,7	15,5	8,5	23,8	10,7
14 - 16 lá	1,5	3,4	24,2	16,7	17,3	8,5
Làm nụ	3,8	1,6	10,7	21,1	31,2	4,1
Nụ to	15,9	4,3	3,9	17,3	15,9	1,3
Nụ hé	12,4	5,7	6,0	7,9	1,9	3,7
Nụ chụm chím	12,2	3,8	2,5	4,5	1,5	1,2
Hoa nở	8,6	1,2	15,6	5,4	3,4	1,6
Thu hoạch 1	4,3	3,7	24,7	12,3	11,6	2,5
Thu hoạch 2	1,8	0,6	16,2	5,6	2,2	0,8
Hoa tàn	3,8	0,8	9,6	1,5	0,4	1,2
Trung bình	5,6	2,0	10,2	7,7	9,6	3,2

Số liệu bảng 5 cho thấy, trong 3 vụ trồng hoa cúc thì mật độ bọ trĩ *F. occidentalis* hại hoa cúc ở vụ xuân hè tương đối thấp hơn vụ hè thu và thu đông. Cụ thể trên cúc vàng, mật độ bọ trĩ *F. occidentalis* tương ứng của 3 vụ là 5,6; 10,2 và 9,6 con/lá/nụ/hoa. Tương tự, mật độ loài bọ trĩ này trên cúc trắng tương ứng là 2,0; 7,7 và 3,2 con/lá/nụ/hoa. Kết quả này có thể là do dinh dưỡng của cây cúc vàng thích hợp hơn cúc trắng, nên bọ trĩ *F. occidentalis* phát triển tốt hơn, mật độ gần như thường xuyên cao hơn. Cụ thể, vụ xuân hè, trên cúc vàng mật độ cao (12,2 - 15,9 con/lá/nụ/hoa) ứng với giai đoạn nụ hé - nụ chụm chím, trong khi trên cúc trắng, mật độ bọ trĩ chỉ dao động từ 0,6 - 5,7 con/lá/nụ/hoa suốt từ đầu đến cuối vụ. Vụ hè thu, mật độ bọ trĩ trên cúc vàng (xem bảng 5) duy trì mức cao từ giai đoạn 8 - 10 lá đến làm nụ (10,7 - 24,2 con/lá/nụ/hoa) và giai đoạn hoa nở đến thu hoạch (15,6 - 24,7 con/lá/nụ/hoa) trong khi trên cúc trắng mật độ cao chỉ xuất hiện trong thời gian ngắn (14 - 16 lá đến nụ to). Tương tự đối với vụ thu đông, mật độ bọ trĩ cao (14,4 - 31,2 con/lá/nụ/hoa) từ khi cây phát triển 8 - 10 lá đến khi cây có nụ to trên cúc vàng, trong khi trên cúc trắng mật độ bọ trĩ cao nhất chỉ 10,7 con/lá vào giai đoạn cây phát triển 11 - 13 lá.

KẾT LUẬN

Thành phần sâu hại hoa cúc năm 2010 tại Tây Tựu, Từ Liêm, Hà Nội xuất hiện 27 loài thuộc 6 bộ côn trùng. Trong đó 3 loài có mức độ phổ biến cao là rệp xanh đen (*Pleotrichophorus chrysanthemi* Theobald), bọ trĩ (*Frankliniella occidentalis* (Pergande)) và sâu khoang (*Spodoptera litura* F.). Thời vụ trồng có ảnh hưởng đến sự xuất hiện và tồn tại của các loài sâu hại trên cây cúc. Vụ xuân hè xuất hiện 23 loài, vụ hè thu 19 loài và vụ thu đông 11 loài. Thành phần thiên địch trên cây cúc thu được 26 loài thuộc 6 bộ, 16 họ của lớp côn trùng và lớp nhện. Hai loài xuất hiện với mức độ phổ biến cao là bọ rùa 6 vằn *Menochilus sexmaculatus* F (Coccinellidae) và ong ký sinh sâu khoang *Microplitis prodeniae* Rao et Kurian (Braconidae).

Sâu khoang, rệp xanh đen và bọ trĩ gây hại trên cả 2 loại cúc điều tra (cúc vàng và cúc trắng) từ đầu đến cuối vụ. Mật độ sâu khoang trên cúc vàng tương tự trên cúc trắng, song vụ xuân hè và vụ thu đông có mật độ sâu cao hơn vụ hè thu (3,9 - 4,0 con/m² so với 1,4 - 1,5 con/m²). Mật độ rệp xanh đen trên cây cúc vụ xuân hè cao hơn vụ hè thu và thu đông (10,5 - 13,9 con/cây vụ xuân hè so với 3,1 - 4,6 con/cây vụ hè thu và 6,2 - 9,0 con/cây vụ thu đông). Trên cúc vàng mật độ rệp xanh đen thường xuyên thấp hơn trên cúc trắng. Mật độ bọ trĩ trên cây cúc vụ xuân hè tương đối thấp hơn vụ hè thu và thu đông. Trên cúc vàng, mật độ bọ trĩ *F. occidentalis* cao hơn trên cúc trắng (5,6; 10,2 và 9,6 con/lá/nụ/hoa vụ xuân hè, hè thu và thu đông so với 2,0; 7,7 và 3,2 con/lá/nụ/hoa trên cúc trắng ở các vụ tương ứng).

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Vũ Quang Côn, Trần Ngọc Lâm, Nguyễn Thị Hiếu, Phan Thanh Tùng, 2008. Một số đặc điểm sinh học và sinh thái của ong *Microplitis manilae* Ashmead (Hym.: Braconidae) ký sinh sâu khoang hại lạc. Báo cáo khoa học Hội nghị Côn trùng học toàn quốc lần thứ 6. NXB. Nông nghiệp, Hà Nội: 30 - 34.
2. Cục BVTV., 2003. Tiêu chuẩn ngành 10TCN 224 - 2003 "Phương pháp điều tra phát hiện sinh vật hại cây trồng". NXB. Nông nghiệp, Hà Nội: 1 - 8.
3. Nguyễn Thị Hồng Hà, Dương Việt Anh, Đặng Thị Dung, 2007. Một số đặc điểm hình thái, sinh học và sinh thái của ong *Microplitis manilae* Ashmead (Hymenoptera, Braconidae) ký sinh sâu khoang *S. litura* F (Noctuidae) hại đậu tương vụ hè thu 2006 tại Gia Lâm, Hà Nội. Báo cáo khoa học về Sinh thái & Tài nguyên sinh vật. Hội nghị Khoa học toàn quốc lần thứ 2. NXB. Nông nghiệp, Hà Nội: 382 - 387.
4. Nguyễn Việt Hà, Hà Quang Hùng, 2008. Nghiên cứu thành phần bộ trĩ hại hoa cắt, diễn biến mật độ của loài bộ trĩ chính trong vụ hè thu năm 2007 tại Lũng Đông, Đăng Hải, Hải Phòng. Báo cáo khoa học Hội nghị Côn trùng học toàn quốc lần thứ 6, Hà Nội: 542 - 548.
5. Trần Ngọc Lâm, Nguyễn Thị Hiếu, Phan Thanh Tùng, 2008. Thử nghiệm khả năng ký sinh sâu khoang (*Spodoptera litura* F.) hại lạc của ong *Microplitis manilae* Ashm. Báo cáo khoa học Hội nghị Côn trùng học toàn quốc lần thứ 6. NXB. Nông nghiệp, Hà Nội: 629 - 626.
6. Nguyễn Xuân Linh, 1998. *Hoa và kỹ thuật trồng hoa*. NXB. Nông nghiệp.
7. Nguyễn Thị Kim Oanh, 2002. Một số đặc điểm sinh vật học, sinh thái học của loài rệp xanh đen *Pleotrichophorus chrysanthemi* Theobald (Aphididae: Homoptera) trên cây hoa cúc ở Hà Nội. Báo cáo khoa học Hội nghị Côn trùng học toàn quốc lần thứ 4, Hà Nội: 381 - 386.
8. Dang Thi Dung and Vu Quang Con, 1999. Composition of parasitic insects of soybean cutworm and eco - biological characteristics of *Microplitis prodeniae* Rao et Chandry (Hym., Braconidae) parasitic on *Spodoptera litura* F (Lep.: Noctuidae) in Hanoi and surrounding areas in Vietnam. Malaysian Applied Biology. Vol. 28 (1&2): 63 - 67.
9. Hayashi M., Kobayashi S., 1994. The Coleoptera of Japan in color. Vol. IV. Hoikusha Publishing Co.LTd. Printed in Japan: 147 - 269.
10. Kazuo O. & Hung H.Q., 2003. Insect Collection and Preservation HAU - JICA Project Gia Lam, Hanoi, Vietnam.
11. Shusiro Ito, *et al.*, 1993. Colored Illustration of the Insect of Japan. Vol. III. Hoikusha Publishing Co.LTd. Printed in Japan: 06 - 270.
12. Teiso Esaki, *et al.*, 1991. Moths of Japan in colour. Vol. I & II. Hoikusha Publishing Co.LTd. Printed in Japan: 372 - 483, 516 - 571, 856 - 957, 1653 - 1724.
13. Margit Nothnagl, 2006. Interaction between Greenhouse grown Chrysanthemum and *Frankliniella occidentalis*. A Modelling Approach. Doctoral thesis, Swedish University of Agricultural Sciences. Alnarp, pg. 7.

*Thẩm định khoa học: GS.TS. Hà Quang Hùng - Trường Đại học Nông nghiệp Hà Nội.

SUMMARY

INSECT PEST COMPOSITION AND THEIR NATURAL ENEMIES ON Chrysanthemum; THE DYNAMIC POPULATION OF KEYS PESTS IN 2010 AT TAY TUU, TU LIEM, HA NOI

Dang Thi Dung, Nguyen Thi Kim Oanh,
Tran Dinh Chien, Ho Thi Thu Giang and Nguyen Duc Tung
Hanoi University of Agriculture

In total 27 insect pest species on Chrysanthemum were found in 2010 at Tay Tuu, Tu Liem, Hanoi. Three species appeared with high frequency: *Pleotrichophorus chrysanthemi* Theobald (Aphididae), *Frankliniella occidentalis* (Pergande) (Thripidae) and army worm *Spodoptera litura* (F.) (Noctuidae). Season effected species composition, in spring - summer season, appeared 23 species, in summer - autumn 19 and autumn - winter 11 species respectively. The obtained 26 species of natural enemies on Chrysanthemum belong to 6 orders of Insecta and Araneida. Two species appeared with high frequency. The lady bird beetle *Menochilus sexmaculatus* F (Coccinellidae) and the army worm parasitoid *Microplitis prodeniae* Rao et Kurian (Braconidae).

The army worm *S. litura*, the greenish aphid *P. chrysanthemi* and the thrips *F. occidentalis* damaged both chrysanth varieties from transplanting to harvesting. The density of army worm on the yellow chrysanth variety was similar to that of the white variety, but in spring - summer season and in autumn - winter season, the density of army worm was distinctly higher than in summer - autumn season (3.9 - 4.0 individuals/m² compared with 1.4 - 1.5 individuals/m², respectively). For the greenish aphid, the density of it on chrysanth in spring - summer season was higher (10.5 - 13.9 individuals/plant) than in summer - autumn season (3.1 - 4.6 individuals/plant) and in autumn - winter season (6.2 - 9.0 individuals/plant). On yellow chrysanth variety, the density of greenish aphid was usually lower than on white chrysanth variety. And the density of thrips *F. occidentalis* in spring - summer season was rather lower than in summer - autumn and autumn - winter season. On the yellow chrysanth variety, the density of thrips was higher than on the white chrysanth variety (5.6, 10.2 and 9.6 individuals/leaf/flower in each crop comparing with 2.0, 7.7 and 3.2 individuals/leaf/flower, respectively).

Key words: Insect pest, Chrysanthemum, density.



Farmers' Knowledge and Practices in Controlling Mites and Their Attitude Towards Biological Control

Nguyen Duc Tung[†], Celia DR. Medina*, Luis Rey I. Velasco*, and Josefina T. Dizon*

MS Entomology College of Agriculture, University of the Philippines Los Baños Laguna, Philippines

*University of the Philippines Los Baños Laguna, Philippines

ABSTRACT: The study was conducted to determine the knowledge and practices of vegetable farmers in Hanoi, Vietnam in controlling mites, and their attitude towards *N. longispinosus* as biological control agent against *T. urticae* on green bean. The field surveys conducted in Tang My and Son Du hamlets, two of the largest vegetable production areas in Dong Anh district, show that the respondents in Tang My who had training on the vegetable IPM program had higher knowledge on green bean pest management and knew better about natural enemies and biological control than the ones without training in Son Du. However, both groups of respondents did not have enough knowledge on spider mite control and most of them did not know or hear about predatory mite before. Hence, 40 percent of the respondents said they would not use predatory mites, and 33 percent were still uncertain whether they will adopt this biological control. The paper suggests some recommendations to enhance farmers' use of biological control against mites on green beans.

Key words: Farmers' Knowledge, Controlling Mites, Biological Control, Philippines

The two-spotted spider mite, *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae), is one of the most important pests of many crops in temperate and tropical climates (Skirvin and Williams, 1999; García-Mari and González-Zamora, 1999). It feeds on the plant by penetrating plant tissues with their mouth stylets to suck out the cell contents. At low populations, it mainly damages the spongy mesophyll tissue but at higher densities, the area of damage and injury to the palisade parenchyma occurs (Sances *et al.*, 1979). The result of this feeding damage on leaf tissues is a reduction in chlorophyll content, photosynthesis, carbon dioxide assimilation, and transpiration. As these essential plant processes are affected, crop yields are diminished as shown in maize (Archer and Bynum, 1993), strawberry (Oatman *et al.*, 1982), pear (McNab and Jerie, 1993), cotton (Wilson, 1993), soyabean (Singh, 1988) and grapevine (Hluchy and Pospisil, 1992), among others.

T. urticae has a very wide host range that includes many crops grown in glasshouses such as tomatoes, cucumbers, peppers, and flowers like chrysanthemums and orchids. It infests strawberries in both protected and unprotected environment. In temperate countries, it is a problem among field-grown fruit crops such as apples, pears and grapes, as well as

important agronomic crops like cotton, soybeans and other legumes.

Chemical control is the main method of combating spider mites. However, due to excessive use of pesticides and associated problems of pesticide resistance and environmental pollution, there is an increasing demand for sustainable, environment-friendly control methods. Biological control of spider mites has been tried as an alternative method to chemical control.

Among the array of natural enemies recorded to attack spider mites, predatory mites from the family Phytoseiidae were considered the most important (McMurtry, 1984, Bounfour and McMurtry, 1987). Some of these phytoseiid mites are already commercially produced as biological control agents, like *Phytoseiulus persimilis*, the most widely used among predatory mites.

In the Philippines, *Neoseiulus longispinosus* (Evans) (Acari:Phytoseiidae) is the most abundant species among 24 different species of phytoseiid predatory mites. It is found on several legumes, cucurbits, weeds and plantation crops (Corpuz-Raros and Rimando, 1966, Corpuz-Raros, 1978). Its potential for biological control has been studied against two-spotted spider mite (*T. urticae*) in strawberry (Kongchuensin *et al.*, 2001, Waite, 1988) and *Schizotetranychus nanjingensis* in bamboo (Zhang *et al.*, 1999).

This study was conducted to determine the knowledge and

[†]Corresponding author: (Phone)

(E-mail) josefina_dizon@yahoo.com

<Received Sep. 30, 2010 / Accepted Mar. 10, 2011>

practices of vegetable farmers in Hanoi, Vietnam in controlling mites, and their attitude towards *N. longispinosus* as biological control agent against *T. urticae* on green bean.

METHODOLOGY

A survey interview was conducted in two hamlets of Dong Anh district, Hanoi, Vietnam, the Tang My and Son Du hamlets. They were selected based on the difference in training that they had taken. Tang My had vegetable IPM training while Son Du did not have.

Dong Anh District was selected for this study since its economy is predominantly agricultural and rice is the principal crop. Five of its communes, namely, Van Noi, Tien Duong, Nam Hong, Bac Hong, and Nguyen Khe are specialized in growing vegetables. Hence, the farmers in these communes are expected to have higher knowledge on vegetable planting and pest management than those in other communes.

Data Sources

The primary data, which included information on green bean pest management and green bean production in the two hamlets, were gathered through key informant and survey interviews. While the secondary data, which were comprised of socio-economic, cultural and demographic characteristics of the two hamlets, were collected from offices of the commune's people committee, agricultural cooperative, and plant protection offices.

Data Collection and Instruments

Key informant interview. The key informants were plant protection officers, district agricultural officers, authorities of people commune committees, agricultural cooperatives, agricultural extension officers, heads of farmers' associations, women groups and other institutional organizations in the communes. A checklist of the guide questions was also prepared before the interview.

Farmer survey. Thirty green bean growers from each hamlet were selected randomly. Prior to the interview in January 2009, a structured questionnaire was pretested through field interviews with five farmers.

The questionnaire included 1) socio-demographic information; 2) farmers' knowledge and perception in pest management; 3) respondents knowledge of using insecticides; 4) respondents' knowledge on biological control; and 5) farmers' knowledge of spider mite.

Data Analysis

Primary data on the knowledge, the attitude, and the pest management practices generated from the key informant

and farmers' interviews from the two hamlets were summarized and compared using Microsoft Excel and Statistical Package for Social Survey (SPSS) 13.0. The secondary data gathered were first reviewed, sorted and documented vis-à-vis the data need

RESULTS AND DISCUSSION

Basic Information on the Research Sites

The two hamlets included in the study were Son Du and Tang My of the Dong Anh District in the province of Hanoi, Vietnam.

Dong Anh District, with a total area of 18,230 ha, is the second largest among the 5 districts of Hanoi. It includes one town, the district centre, and 23 communes of which 10 are engaged in vegetable production. However, of these 10 communes, five have been specialized in vegetable production, namely Nam Hong, Bac Hong, Nguyen Khe, Tien Duong and Van Noi.

Son Dun is one of the eight agricultural hamlets in the Nguyen Khe commune with the largest area devoted to vegetables. During the conduct of the study, 350 households in Son Du were classified as poor (48 households), middle (244 households), better-off (50 households), and rich (8 households). Poor households mainly produced rice, while the middle and better-off households were engaged more in vegetable production especially in the winter season.

On the other hand, Tang My hamlet is a part of the Nam Hong commune. When the study was conducted, the population of Tang My was 2,400 with 630 households. The average family size was 3.8. The livelihood of the local people was mainly dependent on agricultural production, in which vegetable production played an important role.

Respondents' Socio-economic Characteristics

Gender. Table 1 shows that majority (85%) of the respondents was women. Most males in Dong Anh district go to inner Hanoi which is close to the district to find jobs, so farming activities are done by the females.

Age. The respondents' age ranged from 29 to 62 years old, with a mean of 46, and all were married. Most (98%) of the respondents are within the 31 to 60 years old range. They were mainly engaged in agricultural production, so they have good experience in pest management and the ability to decide whether to apply biological control or not.

Educational attainment. The respondents' average educational attainment is 7.27 years, which is equivalent to secondary school. The majority (73%) of the respondents had graduated from secondary school, and also most (87%) of them had complied with the Vietnamese compulsory education policy of basic secondary education.

Table 1. Respondents' demographic profile, Tang My and Son Du, Dong Anh, Hanoi, Vietnam.

PARAMETERS	TANG MY (n=30)		SON DU (n=30)		OVERALL (n=60)	
	No.	%	No.	%	No.	%
Sex						
Male	7	23.3	2	6.67	9	15
Female	23	76.67	28	93.33	51	85
Age of respondents						
<30 years	1	3.33	0	0	1	1.67
31- 45 years	14	46.67	12	40	25	41.67
46 and above	15	50	18	60	34	56.67
Mean	44.6		47.5		46.05	
Standard deviation	6.81		8.8		7.93	
Educational attainment						
Elementary school (grades 1-5)	3	10	5	16.67	8	13.33
Secondary school (grades 6-9)	22	73.33	22	73.33	44	73.33
High school and higher education (above grade 9)	5	16.67	3	10	8	13.33
Mean years of schooling	7.3		7.23		7.27	
Standard deviation	1.84		1.65		1.74	
Household size						
2 - 3 members	2	6.67	5	16.67	7	11.67
4 - 5 members	21	70	20	66.67	41	68.33
>5 members	7	23.33	5	16.67	12	20
Mean	4.9		4.43		4.67	
Standard deviation	1.52		1.3		1.42	
No. of years in farming						
<15 years	5	16.67	4	13.33	9	15
15-25 years	17	56.67	6	20	23	38.33
25 and above	8	26.67	20	66.67	28	46.67
Mean	22.83		28.7		25.77	
Standard deviation	6.43		9.19		8.4	
No. of years growing green bean						
<7 years	5	16.67	6	20	11	18.33
7-10 years	16	53.33	11	36.67	27	45
>10 years	9	30	13	43.33	22	36.67
Mean	10.83		13.93		12.38	
Standard deviation	4.52		7.53		6.35	
Training						
Vegetable IPM	30	100	3	10	33	55
Rice IPM	0	0	2	6.67	2	3.33
Green bean Production	0	0	1	3.33	1	1.67
No training	0	0	24	80	24	40
Source of income						
Total income per year						
<15 million VND*	6	20	1	3.33	7	11.67
15- 25 million VND	19	63.33	23	76.67	42	70
>25 million VND	5	16.67	6	20	11	18.33
Mean	20.93		20.93		20.93	
Standard deviation	7.9		6.06		6.98	

Table 1. Respondents' demographic profile, Tang My and Son Du, Dong Anh, Hanoi, Vietnam.

PARAMETERS	TANG MY (n=30)		SON DU (n=30)		OVERALL (n=60)	
	No.	%	No.	%	No.	%
Crop production						
≥75%	22	73.33	14	46.67	36	60
50-74%	5	16.67	14	46.67	19	31.67
<50%	3	10	2	6.67	5	8.33
Mean	83.41		70.95		77.18	
Standard deviation	18.95		14.07		17.7	
Vegetable production						
<70%	6	20	2	6.67	8	13.33
70-90%	21	70	24	80	45	75
>90%	3	10	4	13.33	7	11.67
Mean	78.12		82.81		80.47	
Standard deviation	13.58		7.46		11.12	

Note: * Exchange rate: 1 USD = 17,000 VND

Household size. The average household size is 4.67 persons, which is a little higher than Vietnam's average, 4.2 persons. More than half (68%) of the respondents have four to five people in their households. In the Vietnamese culture there may be have several generations living together in one household. However, the size of households in the country's rural area is not so large due to the government's policies and programs on family planning.

Number of years in farming. Most respondents (85%) had over 15 years of farming experience. The average year in farming is 25.77 with a range of 9 to 45 years. However, in Tang My hamlet the number of farmers with 15-25 years experience farming was highest (57%) while a large number of farmers in Son Du hamlet were engaged in farming for more than 25 years (67%). Comparatively, the number of years the respondents in both hamlets who have grown green bean is shorter than their number of years in farming. The average year of green bean growing in Tang My was 10.83 years and 13.93 years in Son Du. Most of the

respondents (92%) had over seven years experience in growing green bean.

Training. Tang My hamlet is one of the safe vegetable production areas chosen by the Hanoi provincial government. Hence, two vegetable IPM classes were conducted by Dong Anh Plant Protection officers. To determine the effect of training on the farmers' knowledge on insect and mite pest control using insecticide and biological control, 30 farmers who were trained in these two vegetable IPM classes were interviewed. In Son Du, few respondents were trained on vegetable IPM (3 farmers), rice IPM (2 farmers) and green bean production (1 farmer). The other respondents have not undergone any training.

Sources of income. In 2008, most of the households (70%) had a total income ranging from 15 to 25 million VND. Of the total income, crops accounted for a major part, 75% (Fig. 1), while the income from animal raising, salary/subsidy and other sources (such as agricultural services, jobs in leisure after harvest time, etc) made up a small part of

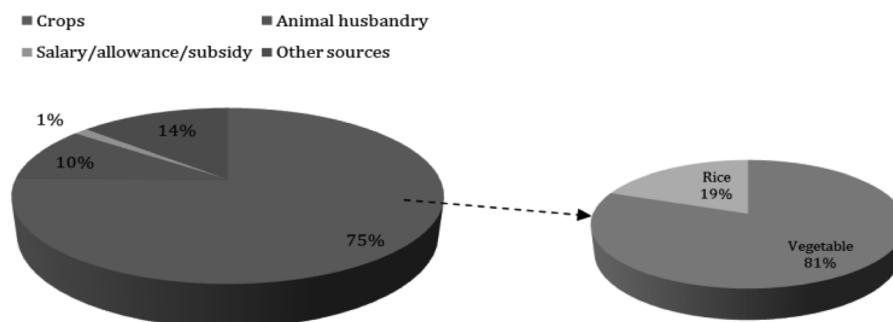


Fig. 1. Percentage contribution of the respondents' income sources to average household income in both Tang My and Son Du hamlets, Dong Anh district.

10%, 1% and 14%, respectively. The majority (60%) of the households derived their main family income ($\geq 75\%$ of total income) from crop production. All of the households grow rice in one or two seasons per year. However, rice did not contribute to the total income since it was grown for family consumption only. Vegetables were grown in smaller areas and normally only in the winter season (October to January), but they contributed a big part (81%) to the total crop income. There were 45 respondents (75%) who had vegetable income to which contributed 70-90% of the total crop income. This shows that income from vegetable production make up a significant portion of the family income in Tang My and Son Du.

Crop components and inputs. Table 2 shows that the respondents in Tang My and Son Du grew 13 crops. Among these crops, beans, rice, field cabbage and kohlrabi were grown more popularly than the other crops. In addition, the average input for beans was one of the highest among the crops, indicating that the green bean is an important crop in the study areas.

Respondents' Knowledge on Green Bean Pest Management

Among the major insect or spider mite pests identified by the respondents, Table 3 shows that the dominant ones were pod borer (48), red spider mite (33), common cutworm (27), and leaf miner (24). They were considered as major pests because of significant losses from their infestation. All the

respondents said that they controlled these pests mainly by spraying pesticides. Besides spraying, some respondents also mentioned hand picking the damaged leaves to reduce the damage of leaf miner and red spider mite.

The respondents' knowledge of green bean pest management was determined by asking them 10 questions and ranking them according to the number of right answers (each two right answers as one level, 5 was the highest level equal to 10 right answers, 0 level equal to 0 right answers). The results show that the average knowledge level of all respondents is 3.65 (Tang My 3.8 and Son Du 3.5). Half of the respondents in Tang My where the farmers were trained in vegetable IPM got a knowledge level of 4. Meanwhile, 50% of the respondents in Son Du obtained a knowledge level of 3 (Table 4). The results clearly show that the respondents' knowledge was improved after attending the training course.

The respondents in Tang My and Son Du control green bean insects and mite pests by spraying pesticides. They said they always mixed two to three kinds of pesticides in one spraying for three consecutive days to kill 100% of the insect pests. Hence, the number of spraying per season was 8-15 times (average 11.72) and the average cost for pesticides was 149.33 thousand VND (8.78 USD), ranging from 110 to 200 thousand VND. About 63 percent of the respondents estimated that pesticides kill about 61-80 percent of the pests, while 22 percent thought that pesticides could kill 81-100 percent of the insect and mite pests.

Although pesticides harm natural enemies and pollute the

Table 2. Input for crops grown by farmers in both Tang My and Son Du hamlets, Dong Anh district, 2008.

CROPS	NUMBER OF RESPONDENTS	INPUT (Million VND ¹ /sao ²)			
		Minimum	Maximum	Mean	Std. Deviation
Beans	60	1	7	3.61	0.83
Rice	60	0.67	2	1.05	0.21
Chili	3	4	8	5.67	2.08
Field cabbage ³	30	1	5	2.05	0.86
Kohlrabi	30	1	4	2.21	0.63
Cabbage	9	1	5	2.44	1.42
Chinese cabbage	4	2	3	2.67	0.47
Cauliflower	3	3	5	4.00	1.00
Garlic	2	5	6.85	5.92	1.31
Pumpkin	2	4	6	5.00	1.41
Corn	5	1.11	4.67	2.36	1.35
Sweet potato	1	1	1	1.00	.
Tomato	3	1.5	3	2.17	0.76

Note: 1: Exchange rate: 1USD= 17,000 VND; 2: 1 sao= 360 m²

3: Farmers first grew field cabbage which originated from Dong Du (name of one area in Gia Lam district, Hanoi) in the 1990s. At present, the varieties used by farmers originated from Hongkong (local name Choi Hingle), but the farmers still use the name Dong Du field cabbage.

Table 3. Major green bean insect and mite pests identified by the respondents in both Tang My and Son Du hamlets, Dong Anh district, 2008.

NO.	MITE/ INSECT PESTS	NO. OF RESPONSE	PERCENTAGE
1	Pod borer (<i>Etiella zinckenella</i>)	48	80.00
2	Bean leaf folder (<i>Lamprosema indicate</i>)	18	30.00
3	Common cutworm (<i>Spodoptera litura</i>)	27	45.00
4	Thrips (<i>Thrips</i> sp.)	15	25.00
5	Red spider mite	33	55.00
6	Stem borer (<i>Melanagromyza sojae</i>)	6	10.00
7	Leaf miner (<i>Liriomyza sativae</i>)	24	40.00
8	Cotton bollworm (<i>Heliothis armigera</i>)	6	10.00
9	Black cutworm (<i>Agrotis ipsilon</i>)	3	5.00

Table 4. Respondents' knowledge on green bean insect pest management.

LEVEL	TANG MY (n=30)		SON DU (n=30)		OVERALL (n=60)	
	No.	%	No.	%	No.	%
1	0	0	0	0	0	0
2	3	10	2	6.67	5	8.33
3	6	20	15	50.00	21	35.00
4	15	50	9	30.00	24	40.00
5	6	20	4	13.33	10	16.67

Table 5. Frequency of spraying and pesticide cost per season.

ITEMS		TANG MY	SON DU	OVERALL
Frequency of spraying	Min	8	8	8
	Max	15	15	15
	Average	11.43±1.99	12.00±1.44	11.72±1.75
Pesticide cost per season	Min	110	110	110
	Max	200	190	200
	Average	147.00±26.02	151.67±18.77	149.33±22.61

environment, all of the respondents said that they sprayed pesticides by themselves and 50 (83%) of them applied only pesticides to control the pests. Only 10 respondents (17%) indicated that they had used other methods to control the pests like picking the damaged leaves, pods and killing the lepidopteran larval by hand.

As presented in Table 6, there were eight pesticide information sources and among these, the pesticides retailers were considered as the most important (36%) one by the respondents. They also regarded pesticides retailers as the most important sources of pest control advice (30%) and the most credible sources (70%). They thought that the pesticide retailers know many kinds of pesticides and their information is usually updated, so they knew which pesticides are the best. However, the pesticide retailers are not always good advisers. Many of them always consider their own benefit first by not selling the high-priced good pesticides which give them low profit. They usually sell cheap

pesticides from which they get high profit and instruct the farmers to mix two or three kinds of pesticides.

When buying pesticides, 47 respondents (78%) in both hamlets considered first the price and effectiveness of the pesticides. Their second consideration was the endorsement by the sales agent (30%), and the third consideration was different in the two hamlets. In Tang My, quite a big number of respondents (43%) considered the toxicity of the pesticides; while in Son Du they considered more the endorsement of the sales agent (Table 7).

Respondents' Knowledge on Insecticidal Effects

Most of the respondents (70%) in Tang My and Son Du indicated that pesticides had very high level of effects on pesticide sprayers. However, most of the respondents in Tang My evaluated pesticides to be more harmful to domestic animals, natural enemies, agricultural products, soil, water and atmosphere than did the respondents in Son Du

Table 6. Pesticides and pest control information sources.

ITEMS	TANG MY(n=30)		SON DU (n=30)		OVERALL (n=60)	
	No.	%	No.	%	No.	%
Pesticide information sources						
-Neighbor/other farmers	12	15.38	18	28.57	30	21.28
-Plant Protection staff	20	25.64	6	9.52	26	18.44
-Extension technician	3	3.85	0	0.00	3	2.13
-Print	4	5.13	0	0.00	4	2.84
-Billboard	1	1.28	3	4.76	4	2.84
-Radio	5	6.41	9	14.29	14	9.93
-Pesticide companies	8	10.26	1	1.59	9	6.38
-Pesticide retailers	25	32.05	26	41.27	51	36.17
Pest control information sources						
-Neighbors	12	16.22	19	26.76	31	21.38
-Plant Protection staff	19	25.68	3	4.23	22	15.17
-Extension technician	5	6.76	1	1.41	6	4.14
-Relatives	2	2.70	10	14.08	12	8.28
-Pesticide retailers	21	28.38	23	32.39	44	30.34
-Pesticide companies	5	6.76	2	2.82	7	4.83
-Radio	6	8.11	8	11.27	14	9.66
-TV	2	2.70	5	7.04	7	4.83
-News paper	2	2.70	0	0.00	2	1.38
Most credible source of pest control advice						
-Neighbors	1	3.33	4	13.33	5	8.33
-Plant Protection staff	6	20.00	1	3.33	7	11.67
-Relatives	0	0.00	2	6.67	2	3.33
-Pesticide retailers	23	76.67	19	63.33	42	70.00
-Radio	0	0.00	3	10.00	3	5.00
-TV	0	0.00	1	3.33	1	1.67

(Table 8). This shows that the respondents in Tang My who were trained on IPM had more knowledge on the effect of pesticides on the people, animals, natural enemies and environment than the farmers in Son Du who did not attend any training.

Respondents' Knowledge on Biological Control

To determine the respondents' knowledge of the use of natural enemies as control, some simple and easy questions like "Do you know any insect/animal that does not cause damage to your green bean crop? What might happen to these animals when your green bean is sprayed with chemicals? And what do these animals do in your field?" were asked. Table 9 shows that only three respondents (10%) in Son Du indicated that they knew the natural enemies, while almost all respondents (93%) in Tang My knew the natural enemies and they could identify their names. Twenty six

respondents (87%) in Tang My indicated that the natural enemies consumed the insect pests and nine respondents also saw the natural enemies seeking the preys. They also knew that the pesticides could kill the natural enemies (22 respondents) and made them disappear (12 respondents).

The number of respondents (68%) who had heard about biological control was more than those who knew about natural enemies (52%). Fourteen respondents (47%) in Son Du knew about biological control, however most of them (79%) only knew about biological control with the use of biological pesticides like *Bacillus thuringiensis* (Bt). In Tang My, all the respondents were trained on vegetable IPM program, hence more than 90 percent of the respondents knew about natural enemies and biological control, and 56 percent had extensive knowledge of biological control.

When the respondents were asked about their sources of information on biological control, most of them (37%) indi-

Table 7. Factors farmers consider in buying insecticide.

ITEMS	TANG MY n=30		SON DU n=30		OVERALL n=30	
	No.	%	No.	%	No.	%
First consideration						
Price	10	33.3	11	36.7	21	35.0
Effectiveness	14	46.7	12	40.0	26	43.3
Endorsement by the sales agent	4	13.3	0	0	4	6.7
Introduction of the seller	2	6.7	5	8.3	7	11.7
Introduction of neighbors/other farmers	0	0	2	3.3	2	3.3
Second consideration						
Price	7	23.3	11	36.7	18	30.0
Effectiveness	11	36.7	7	23.3	18	30.0
Endorsement by the sales agent	10	33.3	8	26.7	18	30.0
Toxicity of the insecticide	1	3.3	0	0	1	1.7
Introduction of the seller	1	3.3	3	10.0	4	6.7
Introduction of neighbors/other farmers	0	0	1	3.3	1	1.7
Third consideration						
Price	4	13.3	3	10.0	7	11.7
Effectiveness	1	3.3	3	10.0	4	6.7
Packaging	1	3.3	0	0	1	1.7
Endorsement by the sales agent	7	23.3	10	33.3	17	28.3
Toxicity of the insecticide	13	43.3	5	16.7	18	30.0
Introduction of the seller	3	10.0	8	26.7	11	18.3
Introduction of neighbors/other farmers	0	0	1	3.3	1	1.7
Introduction of extension technician	1	3.3	0	0	1	1.7

cated crop protection staff. Moreover, 55 percent of them indicated that the biggest advantage of biological control is that it is very safe for people, animals and the environment. However, some respondents (18%) had the misconception that biological control also kills the insect pests quickly like pesticides.

When they were asked for their readiness to adopt biological control methods, majority of the respondents (63%) in Tang My said they would apply them when the methods are introduced to them, but in Son Du, only 13 respondents (43%) agreed to adopt the new methods. However, it was very surprising that the respondents in Tang My who had better knowledge on bio-control were still not ready to adopt the new methods and most of them (60%) wanted to apply it after two years. On the other hand, majority of the respondents (67%) in Son Du wanted to adopt it after one year.

Among the six characteristics of a bio-control method expected by the respondents, the high efficiency got the highest frequency counts (70% in Tang My and 87% in Son Du) expected high efficiency, followed by low price (53% in

Tang My and 70% in Son Du). The third factor was a little bit different in Tang My and Son Du. Twenty respondents (67%) in Tang My chose quick/fast effect while 15 respondents in Son Du (50%) cited long efficiency duration.

Respondents' Knowledge on Spider Mites and their control

Table 11 shows that all the respondents knew the spider mites' damage symptoms. However, many respondents said that the damage symptoms of spider mites were very similar with the damage of thrips, so it was very easy to make a mistake if these signs were not carefully observed. Majority of the respondents (67%) in Tang My indicated that the spider mites were first noticed when the plant was at the vegetative stage, while most respondents (70%) in Son Du noticed the damage of spider mites earlier during the seedling stage. The plant stage mostly infected by the spider mite was influenced by available water, dry and high temperatures which are optimum conditions for the development of the two-spotted spider mite. Hence, the difference in the stage the

Table 8. Impacts of pesticides on the people, animals, natural enemies, and environment.

ITEMS	TANG MY(n=30)		SON DU(n=30)		OVERALL(n=60)	
	No.	%	No.	%	No.	%
Pesticide sprayers						
· Very high	21	70.00	21	70.00	42	70.00
· High	1	3.33	5	16.67	6	10.00
· Moderate	4	13.33	2	6.67	6	10.00
· Low	4	13.33	2	6.67	6	10.00
Domestic animals						
· Very high	8	26.67	0	0.00	8	13.33
· High	7	23.33	1	3.33	8	13.33
· Moderate	12	40.00	5	16.67	17	28.33
· Low	2	6.67	3	10.00	5	8.33
· Very low	1	3.33	21	70.00	22	36.67
Natural enemies						
· Very high	6	20.00	1	3.33	7	11.67
· High	13	43.33	2	6.67	15	25.00
· Moderate	5	16.67	4	13.33	9	15.00
· Low	2	6.67	5	16.67	7	11.67
· Very low	4	13.33	18	60.00	22	36.67
Agricultural products						
· Very high	4	13.33	1	3.33	5	8.33
· High	14	46.67	1	3.33	15	25.00
· Moderate	10	33.33	13	43.33	23	38.33
· Low	1	3.33	7	23.33	8	13.33
· Very low	1	3.33	8	26.67	9	15.00
Soil						
· Very high	4	13.33	2	6.67	6	10.00
· High	6	20.00	1	3.33	7	11.67
· Moderate	12	40.00	10	33.33	22	36.67
· Low	1	3.33	7	23.33	8	13.33
· Very low	7	23.33	10	33.33	17	28.33
Water						
· Very high	5	16.67	2	6.67	7	11.67
· High	6	20.00	1	3.33	7	11.67
· Moderate	13	43.33	3	10.00	16	26.67
· Low	2	6.67	6	20.00	8	13.33
· Very low	4	13.33	18	60.00	22	36.67
Atmosphere						
· Very high	5	16.67	2	6.67	7	11.67
· High	8	26.67	11	36.67	19	31.67
· Moderate	11	36.67	9	30.00	20	33.33
· Low	2	6.67	1	3.33	3	5.00
· Very low	4	13.33	7	23.33	11	18.33

Table 9. Respondents' knowledge on biological control.

ITEMS	TANG MY		SON DU		OVERALL	
	No.	%	No.	%	No.	%
Natural enemies identification ability						
· Yes	28	93.33	3	10.00	31	51.67
· No	2	6.67	27	90.00	29	48.33
Heard about biological control						
· Yes	27	90.00	14	46.67	41	68.33
· No	3	10.00	16	53.33	19	31.67
What is Biological Control?*						
· Conservation of natural enemies	7	21.88	0	0	7	15.22
· Using the bio-pesticides	3	9.38	11	78.57	14	30.43
· Mass rearing and release of parasitoids/ predators	4	12.50	0	0	4	8.70
· All of the above	18	56.25	2	14.29	20	43.48
· Don't know	0	0	1	7.14	1	2.17
Sources of information about biological control*						
· Crop protection staff	17	44.74	5	22.73	22	36.67
· Extension agent	2	5.26	0	0.00	2	3.33
· Agricultural technician	4	10.53	0	0.00	4	6.67
· Cooperative officers	7	18.42	0	0.00	7	11.67
· Radio	2	5.26	5	22.73	7	11.67
· Television	0	0.00	4	18.18	4	6.67
· Other farmers	6	15.79	5	22.73	11	18.33
· Pesticide retailers	0	0.00	3	13.64	3	5.00
Advantages of biological control*						
· Safe for people, animals, and environment	21	52.50	13	59.09	34	54.84
· Insect pests are killed quickly	9	22.50	2	9.09	11	17.74
· Longer duration of effect than pesticides	5	12.50	6	27.27	11	17.74
· Don't know	5	12.50	1	4.55	6	9.68
Desire to apply Bio-control						
· Yes	19	63.3	13	43.3	32	53.3
· No	2	6.7	15	50.0	17	28.3
· Don't know	9	30.0	2	6.7	11	18.3
Time to adopt Bio-control						
· After 1 year	7	23.3	20	66.7	27	45.0
· After 2 years	18	60.0	9	30.0	27	45.0
· After 3 years	0		1	3.3	1	1.7
· After 5 years	3	10.0	0	0	3	5.0
· After 6 years	2	6.7	0	0	2	3.3

* Multiple choices question

most infected by spider mites as observed by the respondents was due to difference in environmental condition on the two hamlets. In Tang My, the stages most infected by spider mites were the flowering, fruiting and harvesting

stages, while in Son Du it was in the vegetative stage.

Results also show that most respondents said that the spider mites were flown from other places by the wind (43%), and only eight respondents thought that the spider mites

Table 10. Respondents' expected characteristics of biological control method.

ITEMS	TANG MY (n=30)		SON DU (n=30)		OVERALL (n=60)	
	No.	%	No.	%	No.	%
First expectation						
High efficiency	21	70.00	26	86.7	47	78.3
Low price	5	16.67	1	3.3	6	10.0
Quick/fast effect	1	3.33	0	0	1	1.7
Long efficiency	3	10.00	3	10.0	6	10.0
Second expectation						
High efficiency	7	23.33	1	3.33	8	13.33
Low price	16	53.33	21	70.00	37	61.67
Quick/fast effect	5	16.67	2	6.67	7	11.67
Long efficiency	2	6.67	2	6.67	4	6.67
Easy to use	0	0	3	10.00	3	5.00
Easy to preserve	0	0	1	3.33	1	1.67
Third expectation						
High efficiency	2	6.67	0	0	2	3.33
Low price	1	3.33	5	16.67	6	10.00
Quick/fast effect	20	66.67	3	10.00	23	38.33
Long efficiency	4	13.33	15	50.00	19	31.67
Easy to use	3	10.00	5	16.67	8	13.33
Easy to preserve	0	0	2	6.67	2	3.33

crept from the soil.

Most of the respondents in both hamlets indicated that they would incur yield losses of about 61-80% if the spider mites are not controlled. Some respondents (47%) in Tang My said that spider mites were not so difficult to control because when they sprayed mixed pesticides for three consecutive days, all the pests including the mites were killed. The same percentage of respondents (47%) in Son Du said the opposite. For most of the insecticides, the respondents used were for the control of insects, not for spider mites. Spider mites are too small so they could only detect the mites when the damage symptoms appear or there is already a high density of spider mites.

There were still a lot of respondents who thought that insecticides could kill both insect and mite pests. Some respondents still used very toxic insecticides like 666 and DDT to control spider mites which have been prohibited by the government.

Respondents' knowledge of predatory mites. Most respondents in both hamlets (83%) have never heard and seen predatory mites. When asked whether they are going to buy predatory mites, a large number of the respondents (40%) said "No" because they did not know about them. They had doubts about their efficiency and wondered how to identify

between the mite pests and predatory mites. Some of the respondents (33%) indicated that they were not sure; they needed to observe the other farmers first and decide later.

RECOMMENDATIONS

1. Vegetable IPM training courses should be provided to the farmers more often since these will help improve their knowledge of the followings: green bean pest management, biological control methods, new technology on mass rearing of predators/parasitoids, harmful effect of pesticides, and effective and efficient use of pesticides.

2. The farmers can be organized into safe vegetable production groups and provided with IPM and other vegetable production training courses.

3. Integrate biological control training in the IPM or safe vegetable production training. The biological control methods should be introduced to farmers through participatory process, wherein the biological control experts will be demonstrated in the farmer's field the biological control techniques and their economic efficiency. The farmers will be involved in all the processes like experimentation data gathering, analysis, and evaluation.

4. The plant protection staff in Dong Anh District should

Table 11. Respondents' knowledge on spider mites and their control.

ITEMS	TANG MY (n=30)		SON DU (n=30)		OVERALL (n=60)	
	No.	%	No.	%	No.	%
Mite damage symptoms*						
· Leaves curl	22	33.33	26	33.77	48	33.57
· Leaves turn gray or bronze	7	10.61	14	18.18	21	14.69
· Leaves turn yellow	7	10.61	10	12.99	17	11.89
· Plant withers	9	13.64	9	11.69	18	12.59
· Whole plant turns yellow	5	7.58	8	10.39	13	9.09
· Plant is stunted	16	24.24	10	12.99	26	18.18
Plant stage where mite damage is first noticed						
· Seedling	4	13.33	21	70.00	25	41.67
· Vegetative	20	66.67	7	23.33	27	45.00
· Flowering and fruiting	6	20.00	2	6.67	8	13.33
Plant stage most infected by spider mites						
· Seedling	0	0	1	3.33	1	1.67
· Vegetative	2	6.67	16	53.33	18	30.00
· Flowering and fruiting	16	53.33	4	13.33	20	33.33
· Harvesting	12	40.00	9	30.00	21	35.00
Origin of spider mites*						
· Nearby field	11	30.56	12	33.33	23	31.94
· Weeds around the field	6	16.67	4	11.11	10	13.89
· Flown from other places by the wind	17	47.22	14	38.89	31	43.06
· From the soil	2	5.56	6	16.67	8	11.11
Yield loss from by spider mite infestation						
· Very low (0-20%)	0	0	1	3.33	1	1.67
· Low (21-40%)	3	10.00	0	0	3	5.00
· Moderate (41-60%)	9	30.00	2	6.67	11	18.33
· High (61-80%)	14	46.67	19	63.33	33	55.00
· Very high (81-100%)	1	3.33	7	23.33	8	13.33
· Did not know	3	10.00	1	3.33	4	6.67
Difficulty of spider mite control						
· Very difficult	8	26.67	4	13.33	12	20.00
· Difficult	8	26.67	14	46.67	22	36.67
· Normal	14	46.67	10	33.33	24	40.00
· Easy	0	0	2	6.67	2	3.33

* Multiple choices question

Table 12. Acceptability of using predatory mites to the respondents.

ITEMS	TANG MY (n=30)		SON DU (n=30)		OVERALL (n=60)	
	No.	%	No.	%	No.	%
Heard about predatory mite						
· Yes	2	6.67	3	10.00	5	8.33
· No	23	76.67	27	90.00	50	83.33
· Not Sure	5	16.67	0	0	5	8.33
Possibility for buying predatory mite						
· Yes	6	20.00	10	33.33	16	26.67
· No	12	40.00	12	40.00	24	40.00
· Not Sure	12	40.00	8	26.67	20	33.33

be strict with the sale and use of banned and highly toxic pesticides. Together with the local government and extension technicians, they should advocate the use of low toxicity pesticides and the adoption of bio-control among the vegetable farmers. Further, they should continue training the farmers on how to identify and apply the right miticides to control the spider mite pests.

5. Before transferring the technology to mass rearing or selling of the predatory mites, field performance tests should be conducted to show the farmers the efficacy of predatory mites.

6. Disseminate information about biological control method to the farmers through mass media and in combination with other communication media. A more intensive communication strategy based on group approach (meetings, workshops, demonstrations, etc.) facilitated by the crop protection staff and cooperative officers, is advisable to convince the early technology adopters.

7. Change the farmers' attitude towards pest control before they apply the biological control methods by warning them against the harmful effects of pesticides and training them on the proper use of pesticides.

8. Since there is a need to regularly apply the predators in the field even after harvesting, in preparation for the next planting season, a group of farmers who will maintain and mass rear the predators should be organized. This group will supply the predators to the community members all year round. As such the price will be cheaper than what private companies offer to sell.

9. Convince the consumers that the products from biological control processes are good or even better than those from conventional farming, and that such products deserve a premium price. This can be done by providing the different stakeholders with information and education with the use of the different interpersonal communication methods and media channels to stimulate the domestic consumers' demand for such products.

10. With the perceived notion by the agricultural institutions that all products have residues, or could be harmful to nature, or dangerous to human health, farmers-producers have to organize themselves to better market their output. The government crop protection staff can assist the organized farmers-producers in marketing their products. Appropriate packing and labeling should be done to emphasize that the products have undergone biological control methods.

REFERENCES

- ARCHER, T. L. and E. D. BYNUM. 1993. Yield loss to corn from feeding by the banks grass mite and two-spotted spider mite (Acari: Tetranychidae). *Experimental and Applied Acarology* 17(12) : 895-903.
- BOUNFOUR, M. and J.A. MCMURTRY. 1987. Biology and ecology of *Euseius scutalis* (Athias-Henriot) (Acarina: Phytoseiidae). *Hilgardia*, 55 : 1-23.
- CORPUZ-RAROS, L.A. 1978. A guide to Philippine plant mites - Guide to the Philippine flora and fauna II. U.P.N.S.R.C., DRB, Diliman, Quezon City. 270 pp.
- CORPUZ-RAROS, L.A. and L.C. RIMANDO. 1966. Some Philippine Amblyseinae (Phytoseiidae: Acarina). *Philip. Agric.*, 50 : 114-136.
- GARCIA-MARI, F. and J.E. GONZALEZ-ZAMORA. 1999. Biological control of *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae) with naturally occurring predators in strawberry plantings in Valencia, Spain, *Experimental and Applied Acarology* 23 (1999), pp. 487-495.
- HLUCHY, M. and Z. POSPÍŠIL. 1992. Damage and economic injury levels of Eriophyid and Tetranychid mites on grapes in Czechoslovakia. *Experimental & Applied Acarology*, 14(2) : 95-106.
- KONGCHUENSIN, M., V. CHARANASRI, T. KULPIYAWAT and P. KHANTONTHONG. 2001. Biological control of two-spotted spider mite in strawberries by the predatory mite, *Neoseiulus longispinosus* (Evans) (Acari: Phytoseiidae). In: *Acarology: Proceedings of the 10th International Congress*. (eds., Halliday, R. B., D. E. Walter, H. C. Proctor, R. A. Norton and M. J. Colloff), pp. 513-517, CSIRO Publishing, Melbourne.
- MCMURTRY, J.A. 1984. A consideration of the role of predators in the control of acarine pests. In: *Acarology VI* eds. Griffiths, D.A. and Bowman, C.E., Ellis Howard Ltd., England. 1:122-131.
- MCNAB, S.C. and P.H. JERIE. 1993. Flowering, fruit set, and yield response of Bartlett pear to leaf-scorch damage by two spotted spider mite (Acari: Tetranychidae). *Journal of Economic Entomology*, 86(2) : 486-493.
- OATMAN, E.R., F.V. SANCES, L.F. LAPRE, N.C. TOSCANO, and V. VOTH. 1982. Effects of different infestation levels of the two spotted spider mite on strawberry yields in winter plantings in Southern California. *Journal of Economic Entomology*, 75(1) : 94-96.
- SANCES, F.V., J.A. WYMAN, I.P. TING. 1979. Morphological responses of strawberry leaves to infestations of two spotted spider mite. *Journal of economic entomology*, 72(5) : 710-713.
- SINGH, O.P. 1988. Assessment of losses to soybean by red spider mite in Madhya Pradesh. *Agricultural Science Digest (Karnal)*, 8(3) : 129-130.
- SKIRVIN, D.J. and M.E. DE COURCY WILLIAMS. 1999. Differential effects of plant species on a mite pest (*Tetranychus urticae*) and its predator (*Phytoseiulus persimilis*): implications for biological control. *Experimental and Applied Acarology* 23 : 497-512.
- WAITE, G. K. 1988. Integrated control of *Tetranychus urticae* on strawberries in southeast Queensland. *Experimental and Applied Acarology*, 5 : 23-32.
- WILSON, L.J. 1993. Spider mites (Acari: Tetranychidae) affect

yield and fiber quality of cotton. Journal of Economic Entomology, 86(2) : 566-585.

ZHANG, Y. X, Z. Q. ZHANG, J. JI and J. Z. LIN. 1999. Predation of *Neoseiulus longispinosus* (Acari: Phytoseiidae) on

Schizotetranychus nanjingensis (Acari: Tetranychidae), a spider mite injurious to bamboo in Fujian, China. Systematic and Applied Acarology, 4 : 63-68.

HANOI UNIVERSITY OF AGRICULTURE

ISSN 1859 - 0004

Journal of Science
and
Development

TẠP CHÍ
**KHOA HỌC
VÀ
PHÁT TRIỂN**

Tập 9, số 1 - 2011
Vol.9, No. 1, 2011



MỤC LỤC

Trang

NÔNG HỌC

Ảnh hưởng của liều lượng kali bón cho giống lạc L23 trên đất Gia Lâm - Hà Nội Effect of Potassium Dosages on Groundnut Variety L23 at Gia Lam – Ha Noi Vũ Đình Chính, Nguyễn Thị Thanh Hải	1
Ảnh hưởng của việc sử dụng tổ hợp vật liệu zeolit - polime đến sinh trưởng và năng suất ngô NK 66 Effect of Using the Zeolite-Polymer Material on the Growth and Yield of Maize NK 66 Nguyễn Thị Hồng Hạnh, Nguyễn Quốc Huy, Trần Thị Như Mai	10
Tạo giống cà chua lai quả nhỏ HT144 Hybrid Cherry Tomato HT144 Nguyễn Hồng Minh, Kiều Thị Thư, Phạm Quang Tuấn	16
Thu thập, phân lập và tuyển chọn một số chủng nấm ký sinh rệp sáp hại cà phê tại Tây Nguyên Collect, Isolate and Select Some Strain Mycopathogens on Scale Insect in Centre Highland Phạm Văn Nhạ, Hồ Thị Thu Giang, Phạm Thị Vương, Phạm Duy Trọng, Đồng Thị Thanh, Trần Thị Tuyết, Đặng Thanh Thủy	22
Kết quả chọn tạo giống lúa lai hai dòng mới TH8-3 Result of Breeding New Two-Line Hybrid Rice Combination TH8-3 Nguyễn Thị Trâm, Phạm Thị Ngọc Yến, Nguyễn Văn Mười, Trần Văn Quang, Nguyễn Trọng Tú, Vũ Thị Bích Ngọc, Lê Thị Khai Hoàn	30
Ảnh hưởng của hai loại thức ăn nhân tạo tới kích thước và một số đặc điểm sinh vật học bọ đuôi kìm đen <i>Euborellia annulata</i> (Fabricius) (Dermaptera : Anisolabididae) Influence of Two Artificial Feeds on Dimension and Major Biological characteristics of Earwig <i>Euborellia annulata</i> (Fabricius) (Dermaptera: Anisolabididae) Nguyễn Đức Tùng, Nguyễn Thanh Thảo	39
Bệnh đốm vàng nhạt hại cói ở Bình Minh - Kim Sơn - Ninh Bình và Nga Sơn - Thanh Hoá Yellow Spot Disease of Sedge at Bình Minh - Kim Sơn - Ninh Bình and Nga Sơn - Thanh Hoa Nguyễn Văn Viên, Nguyễn Minh Giang	46

CHĂN NUÔI - THÚ Y - THỦY SẢN

Hiệu quả của các hình thức nuôi thương phẩm hàu Thái Bình Dương (<i>Crassostrea Gigas</i>) tại vịnh Bái Tử Long Effect of Grow Out Culture of Pacific Oyster (<i>Crassostrea Gigas</i>) in Bai Tu Long Bay Cao Trường Giang, Lê Xuân	53
---	----

ẢNH HƯỞNG CỦA HAI LOẠI THỨC ĂN NHÂN TẠO TỚI KÍCH THƯỚC VÀ MỘT SỐ ĐẶC ĐIỂM SINH VẬT HỌC BỘ ĐUÔI KIM ĐEN *EUBORELLIA ANNULATA* (FABRICIUS) (DERMAPTERA : ANISOLABIDIDAE)

**Influence of Two Artificial Feeds on Dimension and Major Biological characteristics
of Earwig *Euborellia annulata* (Fabricius) (Dermaptera: Anisolabididae)**

Nguyễn Đức Tùng¹, Nguyễn Thanh Thảo²

¹Bộ môn Côn trùng, trường Đại học Nông nghiệp Hà Nội

²Sinh viên Bảo vệ thực vật, trường Đại học Nông nghiệp Hà Nội

Địa chỉ email tác giả liên hệ: tungnd@hva.edu.vn

TÓM TẮT

Qua nghiên cứu ảnh hưởng của hai loại thức ăn nhân tạo thức ăn mèo và thức ăn chó tới một số đặc điểm hình thái và sinh học của bộ đuôi kim đen *Euborellia annulata* (Fab.) cho thấy kích thước các pha phát dục của bộ đuôi kim đen không bị ảnh hưởng bởi 2 loại thức ăn. Tuy nhiên bộ đuôi kim đen được nuôi bằng thức ăn chó có vòng đời ngắn hơn, số lượng trứng đẻ nhiều hơn và khả năng phát triển quần thể cao hơn so với nhóm bộ đuôi kim được nuôi bằng thức ăn mèo. Cụ thể vòng đời, số lượng trứng đẻ, số lượng cá thể sinh ra từ 6 trưởng thành cái và 2 trưởng thành đực ban đầu sau 60 ngày của nhóm bộ đuôi kim đen nuôi bằng thức ăn chó tương ứng là: $56,07 \pm 1,95$ ngày, $387,55 \pm 18,48$ quả, $1119,33 \pm 47,00$ con và nhóm nuôi bằng thức ăn mèo tương ứng là: $72,22 \pm 0,95$ ngày, $273,40 \pm 10,91$ quả, $624,00 \pm 36,04$ con.

Từ khóa: Bộ đuôi kim đen *Euborellia annulata* (Fabricius).

SUMMARY

This study was conducted to determine the effect of two artificial feeds on size and biological characteristics of earwig *Euborellia annulata* (Fab.). The result showed that the size of all stages of earwig *E. annulata* were not effect by the feeds used. However, the earwig *E. annulata* that were fed by dog's food had shorter life cycle, higher number of egg laid per female and faster population growth than the ones were fed by cat's feed. The life cycle, number of egg laid per female, number of egg, larva and adult produced from initial 6 females and 2 males adult after 60 days fed by dog's feed were 56.07 ± 1.95 days, 387.55 ± 18.48 eggs, 1119.33 ± 47.00 individuals, respectively, while those fed with cat's feed were 72.22 ± 0.95 days, 273.40 ± 10.91 eggs, 624.00 ± 36.04 individuals.

Key words: Earwig *Euborellia annulata* (Fabricius).

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Sâu đục thân ngô *Ostrinia furnacalis* (Guenée) là một trong những loài sâu hại chính trên ngô tại các vùng trồng ngô trên cả nước. Tại Gia Lâm, Hà Nội sâu đục thân ngô gây hại trên cả 3 giống ngô trồng phổ biến là ngô nếp, Bioseed 9861 và LVN.10, trong giai đoạn thâm râu chín sữa đến chín sáp mật độ sâu đục thân ngô trên ngô nếp đạt từ 31,2 - 32,4 con/10 cây với tỷ lệ hại lên tới 96%, dẫn đến năng suất bị giảm sút (Đặng Thị Dung, 2003). Sâu đục thân gây hại ngô chủ yếu ở

giai đoạn cây ngô bắt đầu trở cờ cho đến khi thu hoạch làm cho cây suy yếu, còi cọc, hạt lép khiến năng suất giảm.

Biện pháp phòng chống sâu hại ngô hiện nay chủ yếu dựa vào các loại thuốc hóa học. Tuy nhiên biện pháp này bộc lộ rất nhiều nhược điểm như: làm ô nhiễm môi trường, tồn dư thuốc bảo vệ thực vật trong sản phẩm cao và dễ làm sâu kháng thuốc. Một trong các biện pháp phòng trừ sâu đục thân ngô có triển vọng và đang được một số nước áp dụng là sử dụng các loài bộ đuôi kim bắt mồi như loài bộ đuôi kim đen *Euborellia annulata*, là

một trong những loài bắt mồi hiệu quả đối với đục thân ngô (Senguttuvan và Danakodi, 1997), ngoài ra chúng vừa có thể tiêu diệt được các loài sâu hại ngô khác như rệp ngô, sâu cắn lá ngô, nhện nhỏ hại ngô (Situmorang và Gabriel, 1988).

Tại Việt Nam đã có một số nghiên cứu về bọ đuôi kìm và ứng dụng chúng trong phòng trừ sâu hại như nhân nuôi và sử dụng bọ đuôi kìm *Chelisoches* spp. phòng trừ bọ cánh cứng hại dừa (Nguyễn Thị Thu Cúc và cs., 2010) hay sử dụng bọ đuôi kìm *Euborellia annulipes* trong phòng chống sâu tơ và sâu khoang hại rau họ hoa thập tự (Bùi Xuân Phong và Trương Xuân Lam, 2010). Tuy nhiên chưa có một nghiên cứu đầy đủ nào về thành phần bọ đuôi kìm trên ruộng ngô cũng như đi sâu nghiên cứu phương pháp nhân nuôi bọ đuôi kìm đen *Euborellia annulata* nhằm sử dụng chúng trong phòng chống sâu đục thân ngô. Nghiên cứu này được tiến hành nhằm đánh giá ảnh hưởng của hai loại thức ăn nhân tạo là thức ăn mèo và thức ăn chó tới kích thước và một số đặc điểm sinh vật học bọ đuôi kìm đen *E. annulata* nhằm tìm ra loại thức ăn thích hợp nhất cho việc nhân nuôi hàng loạt loài bọ đuôi kìm này.

2. VẬT LIỆU VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Đối tượng và vật liệu nghiên cứu

2.1.1. Đối tượng nghiên cứu

Bọ đuôi kìm đen *Euborellia annulata* (Fabricius).

2.1.2. Vật liệu nghiên cứu

Thức ăn mèo Whiskas có thành phần gồm ngũ cốc nguyên hạt (ngô, gạo), bột ngô; gia cầm và phụ phẩm từ gia cầm; cá biển, men khô, bột đậu nành, chất béo từ cọ, dầu đậu nành, muối iot, bột mì, taurine, vitamin các loại (A, E, B1, B6, B2, B12, choline, niacin, axit folic), màu thực phẩm, chất bảo quản, hương liệu.

Thức ăn chó Pedigree (thức ăn cho chó con) có thành phần gồm ngũ cốc nguyên hạt

(ngô, gạo), bột ngũ cốc, các sản phẩm từ rau quả và đạm các loại; thịt và các chất chiết xuất từ thịt bao gồm (thịt bò, các sản phẩm từ thịt gia cầm, cá, gan), bột trứng và các sản phẩm sữa; dầu thực vật; muối iot, vitamin và các khoáng chất (A, B1, B2, B6, B12, D, E, choline, axit folic, niacin, canxi, sunphat kẽm, ferrous gluconate (sắt); màu thực phẩm, chất bảo quản.

2.2. Phương pháp nghiên cứu

2.2.1. Xác định ảnh hưởng của 2 loại thức ăn tới đặc điểm sinh học, hình thái bọ đuôi kìm

Thu bắt bọ đuôi kìm non và trưởng thành từ ngoài ruộng ngô tại Dương Quang, Gia Lâm, Hà Nội mang về nuôi trong hộp nuôi sâu bằng thức ăn mèo cho tới trưởng thành ở điều kiện phòng thí nghiệm. Bọ đuôi kìm cái đã được giao phối thì cho vào hộp nuôi sâu với một lớp đất pha cát dày 4 cm (3 đất : 1 cát) để đẻ trứng. Các ổ trứng đẻ trong cùng một ngày được tách ra để theo dõi tiếp; khi trứng nở ra bọ đuôi kìm non được chuyển sang các hộp riêng biệt có đánh số và nuôi bằng thức ăn chó và thức ăn mèo đến khi hóa trưởng thành. Thí nghiệm được tiến hành trong điều kiện phòng thí nghiệm và được theo dõi 2 lần/ngày với các thời điểm xác định. Từ quan sát thí nghiệm ghi chép thời gian phát dục các pha, kích thước các pha (đục, cái), thời gian tiền đẻ trứng, thời gian đẻ trứng, số trứng đẻ, thời gian sống của trưởng thành đục, cái.

2.2.2. Xác định ảnh hưởng của 2 loại thức ăn nhân tạo đến khả năng phát triển quần thể bọ đuôi kìm

Cho 6 trưởng thành cái và 2 trưởng thành đục bọ đuôi kìm vào hộp nhựa (kích thước 25×17×9 cm) có chứa 4 cm đất pha cát (3 đất:1 cát), giữ hộp ở độ ẩm 70-80% tại điều kiện nhiệt độ phòng. Bọ đuôi kìm trong công thức thứ 1 được nuôi bằng thức ăn mèo và công thức thứ 2 nuôi bằng thức ăn chó, mỗi công thức lặp lại 3 lần. Thức ăn được thay hàng ngày. Sau 60 ngày, đếm số lượng các pha phát dục bọ đuôi kìm ở mỗi hộp. Hệ số nhân

quần thể được tính dựa trên tổng số cá thể bộ đuôi kìm thu được (không kể trứng) sau 60 ngày chia cho tổng số cá thể thả ban đầu.

Số liệu nghiên cứu được xử lý thống kê và so sánh sự sai khác (ANOVA) bằng phần mềm Excel và IRRISTAT 5.0.

3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

3.1. Đặc điểm hình thái của bộ đuôi kìm đen *E. annulata*

Bộ đuôi kìm *E. annulata* là loài có biến thái không hoàn toàn trải qua 3 pha phát triển trứng, bộ đuôi kìm non và trưởng thành (Hình 1). Bộ đuôi kìm non có 4 tuổi, kết quả này phù hợp với kết quả của Javier và cs. (1987) và ít hơn 1 tuổi so với nghiên cứu của Nurnina Nonci (2005).

• Pha trứng

Trứng hình bầu dục tròn hai đầu; chiều dài 1,00 - 1,50 mm, trung bình là $1,25 \pm 0,05$ mm; chiều rộng 0,5 - 0,9 mm, trung bình là $0,72 \pm 0,06$ mm. Trứng mới đẻ có màu trắng sữa sau đó chuyển dần sang màu trắng đục, khi sắp nở có chấm đen ở giữa và trứng chuyển sang màu vàng nhạt. Các quả trứng sau khi đẻ được kết dính với nhau thành ổ nhờ chất nhầy được tiết ra từ bộ đuôi kìm cái.

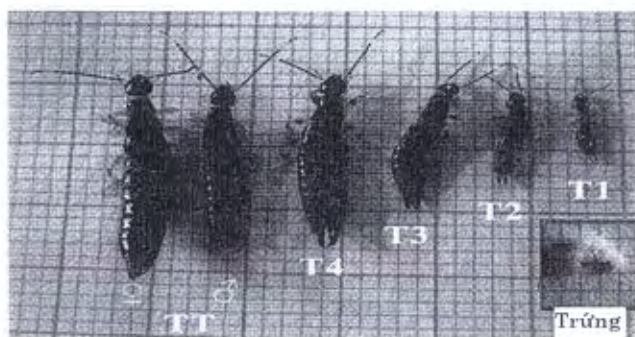
• Pha ấu trùng

Ấu trùng của bộ đuôi kìm bao gồm 4 tuổi, trải qua 3 lần lột xác. Hình dạng của ấu trùng gần giống hình dạng của trưởng thành nhưng có khác nhau ở một số đặc điểm như: kích thước cơ thể, số lượng đốt râu đầu, màu

sắc cơ thể. Cơ thể bộ đuôi kìm non thon dài có màu đen sẫm, chân có màu vàng nhạt với các khoang màu nâu, giữa các đốt bụng có khoang trắng, râu đầu hình sợi chỉ, một số đốt gần cuối roi râu có màu trắng, số lượng đốt trắng thay đổi theo tuổi của ấu trùng. Phía cuối bụng có 1 đôi ngọng kìm, độ cong của ngọng kìm là một trong các đặc điểm xác định giới tính của bộ đuôi kìm.

Ấu trùng tuổi 1 lúc mới nở có màu trắng, sau 3 - 3,5 giờ thì chuyển dần sang màu nâu đen. Râu đầu có 7 đốt, trên râu đầu chưa xuất hiện đốt trắng, trên mỗi đốt râu có các lông nhỏ. Cơ thể thon dài, bụng có 10 đốt. Gần cuối tuổi 1, cơ thể bộ đuôi kìm giãn ra chuẩn bị cho quá trình lột xác chuyển tuổi. Ấu trùng tuổi 1 được nuôi bằng thức ăn mèo và thức ăn chó có kích thước tương tự nhau với chiều dài trung bình tương ứng là $3,897 \pm 0,26$ mm và $4,03 \pm 0,27$ mm; chiều rộng tương ứng là $0,68 \pm 0,05$ mm và $0,74 \pm 0,05$ mm.

Ấu trùng tuổi 2 sau khi lột xác cơ thể cũng có màu trắng nhưng đục hơn so với lúc mới nở, sau chuyển dần sang màu nâu đen. Phần đốt bụng cuối có nối với phần đuôi kìm có màu đậm hơn tuổi 1. Râu đầu sợi chỉ có 10 đốt, đốt râu thứ 9 có màu trắng. Ấu trùng tuổi 2 được nuôi bằng thức ăn chó có kích thước hơi lớn hơn thức ăn mèo với chiều dài tương ứng $5,99 \pm 0,31$ mm và $5,86 \pm 0,29$ mm, chiều rộng tương ứng $1,35 \pm 0,056$ mm và $1,23 \pm 0,06$ mm, tuy nhiên không có sự sai khác về kích thước khi so sánh thống kê ở mức xác suất 95%.



Hình 1. Các pha phát dục của bộ đuôi kìm đen *E.annulata*
T1-4: Bộ đuôi kìm non tuổi 1-4; TT: Bộ đuôi kìm trưởng thành

Ấu trùng tuổi 3 được nuôi bằng thức ăn mèo có chiều dài trung bình $8,76 \pm 0,21$ mm, chiều rộng $1,23 \pm 0,05$ mm và nuôi bằng thức ăn chó có kích thước trung bình $8,81 \pm 0,25$ mm, chiều rộng trung bình $1,39 \pm 0,05$ mm. Lúc mới lột xác, cơ thể có màu trắng sau chuyển dần sang màu đen. Râu đầu có 13 đốt tăng thêm 3 đốt so với tuổi 2, đốt thứ 10 và 11 có màu trắng.

Ấu trùng tuổi 4 kích thước cơ thể tăng nhanh hơn so với các tuổi trước. Ấu trùng được nuôi bằng thức ăn mèo và thức ăn chó có kích thước tương tự nhau (sai khác không có ý nghĩa thống kê) với chiều dài trung bình $11,75 \pm 0,39$ mm, chiều rộng trung bình $1,83 \pm 0,06$ mm khi nuôi bằng thức ăn mèo và chiều dài $11,55 \pm 0,48$ mm, chiều rộng $1,98 \pm 0,05$ mm khi nuôi bằng thức ăn chó. Lúc mới lột xác, cơ thể ấu trùng có màu trắng sau chuyển dần sang màu đen. Cơ thể đã dần hoàn thiện, râu đầu có 14 đốt, đốt thứ 11 và 12 có màu trắng.

• Pha trưởng thành

Khi mới hóa trưởng thành, cơ thể có màu trắng về sau chuyển sang màu đen. Kích thước con cái cả về chiều dài lẫn chiều rộng đều lớn hơn con đực. Kích thước con cái được

nuôi bằng thức ăn mèo có chiều dài trung bình $12,15 \pm 0,45$ mm và chiều rộng trung bình $2,06 \pm 0,06$ mm, kích thước này tương đương với con cái được nuôi bằng thức ăn chó với kích thước trung bình chiều dài và chiều rộng lần lượt là $12,37 \pm 0,36$ mm và $2,07 \pm 0,06$ mm. Bọ đuôi kim đực được nuôi bằng thức ăn mèo có kích thước nhỏ hơn chiều dài chỉ đạt trung bình $11,11 \pm 0,27$ mm; chiều rộng đạt trung bình $1,96 \pm 0,05$ mm. Kích thước con đực được nuôi bằng thức ăn chó cũng không có sự thay đổi nhiều, chiều dài trung bình $11,45 \pm 0,24$ mm; chiều rộng trung bình đạt $1,99 \pm 0,06$ mm. Trưởng thành chân có màu nhạt hơn, vẫn nhìn rõ các khoang màu nâu trên chân, chân dài và mỏng. Trưởng thành có 16 đốt râu, đốt thứ 12 và 13 có màu trắng. Kim của trưởng thành đực cong hơn, ngắn hơn và to khỏe hơn con cái. Con cái có kim thon dài. Con đực có 10 đốt bụng, còn con cái có 8 đốt bụng, đốt bụng thứ 8 của con cái biến đổi thành gọng kìm.

Việc nuôi bằng hai loại thức ăn chó và thức ăn mèo không cho thấy có sự khác biệt về kích thước ở các pha phát dục của bọ đuôi kim đen *E.annulata* (Bảng 1).

Bảng 1. Kích thước (mm) các pha phát dục của bọ đuôi kim đen *E. annulata* nuôi bằng thức ăn mèo và thức ăn chó

Pha phát dục	Chỉ tiêu	Thức ăn mèo			Thức ăn chó			LSD _{0,05}
		Tối thiểu	Tối đa	Trung bình \pm SD	Tối thiểu	Tối đa	Trung bình \pm SD	
Trứng	Dài	1.0	1.5	1,25 \pm 0,06	-	-	-	-
	Rộng	0,5	0,9	0,72 \pm 0,05	-	-	-	-
Tuổi 1	Dài	2,0	5,0	3,90 \pm 0,26a	2,0	5,0	4,03 \pm 0,27a	0,367
	Rộng	0,4	0,95	0,68 \pm 0,05a	0,5	1,0	0,74 \pm 0,05a	0,726
Tuổi 2	Dài	4,8	7,9	5,86 \pm 0,30a	5,0	8,0	6,00 \pm 0,31a	0,419
	Rộng	1,0	1,5	1,23 \pm 0,06a	1,2	1,7	1,36 \pm 0,06a	0,808
Tuổi 3	Dài	7,6	9,6	8,76 \pm 0,21a	7,7	9,6	8,81 \pm 0,25a	0,315
	Rộng	1,1	1,6	1,23 \pm 0,05a	1,3	1,9	1,39 \pm 0,05a	0,695
Tuổi 4	Dài	9,6	13,0	11,75 \pm 0,39a	9,7	13,5	11,55 \pm 0,48a	0,605
	Rộng	1,6	2,0	1,83 \pm 0,06a	1,8	2,2	1,98 \pm 0,05a	0,748
Trưởng thành đực	Dài	10,0	12,5	11,11 \pm 0,27a	10,2	12,8	11,45 \pm 0,24a	0,353
	Rộng	1,8	2,2	1,96 \pm 0,05a	1,8	2,4	1,99 \pm 0,06a	0,703
Trưởng thành cái	Dài	10,2	14,0	12,15 \pm 0,45a	10,2	14	12,37 \pm 0,36a	0,569
	Rộng	1,8	2,3	2,06 \pm 0,06a	1,8	2,3	2,07 \pm 0,06a	0,803

Ghi chú: SD: độ lệch chuẩn; trong cùng một hàng những số có cùng chữ số a, b, c... khác nhau không có ý nghĩa σ mức xác suất 95%; Thí nghiệm tiến hành tại nhiệt độ $24,83 \pm 0,86^{\circ}\text{C}$, độ ẩm $77,67 \pm 1,6\%$, số cá thể theo dõi n = 31.

3.2. Ảnh hưởng của 2 loại thức ăn tới vòng đời của bọ đuôi kìm đen *E.annulata*

Kết quả nuôi sinh học của bọ đuôi kìm đen *E.annulata* trong phòng thí nghiệm bằng 2 loại thức ăn: thức ăn chó và thức ăn mèo (Bảng 2) cho thấy, thời gian phát dục các pha và vòng đời của bọ đuôi kìm đen khá dài. Trong các tuổi ấu trùng thì ấu trùng tuổi 2 có thời gian phát triển dài nhất và ngắn nhất là ấu trùng tuổi 3. Việc nuôi bằng hai loại thức ăn chó và thức ăn mèo đã có ảnh hưởng rõ rệt tới hầu hết thời gian phát dục của các pha (trừ ấu trùng tuổi 4) và vòng đời của bọ đuôi kìm đen. Bọ đuôi kìm đen được nuôi bằng thức ăn chó có vòng đời $56,07 \pm 1,95$ ngày ngắn hơn rõ rệt so với khi nuôi bằng thức ăn mèo $72,22 \pm 0,95$ ngày. Thời gian phát dục các pha bọ đuôi kìm đen

trong thí nghiệm này dài hơn kết quả nghiên cứu của Nurnina Nonci (2005), khi nuôi trong điều kiện nhiệt độ cao hơn ở $27,9 - 30,3^{\circ}\text{C}$, độ ẩm $76,7 - 92,3\%$.

3.3. Ảnh hưởng của 2 loại thức ăn tới khả năng đẻ trứng của bọ đuôi kìm đen *E.annulata*

Để chọn lựa ra loại thức ăn thích hợp nhất cho việc nhân nuôi bọ đuôi kìm đen, số lượng trứng đẻ của bọ đuôi kìm cái được xác định khi được nuôi bằng hai loại thức ăn khác nhau. Qua quan sát cho thấy, ở loài bọ đuôi kìm đen *E.annulata* trưởng thành cái sau khi đẻ trứng có tập tính ấp và bảo vệ ổ trứng, sau khi ổ trứng nở bọ đuôi kìm cái mới tiếp tục đẻ, chính vì vậy một trưởng thành cái thường đẻ một số lần trong thời gian sống của chúng (Bảng 3).

Bảng 2. Thời gian phát dục (ngày) của bọ đuôi kìm đen *E.annulata* nuôi bằng thức ăn mèo và thức ăn chó

Các pha phát dục	Thức ăn mèo			Thức ăn chó			LSD _{0,05}
	Tối thiểu	Tối đa	Trung bình \pm SD	Tối thiểu	Tối đa	Trung bình \pm SD	
Trứng	13	14	$13,55 \pm 0,50$	13	14	$13,55 \pm 0,50$	
Tuổi 1	11	15	$11,94 \pm 0,84$ a	9	12	$10,67 \pm 1,13$ b	0,39
Tuổi 2	10	15	$12,40 \pm 1,16$ a	10	14	$11,72 \pm 1,47$ b	0,50
Tuổi 3	7	12	$9,39 \pm 1,16$ a	6	11	$7,86 \pm 1,62$ b	0,54
Tuổi 4	9	14	$11,39 \pm 1,16$ a	9	14	$10,90 \pm 1,59$ a	0,53
Tiền đẻ trứng	10	18	$13,60 \pm 1,85$ a	13	18	$14,90 \pm 1,59$ b	0,69
Vòng đời	60	88	$72,22 \pm 5,92$ a	47	69	$56,07 \pm 6,27$ b	2,19

Ghi chú: SD: độ lệch chuẩn; trong cùng một hàng những số có cùng chữ số a, b, c... khác nhau không có ý nghĩa ở mức xác suất 95%; Thí nghiệm tiến hành tại nhiệt độ $24,83 \pm 0,86^{\circ}\text{C}$, độ ẩm $77,67 \pm 1,60\%$; số cá thể theo dõi $n = 50$.

Bảng 3. Số lượng trứng đẻ (quả/lần/con cái) của bọ đuôi kìm đen *E.annulata* nuôi bằng thức ăn mèo và thức ăn chó

Lần đẻ	Thức ăn mèo			Thức ăn chó			LSD _{0,05}
	Tối thiểu	Tối đa	Trung bình \pm SD	Tối thiểu	Tối đa	Trung bình \pm SD	
Lần 1	22	50	$35,15 \pm 8,58$ b	32	55	$41,35 \pm 5,98$ a	4,73
Lần 2	34	46	$37,80 \pm 2,82$ b	25	60	$46,85 \pm 9,93$ a	4,67
Lần 3	36	46	$41,60 \pm 2,89$ b	51	62	$58,10 \pm 2,97$ a	1,88
Lần 4	35	43	$39,35 \pm 2,56$ b	54	64	$58,40 \pm 2,26$ a	1,54
Lần 5	35	44	$38,85 \pm 2,54$ b	54	64	$58,70 \pm 2,49$ a	1,61
Lần 6	36	47	$40,80 \pm 3,07$ b	56	67	$61,80 \pm 2,50$ a	1,79
Lần 7	36	45	$39,85 \pm 2,60$ b	54	68	$62,35 \pm 3,01$ a	1,80
Tổng cộng	254	292	$273,40 \pm 10,91$ b	357	411	$387,55 \pm 18,48$ a	9,71

Ghi chú: SD: độ lệch chuẩn; trong cùng một hàng những số có cùng chữ số a, b, c... khác nhau không có ý nghĩa ở mức xác suất 95%; Thí nghiệm tiến hành tại nhiệt độ $24,83 \pm 0,86^{\circ}\text{C}$, độ ẩm $77,67 \pm 1,60\%$; Số lượng cá thể theo dõi $n = 20$.

Bảng 4. Số lượng cá thể các pha bọ đuôi kim đen *E.annulata* thu được sau 60 ngày nuôi bằng thức ăn chó, thức ăn mèo

Các pha phát dục	Số lượng sau 2 tháng	
	Ăn thức ăn chó	Ăn thức ăn mèo
Trứng (quả)	110,00±11,14	52,67±6,51
Tuổi 1 (con)	219,67±13,50	184,33±8,02
Tuổi 2 (con)	279,33±6,03	165,00±8,00
Tuổi 3 (con)	351,67±14,57	133,67±6,66
Tuổi 4 (con)	248,33±13,32	125,33±11,50
Trưởng thành (con)	20,33±2,52	15,67±2,08
Tổng số (không kể trứng) (con)	1119,33±47,00	624,00±36,04
Hệ số nhân (lần)	139,92	78,00

Ghi chú: Số lượng thả ban đầu 6 trưởng thành cái và 2 trưởng thành đực; thí nghiệm tiến hành tại điều kiện nhiệt độ $29,61 \pm 0,68^{\circ}\text{C}$, độ ẩm $76,78 \pm 1,29\%$

Bọ đuôi kim cái đẻ tổng cộng 7 lần, số lượng trứng đẻ thấp nhất ở lần 1 với công thức thức ăn cho chó là $41,35 \pm 5,98$ quả và thức ăn mèo là $35,15 \pm 8,58$ quả, sau đó lượng trứng đẻ tăng dần trong cả hai công thức, lượng trứng đẻ cao nhất trong các lần đẻ ở công thức thức ăn chó là ở lần 7 với $62,35 \pm 3,01$ quả và cá mero là ở lần 3 với $41,60 \pm 2,89$ quả. Trong tất cả các lần đẻ, số lượng trứng của bọ đuôi kim cái được nuôi bằng thức ăn chó đều đẻ nhiều hơn rõ rệt so với bọ đuôi kim cái được nuôi bằng thức ăn mèo, tổng số trứng trung bình của bọ đuôi kim nuôi bằng thức ăn chó là $387,55 \pm 18,48$ quả cao hơn rõ rệt so với nuôi bằng thức ăn mèo $273,40 \pm 10,91$ quả.

3.4. Ảnh hưởng của hai loại thức ăn nhân tạo đến khả năng phát triển quần thể bọ đuôi kim đen *E.annulata*

Qua bảng 4 cho thấy, loài bọ đuôi kim đen *E.annulata* có khả năng nhân rất nhanh quần thể với hệ số nhân khi nuôi bằng thức ăn chó là 139,92 lần cao hơn rõ rệt so với nuôi bằng thức ăn mèo với 78,00 lần. Số lượng trứng và cá thể ở tất cả các pha ở công thức ăn thức ăn chó đều cao hơn so với công

thức ăn thức ăn mèo, tổng số lượng cá thể bọ đuôi kim đen ở các pha (trừ trứng) nuôi bằng thức ăn chó và mèo lần lượt là $1119,33 \pm 47,00$ con và $624,00 \pm 36,04$ con.

4. KẾT LUẬN

- Kích thước các pha phát dục của bọ đuôi kim đen *E.annulata* được nuôi bằng thức ăn mèo và thức ăn chó không có sự sai khác rõ rệt. Kích thước các pha trứng, tuổi 1, tuổi 2, tuổi 3, tuổi 4, trưởng thành đực và trưởng thành cái nuôi bằng thức ăn mèo tương ứng là $1,25 \pm 0,16$ mm, $3,897 \pm 0,72$ mm, $5,86 \pm 0,81$ mm, $8,76 \pm 0,56$ mm, $11,75 \pm 1,06$ mm, $11,11 \pm 0,72$ mm, $12,15 \pm 1,23$ mm. Với thức ăn chó, kích thước các pha tuổi 1, tuổi 2, tuổi 3, tuổi 4, trưởng thành đực và trưởng thành cái lần lượt là $4,03 \pm 0,73$ mm, $5,997 \pm 0,84$ mm, $8,81 \pm 0,67$ mm, $11,55 \pm 1,30$ mm, $11,45 \pm 0,66$ mm, $12,37 \pm 0,99$ mm.

- Tất cả các pha phát dục của bọ đuôi kim đen *E.annulata* trong công thức thức ăn cho chó có thời gian phát triển ngắn hơn rõ rệt so với thức ăn mèo. Vòng đời của chúng khi nuôi bằng thức ăn chó là $56,07 \pm 6,27$ ngày ngắn hơn khi nuôi bằng thức ăn mèo

với vòng đời $72,22 \pm 5,92$ ngày. Khi nuôi bằng thức ăn chó, bộ đuôi kìm cái đẻ nhiều trứng hơn so với nuôi bằng thức ăn mèo, với tổng số lượng trứng trên con cái lần lượt là $387,55 \pm 18,48$ quả và $273,40 \pm 10,91$ quả.

- Số lượng cá thể bộ đuôi kìm đen *E.annulata* thu được sau 60 ngày ở công thức ăn thức ăn cho chó là $110,00 \pm 11,14$ quả trứng và $1119,33 \pm 47,00$ con cao hơn hẳn công thức nuôi bằng thức ăn mèo với $52,67 \pm 6,51$ quả và $624,00 \pm 36,04$ con. Hệ số nhân của bộ đuôi kìm đen khi nuôi bằng thức ăn chó là 139,92 lần và thức ăn mèo là 78,00 lần.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- Nguyễn Thị Thu Cúc, Lê Thị Ngọc Hương, Hà Thanh Liêm (2010). Nuôi nhân và sử dụng bộ đuôi kìm *Chelisoches* spp. (Dermaptera, Chelisochidae) phòng trừ bộ cánh cứng hại dừa *Brontispa longissima* (Gestro). Hội nghị Khoa học Công nghệ toàn quốc về Bảo vệ thực vật lần thứ 3, 16-17/8/2010: tr 129-138.
- Đặng Thị Dung (2003). Một số dẫn liệu về sâu đục thân ngô *Ostrinia furnacalis* (Guenee) Lepidoptera: Pyralidae trong vụ xuân 2003 tại Gia Lâm, Hà Nội. *Tạp chí Bảo vệ thực vật* số 6: tr7 - 12.
- Javier P.A., C.L. Dayaoen, B.M. Rejesus (1987). Biology and mass rearing technique of earwigs, *Euborellia* spp. as predators of Asian corn borer, *Ostrinia furnacalis* (Guenee). Anniversary and Annual Convention of the Pest Control Council of the Philippines, Davao City 5-8 May 1987.
- Nurnina Nonci (2005). Biology and intrinsic growth rate of earwig (*Euborellia annulata*). *Indonesian Journal of Agricultural Science* 6(2): 69-74.
- Bùi Xuân Phong, Trương Xuân Lam (2010). Đặc điểm sinh học của bộ đuôi kìm đen (*Euborellia annulipes* Lucas) và khả năng kìm hãm mật số sâu khoang, sâu tơ hại rau họ hoa thập tự trong nhà lưới. *Tạp chí Khoa học và Phát triển*, Tập 8, số 5: 765-771.
- Senguttuvan T. and C.V. Danakodi (1997). Management of podborer in groundnut through manipulation of cultural practices in alfisols. *J. Oil Seeds Res.* 14(2): 269-273.
- Situmorang, J. and B.P. Gabriel (1988). Biology of *Labidura riparia* (Pallas) and as predatory capacity on the Asian corn borer. *Philipp. Entomol.* 7(3): 195-214.

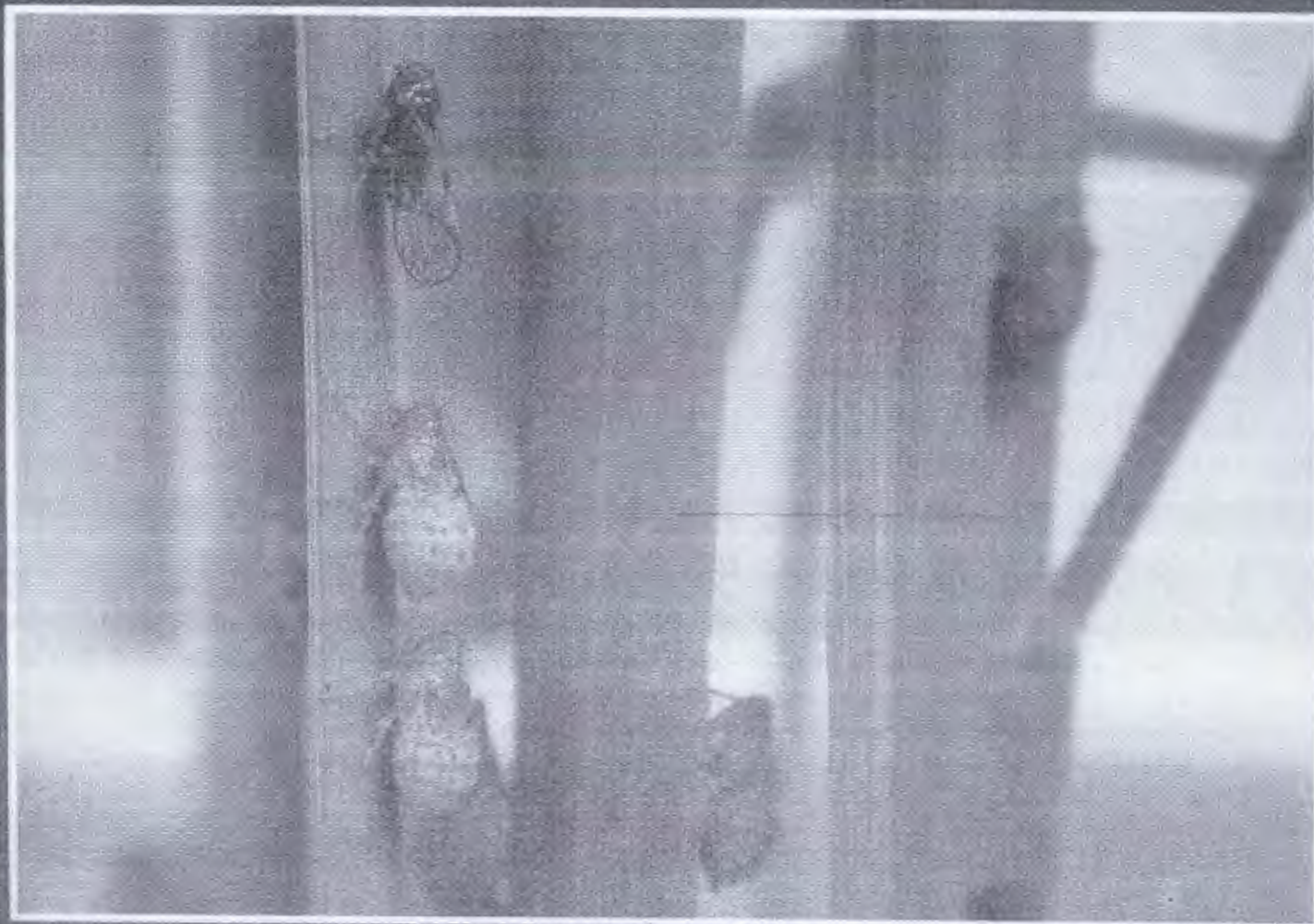
BỘ NÔNG NGHIỆP VÀ PHÁT TRIỂN NÔNG THÔN
VIỆN BẢO VỆ THỰC VẬT - CỤC BẢO VỆ THỰC VẬT

BẢO VỆ THỰC VẬT

ISSN 0868-2801

Số 1 (241)

2012



TẠP CHÍ CHUYÊN NGÀNH
JOURNAL OF PLANT PROTECTION

8. Hiệu quả của một số chế phẩm sinh học đối với sâu xanh *Helicoverpa armigera* Hubner trên cây cà chua vùng Gia Lâm, Hà Nội
Effect of Some Bio-Products in Controlling Bollworm on Tomato in Hanoi
Nguyễn Kim Chiến, Hà Quang Hùng, Lê Thị Mỹ Hà..... 30
9. Đánh giá tính kháng rầy nâu (*Nilaparvata lugens* Stal) và rầy lưng trắng (*Sogatella furcifera* Horvath) trên một số giống lúa trồng phổ biến ở miền Bắc Việt Nam
Evaluation the Resistance of Some Rice Varieties to Rice Brown Planthopper (*Nilaparvata lugens* Stal) and White Backed Plant Hopper (*Sogatella furcifera* Horvath) in the Northern Region of Vietnam
Hồ Thị Thu Giang, Trần Đình Chiến, Nguyễn Văn Đĩnh, Nguyễn Đức Tùng 32
10. Nghiên cứu diễn biến mật độ và mối quan hệ với con mồi của loài bọ xít bắt mồi *Coranus fuscipennis* (Heteroptera: Reduviidae) trên cây rau đậu (đậu đũa, đậu trạch) ở vùng Hà Nội
Study on Density Fluctuations of Assassin Bug *Coranus fuscipennis* (Heteroptera: Reduviidae) on Bean Plant Vegetables Growing in Ha Noi
Nguyễn Duy Hồng, Trương Xuân Lam, Hà Quang Hùng 37
11. Cấu trúc quần xã ve giáp (Acarina: Oribatida) yếu tố sinh học chỉ thị thay đổi điều kiện môi trường ở vườn Quốc Gia Phong Nha - Kẻ Bàng, Quảng Bình
Orbitid Mites Community Structures (Acarina: Oribatida) - Bioindicator of Enviromental Changes in Phong Nha - Ke Bang National Park, Quang Binh Province
Nguyễn Hải Tiến, Vũ Quang Mạnh 41

TỔNG HỢP

12. Thay đổi đáng ghi nhận về thành phần dịch hại trên lúa từ năm 1975 đến nay ở Việt Nam
Nguyễn Văn Đĩnh, Bùi Sĩ Doanh 45

CHỈ ĐẠO SẢN XUẤT

13. Dịch bọ que xuất hiện gây hại cây trồng
Lê Việt Cường, Hà Quang Hùng 49

TRAO ĐỔI THÔNG TIN VÀ KINH NGHIỆM

14. Giải pháp thay thế cho Methyl Bromide
Nguyễn Ánh Tuyết 51

TIN TRONG NGÀNH

15. Cục Bảo vệ thực vật - Viện nghiên cứu lúa Quốc tế IRRI 52

KẾT LUẬN

- Xử lý chế phẩm vi rút NPV-Ha 3×10^{12} PBI/ha thời điểm 25 sau trồng (cây ra hoa), phun 5 lần mỗi lần cách nhau 10 ngày có tác dụng làm giảm mật độ sâu xanh trên ruộng trồng cà chua, giảm tỷ lệ quả bị hại bảo vệ được năng suất so với đối chứng cũng như chế phẩm Bt -Delfin, và thuốc hoá học Regent 800WG.

- Tồn dư hiệu lực của chế phẩm sinh học nói chung gồm NPV-Ha, Bt rất ngắn cao nhất từ 0-1 ngày sau xử lý, chính vì vậy cần chú ý điều kiện thời tiết khi tiến hành xử lý.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Moore S.D *et al*, 2002. Evaluation of *H.armigera*

Nucleopolyhedro virus (HaNPV), for control of *H.armigera* on citrus in South Africa. *Biocontrol Science and technology*.Vol.14.239-250.

2. Ngô Trung Sơn, 1991. Sự miễn cảm của các lứa tuổi sâu xanh hại bông (*H.armigera*) đối với NPV. *Tạp chí nông nghiệp và công nghiệp thực phẩm* số 10, p.459-460, Nhà xuất bản Nông nghiệp.

3. Hoàng Thị Việt, Trần Quang Tấn, Nguyễn Đâu Toàn, Nguyễn Văn Hoa, Lương Thanh Cù, Phạm Thị Hạnh, Trần Đình Phả, 2000. Kết quả nghiên cứu sản xuất và sử dụng chế phẩm hỗn hợp NPV, V-BT trừ sâu hại rau 1996-1999. *Tuyển tập công trình nghiên cứu*, BVTV 1996-2000, Nhà xuất bản Nông nghiệp, p. 205-211.

Phản biện: GS.TS. Phạm Văn Lâm

ĐÁNH GIÁ TÍNH KHÁNG RẦY NÂU (*NILAPARVATA LUGENS* STAL) VÀ RẦY LƯNG TRẮNG (*SOGATELLA FURCIFERA* HORVATH) TRÊN MỘT SỐ GIỐNG LÚA TRỒNG PHỔ BIẾN Ở MIỀN BẮC VIỆT NAM

Evaluation the Resistance of Some Rice Varieties to Rice Brown Planthopper (*Nilaparvata lugens* Stal) and White Backed Plant Hopper (*Sogatella furcifera* Horvath) in the Northern Region of Vietnam

Hồ Thị Thu Giang, Trần Đình Chiến,
Nguyễn Văn Đĩnh, Nguyễn Đức Tùng

Trường Đại học Nông Nghiệp Hà Nội

Abstract

A study conducted in laboratory to evaluate the resistance of some dominant rice varieties cultivating in the northern region of Vietnam to brown planthopper and white backed planthopper. The result shows that in 22 rice varieties (15 conventional varieties and 7 hybrid varieties) infected with brown planthopper, there were 2 moderately resistant varieties Xi 23 and TH3-3, 3 moderately susceptible varieties C70, VL20, VL24 and other 15 varieties highly susceptible. In 12 rice varieties (8 conventional varieties and 4 hybrid varieties) tested with white backed planthopper, 1 moderately resistant variety CR203, 1 moderately susceptible variety TH3-8, 3 susceptible varieties T10, IR64, BC15 and 7 highly susceptible varieties were recorded.

Keywords: brown planthopper, *Nilaparvata lugens* Stal, resistant varieties, *Sogatella furcifera* Horvath, susceptible variety, white backed plant hopper

ĐẶT VẤN ĐỀ

Rầy nâu (*Nilaparvata lugens* Stal) là một trong những loài sâu hại quan trọng nhất đối với cây lúa ở vùng nhiệt đới và cận nhiệt đới châu Á (Dyck và Thomas, 1979). Trong 5 năm, từ 1999 -

2003, ở Việt Nam, rầy nâu và rầy lưng trắng vẫn là 1 trong 3 nhóm dịch hại nguy hiểm nhất trên lúa (Nguyễn Văn Đĩnh, 2004). Theo số liệu của Cục Bảo vệ thực vật trong những năm 1999 - 2003, diện tích lúa bị hại do rầy nâu và rầy lưng trắng gây ra trong cả nước là

408.908,4 ha (miền Bắc là 213.208,8 ha, miền Nam là 195.699 ha), trong đó diện tích bị hại nặng là 34.287,4 ha, diện tích mất trắng là 179,2 ha. Như vậy, diện tích lúa bị hại và bị hại nặng do rầy nâu gây ra xếp hạng thứ 3 trong 9 loài dịch hại lúa chủ yếu, nhưng diện tích mất trắng đứng thứ 4. So với 10 năm trước thì vị trí gây hại của rầy nâu có chiều hướng giảm nhẹ hơn. Nhưng điều đáng lưu ý là đa số các giống lúa đang gieo trồng thuộc dạng mẫn cảm với rầy nâu và bản thân rầy nâu ở nước ta đang thay đổi độc tính.

Theo báo cáo của Cục Bảo vệ thực vật ngày 7/5/2007, các tỉnh phía Bắc có 79.064 ha lúa đông xuân giai đoạn đông - trở bị nhiễm rầy nâu, rầy lưng trắng (cao gấp 10 lần so với cùng kỳ năm 2006). Vì vậy khảo sát tính kháng rầy nâu và rầy lưng trắng của các giống lúa đang trồng phổ biến ở miền Bắc là việc làm hết sức cần thiết. Kết quả nghiên cứu sẽ giúp cho việc lựa chọn giống phù hợp, giảm nhẹ sự gây hại của nhóm rầy hại thân lúa trên đồng ruộng.

VẬT LIỆU VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

1. Vật liệu

Quần thể rầy nâu (*Nilaparvata lugens* Stal) và rầy lưng trắng (*Sogatella fucifera* Horvath) thu thập tại Gia Lâm Hà Nội trong vụ xuân 2010.

Các giống lúa thuần: Q5, KD18, Xi23, BC15, IR64, C70, tẻ thơm P6, Hương thơm số 1, Bắc thơm số 7, Nếp DT22, Nếp IR352, Nếp TK90, Nếp 97.

Các giống lúa lai: Bắc ưu 903, Nhị ưu 838, D ưu 527, Nhị ưu 81, TH 3-3, VL 20, VL24

Giống đối chứng: Giống CR203 (chuẩn kháng) và giống TN1 (chuẩn nhiễm).

2. Phương pháp

Phương pháp nhân nuôi rầy nâu và rầy lưng trắng

Rầy nâu được nuôi trên giống lúa nhiễm rầy TN1 trồng trong các chậu có úp lồng mica ở phòng thí nghiệm với chế độ chiếu sáng 16 h trong ngày. Lúa được cung cấp nước thường xuyên đảm bảo cho lúa sinh trưởng phát triển bình thường và cách ly các thiên địch của rầy nâu. 7 ngày thay lúa 1 lần để đảm bảo rầy luôn được cung cấp thức ăn tốt.

Khi có trường thành rầy nâu mới vũ hóa thì bắt 10 trường thành cái chừa cho vào lồng có khay mạ bên trong để rầy nâu đẻ trứng. Sau 2 ngày chuyển hết rầy trưởng thành ra khỏi lồng, khoảng 5 ngày sau rầy non nở và khi có rầy non tuổi 2 thì tiến hành thí nghiệm.

Đánh giá khả năng gây hại của rầy nâu

Khả năng gây hại của rầy nâu được đánh giá ở giai đoạn mạ 2 lá. Khi mạ có 2 lá thật (khoảng 7 ngày tuổi), nhổ mạ khỏi khay, rũ bỏ đất và rửa sạch, dùng giấy thấm quấn quanh gốc mạ cho vừa khít ống nghiệm (kích thước 3 x 10 cm). Dùng bình xịt phun nước đủ ẩm vào gốc mạ để giữ cho cây mạ tươi lâu. Dùng ống hút nhỏ hút 3 rầy non tuổi 2 thả vào mỗi ống nghiệm. Hàng ngày tưới thêm nước cho cây mạ. Cấp hại của cây mạ được đánh giá vào thời điểm 5 và 7 ngày sau lây nhiễm, khi toàn bộ giống chuẩn chết trên 90%. Cấp hại được đánh giá theo triệu chứng cây mạ bị hại như sau:

Cấp hại	Tỷ lệ chết của rầy nâu và triệu chứng cây mạ
0	≥70% rầy chết, cây mạ khỏe
1	<70% rầy chết, cây mạ khỏe
3	Cây mạ bị biến vàng từng bộ phận (≤ 50%)
5	Hầu hết các bộ phận cây bị biến vàng (>50%)
7	Cây mạ đang héo
9	Cây mạ chết

Dựa trên cấp hại để xác định tính kháng của giống: cấp 1-3: Kháng (K); cấp 3,1 - 4,5: kháng vừa (KV); cấp 4,6 - 5,5: nhiễm vừa (NV); cấp 5,6 - 7,0: nhiễm (N); cấp 7,1 - 9,0: nhiễm nặng (NN) (theo TCVN-2003).

Đánh giá khả năng sống sót của rầy non trên các giống lúa thí nghiệm

Khả năng sống sót của rầy non trên các giống lúa thí nghiệm được đánh giá ở giai đoạn lúa đẻ nhánh. Tách từng dảnh lúa để cả rễ và thân, sau đó cắm dảnh lúa vào chậu có bùn và nước. Dùng ống nghiệm thùng 2 đầu chụp đoạn thân lúa, mỗi ống một dảnh lúa. Phấn dưới dùng bông bịt một đầu. Sau đó dùng ống hút rầy non tuổi 2 và thả vào trong ống nghiệm với số lượng 3 rầy non/dảnh. Dùng nút bông bịt đầu ống nghiệm còn lại. Thí nghiệm nhắc lại 10 lần cho một giống. Vào thời điểm 5 và 7 ngày sau lây nhiễm, tiến hành đếm số lượng rầy non còn sống sót trong ống nghiệm.

KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU VÀ THẢO LUẬN

1. Tính kháng rầy nâu (*Nilaparvata lugens* Stal) của các giống lúa trồng phổ biến ở miền Bắc Việt Nam

1.1. Khả năng gây hại của rầy nâu *N. lugens* trên các giống lúa trồng phổ biến ở miền Bắc

22 giống lúa được đưa vào thí nghiệm đánh giá khả năng gây hại của rầy nâu. Các giống lúa thí nghiệm bao gồm 13 giống lúa thuần hiện đang trồng với diện tích khá lớn ở vùng đồng bằng sông Hồng, 7 giống lúa lai cùng với giống đối chứng chuẩn nhiễm (giống TN1) và chuẩn kháng (CR203).

Không kể giống đối chứng CR203 có mức độ kháng rầy nâu và giống TN1 có mức nhiễm nặng,

trong các giống thí nghiệm có 2 giống kháng vừa với rầy nâu Hà Nội là giống Xi23 và TH3-3 (chiếm 9,1% tổng số giống thí nghiệm); 3 giống nhiễm vừa là C70, VL20, VL24 (chiếm 13,6% tổng số giống thí nghiệm); 2 giống nhiễm là IR64, Nếp IR352 (chiếm 9,1% tổng số giống thí nghiệm); 13 giống khác còn lại (chiếm 59,1% tổng số giống thí nghiệm) bị nhiễm nặng (bảng 1).

Như vậy, phần lớn các giống lúa thuần đang trồng phổ biến ở miền Bắc đều bị nhiễm rầy nâu ở mức nhiễm cho đến nhiễm nặng, không có giống lúa nào có khả năng kháng rầy nâu, duy nhất giống Xi23 kháng vừa, giống C70 nhiễm vừa đối với rầy nâu Hà Nội. Những nghiên cứu này cũng phù hợp với nghiên cứu của Nguyễn Văn Đình và Trần Thị Liên (2005) và đánh giá của Trung tâm Bảo vệ thực vật phía Bắc (2005).

Bảng 1. Cấp hại do rầy nâu gây ra ở giai đoạn mạ trên các giống lúa thuần và lúa lai trồng phổ biến ở miền Bắc Việt Nam

Các giống lúa thuần			Các giống lúa lai		
Giống lúa	Cấp hại	Đánh giá	Giống lúa	Cấp hại	Đánh giá
Lúa tẻ			Lúa lai 2 dòng VN		
CR203	1,8	K	TH3-3	4,2	KV
Xi23	3,8	KV	VL24	4,6	NV
C70	5,4	NV	VL20	5	NV
IR64	7,0	N	Lúa lai 3 dòng Trung quốc		
Q5	7,4	NN	Nhị ưu 838	7,4	NN
KD 18	7,4	NN	Bắc ưu 903	7,8	NN
BC15	7,8	NN	D ưu 527	8,2	NN
TN1	8,2	NN	Nhị ưu 81	7,8	NN
Tẻ thơm					
P6	7,4	NN			
Hương thơm số 1	7,8	NN			
Bắc thơm số 7	8,2	NN			
Nếp					
Nếp IR352	6,2	N			
TK90	7,4	NN			
Nếp 97	8,2	NN			
DT22	8,6	NN			

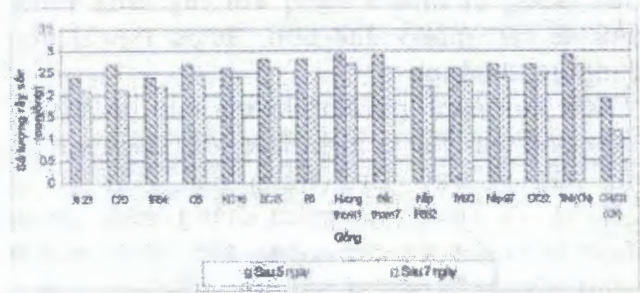
Trong các giống lúa lai được đánh giá chỉ có giống TH3-3 là kháng vừa với rầy nâu. Có 2 giống nhiễm vừa là VL20, VL24. Các giống lúa còn lại đều nhiễm nặng với rầy nâu với cấp hại từ 7,4 đến 8,2.

Mặc dù độc tính của rầy nâu ở miền Nam có thể cao hơn độc tính rầy ở miền Bắc, nhưng tập

đoàn giống lúa tại đồng bằng sông Cửu Long vẫn có tỷ lệ giống kháng rầy nâu ở cấp 1-3, chiếm 14,7% (Nguyễn Thị Lang và CTV, 2004). Trong khi đó, tại đồng bằng sông Hồng trong những giống trồng phổ biến lại không có giống lúa nào kháng rầy nâu.

1.2. Khả năng sống sót của rầy nâu *N. lugens* trên các giống lúa thí nghiệm

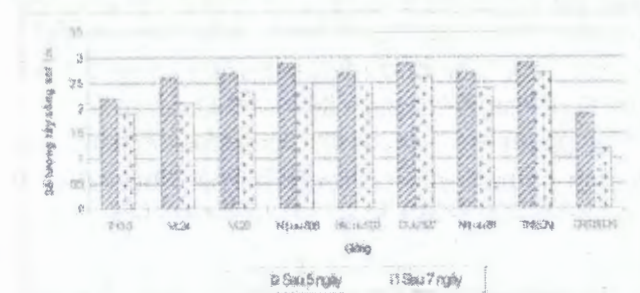
Để đánh giá được một giống lúa kháng rầy nâu hay không ngoài đánh giá cấp hại của rầy nâu ở giai đoạn mạ 2 lá thật, còn cần đánh giá khả năng sống sót của rầy nâu trên các giống lúa ở giai đoạn đẻ nhánh.



Hình 1. Số lượng rầy non của rầy nâu sống sót trên các giống lúa thuần trong thí nghiệm

Sau 7 ngày lây nhiễm, số lượng rầy non sống sót trên các giống lúa thuần đạt khá cao (2,1-2,7 con/dảnh/ống nghiệm), cao hơn hẳn so với số lượng rầy non còn sống sót trên giống chuẩn kháng CR203 (chỉ là 1,2 con/dảnh/ống nghiệm). Giống Xi23 kháng vừa với rầy nâu, nhưng số lượng rầy non còn sống sót sau 5 và 7 ngày lây nhiễm cũng đạt khá cao (hình 1).

Khả năng sống sót của rầy non rầy nâu trên các giống lúa lai trong thí nghiệm cũng khá cao (hình 2). Điều này cũng rất dễ hiểu, đó là do đa phần các giống lúa lai trong thí nghiệm đều là giống nhiễm. Do đó rầy nâu lấy được nguồn thức ăn thuận lợi từ các giống nhiễm rầy, từ đó khả năng sống sót sẽ cao hơn.



Hình 2. Số lượng non của rầy nâu sống sót trên các giống lúa lai trong thí nghiệm

2. Tính kháng rầy lưng trắng (*Sogatella furcifera* Horvath) của các giống lúa trồng phổ biến ở miền Bắc Việt Nam

2.1. Khả năng gây hại của rầy lưng trắng *S. furcifera* trên các giống lúa trồng phổ biến tại miền Bắc Việt Nam

Đã tiến hành thí nghiệm đánh giá khả năng gây hại của rầy lưng trắng đối với 12 giống lúa, gồm 6 giống lúa thuần, 4 giống lúa lai (là những giống trồng phổ biến ở miền Bắc Việt Nam) cùng với giống CR203 (chuẩn kháng), giống TN1 (chuẩn nhiễm).

Không kể giống đối chứng CR203 có mức độ kháng vừa và giống TN1 có mức nhiễm nặng đối với rầy lưng trắng, trong các giống thí nghiệm có còn giống TH3-3 cũng có khả năng kháng vừa với rầy lưng trắng (chiếm 8,3% tổng số giống thí nghiệm); 3 giống nhiễm rầy lưng trắng là giống T10, IR64, BC15 (chiếm 25,0% tổng số giống thí nghiệm); 6 giống khác còn lại bị nhiễm nặng rầy lưng trắng (chiếm 50,0% tổng số giống thí nghiệm). Các giống này (Hương Thơm số 1, Bắc Thơm số 7, Tẻ thơm, Nếp 97. ...) đều là các giống đặc sản, có chất lượng thương phẩm tốt, được người tiêu dùng ưa chuộng như (bảng 2)

Bảng 2. Cấp hại của rầy lưng trắng *S. furcifera* ở giai đoạn mạ trên các giống lúa trồng phổ biến tại miền Bắc Việt Nam

TT	Giống lúa	Cấp hại của rầy lưng trắng sau lây nhiễm		Mức kháng
		5 ngày	7 ngày	
1	CR203	2	3,8	KV
2	TH3-3	2,4	4,2	KV
3	T10	3,2	5,6	N
4	IR64	3,4	5,6	N
5	BC15	3,4	5,6	N
6	Bắc thơm số 7	5,2	7,2	NN
7	Hương thơm số 1	4,6	7,2	NN
8	Tẻ thơm	4,4	7,2	NN
9	DT22	4	7,2	NN
10	Nếp 97	4,4	7,4	NN
11	Nếp 97	5,2	7,6	NN
12	TN1	5,4	7,8	NN

Kết quả đánh giá tính của các giống lúa trồng phổ biến ở miền Bắc Việt Nam với cả rầy nâu và rầy lưng trắng cho thấy giống CR203 và TH3-3 có mức kháng vừa, giống IR64 bị nhiễm và các giống khác còn lại bị nhiễm nặng với cả rầy nâu và rầy lưng trắng.

2.2. Khả năng sống sót của rầy lưng trắng *S. furcifera* trên các giống lúa thí nghiệm

Bảng 3. Số lượng rầy lưng trắng *S. furcifera* sống sót ở giai đoạn đẻ nhánh trên các giống lúa thí nghiệm

TT	Tên giống	Số lượng rầy sống sót (con/dánh)	
		Sau 5 ngày	Sau 7 ngày
1	CR203	1,8	1,4
2	TH3-3	2	1,6
3	T10	2,3	2,2
4	IR64	2,3	2,1
5	BC15	2,4	1,8
6	Bắc thơm số 7	2,7	2,4
7	Hương thơm số 1	2,7	2,2
8	Tẻ thơm	2,5	2,1
9	DT22	2,6	2,2
10	Nhị ưu 838	2,3	1,8
11	Nếp 97	2,7	2,2
12	TN1	3	2,8

Đã tiến hành thí nghiệm với 10 giống lúa trồng phổ biến và 2 giống đối chứng (giống CR203, giống TN1). Kết quả cho thấy sau 5-7 ngày lây nhiễm, trên các giống lúa Bắc thơm số 7, Hương thơm số 1, Tẻ thơm, Nếp 97 có số lượng rầy lưng trắng sống sót khá cao. Trên giống TH3-3 (là giống kháng vừa) có số lượng rầy lưng trắng sống sót thấp hơn. Trên giống CR203 là giống chuẩn kháng, nhưng chỉ còn ở mức kháng vừa thì có số lượng rầy lưng trắng sống sót đạt thấp nhất. Chỉ tiêu này chỉ là 1,8 và 1,4 con/dánh tương ứng vào ngày thứ 5 và 7 sau lây nhiễm (bảng 3). Kết quả này phù hợp với cấp hại của các giống được đánh giá trong bảng 2.

KẾT LUẬN

Không kể giống đối chứng, 20 giống lúa (13 giống lúa thuần và 7 giống lúa lai) đang gieo trồng phổ biến của miền Bắc Việt Nam được đánh giá mức độ kháng với rầy nâu. Trong đó có 2 giống kháng vừa (Xi23, TH3-3), 3 giống nhiễm vừa (C70, VL20 VL24); 2 giống nhiễm (IR64, Nếp IR352) và 15 giống khác còn lại bị nhiễm nặng với rầy nâu Hà Nội.

Đánh giá mức độ kháng với rầy lưng trắng của 12 giống lúa gồm các giống trồng phổ biến

của miền Bắc Việt Nam (6 giống lúa thuần và 4 giống lúa lai) và 2 giống đối chứng chuẩn kháng, chuẩn nhiễm. Không kể giống đối chứng (CR203, TN1), trong các giống thí nghiệm có 1 giống (TH3-3) có khả năng kháng vừa với rầy lưng trắng, 3 giống nhiễm (T10, IR64, BC15) và 6 giống nhiễm nặng với rầy lưng trắng ở Hà Nội. Các giống bị nhiễm nặng với rầy lưng trắng đều là các giống đặc sản, được người tiêu dùng ưa chuộng.

Kết quả đánh giá tính kháng của các giống lúa trồng chủ yếu ở miền Bắc Việt Nam với cả rầy nâu và rầy lưng trắng cho thấy giống CR203 và TH3-3 có mức kháng vừa, giống IR64 bị nhiễm và các giống còn lại bị nhiễm nặng với cả rầy nâu và rầy lưng trắng.

Đề nghị giới thiệu các giống lúa kháng vừa và nhiễm vừa với rầy nâu, rầy lưng trắng cho sản xuất lúa của Hà Nội và các vùng có điều kiện tương tự để giảm sự gây hại của rầy nâu và rầy lưng trắng. Cần tiếp tục nghiên cứu xác định mức độ kháng và nhiễm của các giống lúa đang được trồng phổ biến tại các vùng lúa trọng điểm khác để có đề xuất chính xác cơ cấu giống lúa kháng rầy cho từng vùng.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Nguyễn Văn Đĩnh, 2004. Một số nhận xét về tình hình dịch hại lúa trong 5 năm 1999 - 2003. *Tạp chí Bảo vệ thực vật*, 4: 33-39.
2. Nguyễn Văn Đĩnh, Trần Thị Liên, 2005. Nghiên cứu độc tính của hai quần thể rầy nâu (*Nilaparvata lugens* Stal) ở Hà Nội và Tiền Giang. *Tạp chí Khoa học và công nghệ NN và PTNT 20 năm đổi mới*: 289 - 298
3. Dyck V. A và B. Thomas, 1979. *The brown plant hopper, threat to rice production in Asia*. International Rice Research Institute Los Bannos, The Philippines: pp 3-17
4. Nguyễn Thị Lang, Trịnh Thị Luỹ, Nguyễn Thạch Căn và Bùi Chi Bửu, 2004. Bảo tồn nguồn tài nguyên di truyền cây lúa tại Đồng bằng sông Cửu Long. *Tạp chí Nông nghiệp và Phát triển nông thôn 9/2004*: 1188 - 1190

Phản biện: GS.TS. Phạm Văn Lâm



Journal of ISSAAS



The International Society for Southeast Asian Agricultural Sciences

CONTENTS

	Page
Invited Papers	
Potential of microbial antagonists as biocontrol agents against plant fungal pathogens <i>Dewa Ngurah Suprpta</i>	1
Revitalization of hill farming through organic agriculture in Japan: the Joetsu Tokyo Nodai as a business model <i>Akimi FUJIMOTO</i>	9
Agricultural research and development in Malaysia <i>Zaharah A Rahman</i>	22
Developing a bioeconomy in Thailand <i>Naroon Waramit</i>	34
Contributed Papers	
The application of SSR molecular indicator to assess the purity and genetic diversity of waxy corn inbred lines <i>Nguyen The Hung, Nguyen Thien Huyen, Nguyen Van Loc, Bui Manh Cuong</i>	45
Occurrence of <i>Chili veinal mottle virus</i> (ChiVMV) in Indonesia and response of chili germplasms to ChiVMV infection <i>Sri Hendrastuti Hidayat, Endang Opriana, Ifa Manzila, and Sriani Sujiprihati</i>	55
Population intensity of panicle rice mite <i>Steneotarsonemus spinki</i> Smiley (Acari: Tarsonemidae) influencing rice yield in Vietnam <i>Le Duc Thuy, Nguyen Duc Tung, Nguyen Van Dinh</i>	62
The impact of the ASEAN Australia and New Zealand Free Trade Agreement on the beef industry in Indonesia <i>Thato Tseuoa, Yusman Syaukat and Dedi Budiman Hakim</i>	70
Population correlates and critical pest level of the leafhopper, <i>Amrasca biguttula</i> and associated insect pests attacking okra, <i>Hibiscus esculentus</i> (L.) <i>Manuelo Gsaoay and Ronaldo C. Briones</i>	83
Integration among regional vegetable markets in Indonesia <i>Muhammad Firdaus and Irwanto Gunawan</i>	96
Reviewers 2012.....	107
Members, Editorial Committee	110

POPULATION INTENSITY OF PANICLE RICE MITE *STENEOTARSONEMUS SPINKI* SMILEY (ACARI:TARSONEMIDAE) INFLUENCING RICE YIELD IN VIETNAM

Le Duc Thuy, Nguyen Duc Tung, Nguyen Van Dinh

Entomology Department, Hanoi University of Agriculture, Gialam, Hanoi, Vietnam
Corresponding author: nvandinh@hva.edu.vn

(Received: February 15, 2012; Accepted: September 27, 2012)

ABSTRACT

A study was conducted to evaluate the effect of panicle rice mite (PRM) population on the agronomic characters of dominant rice cultivar IR 50404 by artificial inoculation of 1, 2, 4, 8, 16 and 32 adult female mites per panicle at 30 and 45 days after sowing, respectively in Chau Thanh, An Giang, Vietnam for the second crop season (summer-autumn), 2010. Subsequently, the mite population was assessed at 13 and 28 days after introduction where the highest number, 527 mites per tiller and 835 mites per tiller were recorded, respectively from the 32 adult female mites per panicle treatment. In all the treatments, PRM significantly reduced the height of the plant, panicle weight and the curvature of the panicle, and increased the percentage of sterile inflorescences. The highest yield loss was 89.3% when 32 mites per tiller were introduced at 30 days after sowing. The periods of PRM introduction affected the yield loss but these effects were only significantly smaller when the initial number of mites released was small (1-2 mites per tiller). However these were nearly similar at higher numbers of mites released (4-32 mites per tiller).

Key words: Density-yield relationships, Tarsonoemid mite, rice pests

INTRODUCTION

Steneotarsonemus spinki Smiley (panicle rice mite) is one of key rice pests throughout the world (Tseng, 1984). It has been reported that this mite caused 30 to 90% yield loss in rice in the Caribbean (Almaguel et al., 2000). The occurrence of the panicle rice mite in Vietnam had been recorded in Thua Thien Hue, causing damage to 40 has of rice fields and resulting in 15% empty grains (Ngo Dinh Hoa, 1992). In the last five years, the rice panicle mite has become a major pest in the rice producing areas of Vietnam. Do Thi Dao *et al.* (2008) reported 59.9% more yield in the acaricide treated rice field in comparison with untreated control field. A survey in 7 agro-ecological regions of Vietnam in two years, 2010-2011, showed that rice panicle mite was a dominant rice pest in three major rice-growing areas of Vietnam. The damage was heavier in the second crop season of the years (Duong Tien Vien *et al.*, 2012). After rice harvest, the stubble ratoon crop was the main habitat of RPM and from these habitats the RPM spread throughout the field in the next season (Nguyen Thi Nham *et al.* 2010). However, studies have not been conducted on the effects of crop damage on rice yield in Vietnam. This study aimed to determine the influence of different panicle rice mite densities on the yield of rice variety IR 50404, a dominant rice variety which was cultivated in the summer season (April - August 2010) in the Chau Thanh district, An Giang province, in the Mekong river delta.

MATERIALS AND METHODS

Stock Cultures of *S. spinki*

Panicle rice mites (PRMs) were collected from a rice field at Chau Thanh, An Giang (100 -110 °N and 104.70 – 105.50 °W). The PRMs were transferred gently to 5 cm. long segments of rice stem (each containing 1 node at the base of the segment and 1 inter-node) using the tip of a needle. These stem segments were then placed on spongy pads which were watered daily. After 2 weeks when the population of PRMs inside the stem sheath was high, the stem segments containing PRMs were cut into 1cm-segments and then transferred onto new 5cm-stem segments to increase the numbers of available PRMs for artificial infestation in the field.

Influence of PRM Densities on Yield

The experiment was conducted at Chau Thanh, An Giang, Vietnam on a dominant rice cultivar IR 50404. Plots were laid out in a completely randomized design with three replicates. Each plot, 0.5 m x 0.5 m in size, was surrounded with 1.2 m high plastic sheet on its perimeter. Plots were spaced 1 m apart to minimize interference between plots and the adjacent field. The rice was sown with 15 tillers per plot, which was the same density at which the farmer had sown the rest of the field (12 kg seed per 1000 m²). The treatments included introduction of 1, 2, 4, 8, 16 and 32 female PRM per tiller, respectively. In a previous research, we found that the PRM only appeared in the rice fields from 25-50 days after sowing, so the introduction times in this experiment, were 30 and 45 days after sowing (DAS). At these times, the exact numbers of female PRM required for each treatment were transferred from the culture colonies into the leaf sheath of each rice tiller in the experimental plots.

The densities of PRM were monitored twice, at the booting stage (58 days after sowing) and at maturity (88 days after sowing). For the first assessment, 5 tillers were cut randomly in each plot, the PRM in each leaf blade and leaf sheath of each tiller were counted, the length of the lesions was measured and the colour of the largest lesion inside each rice sheath was recorded. For the second assessment, 30 tillers per plot were randomly selected, cut and recorded these parameters: the height of each tiller (from the foot to the tip of the panicle), the total numbers of grains per panicle, the numbers of filled grains, the number of grains damaged by PRM per panicle, panicle weight and panicle curvature (the angle between the vertical axis (stem) and the tip of the panicle). The number of predatory mites was also recorded. However, the density was quite low and there was no significant difference among the treatments. So this was not mentioned in this paper.

Data analysis

One-way analysis of variance (ANOVA) was used to compare the influence of the number of PRM introductions on plant height, panicle weight, the percentage of sterile inflorescences and the curvature of the panicle. Mean values were compared among factors using the LSD test in CropStat Ver. 7.2 (International Rice Research Institute). Linear regression was used to determine the relationship between the number of PRM introductions and the densities of mites per tiller at 13 days and 28 days after introduction, the weight of filled grains/panicle and percentage of empty grains per panicle.

RESULTS

Population Development

At the booting stage, 13 days and 28 days after PRM introduction, the densities of PRM were clearly higher than the control in all the treatments and the numbers of PRM increased as the number of PRM introductions increased at both intervals after introduction (Table 1).

Table 1. Densities of panicle rice mite (\pm SE) at 13 and 28 days after introduction.

Number of PRM introduced per tiller	Density of PRM (mites per tiller)*	
	28 DAI**	13 DAI
0	0 \pm 0 a	0 \pm 0 a
1	57.33 \pm 3.02 a	48.13 \pm 5.13 ab
2	110.07 \pm 43.25 ab	143.47 \pm 26.94 bc
4	214.53 \pm 15.11 bc	185.67 \pm 27.24 cd
8	341.67 \pm 40.54 c	255.60 \pm 23.71 d
16	551.20 \pm 47.09 d	282.20 \pm 46.46 d
32	834.67 \pm 103.10 e	526.60 \pm 56.50 e

*Means within a column followed by the same letter are not significantly different at 0.05 level in an LSD test; **DAI: Days After Introduction of PRM

The highest numbers of PRM (526.6 mites per tiller after 13 days, 834.7 mites per tiller after 28 days) were observed when 32 PRM had been introduced per tiller, i.e. 16.5 and 26.1 times higher than the initial numbers introduced, respectively. The common slopes estimate for both 13 and 28 days after introduction were positive and significantly different from zero, showing an increase in numbers of PRM as the numbers of PRM introduced increased (Fig. 1).

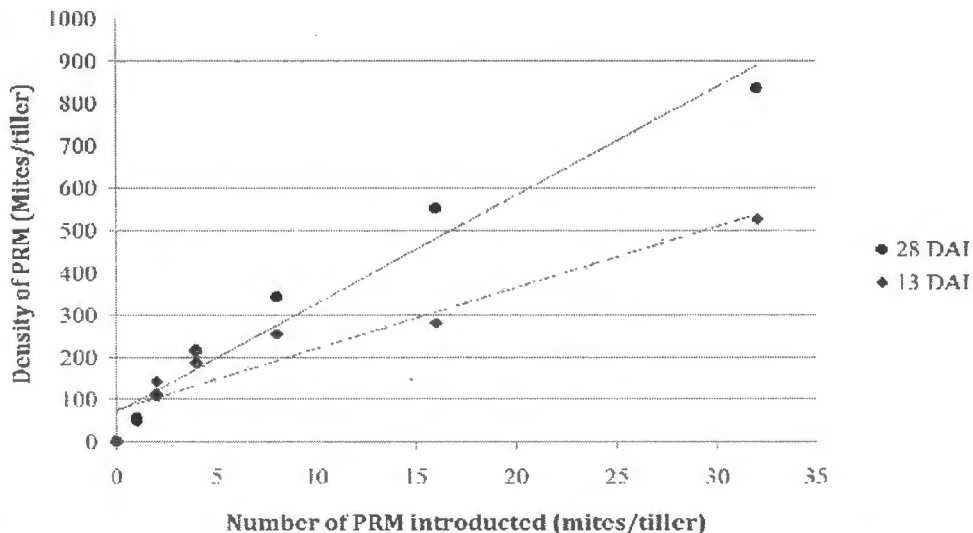


Fig. 1. The relationship between the numbers of mites introduced and the densities of mites per tiller at 13 days and 28 days after introduction. 28DAI: $y = 25.58x + 71.14$, $R = 0.981$ ($F = 125.34$, $P < 0.001$, $df = 6$); 13DAI: $y = 14.43x + 76.10$, $R = 0.953$ ($F = 50.024$, $P = 0.001$, $df = 6$); DAI: days after introduction of PRM

Impact on yield

For determining the effect of the different PRM mite densities on the agronomic characters of the rice plant, at maturity (88 days after sowing) 30 random tillers were checked. The results indicated that all rates of PRM introduction significantly affected plant height, panicle weight, sterility percentage and panicle curvature in comparison with the control treatment. The degree of dwarfing of the rice plants was roughly proportional to the numbers of PRM released per tiller. The plants were smallest with the 16 and 32 mites per tiller introduction rates at both introduction times (30 and 45

days after sowing), the plant height being reduced by 14.2 – 17.2 cm compared with the control (Table 2 and 3). In addition, other symptoms observed in infected plants were black lesions in the leaf sheath, off-colour plants, blackened rice husks and deformed grains.

Table 2. Influence of the density of PRM introduced 30 days after sowing on different agronomic characters of rice

Number of mites introduced per tiller	Plant height (cm)* Mean ± SE	Filled grain weight (g per panicle)* Mean ± SE	Reduction in weight (%)	Percent empty grains per panicle (%)* Mean ± SE	Increase in percent empty grain (%)	Panicle angle (°)* Mean ± SE
0**	85.41 ± 0.32c	2.25 ± 0.01 f	0	21.48 ± 3.12 a	0	93.72 ± 2.94 e
1	77.00 ± 1.68ab	1.55 ± 0.12 e	31.11	37.66 ± 2.39 b	42.96	72.04 ± 8.11 de
2	77.68 ± 1.74b	1.39 ± 0.04 de	38.22	40.50 ± 1.22 bc	46.96	67.62 ± 4.95 cd
4	74.65 ± 2.90ab	1.07 ± 0.16 cd	52.44	52.53 ± 4.98 c	59.11	52.53 ± 6.42 bcd
8	75.46 ± 1.23ab	0.74 ± 0.22 bc	67.11	68.18 ± 8.77 d	68.50	46.53 ± 11.66 bc
16	71.24 ± 2.85a	0.41 ± 0.13 ab	81.78	72.77 ± 4.49 de	73.47	39.66 ± 9.65 ab
32	71.38 ± 1.31a	0.23 ± 0.04 a	89.33	87.88 ± 1.54 e	75.56	22.49 ± 1.94 a

*Means within a column followed by the same letter are not significantly different at 0.05 the level in an LSD test; ** Control

Table 3. Influence of the density of PRM introduced 45 days after sowing on different agronomic characters of rice

Number of mites introduced per tiller	Plant height (cm)* Mean ± SE	Filled grains weight (g per panicle)* Mean ± SE	Reduction in weight (%)	Percent empty grains per panicle (%)* Mean ± SE	Increase in percent empty grain (%)	Panicle angle (°)* Mean ± SE
0**	89.88 ± 0.82 c	2.51 ± 0.09 d	0.00	15.57 ± 4.73 a	0.00	93.61 ± 3.06 c
1	83.53 ± 1.40 b	1.93 ± 0.02 c	23.11	28.06 ± 0.41 b	44.51	85.11 ± 1.50 bc
2	81.44 ± 0.43 b	1.80 ± 0.08 c	28.29	31.30 ± 1.40 bc	50.24	80.11 ± 1.50 bc
4	82.57 ± 0.71 b	1.47 ± 0.06 b	41.43	38.67 ± 2.06 cd	59.74	76.39 ± 1.51 b
8	80.94 ± 0.52 b	1.26 ± 0.04 b	49.80	45.68 ± 2.18 d	65.15	72.89 ± 2.35 b
16	72.44 ± 2.42 a	0.46 ± 0.12 a	81.67	79.02 ± 6.12 e	80.45	45.81 ± 11.14 a
32	72.58 ± 0.83 a	0.35 ± 0.02 a	86.06	83.17 ± 0.48 e	81.28	41.33 ± 1.83 a

*Means within a column followed by the same letter are not significantly different at 0.05 the level in an LSD test; ** Control

The panicle curvature of rice plants infected with PRM was easy to observe in the field in comparison with uninfected ones; therefore this symptom was used as one of the criteria to determine the effect of the PRM on the rice plant. The angle between the stem and the tip of the panicle was measured to determine the panicle curvature. Panicles damaged by PRM will be lighter in weight, so the angle will be smaller than the angle of normal plants. The data from Tables 2 and 3 demonstrated that when the densities of PRM increased, the angle of the panicle was reduced. The smallest panicle angle was observed in the 32 mites per tiller treatment with angles of 22.5° and 41.3° at 30 DAS and 45 DAS, respectively.

The effect of PRM introduction density on yield loss was also apparent. Both PRM introduction times (30 DAS and 45 DAS), the mean weight of filled grains per panicle decreased from 2.25 and 2.51 g (control) to 0.23 and 0.35 g (32 mites per tiller treatment), respectively while the percentage of the empty grains increased as the densities of PRM increased. In the 32 mites per tiller treatment, almost all of the grains in the panicle were empty with an average percentage of empty grains of 87.9% and 83.2% for the two introduction times, respectively.

The slopes relating the densities of PRM introduced to the weight of filled grains per panicle and percentage of empty grains per panicle were significantly different from zero. However, the relationship between the number of PRM introduced and the weight of filled grains per panicle was negative, with R values of -0.828 and -0.885 at 30 DAS and 45 DAS, respectively, while the relationships of PRM introduction density with percentage of empty grains were positive with R values of 0.888 and 0.921 at 30 DAS and 45 DAS, respectively (Fig. 2).

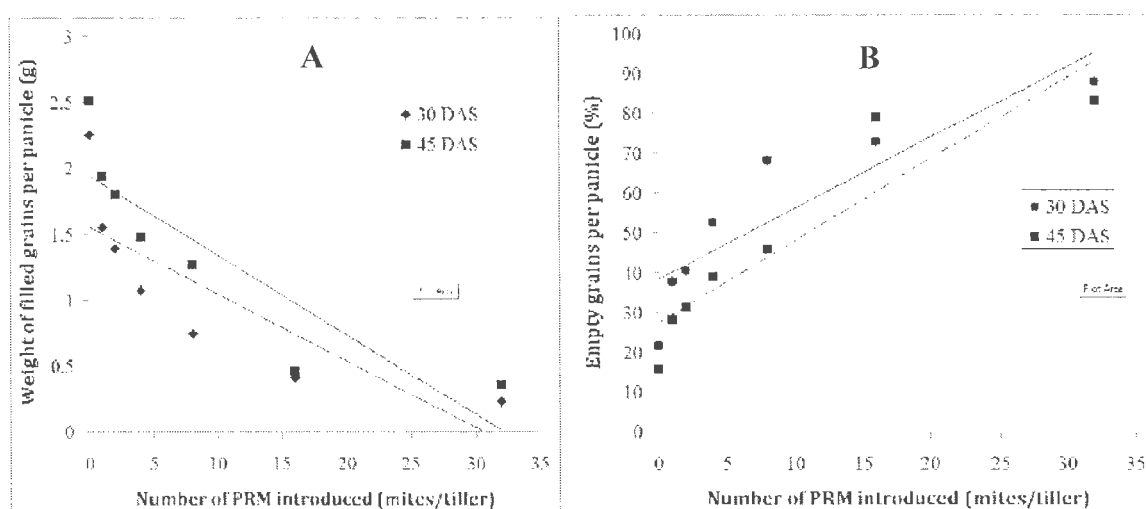


Fig. 2. The relationship between the numbers of mites introduced (mites per tiller) and the weight of filled grains/panicle and percentage of empty grains per panicle at the two introduction times A: 30 DAS $y = -0.051x + 1.546$, $R = -0.828$ ($F = 10.879$, $P = 0.022$, $df = 6$); 45 DAS $y = -0.060x + 1.938$, $R = -0.885$ ($F = 18.024$, $P = 0.008$, $df = 6$); B: 30 DAS $y = 1.782x + 38.39$, $R = 0.888$ ($F = 18.733$, $P = 0.008$, $df = 6$); 45 DAS $y = 2.059x + 27.391$, $R = 0.921$ ($F = 27.940$, $P = 0.003$, $df = 6$)

Similarly, at the booting stage (58 DAS), the slopes relating the numbers of mites per tiller to full grain weight per panicle were negative and significantly different from zero (Fig. 3).

The PRM introduction times also influenced on the weight of filled grains. PRM released at the low densities of 1 and 2 mites per tiller at 30 DAS significantly reduced the weight of filled grains more than the same numbers of mites released at 45 DAS. However the higher density treatments (4, 8, 16, and 32 mites per tiller) did not result in differences in the weight of the filled grains between the two introduction times (Fig. 4).

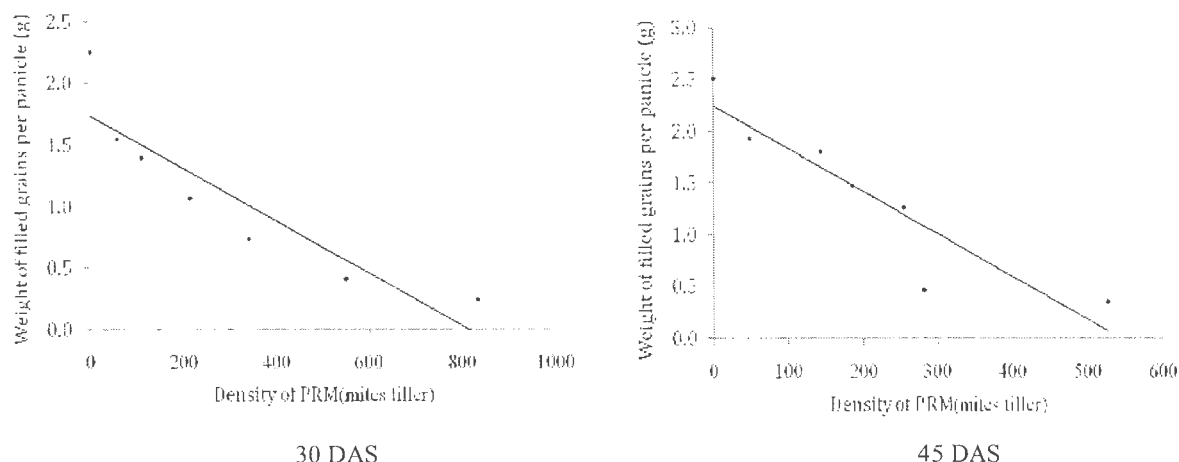


Fig. 3. The relationship between numbers of mites at the booting stage and the weight of filled grains per panicle. 30DAS: $y = -0.002x + 1.735$, $R = -0.913$ ($F = 25.125$, $P = 0.004$, $df = 6$); 45DAS: $y = -0.004x + 2.247$, $R = -0.919$ ($F = 27.164$, $P = 0.003$, $df = 6$)

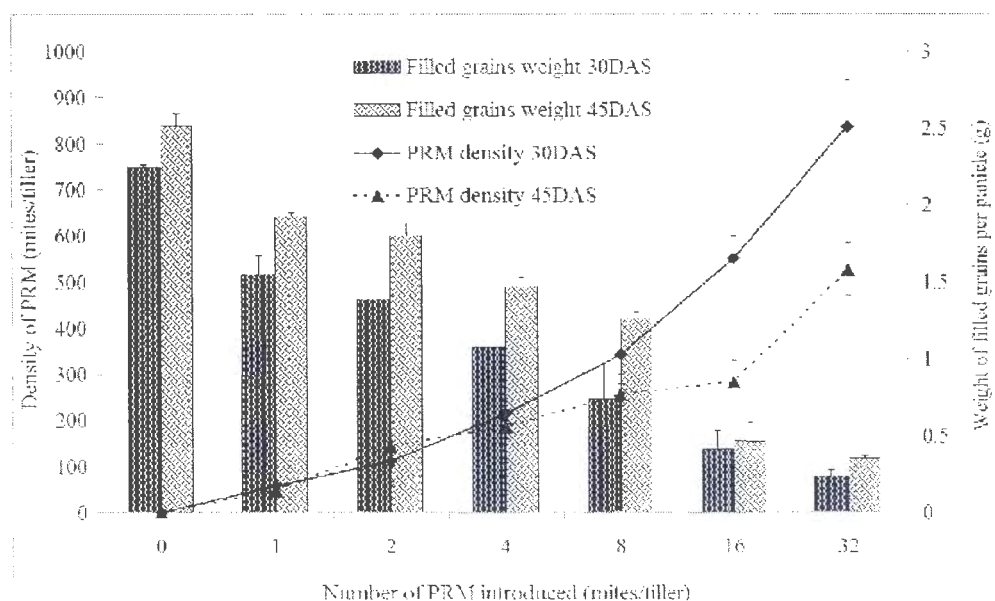


Fig. 4. Influence of two PRM introduction times at 30 and 45 DAS on weight of filled grains per panicle (g)

DISCUSSION

Panicle rice mite is able to create a population boom in a short time (Tseng, 1984) as the results of this experiment again demonstrate. The numbers of PRM in the 32 mites/tiller treatment increased 16.5 and 26.1 fold after 13 and 28 days, respectively, from the initial number introduced. This result was similar to that reported by Ramos and Rodríguez (2001) where the population of PRM multiplied by 24 times at the green ring stage. The ability of the PRM population to increase rapidly may be related to the high temperature and high humidity in An Giang, averaging 28.3°C and 81.4%, respectively, between April and August over the period of 2001 – 2010 (data from website of Vietnam

Institute of Meteorology Hydrology and Environment, 2010). When compared the population growth of different treatments we found that the population growth was fastest in low initial numbers of PRM introduced (1 mite per tiller was 57.33 times at 28 DAI and 71.74 times in 2 mites per tiller treatment at 13 DAI). The population growth decreased as the numbers of PRM introduced per tiller were increased. When the number of PRM in a population was too high, there would be space and food shortage causing the population to grow slowly.

Panicle rice mite caused significant yield loss at all introduction rates. The yield loss increased as the number of PRM introduced increased. When only one mite per tiller was released, the weight of filled grains per panicle was reduced by 31.1% and 23.1% in comparison with the control at 30 DAS and 45 DAS, respectively (Table 2 and 3). The yield loss reached a maximum of 89.3% with 87.9% sterility for the 32 mites per tiller treatment at 30 DAS. These findings were similar to those reported by Rao and Prakash (2003) in Orissa, India, where densities of 7 – 600 mites per tiller caused 4 - 90% sterility.

The time of PRM introduction affected the severity of yield loss. However, this effect was only significant when the initial numbers of mites released was low (1-2 mites per tiller) and nearly similar when the numbers of mites released were higher (4-32 mites per tiller). This may be attributed to a low initial number of PRM at the low introduction rates, the 15 days difference in time between the 30 and 45DAS introductions being too short for the PRM to make a difference in density of PRM on the maturity stage, while with the higher initial numbers of PRM, the main factor which affected the increase in the population was not the time, but the limited food source.

CONCLUSIONS

At the booting stage, an increase in numbers of PRM as the numbers of PRM introduced increased, the highest numbers of PRM were observed when 32 PRM had been introduced per tiller. All rates of PRM introduction significantly affected plant height, panicle weight, sterility percentage and panicle curvature in comparison with the control treatment. The smallest plants were reduced by 14.2 – 17.2 cm with the 16 and 32 mites per tiller introduction rates. For both PRM introduction times (30 DAS and 45 DAS), the mean weight of filled grains per panicle decreased while the percentage of the empty grains increased as the densities of PRM increased. The periods of PRM introduction (30 DAS and 45 DAS) affected the yield loss at low densities.

ACKNOWLEDGEMENT

We thank Dr. Ha Quang Hung, professor, Department of Entomology, Hanoi University of Agriculture, Patrick De Clercq, professor, Laboratory of Agrozoology, Ghent University, and Jerry Cross, professor, East Malling Research, England for their critical review of the manuscript. This work was supported by the project No. ĐTDL.2010/20 from the Ministry of Science and Technology, Vietnam.

REFERENCES

- Almaguel, L., Hernandez, J., de la Torre, P.E., Santos, A., Cabrera, R.I., García, A., Rivero, L.E., Báez, L., Cáceres, I. and Ginarte, A., 2000. Evaluación del comportamiento del acaro *Steneotarsonemus spinki* (Acari: Tarsonemidae) en los estudios de regionalización desarrollados en Cuba. *Fitosanidad* 4, 15–19 (in Spanish).
- Do Thi Dao, Tran Thi Thu Phuong and Nguyen Van Dinh, 2008. Primary research on the damage of the Panicle rice mite of some common rice varieties grown in North Vietnam. *In National conference on Entomology VI*, Hanoi May 9-10/5/2008: pp.512-518 (in Vietnamese).

- Duong Tien Vien, Nguyen Thi Nga, Le Dac Thuy and Nguyen Van Dinh. 2012. Panicle Rice Mite, *Steneotarsonemus spinki* Smiley population dynamics and damage in seven agro-ecological regions of Vietnam. Plant Protection Journal No.3/2012, 40 –47 (in Vietnamese).
- Ngo Dinh Hoa .1992. Small mites attacking rice at Thua Thien Hue. Plant Protection Journal 6 (126), 31-32 (in Vietnamese).
- Nguyen Thi Nham, Nguyen Duc Khiem, Duong Tien Vien and Nguyen Van Dinh. 2010. Some feature of panicle rice mite *Steneotarsonemus spinki* Smiley related to its existence, spread and movement in paddy field. Plant Protection Journal No.6/2010, 3- 8 (in Vietnamese).
- Ramos, M., Rodríguez, H., 2001. Aspectos biológicosy ecológicos de *Steneotarsonemus spinki* en arroz, en Cuba. MIP (Costa Rica) 61, 48–52 (in Spanish).
- Rao, J. and Prakash, A., 2003. Panicle mites causing sterility in farmers' paddy fields in India. J. Appl. Zool. Res. 14, 212–217.
- Tseng, Y.H., 1984. Mites associated with weeds, paddy rice, and upland rice fields in Taiwan. In: Griffiths, Bowman (Eds.), Acarology VI, Vol. 2. Ellis Horwood, Chichester, UK, pp. 770–780.
- Vietnam Institute of Meteorology Hydrology and Environment, 2010, http://www.imh.ac.vn/c_tt_chuyen_nganh/cd_thongbao_kt_nongnghiep/mlfolder.2010-03-02.1813288209/

Development and reproduction of the predatory mite *Amblyseius swirskii* on artificial diets

Duc Tung Nguyen · Dominiek Vangansbeke ·
Xin Lü · Patrick De Clercq

Received: 3 October 2012 / Accepted: 7 December 2012
© International Organization for Biological Control (IOBC) 2012

Abstract Development, survival and reproduction of the predatory mite *Amblyseius swirskii* (Athias-Henriot) (Acari: Phytoseiidae) were assessed when fed on cattail pollen (*Typha latifolia* L.), dried fruit mite (*Carpoglyphus lactis* L.), or on two artificial diets. The basic artificial diet (AD1) was composed of honey, sucrose, tryptone, yeast extract, and egg yolk. This diet was enriched (AD2) by adding hemolymph from oak silkworm pupae (*Antheraea pernyi* (Guérin-Ménéville)). Mites fed on *C. lactis* and AD2 had shorter immature and preoviposition periods than those fed on the other diets. The total number of deposited eggs was significantly higher for females fed on AD2 than for those maintained on the other diets. The intrinsic rate of increase (r_m) of *A. swirskii* was highest on AD2 and *C. lactis*, followed by *T. latifolia* pollen, and AD1. In conclusion, the artificial diet AD2 supported

development and reproduction of *A. swirskii* to the same extent as a factitious prey which is routinely used in the mass rearing of the phytoseiid. Our findings indicate the potential of artificial diets for the mass production of this economically important predatory mite.

Keywords Phytoseiidae · *Amblyseius swirskii* · Life table · Artificial diet · Mass rearing

Introduction

Amblyseius swirskii (Athias-Henriot) (Acari: Phytoseiidae) is being used on a commercial scale as a biological control agent of whiteflies and thrips in several greenhouse crops (Nomikou et al. 2001; Messelink et al. 2006; Calvo et al. 2011). *Amblyseius swirskii* can feed on various types of food including arthropod prey but also plant materials like pollen and honeydew (Momen and El-Saway 1993). Previous studies showed that *A. swirskii* can successfully develop and reproduce on a wide range of food sources such as whiteflies (Nomikou et al. 2001; Calvo et al. 2008; Messelink et al. 2008), thrips (Arthurs et al. 2009; Chow et al. 2010), eriophyid mites (El-Laithy 1998; Park et al. 2010), broad mites (van Maanen et al. 2010; Onzo et al. 2012), spider mites (Xu and Enkegaard 2010) and plant pollen (Kutuk and Yigit 2011; Park et al. 2011).

Depending on the species, phytoseiid mites are reared on phytophagous mite prey, other natural foods

Handling Editor: Arne Janssen

D. T. Nguyen · D. Vangansbeke · P. De Clercq (✉)
Laboratory of Agrozoology, Department of Crop
Protection, Ghent University, Coupure Links 653,
9000 Ghent, Belgium
e-mail: patrick.declercq@ugent.be

D. T. Nguyen
Hanoi University of Agriculture, Trau Quy, Gia Lam,
Hanoi, Vietnam

X. Lü
Guangdong Entomological Institute, 105 Xingang
Road West, Guangzhou 510260, China

Published online: 18 December 2012

 Springer

such as pollen, or factitious prey like storage mites. In the commercial production of *A. swirskii*, storage mites, including the dried fruit mite (*Carpoglyphus lactis* L.) and *Thyreophagus entomophagus* (Laboulbène), are used as the primary food source (Bolckmans and van Houten 2006; Fidgett and Stinson 2008). The rearing procedures based on natural or factitious foods are often time-consuming and/or expensive. The availability of an effective artificial diet for phytoseiids could eliminate many of the problems associated with their mass rearing (Kennett and Hamai 1980).

Whereas a good body of literature exists on artificial diets for insect predators (Thompson 1999; Riddick 2009), relatively few studies have focused on the development of artificial diets for phytoseiid mites. McMurtry and Scriven (1966) tested several diets for four phytoseiid species: *Amblyseius limonicus* Garmann and McGregor, *Amblyseius hibisci* (Chant), *Typhlodromus occidentalis* Nesbitt, and *Typhlodromus rickeri* Chant. Their results showed that immature development was poor and oviposition rates were low compared to natural prey or pollen. Shehata and Weismann (1972) reported that females of *Phytoseiulus persimilis* (Athias-Henriot) deposited eggs when fed on three artificial diets and larvae developed to adulthood. However, the female offspring failed to produce eggs, and had a smaller size and shorter longevity than conspecifics preying on *T. urticae*. Kennett and Hamai (1980) found that seven out of nine species of phytoseiid mites could develop and reproduce when fed an artificial diet composed of honey, sugar, yeast flakes, yeast hydrolysate, enzymatic casein hydrolysate, and fresh egg yolk. However, the oviposition rate of all species fed on artificial diet was only about one third of that achieved on natural diets. Abou-Awad et al. (1992) showed that *Amblyseius gossypi* El-Badry and *A. swirskii* developed, survived and reproduced on several artificial diets consisting of yeast, milk, cystine, proline, arginine, sucrose, glucose, streptomycin sulphate, and sorbic acid. However, females fed on the best performing artificial diet had lower oviposition rates than those on natural diet. Ogawa and Osakabe (2008) reported that an artificial diet composed of yeast components, saccharides, and egg yolk supported development and survival of *Neoseiulus californicus* (McGregor), but again fecundity on the artificial diet was low.

The above studies suggest that, although phytoseiid mites can develop on different artificial diets,

fecundity in most cases was negatively affected. Hence, for making a diet suitable for commercial mass rearing of phytoseiids, the factor to be improved is reproduction. Several studies have demonstrated that the use of insect materials in artificial media can enhance survival and oviposition of entomophagous insects (Grenier and De Clercq 2003). For instance, many artificial media for egg parasitoids of the genus *Trichogramma* contain lepidopteran pupal hemolymph and/or pupal holotissues to stimulate egg laying by the parasitoid females or to provide adequate nutrition for development of the larvae (e.g., Liu et al. 1979; Strand and Vinson 1985; Nettles 1990; Lü et al. 2012). Also, the fecundity of the predatory anthocorid *Orius insidiosus* (Say) was significantly increased when the bugs were fed on an artificial diet supplemented with a cell line derived from eggs of the Indian meal moth *Plodia interpunctella* Hübner (Ferkovich and Shapiro 2004). Conceivably, insect materials like hemolymph could also be useful to supply nutritional factors for growth and reproduction of predatory mites such as *A. swirskii*. In the present study, we determined the life table parameters of *A. swirskii* when fed on cattail pollen (*Typha latifolia* L.), dried fruit mite (*C. lactis*), or a meridic artificial diet modified from Ogawa and Osakabe (2008), and a similar diet supplemented with insect hemolymph.

Materials and methods

Stock colony of *A. swirskii*

The stock colony of *A. swirskii* was initiated from specimens supplied by Biobest N.V. (Westerlo, Belgium) and was cultured in a climatic cabinet set at 25 ± 1 °C, 70 ± 5 % RH and a 16:8 h (L:D) photoperiod. Mites were reared on green plastic arenas ($10 \times 10 \times 0.3$ cm) (Multicel, SEDPA, France) on top of a thick foam pad placed in water in a plastic tray ($20 \times 13 \times 5$ cm). The edges of the arenas were covered with tissue paper immersed in the water to provide moisture and deter the mites from escaping. A small piece of sewing thread was placed on the arenas to serve as an oviposition substrate. Every two days the eggs were collected and transferred to new arenas. Cattail pollen (*T. latifolia*) was dusted every two days as a food source for the mites.

Stock colony of *C. lactis*

A colony of *C. lactis* was initiated from mites supplied by Biobest N.V. and was kept in a climatic cabinet at 25 °C. Mites were reared in insect breeding dishes (10 × 4 cm) (SPL Life Sciences Co. Ltd., Korea) with a mesh hole (4 cm in diameter) in the lid. The dishes were placed in a foam box (30 × 20 × 20 cm) with 2 cm of water. The diet of *C. lactis* was modified from Zdarkova et al. (1999), and consisted of 1/2 wheat germ (Dr. Grandel, Augsburg, Germany), 1/3 yeast torula (MP Biomedicals LLC, Illkirch, France), and 1/6 Pond Food Balance Sticks (Vitakraft, Bremen, Germany). The diet was mixed with vermiculite to provide food and shelter for the mites.

Pollen

Fresh cattail pollen (*T. latifolia*) was also supplied by Biobest N.V. and stored at −18 °C. For the experiments, the pollen was thawed and kept in a refrigerator at 5 °C for max. one week.

Preparation of artificial diet

The artificial diet was composed of honey (Meli N.V., Veurne, Belgium), sucrose (MP Biomedicals LLC, Illkirch, France), tryptone (Fluka Analytical, Sigma-Aldrich Co., St. Louis, USA), yeast extract (Duchefa, Haarlem, The Netherlands), fresh hen's egg yolk, and distilled water, and was prepared according to Ogawa and Osakabe (2008), with some modifications as explained below. Two diets were prepared. The first diet (AD1) consisted of 5 % honey, 5 % sucrose, 5 % tryptone, 5 % yeast extract, 10 % egg yolk, and 70 % distilled water (w/w). Honey, sucrose, and tryptone were dissolved into the distilled water, after which the yeast extract and egg yolk were added. Unlike Ogawa and Osakabe (2008), we did not filter sterilize any of the ingredients. All ingredients were then blended using a Virtis mixer (SP Industries Inc., Gardiner, New York, USA). The second diet (AD2) consisted of 80 % AD1 supplemented with 20 % (w/w) hemolymph of oak silkworm pupae (*Antheraea pernyi* Guérin-Méneville) (Lepidoptera: Saturniidae) originating from a culture at the Guangdong Entomological Institute, China. The pupal hemolymph was collected from live *A. pernyi* pupae which were immersed in a water bath at 60 °C for 10 min to avoid melanization of the

hemolymph. After surface sterilization of the pupae with 75 % ethanol, the hemolymph was collected by pressing the pupae under sterile conditions. The hemolymph was then lyophilized and stored in a deep freeze at −18 °C. The lyophilized hemolymph was redissolved using distilled water before being added to the diet. For both AD1 and AD2, fresh diet was prepared every week and kept in a refrigerator at 5 °C.

Rearing microcosms

To examine the development and reproduction of individual *A. swirskii*, modified Munger cells were used as rearing microcosms (Ogawa and Osakabe 2008). Each cell consisted of a transparent acrylic board (top board; 40 × 40 mm, 2 mm thick) with a 19 mm diameter hole in the center, a black acrylic board (middle board; 40 × 40 mm, 5 mm thick) with a 18 mm diameter hole in the center, and another black acrylic board (bottom board; 40 × 40 mm, 2 mm thick) with a 1 mm diameter hole in the center. Clear transparency film (3M™ Dual-Purpose Transparency Film) was placed between the top and middle boards and was pierced four times with a fine needle allowing ventilation but precluding escape of the mites. The hole in the bottom board was plugged with a rolled piece of tissue paper saturated with tap water to serve as a water source for the mites. A paper clip was used to hold the boards together. The microcosms were placed on a plastic support containing tap water.

Experimental setup

Eight hours before the start of the experiments, new black threads were placed in the stock colony of *A. swirskii*. Eggs deposited on the threads were transferred individually to the rearing microcosms. Forty-eight, 54, 55, and 53 eggs were used for the treatments with *T. latifolia* pollen, *C. lactis*, AD1, and AD2, respectively. All diets were offered from the larval stage of the predator on and refreshed every two days. In the treatment with *C. lactis*, predators were supplied with a mixture of life stages of the storage mite. Artificial diets were absorbed on a small piece of filter paper (2 × 2 mm) which was placed on the bottom board of the cells. To obtain data on the duration of each developmental stage of *A. swirskii* and on mortality rates, observations were made every 24 h until all individuals had reached adulthood. The

developmental stage of each individual was determined based on the presence of exuviae in the cells. After completing immature development, each female was paired with a male that was reared on the same diet as the female. Males that died during the experiment were replaced. Adults were observed daily to determine the preoviposition and oviposition period, longevity and fecundity. Progeny from females of the same age were transferred to new cells and fed on the same diet as their parents in order to determine the sex ratio of the offspring for each treatment. The experiments were done in a growth chamber at 23 ± 1 °C, 65 ± 5 % RH and a 16:8 h (L:D) photoperiod.

Statistical analysis

Data were subjected to statistical analysis (IBM SPSS Statistics, Ver. 20) to analyze the effect of diet on the duration of the immature stages, preoviposition and oviposition period, daily and total oviposition, and adult longevity of *A. swirskii*. When a Kolmogorov–Smirnov test indicated that data were normally distributed, the parameter was analyzed using a one-way analysis of variance (ANOVA). If a Levene test indicated heteroscedasticity, a Tamhane test was used instead of Tukey's test. When means were not normally distributed, a nonparametric Kruskal–Wallis ANOVA was used and means were separated using a Mann–Whitney *U* test. Immature survival and sex ratios of the progeny were compared by means of a logistic regression. This regression is a generalized linear model using a probit (log odds) link and a binomial error function. Each test consists of a regression coefficient that is calculated and tested for being significantly different from zero, for which *P*-values are presented (McCullagh and Nelder 1989). *P*-values smaller than or equal to 0.05 are considered significant. Fertility life table parameters, including the net reproductive rate (R_0), generation time (*T*), and intrinsic rate of increase (r_m) were estimated using the jackknife procedure as described by Maia et al. (2000).

Results

The developmental times of all male immature stages and egg, larval, and protonymphal stages of females

did not differ among diets (Table 1). However, the developmental time of female deutonymphs was significantly affected by diet. Female deutonymphs reared on *C. lactis* or AD2 took significantly less time to develop to adulthood than those fed on the other diets. The total developmental time of females fed on *C. lactis* or AD2 was significantly shorter than that of females fed on AD1. Nearly all individuals reached adulthood on the different diets, with immature survival rates of 100, 100, 96.36, and 98.11 % when the predators were fed on *T. latifolia* pollen, *C. lactis*, AD1, and AD2, respectively. Survival rate was not affected by diet ($\chi^2 = 4.52$; *df* = 3; *P* = 0.210).

Whereas all females reproduced on pollen, *C. lactis*, and AD2, ca. 60 % of the females maintained on AD1 died without producing eggs. Diet significantly influenced the duration of the preoviposition period ($F = 20.09$; *df* = 3, 99; *P* < 0.001). Females fed on AD2 had significantly shorter preoviposition periods than those fed on *T. latifolia* pollen and AD1 (Table 2). However, oviposition period and female longevity were longer on AD2, *C. lactis*, and *T. latifolia* pollen than on AD1 (oviposition period: $F = 6.79$; *df* = 3, 99; *P* < 0.001 and female longevity: $F = 7.81$; *df* = 3, 99; *P* < 0.001). Diet had no influence on the sex ratio of offspring with the proportion of females ranging from 0.68 to 0.72 ($\chi^2 = 2.52$; *df* = 3, *P* = 0.472). The daily oviposition rate of *A. swirskii* reared on AD2 was significantly higher than that of females reared on the other diets ($F = 29.17$; *df* = 3, 99; *P* < 0.001). Peak oviposition was reached after five days on AD2, after nine days on *C. lactis* and AD1, and after ten days on *T. latifolia* (Fig. 1). Also, the total number of eggs was significantly higher for females offered AD2 versus the other diets ($F = 21.78$; *df* = 3, 99; *P* < 0.001) (Table 2).

Differences in developmental and reproductive characteristics were reflected in life table statistics. Net reproductive rate (R_0) ($F = 16,813.98$; *df* = 3, 99; *P* < 0.001) of *A. swirskii* fed on AD2 was significantly higher than that of predators fed on *C. lactis*, *T. latifolia* pollen, or AD1. Mean generation time ($F = 5.01$; *df* = 3, 99; *P* < 0.001) of predators reared on AD1 was significantly longer than that of conspecifics reared on AD2 and *C. lactis*. Finally, the intrinsic rates of increase (r_m) of the predators fed on AD2 and *C. lactis* were higher than on the other diets ($F = 45.72$; *df* = 3, 99; *P* < 0.001) (Table 2).

Table 1 Developmental time (days) of the immature stages of *Amblyseius swirskii* fed on four diets at 23 °C

Diet	<i>n</i>	Developmental stage				
		Egg	Larva	Protonymph	Deutonymph	Total immature
Females						
<i>T. latifolia</i> pollen	32	2.84 ± 0.07a	0.73 ± 0.04a	1.86 ± 0.08a	2.00 ± 0.13c	7.44 ± 0.13bc
<i>C. lactis</i>	36	2.89 ± 0.05a	0.76 ± 0.04a	2.10 ± 0.06a	1.25 ± 0.08a	7.00 ± 0.07a
AD1	44	2.73 ± 0.08a	0.76 ± 0.06a	2.08 ± 0.07a	2.00 ± 0.09c	7.57 ± 0.11c
AD2	35	2.83 ± 0.08a	0.76 ± 0.04a	2.04 ± 0.10a	1.63 ± 0.10b	7.26 ± 0.11ab
χ^2		3.12	0.55	7.26	31.67	16.15
df		3	3	3	3	3
<i>P</i>		0.373	0.908	0.064	<0.001	<0.001
Males						
<i>T. latifolia</i> pollen	16	2.75 ± 0.11a	0.94 ± 0.04a	2.00 ± 0.15a	1.13 ± 0.09a	6.81 ± 0.14a
<i>C. lactis</i>	18	2.94 ± 0.06a	0.78 ± 0.06a	1.83 ± 0.11a	1.11 ± 0.08a	6.67 ± 0.14a
AD1	9	2.67 ± 0.17a	0.94 ± 0.15a	1.61 ± 0.14a	1.44 ± 0.24a	6.67 ± 0.24a
AD2	17	2.88 ± 0.08a	0.94 ± 0.04a	2.00 ± 0.10a	1.29 ± 0.11a	7.12 ± 0.15a
χ^2		4.42	5.89	5.17	5.09	5.45
df		3	3	3	3	3
<i>P</i>		0.220	0.117	0.160	0.165	0.141

Means ± SE within a column and sex followed by the same letter are not significantly different (Mann–Whitney *U* test; $P > 0.05$). χ^2 , df and *P*-values refer to Kruskal–Wallis ANOVAs

AD1 artificial diet 1, AD2 artificial diet 2 (with pupal hemolymph of *Antheraea pernyi*), *n* number of individuals reaching the adult stage

Table 2 Reproduction and life table parameters of *Amblyseius swirskii* fed on four diets at 23 °C

Parameter	<i>T. latifolia</i> pollen (<i>n</i> = 29)	<i>C. lactis</i> (<i>n</i> = 31)	AD1 (<i>n</i> = 16)	AD2 (<i>n</i> = 27)
Preoviposition period (days) ^a	3.14 ± 0.21b	2.77 ± 0.13ab	4.81 ± 0.44c	2.41 ± 0.10a
Oviposition period (days) ^b	25.48 ± 1.78a	24.68 ± 1.65a	12.81 ± 3.02b	25.67 ± 2.05a
Female longevity (days) ^b	34.45 ± 2.38a	35.90 ± 2.05a	22.56 ± 3.52b	42.07 ± 2.63a
Female proportion of the progeny ^c	0.68 ± 0.007a	0.72 ± 0.004a	0.70 ± 0.029a	0.71 ± 0.011a
Oviposition rate (eggs/female/day) ^a	1.18 ± 0.04b	1.21 ± 0.03b	0.92 ± 0.08c	1.52 ± 0.03a
Total number of eggs (eggs female ⁻¹) ^b	29.00 ± 1.72b	29.03 ± 1.72b	9.94 ± 2.26d	38.26 ± 2.89a
Net reproductive rate <i>R</i> ₀ (females female ⁻¹) ^a	19.71 ± 0.042c	20.58 ± 0.04b	6.46 ± 0.098d	27.21 ± 0.069a
Generation time <i>T</i> (days) ^a	19.00 ± 0.29ab	17.33 ± 0.178b	22.08 ± 2.50a	18.30 ± 0.23b
Intrinsic rate of increase <i>r</i> _m (females/female/day) ^a	0.158 ± 0.002b	0.175 ± 0.002a	0.104 ± 0.013c	0.181 ± 0.002a

Means ± SE within a row followed by the same letter are not significantly different ($P > 0.05$; ^a Tukey or ^b Tamhane test; ^c Probit (Wald χ^2) test)

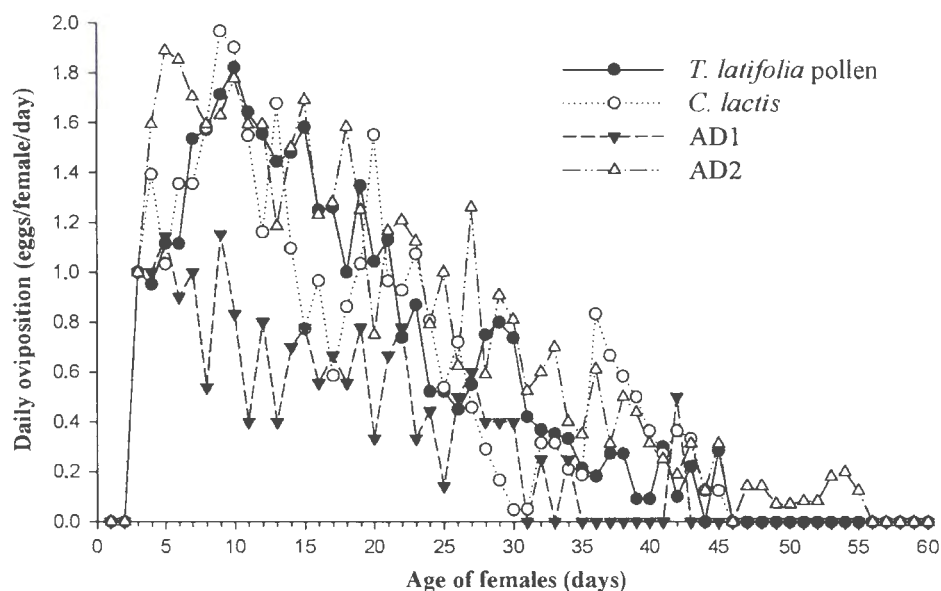
AD1 artificial diet 1, AD2 artificial diet 2 (with pupal hemolymph of *Antheraea pernyi*), *n* number of reproducing females observed

Discussion

The main objective of our study was to develop a suitable artificial diet for mass rearing the economically important phytoseiid predator *A. swirskii*. The artificial diets that we tested were modified from that

formulated by Ogawa and Osakabe (2008) for *N. californicus* and compared with cattail pollen, a standard food in several predatory mite studies (Lee and Gillespie 2011; Park et al. 2011), and the dried fruit mite, *C. lactis*, which is routinely used in the commercial production of *A. swirskii* (Bolckmans and van

Fig. 1 Daily oviposition rate of *Amblyseius swirskii* fed on four diets at 23 °C



Houten 2006). Our findings indicate that *A. swirskii* can develop and reproduce with similar or even better success on an artificial diet as compared to pollen or storage mites. Our results with cattail pollen and *C. lactis* are consistent with previous reports (Nomikou et al. 2003; Bolekmans and van Houten 2006; Fidgett and Stinson 2008; Lee and Gillespie 2011).

A more favorable diet will result in higher population growth of an arthropod, as indicated by superior life table parameters (Grenier and De Clercq 2003). The highest intrinsic rates of increase in our study were observed when *A. swirskii* was fed with AD2 or *C. lactis*, and these values were higher than those reported for *A. swirskii* when fed on the two-spotted spider mite *Tetranychus urticae* Koch (El-Laithy and Fouly 1992), the western flower thrips *Frankliniella occidentalis* (Pergande) and onion thrips *Thrips tabaci* Lindeman (Wimmer et al. 2008), and the eriophyoid fig mites *Aceria ficus* (Cotte) and *Rhyncaphytoptus ficifoliae* Keifer (Abou-Awad et al. 1999). On the other hand, the r_m values of *A. swirskii* on AD2 or *C. lactis* calculated here were slightly lower than the value reported by Park et al. (2011) when the predator was offered the tomato russet mite *Aculops lycopersici* (Massee) as prey, and when fed on the cotton whitefly *Bemisia tabaci* Gennadius (Nomikou et al. 2001). Thus, on both the factitious prey *C. lactis* and on the enriched artificial diet AD2, *A. swirskii* performed well and in some cases even better than on several of its natural prey. However, it should be noted that

comparison of life table statistics among studies is complicated by differences in experimental methods, climatic conditions and calculation of estimates, which may explain some of the contrasting results in the literature.

The artificial diet developed by Ogawa and Osakabe (2008) supported immature development and survival of the predatory mite *N. californicus* but its oviposition rate on this diet was negligible compared with a diet of *T. urticae*. However, a slightly modified version of this artificial diet used in our study (AD1, without insect hemolymph) proved suitable to support development of *A. swirskii* and also allowed some reproduction. The oviposition rate of *A. swirskii* on AD1 was higher than that on an artificial diet designed by Abou-Awad et al. (1992). Moreover, it was similar to that of mites reared on the natural prey *F. occidentalis* (Wimmer et al. 2008) and superior to that of females fed on the carmine spider mite *Tetranychus cinnabarinus* (Boisduval) and brown soft scale *Coccus hesperidum* (L.) (Ragusa and Swirski 1977). The relatively good performance of *A. swirskii* on artificial diet AD1 may be due to the generalist feeding habits of this phytoseiid mite (Momen and El-Saway 1993). However, this diet has still limitations in terms of fecundity, with 60 % of the females failing to lay eggs and dying shortly after molting to the adult stage.

Nettles (1990) and Grenier and De Clercq (2003) noted that adding insect components such as hemolymph to artificial media enhanced their acceptability

and improved their nutritional quality for a number of entomophagous insects. Hemolymph of lepidopteran larvae or pupae has been used in artificial media for parasitoid wasps, especially for *Trichogramma* species. For instance, *Trichogramma pretiosum* Westwood successfully completed development in artificial medium when it was supplemented with hemolymph of *Manduca sexta* (L.) (Strand and Vinson 1985; Xie et al. 1986). Cônsoli and Parra (1997) reported that *Trichogramma galloi* Zucchi and *T. pretiosum* could be reared in a medium consisting of 70 % *Helicoverpa zea* (Boddie) larval hemolymph. Pupal hemolymph of *A. pernyi* or *Philosamia cynthia ricini* Drury was used in an artificial medium for *Trichogramma dendrolimi* (Matsumura) (Liu et al. 1979) and *Anastatus* sp. egg parasitoids (Liu et al. 1988). Lü et al. (2012) also indicated that insect hemolymph is a key component of artificial media for *Trichogramma* spp. Our study indicates, however, that supplementing artificial diets with insect hemolymph may also be useful to improve their nutritional value for predatory arthropods. When 20 % pupal hemolymph of *A. pernyi* was added to diet AD1 to create AD2 in the present study, oviposition rate and intrinsic rate of increase of *A. swirskii* were substantially increased. These results suggest that the hemolymph played a positive role both in fecundity and survival of the predator. Further research is needed to identify the components of the pupal hemolymph which are responsible for the increased performance.

In conclusion, the artificial diet AD2 supported development and reproduction of *A. swirskii* to the same extent as a factitious prey which is routinely used in the mass rearing of the phytoseiid, indicating the potential of artificial diets to rationalize the mass production of this economically important biological control agent. However, nutritional imbalances within the diet are possibly expressed only in the subsequent generations (De Clercq et al. 2005). Therefore, developmental and reproductive performance of *A. swirskii* fed on AD2 will need to be assessed over subsequent generations. Furthermore, whereas *A. pernyi* is currently widely used in silk production in China, pupal hemolymph of this insect may become less available in the future, which may result in a higher price for this diet component and thus in a higher production cost of the artificial diet (Lü et al. 2012). Thus, future work is warranted to reduce the percentage of pupal hemolymph in the diet or to replace it by a more easily available nutrient.

Acknowledgments We would like to thank Koppert B.V. and Biobest N.V. for support and for providing materials used in our experiments. The constructive comments from three anonymous reviewers and the handling editor are greatly appreciated. Nguyen Duc Tung is supported by a doctoral grant from the Vietnamese Ministry of Education and Training (MOET-VIED).

References

- Abou-Awad BA, Reda AS, Elsayi SA (1992) Effects of artificial and natural diets on the development and reproduction of two phytoseiid mites *Amblyseius gossipi* and *Amblyseius swirskii* (Acari: Phytoseiidae). *Insect Sci Appl* 13:441–445
- Abou-Awad BA, El-Sawaf BM, Abdel-Khalek AA (1999) Impact of two eriophyoid fig mites, *Aceria ficus* and *Rhyncaphytoptus ficifoliae*, as prey on postembryonic development and oviposition rate of the predacious mite *Amblyseius swirskii*. *Acarologia* 40:367–371
- Arthurs S, McKenzie CL, Chen JJ, Dogramaci M, Brennan M, Houben K, Osborne L (2009) Evaluation of *Neoseiulus cucumeris* and *Amblyseius swirskii* (Acari: Phytoseiidae) as biological control agents of chilli thrips, *Scirtothrips dorsalis* (Thysanoptera: Thripidae) on pepper. *Biol Control* 49:91–96
- Bolckmans KJF, van Houten YM (2006) Mite composition, use thereof, method for rearing the phytoseiid predatory mite *Amblyseius swirskii*, rearing system for rearing said phytoseiid mite and methods for biological pest control on a crop. WO Patent WO/2006/057552
- Calvo J, Bolckmans K, Belda JE (2008) Controlling the tobacco whitefly *Bemisia tabaci* (Genn.) (Hom.: Aleyrodidae) in horticultural crops with the predatory mite *Amblyseius swirskii* (Athias-Henriot). *J Insect Sci* 8:4. <http://www.insectscience.org/8.04/ref/abstract18.html>
- Calvo FJ, Bolckmans K, Belda JE (2011) Control of *Bemisia tabaci* and *Frankliniella occidentalis* in cucumber by *Amblyseius swirskii*. *BioControl* 56:185–192
- Chow A, Chau A, Heinz KM (2010) Compatibility of *Amblyseius* (*Typhlodromips*) *swirskii* (Athias-Henriot) (Acari: Phytoseiidae) and *Orius insidiosus* (Hemiptera: Anthocoridae) for biological control of *Frankliniella occidentalis* (Thysanoptera: Thripidae) on roses. *Biol Control* 53: 188–196
- Cônsoli FL, Parra JRP (1997) Development of an oligidic diet for in vitro rearing of *Trichogramma galloi* Zucchi and *Trichogramma pretiosum* Riley. *Biol Control* 8:172–176
- De Clercq P, Arijis Y, van Meir T, van Stappen G, Sorgeloos P, Dewettinck K, Rey M, Grenier S, Febvay G (2005) Nutritional value of brine shrimp cysts as a factitious food for *Orius laevigatus* (Heteroptera: Anthocoridae). *Bio-control Sci Technol* 15:467–479
- El-Laithy AY (1998) Laboratory studies on growth parameters of three predatory mites associated with eriophyid mites in olive nurseries. *J Plant Dis Prot* 105:78–83
- El-Laithy AYM, Fouly AH (1992) Life table parameters of the two phytoseiid predators *Amblyseius scutalis* (Athias-Henriot) and *A. swirskii* A.-H. (Acari: Phytoseiidae) in Egypt. *J Appl Entomol* 113:8–12

- Ferkovich S, Shapiro J (2004) Increased egg-laying in *Orius insidiosus* (Hemiptera: Anthracoridae) fed artificial diet supplemented with an embryonic cell line. *Biol Control* 31:11–15
- Fidgett MJ, Stinson CSA (2008) Method for rearing predatory mites. WO Patent WO/2008/015393
- Grenier S, De Clercq P (2003) Comparison of artificially vs. naturally reared natural enemies and their potential for use in biological control. In: van Lenteren JC (ed) *Quality control and production of biological control agents: theory and testing procedures*. CABI Publishing, Wallingford, UK, pp 115–131
- Kennett CE, Hamai J (1980) Oviposition and development in predaceous mites fed with artificial and natural diets (Acari: Phytoseiidae). *Entomol Exp Appl* 28:116–122
- Kutuk H, Yigit A (2011) Pre-establishment of *Amblyseius swirskii* (Athias-Henriot) (Acari: Phytoseiidae) using *Pinus brutia* (Ten.) (Pinales: Pinaceae) pollen for thrips (Thysanoptera: Thripidae) control in greenhouse peppers. *Int J Acarol* 37:95–101
- Lee HS, Gillespie DR (2011) Life tables and development of *Amblyseius swirskii* (Acari: Phytoseiidae) at different temperatures. *Exp Appl Acarol* 53:17–27
- Liu W, Xie Z, Xiao G, Zhou Y, Yang D, Li L (1979) Rearing of the *Trichogramma dendrolimi* in artificial diets. *Acta Phytophyl Sin* 6:17–24
- Liu ZC, Wang ZY, Sun YR, Liu JF, Yang WH (1988) Studies on culturing *Anastatus* sp., a parasitoid of Litchi stink bug, with artificial host eggs. In: Voegelé J, Waage JK, van Lenteren JC (eds) *Trichogramma and other egg parasites*, vol 43. Les Colloques de l'INRA, Paris, France, pp 353–360
- Lü X, Han S, Li L, Grenier S, De Clercq P (2012) The potential of trehalose to replace insect hemolymph in artificial media for *Trichogramma dendrolimi* Matsumura (Hymenoptera: Trichogrammatidae). *Insect Sci*. doi:10.1111/j.1744-7917.2012.01566.x
- Maia ADN, Luiz AJB, Campanhola C (2000) Statistical inference on associated fertility life table parameters using jackknife technique: computational aspects. *J Econ Entomol* 93:511–518
- McCullagh P, Nelder JA (1989) *Generalized linear models*. Chapman & Hall, London, UK
- McMurtry JA, Scriven GT (1966) Effects of artificial foods on reproduction and development of four species of phytoseiid mites. *Ann Entomol Soc Am* 59:267–269
- Messelink GJ, van Steenpaal SEF, Ramakers PMJ (2006) Evaluation of phytoseiid predators for control of western flower thrips on greenhouse cucumber. *BioControl* 51:753–768
- Messelink GJ, van Maanen R, van Steenpaal SEF, Janssen A (2008) Biological control of thrips and whiteflies by a shared predator: two pests are better than one. *Biol Control* 44:372–379
- Momen F, El-Saway S (1993) Biology and feeding behaviour of the predatory mite, *Amblyseius swirskii* (Acari: Phytoseiidae). *Acarologia* 34:199–204
- Nettles WC (1990) In vitro rearing of parasitoids: role of host factors in nutrition. *Arch Insect Biochem Physiol* 13:167–175
- Nomikou M, Janssen A, Schraag R, Sabelis MW (2001) Phytoseiid predators as potential biological control agents for *Bemisia tabaci*. *Exp Appl Acarol* 25:271–291
- Nomikou M, Janssen A, Sabelis MW (2003) Phytoseiid predators of whiteflies feed and reproduce on non-prey food sources. *Exp Appl Acarol* 31:15–26
- Ogawa Y, Osakabe M (2008) Development, long-term survival, and the maintenance of fertility in *Neoseiulus californicus* (Acari: Phytoseiidae) reared on an artificial diet. *Exp Appl Acarol* 45:123–136
- Onzo A, Houedokoho AF, Hanna R (2012) Potential of the predatory mite, *Amblyseius swirskii* to suppress the broad mite, *Polyphagotarsonemus latus*, on the gboma eggplant, *Solanum macrocarpon*. *J Insect Sci* 12:7. <http://www.insectscience.org/12.7>
- Park HH, Shipp L, Buitenhuis R (2010) Predation, development, and oviposition by the predatory mite *Amblyseius swirskii* (Acari: Phytoseiidae) on tomato russet mite (Acari: Eriophyidae). *J Econ Entomol* 103:563–569
- Park HH, Shipp L, Buitenhuis R, Ahn JJ (2011) Life history parameters of a commercially available *Amblyseius swirskii* (Acari: Phytoseiidae) fed on cattail (*Typha latifolia*) pollen and tomato russet mite (*Aculops lycopersici*). *J Asia-Pacific Entomol* 14:497–501
- Ragusa S, Swirski E (1977) Feeding-habits, post-embryonic and adult survival, mating, virility and fecundity of predaceous mite *Amblyseius swirskii* (Acarina: Phytoseiidae) on some coccids and mealybugs. *Entomophaga* 22:383–392
- Riddick EW (2009) Benefits and limitations of factitious prey and artificial diets on life parameters of predatory beetles, bugs, and lacewings: a mini-review. *BioControl* 54:325–339
- Shehata KK, Weismann L (1972) Rearing the predaceous mite *Phytoseiulus persimilis* Athias-Henriot on artificial diet (Acarina: Phytoseiidae). *Biol Bratislava* 27:609–615
- Strand M, Vinson S (1985) In vitro culture of *Trichogramma pretiosum* on an artificial medium. *Entomol Exp Appl* 39:203–209
- Thompson S (1999) Nutrition and culture of entomophagous insects. *Annu Rev Entomol* 44:561–592
- van Maanen R, Vila E, Sabelis MW, Janssen A (2010) Biological control of broad mites (*Polyphagotarsonemus latus*) with the generalist predator *Amblyseius swirskii*. *Exp Appl Acarol* 52:29–34
- Wimmer D, Hoffmann D, Schausberger P (2008) Prey suitability of western flower thrips, *Frankliniella occidentalis*, and onion thrips, *Thrips tabaci*, for the predatory mite *Amblyseius swirskii*. *Biocontrol Sci Technol* 18:541–550
- Xie ZN, Nettles WC, Morrison RK, Irie K, Vinson SB (1986) Effect of ovipositional stimulants and diets on the growth and development of *Trichogramma pretiosum* in vitro. *Entomol Exp Appl* 42:119–124
- Xu XN, Enkegaard A (2010) Prey preference of the predatory mite, *Amblyseius swirskii* between first instar western flower thrips *Frankliniella occidentalis* and nymphs of the two-spotted spider mite *Tetranychus urticae*. *J Insect Sci* 10:149. <http://www.insectscience.org/10.149>
- Zdankova E, Strohalm J, Houska M (1999) Effect of high pressure on *Carpoglyphus lactis* L. (Acari: Carpglyphidae). *Czech J Food Sci* 17:235–237

Author Biographies

Duc Tung Nguyen is a lecturer at the Hanoi University of Agriculture. He is currently performing his PhD research at Ghent University, Belgium, focusing on the development of factitious foods and artificial diets for phytoseiid predators.

Dominiek Vangansbeke is a PhD student at Ghent University, Belgium. His research project investigates the use of phytoseiid predators in protected cultivation, with emphasis on ornamentals.

Lü Xin works on rearing methods for *Trichogramma* egg parasitoids at the Guangdong Entomological Institute, Guangzhou, China, under the supervision of professors Han Shichou and Li Liying.

Patrick De Clercq is an agricultural entomologist and professor at Ghent University, Belgium. His research group focuses on the integrated management of arthropod pests, with emphasis on the potential of predatory insects and mites for augmentative biological control. He is co-convenor of the IOBC Global Working Group on “Mass Rearing and Quality Assurance” and associate editor of *BioControl* and the *Journal of Plant Diseases and Protection*.

Alternating temperatures affect life table parameters of *Phytoseiulus persimilis*, *Neoseiulus californicus* (Acari: Phytoseiidae) and their prey *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae)

Dominiek Vangansbeke · Lien De Schrijver · Thomas Spranghers ·
Joachim Audenaert · Ruth Verhoeven · Duc Tung Nguyen ·
Bruno Gobin · Luc Tirry · Patrick De Clercq

Received: 20 February 2013 / Accepted: 25 April 2013 / Published online: 10 May 2013
© Springer Science+Business Media Dordrecht 2013

Abstract Increasing energy costs force glasshouse growers to switch to energy saving strategies. In the temperature integration approach, considerable daily temperature variations are allowed, which not only have an important influence on plant growth but also on the development rate of arthropods in the crop. Therefore, we examined the influence of two constant temperature regimes (15 °C/15 °C and 20 °C/20 °C) and one alternating temperature regime (20 °C/5 °C, with an average of 15 °C) on life table parameters of *Phytoseiulus persimilis* and *Neoseiulus californicus* and their target pest, the two-spotted spider mite *Tetranychus urticae* at a 16:8 (L:D) h photoperiod and 65 ± 5 % RH. For females of both predatory mites the alternating temperature regime resulted in a 25–30 % shorter developmental time as compared to the corresponding mean constant temperature regime of 15 °C/15 °C. The immature development of female spider mites was prolonged for 7 days at 15 °C/15 °C as compared to 20 °C/5 °C. With a daytime temperature of 20 °C, no differences in lifetime fecundity were observed between a nighttime temperature of 20 and 5 °C for *P. persimilis* and *T. urticae*. The two latter species did show a higher lifetime fecundity at 20 °C/5 °C than at 15 °C/15 °C, and their daily fecundity at the alternating regime was about 30 % higher than at the corresponding mean constant temperature. *P. persimilis* and *T. urticae* showed no differences in sex ratio between the three temperature regimes, whereas the proportion of *N. californicus* females at 15 °C/15 °C (54.2 %) was significantly lower than that at 20 °C/5 °C (69.4 %) and 20 °C/20 °C (67.2 %). Intrinsic rates of increase were higher at the alternating temperature than at the corresponding mean constant temperature for both pest and predators. Our results indicate that thermal responses of the studied phytoseiid predators to alternating temperature

D. Vangansbeke · L. De Schrijver · T. Spranghers · D. T. Nguyen · L. Tirry · P. De Clercq (✉)
Laboratory of Agrozoology, Department of Crop Protection, Ghent University,
Coupure Links 653, 9000 Ghent, Belgium
e-mail: Patrick.Declercq@Ugent.be

J. Audenaert · R. Verhoeven · B. Gobin
PCS-Ornamental Plant Research, Schaessestraat 18, 9070 Destelbergen, Belgium

D. T. Nguyen
Hanoi University of Agriculture, Trau Quy, Gia Lam, Hanoi, Vietnam

regimes used in energy saving strategies in glasshouse crops may have consequences for their efficacy in biological control programs.

Keywords Alternating temperature · Development · Life history · Phytoseiidae · *Phytoseiulus persimilis* · *Neoseiulus californicus* · *Tetranychus urticae*

Introduction

With rising energy costs, glasshouse growers are under pressure to reduce their energy consumption (Adams et al. 2009). Besides lowering the overall mean glasshouse temperature and growing more cold-tolerant cultivars of both vegetable and ornamental crops (van der Ploeg and Heuvelink 2005; van der Ploeg et al. 2009), variable temperatures can be implemented as an energy saving strategy (Pollet et al. 2009). This approach relies on the ability of plants to react to the mean temperature over a period exceeding one day (temperature integration) (Buwalda et al. 2000; Körner and Challa 2004) or within 24 h (DIF = difference between average daytime and average nighttime temperature) rather than to the exact daily temperature course. By allowing higher daytime and lower nighttime temperatures in the greenhouse, an annual energy saving of up to 20 % can be achieved (Erwin et al. 1989; Tantau 1998; Dieleman et al. 2005), depending on the crop and the amplitude of the fluctuations (Rijsdijk and Vogelesang 2000; Körner and Challa 2003; Bakker 2009). However, little attention has been given to the impact of energy saving strategies in protected cultivation on the performance of both pests and their natural enemies used in augmentative biological control programs.

Numerous laboratory studies have examined the effect of constant temperatures on life cycle parameters of arthropods. Arguably, varying temperatures are ecologically more relevant to what these organisms experience in the field (Lamb 1961; Hagstrum and Hagstrum 1970). Although several studies have highlighted arthropod development at variable temperatures (e.g., Messenger and Flitters 1959; Tanigoshi et al. 1976; Behrens et al. 1983; Bryant et al. 1999; Liu et al. 1995; Mironidis and Savopoulou-Soultani 2008), the mechanism behind the differences in developmental rates at variable versus constant temperatures remains poorly understood (Worner 1992; Liu et al. 1995). Some authors observed no differences in developmental rates of arthropods between constant and variable temperatures (Hagstrum and Leach 1973; Humpesch 1982, Beck 1983), but the majority of studies indicated an accelerated development under low variable temperature conditions (Bryant et al. 1999; Messenger and Flitters 1959), while a slower development was observed at the high temperature range (Messenger 1964; Hagstrum and Milliken 1991; Mironidis and Savopoulou-Soultani 2008). Little or no difference was observed at intermediate temperatures (Bryant et al. 1999). This phenomenon is a consequence of the non-linearity inherent to the temperature-rate relationship of arthropod development and is referred to as the Kaufmann or rate summation effect (Ratte 1985), explaining the differences between development predicted by nonlinear models under constant and variable temperatures with the same mean temperature.

The two-spotted spider mite, *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae) is a highly destructive pest in greenhouses (Cranham and Helle 1985) that is known to quickly develop acaricide resistance (Van Leeuwen et al. 2010). The pest has been successfully controlled in protected crops by phytoseiid predators, including *Phytoseiulus persimilis* Athias-Henriot and *Neoseiulus californicus* McGregor (Acari: Phytoseiidae) (McMurtry and Croft 1997). Although the relationship between temperature and development of both

the pest and its predators is well described (Shih et al. 1976; Hart et al. 2002; Davies et al. 2009), there is little information on the effect of variable temperature conditions on their development and reproduction.

The objective of the present study is to investigate how the two-spotted spider mite *T. urticae*, and the phytoseiids *P. persimilis* and *N. californicus* respond to constant and alternating temperatures in the lower temperature range (≤ 20 °C), which are commonly used in the production of ornamental plants like pot azalea, roses or English ivy (Pemberton and Wilkins 1985; Khayat et al. 1988, Pollet et al. 2009; Meijón et al. 2011). The development, reproduction and life table parameters of the prey and its key predators are assessed at two constant versus one alternating temperature regime. The results should allow growers to better understand the impact of using an energy saving strategy with variable temperatures on one of the major pests in protected cultivation and its biological control agents.

Materials and methods

Stock cultures

Spider mites

Two-spotted spider mites, *T. urticae*, were collected from *Ricinus communis* L. (Euphorbiaceae) grown at the grounds of the Faculty of Bioscience Engineering (Ghent, Belgium) and a laboratory colony was set up using kidney bean plants (*Phaseolus vulgaris* L.). The infested plants were kept in Plexiglas containers (60 × 60 × 60 cm) in a climatized room at 25 ± 1 °C, 70 ± 5 % RH and a 16:8 (L:D) h photoperiod.

Predatory mites

Colonies of *P. persimilis* and *N. californicus* were initiated with mites acquired from Biobest (Westerlo, Belgium) and were reared on excised kidney bean leaves heavily infested with two-spotted spider mites. Each leaf was placed upside down on water soaked cotton in a glass petri dish (ø 133 mm), with an extra cotton layer on the leaf edges, providing free water and preventing the mites from escaping. The petri dishes were kept inside Plexiglas containers at the climatic conditions mentioned above.

Experimental set-up

Experiments with both spider mites and predatory mites were conducted at two constant temperature regimes (referred to as 15 °C/15 °C and 20 °C/20 °C) and one alternating regime (DIF+15 :20 °C/5 °C). The alternating regime had a corresponding mean temperature of 15 °C, given the 16:8 (L:D) h photoperiod (i.e. 16 h at 20 °C and 8 h at 5 °C). The three temperature regimes were tested in climatic chambers set at 65 ± 5 % RH.

Experiments were performed in polystyrene insect breeding dishes (100 × 40 mm) (SPL Life Sciences, Korea) with a mesh hole (ø 40 mm) in the lid. In each dish, a square bean leaf disc (25 × 25 mm) was placed upside down on a water-saturated polyurethane sponge (10 × 50 × 50 mm). Edges of the bean leaf disc were covered with moist tissue paper to provide free water and prevent the mites from escaping. In all experiments,

a mix of all developmental stages of *T. urticae* served as a food source for the predators, by adding five female two-spotted spider mites three days before the introduction of the predators. Relative humidity inside the insect breeding dishes was measured with HOBO H8 RH/Temp Loggers (Onset Computer, Bourne, MA, USA).

For the temperature experiments with spider mites smaller insect breeding dishes (50 × 15 mm) (SPL Life Sciences) were used, each with a circular bean leaf disc placed upside down on a 7 mm layer of agar (1 % w/w).

Survival and development

At each temperature regime, 40 eggs (<10 h old) of both *P. persimilis* and *N. californicus* were collected from the stock colony and placed individually onto the bean leaf discs infested with spider mites. The arenas were checked daily for egg hatch, upon which the emerging larvae were monitored for further development. The presence of exuviae was used to indicate a molt to the next developmental stage (Park et al. 2011). Data from mites that escaped during the experiment were omitted from the analysis.

For *T. urticae*, fifty adult female spider mites were placed individually on the leaf discs and were allowed to lay eggs for 4 h at room temperature, after which the females were removed from the leaf disc and the amount of eggs was reduced to 1 by puncturing the excess eggs with a fine needle. Egg hatch and immature development were checked daily. The mites were transferred weekly to a fresh leaf disc.

Reproduction

Newly molted females of both phytoseiids from the development test were paired with a male with the same age and that had developed to adulthood at the same temperature regime, and were placed on a leaf disc infested with mixed stages of *T. urticae*. The male was only removed after three days to allow multiple matings (Gotoh and Tsuchiya 2008; personal observation). The number of eggs laid was counted daily and eggs deposited by females of the same age were placed together on leaf discs in order to determine the sex ratio of the offspring.

Quiescent female deutonymphs of *T. urticae* were provided with a male that was isolated 24 h before introduction on the arena to ensure a complete insemination. As a single mating is sufficient for optimal egg production in *T. urticae* (Helle 1967; Potter and Wrensch 1978) males were kept for 24 h together with females. Deposited eggs were removed from the arena on a daily basis and transferred to new leaf discs in order to determine the sex ratio of the offspring. Female spider mites were transferred to fresh bean leaf discs once a week.

Life table parameters

The intrinsic rate of increase (r_m) was calculated for *T. urticae* and both phytoseiids according to the formula of Birch (1948):

$$\sum l_x m_x e^{-r_m * x} = 1$$

where x equals the female age (days), l_x is the age specific survival of the females at age x and m_x is the number of daughters produced per female at age x . The latter parameter is obtained by multiplying the mean number of eggs laid per female by the proportion of

female offspring produced at age x . The Jackknife procedure was used according to Meyer et al. (1986) and Hulting et al. (1990) to calculate the standard error of r_m . Other parameters calculated were (Maia et al. 2000) the net reproductive rate, R_0 , i.e. the mean number of female offspring produced per female (females/female)

$$R_0 = \sum l_x m_x$$

and the mean doubling time, DT, i.e. mean time span necessary to double the initial population (days)

$$DT = \frac{\ln 2}{r_m}$$

Statistical analysis

Two-way analysis of variance (ANOVA) (IBM, SPSS Statistics 20) was conducted to evaluate the effects of temperature regime on developmental time, preoviposition periods, fecundity and oviposition rate of *P. persimilis* and *N. californicus*. When an interaction was detected between the main factors (temperature regime and species), means were compared within species and a pairwise multiple comparison procedure was used (Kutner et al. 2005). A Kolmogorov–Smirnov test was conducted to evaluate normality of the data. In case of normality, the effect of temperature regime was tested by means of a one-way-ANOVA. A Tukey (homoscedasticity) or Tamhane test (heteroscedasticity) was performed to separate the means, depending on the outcome of a Levene-test. When data were not normally distributed, a non-parametric Kruskal–Wallis H test was conducted and means were separated using Mann–Whitney U tests. A one-way-ANOVA or Kruskal–Wallis H test was conducted to evaluate effects of temperature on developmental and reproductive parameters of *T. urticae*.

A logistic regression was conducted to compare survival rates and offspring sex ratios. In this regression a generalized linear model is constructed using a probit (log odds) link and a binomial error function. For each test, a regression coefficient is calculated and tested for being significantly different from zero, for which P-values are presented (McCullagh and Nelder 1989).

Life table parameters of *P. persimilis*, *N. californicus* and *T. urticae* at the tested temperature regimes were also analyzed with two-way ANOVAs. In all cases, *P* values are considered to be significant when smaller than or equal to 0.05.

Results

Survival and development

Temperature regime had no influence on the survival rates of immature phytoseiids and spider mites (Table 2). Two-way ANOVA (Table 1) indicated no interaction between temperature regime and species for female developmental time, whereas an interaction did occur for male developmental time. Developmental time of female and male *P. persimilis* and *N. californicus* differed among the tested temperature regimes (*P. persimilis*: $\chi^2 = 59.88$; $df = 2$; $P < 0.001$ and $\chi^2 = 12.93$; $df = 2$; $P < 0.001$, *N. californicus*: $\chi^2 = 60.87$; $df = 2$; $P < 0.001$ and

Table 1 Results of a logistic regression or a two-way ANOVA indicating the effect of temperature regime (15 °C/15 °C, 20 °C/5 °C or 20 °C/20 °C) and predator species on immature survival, developmental time, oviposition parameters, sex ratio and life table parameters of *Phytoseiulus persimilis* and *Neoseiulus californicus* fed on *Tetranychus urticae*

Parameter	Temperature			Species			Temperature* species			Error term df
	F	df	P	F	df	P	F	df	P	
Immature survival ^a	–	–	0.59	–	–	0.31	–	–	1.0	–
Female developmental time ^b	715.9	2	<0.001	7226	1	0.008	2.210	2	0.11	132
Male developmental time ^b	433.6	2	<0.001	15.69	1	<0.001	4.059	2	0.021	87
Preoviposition period ^b	156.8	2	<0.001	83.84	1	<0.001	8.173	2	<0.001	119
Fecundity ^b	18.68	2	<0.001	126.6	1	<0.001	4.533	2	0.013	119
Oviposition period ^b	34.71	2	<0.001	12.14	1	<0.001	1.192	2	0.31	119
Oviposition rate ^b	624.0	2	<0.001	285.8	1	<0.001	13.23	2	<0.001	119
Sex ratio ^a	–	–	0.002	–	–	<0.001	–	–	<0.001	–
r_m^b	4323.5	2	<0.001	355.45	2	<0.001	39.273	4	<0.001	197
R_0^b	15.57	2	<0.001	96.4	2	<0.001	2.084	4	0.084	197
DT ^b	4281.3	2	<0.001	453.070	2	<0.001	125.6	4	<0.001	197

Two-way ANOVAs of life table parameters r_m , R_0 and DT include *T. urticae* as a species; other parameters only include *P. persimilis* and *N. californicus* in the factor species

^a Probit

^b Two-way ANOVA

Table 2 Immature survival and developmental time of *Phytoseiulus persimilis*, *Neoseiulus californicus* and *Tetranychus urticae* reared at three temperature regimes

Species	Temperature regime	n ^a	Survival (%)	Developmental time (days)	
				Female	Male
<i>P. persimilis</i>	15 °C/15 °C	40	92.5 ± 4.2 a	14.4 ± 0.3 c	13.7 ± 0.4 c
	20 °C/5 °C	40	100.0 ± 0.0 a	10.7 ± 0.1 b	10.7 ± 0.2 b
	20 °C/20 °C	40	95.0 ± 3.5 a	6.4 ± 0.1 a	6.2 ± 0.1 a
<i>N. californicus</i>	15 °C/15 °C	37	100.0 ± 0.0 a	15.1 ± 0.4 c	15.2 ± 0.3 c
	20 °C/5 °C	40	97.5 ± 2.5 a	10.7 ± 0.1 b	10.8 ± 0.2 b
	20 °C/20 °C	40	97.5 ± 2.5 a	7.2 ± 0.2 a	7.2 ± 0.2 a
<i>T. urticae</i>	15 °C/15 °C	50	98.0 ± 2.0 a	27.4 ± 0.2 c	27.7 ± 0.6 c
	20 °C/5 °C	50	98.0 ± 2.0 a	20.4 ± 0.2 b	19.5 ± 0.2 b
	20 °C/20 °C	50	98.0 ± 2.0 a	14.4 ± 0.1 a	13.8 ± 0.3 a

Mean ± SE within a column and a species followed by the same letter are not significantly different ($P > 0.05$; Wald- χ^2 (survival) or Mann–Whitney U test (developmental time))

^a Initial number of tested individuals

$\chi^2 = 22.98$; df = 2; $P < 0.001$, for females and males, respectively). The alternating temperature regime accelerated development of both phytoseiids as compared to the corresponding mean constant temperature of 15 °C.

Table 3 Reproductive parameters of *Phytoseiulus persimilis*, *Neoseiulus californicus* and *Tetranychus urticae* reared at three temperature regimes

Species	Temperature regime	n ^a	Preoviposition period (days)	Oviposition period (days)	Fecundity (eggs/female)	Oviposition rate (eggs/female/day)	n ^b	Offspring sex ratio (%♀♀)
<i>P. persimilis</i>	15 °C/15 °C	19	4.0 ± 0.1 c	48.6 ± 4.4 c	61.3 ± 5.4 b	1.27 ± 0.04 c	988	77.23 ± 1.34 a
	20 °C/5 °C	19	2.8 ± 0.1 b	43.3 ± 2.2 b	86.6 ± 4.1 a	2.01 ± 0.05 b	1207	74.15 ± 1.26 a
	20 °C/20 °C	24	1.9 ± 0.1 a	29.6 ± 0.9 a	82.7 ± 2.4 a	2.81 ± 0.05 a	1609	73.77 ± 1.10 a
<i>N. californicus</i>	15 °C/15 °C	19	5.6 ± 0.3 c	43.1 ± 1.9 c	41.2 ± 1.6 b	0.96 ± 0.02 c	673	54.23 ± 1.92 b
	20 °C/5 °C	23	4.1 ± 0.2 b	33.4 ± 1.5 b	47.5 ± 1.8 b	1.43 ± 0.03 b	890	69.44 ± 1.55 a
	20 °C/20 °C	21	2.3 ± 0.1 a	26.2 ± 1.2 a	55.5 ± 2.5 a	2.12 ± 0.03 a	937	67.24 ± 1.53 a
<i>T. urticae</i>	15 °C/15 °C	28	3.0 ± 0.1 c	29.3 ± 1.7 ab	107.6 ± 6.4 b	3.67 ± 0.07 c	786	70.74 ± 1.62 a
	20 °C/5 °C	29	2.5 ± 0.1 b	35.2 ± 2.3 b	156.6 ± 10.9 a	4.46 ± 0.15 b	1451	70.23 ± 1.20 a
	20 °C/20 °C	24	1.7 ± 0.1 a	24.7 ± 1.5 a	180.3 ± 10.2 a	7.39 ± 0.23 a	1491	69.15 ± 1.20 a

Mean ± SE within a column and a species followed by the same letter are not significantly different ($P > 0.05$; Mann–Whitney U (preoviposition period), Tukey (*P. persimilis*: oviposition rate; *N. californicus*: fecundity, oviposition period; *T. urticae*: fecundity, oviposition period), Tamhane (*P. persimilis*: fecundity, oviposition period; *N. californicus*: oviposition rate; *T. urticae*: oviposition rate) or probit test (offspring sex ratio)

^a number of tested females

^b number of observed offspring

Temperature regime did not affect survival (Table 2) but had a significant effect on developmental time of both female ($\chi^2 = 99.46$; $df = 2$; $P < 0.001$) and male ($\chi^2 = 28.13$; $df = 2$; $P < 0.001$) *T. urticae*. A similar trend as for the predatory mites was observed for *T. urticae* immatures, with a significantly shorter developmental time when exposed to the alternating temperature regime as compared to the corresponding mean constant temperature, for both females and males.

Reproduction

Temperature had a significant effect on the reproductive parameters of both phytoseiids (Tables 3). The interaction between temperature regime and species was significant for all parameters except for oviposition period (Table 1). Preoviposition period was longer (*P. persimilis*: $\chi^2 = 50.26$; $df = 2$; $P < 0.001$ and *N. californicus*: $\chi^2 = 46.39$; $df = 2$; $P < 0.001$) and daily fecundity was greater (*P. persimilis*: $F = 281.41$; $df = 2, 59$; $P < 0.001$ and *N. californicus*: $F = 432.94$; $df = 2, 60$; $P < 0.001$) at 20 °C/5 °C than at the corresponding mean temperature (15 °C/15 °C). A significantly lower lifetime fecundity was found for *P. persimilis* at 15 °C/15 °C than at 20 °C/5 °C and 20 °C/20 °C ($F = 11.23$; $df = 2, 59$; $P < 0.001$). Alternating the temperature (20 °C/5 °C) did not affect the fecundity of *N. californicus* compared to the corresponding mean constant temperature (15 °C/15 °C). However, lowering the night temperature from 20 to 5 °C resulted in a lower number of deposited eggs ($F = 11.71$; $df = 2, 60$; $P < 0.001$) for *N. californicus*. Whereas the proportion of female offspring in *P. persimilis* was similar for the three temperature regimes (Wald $\chi^2 = 4.29$; $df = 2$; $P = 0.12$), a significantly lower percentage of female offspring was obtained at a constant temperature of 15 °C than at the alternating temperature (Wald $\chi^2 = 42.76$; $df = 2$; $P < 0.001$) for *N. californicus*.

All reproductive parameters of *T. urticae* were affected by temperature (Table 3). Rearing at the alternating temperature regime resulted in significantly different preoviposition periods (Kruskal–Wallis; $\chi^2 = 34.85$; $df = 2$; $P < 0.001$), fecundities ($F = 15.27$; $df = 2, 78$; $P < 0.001$) and oviposition rates ($F = 146.08$; $df = 2, 78$; $P < 0.001$) compared to rearing at the corresponding mean constant temperature regime. Oviposition periods ($F = 7.41$;

Table 4 Life table parameters of *Phytoseiulus persimilis*, *Neoseiulus californicus* and *Tetranychus urticae* reared at three temperature regimes

Species	Temperature regime	n ^a	r _m (females/female/day)	R ₀ (females/female)	DT (days)
<i>P. persimilis</i>	15 °C/15 °C	19	0.118 ± 0.001 f	42.3 ± 4.7 d	5.89 ± 0.04 f
	20 °C/5 °C	19	0.156 ± 0.002 d	59.0 ± 3.7 c	4.44 ± 0.02 d
	20 °C/20 °C	24	0.235 ± 0.001 a	58.0 ± 2.4 c	2.95 ± 0.02 a
<i>N. californicus</i>	15 °C/15 °C	19	0.084 ± 0.0005 h	22.7 ± 1.1 f	8.31 ± 0.05 h
	20 °C/5 °C	23	0.132 ± 0.001 c	33.9 ± 1.5 c	5.27 ± 0.05 c
	20 °C/20 °C	21	0.204 ± 0.001 b	37.5 ± 1.6 c	3.40 ± 0.02 b
<i>T. urticae</i>	15 °C/15 °C	28	0.102 ± 0.001 g	67.0 ± 4.9 b	6.82 ± 0.06 g
	20 °C/5 °C	29	0.136 ± 0.002 e	99.0 ± 8.1 a	5.11 ± 0.06 c
	20 °C/20 °C	24	0.192 ± 0.003 c	107.7 ± 9.1 a	3.63 ± 0.06 c

Mean ± SE within a column followed by the same letter are not significantly different [$P > 0.05$; Tamhane (r_m and DT) or Tukey test (R_0)]

^a number of tested females

$df = 2, 78$; $P < 0.001$) were similar at both constant regimes, but a low night temperature of 5 °C resulted in a 40 % longer oviposition period than a night temperature of 20 °C. An average increase of approximately 50 eggs per female was achieved at the alternating temperature compared to a constant 15 °C. Raising the night temperature from 5 to 20 °C increased oviposition rate by about 65 %. Temperature regime had no effect on the sex ratio of the spider mite offspring with ca. 70 % females in all cases.

Life table parameters

Two-way ANOVA indicated no interaction between temperature regime and species (*P. persimilis*, *N. californicus* and *T. urticae*) for the net reproductive rate, R_0 (Table 4), with a significant effect of both main factors. For all other parameters the interaction between temperature and species was found to be significant.

The intrinsic rates of increase (r_m) ($F = 1217.40$; $df = 8, 197$; $P < 0.001$) were superior for *P. persimilis* at all temperature regimes (Table 4). *N. californicus* had a lower, similar and higher r_m -value than *T. urticae* at 15 °C/15 °C, 20 °C/5 °C and 20 °C/20 °C, respectively. For all three mite species, a lower net reproductive rate (R_0) was found at 15 °C/15 °C compared to the two other temperature regimes. The alternating temperature regime resulted in a shorter doubling time (DT) ($F = 1243.34$; $df = 8, 197$; $P < 0.001$) than the corresponding constant temperature for all three mite species.

Discussion

Our study indicates that developmental rate of two phytoseiid predatory mites and their target pest, the two-spotted spider mite, at an alternating temperature regime deviated from that at constant temperatures. Earlier studies on a variety of arthropods showed that alternating temperatures in the lower temperature range accelerate immature development as compared to the corresponding mean constant temperature (e.g., Messenger and Flitters 1959; Siddiqui et al. 1973; Bryant et al. 1999; Fantinou et al. 2003). This even holds when the lowest temperature drops below the developmental threshold (Siddiqui et al. 1973; Worner 1992). Eubank et al. (1973) and Fantinou et al. (2003) state that a distinct temperature threshold is absent with alternating temperatures, but development rate may become asymptotically lower as temperatures decreases. These findings are consistent with those in our study, as developmental time was shortened at alternating temperature by up to 40 % as compared to the corresponding mean constant temperature, even though the temperature dropped below the developmental threshold of all three species. Lower thermal thresholds were estimated to be 10.6 °C (Davies et al. 2009), 10.9 °C (Hart et al. 2002) and 10.5 °C (Bounfour and Tanigoshi 2001) for *P. persimilis*, *N. californicus* and *T. urticae*, respectively. The developmental times at a constant 15 °C (14.4 days) and 20 °C (6.4 days) in our study were shorter than those previously reported by Sabelis (1981) for *P. persimilis*, with reported means of 19.6 days at 15 °C and 7.2 days at 20 °C. The developmental durations of *N. californicus* at the tested constant temperatures in our study were similar to the values of 14.1 days at 15 °C and 7.2 days at 20 °C reported by Gotoh et al. (2004). Sabelis (1981) noted a longer immature developmental period for *T. urticae* (32.9 days) at 15 °C than in our study (27.4 days), but reported a similar value at 20 °C.

Our results indicate the occurrence of the Kaufmann effect in the relationship between temperature and development of the studied mites, with higher developmental rates at a low alternating temperature compared to the corresponding mean constant temperature.

Although never proven (Worner 1992), some studies mention an additional physiological mechanism explaining the effect of varying temperature on developmental rate, independent from the Kaufmann effect. This may include thermoperiodic stimulation of the neuro-endocrine system, diurnal organization of metabolic processes and optimization of enzyme functioning (Beck 1983; Ratte 1985; Bryant et al. 1999). Further, Richards and Suanraksa (1962) calculated that the energy expenditure for embryonic development of the milkweed bug at alternating temperature regimes is lower than that needed at the corresponding constant temperatures. Further research is warranted to investigate the impact of temperature variations on these processes.

Alternating temperature also had a significant influence on all reproductive parameters, but the effect differed among the examined species. For instance, lifetime fecundity was not affected by alternating temperature in *N. californicus*, whereas more progeny was produced by *P. persimilis* and *T. urticae* at 20 °C/5 °C compared to 15 °C/15 °C. Most authors who examined the fecundity of arthropods under both constant and variable temperature regimes generally found a higher number of produced eggs under variable conditions (Hagstrum and Leach 1973; Messenger 1964; Davis et al. 2006), although some studies reported no effect (Hagstrum and Leach 1973). In the present study, the oviposition rate was significantly higher at the alternating temperature regime than at the constant mean temperature for all three mite species. Furthermore, lowering the night temperature from 20 °C to 5 °C with a 20 °C day temperature during the photophase resulted in a lower oviposition rate and longer oviposition period for all examined mite species, indicating the role of scotophase temperature for reproduction.

The sex ratio of the progeny was not affected by temperature regime in *P. persimilis* and *T. urticae*. In contrast, *N. californicus* produced a higher proportion of female offspring at the alternating temperature regime compared to the corresponding constant 15 °C. The latter species has been shown to lower its proportion of female offspring under unfavorable conditions (Helle and Sabelis 1985; Castagnoli and Simoni 1999). Consequently, if sex ratio is considered to be a factor determining the response of phytoseiids to their environment, the alternating temperature regime of 20 °C/5 °C should be more favorable for *N. californicus* than a constant 15 °C. Variations in the proportion of female offspring under unfavorable conditions have been reported for *P. persimilis* and *T. urticae* as well (Margolies and Wrensch 1996; Toyoshima and Amano 1998), but no such effect was observed in the present study.

The intrinsic rate of increase assembles several life table parameters such as age-specific survivorship, developmental time, daily fecundity and sex ratio of the progeny into one value. Lewontin (1965) calculated that a 10 % increase of development rate roughly has the same effect on the growth rate as a 100 % increase in fertility, indicating the relative importance of developmental time in the calculations of population growth. As mentioned above, developmental rate was strongly influenced by alternation of the temperature, and therefore a significant effect on the intrinsic rate of increase should be expected. Alternating the temperature indeed enhanced the population growth rate for all three species. At the tested temperature regimes, *P. persimilis* showed higher intrinsic rates of increase than *N. californicus* and its target prey. Whereas at 15 °C/15 °C *N. californicus* had a lower r_m -value than *T. urticae*, the predator had a higher growth rate than the pest at 20 °C/20 °C and a similar growth rate at the alternating temperature regime. If r_m -values are an indication of the control potential of a predator (Helle and Sabelis 1985; Nomikou et al. 2001; Stavrinides and Mills 2011), *N. californicus* should be able to control *T. urticae* at 20 °C/5 °C, whereas this may not be the case at the corresponding mean constant

temperature of 15 °C. Thus, allowing alternating temperatures in a crop may benefit the biological control potential of the latter phytoseiid against spider mite pests.

Arguably, the findings from experiments using small arenas should be interpreted with caution and field trials are needed to confirm the outcome of the present laboratory study. For instance, the humidity inside the insect breeding dishes fluctuated between 85 and 100 % RH, which is considerably higher than the 65 % RH setting of the climatic chambers. This may have influenced the outcome of our experiments, since egg hatchability (van Houten et al. 1995; de Vis et al. 2006), development (Stenseth 1979), reproduction (Kumari and Sadana 1991) and predation (Shipp et al. 1996) of phytoseiids are affected by the level of humidity. The high relative humidity may have favored the phytoseiids, while it may have disadvantaged the spider mites as Boudreaux (1958) found that survival, oviposition and egg hatchability of tetranychids decreased at high humidity conditions. Consequently, our laboratory study may have underestimated the developmental and reproductive performance of *T. urticae*.

The growing importance of energy efficiency in protected cultivation increasingly promotes the implementation of energy saving strategies such as temperature integration. However, the impact of varying temperature conditions used in such strategies on the efficacy of biological control programs should be thoroughly investigated at the full temperature range. Alternating temperatures not only influence developmental rates of both beneficial and pest arthropods, but may also affect their reproductive capacities, which may eventually result in marked deviations in their population growth rates from those expected at constant temperature regimes. Our study shows that the impact of temperature variations on the biology of pest and predatory mites may differ depending on the species. The outcome of a selection process for the most adequate predator at varying temperature conditions may therefore be different from that under constant temperature conditions. The present laboratory study indicates that at a constant temperature of 15 °C, *P. persimilis* should be able to control *T. urticae*, whereas *N. californicus* may have difficulty doing so based on the calculated life table parameters of the pest and its predators. However, our findings indicate that at an alternating temperature regime of 20 °C/5 °C, both phytoseiids should be effective biological control agents of *T. urticae*.

Acknowledgments This research was supported by project number 090931 from the Institute for the Promotion of Innovation through Science and Technology in Flanders (IWT-Vlaanderen).

References

- Adams S, Valdes V, Fuller D (2009) The effects of day and night temperature on *Chrysanthemum morifolium*: investigating the safe limits for temperature integration. *J Hortic Sci Biotech* 84:604–608
- Bakker J (2009) Energy saving greenhouses. *Chron Hort* 49:19–23
- Beck S (1983) Thermal and thermoperiodic effects on larval development and diapause in the European corn borer, *Ostrinia nubilalis*. *J Insect Physiol* 29:107–112
- Behrens W, Hoffmann K, Kempa S, Gäßler S, Merkel-Wallner G (1983) Effects of diurnal thermoperiods and quickly oscillating temperatures on the development and reproduction of crickets, *Gryllus bimaculatus*. *Oecologia* 59:279–287
- Birch L (1948) The intrinsic rate of natural increase of an insect population. *J Anim Ecol* 17:15–26
- Boudreaux H (1958) The effect of relative humidity on egg-laying, hatching, and survival in various spider mites. *J Insect Physiol* 2:65–72
- Bounfour M, Tanigoshi L (2001) Effect of temperature on development and demographic parameters of *Tetranychus urticae* and *Eotetranychus carpini borealis* (Acari: Tetranychidae). *Ann Entomol Soc Am* 94:400–404

- Bryant S, Bale J, Thomas C (1999) Comparison of development and growth of nettle-feeding larvae of Nymphalidae (Lepidoptera) under constant and alternating temperature regimes. *Eur J Entomol* 96:143–148
- Buwalda F, Eveleens B, Wertwijn R (2000) Ornamental crops tolerate large temperature fluctuations: a potential for more efficient greenhouse heating strategies. *Acta Hort* 515:141–149
- Castagnoli M, Simoni S (1999) Effect of long-term feeding history on functional and numerical response of *Neoseiulus californicus* (Acari : Phytoseiidae). *Exp Appl Acarol* 23:217–234
- Cranham J, Helle W (1985) Pesticide resistance in Tetranychidae. *Spider Mites Biol Nat Enemies Control* 1:405–421
- Davies JT, Ireson JE, Allen GR (2009) Pre-adult development of *Phytoseiulus persimilis* on diets of *Tetranychus urticae* and *Tetranychus lintearius*: implications for the biological control of *Ulex europaeus*. *Exp Appl Acarol* 47:133–145
- Davis J, Radcliffe E, Ragsdale D (2006) Effects of high and fluctuating temperatures on *Myzus persicae* (Hemiptera: Aphididae). *Environ Entomol* 35:1461–1468
- de Vis RMJ, de Moraes GJ, Bellini MR (2006) Effect of air humidity on the egg viability of predatory mites (Acari: Phytoseiidae, Stigmaeidae) common on rubber trees in Brazil. *Exp Appl Acarol* 38:25–32
- Dieleman J, Meinen E, Dueck TA (2005) Effects of temperature integration on growth and development of roses. *Acta Hort* 691:51–58
- Erwin JE, Heins RD, Karlsson MG (1989) Thermomorphogenesis in *Lilium longiflorum*. *Am J Bot* 76:47–52
- Eubank W, Atmar J, Ellington J (1973) The significance and thermodynamics of fluctuating versus static thermal environments on *Heliothis zea* egg development rates. *Environ Entomol* 2:491–496
- Fantinou AA, Perdakis DC, Chatzoglou CS (2003) Development of immature stages of *Sesamia nonagrioides* (Lepidoptera: Noctuidae) under alternating and constant temperatures. *Environ Entomol* 32:1337–1342
- Gotoh T, Tsuchiya A (2008) Effect of multiple mating on reproduction and longevity of the phytoseiid mite *Neoseiulus californicus*. *Exp Appl Acarol* 44:185–197
- Gotoh T, Yamaguchi K, Mori K (2004) Effect of temperature on life history of the predatory mite *Amblyseius (Neoseiulus) californicus* (Acari : Phytoseiidae). *Exp Appl Acarol* 32:15–30
- Hagstrum DW, Hagstrum WR (1970) A simple device for producing fluctuating temperatures, with an evaluation of the ecological significance of fluctuating temperatures. *Ann Entomol Soc Am* 63:1385–1389
- Hagstrum DW, Leach CE (1973) Role of constant and fluctuating temperatures in determining development time and fecundity of three species of stored-products Coleoptera. *Ann Entomol Soc Am* 66:407–410
- Hagstrum DW, Milliken GA (1991) Modeling differences in insect developmental times between constant and fluctuating temperatures. *Ann Entomol Soc Am* 84:369–379
- Hart A, Bale J, Tullett A, Worland M, Walters K (2002) Effects of temperature on the establishment potential of the predatory mite *Amblyseius californicus* McGregor (Acari: Phytoseiidae) in the UK. *J Insect Physiol* 48:593–599
- Helle W (1967) Fertilization in the two-spotted spider mite (*Tetranychus urticae*: Acari). *Entomol Exp Appl* 10:103–110
- Helle W, Sabelis MW (1985) Spider mites: their biology, natural enemies and control. Elsevier, The Netherlands. p 458
- Hulting FL, Orr DB, Obrycki JJ (1990) A computer program for calculation and statistical comparison of intrinsic rates of increase and associated life table parameters. *Fla Entomol* 73:601–612
- Humpesch UH (1982) Effect of fluctuating temperature on the duration of embryonic development in 2 *Ecdyonurus* Spp. and *Rhithrogena* Cf. *hybrida* (Ephemeroptera) from Austrian streams. *Oecologia* 55:285–288
- Khayat E, Zieslin N, Mortensen L, Moe R (1988) Effect of alternating temperature on dark respiration and C₁₄ export in rose plants. *J Plant Physiol* 133:199–202
- Körner O, Challa H (2003) Design for an improved temperature integration concept in greenhouse cultivation. *Comput Electron Agric* 39:39–59
- Körner O, Challa H (2004) Temperature integration and process-based humidity control in chrysanthemum. *Comput Electron Agric* 43:1–21
- Kumari M, Sadana G (1991) Influence of temperature and relative humidity on the development of *Amblyseius alstoniae* (Acari: Phytoseiidae). *Exp Appl Acarol* 11:199–203
- Kutner M, Nachtsheim C, Neter J, Li W (2005) Applied linear statistical models. McGraw-Hill, New York. p 1396
- Lamb K (1961) Some effects of fluctuating temperatures on metabolism, development, and rate of population growth in the cabbage aphid, *Brevicoryne brassicae*. *Ecology* 42:740–745

- Lewontin RC (1965) Selection for colonizing ability. In: Baker HG, Stebbins GL et al (eds) The genetics of colonizing species. Academic Press, New York, p 588
- Liu SS, Zhang GM, Zhu J (1995) Influence of temperature variations on rate of development in insects: analysis of case studies from entomological literature. *Ann Entomol Soc Am* 88:107–119
- Maia AHN, Luiz AJB, Campanhola C (2000) Statistical inference on associated fertility life parameters using jackknife technique: computational aspects. *J Econ Entomol* 93:511–518
- Margolies DC, Wrensch DL (1996) Temperature-induced changes in spider mite fitness: offsetting effects of development time, fecundity, and sex ratio. *Entomol Exp Appl* 78:111–118
- McCullagh P, Nelder JA (1989) Generalized linear models. Chapman & Hall, New York, p 511
- McMurtry JA, Croft BA (1997) Life-styles of phytoseiid mites and their role in biological control. *Annu Rev Entomol* 42:291–321
- Meijón M, Feito I, Valledor L, Rodríguez R, Cañal MJ (2011) Promotion of flowering in azaleas by manipulating photoperiod and temperature induces epigenetic alterations during floral transition. *Physiol Plantarum* 143:82–92
- Messenger PS (1964) Influence of rhythmically fluctuating temperatures on development + reproduction of spotted alfalfa aphid *Therioaphis maculata*. *J Econ Entomol* 57:71–76
- Messenger P, Flitters N (1959) Effect of variable temperature environments on egg development of three species of fruit flies. *Ann Entomol Soc Am* 52:191–204
- Meyer JS, Ingersoll CG, McDonald LL, Boyce MS (1986) Estimating uncertainty in population growth rates: jackknife vs. bootstrap techniques. *Ecology* 67:1156–1166
- Mironidis G, Savopoulou-Soultani M (2008) Development, survivorship, and reproduction of *Helicoverpa armigera* (Lepidoptera: Noctuidae) under constant and alternating temperatures. *Environ Entomol* 37:16–28
- Nomikou M, Janssen A, Schraag R, Sabelis M (2001) Phytoseiid predators as potential biological control agents for *Bemisia tabaci*. *Exp Appl Acarol* 25:271–291
- Park HH, Shipp L, Buitenhuis R, Ahn JJ (2011) Life history parameters of a commercially available *Amblyseius swirskii* (Acari: Phytoseiidae) fed on cattail (*Typha latifolia*) pollen and tomato russet mite (*Aculops lycopersici*). *J Asia Pac Entomol* 14:497–501
- Pemberton H, Wilkins H (1985) Seasonal variation on the influence of low temperature, photoperiod, light source, and GA in floral development of the evergreen azalea. *J Am Soc Hortic Sci* 110:730–737
- Pollet B, Steppe K, Dambre P, Van Labeke MC, Lemeur R (2009) Temperature integration of *Hedera helix* L.: quality aspects and growth response. *Sci Hort* 120:89–95
- Potter DA, Wrensch DL (1978) Interrupted matings and the effectiveness of second inseminations in the twospotted spider mite. *Ann Entomol Soc Am* 71:882–885
- Ratte H (1985) Temperature and insect development. In: Hoffmann KH (ed) Environmental physiology and biochemistry of insects. Springer, New York, p 296
- Richards AG, Suanraksa S (1962) Energy expenditure during embryonic development under constant versus variable temperatures (*Oncopeltus fasciatus* (Dallas)) 1. *Entomol Exp Appl* 5:167–178
- Rijdsdijk A, Vogelezang J (2000) Temperature integration on a 24-hour base: a more efficient climate control strategy. *Acta Hort* 515:141–149
- Sabelis M (1981) Biological control of two-spotted spider mites using phytoseiid predators. Part I. Modelling the predator-prey interaction at the individual level. Pudoc., Wageningen, The Netherlands, p 242
- Shih CT, Poe SL, Cromroy HL (1976) Biology, life table, and intrinsic rate of increase of *Tetranychus urticae*. *Ann Entomol Soc Am* 69:362–364
- Shipp J, Ward K, Gillespie T (1996) Influence of temperature and vapor pressure deficit on the rate of predation by the predatory mite, *Amblyseius cucumeris*, on *Frankliniella occidentalis*. *Entomol Exp Appl* 78:31–38
- Siddiqui W, Barlow C, Randolph P (1973) Effects of some constant and alternating temperatures on population growth of the pea aphid, *Acyrtosiphon pisum* (Homoptera: Aphididae). *Can Entomol* 105:145–156
- Stavrinides MC, Mills NJ (2011) Influence of temperature on the reproductive and demographic parameters of two spider mite pests of vineyards and their natural predator. *Biocontrol* 56:315–325
- Stenseth C (1979) Effect of temperature and humidity on the development of *Phytoseiulus persimilis* and its ability to regulate populations of *Tetranychus urticae* [Acarina, Phytoseiidae, Tetranychidae]. *Entomophaga* 24:311–317
- Tanigoshi L, Browne R, Hoyt S, Lagier R (1976) Empirical analysis of variable temperature regimes on life stage development and population growth of *Tetranychus medanieli* (Acarina: Tetranychidae). *Ann Entomol Soc Am* 69:712–716
- Tantau HJ (1998) Energy saving potential of greenhouse climate control. *Math Comput Simulat* 48:93–101

- Toyoshima S, Amano H (1998) Effect of prey density on sex ratio of two predacious mites, *Phytoseiulus persimilis* and *Amblyseius womersleyi* (Acari: Phytoseiidae). *Exp Appl Acarol* 22:709–723
- van der Ploeg A, Heuvelink E (2005) Influence of sub-optimal temperature on tomato growth and yield. *J Hortic Sci Biotech* 80:652–659
- van der Ploeg A, Carvalho SMP, Heuvelink E (2009) Genotypic variation in the response to suboptimal temperature at different plant densities in cut chrysanthemum. *J Am Soc Hortic Sci* 134:31–40
- van Houten YM, van Rijn PCJ, Tanigoshi LK, van Stratum P, Bruin J (1995) Preselection of predatory mites to improve year-round biological control of western flower thrips in greenhouse crops. *Entomol Exp Appl* 74:225–234
- Van Leeuwen T, Vontas J, Tsagkarakou A, Dermauw W, Tirry L (2010) Acaricide resistance mechanisms in the two-spotted spider mite *Tetranychus urticae* and other important Acari: a review. *Insect Biochem Mol Biol* 40:563–572
- Worner SP (1992) Performance of phenological models under variable temperature regimes: consequences of the Kaufmann or rate summation effect. *Environ Entomol* 21:689–699

*Performance of the predatory mite
Amblydromalus limonicus on factitious
foods*

**Dominiek Vangansbeke, Duc Tung
Nguyen, Joachim Audenaert, Ruth
Verhoeven, Bruno Gobin, Luc Tirry &
Patrick De Clercq**

BioControl

Journal of the International
Organization for Biological Control

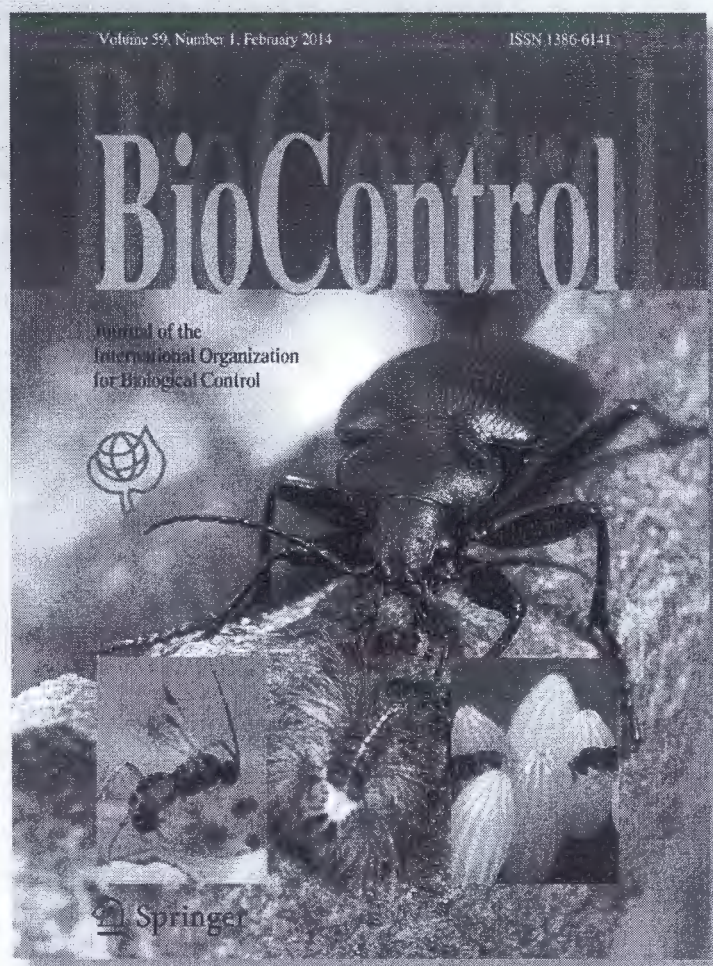
ISSN 1386-6141

Volume 59

Number 1

BioControl (2014) 59:67-77

DOI 10.1007/s10526-013-9548-5



Your article is protected by copyright and all rights are held exclusively by International Organization for Biological Control (IOBC). This e-offprint is for personal use only and shall not be self-archived in electronic repositories. If you wish to self-archive your article, please use the accepted manuscript version for posting on your own website. You may further deposit the accepted manuscript version in any repository, provided it is only made publicly available 12 months after official publication or later and provided acknowledgement is given to the original source of publication and a link is inserted to the published article on Springer's website. The link must be accompanied by the following text: "The final publication is available at link.springer.com".

Performance of the predatory mite *Amblydromalus limonicus* on factitious foods

Dominiek Vangansbeke · Duc Tung Nguyen ·
Joachim Audenaert · Ruth Verhoeven ·
Bruno Gobin · Luc Tirry · Patrick De Clercq

Received: 19 April 2013 / Accepted: 15 October 2013 / Published online: 20 October 2013
© International Organization for Biological Control (IOBC) 2013

Abstract *Amblydromalus limonicus* Garman & McGregor (Acari: Phytoseiidae) is a generalist predatory mite with economic potential to control thrips and whiteflies in protected cultivation. We tested the development and reproduction of *A. limonicus* on three food sources with potential for use in laboratory production or to support its populations in a crop: fresh cattail pollen, *Typha latifolia* L. (Poales: Typhaceae), dry decapsulated cysts of the brine shrimp *Artemia franciscana* Kellogg (Branchiopoda: Artemiidae) and frozen eggs of the Mediterranean flour moth, *Ephestia kuehniella* Zeller (Lepidoptera: Pyralidae). The diets were tested both on an artificial substrate and on kidney bean leaves. In the absence of food, all larvae died on the artificial substrate, whereas they succeeded in reaching the protonymphal

stage on bean leaves. Immature survival was high (>90 %) on all diet–substrate combinations, except when *E. kuehniella* eggs were offered on the artificial substrate (35 % survival). Both sexes showed the fastest development when offered *E. kuehniella* eggs on leaf discs, followed by *A. franciscana* cysts, whereas the slowest development was achieved on *T. latifolia* pollen. Fecundity and oviposition rate were higher on *E. kuehniella* and *A. franciscana* than on *T. latifolia*. *Amblydromalus limonicus* females lived longer on the leaf discs than on the artificial substrates. The intrinsic rate of increase (r_m) was highest when *E. kuehniella* eggs were offered on leaf discs (0.256 females per female per day), whereas the lowest rate (0.128 females per female per day) was obtained when the eggs were provided on artificial substrates. The intrinsic rate of increase on *A.*

Handling Editor: Ralf Ehlers.

D. Vangansbeke · D. T. Nguyen · L. Tirry ·
P. De Clercq (✉)
Laboratory of Agrozoology, Department of Crop
Protection, Ghent University, Coupure Links 653,
9000 Ghent, Belgium
e-mail: Patrick.Declercq@ugent.be

D. Vangansbeke
e-mail: Dominiek.Vangansbeke@ugent.be

D. T. Nguyen
e-mail: Tung.NguyenDuc@ugent.be

L. Tirry
e-mail: Luc.Tirry@ugent.be

D. T. Nguyen
Hanoi University of Agriculture, Trau Quy, Gia Lam,
Hanoi, Vietnam

J. Audenaert · R. Verhoeven · B. Gobin
PCS-Ornamental Plant Research, Schaessestraat 18,
9070 Destelbergen, Belgium
e-mail: Joachim.Audenaert@pcsierteelt.be

R. Verhoeven
e-mail: Ruth.Verhoeven@pcsierteelt.be

B. Gobin
e-mail: Bruno.Gobin@pcsierteelt.be

franciscana cysts was not affected by substrate and averaged 0.22 females per female per day. Diet significantly influenced the size of *A. limonicus* females as measured by the distance between specific setae on the dorsal shield of the idiosoma. The application of the investigated food sources to sustain a colony of predatory mites upon their release in a greenhouse crop is discussed.

Keywords Phytoseiidae · *Amblydromalus limonicus* · Augmentation · *Artemia* · *Ephestia kuehniella* · Pollinivory

Introduction

Amblydromalus (*Amblyseius*, *Typhlodromalus*) *limonicus* (Garman and McGregor) (Phytoseiidae: Acari) is a commercially available generalist predatory mite, used for the control of key arthropod pests in protected crops, including thrips and whiteflies (Messelink et al. 2006; Hoogerbrugge et al. 2011). It also feeds on plant-derived food sources such as pollen and extrafloral nectar as well as on spores of fungi (McMurtry and Scriven 1965; Bakker and Klein 1992; McMurtry and Croft 1997).

A range of phytoseiid predators, are increasingly used in IPM strategies in various protected crops (van Lenteren 2012). One of the drawbacks of augmentative biological control is the higher cost for the grower, especially when multiple releases are necessary for an effective control (Schumacher et al. 2006). Costs for commercial biological control can be reduced by rationalizing the mass production of the natural enemies (van Lenteren and Tommasini 2003). The use of factitious foods or artificial diets may assist in making the mass production of an arthropod biological control agent more cost effective (Grenier and De Clercq 2003). A further way to increase the cost efficacy of biological control is to conserve populations of natural enemies after they have been released in the crop. This can be done by providing non-prey foods to support established populations of the natural enemies (Jonsson et al. 2008). These alternative food sources can support the population in times of prey scarcity and may also allow the preventive release of a natural enemy.

Previous studies indicated the benefits of supplementing pollen from different plants to generalist

phytoseiid mites both in the laboratory and in the field (van Rijn et al. 1999; van Rijn and Tanigoshi 1999; Hoogerbrugge et al. 2011; Nguyen et al. 2013). Factitious prey such as the eggs of the Mediterranean flour moth, *Ephestia kuehniella* Zeller (Lepidoptera: Pyralidae) and cysts of the brine shrimp, *Artemia franciscana* Kellogg (Branchiopoda: Artemiidae) are commercially available and are adequate food sources for various arthropod predators, including *Macrolophus* spp. (Castañé et al. 2006; Vandekerckhove et al. 2009) and *Orius* spp. (Cocuzza et al. 1997; Arijs and De Clercq 2001; Bonte and De Clercq 2008; Bonte et al. 2012). Hoogerbrugge et al. (2011) showed that the population growth of *A. limonicus* accelerated when *T. latifolia* pollen was offered as an alternative food in strawberries, thereby improving the control of the greenhouse whitefly, *Trialeurodes vaporariorum* Westwood (Hemiptera: Aleyrodidae). Populations of *Iphiseius degenerans* Berlese and *A. limonicus* developed faster when *T. latifolia* pollen was supplemented on cucumber plants, resulting in a suppression of the thrips population (van Rijn et al. 1999). Eggs of *E. kuehniella* and cysts of *Artemia* sp. were tested as supplementary foods for another generalist phytoseiid, *Amblyseius swirskii* Athias-Henriot, in chrysanthemum. Eggs of *E. kuehniella* supplemented with corn pollen resulted in an increase of the *A. swirskii* population, whereas *Artemia* cysts alone did not appear to support population growth of the predator (Hoogerbrugge et al. 2008). In a laboratory study, Vantornhout et al. (2004) showed that *I. degenerans* successfully developed to adulthood on both *E. kuehniella* eggs and decapsulated *A. franciscana* cysts.

In the present study we tested whether *E. kuehniella* eggs and dry decapsulated *A. franciscana* cysts can be used as non-prey foods for *A. limonicus*. The main objective of the study was to evaluate the potential of these factitious foods to support populations of the predator both in the laboratory and in the field. We compared the predator's performance on those diets with that on *T. latifolia* pollen, which is a nutritionally optimal food for several generalist phytoseiid mites (Broufas and Koveos 2001; Park et al. 2011; Nguyen et al. 2013). We tested the development and reproduction of *A. limonicus* on both an artificial and a leaf-based substrate to assess potential host plant effects on the performance of the mite. In addition, a method to measure the effects of diet on the body size of *A. limonicus* is proposed. This can be helpful as a quality

control parameter in the production of the phytoseiid allowing a more rapid assessment of the influence of diet on its performance (Grenier and De Clercq 2003).

Materials and methods

Rearing of *A. limonicus*

A laboratory colony of *A. limonicus* was initiated with mites acquired from Koppert B.V. (Berkel en Rodenrijs, The Netherlands) and was maintained on reversed leaf discs of kidney bean (*Phaseolus vulgaris* L.). The leaves were placed upside down on a layer of water-soaked cotton in a petri dish (ø 14 cm), with a surrounding layer of cotton along the edges of the leaf to provide moisture to the mites and prevent them from escaping. Fresh cattail pollen (*Typha latifolia* L.) was supplied by Biobest N.V. (Westerlo, Belgium) and was dusted twice a week over the leaf discs. Threads of cotton were used as an egg-laying substrate and were transferred to new leaf discs twice a week. The petri dishes were kept in Plexiglas containers (60 × 60 × 60 cm) in a climatic cabinet at 25 ± 1 °C, 70 ± 5 % RH and a 16:8 (L:D) h photoperiod.

Experimental arenas

Two types of experimental arenas were used. The first arena was an artificial arena of the Munger cell type as described by Ogawa and Osakabe (2008) and modified by Nguyen et al. (2013). Water was provided by plugging a tissue paper wick soaked in tap water in a hole in the bottom of the cell. The second experimental arena consisted of a square bean leaf disc (2.5 × 2.5 cm) placed upside down on a water-soaked polyurethane sponge (1 × 5 × 5 cm), of which the edges were covered with moist pieces of tissue paper, in a polystyrene insect breeding dish (10 × 4 cm) with a mesh hole (ø 40 mm) in the lid (SPL Life Sciences Co. Ltd., Korea).

Development and survival of immature stages

Eggs (<8 h old) from the stock colony were transferred individually to either an artificial arena or a bean leaf disc. From the larval stage onward, the mites were supplemented ad libitum with fresh *T. latifolia* pollen, dry decapsulated cysts of *A. franciscana* or

frozen eggs of *E. kuehniella*. The *A. franciscana* cysts were provided by the *Artemia* Reference Center (ARC) at Ghent University (Ghent, Belgium) and originated from Great Salt Lake (Utah, USA). Frozen eggs of *E. kuehniella* were supplied by Koppert B.V. (Berkel en Rodenrijs, The Netherlands). The foods were replenished every other day. Survival and development were monitored daily. Fifty replicates were used for each diet-substrate combination. The arenas were kept in a climatic cabinet at 23 ± 1 °C, 65 ± 5 % RH and a photoperiod of 16:8 (L:D) h.

Reproduction and population growth

Adult females obtained from the development test were paired with a male of the same age and with the same feeding history. Since there is no information on the number of matings necessary to obtain full reproduction for this species, dead males were replaced by a new one to ensure the continuous presence of a mate during the experiment. Observations were made on a daily basis to determine the preoviposition and oviposition period, fecundity and adult longevity. Eggs deposited by females of the same age were collected, transferred to bean leaf discs and fed with the same diet as their parents. The sex of the progeny was checked when reaching the adult stage in order to determine the age-specific sex ratio. The intrinsic rate of increase, r_m , was calculated according to Birch (1948). The standard error of the r_m -value was calculated using the Jackknife procedure (Meyer et al. 1986; Hulting et al. 1990).

Determination of body size

To quantify the effect of diet on the body size of *A. limonicus* females, the distances between the bases of four setae, i.e. the s4 and Z5 setae on both sides of the dorsal shield, were measured (Fig. 1). In *A. limonicus*, the latter setae are longer and easier to observe than the other dorsal setae (Zhang 2003). Three-day-old female offspring from the reproduction tests on the leaf discs (second generation fed on the tested diets) were collected, mounted on glass slides in a Marc André-2 solution (Upton 1993) and heated for one week at 50 °C before measurements were taken under a light microscope at a 200× magnification (Leica Microsystems, Leica Application Suite version 3.8.8, Wetzlar, Germany).

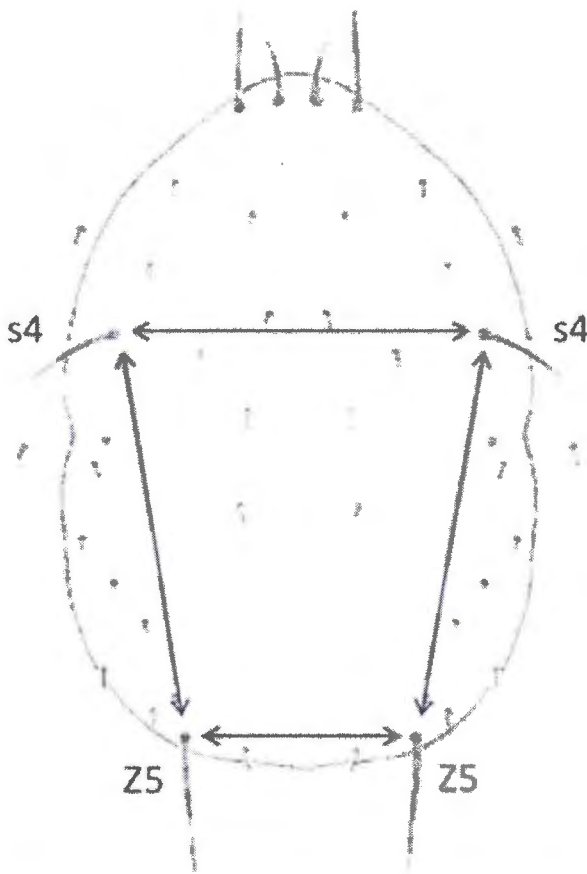


Fig. 1 Dorsal shield of *A. limonicus* showing the measured distances between setae s4 and Z5 (modified from Zhang 2003)

Statistical analysis

Two-way analysis of variance (ANOVA) (IBM SPSS statistics 20) was conducted to evaluate whether the type of substrate (Munger cell or leaf disc) had a different effect on developmental time of *A. limonicus* males and females when offered different diets (*T. latifolia*, *A. franciscana* and *E. kuehniella*). As the interaction between the main factors diet and substrate was significant for both male and female developmental time, pairwise multiple comparison procedures were conducted. When a Kolmogorov–Smirnov test indicated that the data were normally distributed, a one-way ANOVA was conducted. Equality of variances was checked using a Levene-test. When the variances were shown to be equal (homoscedasticity), means were separated using Tukey's test. A Tamhane test was used to separate the means in case of heteroscedasticity. When the means were not normally distributed, a non-parametric Kruskal–Wallis test was

conducted followed by Mann–Whitney tests to separate the means.

Likewise, reproductive parameters and intrinsic rates of increase were analyzed using two-way-ANOVAs. When no interaction was observed between the main factors, means were compared using a Tukey test. In case of interaction, the same procedures as described above were used.

Survival rates and sex ratios had a binomial distribution and were analyzed using a logistic regression. This generalized linear model makes use of a probit (log odds) link and a binomial error function (McCullagh and Nelder 1989). Summed distances between dorsal setae s4 and Z5 (Fig. 1) were analyzed using a one-way ANOVA and means were separated with a Tukey test. For all tests, the level of significance was set at $P = 0.05$.

Results

When no food was added to the Munger cells or the leaf discs, none of the *A. limonicus* reached the adult stage (Table 1). Larvae in the Munger cells imbibed the water provided by the tissue paper, but this did not allow development to the protonymphal stage. The larvae on the leaf discs fed on the leaf tissue, which was confirmed by the presence of green gut contents. All of the latter larvae succeeded in reaching the protonymphal stage, during which they died.

When predators were supplied with the tested foods, all combinations of diet and substrate resulted in high survival rates, except when fed on *E. kuehniella* eggs in the Munger cells (Table 1). Whereas 98 % of the mites fed on *E. kuehniella* eggs on leaf discs successfully developed to adulthood, about 60 % of the larvae given flour moth eggs died on the artificial arenas.

The interaction between diet and substrate was significant for both male and female developmental time (Table 2). Total development of both males and females of *A. limonicus* was shortest when *E. kuehniella* eggs were offered on bean leaf discs (Tables 3, 4). When the eggs were provided in the Munger cells, the development of both sexes was significantly prolonged. The substrate on which the mites were maintained had no effect on their developmental time when *A. franciscana* cysts were offered. Females fed on *T. latifolia* pollen showed longer developmental times than those fed on flour moth eggs or brine shrimp

Table 1 Immature survival of *A. limonicus* given different foods or no food in Munger cells or leaf disc substrates

Substrate	Diet	n ^a	% survival in immature developmental stages ^b			
			Egg	Larva	Protonymph	Deutonymph
Munger cell	No food	50	100.0 ± 0.0 a	0.0 ± 0.0 c	0.0 ± 0.0 c	0.0 ± 0.0 c
	<i>T. latifolia</i>	50	98.0 ± 2.0 a	90.0 ± 4.3 a	90.0 ± 4.3 a	90.0 ± 4.3 a
	<i>A. franciscana</i>	50	100.0 ± 0.0 a	100.0 ± 0.0 a	100.0 ± 0.0 a	100.0 ± 0.0 a
	<i>E. kuehniella</i>	50	100.0 ± 0.0 a	40.0 ± 7.0 b	34.0 ± 6.8 b	34.0 ± 6.8 b
Leaf disc	No food	41	100.0 ± 0.0 a	100.0 ± 0.0 a	0.0 ± 0.0 c	0.0 ± 0.0 c
	<i>T. latifolia</i>	50	100.0 ± 0.0 a	100.0 ± 0.0 a	98.0 ± 2.0 a	98.0 ± 2.0 a
	<i>A. franciscana</i>	50	100.0 ± 0.0 a	100.0 ± 0.0 a	100.0 ± 0.0 a	100.0 ± 0.0 a
	<i>E. kuehniella</i>	50	100.0 ± 0.0 a	98.0 ± 2.0 a	98.0 ± 2.0 a	98.0 ± 2.0 a

^a Initial number of tested individuals^b Means ± SE within a column followed by the same letter are not significantly different [$P > 0.05$; Probit: egg ($\chi^2 = 0.0$; df = 7; $P = 1.000$), larva ($\chi^2 = 42.527$; df = 7; $P < 0.001$), protonymph and deutonymph ($\chi^2 = 63.865$; df = 7; $P < 0.001$)]**Table 2** Two-way-ANOVA indicating the effect of diet (*T. latifolia*, *A. franciscana* or *E. kuehniella*) and substrate (Munger cell or leaf disc) on developmental times and reproductive parameters of *A. limonicus*

Source	Developmental time		Preoviposition period	Oviposition period	Fecundity	Oviposition rate	Longevity	Intrinsic rate of increase
	Female	Male						
Diet								
F	27.01	6.47	4.09	4.06	38.13	112.27	1.03	149.35
df	2	2	2	2	2	2	2	2
P	<0.001	0.003	0.019	0.019	<0.001	<0.001	0.361	<0.001
Substrate								
F	0.283	9.779	3.750	4.069	23.83	25.78	42.87	225.65
df	1	1	1	1	1	1	1	1
P	0.595	0.002	0.055	0.045	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001
Diet × substrate								
F	14.82	21.37	5.894	0.376	1.297	3.70	0.289	168.65
df	2	2	2	2	2	2	2	2
P	<0.001	<0.001	0.003	0.687	0.276	0.027	0.750	<0.001
Error								
df	170	78	150	150	150	150	150	150

cysts, whereas male development on pollen did not differ from that on *A. franciscana* cysts.

Table 2 indicates a lack of interaction between diet and substrate for fecundity, oviposition period and longevity. Both diet and substrate significantly affected fecundity and oviposition period. The highest fecundity was obtained on a diet of *E. kuehniella*, while *T. latifolia* pollen resulted in the lowest fecundity (Table 5). Diet did not affect female longevity,

but the females lived longer on the leaf disc substrate. A significant interaction was found for preoviposition period, oviposition rate and intrinsic rate of increase (r_m) (Table 2). The preoviposition period obtained when females were fed on *E. kuehniella* eggs on leaf discs was significantly shorter than that on the same food in Munger cell arenas. However, no influence of the substrate on preoviposition period was detected when the mite was offered *A. franciscana* cysts or *T.*

Table 3 Developmental times of *A. limonicus* females fed on three food sources (*T. latifolia*, *A. franciscana* or *E. kuehniella*) on two substrates (Munger cell or leaf disc)

Substrate	Diet	n ^a	Developmental time (days) ^b				
			Egg	Larva	Protonymph	Deutonymph	Total immature
Munger cell	<i>T. latifolia</i>	39	1.97 ± 0.03 a	1.51 ± 0.09 bc	1.67 ± 0.08 d	1.92 ± 0.09 d	7.08 ± 0.15 c
	<i>A. franciscana</i>	31	2.39 ± 0.14 b	1.29 ± 0.09 ab	1.29 ± 0.08 b	1.61 ± 0.10 bc	6.58 ± 0.11 b
	<i>E. kuehniella</i>	13	2.31 ± 0.14 b	1.69 ± 0.13 c	1.54 ± 0.14 bcd	1.31 ± 0.13 ab	6.85 ± 0.23 bc
Leaf disc	<i>T. latifolia</i>	29	2.33 ± 0.06 b	1.76 ± 0.09 c	1.84 ± 0.07 d	1.95 ± 0.09 d	7.88 ± 0.16 d
	<i>A. franciscana</i>	35	2.37 ± 0.05 b	1.30 ± 0.06 ab	1.43 ± 0.05 c	1.83 ± 0.10 cd	6.93 ± 0.13 bc
	<i>E. kuehniella</i>	29	2.36 ± 0.06 b	1.22 ± 0.05 a	1.02 ± 0.04 a	1.29 ± 0.06 a	5.90 ± 0.11 a
	χ^2		35.531	25.795	58.026	40.557	66.597
	df		5	5	5	5	5
	P		<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001

^a Number of tested individuals

^b Means ± SE within a column followed by the same letter are not significantly different ($P > 0.05$; Kruskal–Wallis ANOVA and Mann–Whitney tests)

Table 4 Developmental times of *A. limonicus* males fed on three food sources (*T. latifolia*, *A. franciscana* or *E. kuehniella*) on two substrates (Munger cell or leaf disc)

Substrate	Diet	n ^a	Developmental time (days) ^b				
			Egg	Larva	Protonymph	Deutonymph	Total immature
Munger cell	<i>T. latifolia</i>	6	2.00 ± 0.00 a	1.83 ± 0.17 cd	1.33 ± 0.21 bcd	1.17 ± 0.17 ab	6.33 ± 0.21 bc
	<i>A. franciscana</i>	19	2.26 ± 0.15 ab	1.13 ± 0.09 a	1.66 ± 0.11 cd	1.21 ± 0.10 a	6.26 ± 0.15 b
	<i>E. kuehniella</i>	4	2.63 ± 0.24 b	2.38 ± 0.24 d	1.50 ± 0.29 c	2.25 ± 0.63 b	8.75 ± 0.92 d
Leaf disc	<i>T. latifolia</i>	20	2.33 ± 0.09 b	1.48 ± 0.10 bc	1.75 ± 0.10 d	1.43 ± 0.10 ab	6.98 ± 0.21 c
	<i>A. franciscana</i>	15	2.43 ± 0.08 b	1.13 ± 0.08 a	1.30 ± 0.08 b	1.60 ± 0.17 b	6.47 ± 0.24 bc
	<i>E. kuehniella</i>	20	2.50 ± 0.04 b	1.23 ± 0.07 ab	0.95 ± 0.05 a	1.20 ± 0.06 a	5.88 ± 0.10 a
	χ^2		13.33	27.814	33.129	12.820	26.292
	df		5	5	5	5	5
	P		0.02	<0.001	<0.001	0.025	<0.001

^a Number of tested individuals

^b Means ± SE within a column followed by the same letter are not significantly different ($P > 0.05$; Kruskal–Wallis ANOVA and Mann–Whitney tests)

latifolia pollen (Table 5). Females reared on leaf discs showed an overall higher fecundity than those in the Munger cells. Females fed on *T. latifolia* pollen deposited significantly less eggs than those fed on *A. franciscana* or *E. kuehniella*. On both substrates, oviposition rates were lowest when females were fed on *T. latifolia* pollen. Daily oviposition in the Munger cells was similar on *A. franciscana* and *E. kuehniella*, averaging 2.5 eggs per female per day. When supplied with *A. franciscana* cysts, the oviposition rate did not differ among substrates. The oviposition rate of *A.*

limonicus females fed on *E. kuehniella* eggs (ca. three eggs per female per day) exceeded that on the other diets. The proportion of female progeny was similar for all combinations of diet and substrate, averaging about 66 %. The slowest population growth rate was found when *E. kuehniella* eggs were supplied to the predatory mites in Munger cells, whereas the highest growth rate was found when the mites were offered the same food on leaf discs. In the Munger cells, providing the predators with *A. franciscana* cysts yielded the highest growth rates.

Table 5 Reproductive parameters and intrinsic rates of increase of *A. limonicus* females fed on three foods (*T. latifolia*, *A. franciscana* or *E. kuehniella*) on two substrates (Munger cell or leaf disc)

Substrate	Diet	n ^a	Preoviposition period (days) ^b	Oviposition period (days) ^b	Fecundity (eggs per female) ^b	Oviposition rate (eggs per female per day) ^b	Female longevity (days) ^b	Offspring sex ratio (%♀) ^b	r _m (females per female per day) ^b
Munger cell	<i>T. latifolia</i>	32	2.63 ± 0.13 bc	15.4 ± 0.6 ab	20.7 ± 1.0 d	1.34 ± 0.05 d	19.6 ± 0.8 a	63.5 ± 2.1 a	0.157 ± 0.003 c
	<i>A. franciscana</i>	27	2.37 ± 0.12 b	12.6 ± 0.7 a	30.2 ± 1.7 bc	2.41 ± 0.09 b	19.4 ± 1.0 a	64.7 ± 1.9 a	0.219 ± 0.004 b
	<i>E. kuehniella</i>	11	2.82 ± 0.30 bc	13.5 ± 1.6 ab	33.6 ± 4.2 abcd	2.51 ± 0.09 b	18.8 ± 1.3 a	67.7 ± 2.5 a	0.128 ± 0.007 d
Leaf disc	<i>T. latifolia</i>	26	2.81 ± 0.18 c	16.0 ± 1.1 b	27.0 ± 1.2 c	1.80 ± 0.10 c	27.5 ± 1.4 b	64.8 ± 2.6 a	0.166 ± 0.004 c
	<i>A. franciscana</i>	31	2.35 ± 0.10 b	14.5 ± 0.7 ab	36.4 ± 2.1 b	2.52 ± 0.06 b	28.5 ± 2.1 b	68.7 ± 1.8 a	0.215 ± 0.002 b
	<i>E. kuehniella</i>	29	1.93 ± 0.12 a	15.4 ± 0.6 ab	45.9 ± 2.0 a	3.00 ± 0.08 a	25.5 ± 1.4 b	66.9 ± 1.3 a	0.256 ± 0.003 a
		χ ² /df	24.908*	2.421**	25.298**	63.478**	8.749**	-	170.231**
		df	5	5, 150	5, 150	5, 150	5, 150	-	5, 150
		p	<0.001	0.038	<0.001	<0.001	<0.001	-	<0.001

^a Number of tested females

^b Means ± SE within a column followed by the same letter are not significantly different [$P > 0.05$; Kruskal–Wallis (*) followed by Mann–Whitney tests (non-normal distribution), one-way-ANOVA (**) Tukey or Tamhane (normal distribution) or probit test (offspring sex ratio)]

Table 6 Perimeter between the bases of setae s4 and Z5 (Fig. 1) on both sides of the dorsal shield of *A. limonicus* females fed on three diets (*T. latifolia*, *A. franciscana* or *E. kuehniella*) on leaf disc arenas

Diet	Perimeter (μm) s ₄ s ₄ Z ₅ Z ₅ ^{a,b}
<i>T. latifolia</i>	385.2 ± 2.7 (19) c
<i>A. franciscana</i>	403.4 ± 2.4 (24) b
<i>E. kuehniella</i>	419.6 ± 2.7 (18) a

^a Means ± SE in the column followed by a different letter are significantly different ($P < 0.05$; one-way-ANOVA (Tukey); $F = 40.455$, $df = 2, 58$, $P < 0.001$)

^b Number between brackets shows number of measured perimeters

Significant differences in the summed distances between dorsal setae s4 and Z5 were found among female mites fed on the tested diets (Table 6). Body size of *A. limonicus* females was largest on *E. kuehniella* eggs, followed by *A. franciscana* cysts and *T. latifolia* pollen.

Discussion

Larvae of phytoseiids can be divided into three groups based on their feeding behaviour: non-feeding, facultative feeding or obligatory feeding (Zhang and Croft 1994). In the present study, there was no development of *A. limonicus* beyond the larval stage in the absence of food in the Munger cells, despite the presence of free water on which the larvae were observed to feed. This suggests that *A. limonicus* larvae can be categorized as obligatory feeding. The presence of green gut content in larvae reared without additional food on leaf discs indicated that they fed on the bean leaf tissue allowing them to develop to, but not beyond, the protonymphal stage. Leaf feeding by this phytoseiid was reported earlier by Messelink et al. (2006) and may aid in overcoming periods of prey scarcity (Magalhaes and Bakker 2002).

The role of pollen as an alternative food source for various generalist predators, including phytoseiid mites, is well documented (e.g. van Rijn and Tanigoshi 1999; Lundgren 2009; Hoogerbrugge et al. 2011; Park et al. 2011). Eggs of *E. kuehniella* and cysts of *A. franciscana* have been shown to support laboratory and field populations of predatory bugs like *Macrolophus* and *Orius* spp. (Castañé et al. 2006; Bonte and

De Clercq 2008; Vandekerckhove et al. 2009). The present study indicates that pollen, lepidopteran eggs and brine shrimp cysts also support the development of *A. limonicus* immatures. However, when the *E. kuehniella* eggs were supplied to the mites in the absence of leaf material, 60 % of the larvae died. This suggests that the larvae of *A. limonicus* experienced difficulties piercing through the chorion of the *E. kuehniella* eggs. Better success with this type of food on bean leaf discs may be largely due to larval feeding on the plant material, although green gut content was not consistently observed in the larvae of the phytoseiid. As an alternative hypothesis, the physical characteristics of the substrate may have interfered with the feeding process by the smaller larvae, allowing them to handle the lepidopteran eggs more effectively on the bean leaf substrate as compared with the smooth acrylic board of the Munger cell.

Published information on the developmental and reproductive biology of *A. limonicus* is scarce. Based on a two-day oviposition experiment, van Houten et al. (1995) reported an oviposition rate of 3.2 eggs per female per day when thrips larvae [*Frankliniella occidentalis* Pergande (Thysanoptera: Thripidae)] were offered as prey, which is similar to the oviposition rates observed in the present study on *E. kuehniella* eggs and *A. franciscana* cysts. van Houten et al. (1995) reported similar oviposition rates of *A. limonicus* on sweet pepper pollen to those observed in the present study on *T. latifolia* pollen. Kennett and Hamai (1980) reported an oviposition rate of 2.4 eggs per female per day when *A. limonicus* females were fed on two-spotted spider mites, *Tetranychus urticae* Koch (Tetranychidae: Acari), on an artificial substrate, which is comparable to our results on lepidopteran eggs and brine shrimp cysts. The development of the generalist phytoseiid *I. degenerans* on *E. kuehniella* eggs and decapsulated *A. franciscana* cysts took 7 and 7.8 days, respectively, at 25 °C on artificial arenas. *Iphiseius degenerans* was unable to feed on encapsulated cysts (Vantornhout et al. 2004). In contrast with the favourable results obtained in the present laboratory study with dry decapsulated *A. franciscana* cysts, Hoogerbrugge et al. (2008) observed no population growth of another generalist phytoseiid, *A. swirskii*, when decapsulated *Artemia* sp. cysts were supplemented in a chrysanthemum crop. In the laboratory, however, decapsulated cysts of *A. franciscana* proved to be a suitable food for the latter phytoseiid (Nguyen

et al. unpublished data). The poor results on brine shrimp cysts in the study by Hoogerbrugge et al. (2008) may be due to an incomplete decapsulation of the cysts used to feed the mites. Alternatively, the level of hydration of the *Artemia* cysts used in feeding tests may be responsible for the variable results with this food source among studies with arthropod predators (Arijs and De Clercq 2001; Castañé et al. 2006; Vandekerckhove et al. 2009). In the present study, the relative humidity exceeded 90 % both in the Munger cells and on the leaf disc arenas. Due to these high relative humidity levels and/or direct contact with the leaf surface in the leaf disc arenas, the dry cysts may have hydrated to levels allowing efficient extraction of the nutrients by the mites. Castañé et al. (2006) experienced similar high humidity levels in their experimental cages and noted that the water content of the initially dry cysts (ca. 8 %) increased up to 70 % in a water-saturated atmosphere. Humidity levels inside greenhouses show high variations with a usually lower relative humidity during the daytime and higher relative humidity during nighttime. This could induce alternating hydration and dehydration of the cysts when applied in a greenhouse crop and may as such affect the feeding efficacy of the mites on this type of food.

Differences in developmental and reproductive traits between mites reared on leaf discs and on artificial substrates may be related to different factors: (1) feeding on the leaf tissues may have provided additional nutrients (Kostiainen and Hoy 1994), (2) the structure of the substrates may have influenced oviposition (Grostal and O'Dowd 1994), (3) the more favourable microclimate on the leaf surface may have benefited the mites directly (McMurtry and Scriven 1965; Ferro and Southwick 1984) or (4) may have improved the accessibility of the foods offered.

In the mass production of generalist phytoseiids, including *A. limonicus*, astigmatid mites are the main food source (Zhang 2003; Bolckmans and van Houten 2006; Midthassel et al. 2013). However, the use of astigmatid prey mites may lead to health problems for workers in mass production facilities caused by allergens originating from these mites (Fernandez-Caldas et al. 2007). Good performance of *A. limonicus* on *Ephestia* eggs and *Artemia* cysts in our study suggests that these factitious foods may provide an alternative to astigmatid prey mites and contribute to optimizing the rearing process for this phytoseiid.

However, in the present study the predator was reared only for a single generation on these factitious foods. As nutrient imbalances may be expressed only after several generations of rearing on an unnatural diet (De Clercq et al. 2005), the developmental and reproductive performance of *A. limonicus* on the studied foods needs to be tested for multiple generations.

Although a diet of *E. kuehniella* eggs resulted in the shortest developmental and preoviposition periods and the highest reproduction rates of *A. limonicus*, this factitious food may be less suitable to sustain laboratory or field populations of the mite in terms of its cost-effectiveness. Whereas the market price of *E. kuehniella* remains above 500 US \$ kg⁻¹, the price of the brine shrimp cysts is about one tenth of that amount (G. van Stappen, ARC, personal communication). Therefore, the high price of the lepidopteran eggs can not offset its slightly better performance, making the *Artemia* cysts a more cost-effective food source to support the population growth of *A. limonicus*.

Grenier and De Clercq (2003) discussed the use of several biological parameters to assess the quality of arthropods as affected by their diet. For some species, body size may be an easily measured parameter with potential predictive value for assessing certain life history characteristics, including reproductive potential and predation capacity (Evans 1982; Walzer et al. 2004). In previous studies, the body size of phytoseiid mites has been quantified by measuring the length or width of the idiosoma, length of the first extended leg and the idiosoma, or the length of specific setae (Jung and Croft 2001; Kreiter et al. 2002; Coombs and Bale 2013). The variability of some of these measurements (e.g. idiosoma length, width) is often high due to recent egg-laying or feeding events of the studied mites (Croft et al. 1999). More sclerotized structures of the mites, like the dorsal shield, are less subject to such variability and may thus be more appropriate as an index of body size (Toyoshima and Amano 1998; Croft et al. 1999; Walzer et al. 2004). However, an increase in length of the dorsal shield does not always correspond with a proportional increase in dorsal shield width (Toyoshima and Amano 1998). Additionally, dorsal shield width can be a subjective parameter, as it is not always clear at which points of the body the measurements should be taken. Therefore, we have suggested an alternative method of measuring the dorsal shield (Fig. 1), by quantifying the distance between four setae (s4 and Z5) located on

the margins of the dorsal shield, thus providing a combined estimate of length and width. In our study significantly different perimeter values of the area between setae s4 and Z5 on the dorsal shield of *A. limonicus* were observed as a function of diet. Female *A. limonicus* fed for two generations on *E. kuehniella* eggs were significantly larger than those supplied with *A. franciscana* cysts or *T. latifolia* pollen. Body size was about 5 % larger on a diet of *A. franciscana* cysts than on cattail pollen. Furthermore, our results suggest that oviposition rate and body size, as predicted by the summed distance between the bases of the s4 and Z5 setae, might be correlated. However, more diets need to be tested to reliably estimate the relationship between body size measures and fecundity or predation capacity of *A. limonicus*. It may be warranted to test the relationship between body size and reproductive or predatory performance also for other phytoseiid species.

In conclusion, our results show that *T. latifolia* pollen, *E. kuehniella* eggs and *A. franciscana* cysts are suitable food sources for *A. limonicus* and thus may have potential not only for application in the mass production of this biological control agent but also to support its populations in the crop when used in an augmentative approach. Field experiments are needed to confirm the latter hypothesis, since abiotic conditions (temperature, relative humidity) and grower interventions may affect the value of these foods in a (greenhouse) crop. Further research is warranted to assess the suitability of lepidopteran eggs and *Artemia* cysts as factitious foods for other generalist predatory mites.

Acknowledgments This research was supported by project number 090931 from the Institute for the Promotion of Innovation through Science and Technology in Flanders (IWT-Vlaanderen). Two anonymous referees are acknowledged for their constructive comments.

References

- Arijs Y, De Clercq P (2001) Rearing *Orius laevigatus* on cysts of the brine shrimp *Artemia franciscana*. Biol Control 21:79–83
- Bakker FM, Klein ME (1992) Trophic interactions in cassava. Exp Appl Acarol 14:293–311
- Birch L (1948) The intrinsic rate of natural increase of an insect population. J Anim Ecol 17:15–26
- Bolckmans K, van Houten Y (2006) Mite composition, use thereof, method for rearing the phytoseiid predatory mite

- Amblyseius swirskii*, rearing system for rearing said phytoseiid mite and methods for biological pest control on a crop. World Intellectual Property Organisation, WO 2006/057552
- Bonte M, De Clercq P (2008) Developmental and reproductive fitness of *Orius laevisgatus* (Hemiptera: Anthocoridae) reared on factitious and artificial diets. J Econ Entomol 101:1127–1133
- Bonte J, Vangansbeke D, Maes S, Bonte M, Conlong D, De Clercq P (2012) Moisture source and diet affect development and reproduction of *Orius thripoborus* and *Orius naivashae*, two predatory anthocorids from southern Africa. J Insect Sci 12:1–16
- Broufas GD, Koveos DS (2001) Development, survival and reproduction of *Euseius finlandicus* (Acari: Phytoseiidae) at different constant temperatures. Exp Appl Acarol 25:441–460
- Castañé C, Quero R, Riudavets J (2006) The brine shrimp *Artemia* sp. as alternative prey for rearing the predatory bug *Macrolophus caliginosus*. Biol Control 38:405–412
- Cocuzza G, De Clercq P, Van De Veire M, De Cock A, Degheele D, Vacante V (1997) Reproduction of *Orius laevisgatus* and *Orius albidipennis* on pollen and *Ephesia kuehniella* eggs. Entomol Exp Appl 82:101–104
- Coombs MR, Bale JS (2013) Comparison of thermal activity thresholds of the spider mite predators *Phytoseiulus macropilis* and *Phytoseiulus persimilis* (Acari: Phytoseiidae). Exp Appl Acarol 59:435–445
- Croft B, Luh HK, Schausberger P (1999) Larval size relative to larval feeding, cannibalism of larvae, egg or adult female size and larval–adult setal patterns among 13 phytoseiid mite species. Exp Appl Acarol 23:599–610
- De Clercq P, Arijis Y, van Meir T, van Stappen G, Sorgeloos P, Dewettinck K, Rey M, Grenier S, Febvay G (2005) Nutritional value of brine shrimp cysts as a factitious food for *Orius laevisgatus* (Heteroptera: Anthocoridae). Biocontrol Sci Technol 15:467–479
- Evans EW (1982) Consequences of body size for fecundity in the predatory stinkbug, *Podisus maculiventris* (Hemiptera: Pentatomidae). Ann Entomol Soc Am 75:418–420
- Fernandez-Caldas E, Iraola V, Cames J (2007) Molecular and biochemical properties of storage mites (except *Blomia* species). Protein Pept Lett 14:954–959
- Ferro D, Southwick E (1984) Microclimates of small arthropods: estimating humidity within the leaf boundary layer. Environ Entomol 13:926–929
- Grenier S, De Clercq P (2003) Comparison of artificially vs. naturally reared natural enemies and their potential for use in biological control. In: van Lenteren JC (ed) Quality control and the production of biological control agents: theory and testing procedures. International CAB, Wallingford, UK, pp 115–131
- Grostal R, O'Dowd DJ (1994) Plants, mites and mutualism: leaf domatia and the abundance and reproduction of mites on *Viburnum tinus* (Caprifoliaceae). Oecologia 97:308–315
- Hoogerbrugge H, van Houten YM, van Baal E, Bolckmans K (2008) Alternative food sources to enable establishment of *Amblyseius swirskii* (Athias-Henriot) on chrysanthemum without pest presence. IOBC/WPRS Bulletin 32:79–82
- Hoogerbrugge H, van Houten YM, Knapp M, Bolckmans K (2011) Biological control of thrips and whitefly on strawberries with *Amblydromalus limonicus* and *Amblyseius swirskii*. IOBC/WPRS Bull 68:65–69
- Hulting FL, Orr DB, Obrycki JJ (1990) A computer program for calculation and statistical comparison of intrinsic rates of increase and associated life table parameters. Fla Entomol 73:601–612
- Jonsson M, Wratten SD, Landis DA, Gurr GM (2008) Recent advances in conservation biological control of arthropods by arthropods. Biol Control 45:172–175
- Jung C, Croft BA (2001) Aerial dispersal of phytoseiid mites (Acari: Phytoseiidae): estimating falling speed and dispersal distance of adult females. Oikos 94:182–190
- Kennett C, Hamai J (1980) Oviposition and development in predaceous mites fed with artificial and natural diets (Acari: Phytoseiidae). Entomol Exp Appl 28:116–122
- Kostiainen T, Hoy MA (1994) Egg-harvesting allows large scale rearing of *Amblyseius finlandicus* (Acari: Phytoseiidae) in the laboratory. Exp Appl Acarol 18:155–165
- Kreiter S, Tixier M, Croft B, Auger P, Barret D (2002) Plants and leaf characteristics influencing the predaceous mite *Kampimodromus aberrans* (Acari: Phytoseiidae) in habitats surrounding vineyards. Environ Entomol 31:648–660
- Lundgren JG (2009) Nutritional aspects of non-prey foods in the life histories of predaceous Coccinellidae. Biol Control 51:294–305
- Magalhaes S, Bakker FM (2002) Plant feeding by a predatory mite inhabiting cassava. Exp Appl Acarol 27:27–37
- McCullagh P, Nelder JA (1989) Generalized linear models. Chapman & Hall, New York, USA
- McMurtry JA, Croft BA (1997) Life-styles of phytoseiid mites and their role in biological control. Annu Rev Entomol 42:291–321
- McMurtry JA, Scriven GT (1965) Life-history studies of *Amblyseius limonicus*, with comparative observations on *Amblyseius hibisci* (Acarina: Phytoseiidae). Ann Entomol Soc Am 58:106–111
- Messelink GJ, van Steenpaal SEF, Ramakers PMJ (2006) Evaluation of phytoseiid predators for control of western flower thrips on greenhouse cucumber. BioControl 51:753–768
- Meyer JS, Ingersoll CG, McDonald LL, Boyce MS (1986) Estimating uncertainty in population growth rates: jackknife vs. bootstrap techniques. Ecology 67:1156–1166
- Midhassel A, Leather SR, Baxter IH (2013) Life table parameters and capture success ratio studies of *Typhlodrompis swirskii* (Acari: Phytoseiidae) to the factitious prey *Suidasia medanensis* (Acari: Suidasidae). Exp Appl Acarol 61:69–78
- Nguyen DT, Vangansbeke D, Lü X, De Clercq P (2013) Development and reproduction of the predatory mite *Amblyseius swirskii* on artificial diets. BioControl 58:369–377
- Ogawa Y, Osakabe M (2008) Development, long-term survival, and the maintenance of fertility in *Neoseiulus californicus* (Acari: Phytoseiidae) reared on an artificial diet. Exp Appl Acarol 45:123–136
- Park HH, Shipp L, Buitenhuis R, Ahn JJ (2011) Life history parameters of a commercially available *Amblyseius swirskii* (Acari: Phytoseiidae) fed on cattail (*Typha latifolia*) pollen and tomato russet mite (*Aculops lycopersici*). J Asia-Pac Entomol 14:497–501

- Schumacher SK, Marsh TL, Williams KA (2006) Optimal pest control in greenhouse production of ornamental crops. *Agr Econ* 34:39–50
- Toyoshima S, Amano H (1998) Effect of prey density on sex ratio of two predacious mites, *Phytoseiulus persimilis* and *Amblyseius womersleyi* (Acari: Phytoseiidae). *Exp Appl Acarol* 22:709–723
- Upton MS (1993) Aqueous gum-chloral slide mounting media: an historical review. *Bull Entomol Res* 83:267
- van Houten YM, van Rijn PCJ, Tanigoshi LK, van Stratum P, Bruin J (1995) Preselection of predatory mites to improve year-round biological control of western flower thrips in greenhouse crops. *Entomol Exp Appl* 74:225–234
- van Lenteren JC (2012) The state of commercial augmentative biological control: plenty of natural enemies, but a frustrating lack of uptake. *BioControl* 57:1–20
- van Lenteren J, Tommasini M (2003) Mass Production, Storage, Shipment and Release of Natural Enemies. In: van Lenteren JC (ed) *Quality control and the production of biological control agents: theory and testing procedures*. International CAB, Wallingford, UK, pp 181–189
- van Rijn PCJ, Tanigoshi LK (1999) Pollen as food for the predatory mites *Iphiseius degenerans* and *Neoseiulus cucumeris* (Acari: Phytoseiidae): dietary range and life history. *Exp Appl Acarol* 23:785–802
- van Rijn PCJ, van Houten YM, Sabelis MW (1999) Pollen improves thrips control with predatory mites. *IOBC/WPRS Bull* 22:209–212
- Vandekerckhove B, Parmentier L, van Stappen G, Grenier S, Febvay G, Rey M, De Clercq P (2009) *Artemia* cysts as an alternative food for the predatory bug *Macrolophus pygmaeus*. *J Appl Entomol* 133:133–142
- Vantomhout I, Minnaert H, Tirry L, De Clercq P (2004) Effect of pollen, natural prey and factitious prey on the development of *Iphiseius degenerans*. *BioControl* 49:627–644
- Walzer A, Paulus HF, Schausberger P (2004) Ontogenetic shifts in intraguild predation on thrips by phytoseiid mites: the relevance of body size and diet specialization. *Bull Entomol Res* 94:577–584
- Zhang ZQ (2003) *Mites of greenhouses: identification, biology and control*. CABI International, Wallingford, UK
- Zhang ZQ, Croft BA (1994) A comparative life history study of immature *Amblyseius fallacis*, *Amblyseius andersoni*, *Typhlodromus occidentalis* and *Typhlodromus pyri* (Acari: Phytoseiidae) with a review of larval feeding patterns in the family. *Exp Appl Acarol* 18:631–657

Author Biographies

Dominiek Vangansbeke is a PhD student at Ghent University, Belgium. His research project investigates the use of phytoseiid predators in protected cultivation, with emphasis on ornamentals.

Duc Tung Nguyen is a lecturer at the Hanoi University of Agriculture. He is currently performing his PhD research at Ghent University, Belgium, focusing on the development of factitious foods and artificial diets for phytoseiid predators.

Joachim Audenaert is a crop protection researcher and advisor at PCS, Belgium. His current research project investigates ways to improve the efficiency and sustainability of phytoseiid predators for application in ornamentals.

Ruth Verhoeven works at PCS, Belgium where she has many years of experience in a broad range of crop protection experiments, ranging from petri-dish lab tests to large scale field trials.

Bruno Gobin is an entomologist (PhD KULeuven) and director of applied research centres for Ornamental plants, vegetables and potatoes. Research topics include integrated pest management, including optimization of use of biocontrol organisms. His main aim is to make research accessible to growers and to translate research results into practical solutions for innovation on the farm. He is chairman of the European Commodity Expert Group crop protection for ornamental plants and member of two think tanks discussing the future of horticulture.

Luc Tirry is an agricultural entomologist and professor at Ghent University, Belgium. His research group focuses on the integrated management of arthropod pests, with emphasis on spider mites and predatory mites.

Patrick De Clercq is an agricultural entomologist and professor at Ghent University, Belgium. His research group focuses on the integrated management of arthropod pests, with emphasis on the potential of predatory insects and mites for augmentative biological control. He is co-convenor of the IOBC Global Working Group on “Mass Rearing and Quality Assurance” and associate editor of *BioControl* and the *Journal of Plant Diseases and Protection*.

Artificial and factitious foods support the development and reproduction of the predatory mite *Amblyseius swirskii*

Duc Tung Nguyen · Dominiek Vangansbeke · Patrick De Clercq

Received: 26 April 2013 / Accepted: 26 September 2013
© Springer Science+Business Media Dordrecht 2013

Abstract The generalist predatory mite *Amblyseius swirskii* Athias-Henriot (Acari: Phytoseiidae) was reared on *Ephestia kuehniella* Zeller eggs (Lepidoptera: Pyralidae), decapsulated dry cysts of the brine shrimp *Artemia franciscana* Kellogg (Anostraca: Artemiidae), and on meridic artificial diets (composed of honey, sucrose, tryptone, yeast extract, and egg yolk) supplemented with pupal hemolymph of the Chinese oak silkworm *Antheraea pernyi* (Guérin-Méneville) (Lepidoptera: Saturniidae) (AD1), with *E. kuehniella* eggs (AD2) or with *A. franciscana* cysts (AD3). Development, reproduction and predation capacity of the predatory mites were assessed in the first (G1) and sixth generation (G6) of rearing on the different diets. Immature survival rates in G1 were similar on all diets (96.8–100 %). After six generations, however, survival of *A. swirskii* was significantly reduced on all diets except on *A. franciscana* cysts. Oviposition rates did not differ between generations when females were fed on *E. kuehniella*, AD2 or AD3. The total number of deposited eggs was similar among diets except in G6 where the females fed on *A. franciscana* cysts produced more eggs than those maintained on *E. kuehniella* eggs. On most diets the intrinsic rates of increase in G1 were superior to those in G6, except for predators supplied with *A. franciscana* cysts where no differences were observed among generations. Female mites did not lose their capacity to kill first instar *Frankliniella occidentalis* (Pergande) (Thysanoptera: Thripidae) after six generations on the different diets, but predation rates in G6 on *E. kuehniella* were lower than in G1. In conclusion, the different factitious and artificial diets tested in the present study supported the development and reproduction of *A. swirskii* for a single generation but fitness losses occurred to a

Electronic supplementary material The online version of this article (doi:10.1007/s10493-013-9749-8) contains supplementary material, which is available to authorized users.

D. T. Nguyen · D. Vangansbeke · P. De Clercq (✉)
Laboratory of Agrozoology, Department of Crop Protection, Ghent University,
Coupure Links 653, 9000 Ghent, Belgium
e-mail: Patrick.DeClercq@ugent.be

D. T. Nguyen
Hanoi University of Agriculture, Trau Quy, Gia Lam, Hanoi, Vietnam

varying degree after several generations on *E. kuehniella* eggs or the artificial diets. Artificial diet enriched with *A. franciscana* cysts yielded better results than the other artificial diets. *Amblyseius swirskii* performed best on decapsulated *Artemia* cysts indicating their potential for use in the mass production of the predator or to sustain its populations in the crop after release.

Keywords *Amblyseius swirskii* · *Ephestia kuehniella* · *Artemia franciscana* · Life table · Artificial diet · Mass rearing

Introduction

The predatory mite *Amblyseius swirskii* Athias-Henriot is an economically important biological control agent of several key pests in greenhouses, such as whiteflies, thrips, eriophyid mites and broad mites (Nomikou et al. 2001, 2002; Messelink et al. 2008; Arthurs et al. 2009; Park et al. 2010; van Maanen et al. 2010). *A. swirskii* is a type III generalist predator, implying that it can feed on various types of food including arthropod prey, pollen, and honeydew (McMurtry and Croft 1997).

The potential of augmentation biological control to suppress insect pests has been recognized for many years (Doutt and Hagen 1949; DeBach 1964; Parella et al. 1992). However, augmentation is applied on a commercial scale in relatively few agricultural systems (van Lenteren 2012). One of the main reasons is that augmentative releases are frequently more expensive than pesticides (Collier and van Steenwyk 2004). Cost-effective rearing techniques are needed to make augmentation a more competitive strategy for managing arthropod pests. One approach to facilitating this is reducing the costs associated with rearing natural enemies by using factitious (i.e., unnatural) foods (Riddick 2009). Factitious food sources can also be used as a preventative strategy to help establish or maintain a population of certain arthropod predators in the crop when pest populations are low, so as to reduce the frequency of releases (Jonsson et al. 2008).

Eggs of the Mediterranean flour moth *Ephestia kuehniella* Zeller (Lepidoptera: Pyralidae) have shown to be a suitable factitious food for various insect predators, including lady beetles (De Clercq et al. 2005b), anthocorid bugs (Alauzet et al. 1992; Vacante et al. 1997; Arijs and De Clercq 2001), mirid bugs (Fauvel et al. 1987; Castañé et al. 2006) and lacewings (Cohen and Smith 1998). Cysts of the brine shrimp *Artemia* sp. (Anostraca: Artemiidae) are another type of factitious food used for rearing a number of insect predators, including *Orius* spp. (Hemiptera: Anthocoridae) (Arijs and De Clercq 2001) and *Macrolophus* spp. (Hemiptera: Miridae) (Castañé et al. 2006). Different species of storage mites are routinely used as factitious prey in the mass production of phytoseiid mites (Bolckmans and van Houten 2006; Fidgett and Stinson 2008).

The utilization of an artificial diet may be the next step towards a more cost-effective rearing of predators (Riddick 2009). Whereas several artificial diets have been developed for predatory insects, far fewer attempts have been made at rearing predatory mites on artificial diets. Nguyen et al. (2013) reported that an artificial diet enriched with pupal hemolymph of the Chinese oak silkworm, *Antheraea pernyi* (Guérin-Méneville) (Lepidoptera: Saturniidae), allowed development and reproduction of *A. swirskii* to the same extent as the currently used storage mite *Carpoglyphus lactis* (L.) (Acari: Carpglyphidae). However, this hemolymph is not easily available resulting in a higher cost and lower

reliability for the diet (Xie et al. 1997; Heslin et al. 2005). Therefore, if pupal hemolymph could be replaced by a more easily available and cheaper nutrient, the cost of production may be reduced.

Grenier and De Clercq (2003) pointed out that, whereas measures of development and reproduction of an arthropod natural enemy on an unnatural or artificial diet are indicative for the value of the diet for rearing purposes, the ultimate quality parameter of an artificially reared natural enemy is its predation or parasitization efficacy. In the present study, we investigated the developmental, reproductive and predatory performance of *A. swirskii* when fed on frozen *E. kuehniella* eggs, dry decapsulated cysts of *A. franciscana*, and on meridic artificial diets supplemented with *A. pernyi* pupal hemolymph (AD1), *E. kuehniella* eggs (AD2) or *A. franciscana* cysts (AD3). Performance of the phytoseiid after a single generation on the various diets was compared with that after 6 generations of continuous rearing.

Materials and methods

Stock colony of *Amblyseius swirskii*

The stock colony of *A. swirskii* was initiated with specimens supplied by Biobest N.V. (Westerlo, Belgium) and was cultured in a growth chamber set at 25 ± 1 °C, 70 ± 5 % RH and a 16:8 h (L:D) photoperiod. The mites were reared on green plastic arenas ($10 \times 10 \times 0.3$ cm) (Multicel, SEDPA, France), placed on a wet sponge in a plastic tray containing water (Overmeer 1985; Nguyen et al. 2013). The edges of the arenas were covered with tissue paper immersed in the water to provide moisture and deter the mites from escaping. Every 2 days the mites were fed with fresh cattail pollen (*Typha latifolia* L.) that was also supplied by Biobest N.V. and stored at -18 °C. For the experiments, the pollen was thawed and kept in a refrigerator at 5 °C for max. 1 week. A small piece of sewing thread was placed on the arenas to serve as an oviposition substrate. Every 2 days the eggs were collected and transferred to new arenas.

Preparation of artificial diet

Artificial diets AD1, AD2, and AD3 were prepared by supplementing a basic artificial diet prepared according to Nguyen et al. (2013) with hemolymph from *A. pernyi* pupae, *E. kuehniella* eggs, and decapsulated cysts of *Artemia franciscana* (Kellogg), respectively. Pupal hemolymph of *A. pernyi* was provided in lyophilized form by the Guangdong Entomological Institute, Guangzhou, China. Frozen eggs of *E. kuehniella* were supplied by Koppert B. V. (Berkel en Rodenrijs, The Netherlands). Decapsulated *A. franciscana* cysts were provided by the *Artemia* Reference Center (ARC) of Ghent University (Ghent, Belgium) and originated from the Great Salt Lake (Utah, USA).

The basic artificial diet was composed of 5 % honey (Meli, Veurne, Belgium), 5 % sucrose (MP Biomedicals, Illkirch, France), 5 % tryptone (Fluka Analytical, Sigma-Aldrich, St. Louis, USA), 5 % yeast extract (Duchefa, Haarlem, The Netherlands), 10 % fresh hen's egg yolk, and 70 % distilled water, and was prepared according to Nguyen et al. (2013).

AD1 consisted of 80 % basic artificial diet supplemented with 20 % (w/w) pupal hemolymph of *A. pernyi*; lyophilized hemolymph was redissolved using distilled water before being added to the diet (Nguyen et al. 2013). The supplements for AD2 and AD3

were prepared by finely grinding 10 g of eggs of *E. kuehniella* or dry decapsulated cysts of *A. franciscana*, respectively, to dust in a ceramic mortar. Next, 40 g of the basic artificial diet was added in the mortar and the components were further ground and mixed using a pestle. The resulting mixture was centrifuged at 12,000 rpm at 5 °C for 15 min in an Eppendorf Centrifuge 5430R (Eppendorf, Hamburg, Germany), then the aqueous supernatant was transferred to 2 ml Eppendorf tubes and subsequently stored in a freezer at –18 °C.

Experimental setup

Eight hours before start of the experiments, new black threads were placed in the stock colony of *A. swirskii*. Eggs deposited on the threads were transferred individually to the rearing microcosms that were modified from Munger cells as described by Ogawa and Osakabe (2008) and Nguyen et al. (2013). Frozen eggs of *E. kuehniella*, dry decapsulated cysts of *A. franciscana*, AD1, AD2 or AD3 were supplied ad libitum. For the artificial diets, approximately 2 µl of diet was absorbed on a small piece of filter paper (2 × 2 mm) placed on the bottom board of the rearing microcosms. All diets were offered from the larval stage of the predator on and refreshed every 2 days. To obtain data on the duration of each developmental stage of *A. swirskii* and on mortality and escape rates, observations were made every 24 h until all individuals had reached adulthood. The developmental stage of each individual was determined based on the presence of exuviae in the cells. After completing immature development, each female was paired with a male that was reared on the same diet as the female. Males that died during the experiment were replaced with males that had been fed on the same diet. Adults were observed daily to determine the preoviposition and oviposition period, longevity and fecundity. Progeny from females of the same age were transferred to new cells and fed on the same diet as their parents in order to determine the sex ratio of the offspring for each treatment. Mites that escaped or died due to unnatural causes were excluded from data analysis; escape rates varied between 0 and 33 %. The experiments were done in a growth chamber at 23 ± 1 °C, 65 ± 5 % RH and a 16:8 h (L:D) photoperiod.

Multigeneration experiment

The offspring from first generation (G1) adults obtained in the above experiment was maintained on the same diet up to the fifth generation. The mites were reared on green plastic arenas (3 × 3 × 0.3 cm) (Multicel, SEDPA, France), placed on a wet sponge in a polystyrene insect breeding dish (10 × 4 cm) (SPL Life Sciences, Korea) with a mesh hole (ø 4 cm) in the lid. The dishes were kept in a growth chamber set at 23 ± 1 °C, 70 ± 5 % RH and a 16:8 h (L:D) photoperiod. Eggs from fifth generation females were collected to be used in an experiment set up as described above, in order to assess the developmental and reproductive performance in the sixth generation (G6) of rearing on each diet. However, the mites fed on AD1 did not succeed in reaching the third generation, and could thus not be included in this experiment.

Predation experiment

Predation capacity of female adults of *A. swirskii* on first instars of the Western flower thrips, *Frankliniella occidentalis* (Pergande) (Thysanoptera: Thripidae) was assessed in the first

(G1) and sixth (G6) generation of rearing on each of the diets, except for AD1 which was tested in G1 only. Thrips were cultured in plastic boxes containing vermiculite and green bean pods (*Phaseolus vulgaris* L.) at 23 ± 1 °C, 70 ± 5 % RH and a 16:8 h (L:D) photoperiod and first-instar larvae (<24 h old) were collected from the rearing containers for testing. Twenty-five gravid females (ca. 2 days old) were starved for 24 h in individual glass tubes (4.5 cm in length, 0.7 cm in diameter), stoppered with a cotton ball; starved females were not supplied with water. Then, each female was transferred to a square bean (*P. vulgaris*) leaf disc (25 × 25 mm) that was placed upside down on a water-saturated polyurethane sponge (10 × 50 × 50 mm) in a polystyrene insect breeding dish (100 × 40 mm) with a mesh hole (ø40 mm) in the lid (SPL Life Sciences Co. Ltd., Korea). The four edges of the leaf disc were covered with moist tissue paper to provide free water and preclude escaping. Fifteen first instars of *F. occidentalis* were placed on each leaf disc as prey for the mites. After 24 h, the number of thrips corpses was recorded. Females which escaped or were found dead on the moist tissue paper were excluded from analysis; escape rates varied between 0 and 20 %.

Life table parameters

The intrinsic rate of increase (r_m) was calculated according to the formula of Birch (1948).

$$\sum l_x m_x e^{-r_m \cdot x} = 1$$

where x equals the female age (days), l_x is the age specific survival of the females at age x and m_x is the number of daughters produced per female at age x . The latter parameter is obtained by multiplying the mean number of eggs laid per female by the proportion of female offspring produced at age x . The Jackknife procedure was used according to Meyer et al. (1986) and Hulting et al. (1990) to calculate the standard error of r_m . Other parameters calculated (Maia et al. 2000) were the net reproductive rate, R_0 , i.e. the mean number of female offspring produced per female (females/female)

$$R_0 = \sum l_x m_x$$

and the mean doubling time, DT, i.e. mean time span necessary to double the initial population (days)

$$DT = \frac{\ln 2}{r_m}$$

Statistical analysis

Two-way analysis of variance (ANOVA) (IBM, SPSS Statistics 20) was conducted to evaluate the effects of diet and generation on the duration of the immature stages, pre-oviposition and oviposition period, daily and total oviposition, adult longevity and life table parameters of *A. swirskii*. When an interaction was detected between the main factors, means were compared among diets and a pairwise multiple comparison procedure was used (Kutner et al. 2005). When a Kolmogorov–Smirnov test indicated that means were normally distributed, the parameter was analyzed using a one-way analysis of variance (ANOVA). If a Levene test indicated heteroscedasticity, a Tamhane test was used instead of a Tukey test. When means were not normally distributed, a nonparametric Kruskal–Wallis ANOVA was used and means were separated using a Mann–Whitney U test. Immature survival rates and sex ratios were compared by means of a logistic

regression. This regression is a generalized linear model using a probit (log odds) link and a binomial error function. Each test consists of a regression coefficient that is calculated and tested for being significantly different from zero, for which P values are presented (McCullagh and Nelder 1989). In all tests, P values smaller than or equal to 0.05 were considered significant.

Results

Whereas in G1 the immature mortality of *A. swirskii* did not differ among diets, mortality in G6 was significantly higher than in G1, except on a diet of *A. franciscana* cysts ($\chi^2 = 127.71$, $df = 8$, $P < 0.001$). In G6, mites fed on AD2 or AD3 suffered from greater mortality (65.6 and 37.1 %, respectively) than those reared on *E. kuehniella* or *A. franciscana* (13.6 and 1.9 %, respectively) (Fig. 1). Mortality of mites in G6 continuously reared on the artificial diets occurred mainly in the egg and larval stages.

Two-way ANOVA [Electronic Supplementary Material (ESM) Table 1] showed significant interactions between diet and generation for the developmental time of females, whereas no interaction occurred for male developmental time. The developmental time of males was significantly affected by diet but did not differ between generations. In G1, the males fed on *E. kuehniella* eggs had the longest developmental time, but in G6 male developmental time did not differ among diets. Developmental times of females offered *E. kuehniella* eggs did not differ between generations, whereas they were shorter in G6 on *A. franciscana* and AD2, and longer on AD3 as compared to those in G1 (Table 1).

Two-way ANOVA showed significant interactions between diet and generation for preoviposition period but there was no interaction for the parameters oviposition period, female longevity, oviposition rate and total number of eggs (ESM Table 1). The preoviposition periods did not differ between G1 and G6 on all diets, except *E. kuehniella* eggs (Table 2). The shortest preoviposition period was recorded on AD3 in G1 (2.06 days). Oviposition periods were similar in both generations and ranged from 19.5 days to 33.6 days for females fed on *E. kuehniella* in G6 and AD2 in G1, respectively. Female longevity was not affected by diet or generation. The proportion of female progeny did not differ between generations, except on *E. kuehniella*. Daily oviposition rates were influenced by both diet and generation and ranged from 0.91 to 1.60 eggs/female/day. In G1, the females reared on *E. kuehniella*, *A. franciscana* or AD1 showed similar oviposition rates, which were in turn significantly higher than those on AD2. Oviposition rates did not differ between generations when the mites were fed on *E. kuehniella*, AD2 or AD3. No differences were observed between generations in the total number of eggs produced when females were reared on the different diets. Total fecundity was similar among females reared on the different diets except in G6 where the females supplied with *A. franciscana* cysts produced more eggs than those given *E. kuehniella* eggs.

Significant interactions between diet and generation were found for the life table parameters net reproductive rate, generation time and intrinsic rate of increase (ESM Table 1). The net reproductive rates in G1 were significantly higher than those in G6, except on *A. franciscana* (Table 3). In G1, different diets did not result in different net reproductive rates. Females in G6 had longer generation times than those in G1 on all diets, except on *A. franciscana* cysts, which yielded a shorter generation time in G6 than in G1. Likewise, the intrinsic rates of increase in G1 were significantly higher than in G6, but not on a diet of *A. franciscana* cysts for which similar growth rates were observed in both generations.

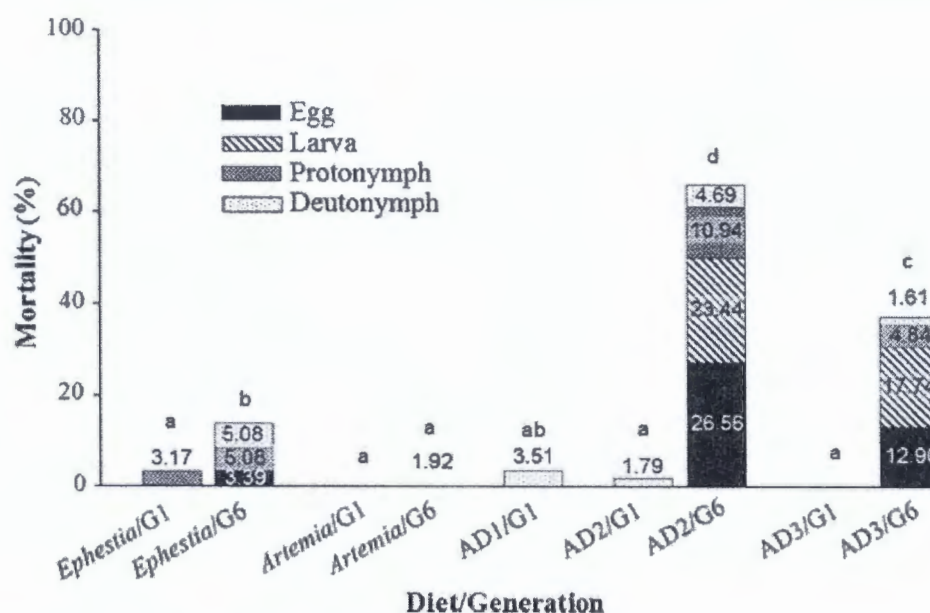


Fig. 1 Mortality (%) of the different immature stages of *Amblyseius swirskii* fed in the first (G1) and sixth (G6) generation on different factitious and artificial foods. Numbers within or above the different sections in each bar refer to mortality percentages in the egg, larval, protonymphal and/or deutonymphal stages. Bars with the same letter are not significantly different ($P > 0.05$; Probit (Wald Chi square) test). AD1, artificial diet 1 (with pupal hemolymph of *Antheraea pernyi*); AD2, artificial diet 2 (with *Ephestia kuehniella* eggs); AD3, artificial diet 3 (with *Artemia franciscana* cysts)

Table 1 Development time (days) of *Amblyseius swirskii* fed in the first (G1) and sixth (G6) generation on different factitious and artificial foods

Diet/generation	n ^a	Developmental duration (mean \pm SE; days) ^b			
		Females	n	Males	n
<i>E. kuehniella</i> /G1	63	8.21 \pm 0.25 ab	48	8.23 \pm 0.46 a	13
<i>E. kuehniella</i> /G6	59	8.00 \pm 0.25 ab	32	8.26 \pm 0.57 a	19
<i>A. franciscana</i> /G1	55	7.67 \pm 0.14 a	33	7.09 \pm 0.09 bc	22
<i>A. franciscana</i> /G6	52	7.42 \pm 0.12 bcd	33	7.33 \pm 0.16 ab	18
AD1/G1	57	7.65 \pm 0.18 abcd	31	6.96 \pm 0.11 c	24
AD2/G1	56	7.36 \pm 0.14 cd	33	7.00 \pm 0.07 c	22
AD2/G6	64	6.67 \pm 0.24 e	18	7.00 \pm 0.41 ac	4
AD3/G1	50	7.31 \pm 0.10 d	39	6.91 \pm 0.09 c	11
AD3/G6	62	7.97 \pm 0.14 a	29	7.50 \pm 0.22 ab	10
χ^2		36.75		30.99	
df		8		8	
P		<0.001		<0.001	

^a Initial number of tested individuals; ^b Means within a column followed by the same letter are not significantly different ($P > 0.05$), according to a Mann–Whitney U test (duration); χ^2 -, df- and P values refer to Kruskal–Wallis ANOVAs. AD1, artificial diet 1 (with pupal hemolymph of *Antheraea pernyi*); AD2, artificial diet 2 (with *Ephestia kuehniella* eggs); AD3, artificial diet 3 (with *Artemia franciscana* cysts)

Two-way ANOVA indicated that there was no significant interaction between diet and generation for predation capacity of *A. swirskii* females on *F. occidentalis* larvae (ESM Table 1). Diet had a significant influence on predation capacity, but there was no effect of

Table 2 Mean \pm SE reproduction and longevity of *Amblyseius swirskii* in the first (G1) and sixth (G6) generation on different factitious and artificial foods

Diet/generation	n	Preoviposition period (days) ^a	Oviposition period (days) ^a	Female longevity (days) ^a	Oviposition rate (eggs/female/day) ^a	Total number of eggs (eggs/female) ^a	Female proportion of the progeny ^a
<i>E. kuehniella</i> /G1	42	2.41 \pm 0.10 bc	21.83 \pm 1.09 b	44.12 \pm 3.28 a	1.48 \pm 0.04 ab	31.64 \pm 1.51 ab	0.71 \pm 0.01 ab
<i>E. kuehniella</i> /G6	32	3.91 \pm 0.79 a	19.47 \pm 1.15 b	41.06 \pm 2.85 a	1.48 \pm 0.05 abc	28.34 \pm 1.70 b	0.66 \pm 0.02 c
<i>A. franciscana</i> /G1	28	2.39 \pm 0.13 bc	25.64 \pm 1.93 ab	37.79 \pm 3.04 a	1.50 \pm 0.04 ab	37.71 \pm 2.75 ab	0.75 \pm 0.02 a
<i>A. franciscana</i> /G6	33	2.27 \pm 0.08 c	28.94 \pm 1.38 a	41.79 \pm 2.54 a	1.27 \pm 0.04 cde	35.48 \pm 1.27 a	0.71 \pm 0.02 abc
AD1/G1	28	2.71 \pm 0.18 ab	21.82 \pm 1.31 b	40.32 \pm 3.54 a	1.60 \pm 0.05 a	34.50 \pm 2.18 ab	0.74 \pm 0.02 ab
AD2/G1	29	3.24 \pm 0.29 a	33.55 \pm 2.40 a	49.14 \pm 2.92 a	1.13 \pm 0.07 de	34.10 \pm 2.07 ab	0.70 \pm 0.02 bc
AD2/G6	12	3.42 \pm 0.42 a	28.58 \pm 3.96 ab	46.00 \pm 5.22 a	0.91 \pm 0.09 e	26.25 \pm 4.58 ab	0.72 \pm 0.03 abc
AD3/G1	32	2.06 \pm 0.04 d	22.50 \pm 0.91 b	41.50 \pm 2.42 a	1.38 \pm 0.04 bcd	30.72 \pm 1.22 ab	0.76 \pm 0.02 a
AD3/G6	29	2.21 \pm 0.09 cd	25.34 \pm 1.87 ab	46.76 \pm 3.30 a	1.21 \pm 0.04 de	29.90 \pm 2.18 ab	0.75 \pm 0.02 ab
χ^2/F		44.19	7.54	1.22	13.43	2.82	17.90
df		8	8, 256	8, 256	8, 256	8, 256	8
P		<0.001	<0.001	0.29	<0.001	0.005	0.022

^a Means within a column followed by the same letter are not significantly different ($P > 0.05$) according to a Mann–Whitney U test (preoviposition period), Tamhane test (oviposition period, oviposition rate, total number of eggs), Tukey test (female longevity), or Probit (Wald Chi square) test (female proportion of progeny); χ^2 -, df- and P values refer to Kruskal–Wallis ANOVAs; F-, df- and P values refer to one-way ANOVAs. AD1, artificial diet 1 (with pupal hemolymph of *Antheraea pernyi*); AD2, artificial diet 2 (with *Ephestia kuehniella* eggs); AD3, artificial diet 3 (with *Artemia franciscana* cysts)

Table 3 Mean \pm SE life table parameters of *Amblyseius swirskii* in the first (G1) and sixth (G6) generation on different factitious and artificial foods

Diet/generation	n	Net reproductive rate (R_0 , females per female) ^a	Generation time (T, days) ^a	Intrinsic rate of increase (r_m , females/female/day) ^a
<i>E. kuehniella</i> /G1	42	21.78 \pm 1.09 a	18.22 \pm 0.24 ab	0.169 \pm 0.001 c
<i>E. kuehniella</i> /G6	32	16.01 \pm 0.90 b	18.39 \pm 0.33 ab	0.151 \pm 0.004 d
<i>A. franciscana</i> /G1	28	28.33 \pm 2.03 a	19.03 \pm 0.28 a	0.176 \pm 0.002 bc
<i>A. franciscana</i> /G6	33	25.63 \pm 0.85 a	17.87 \pm 0.15 b	0.182 \pm 0.001 ab
AD1/G1	28	24.71 \pm 1.65 a	18.49 \pm 0.31 ab	0.174 \pm 0.002 bc
AD2/G1	29	23.23 \pm 1.39 a	19.65 \pm 0.43 a	0.160 \pm 0.004 cd
AD2/G6	12	4.67 \pm 0.80 c	21.22 \pm 0.96 ab	0.073 \pm 0.007 e
AD3/G1	32	22.76 \pm 0.91 a	16.84 \pm 0.17 c	0.186 \pm 0.001 a
AD3/G6	29	14.14 \pm 0.98 b	18.40 \pm 0.40 ab	0.144 \pm 0.002 d
F		21.91	9.63	92.88
df		8, 256	8, 256	8, 256
P		<0.001	<0.001	<0.001

^a Means within a column followed by the same letter are not significantly different ($P > 0.05$) according to Tamhane's test; F-, df- and P values refer to one-way ANOVAs. AD1, artificial diet 1 (with pupal hemolymph of *Antheraea pernyi*); AD2, artificial diet 2 (with *Ephestia kuehniella* eggs); AD3, artificial diet 3 (with *Artemia franciscana* cysts)

generation, except on *E. kuehniella* eggs where G1-females killed more prey than G6-females ($F = 5.94$, $df = 8$, 200 , $P < 0.001$) (Fig. 2). Predators reared for multiple generations on artificial diets AD2 and AD3 had similar predation rates as those maintained on *A. franciscana* cysts.

Discussion

The main goals of this study were to (1) investigate the potential of two factitious food sources (*A. franciscana* and *E. kuehniella*) that are routinely used for the production of a number of insect predators, for rearing the phytoseiid predator *A. swirskii*, (2) evaluate the potential of arthropod components that can improve the artificial diet developed by Nguyen et al. (2013) for this predatory mite, (3) assess the effects of long-term rearing on these factitious foods and artificial diets on the predator's fitness.

Our results indicate that all factitious and artificial foods tested were accepted by the different life stages of *A. swirskii* and sustained the development and reproduction of the predator for at least a single generation. The highest intrinsic rates of increase in our study were recorded in the first generation when *A. swirskii* was fed on decapsulated cysts of *A. franciscana* and AD3, containing 20 % of finely ground cysts (0.182 and 0.186 females/female/day, respectively). These values are higher than those reported on dried fruit mite, *C. lactis* (L.) (Acari: Carpglyphidae) (0.175 at 23 °C) which is used in commercial production of *A. swirskii* (Nguyen et al. 2013) or on various natural prey, including *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae) (0.167 at 26 °C) (El-Laithy and Fouly 1992), *F. occidentalis* (0.056 at 25 °C) and *Thrips tabaci* (Lindeman) (Thysanoptera: Thripidae) (0.024 at 25 °C) (Wimmer et al. 2008), and only slightly lower than those reported by Park et al. (2011) on the tomato russet mite, *Aculops lycopersici* (Massee) (Acari: Eriophyidae) (0.201 at 25 °C) and Nomikou et al. (2001) on the cotton whitefly *Bemisia tabaci* Gennadius (Hemiptera: Aleyrodidae) (0.213 at 27 °C). In the first generation, growth rates on all tested diets were also similar to or greater than those found on *T. latifolia* pollen (0.158 at 23 °C) and *C. lactis* (0.175 at 23 °C) (Nguyen et al. 2013), which is another widely used foods in the laboratory rearing and commercial mass rearing of this phytoseiid. However, it deserves emphasis that comparison of life table statistics among studies is complicated by differences in experimental methods, climatic conditions and the calculation of estimates.

In a previous study, we found that enriching a basic artificial diet with pupal hemolymph of the Chinese oak silkworm, *A. pernyi*, substantially improved fecundity in *A. swirskii* (Nguyen et al. 2013). In recent years, however, production of this silkworm in China has decreased. As a result, pupal hemolymph is becoming less easily available and more costly (Lü et al. 2013), rendering its use as a dietary supplement less attractive. In contrast, eggs of *E. kuehniella* and cysts of *A. franciscana* are widely available. In the present study, growth rates of *A. swirskii* on artificial diets enriched with finely ground *E. kuehniella* eggs (AD2) or *A. franciscana* cysts (AD3) were similar to or higher than those on the diet supplemented with pupal hemolymph of *A. pernyi* (AD1). Our findings suggest that certain components of *E. kuehniella* eggs and *A. franciscana* cysts can play a critical role in stimulating development and reproduction of *A. swirskii*. The positive effect of *E. kuehniella* on reproduction in the present study is consistent with the result reported by Ferkovich et al. (2007) who offered the anthocorid bug *Orius insidiosus* (Say) an artificial diet supplemented with protein from *E. kuehniella* eggs, resulting in a higher oviposition rate compared to an unmodified artificial diet. Further research is warranted to identify the components of the *E. kuehniella* eggs and *A. franciscana* cysts which are responsible for

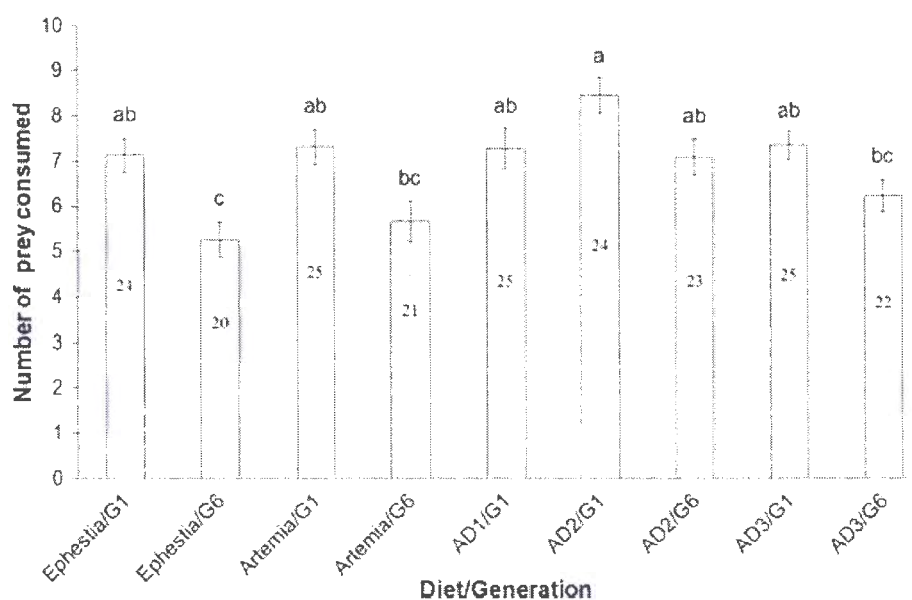


Fig. 2 Mean (\pm SE) number of first instar *Frankliniella occidentalis* killed during a 24-h period by *Amblyseius swirskii* females in the first (G1) and sixth (G6) generation on different factitious and artificial foods. Bars with the same letter are not significantly different ($P > 0.05$; Tukey test). Number of replicates is indicated by the number in each bar. AD1, artificial diet 1 (with pupal hemolymph of *Antheraea pernyi*); AD2, artificial diet 2 (with *Ephestia kuehniella* eggs); AD3, artificial diet 3 (with *Artemia franciscana* cysts)

the increased performance. However, *A. franciscana* cysts have a number of practical advantages over *E. kuehniella* eggs when used for rearing predatory arthropods. The market price of decapsulated *Artemia* cysts is substantially lower than that of *E. kuehniella* eggs: whereas frozen *E. kuehniella* eggs currently cost around 400 EUR/kg (K. Bolckmans, pers. comm.), the market price of decapsulated *Artemia* cysts is less than 10 % of that (G. Van Stappen, pers. comm.). Unlike *E. kuehniella* eggs, *Artemia* cysts can be stored in dry form for several years in a cool and dry place without the need for deep freezing (Arijs and De Clercq 2001).

An effective factitious or artificial food should satisfy the nutritional requirements of a predator and ensure the continuous production of progeny of high quality (Cohen 2003). As nutrient imbalances in a diet may be expressed only after several generations of rearing (De Clercq et al. 2005a), it was the objective to culture the predator for five consecutive generations on each diet and assess its fitness in the subsequent generation. In G6, the immature survival of predators reared on *E. kuehniella*, AD2 and AD3 was significantly lower than that on the corresponding diet in G1, with stronger declines on the artificial diets than on lepidopteran eggs. These declines were reflected in the intrinsic rates of increase on the diets. In contrast, the predator's performance remained at similar levels across generations on dry decapsulated cysts of *A. franciscana* and allowed the production of 15 successive generations up to present. In addition, artificial diet AD3, supplemented with *A. franciscana* cysts, proved superior to the other artificial diets as it allowed to sustain *A. swirskii* for over 15 consecutive generations despite lower immature survival rates, whereas the colonies on AD1 and AD3 could not be maintained beyond 3 and 9 generations, respectively.

Whereas *Orius* bugs can only effectively feed on fully hydrated *Artemia* cysts (Arijs and De Clercq 2001), in the present study the decapsulated cysts did not need to be hydrated to enable the *A. swirskii* mites to feed upon them. Dry (i.e., containing 4 % of water) decapsulated *A. franciscana* cysts supplied in the microcosms, where relative humidity

exceeded 80 %, appeared to take up sufficient water from the environment to allow effective extraction of nutrients by the predatory mites. Vandekerckhove et al. (2009) reported that also *Macrolophus pygmaeus* (Rambur) (Hemiptera: Miridae) was able to feed on dry cysts presented on leaf disks, as contact with the leaf surface allowed partial hydration (up to 20 %) of the cysts. As a practical advantage, dry cysts lead to less problems with moulds in the rearing containers than fully hydrated cysts (Vandekerckhove et al. 2009). Likewise, all artificial diets used in the present study were liquid, complicating their use in large-scale cultures of the mites. Further research will focus on dry artificial diets, which are easier to apply in the cultures and less prone to spoilage.

It is imperative that a predator retains its potential to find and kill the target prey after long-term rearing on an unnatural prey or artificial diet (Grenier and De Clercq 2003). Our study indicates that *A. swirskii* females did not lose their ability to capture and kill live prey after six generations of rearing on the tested diets. Only predation rates of predators maintained on *E. kuehniella* eggs were slightly lower in G6 than in G1. All predation rates of *A. swirskii* females on first instars of *F. occidentalis* observed in the present study (5.3–8.5 thrips/day) were somewhat higher than those reported by Messelink et al. (2008).

In conclusion, the different factitious prey and artificial diets tested in the present study supported development and reproduction of *A. swirskii* for a single generation, but losses in fitness of the phytoseiid were observed after several generations of rearing on *E. kuehniella* eggs and all of the artificial diets. Dry decapsulated *A. franciscana* cysts proved to be the most suitable diet for the production of this economically important biological control agent. More research will be needed to evaluate the suitability of *Artemia* cysts as a food in large-scale cultures of *A. swirskii* or to support existing populations of the mite in the crop. The potential of this factitious food for other predatory mites also deserves to be investigated.

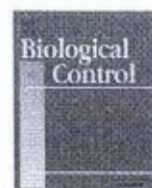
Acknowledgments We would like to thank Koppert B.V., Biobest N.V. and the Guangdong Entomological Institute, China for support and for providing materials used in our experiments. The constructive comments from three anonymous reviewers are greatly appreciated. Nguyen Duc Tung is supported by a doctoral grant from the Vietnamese Ministry of Education and Training (MOETVIED).

References

- Alauzet C, Dargagnon D, Hatte M (1992) Production d'un Hétéroptère prédateur: *Orius majusculus* (Heteroptera: Anthrenidae). Entomophaga 37:249–252
- Arijs Y, De Clercq P (2001) Rearing *Orius laevigatus* on cysts of the brine shrimp *Artemia franciscana*. Biol Control 21:79–83
- Arthurs S, McKenzie CL, Chen JJ, Dogramaci M, Brennan M, Houben K, Osborne L (2009) Evaluation of *Neoseiulus cucumeris* and *Amblyseius swirskii* (Acari: Phytoseiidae) as biological control agents of chilli thrips, *Scirtothrips dorsalis* (Thysanoptera: Thripidae) on pepper. Biol Control 49:91–96
- Birch L (1948) The intrinsic rate of natural increase of an insect population. J Anim Ecol 17:15–26
- Bolckmans KJF, van Houten YM (2006) Mite composition, use thereof, method for rearing the phytoseiid predatory mite *Amblyseius swirskii*, rearing system for rearing said phytoseiid mite and methods for biological pest control on a crop. WO Patent WO/2006/057552
- Castañé C, Quero R, Riudavets J (2006) The brine shrimp *Artemia* sp. as alternative prey for rearing the predatory bug *Macrolophus caliginosus*. Biol Control 38:405–412
- Cohen AC (2003) Insect diets: science and technology. CRC Press LLC, Boca Raton
- Cohen AC, Smith LK (1998) A new concept in artificial diets for *Chrysoperla rufilabris*: the efficacy of solid diets. Biol Control 13:49–54
- Collier T, van Steenwyk R (2004) A critical evaluation of augmentative biological control. Biol Control 31:245–256

- De Clercq P, Arijis Y, Van Meir T, Van Stappen G, Sorgeloos P, Dewettinck K, Rey M, Grenier S, Febvay G (2005a) Nutritional value of brine shrimp cysts as a factitious food for *Orius laevigatus* (Heteroptera: Anthocoridae). *Biocontrol Sci Technol* 15:467–479
- De Clercq P, Bonte M, Van Speybroeck K, Bolckmans K, Deforce K (2005b) Development and reproduction of *Adalia bipunctata* (Coleoptera: Coccinellidae) on eggs of *Ephestia kuehniella* (Lepidoptera: Phycitidae) and pollen. *Pest Manag Sci* 61:1129–1132
- DeBach P (1964) Biological control of insect pests and weeds. Biological control of insect pests and weeds. Reinhold Publishing Corp, California
- Doutt RL, Hagen KS (1949) Periodic colonization of *Chrysopa californica* as a possible control of mealybugs. *J Econ Entomol* 42:560–561
- El-Laithy AYM, Fouly AH (1992) Life table parameters of the two phytoseiid predators *Amblyseius scutalis* (Athias-Henriot) and *A. swirskii* A.-H. (Acari, Phytoseiidae) in Egypt. *J Appl Entomol* 113:8–12
- Fauvel G, Malausa J, Kaspar B (1987) Etude en laboratoire des principales caractéristiques biologiques de *Macrolophus caliginosus* (Heteroptera: Miridae). *BioControl* 32:529–543
- Ferkovich SM, Venkatesan T, Shapiro JP, Carpenter JE (2007) Presentation of artificial diet: effects of composition and size of prey and diet domes on egg production by *Orius insidiosus* (Heteroptera: Anthocoridae). *Fla Entomol* 90:502–508
- Fidgett MJ, Stinson CSA (2008) Method for rearing predatory mites. WO Patent WO/2008/015,393
- Grenier S, De Clercq P (2003) Comparison of artificially versus naturally reared natural enemies and their potential for use in biological control. In: van Lenteren J (ed) Quality control and production of biological control agents: theory and testing procedures. CABI Publishing, Wallingford, pp 115–131
- Heslin L, Kopittke R, Merritt D (2005) The role of insect cell lines in an artificial diet for the parasitoid wasp, *Trichogramma pretiosum*. *Biol Control* 33:186–193
- Hulting FL, Orr DB, Obrycki JJ (1990) A computer program for calculation and statistical comparison of intrinsic rates of increase and associated life table parameters. *Fla Entomol* 73:601–612
- Jonsson M, Wratten SD, Landis DA, Gurr GM (2008) Recent advances in conservation biological control of arthropods by arthropods. *Biol Control* 45:172–175
- Kutner MH, Nachtsheim CJ, Neter J, Li W (2005) Applied linear statistical models, vols 6, 8. McGraw-Hill, New York
- Lü X, Han S, Li L, Grenier S, De Clercq P (2013) The potential of trehalose to replace insect hemolymph in artificial media for *Trichogramma dendrolimi* Matsumura (Hymenoptera: Trichogrammatidae). *Insect Sci* 20:629–636
- Maia ADH, Luiz AJ, Campanhola C (2000) Statistical inference on associated fertility life parameters using jackknife technique: computational aspects. *J Econ Entomol* 93:511–518
- McCullagh P, Nelder JA (1989) Generalized linear model, vol 37. Chapman & Hall/CRC, London
- McMurtry J, Croft B (1997) Life-styles of phytoseiid mites and their roles in biological control. *Annu Rev Entomol* 42:291–321
- Messelink GJ, van Maanen R, van Steenpaal SEF, Janssen A (2008) Biological control of thrips and whiteflies by a shared predator: two pests are better than one. *Biol Control* 44:372–379
- Meyer JS, Ingersoll CG, McDonald LL, Boyce MS (1986) Estimating uncertainty in population growth rates: jackknife versus bootstrap techniques. *Ecology* 67:1156–1166
- Nguyen DT, Vangansbeke D, Lü X, De Clercq P (2013) Development and reproduction of the predatory mite *Amblyseius swirskii* on artificial diets. *BioControl* 58:369–377
- Nomikou M, Janssen A, Schraag R, Sabelis MW (2001) Phytoseiid predators as potential biological control agents for *Bemisia tabaci*. *Exp Appl Acarol* 25:271–291
- Nomikou M, Janssen A, Schraag R, Sabelis MW (2002) Phytoseiid predators suppress populations of *Bemisia tabaci* on cucumber plants with alternative food. *Exp Appl Acarol* 27:57–68
- Ogawa Y, Osakabe M (2008) Development, long-term survival, and the maintenance of fertility in *Neoseiulus californicus* (Acari: Phytoseiidae) reared on an artificial diet. *Exp Appl Acarol* 45:123–136
- Overmeer WPJ (1985) Rearing and handling. In: Helle W, Sabelis MW (eds) Spider mites, their biology, natural enemies and control, vol 1b. Elsevier, Amsterdam, pp 162–170
- Parella M, Heinz K, Nunney L (1992) Biological control through augmentative releases of natural enemies: a strategy whose time has come. *Am Entomol* 38:172–180
- Park HH, Shipp L, Buitenhuis R (2010) Predation, development, and oviposition by the predatory mite *Amblyseius swirskii* (Acari: Phytoseiidae) on tomato russet mite (Acari: Eriophyidae). *J Econ Entomol* 103:563–569
- Park HH, Shipp L, Buitenhuis R, Ahn JJ (2011) Life history parameters of a commercially available *Amblyseius swirskii* (Acari: Phytoseiidae) fed on cattail (*Typha latifolia*) pollen and tomato russet mite (*Aculops lycopersici*). *J Asia-Pacific Entomol* 14:497–501

- Riddick EW (2009) Benefits and limitations of factitious prey and artificial diets on life parameters of predatory beetles, bugs, and lacewings: a mini-review. *BioControl* 54:325–339
- Vacante V, Cocuzza G, De Clercq P, Van De Veire M, Tirry L (1997) Development and survival of *Orius albidipennis* and *O. laevigatus* (Het.: Anthocoridae) on various diets. *BioControl* 42:493–498
- van Lenteren JC (2012) The state of commercial augmentative biological control: plenty of natural enemies, but a frustrating lack of uptake. *BioControl* 57:1–20
- van Maanen R, Vila E, Sabelis MW, Janssen A (2010) Biological control of broad mites (*Polyphagotarsonemus latus*) with the generalist predator *Amblyseius swirskii*. *Exp Appl Acarol* 52:29–34
- Vandekerkhove B, Parmentier L, Van Stappen G, Grenier S, Febvay G, Rey M, De Clercq P (2009) *Artemia* cysts as an alternative food for the predatory bug *Macrolophus pygmaeus*. *J Appl Entomol* 133:133–142
- Wimmer D, Hoffmann D, Schausberger P (2008) Prey suitability of western flower thrips, *Frankliniella occidentalis*, and onion thrips, *Thrips tabaci*, for the predatory mite *Amblyseius swirskii*. *Biocontrol Sci Technol* 18:541–550
- Xie Z-N, Wu Z-X, Nettles WC Jr, Saldaña G, Nordlund DA (1997) In vitro culture of *Trichogramma* spp. on artificial diets containing yeast extract and ultracentrifuged chicken egg yolk but devoid of insect components. *Biol Control* 8:107–110



Diet-dependent cannibalism in the omnivorous phytoseiid mite *Amblydromalus limonicus*



Dominiek Vangansbeke^a, Duc Tung Nguyen^a, Joachim Audenaert^b, Ruth Verhoeven^b, Koen Deforce^c, Bruno Gobin^b, Luc Tirry^a, Patrick De Clercq^{a,*}

^a Laboratory of Agrozoology, Department of Crop Protection, Ghent University, Coupure Links 653, B-9000 Ghent, Belgium

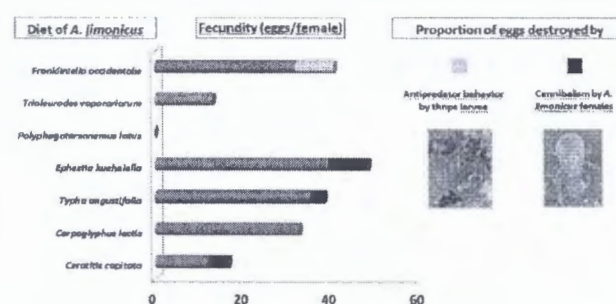
^b PCS, Ornamental Plant Research, Schaessestraat 18, B-9070 Destelbergen, Belgium

^c Flemish Heritage Institute, Koning Albert II-laan 19, B-1210 Brussels, Belgium

HIGHLIGHTS

- *A. limonicus* showed good population growth on *F. occidentalis*.
- The performance of *A. limonicus* fed on *T. vaporariorum* and *P. latus* was poor.
- *T. angustifolia*, *E. kuehniella* and *C. lactis* were excellent foods for *A. limonicus*.
- Antipredator behavior of thrips reduced population growth of *A. limonicus*.
- Cannibalism in *A. limonicus* was diet-dependent.

GRAPHICAL ABSTRACT



ARTICLE INFO

Article history:

Received 24 December 2013

Accepted 30 March 2014

Available online 5 April 2014

Keywords:

Phytoseiidae

Frankliniella occidentalis

Trialeurodes vaporariorum

Typha angustifolia

Ephestia kuehniella

Cannibalism

Antipredator behavior

ABSTRACT

Amblydromalus limonicus (Garman & McGregor) (Acari: Phytoseiidae) is a commercially available predator of key pests in protected crops, particularly of thrips and whiteflies. Basic information on the developmental and reproductive performance of the predator as a function of food is largely lacking. In the present study, development, reproduction and growth rates were determined for *A. limonicus* on four economically important pests: Western flower thrips, *Frankliniella occidentalis* (Pergande) (Thysanoptera: Thripidae), greenhouse whitefly, *Trialeurodes vaporariorum* (Westwood) (Hemiptera: Aleyrodidae), broad mite, *Polyphagotarsonemus latus* (Banks) (Acari: Tarsonemidae) and two-spotted spider mite, *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae). The life history traits of females fed on these different target prey were compared with those of females offered *Carpoglyphus lactis* L. (Acari: Carpocephidae), which is the standard food source for mass-producing this predator. Additionally, three commercially available non-prey food sources with potential for use in the mass production or as supplementary food to sustain populations of the predator in the field were tested: the commercial pollen product Nutrimite (consisting of pollen of narrow-leaved cattail, *Typha angustifolia* L.), frozen eggs of the Mediterranean flour moth *Ephestia kuehniella* Zeller (Lepidoptera: Pyralidae) and frozen eggs of the Mediterranean fruit fly, *Ceratitis capitata* Wiedemann (Diptera: Tephritidae). Survival rates of immature *A. limonicus* were high (>94% survival) on all tested foods except on *T. vaporariorum* and *T. urticae* (76.0% and 17.1%, respectively). The fastest development was obtained when mites were fed on *T. angustifolia*, whereas the longest developmental times were obtained on *T. urticae* and *T. vaporariorum*. When females were offered *P. latus*, no reproduction was observed, despite a high prey consumption in both the juvenile and adult stages. The reproductive performance of *A. limonicus* fed on *T. vaporariorum* was significantly lower than that on

* Corresponding author. Address: Coupure links 653, B-9000 Gent, Belgium.

E-mail addresses: dominiek.vangansbeke@Ugent.be (D. Vangansbeke), tung.nguyenduc@Ugent.be (D.T. Nguyen), joachim.audenaert@pcsierteelt.be (J. Audenaert), ruth.verhoeven@pcsierteelt.be (R. Verhoeven), koen.deforce@rwo.vlaanderen.be (K. Deforce), bruno.gobin@pcsierteelt.be (B. Gobin), luc.tirry@Ugent.be (L. Tirry), patrick.declercq@Ugent.be (P. De Clercq).

F. occidentalis. Furthermore, no second generation could be obtained on a diet solely consisting of *T. vaporariorum*. Population growth rates were highest when *A. limonicus* was fed on Nutrimite, *E. kuehniella* or *C. lactis*, and exceeded those on a diet consisting of their natural prey, *F. occidentalis*. The phytoseiid showed cannibalistic behavior when maintained on *E. kuehniella* and *C. capitata* eggs and *T. angustifolia* pollen, with females consuming their own eggs. The rate of cannibalism was dependent on the food source offered, but always resulted in reduced population growth rates. This cannibalistic behavior should be taken into account when selecting food sources for mass rearing of *A. limonicus* or supporting its populations in the field.

© 2014 Elsevier Inc. All rights reserved.

1. Introduction

Western flower thrips (WFT), *Frankliniella occidentalis* (Per-gande) (Thysanoptera: Thripidae) and greenhouse whitefly, *Trialeurodes vaporariorum* (Westwood) (Hemiptera: Aleyrodidae), are major destructive pests in agricultural crops worldwide (Osborne and Landa, 1992; Lewis, 1997; Kirk and Terry, 2003). Chemical control of these virus-vectoring herbivores is impeded by their fast development of insecticide resistance (Jensen, 2000; Gorman et al., 2002; Jones et al., 2003; Bielza, 2008), leading to high control costs due to increasing pesticide use (van Lenteren, 2000). Therefore, other pest control strategies, including the introduction of biological control agents in the crop, may contribute towards a more sustainable pest management. Among these natural enemies, phytoseiid predatory mites have been shown to contribute to the suppression of both thrips and whitefly pests (Ramakers, 1980; Nomikou et al., 2002; Messelink et al., 2006; Wimmer et al., 2008). Currently, *Amblyseius swirskii* (Athias-Henriot) (Acari: Phytoseiidae) is the dominant phytoseiid predator used in protected cultivation for thrips control (van Lenteren, 2012), and has also shown to successfully suppress whitefly populations (Nomikou et al., 2001; Messelink et al., 2008). However, this phytoseiid originates from Mediterranean climates (Ragusa and Swirski, 1977), resulting in lower performances below 18 °C (Hoogerbrugge et al., 2011). Likewise, other generalist phytoseiids that are commercially available, such as *Neoseiulus cucumeris* (Oudemans) and *Transeius montdorensis* (Schicha) also prefer higher temperatures (Morewood and Gilkeson, 1991; van Houten et al., 1995; Knapp et al., 2013). Preventive releases of predatory mites in temperate greenhouses are often done early in the season, with lower initial temperatures for the build-up of predator populations. Therefore, other predatory mites that start reproducing at lower temperatures, such as *Amblydromalus limonicus* (Garman & McGregor), might constitute a suitable alternative for augmentative releases at lower temperatures (van Houten et al., 1995; Hoogerbrugge et al., 2011).

A. limonicus has been classified as a type III generalist predator (McMurtry and Croft, 1997). It feeds on various types of prey including thrips, whiteflies, and tetranychid, eriophyoid, and tydeid mites (Chant and Fleschner, 1960; McMurtry and Scriven, 1965; Swirski and Dorzia, 1968; Kennett and Hamai, 1980; Hoogerbrugge et al., 2011). Its non-prey food spectrum consists of different kinds of pollen, extra-floral nectar, honeydew, fungi and even leaf tissue (McMurtry and Scriven, 1965; Swirski and Dorzia, 1968; Messelink et al., 2006; Vangansbeke et al., 2014). Greenhouse experiments have demonstrated the potential of *A. limonicus* to control thrips and whitefly infestations in strawberries and cucumbers (Messelink et al., 2006; Hoogerbrugge et al., 2011; Knapp et al., 2013). Due to difficulties in the mass rearing, the predator was not commercialized for application in protected cultivation until a viable mass-production system became recently available (Messelink et al., 2006; Knapp et al., 2013).

Besides some brief reports on the biology and control potential of *A. limonicus*, profound studies focusing on its developmental and

reproductive performance as a function of food are largely lacking. In this study, we conducted laboratory experiments to calculate life tables for *A. limonicus* on four pests of high economic importance: *F. occidentalis*, *T. vaporariorum*, the two-spotted spider mite *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae) and the broad mite *Polyphagotarsonemus latus* (Banks) (Acari: Tarsonemidae). The performance of *A. limonicus* on these target prey was compared with a that on the dried fruit mite, *Carpoglyphus lactis* L. (Acari: Carpo-glyphidae), which is the main food source used for mass rearing the predator. Additionally, three commercially available non-prey food sources with potential for use in the mass production or as a supplementary food to sustain populations of the predator in the field were tested: the pollen product Nutrimite (consisting of pollen of narrow-leaved cattail, *Typha angustifolia* L.), frozen eggs of the Mediterranean fruit fly, *Ceratitis capitata* Wiedemann (Diptera: Tephritidae) and frozen eggs of the Mediterranean flour moth *Ephestia kuehniella* Zeller (Lepidoptera: Pyralidae), which were recently found to be an excellent food source for *A. limonicus* (Vangansbeke et al., 2014).

2. Materials and methods

2.1. Cultures and foods

A stock culture of *A. limonicus* was initiated with mites obtained from Koppert B.V. (Berkel en Rodenrijs, The Netherlands). The mites were reared on reversed kidney bean leaves (*Phaseolus vulgaris* L.) placed on water-soaked cotton in a petri dish (ø 13.3 cm). The edges of the bean leaf were covered with an additional layer of cotton to provide free water and to serve as an escape barrier. Biweekly, cattail pollen (*Typha latifolia* L.) was dusted over the leaves as a food source. Two-spotted spider mites were collected from castor bean (*Ricinus communis* L.) at the Faculty of Bioscience Engineering of Ghent University (Ghent, Belgium) and a laboratory colony was maintained on kidney bean plants. Greenhouse whiteflies, *T. vaporariorum*, were provided by Koppert B.V. and were reared on potted *Solanum lycopersicon* L. cv “Moneymaker” plants. Broad mites, *P. latus*, were collected from potted azalea plants (*Rhododendron simsii* cv. “Nordlicht”) at the Ornamental Plant Research station (Destelbergen, Belgium). Infested flower buds were subsequently transferred to reversed bean leaf arenas as described above. Western flower thrips were collected from rose plants (*Rosa hybrida* L. cv. “Red Naomi”) at the Ornamental Plant Research station and were cultured in plastic boxes on green bean pods (*P. vulgaris*) placed on a layer of vermiculite.

All colonies were kept in climatic cabinets at 25 ± 1 °C, 70 ± 5% RH and a 16:8 h (L:D) photoperiod.

Dried fruit mites, *C. lactis* L., were provided by Koppert B.V. and were stored in their wheat bran substrate at 18 °C. A commercial pollen product (Nutrimite), purchased from Biobest N.V. (Westerlo, Belgium), was identified to consist of pollen of narrow-leaved cattail, *T. angustifolia*. The identity of the product was confirmed by Biobest N.V. (Juliette Pijnacker, personal communication).

Frozen eggs of the Mediterranean flour moth, *E. kuehniella*, were provided by Koppert B.V. and were stored at -18°C . Frozen eggs of the Mediterranean fruit fly, *C. capitata*, were provided by Andermatt Biocontrol AG (Grossdietwil, Switzerland) and also stored at -18°C .

2.2. Experiments

Experiments were carried out on square (2.5×2.5 cm) bean leaf arenas placed on water-soaked polyurethane sponges in closed polystyrene insect breeding dishes (\varnothing 10 cm \times H 4 cm) (SPL Life Sciences, Korea), provided with a mesh hole (\varnothing 4 cm) in the lid. For each tested diet, 50 *A. limonicus* eggs (<12 h old) collected from the colony were placed individually on the leaf arena and were monitored daily for survival and development. From the adult stage on, females were mated with a male and oviposition was recorded daily. Both damaged (as a result of either cannibalism by *A. limonicus* females or antipredator behavior by thrips larvae) and undamaged eggs were removed from the arena. Males that died during the experiment were replaced with new ones previously fed on the same diet as the female. Eggs deposited by even-aged females were collected, placed on the same leaf arena and reared to adulthood on the same food source as their parents in order to assess the offspring sex ratio.

To assess the performance of *A. limonicus* on *F. occidentalis* larvae, 20 first instars of the prey were transferred to each experimental leaf arena. Immature thrips reaching the prepupal stage were removed from the arena and replaced by new first instars. When leaf damage by the thrips became too high (i.e., affecting about half of the leaf arena), the predatory mites were transferred to a fresh leaf arena.

Adult whiteflies were collected from tomato plants using an aspirator. Next, 20–30 females were allowed to lay eggs for 3 days on a bean leaf disc (\varnothing 5 cm) placed upside down on a 7 mm layer of agar (1% w/w) in a closed insect breeding dish (5×1.5 cm) (SPL Life Sciences). Then, adult whiteflies were removed, leaving only eggs on the leaf surface. Leaf discs containing less than 40 whitefly eggs were discarded as test arenas. When the first eggs started to hatch, the bean leaf discs were cut to square discs in order to obtain experimental arenas as described above. In that way, both whitefly eggs and crawlers were offered *ad libitum* to *A. limonicus*. Every 3 days the predators were transferred to new arenas with fresh whitefly eggs and crawlers.

For *P. latus*, both adult and juvenile mites (30–50 per arena) were introduced to a square leaf arena (2.5×2.5 cm) 4 days before the introduction of *A. limonicus*. The predator was transferred to a new arena every other day.

Adult spider mites, *T. urticae*, were placed on a square leaf arena (2.5×2.5 cm) 5 days before the introduction of the predatory mite in order to obtain webbing and both eggs and motile stages of the prey. Once a week, predators were transferred to fresh leaf arena.

The factitious food sources (mixed stages of *C. lactis*, eggs of *E. kuehniella* and *C. capitata*) and *T. angustifolia* pollen were provided *ad libitum* and were replenished every other day.

The experimental arenas were kept in incubators set at $23 \pm 1^{\circ}\text{C}$, $70 \pm 5\%$ RH and a 16:8 h (L:D) photoperiod.

The intrinsic rate of increase (r_m) of the predator on each diet was calculated according to the methods described by Birch (1948). By means of the Jackknife procedure, standard errors of the r_m -estimate could also be calculated (Hulting et al., 1990; Maia et al., 2000).

2.3. Statistical analysis

Binomially distributed escape and survival rates and sex ratios were analyzed by means of logistic regressions, consisting of a gen-

eralized linear model using a probit link function and binomial error function (McCullagh and Nelder, 1989). Normality of developmental and reproductive parameters was evaluated using a Kolmogorov–Smirnov test. In case the data were found to be normally distributed, they were analyzed by means of one-way analysis of variance (ANOVA). When variances were found to be equal, as indicated by a Levene-test, means were separated using Tukey's test. In case of unequal variances, a Tamhane test was used to compare the means. When the data were not normally distributed, non-parametric Kruskal–Wallis ANOVA tests were performed and means were compared using Mann–Whitney *U* tests.

Values of r_m were recalculated in order to account for mortality due to cannibalism (in the treatments with *T. angustifolia* pollen, *E. kuehniella* eggs and *C. capitata* eggs) and antipredator behavior (in the treatment with *F. occidentalis*). This was done by subtracting the number of damaged eggs from the total of eggs collected per day. Corrected and non-corrected Jackknife estimates of the intrinsic rate of increase on each diet were compared using Student's *t*-test.

3. Results

The escape rate of *A. limonicus* immatures was significantly affected by food source (Table 1). When offered spider mites, 30% of the phytoseiids escaped from the experimental arena and consequently died as they drowned in the water-soaked tissue paper. Furthermore, only 17% of the predators were able to reach adulthood on a diet of *T. urticae*. Mortality was primarily due to larvae that got entangled in the webs produced by the spider mites. Nearly one fourth of the immature phytoseiids was unable to complete their development when fed on eggs and crawlers of the greenhouse whitefly. The other food sources resulted in high survival (>94%). The fastest development was observed when *A. limonicus* was fed on *T. angustifolia* pollen (5.5 days) whereas the predator developed the slowest on *T. urticae* (8.9 days).

In spite of a high survival rate in the juvenile and adult stages, *A. limonicus* females were not able to produce eggs when offered broad mites. No onset of egg development in the ovaries of the females was observed under the microscope. On a diet of *T. urticae*, no reproductive parameters could be calculated as all predator females escaped and drowned shortly after adult emergence; some females, however, were observed to have laid eggs before escaping. The highest oviposition rates were obtained on *E. kuehniella* eggs and *F. occidentalis* larvae, with an average of 2.91 and 2.88 eggs/female/day, respectively. The lowest oviposition rates were found on eggs and crawlers of *T. vaporariorum* and on *C. capitata* eggs, with about 1.6 eggs/female/day on either diet and a lifetime fecundity below 17 eggs per female. Diets consisting of *T. angustifolia* pollen, *E. kuehniella* eggs, *C. lactis* eggs or *F. occidentalis* larvae resulted in more than 33 eggs deposited per female over its lifetime (Table 2). The sex ratio of the offspring of *A. limonicus* was female-biased on all diets, with a proportion of females ranging from 0.68 to 0.73, but with no significant effect of diet (binary probit: Wald- χ^2 : 1.608; df = 4; $p = 0.807$).

An intrinsic rate of increase of 0.248 females/female/day was calculated for *A. limonicus* fed on thrips larvae (Table 2). This value was significantly lower than that found on *T. angustifolia* pollen (0.262 females/female/day) and on *E. kuehniella* or *C. lactis* eggs (both 0.256 females/female/day). No viable adult offspring was obtained when *A. limonicus* females were exclusively fed on *T. vaporariorum*. As all offspring died in the nymphal stages, no r_m -values could be calculated. When the predator was maintained on *C. capitata* eggs, only 9% of the offspring reached adulthood, resulting in a low intrinsic rate of increase of 0.005 females/female/day.

Table 1
Escape rate, juvenile survival and developmental time of *Amblydromalus limonicus* males and females on several prey and non-prey foods.

Food source	Escape rate (%) ^a	Survival (%) ^b	Developmental time (days) ^b						Larva		Protonymph		Deutonymph		Total immature	
			n ^c	♂	♀	♂	♀	♂	♀	♂	♀	♂	♀	♂	♀	♂
<i>F. occidentalis</i>	8.0 ± 3.9 b	100 a	15	31	2.27 ± 0.08 abc	2.18 ± 0.05 a	1.40 ± 0.12 bc	1.47 ± 0.04 c	1.47 ± 0.08 c	1.11 ± 0.04 a	1.43 ± 0.18 bcd	1.44 ± 0.08 cd	6.57 ± 0.17 d	6.19 ± 0.10 b		
<i>T. vaporariorum</i>	0 c	76.0 ± 6.1 c	12	26	2.29 ± 0.07 abc	2.19 ± 0.06 a	1.63 ± 0.11 c	2.29 ± 0.16 d	1.67 ± 0.13 c	1.44 ± 0.06 d	1.42 ± 0.12 cd	1.79 ± 0.20 def	7.00 ± 0.21 d	7.71 ± 0.24 d		
<i>P. latus</i>	8.9 ± 3.8 b	94.1 ± 3.3 b	12	24	2.21 ± 0.10 ab	2.23 ± 0.06 a	1.33 ± 0.09 bc	1.46 ± 0.07 bc	1.33 ± 0.09 bc	1.38 ± 0.07 cd	1.50 ± 0.15 d	1.83 ± 0.07 ef	6.90 ± 0.08 c	8.92 ± 0.58 d		
<i>P. urticae</i>	30.0 ± 6.5 a	17.1 ± 6.5 d	0	6	—	2.33 ± 0.11 a	—	2.25 ± 0.38 d	—	2.17 ± 0.11 e	—	2.17 ± 0.38 f	—	—		
<i>E. kuehniella</i>	0 c	98.0 ± 2.0 ab	17	32	2.29 ± 0.07 abc	2.14 ± 0.05 a	1.29 ± 0.06 b	1.28 ± 0.05 b	1.18 ± 0.06 ab	1.30 ± 0.04 cd	1.09 ± 0.06 ab	1.30 ± 0.06 abc	5.85 ± 0.10 bc	6.02 ± 0.08 b		
<i>T. angustifolia</i>	0 c	100 a	17	33	2.47 ± 0.07 c	2.26 ± 0.05 a	0.88 ± 0.08 a	0.98 ± 0.06 a	1.06 ± 0.04 a	1.06 ± 0.04 a	1.00 ± 0.07 a	1.18 ± 0.05 a	5.41 ± 0.08 a	5.48 ± 0.07 a		
<i>C. lactis</i>	16.0 ± 5.2 ab	97.6 ± 2.4 ab	16	25	2.13 ± 0.06 a	2.26 ± 0.05 a	1.28 ± 0.06 b	1.32 ± 0.06 b	1.16 ± 0.06 ab	1.16 ± 0.05 ab	1.16 ± 0.11 abcd	1.20 ± 0.07 ab	5.72 ± 0.12 b	5.94 ± 0.09 b		
<i>C. capitata</i>	0 c	100 a	18	32	2.33 ± 0.10 bc	2.17 ± 0.06 a	1.00 ± 0.07 a	1.11 ± 0.04 a	1.25 ± 0.06 b	1.28 ± 0.04 bc	1.14 ± 0.08 abc	1.39 ± 0.07 bcd	5.72 ± 0.12 b	5.95 ± 0.09 b		
χ^2	72.057	136.377			13.384	6.003	35.708	97.2	29.703	59.141	14.81	46.896	50.29	120.532		
df	7	7			6	7	6	7	6	7	6	7	6	7		
p	<0.001	<0.001			0.037	0.539	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	0.022	<0.001	<0.001	<0.001		

^a Number of individuals that successfully reached adulthood.

^b Means ± standard error within a column followed by a the same letter are not significantly different ($p > 0.05$; Probit analysis (Wald- χ^2) (escape ratio and survival) or Kruskal–Wallis ANOVA followed by Mann–Whitney U test (developmental time)).

Female *A. limonicus* were observed to kill and consume their own eggs. This behavior was only observed when the females were fed on *T. angustifolia* pollen, *E. kuehniella* eggs and *C. capitata* eggs, with 8.1%, 18.8% and 27.6% of the deposited eggs being consumed, respectively. In experiments with *F. occidentalis*, the prey larvae showed antipredator behavior by piercing *A. limonicus* eggs present on the arenas (21.3% of the deposited eggs). When taking mortality due to both cannibalistic and antipredator behavior into account, recalculation of the r_m -values resulted in lower population growth estimates (Fig. 1) (*T. angustifolia*: $t_{62} = 2.226$, $p = 0.03$; *E. kuehniella*: $t_{35,399} = 4.211$, $p < 0.001$; *C. capitata*: $t_{48} = 3.665$, $p = 0.001$; *F. occidentalis*: $t_{33,732} = 11.820$, $p < 0.001$). Cannibalism resulted in a negative population growth when the phytoseiid was maintained on *C. capitata* eggs (−0.039 females/female/day).

4. Discussion

Several laboratory and field studies have indicated the potential of *A. limonicus* to control thrips and whiteflies in various ornamental and vegetable crops (Messelink et al., 2005; Hoogerbrugge et al., 2011; Knapp et al., 2013). Accordingly, we observed high survival, fast juvenile development, and high oviposition and population growth rates when *A. limonicus* was offered *F. occidentalis* larvae as prey. However, in contrast to previous findings, performance of the phytoseiid on *T. vaporariorum* in our study was poor. In the second generation of feeding on the latter prey, the predatory mite failed to reach adulthood. The oviposition rate on greenhouse whiteflies observed in our study (1.6 eggs/female/day) was substantially lower than that reported by van Houten et al. (2008) with an average of 3.7 eggs per female during peak oviposition on young greenhouse whitefly eggs deposited on a cucumber leaf. In the latter study females had been reared on *T. latifolia* pollen before being presented with whitefly eggs, indicating a possible effect of previous diet. In our study, *A. limonicus* were offered eggs and crawlers of *T. vaporariorum* throughout juvenile development, which may have influenced subsequent adult reproduction. Generalist phytoseiids often fail to control spider mite infestations as they are adversely affected by the dense webbing produced by the spider mites (McMurtry and Croft, 1997; Croft et al., 1998; Messelink et al., 2010). We observed a similar phenomenon here for *A. limonicus*, with particularly the predator larvae becoming entangled in the webs. van Houten et al. (2008) reported an oviposition rate of 0.4 eggs/female/day when *A. limonicus* was fed on *T. urticae* in the presence of webbing. However, when fed juvenile spider mites without webbing, the oviposition rate increased to 2.8 eggs/female/day demonstrating the negative impact of the webbing. In our experiment, no oviposition rate could be calculated on a diet of spider mites as the predator females escaped, most likely to avoid contact with the webbing. Similar negative effects of spider mite webbing were reported for *A. swirskii* (Messelink et al., 2010). Further field testing needs to clarify whether *A. limonicus* can effectively control *T. urticae*, when introduced at low spider mite levels and thus lower levels of webbing. The predatory mite readily consumed high numbers of all stages (except for the egg stage) of *P. latus*, and showed good survival on this diet. However, continuous feeding on this type of prey yielded no reproduction.

Our findings suggest that for successful control of broad mite and greenhouse whitefly infestations, multiple introductions of *A. limonicus* may be needed. Alternatively, in such situations field populations of the predator can be provided with supplementary food sources such as pollen of *Typha* spp. or factitious foods like cysts of *Artemia franciscana* Kellogg (Branchiopoda: Artemiidae) or eggs of *E. kuehniella* (Hoogerbrugge et al., 2011; Vangansbeke et al., 2014). The good developmental and reproductive

Table 2
Reproductive parameters and intrinsic rate of increase of *Amblydromalus limonicus* when fed on several prey and non-prey foods.

Food source	n ^a	Preoviposition period (days) ^b	Oviposition period (days) ^b	Fecundity (eggs/female) ^b	Oviposition rate (eggs/female/day) ^b	Intrinsic rate of increase, <i>r_m</i> (females/female/day) ^{b,c}
<i>F. occidentalis</i>	23	2.04 ± 0.04 b	14.1 ± 0.7 a	40.5 ± 1.9 ab	2.88 ± 0.05 a	0.248 ± 0.002 b
<i>T. vaporariorum</i>	18	2.17 ± 0.17 b	8.3 ± 0.7 b	13.1 ± 1.4 c	1.63 ± 0.14 c	/
<i>E. kuehniella</i>	26	2.15 ± 0.07 b	16.7 ± 1.0 a	48.2 ± 2.5 a	2.91 ± 0.07 a	0.256 ± 0.003 a
<i>T. angustifolia</i>	32	1.53 ± 0.09 a	15.0 ± 0.7 a	38.2 ± 2.0 b	2.58 ± 0.09 ab	0.262 ± 0.003 a
<i>C. lactis</i>	22	1.73 ± 0.12 a	13.9 ± 0.9 a	32.5 ± 1.4 b	2.43 ± 0.10 b	0.256 ± 0.003 ab
<i>C. capitata</i>	25	3.32 ± 0.25 c	9.6 ± 0.8 b	16.5 ± 1.7 c	1.65 ± 0.09 c	0.005 ± 0.007 c
χ^2 , <i>F</i> **		69.856*	15.285**	48.539**	37.247**	813.862**
df		5	5, 140	5, 140	5, 140	4, 123
<i>p</i>		<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001

No reproductive parameters could be calculated on a diet of *Polyphagotarsonemus latus* or *Tetranychus urticae*.
^a Number of tested females.
^b Means ± standard error within a column followed by the same letter are not significantly different (*p* > 0.05; *Kruskal–Wallis followed by Mann–Whitney *U* test; **one-way ANOVA followed by Tukey’s test (oviposition period, fecundity) or Tamhane’s test (oviposition rate, intrinsic rate of increase)).
^c No viable offspring was produced on a diet of *Trialeurodes vaporariorum*.

performance of *A. limonicus* in the present study indicates that *T. angustifolia* pollen (Nutrimite) and *E. kuehniella* eggs have the potential to serve as a supporting food source for *A. limonicus*, although they did induce cannibalistic behavior to a varying extent.

Cannibalism is an ubiquitous phenomenon in the Phytoseiidae and was reviewed by Schausberger (2003). In the present study, *A. limonicus* females were frequently observed to deposit an egg and then immediately trying to pierce it. However, this cannibalistic behavior proved to be diet-dependent. Mites fed on *F. occidentalis*, *T. vaporariorum* and *C. lactis* did not display cannibalistic behavior, but several female adults maintained on *E. kuehniella* eggs, *C. capitata* eggs, or *T. angustifolia* pollen killed their own eggs, resulting in lower population growth rates (Fig. 1). In the present experiments, eggs of *A. limonicus* were collected on a daily basis, leaving the eggs only disposable for 24 h. Therefore, the rate of egg cannibalism might be higher when the eggs remain available throughout the incubation period (>2 days, Table 1). On each of the three diets, there was high variation in cannibalistic activity among individuals, with some females killing up to about 90% of their eggs, whereas others did not cannibalize at all. Whether this is due to genetic variation within our laboratory colony of *A. limonicus* or to other factors will be the subject of future experiments. There is a common consensus that there is no nutritional benefit of cannibalism when optimal conditions are present (Via, 1999). A possible benefit of cannibalism is to acquire nutrients to supplement the diet (Elgar and Crespi, 1992; Schausberger, 2003). If so, cannibalism would be expected to be more prevalent on nutritionally inferior food sources, such as *T. vaporariorum* in the present study. In contrast, we observed cannibalism on diets yielding good

developmental and reproductive performance like *E. kuehniella* eggs and *T. angustifolia* pollen. Furthermore, no cannibalism was observed on any of the natural prey offered. Why feeding on certain food sources encourages egg cannibalism whereas it does not on others, warrants further exploration. Possibly, egg cannibalism can be explained by the fact that a cannibal-detering substance on the chorion is lacking. Alternatively, certain compounds derived from the foods make the eggs more attractive to their mothers. Interestingly, phytoseiids have been shown to recognize their offspring, which has been reported to result in higher killing rates of non-kin rather than kin offspring (Schausberger and Croft, 2001). In our experiment, the females only had access to kin eggs. When facing the choice between kin and non-kin, a situation that may arise both in the crop and in mass production systems, only females that can discriminate between kin and non-kin, and select non-kin for intraspecific predation would provide their own offspring with a competitive advantage (Schausberger, 2003).

As an omnivorous insect, *F. occidentalis* crosses trophic boundaries by feeding on animal foods such as spider mite eggs (Pallini et al., 1998; Agrawal and Klein, 2000) and eggs of their phytoseiid predators (Faraji et al., 2002; Janssen et al., 2003). Our results show that providing *A. limonicus* with *F. occidentalis* larvae in small experimental arenas resulted in significantly lower growth rates of the predator (from 0.248 to 0.206 females/female/day) due to the antipredator behavior of thrips larvae. During the experiment with *F. occidentalis*, we effectively observed antipredator behavior of thrips larvae but we did not see cannibalistic activities by *A. limonicus*. However, we cannot fully exclude that some of the destroyed eggs were the result of egg cannibalism by the phytoseiid. Thrips are known to detect the presence of their potential predators (Janssen et al., 2003), a phenomenon that is triggered by (diet-related) chemical cues. In our experimental arenas, these volatile compounds may have been derived from conspecifics releasing rectal fluids that act as alarm pheromones (Teerling et al., 1993) as well as from the faeces of the predatory mites (Venzon et al., 2000). Alternatively, thrips may be able to detect volatiles emitted by the eggs of their phytoseiid predators, allowing them to discriminate between harmful and harmless eggs (Janssen et al., 2003). Additionally, thrips larvae may have switched from plant to prey feeding due to the reduced quality of the leaf arena, as was also reported by Agrawal et al. (1999). High egg killing rates suggest that *A. limonicus* was identified as a potential predator by *F. occidentalis* in our experimental setup. Whether the resulting reduction in population growth of the mite observed in the present laboratory study will also occur in a field situation remains to be investigated.

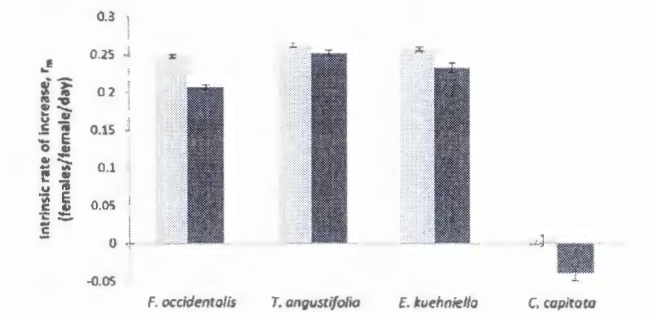


Fig. 1. Intrinsic rate of increase (means ± SE) of *Amblydromalus limonicus* with (black bars) or without (grey bars) corrections for antipredatory (on *Frankliniella occidentalis*) or cannibalistic behavior (on *Typha angustifolia*, *Ephestia kuehniella* and *Ceratitis capitata*) against eggs of the predatory mite.

Further research is warranted to evaluate the effect of multiple pest presence in the crop. Messelink et al. (2008) reported that pest suppression by *A. swirskii* was improved when both *F. occidentalis* and *T. vaporariorum* were present in the crop compared to a single pest situation. Besides the effect of apparent competition, better levels of pest control were due to an increased population growth of the predator. Several other reports indicated better pest suppression when alternative food, both prey and non-prey, was available to phytoseiid predators (Karban et al., 1994; Nomikou et al., 2002; Liu et al., 2006).

In conclusion, our results demonstrate the generalist feeding nature of *A. limonicus*, enabling it to use a broad range of foods, including both prey and non-prey foods. High population growth rates obtained on *F. occidentalis* indicate its potential to control outbreaks of this thrips species. The overall positive results on *T. angustifolia* pollen and some of the tested factitious foods demonstrate their potential for application both in the mass rearing of *A. limonicus* and to support its populations after release in the field. However, the cannibalistic behavior on some of these diets and the potential impact thereof on laboratory and field populations of the predator requires further study.

Acknowledgments

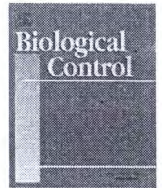
This research was supported by project No. 090931 from the Institute for the Promotion of Innovation through Science and Technology in Flanders (IWT-Vlaanderen).

Appendix A. Supplementary data

Supplementary data associated with this article can be found, in the online version, at <http://dx.doi.org/10.1016/j.biocontrol.2014.03.015>.

References

- Agrawal, A.A., Klein, C.N., 2000. What omnivores eat: direct effects of induced plant resistance on herbivores and indirect consequences for diet selection by omnivores. *J. Anim. Ecol.* 69, 525–535.
- Agrawal, A.A., Kobayashi, C., Thaler, J.S., 1999. Influence of prey availability and induced host-plant resistance on omnivory by Western flower thrips. *Ecology* 80, 518–523.
- Bielza, P., 2008. Insecticide resistance management strategies against the Western flower thrips, *Frankliniella occidentalis* (Thysanoptera: Thripidae). *Pest Manag. Sci.* 64, 1131–1138.
- Birch, L., 1948. The intrinsic rate of natural increase of an insect population. *J. Anim. Ecol.* 17, 15–26.
- Chant, D., Hiescher, C., 1960. Some observations on the ecology of phytoseiid mites (Acarina: Phytoseiidae) in California. *Entomophaga* 5, 131–159.
- Croft, B.A., Monetti, L.V., Pratt, P.D., 1998. Comparative life histories and predation types of *Neoseiulus californicus* and *N. fallaciis* (Acarina: Phytoseiidae) – similar type II selective predators of spider mites? *Environ. Entomol.* 27, 531–538.
- Edgar, M.A., Crespi, B.J., 1992. Cannibalism. *Ecology and Evolution Among Diverse Taxa*. Oxford University Press, USA.
- Faraji, F., Janssen, A., Sabelis, M.W., 2002. Oviposition patterns in a predatory mite reduce the risk of egg predation caused by prey. *Ecol. Entomol.* 27, 660–664.
- Geerman, K., Hewitt, E., Denholm, I., Devine, G.J., 2002. New developments in insecticide resistance in the glasshouse whitefly (*Trialeurodes vaporariorum*) and the two-spotted spider mite (*Tetranychus urticae*) in the UK. *Pest Manag. Sci.* 58, 123–130.
- Hoogerbrugge, H., van Houten, Y.M., Knapp, M., Bolckmans, K., 2011. Biological control of thrips and whitefly on strawberry with *Amblyseius limonicus* and *Amblyseius swirskii*. *IOBC/wppr Bull.* 68, 65–69.
- Hurling, B.L., Orr, D.R., Obrycki, J.J., 1990. A computer program for calculation and statistical comparison of intrinsic rates of increase and associated life table parameters. *Fla. Entomol.* 73, 601–612.
- Janssen, A., Willemse, F., Van Der Hammen, T., 2003. Poor host plant quality causes omnivory in a consumer predator. *Ecol. J. Anim. Ecol.* 72, 478–483.
- Jensen, S.B., 2000. Insecticide resistance in the Western flower thrips, *Frankliniella occidentalis*. *Integr. Pest Manag. Rev.* 5, 131–146.
- Jones, L., Campbell, C.A.M., Hardie, J., Pickett, J.A., Pye, B.J., Wadhams, L.J., 2003. Integrated management of two-spotted spider mite *Tetranychus urticae* on hops using hop beta-acids as an antifeedant together with the predatory mite *Phytoseiulus persimilis*. *Biocontrol Sci. Technol.* 13, 241–252.
- Karban, R., Hogen-Eitzmann, D., English-Loeb, G., 1994. Predator-mediated apparent competition between two herbivores that feed on grapevines. *Oecologia* 97, 508–511.
- Kennett, C., Hamai, J., 1986. Oviposition and development in predaceous mites fed with artificial and natural diets (Acarina: Phytoseiidae). *Entomol. Exp. Appl.* 28, 116–122.
- Kirk, W.D., Terry, L.I., 2003. The spread of the Western flower thrips *Frankliniella occidentalis* (Pergande). *Agric. For. Entomol.* 5, 301–310.
- Knapp, M., van Houten, Y., Hoogerbrugge, H., Bolckmans, K., 2013. *Amblydromalus limonicus* (Acarina: Phytoseiidae) as a biocontrol agent: literature review and new findings. *Acarologia* 53, 191–202.
- Lewis, T., 1997. Thrips as crop pests. *Cab Int.*, 740.
- Liu, C.-Z., Yan, L., Li, H.-R., Wang, G., 2006. Effects of predator-mediated apparent competition on the population dynamics of *Tetranychus urticae* on apples. *Biocontrol* 51, 453–463.
- Maia, A.H.N., Luiz, A.J.B., Campanholo, C., 2000. Statistical inference on associated fertility life parameters using jackknife technique: computational aspects. *J. Econ. Entomol.* 93, 511–518.
- McCullagh, P., Nelder, J.A., 1989. *Generalized Linear Models*. Chapman & Hall, New York.
- McMurtry, J.A., Croft, B.A., 1997. Life-styles of phytoseiid mites and their role in biological control. *Annu. Rev. Entomol.* 42, 291–321.
- McMurtry, J.A., Scriven, G.T., 1965. Life-history studies of *Amblyseius limonicus*, with comparative observations on *Amblyseius hibisci* (Acarina: Phytoseiidae). *Ann. Entomol. Soc. Am.* 58, 106–111.
- Messelink, G.J., Van Steenpaal, S.E.F., Ramakers, P.M.J., 2006. Evaluation of phytoseiid predators for control of Western flower thrips on greenhouse cucumber. *Biocontrol* 51, 753–768.
- Messelink, G.J., Maanen, R.V., van Steenpaal, S.E., Janssen, A., 2008. Biological control of thrips and whiteflies by a shared predator: two pests are better than one. *Biol. Control* 44, 372–379.
- Messelink, G.J., Van Maanen, R., Van Helstein-Saj, R., Sabelis, M.W., Janssen, A., 2010. Pest species diversity enhances control of spider mites and whiteflies by a generalist phytoseiid predator. *Biocontrol* 55, 387–398.
- Morewood, W., Gilkeson, L., 1991. Diapause induction in the thrips predator *Amblyseius cucumeris* (Acarina: phytoseiidae) under greenhouse conditions. *Entomophaga* 36, 253–263.
- Nomikou, M., Janssen, A., Schraag, R., Sabelis, M., 2001. Phytoseiid predators as potential biological control agents for *Bemisia tabaci*. *Exp. Appl. Acarol.* 25, 271–291.
- Nomikou, M., Janssen, A., Schraag, R., Sabelis, M.W., 2002. Phytoseiid predators suppress populations of *Bemisia tabaci* on cucumber plants with alternative food. *Exp. Appl. Acarol.* 27, 57–68.
- Osborne, L., Landa, Z., 1992. Biological control of whiteflies with entomopathogenic fungi. *Fla. Entomol.* 75, 456–471.
- Pallini, A., Janssen, A., Sabelis, M., 1998. Predators induce interspecific herbivore competition for food in refuge space. *Ecol. Lett.* 1, 171–176.
- Ragusa, S., Swirski, E., 1977. Feeding habits, post-embryonic and adult survival, mating, virility and fecundity of the predaceous mite *Amblyseius swirskii* [Acarina: Phytoseiidae] on some coccids and mealybugs. *Entomophaga* 22, 283–292.
- Ramakers, P.M.J., 1980. Biological control of *Thrips tabaci* (Thysanoptera: Thripidae) with *Amblyseius* spp. (Acarina: Phytoseiidae). *IOBC/wppr Bull.* 3, 207–208.
- Schausberger, P., 2003. Cannibalism among phytoseiid mites: a review. *Exp. Appl. Acarol.* 29, 173–191.
- Schausberger, P., Croft, B.A., 2001. Kairomone and larval cannibalism by adult females in specialist predaceous mites. *Anim. Behav.* 61, 459–464.
- Swirski, E., Deza, N., 1968. Studies on the feeding, development and oviposition of the predaceous mite *Amblyseius limonicus* Gahan & McGregor (Acarina: Phytoseiidae) on various kind of food sources. *Isr. J. Agric. Res.* 18, 71–75.
- Teeling, C., Pierce, J., H., Borden, J., Gillespie, D., 1993. Identification and bioactivity of alarm pheromone in the Western flower thrips, *Frankliniella occidentalis*. *J. Chem. Ecol.* 19, 631–697.
- van Houten, Y.M., van Rijn, P.C.J., Tanigoshi, K.K., van Nisum, P., Pruim, J., 1995. Preselection of predatory mites to improve year-round biological control of Western flower thrips in greenhouse crops. *Entomol. Exp. Appl.* 74, 225–234.
- van Houten, Y.M., Rothe, J., Bolckmans, E.J.F., 2006. The generalist predator *Amblydromalus limonicus* (Acarina: Phytoseiidae): a potential biological control agent of thrips and whiteflies. *IOBC/wppr Bull.* 32, 237–240.
- van Lenteren, J.C., 2000. A greenhouse without pesticides: fact or fantasy? *Crop Prot.* 19, 375–384.
- van Lenteren, J.C., 2012. The state of commercial augmentation biological control: plenty of natural enemies, but a frustrating lack of uptake. *Biocontrol* 57, 1–20.
- Vangansbeke, D., Nguyen, D.T., Audebert, J., Verhoeven, R., Gobin, B., Tiry, L., De Clercq, P., 2013. Performance of the predatory mite *Amblydromalus limonicus* on factitious foods. *Biocontrol* 58, 67–77.
- Venzon, M., Janssen, A., Pallini, A., Sabelis, M.W., 2000. Diet of a polyphagous arthropod predator affects refuge seeking of its thrips prey. *Anim. Behav.* 60, 369–375.
- Vin, S., 1999. Cannibalism facilitates the use of a novel microhabitat in the flour beetle *Tribolium castaneum*. *Ecolology* 80, 367–375.
- Wunder, D., Hoffmann, F., Schausberger, P., 2009. Prey suitability of Western flower thrips, *Frankliniella occidentalis*, and onion thrips, *Thrips tabaci*, for the predatory mite *Amblyseius swirskii*. *Biocontrol Sci. Technol.* 18, 533–542.



Food supplementation affects interactions between a phytoseiid predator and its omnivorous prey

Dominiek Vangansbeke^a, Duc Tung Nguyen^a, Joachim Audenaert^b, Ruth Verhoeven^b, Bruno Gobin^b, Luc Tirry^a, Patrick De Clercq^{a,*}

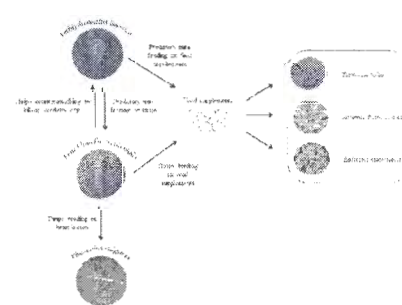
^aLaboratory of Agrozoology, Department of Crop Protection, Ghent University, Coupure Links 653, B-9000 Ghent, Belgium

^bOrnamental Plant Research, Schaessestraat 18, B-9070 Destelbergen, Belgium

HIGHLIGHTS

- *Frankliniella occidentalis* fed on all food supplements tested, enhancing its development.
- *Amblydromalus limonicus* consumed less thrips larvae in the presence of food supplements.
- Food supplements reduced antipredator behavior of thrips.
- Pollen feeding by thrips significantly reduced leaf damage.

GRAPHICAL ABSTRACT



ARTICLE INFO

Article history:

Received 24 December 2013

Accepted 3 June 2014

Available online 11 June 2014

Keywords:

Tritrophic interactions
Food supplements
Omnivory
Augmentative biological control
Phytoseiidae

ABSTRACT

The beneficial effect of food supplements in supporting populations of generalist arthropod predators in agricultural systems has been shown to enhance pest control. When providing additional foods in a crop that is attacked by an omnivorous pest, food supplements may be available to both pest and predator populations resulting in more complex interactions. We assessed the consequences of adding extra food sources to a tritrophic system in the laboratory, consisting of leaf discs of kidney bean plants (*Phaseolus vulgaris*), western flower thrips *Frankliniella occidentalis* (Thysanoptera: Thripidae) and the predatory mite *Amblydromalus limonicus* (Acari: Phytoseiidae). The supplemental food sources tested were cattail pollen, *Typha latifolia*, dry decapsulated cysts of the brine shrimp, *Artemia franciscana* (Branchiopoda: Artemiidae) and eggs of the Mediterranean flour moth, *Ephestia kuehniella* (Lepidoptera: Pyralidae). Larvae of *F. occidentalis* were observed to feed on all three food sources when applied to bean leaves. The immature development time of *F. occidentalis* was significantly shorter when *T. latifolia* pollen was provided compared to bean leaves only and bean leaves supplemented with *A. franciscana* or *E. kuehniella*. The predation rate of *A. limonicus* females on first instars of *F. occidentalis* decreased with about 30% irrespective of food type supplemented to the leaf discs. The presence of additional foods reduced antipredator behavior of *F. occidentalis* larvae killing predator eggs. Thrips larvae did not attack eggs of *A. limonicus* when cattail pollen was added to the leaf discs, whereas 2.5 predator eggs per day were consumed without food supplementation. Leaf damage decreased substantially when *Typha* pollen was present on the leaf discs. The findings of this study indicate that food supplementation shifts tritrophic interactions both top-down and bottom-up and may affect the outcome of an augmentative biological control program.

© 2014 Elsevier Inc. All rights reserved.

* Corresponding author.

E-mail addresses: dominiek.vangansbeke@ugent.be (D. Vangansbeke), tung.nguyenduc@ugent.be (D.T. Nguyen), joachim.audenaert@pse.ugent.be (J. Audenaert), ruth.verhoeven@pse.ugent.be (R. Verhoeven), brunogobin@pse.ugent.be (B. Gobin), luc.tirry@ugent.be (L. Tirry), patrick.declercq@ugent.be (P. De Clercq).

1. Introduction

Plants use direct (e.g. leaf hairiness) and indirect strategies (e.g. attracting predators) to enhance protection against herbivores (Turlings and Wäckers, 2004; Wäckers et al., 2005; Howe and Jander, 2008). Indirect protection can be obtained by using plant volatiles and alternative food sources (e.g. nectar) or shelter (e.g. domatia) to attract and/or reward the natural enemies of herbivores (Pullin and Gilbert, 1989; Dicke et al., 1990; English-Loeb et al., 2002; Koller et al., 2007; Howe and Jander, 2008). Natural enemies have been shown to benefit from the presence of (extrafloral) nectar and pollen, resulting in enhanced pest suppression (Bakker and Klein, 1992; van Rijn et al., 2002; Wäckers and van Rijn, 2005). When the plants themselves do not provide such food sources, they can be introduced deliberately in the crop to increase predator numbers (Curr et al., 2005; Nomikou et al., 2010) or to conserve populations of natural enemies in times when prey are scarce (Nomikou et al., 2003). Several laboratory and greenhouse experiments have demonstrated a beneficial effect of providing alternative foods to various arthropod generalist predators (Castañé et al., 2006; Hoogerbrugge et al. 2008; Nomikou et al., 2010; Wong and Frank, 2012). However, when introducing such foods in the crop, one should consider that not all pests are exclusively herbivorous. Omnivorous pests may also profit from additional food sources (Agrawal and Klein, 2000; Coll and Guershon, 2002). Western flower thrips, *Frankliniella occidentalis* (Pergande) (Thysanoptera: Thripidae), is such an omnivorous pest that can feed on both animal prey, like tetranychid eggs, and plant materials, like pollen (Agrawal et al., 1999; Hulshof and Vänninen, 2002; van Maanen et al., 2012). Furthermore, this cosmopolitan pest has been shown to display antipredator behavior by killing eggs of phytoseiid mites (Janssen et al., 2002, 2003), which are key predators of thrips (van Lenteren, 2012). In a companion study, we have demonstrated a significant reduction in population growth of *Amblydromalus limonicus* (Garman & McGregor) (Acari: Phytoseiidae) due to counterattacking thrips larvae destroying the predator eggs (Vangansbeke et al., 2014b). In spite of the pest's omnivory and antipredator behavior, van Rijn et al. (1999, 2002) reported that biological control of *F. occidentalis* by the generalist phytoseiid *Iphiseius degenerans* (Berlese) was enhanced when cattail pollen (*Typha latifolia* L.) was supplemented on cucumber plants.

Pollen products are currently commercialized to support populations of predatory mites in protected crops. Besides, other types of supplemental foods are commercially available and have shown to be excellent foods to support the development and/or reproduction of various predatory insects (e.g. Castañé et al., 2006; Vandekerckhove et al., 2009; Bonte et al., 2012) and mites, both in the laboratory and in the field. Cysts of the brine shrimp *Artemia franciscana* Kellogg (Branchiopoda: Artemiidae) and eggs of the Mediterranean flour moth *Ephestia kuehniella* Zeller (Lepidoptera: Pyralidae) were found to support the population increase of both *A. limonicus* and *Amblyseius swirskii* (Athias-Henriot) more than *T. latifolia* pollen did (Nguyen et al., 2013, 2014; Vangansbeke et al., 2014a). To what extent *F. occidentalis* can exploit these factitious foods when present in the crop is the subject of the present paper. We investigated the implications of food supplementation to a tritrophic system in the laboratory consisting of kidney bean (*Phaseolus vulgaris* L.), the omnivorous pest *F. occidentalis* and the generalist predator *A. limonicus* (Fig. 1). We tested 1) whether applying supplemental foods affects development of *F. occidentalis* immatures; 2) whether the predation rate of *A. limonicus* on thrips larvae is affected by the presence of additional food; 3) what is the influence of food supplementation on antipredator behavior of

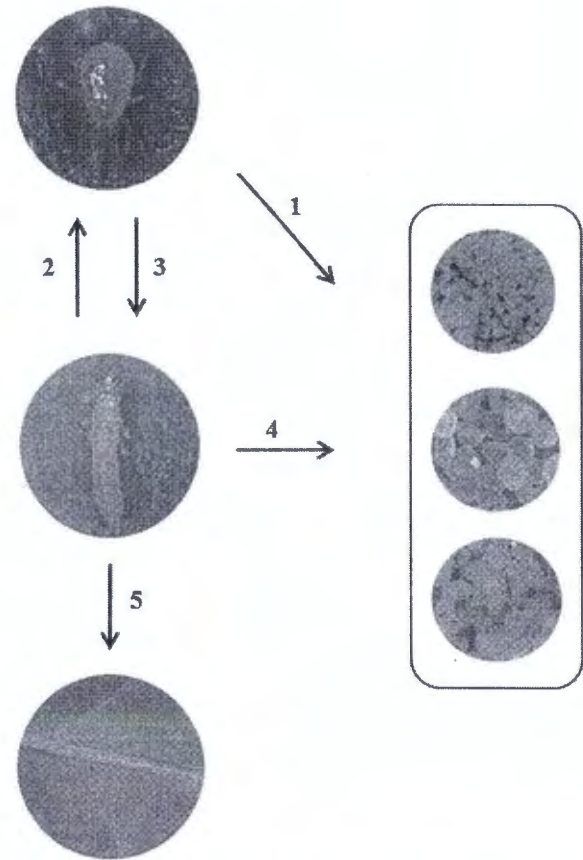


Fig. 1. Effects of supplementing food on the interactions between a phytoseiid predator (*Amblydromalus limonicus*), an omnivorous pest (*Frankliniella occidentalis*) and a kidney bean plant (*Phaseolus vulgaris*). 1: Effect of food supplements on population growth of *Amblydromalus limonicus*; 2: Antipredator behavior of *Frankliniella occidentalis* killing *Amblydromalus limonicus* eggs; 3: Predation by *Amblydromalus limonicus* on *Frankliniella occidentalis* larvae; 4: Whether supplemental foods reduce leaf damage caused by thrips; 5: Feeding by thrips on bean leaves.

thrips larvae on predator eggs; 4) whether supplemental foods reduce leaf damage caused by thrips.

2. Materials and methods

2.1. Insect and mite colonies

Western flower thrips were collected from rose plants in the greenhouses of the Ornamental Plant Research Station (Destelbergen, Belgium), and were subsequently reared on kidney bean pods (*P. vulgaris*), serving as an oviposition substrate and food source, placed on a layer of vermiculite in plastic boxes. The diet of adult *F. occidentalis* was supplemented with dry bee pollen (Weyn's N.V., Beveren, Belgium) to enhance reproduction. Rearing boxes were kept in a climate chamber at $23 \pm 1^\circ\text{C}$, $65 \pm 5\%$ RH and a 16:8 h (L:D) photoperiod.

A laboratory colony of *A. limonicus* was initiated with individuals obtained from Koppert B.V. (Berkel en Rodenrijs, The Netherlands) and was maintained on reversed kidney bean leaves placed on water-soaked cotton in a petri dish (\varnothing 13.3 cm). Twice a week, eggs were harvested on strands of cotton and *T. latifolia* pollen was dusted over the leaves as food for juveniles and adults.

The mite colony was maintained in a controlled environment at $25 \pm 1^\circ\text{C}$, $65 \pm 5\%$ RH and a 16:8 h (L:D) photoperiod.

2.2. Food sources

Frozen cattail pollen and frozen *E. kuehniella* eggs were provided by Koppert B.V. and were stored at -18°C . Dry decapsulated cysts of the brine shrimp *A. franciscana* originating from the Great Salt Lake (Utah, USA) were provided by the Artemia Reference Center (Ghent University, Belgium), and stored at 5°C .

2.3. Experiment 1: development of *F. occidentalis* on food supplements

First instars of *F. occidentalis* (<6 h old) were transferred from the colony to individual insect breeding cages (50×15 mm) (SPL Life Sciences Co. Ltd., Korea) furnished with a circular bean (*P. vulgaris*) leaf disc (ϕ 50 mm) placed on a 7 mm layer of agar (1.5% w/w). Leaf discs were either not supplied with extra food (control) or supplemented once (at the start of the experiment) with *ad libitum* amounts of *T. latifolia* pollen, *A. franciscana* cysts or *E. kuehniella* eggs (corresponding with about 50, 350 and 250 μg per dish, respectively). Each treatment was replicated 25 times and thrips development was monitored daily.

2.4. Experiment 2: influence of food supplements on predation by *A. limonicus*

Gravid four-days-old females of *A. limonicus* fed on either *T. latifolia*, *A. franciscana* or *E. kuehniella* (in the second generation on the respective diets) were starved individually for 24 h without water in glass tubes (ϕ = 7 mm, L = 45 mm) sealed with a cotton plug. For each diet, two groups of 20 starved females (with or without supplemental food) were individually transferred to a reversed square bean leaf disc (25×25 mm) placed on a polyurethane sponge soaked in tap water and supplied with 15 *F. occidentalis* first instars. The first group of females received only thrips, whereas the second group received thrips supplemented with the same food source the mites were previously reared on. The number of killed thrips larvae was counted after 24 h.

2.5. Experiment 3: influence of food supplements on counterattack behavior by *F. occidentalis*

Ten predatory mite eggs (<14 h old) were collected from the colony and were placed in a circle on the edges of a square bean leaf disc prepared as described above. A single second instar of *F. occidentalis* was transferred from the colony to the center of the circle of *A. limonicus* eggs. The larvae were allowed to feed on the bean leaf disc and mite eggs. After 24 h the number of damaged *A. limonicus* eggs was counted. Four treatments were replicated

20 times. The first treatment consisted of a bean leaf disc without supplemental food, whereas in the other three either *T. latifolia*, *A. franciscana* or *E. kuehniella* was provided.

2.6. Experiment 4: influence of food supplements on plant damage caused by *F. occidentalis* females

Five adult females of *F. occidentalis* (5–10 days old) were introduced to similar arenas as those used in experiment 1 and were allowed to feed on the bean leaf tissue for 24 h. In a first treatment, females received no additional food, whereas in the remaining treatments leaf discs were supplied with either *T. latifolia*, *A. franciscana* or *E. kuehniella*. After 24 h thrips and foods were carefully removed from the leaf discs, after which the discs were scanned and the damaged leaf area was quantified using the software CompuEye (Bakr, 2005). For each treatment 30 replicates were set up.

All experiments were carried out in climate chambers set at $23 \pm 1^\circ\text{C}$, $65 \pm 5\%$ RH and a 16:8 h (L:D) photoperiod.

2.7. Data analysis

Data were analyzed using SPSS Statistics 20 (IBM). Normality and heteroscedasticity were checked using a Kolmogorov–Smirnov and Levene test, respectively. In case of non-normal distribution, non-parametric Kruskal–Wallis H tests were conducted followed by Mann–Whitney U tests to separate the means. When data were found to be normally distributed, one-way analysis of variance (ANOVA) was conducted and means were separated using Tukey's test when variances were found to be equal (homoscedasticity), and by Tamhane's test when variances were unequal (heteroscedasticity). A two-way ANOVA was conducted in experiment 2 to evaluate the impact of previous diet and food supplementation (i.e. with or without food supplement) on prey consumption. As no interactions between the main factors were found, mean predation rates were separated by way of a Tukey test. The level of significance was set at 0.05 for all tests.

3. Results

3.1. Experiment 1: development of *F. occidentalis* on food supplements

Thrips larvae were observed to feed on all food sources provided. Diet did not affect the survival rates of thrips immatures, as no mortality was observed in all treatments. Offering *T. latifolia* pollen and *A. franciscana* cysts in addition to bean leaves accelerated the development of immature *F. occidentalis* (Table 1). Adding *E. kuehniella* eggs to the leaf disc did, however, not result in faster development. Accelerated development of the larval stages was not associated with faster (pre-)pupal development of the thrips.

Table 1

Developmental time (days) of *Frankliniella occidentalis* on bean leaf discs in the presence or absence of additional food sources (*Typha latifolia* pollen, *Artemia franciscana* cysts or *Ephestia kuehniella* eggs).

Diet	First + second instar	Prepupa	Pupa	Total
<i>P. vulgaris</i>	6.25 ± 0.16 c	1.20 ± 0.08 a	2.96 ± 0.07 a	10.41 ± 0.16 c
<i>P. vulgaris</i> + <i>T. latifolia</i>	5.22 ± 0.12 a	1.12 ± 0.07 a	2.88 ± 0.11 a	9.22 ± 0.14 a
<i>P. vulgaris</i> + <i>A. franciscana</i>	5.78 ± 0.14 b	1.16 ± 0.07 a	2.80 ± 0.08 a	9.74 ± 0.14 b
<i>P. vulgaris</i> + <i>E. kuehniella</i>	5.82 ± 0.21 bc	1.18 ± 0.09 a	2.94 ± 0.11 a	9.94 ± 0.21 bc
χ^2	18.379	0.53	1.993	22.107
df	3	3	3	3
p	<0.001	0.912	0.574	<0.001

Means (\pm standard error) within a column followed by the same letter are not significantly different ($p > 0.05$; Mann–Whitney U tests; χ^2 -, df- and p-values refer to Kruskal–Wallis ANOVAs).

3.2. Experiment 2: influence of food supplements on predation by *A. limonicus*

A two-way ANOVA revealed no interaction between the factors previous diet and food supplementation ($F_{2,120} = 0.792$; $p = 0.455$) on the number of *F. occidentalis* first instars killed by *A. limonicus* females after 24 h. Both main factors had a significant effect on the number of thrips killed ($F_{2,120} = 10.153$; $p < 0.001$ and $F_{1,120} = 91.77$; $p < 0.001$, previous diet and food supplementation, respectively). Additionally, a one-way ANOVA was performed for pairwise comparison of the treatments (one-way ANOVA, $F = 22.652$, $df = 5, 114$; $p < 0.001$; Tamhane's test). When fed on cattail pollen for 2 generations, the phytoseiid killed fewer thrips larvae than when fed on moth eggs or brine shrimp cysts (Fig. 2). When *A. limonicus* females were offered thrips larvae together with a food supplement, their predation rates on the thrips decreased by about 30% on all three supplemental food sources as compared to being presented with thrips alone.

3.3. Experiment 3: influence of food supplements on counterattack behavior by *F. occidentalis*

The presence of alternative food on the leaf disc affected anti-predator behavior of *F. occidentalis* larvae (Kruskal–Wallis, $\chi^2 = 44.622$; $df = 3$; $p < 0.001$) (Fig. 3). Second instar *F. occidentalis* consumed an average of 2.5 *A. limonicus* eggs per day in the absence of food supplements. When brine shrimp cysts or moth

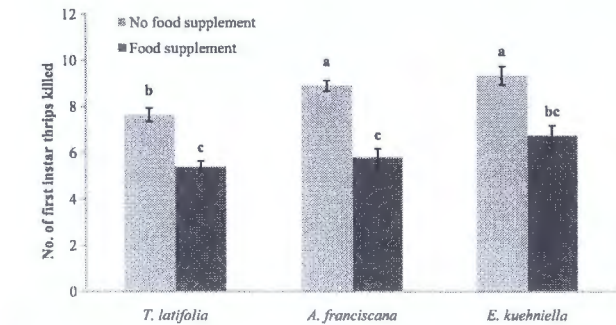


Fig. 2. Influence of previous diet and food supplementation (*Typha latifolia* pollen, *Artemia franciscana* cysts or *Ephestia kuehniella* eggs) on 24-h predation rate (means \pm SE) of *Amblydromalus limonicus* females on first instars of *Frankliniella occidentalis*. Bars with the same letter are not significantly different ($p > 0.05$; Tamhane test).

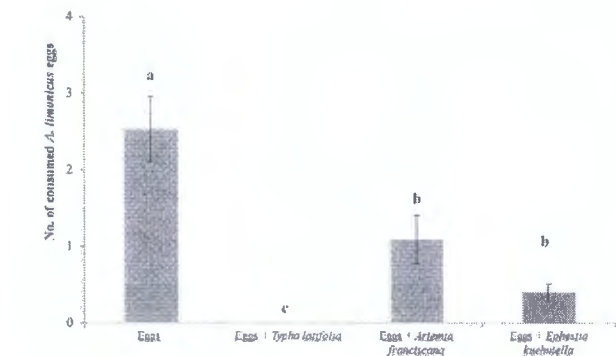


Fig. 3. Mean (\pm SE) number of *Amblydromalus limonicus* eggs killed by antipredator behavior of *Frankliniella occidentalis* second instars in the absence (control) or presence of food supplements (*Typha latifolia* pollen, *Artemia franciscana* cysts or *Ephestia kuehniella* eggs). Bars with the same letter are not significantly different ($p > 0.05$; Mann–Whitney U tests).

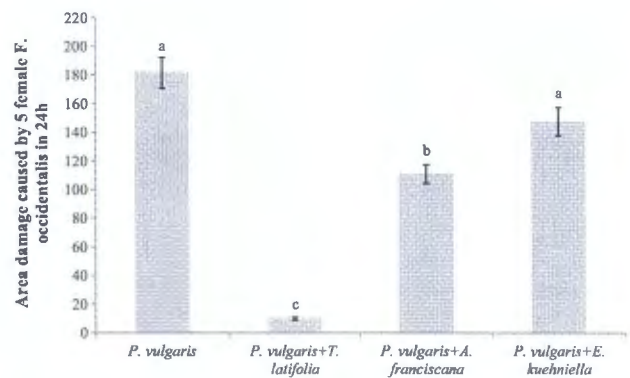


Fig. 4. Damaged leaf area (means \pm SE) due to feeding by *Frankliniella occidentalis* adults in the absence (control) or presence of food supplements (*Typha latifolia* pollen, *Artemia franciscana* cysts or *Ephestia kuehniella* eggs). Bars with the same letter are not significantly different ($p > 0.05$; Tamhane tests).

eggs were added to the experimental arena, only about 1.1 and 0.4 predator eggs were killed, respectively. No antipredator behavior was observed in the presence of *T. latifolia* pollen.

3.4. Experiment 4: influence of food supplements on plant damage caused by *F. occidentalis* females

Diet significantly affected the bean leaf area damaged by adult thrips (one-way ANOVA, $F = 87.388$; $df = 3, 113$; $p < 0.001$). In the presence of *T. latifolia* pollen, the damaged leaf area was only one tenth of that in the control without additional food (Fig. 4). Supplementing bean leaf discs with *E. kuehniella* eggs did not reduce leaf injury levels, whereas a supplement of *A. franciscana* cysts did.

4. Discussion

In biological control programs, food supplements can be introduced in the crop to support natural enemy populations and as such enhance top-down cascading effects to minimize plant damage. However, the impact of food supplementation on pest suppression may not be straightforward when foods can be utilized by the target pest as well. In line with other studies (Hulshof et al., 2003; Zhi et al., 2005), our results show that *F. occidentalis* larvae developed faster on bean leaves when pollen was present. Moreover, thrips larvae were also observed to feed on *A. franciscana* cysts and *E. kuehniella* eggs offered as supplemental foods. On brine shrimp cysts, this even resulted in a faster development of the pest. Despite the ability of thrips to use pollen as a food source, van Rijn et al. (1999, 2002) observed an increased level of thrips suppression when *T. latifolia* pollen was supplemented to different phytoseiid predators. The authors suggested that the patch-wise application of pollen resulted in a different vertical distribution of pest and predator. Predatory mites tended to aggregate thus monopolizing pollen-treated leaves, whereas thrips were more abundant on the top of the plant. This hypothesis could not be tested in the present laboratory study using leaf disc arenas.

To enhance the efficacy of a biological control program against thrips in protected cultivation, a supplemental food source should be selected which favors population increase of thrips predators more than that of thrips (van Rijn and Tanigoshi, 1999; Hulshof et al., 2003). In a previous study, we found that both *A. franciscana* and *E. kuehniella* were superior food sources to *T. latifolia* pollen in terms of their potential to support the population increase of the generalist predator *A. limonicus* (Vangansbeke et al., 2014a). In the present study, *A. franciscana* cysts and *E. kuehniella* eggs were found to have some nutritional benefit for thrips but not to the

same extent as *T. latifolia* pollen. Therefore, the above factitious food sources are serious candidates for use as supplemental food sources to enhance thrips control by *A. limonicus* in protected cultivation. In the present study we have only focused on the effect of food supplements on immature development of *F. occidentalis*. Although generally the intrinsic rate of increase (r_m) is more affected by changes in developmental parameters than in reproduction (Lewontin, 1965) life table analysis is warranted to fully appreciate the impact of these foods on the population growth of *F. occidentalis*.

Diet affected the predation rate of *A. limonicus* females on first instars of *F. occidentalis*, with less prey killed when the predator was previously fed on *T. latifolia*. Possibly, this is partly due to the smaller body size of females reared on *T. latifolia* (Vangansbeke et al., 2014a) as compared to that on the other tested food sources. When supplemental foods were present on the leaf discs less prey were consumed (about 30%) than in the absence of additional food. Similar observations were obtained for other predatory mites offered pollen supplements (McMurtry and Scriven, 1966; van Rijn and Sabelis, 1993; Fouty, 1997; Pappas et al., 2008). Food supplementation may lead to a decrease in the per capita predation rate, but considering the expected resulting numerical increases of the predator population, the overall predation level may be higher and thus yield better pest suppression.

In a previous study, we reported a reduced population growth of *A. limonicus* due to antipredator responses of *F. occidentalis* larvae destroying predator eggs (Vangansbeke et al., 2014b). Thrips are believed to pierce the eggs of their phytoseiid predators rather as a mechanism to reduce the future risk of predation (Janssen et al., 2002; Walzer and Schausberger, 2009) than for nutritionally optimizing their diet (Walzer and Schausberger, 2009). In the present study, individual second instars of *F. occidentalis* killed no less than 2.5 predatory mite eggs per 24 h on bean leaf discs, a rate similar to that reported by Janssen et al. (2003) for second instar *F. occidentalis* killing eggs of *I. degenerans*. In the presence of cattail pollen, these counterattacks were substantially reduced in the latter study. Likewise, no egg-killing was observed in the present study when cattail pollen was added to the leaf disc. Brine shrimp cysts and moth eggs also reduced antipredator behavior, but not to the same extent as pollen. This indicates that not only plant quality (Janssen et al., 2003) but also the quality of food supplements may alter counterattack behavior of thrips. Further, it has previously been suggested that thrips kill more eggs of predatory mites that are considered to be more harmful (Janssen et al., 2002). High numbers of *A. limonicus* eggs killed by *F. occidentalis* larvae in the present study therefore suggest that the phytoseiid was identified by the thrips to be a harmful predator with an average of 2.5 eggs killed per larvae per day. Interestingly, however, no antipredator behavior was observed in the presence of pollen. It may thus be more beneficial for western flower thrips to invest time in population growth (by consuming a high quality food like pollen) rather than to spend time destroying potentially harmful predators. As an alternative hypothesis, the risk of being attacked by a phytoseiid predator in the presence of pollen might be reduced to such a level that it is not worthwhile for thrips to invest energy in antipredator behavior. Finally, we should note that extrapolation of the findings from our laboratory study using simple leaf disk arenas to field level should be done carefully. Being thigmotactic organisms (Lewis, 1997), thrips need to abandon their hiding places to feed on food supplements in the crop. To what extent food supplements will lead to behavioral changes in *F. occidentalis* is subject for future research.

The supplementation of pollen resulted in diet switch of *F. occidentalis* females yielding a tenfold reduction of leaf damage. Adding *A. franciscana* to the arena reduced leaf damage compared to the control (no food supplementation) but not to the same level

as pollen supplementation, whereas supplying *E. kuehniella* eggs did not reduce leaf damage. Western flower thrips are a key pest of a wide range of vegetable crops, but also cause serious economic damage to ornamental crops. In ornamental plant production, there is often a zero tolerance towards pest presence for aesthetic reasons (Skirvin et al., 2002; Schumacher et al., 2006). If supplementing pollen in a pest-predator system reduces plant damage by thrips to a minimum, this approach may be more suitable than using *A. franciscana* cysts or *E. kuehniella* eggs for food supplementation to support populations of phytoseiids or other arthropod predators in ornamentals. Obviously, the results from our small scale laboratory trials would need to be confirmed in longer-term experiments on plants.

Food supplementation in agricultural crops is usually done with the intention to induce density-mediated direct interactions (i.e. higher number of predators kill more prey) resulting in density-mediated indirect interactions (i.e. more predators ultimately diminish plant damage) (Abrams, 1995). However, the results from our laboratory study suggest that the unintended nutritional benefits of supplementing pollen to an omnivorous pest like *F. occidentalis* might be leveled off by both top-down (reduced leaf damage) and bottom-up (reduced antipredator behavior) cascade effects. We expect that the density-mediated direct interactions related to the supplementing of *A. franciscana* cysts and *E. kuehniella* eggs will be greater as compared with pollen supplementation, as the former animal foods have been shown to yield a higher population increase of the predator (Vangansbeke et al., 2014a). However, based on our results, direct reduction of leaf damage and antipredator responses by the pest may be less pronounced when brine shrimp cysts and moth eggs are supplied than when cattail pollen is applied. To what level food supplementation using the food sources tested in this study will result in better pest suppression needs to be further investigated in the field.

Acknowledgments

This research was supported by project number 090931 from the Institute for the Promotion of Innovation through Science and Technology in Flanders (IWT-Vlaanderen). We like to express our gratitude to Rudi and Sarina Vangansbeke for their assistance in processing the images.

References

- Abrams, P.A., 1995. Implications of dynamically variable traits for identifying, classifying, and measuring direct and indirect effects in ecological communities. *Ann. N.Y. Acad. Sci.* 112, 112–134.
- Agarwal, A.A., Klein, C.N., 2000. What omnivores eat: direct effects of induced plant resistance on herbivores and indirect consequences for diet selection by omnivores. *J. Anim. Ecol.* 69, 525–535.
- Agarwal, A.A., Kobayashi, C., Thaler, J.S., 1999. Influence of prey availability and induced host-plant resistance on omnivory by western flower thrips. *Ecology* 80, 518–523.
- Bakker, F.M., Klein, M.E., 1992. Transrophic interactions in cassava. *Exp. Appl. Acarol.* 14, 293–311.
- Behr, E., 2003. A new software for measuring leaf area and area damaged by *Tetranychus urticae* Koch. *J. Appl. Entomol.* 129, 173–175.
- Bonte, J., Vangansbeke, D., Maer, S., Bonte, M., Conlong, D., De Clercq, P., 2012. Moisture source and diet affect development and reproduction of citrus thripsophorus and *Otrius adustus*, two predatory anthrocerids from southern Africa. *J. Insect Sci.* 12, 1–16.
- Castañó, C., Quero, R., Rudaevets, J., 2006. The brine shrimp *Artemia* sp. as alternative prey for rearing the predatory bug *Macrolophus caliginosus*. *Biol. Control* 38, 405–412.
- Chil, M., Sabelis, M., 1992. Omnivory in terrestrial arthropods: mixing plant and prey diets. *Annu. Rev. Entomol.* 47, 263–297.
- Dicke, M., Sabelis, M.W., Takahiyah, J., Bruin, J., Posthumus, M.A., 1990. Plant strategies of manipulating predator-prey interactions through allelochemicals: prospects for application in pest control. *J. Chem. Ecol.* 16, 3091–3113.
- English-Loeb, G., Norton, A.P., Walker, M.A., 2002. Behavioral and population consequences of acarodominata in grapes on phytoseiid mites (Mesostigmata), and implications for plant breeding. *Entomol. Exp. Appl.* 104, 307–319.

- Fouly, A., 1997. Effects of prey mites and pollen on the biology and life tables of *Proprioseiopsis asetus* (Chant) (Acari: Phytoseiidae). *J. Appl. Entomol.* 121, 435–439.
- Gurr, G., Wratten, S., Tyljanakis, J., Kean, J., Keller, M., 2005. Providing plant foods for natural enemies in farming systems: balancing practicalities and theory. In: Wäckers, F.L., van Rijn, P.C.J., Bruin, J. (Eds.), *Plant-Provided Food for Carnivorous Insects: A Protective Mutualism and its Applications*. Cambridge University Press, Cambridge, UK, pp. 326–347.
- Hoogerbrugge, H., van Houten, Y.M., Van Baal, E., Bolckmans, K., 2008. Alternative food sources to enable establishment of *Amblyseius swirskii* (Athias-Henriot) on chrysanthemum without pest presence. *IOBC/wprs Bulletin* 32, 79–82.
- Howe, G.A., Jander, G., 2008. Plant immunity to insect herbivores. *Annu. Rev. Plant Biol.* 59, 41–66.
- Hulshof, J., Ketoja, E., Vänninen, I., 2003. Life history characteristics of *Frankliniella occidentalis* on cucumber leaves with and without supplemental food. *Entomol. Exp. Appl.* 108, 19–32.
- Hulshof, J., Vänninen, I., 2002. Western flower thrips feeding on pollen, and its implications for control. Thrips and Tospoviruses. In: *Proc. 7th Intl. Symp. on Thysanoptera*, July, pp. 2–7.
- Janssen, A., Faraji, F., Van Der Hammen, T., Magalhães, S., Sabelis, M.W., 2002. Interspecific infanticide deters predators. *Ecol. Lett.* 5, 490–494.
- Janssen, A., Willemse, E., Van Der Hammen, T., 2003. Poor host plant quality causes omnivore to consume predator eggs. *J. Anim. Ecol.* 72, 478–483.
- Koller, M., Knapp, M., Schausberger, P., 2007. Direct and indirect adverse effects of tomato on the predatory mite *Neoseiulus californicus* feeding on the spider mite *Tetranychus evansi*. *Entomol. Exp. Appl.* 125, 297–305.
- Lewis, T., 1997. Thrips as Crop Pests. CAB International, Wallingford, UK.
- Lewontin, R.C., 1965. Selection for colonizing ability. In: Baker, H.G., Stebbins, G.L., et al. (Eds.), *The Genetics of Colonizing Species*. Academic Press, New York.
- McMurtry, J., Scriven, G., 1966. The influence of pollen and prey density on the number of prey consumed by *Amblyseius hibisci* (Acarina: Phytoseiidae). *Ann. Entomol. Soc. Am.* 59, 147–149.
- Nguyen, D.T., Vangansbeke, D., Lü, X., De Clercq, P., 2013. Development and reproduction of the predatory mite *Amblyseius swirskii* on artificial diets. *Biocontrol* 58, 369–377.
- Nguyen, D.T., Vangansbeke, D., De Clercq, P., 2014. Artificial and factitious foods support the development and reproduction of the predatory mite *Amblyseius swirskii*. *Exp. Appl. Acarol.* 62, 181–194.
- Nomikou, M., Janssen, A., Sabelis, M.W., 2003. Phytoseiid predators of whiteflies feed and reproduce on non-prey food sources. *Exp. Appl. Acarol.* 31, 15–26.
- Nomikou, M., Sabelis, M.W., Janssen, A., 2010. Pollen subsidies promote whitefly control through the numerical response of predatory mites. *Biocontrol* 55, 253–260.
- Pappas, M., Broufas, G., Koveos, D., 2008. Effect of temperature on survival, development and reproduction of the predatory lacewing *Dichochrysa prasina* (Neuroptera: Chrysopidae) reared on *Ephestia kuehniella* eggs (Lepidoptera: Pyralidae). *Biol. Control* 45, 396–403.
- Pullin, A.S., Gilbert, J.E., 1989. The stinging nettle, *Urtica dioica*, increases trichome density after herbivore and mechanical damage. *Oikos* 54, 275–280.
- Schumacher, S.K., Marsh, T.L., Williams, K.A., 2006. Optimal pest control in greenhouse production of ornamental crops. *Agric. Econ.* 34, 39–50.
- Skirvin, D.J., Williams, M.E.D., Fenlon, J.S., Sunderland, K.D., 2002. Modelling the effects of plant species on biocontrol effectiveness in ornamental nursery crops. *J. Appl. Ecol.* 39, 469–480.
- Turlings, T.C., Wäckers, F., 2004. Recruitment of predators and parasitoids by herbivore-injured plants. In: Cardé, R.T., Millar, J.G. (Eds.), *Advances in Insect Chemical Ecology*. Cambridge University Press, Cambridge, UK, pp. 21–75.
- van Lenteren, J.C., 2012. The state of commercial augmentative biological control: plenty of natural enemies, but a frustrating lack of uptake. *Biocontrol* 57, 1–20.
- van Maanen, R., Broufas, G., Oveja, M.F., Sabelis, M.W., Janssen, A., 2012. Intraguild predation among plant pests: western flower thrips larvae feed on whitefly crawlers. *Biocontrol* 57, 533–539.
- van Rijn, P.C.J., Sabelis, M.W., 1993. Does alternative food always enhance biological control? The effect of pollen on the interaction between western flower thrips and its predators [*Amblyseius cucumeris*]. *IOBC/wprs Bulletin* 16, 123–125.
- van Rijn, P.C.J., van Houten, Y.M., Sabelis, M.W., 2002. How plants benefit from providing food to predators even when it is also edible to herbivores. *Ecology* 83, 2664–2679.
- van Rijn, P.C.J., Tanigoshi, L.K., 1999. Pollen as food for the predatory mites *Iphiseius degenerans* and *Neoseiulus cucumeris* (Acari: Phytoseiidae): dietary range and life history. *Exp. Appl. Acarol.* 23, 785–802.
- van Rijn, P.C.J., van Houten, Y.M., Sabelis, M.W., 1999. Pollen improves thrips control with predatory mites. *IOBC/wprs Bulletin* 22, 209–212.
- Vandekerckhove, B., Parmentier, L., Van Stappen, G., Grenier, S., Febvay, G., Rey, M., De Clercq, P., 2009. *Artemia* cysts as an alternative food for the predatory bug *Macrolophus pygmaeus*. *J. Appl. Entomol.* 133, 133–142.
- Vangansbeke, D., Nguyen, D.T., Audenaert, J., Verhoeven, R., Gobin, B., Tirry, L., De Clercq, P., 2014a. Performance of the predatory mite *Amblydromalus limonicus* on factitious foods. *Biocontrol* 59, 67–77.
- Vangansbeke, D., Nguyen, D.T., Audenaert, J., Verhoeven, R., Gobin, B., Tirry, L., De Clercq, P., 2014b. Diet-dependent cannibalism in the omnivorous phytoseiid mite *Amblydromalus limonicus*. *Biol. Control* 74, 30–35.
- Wäckers, F., van Rijn, P., 2005. Food for protection: an introduction. In: Wäckers, F.L., van Rijn, P.C.J., Bruin, J. (Eds.), *Plant-Provided Food for Carnivorous Insects: A Protective Mutualism and its Applications*. Cambridge University Press, New York, pp. 1–14.
- Wäckers, F.L., Rijn, P.C.J., Bruin, J., 2005. *Plant-Provided Food for Carnivorous Insects: A Protective Mutualism and its Applications*. Cambridge University Press.
- Walzer, A., Schausberger, P., 2009. Non-consumptive effects of predatory mites on thrips and its host plant. *Oikos* 118, 934–940.
- Wong, S.K., Frank, S.D., 2012. Pollen increases fitness and abundance of *Orius insidiosus* Say (Heteroptera: Anthrenidae) on banker plants. *Biol. Control* 64, 45–50.
- Zhi, J., Fitch, G.K., Margolies, D.C., Nechols, J.R., 2005. Apple pollen as a supplemental food for the western flower thrips, *Frankliniella occidentalis*: response of individuals and populations. *Entomol. Exp. Appl.* 117, 185–192.

Solid artificial diets for the phytoseiid predator *Amblyseius swirskii*

Duc Tung Nguyen · Dominiek Vangansbeke ·
Patrick De Clercq

Received: 16 April 2014 / Accepted: 23 July 2014
© International Organization for Biological Control (IOBC) 2014

Abstract *Amblyseius swirskii* (Athias-Henriot) (Acari: Phytoseiidae) is a key predator of a wide range of pests including thrips, whitefly and several mite pests. A number of artificial diets have been developed for this predator, but all of these are liquid, complicating their use in mass production. In the present study, we investigated the survival, development and reproduction of *A. swirskii* fed on several dry artificial diets: the tested diets were freeze dried forms of previously developed liquid meridic artificial diets supplemented with extracts of decapsulated cysts of *Artemia franciscana* Kellogg (Anostraca: Artemiidae) or with pupal hemolymph of Chinese oak silkworm *Antheraea pernyi* (Guérin-Méneville) (Lepidoptera: Saturniidae), and newly composed powdered meridic artificial diets supplemented with ground dry *A. franciscana* cysts or lyophilized pupal hemolymph of *A. pernyi*. Performance of the mite

on the artificial diets was compared with that on cattail pollen (*Typha latifolia* L.). Developmental time of *A. swirskii* females offered lyophilized diets was significantly shorter than on powdered diets. Total fecundity was significantly higher for females fed on the lyophilized diets than for those maintained on the powdered diet with *A. franciscana*. Daily oviposition rates were similar on *T. latifolia* pollen and both lyophilized diets but lower on both powdered diets. The highest intrinsic rate of increase was observed when *A. swirskii* was fed on *T. latifolia* pollen (0.210 females per female per day), followed by the freeze dried diets enriched with *A. pernyi* and *A. franciscana* (0.195 and 0.184 females per female per day, respectively), and the lowest growth rates were observed on the powdered diets supplemented with *A. franciscana* and *A. pernyi* (0.159 and 0.158 females per female per day, respectively). In conclusion, the phytoseiid was able to effectively feed on solid, powdered artificial diets. Freeze-drying of liquid diets did not influence their value to support the development and reproduction of *A. swirskii*. For mass rearing purposes, these dry diets have several advantages over liquid ones, including more convenient application and storage. Furthermore, they are believed to have better potential for use as supplemental foods to sustain predatory mite populations in the crop after release.

Handling Editor: Arne Janssen.

D. T. Nguyen · D. Vangansbeke · P. De Clercq (✉)
Laboratory of Agrozoology, Department of Crop
Protection, Ghent University, Coupure Links 653,
B-9000 Ghent, Belgium
e-mail: Patrick.DeClercq@ugent.be

D. T. Nguyen
e-mail: Tung.NguyenDuc@ugent.be

D. T. Nguyen
Entomology Department, Faculty of Agronomy, Vietnam
National University of Agriculture, Trau Quy, Gia Lam,
Hanoi, Vietnam

Keywords *Amblyseius swirskii* · *Artemia franciscana* · *Antheraea pernyi* · Life table · Artificial diet · Augmentative biological control

Introduction

In augmentative biological control programs, mass produced arthropod natural enemies are often released in high numbers to obtain pest suppression (Stinner 1977; Collier and van Steenwyk 2004). Optimizing mass production methods, for instance by developing cost effective factitious or artificial foods, may reduce the market price of biological control agents and improve their adoption by growers (De Clercq et al. 2014). The effectiveness of augmentative releases can also be enhanced by supplementing foods that increase survival and reproduction of the natural enemies after release, and arrest their emigration from the targeted area (Wade et al. 2008; Lundgren 2009).

The generalist predatory mite *Amblyseius swirskii* Athias-Henriot (Acari: Phytoseiidae) has been shown to be an effective biological control agent of whiteflies (Nomikou et al. 2002; Messelink et al. 2008), thrips (Messelink et al. 2006; 2008) and broad mites (van Maanen et al. 2010) in several greenhouse crops. The predatory mite also feeds on non-prey foods like pollen and honeydew (Momen and El-Saway 1993). The mass rearing procedures for *A. swirskii* are based on the use of storage mites, like *Carpoglyphus lactis* L. (Acari: Carpoglyphidae) and *Thyreophagus entomophagus* (Laboulbene) (Acari: Acaridae), as a food source (Bolckmans and van Houten 2006; Fidgett and Tinson 2008).

In a previous study we found that *A. swirskii* performed well on liquid artificial diets enriched with an extract of *Artemia franciscana* (Kellogg) (Anostraca: Artemiidae) cysts or with pupal hemolymph of the Chinese oak silkworm *Antheraea pernyi* (Guérin-Méneville) (Lepidoptera: Saturniidae), indicating the potential of these diets to sustain populations of the predator in the laboratory rearing as well as in the crop after release (Nguyen et al. 2014). However, liquid diets have certain disadvantages compared to solid diets in stickiness and in many cases a need for encapsulation (Morales-Ramos et al. 2014).

Solid artificial diets have mostly been developed for arthropods with chewing mouthparts (Morales-Ramos et al. 2014). However, Cohen (1998) noted that arthropods with extra-oral digestion, which include phytoseiid mites, can also feed on solid diets. The objectives of the present study were to determine developmental and reproductive parameters of *A. swirskii* fed on cattail pollen (*Typha latifolia* L.), on

lyophilized forms of liquid artificial diets supplemented with an extract of decapsulated cysts of *A. franciscana* (ArF) or with pupal hemolymph of *A. pernyi* (AnF), and on solid artificial diets supplemented with powdered dry *A. franciscana* cysts (ArP) or with lyophilized pupal hemolymph of *A. pernyi* (AnP). The objective of this study was to design a solid artificial diet that can be used for the mass production of *A. swirskii* as well as to support its populations in the crop.

Materials and methods

Stock colony of *Amblyseius swirskii*

A stock colony of *A. swirskii* was initiated with specimens supplied by Biobest N.V. (Westerlo, Belgium) and was cultured in a growth chamber set at 25 ± 1 °C, 70 ± 5 % RH and a 16:8 h (L:D) photoperiod. Mites were reared on green plastic arenas (10×10×0.3 cm) (Multicel, SEDPA, France), placed on a wet sponge in a plastic tray containing water (Nguyen et al. 2013). The edges of the arenas were covered with tissue paper immersed in the water to provide moisture and deter the mites from escaping. Every two days mites were fed with fresh cattail pollen (*Typha latifolia* L.) that was supplied by Koppert B.V. (Berkel en Rodenrijs, The Netherlands) and stored at -18 °C. For the experiments, the pollen was thawed and kept in a refrigerator at 5 °C for max. one week. A small piece of black sewing thread was placed on the arenas to serve as an oviposition substrate. Every two days the eggs were collected and transferred to new arenas.

Preparation of artificial diet

Artificial diets ArF and AnF were prepared according to Nguyen et al. (2014). The diets were prepared based on 80 % w/w basic liquid artificial diet that was composed of 5 % honey (Meli N.V., Veurne, Belgium), 5 % sucrose (MP Biomedicals LLC, Illkirch, France), 5 % tryptone (Fluka Analytical, Sigma-Aldrich Co., St. Louis, USA), 5 % yeast extract (Duchefa, Haarlem, The Netherlands), 10 % fresh hen's egg yolk, and 70 % distilled water, supplemented with 20 % w/w extracts of decapsulated cysts of *A. franciscana* (ArF) or pupal hemolymph from the

Chinese oak silkworm *A. pernyi* (AnF), respectively. Pupal hemolymph of *A. pernyi* was provided in lyophilized form by the Guangdong Entomological Institute, Guangzhou, China. Decapsulated *A. franciscana* cysts were provided by the *Artemia* Reference Center of Ghent University (Ghent, Belgium) and originated from the Great Salt Lake (Utah, USA).

Diets ArF and AnF were frozen at -18°C and lyophilized at -57.2°C and 0.034 mbar for six days (VaCo 5-D freeze-dryer, Zirbus Technology Benelux B.V., Germany). Then the lyophilized diets were finely ground (particle diameter smaller than 0.3 mm) using a Bosch coffee grinder (Robert Bosch Hausgeräte GmbH, Munich, Germany), dispensed into 2 ml Eppendorf tubes and stored at -18°C .

Artificial diets ArP and AnP were powdered diets composed of 16.6 % sucrose, 16.6 % tryptone, 16.6 % yeast extract, 6.7 % D-(+)-glucose anhydrous (MP Biomedicals LLC, Illkirch, France), 6.7 % fructose (Sigma Aldrich Chemie GmbH, Steinheim, Germany), 16.6 % egg yolk powder (Bouwhuis Enthoven BV, Raalte, The Netherlands), 0.13 % vitamin mix based on the composition of bovine liver (weight percentages: 25.4 % nicotinic acid, 4.9 % riboflavin, 0.5 % thiamine, 1.5 % vitamin B6, 12.4 % Ca-pantothenate, 1 % folic acid, 0.1 % biotin and 54.2 % vitamin C) (Vandekerckhove et al. 2006) and 20 % w/w powdered dry decapsulated *A. franciscana* cysts (ArP) or lyophilized pupal hemolymph of *A. pernyi* (AnP). The ingredients of both diets were finely ground (particle diameter smaller than 0.3 mm) using a Bosch coffee grinder. Next, the diets were dispensed into 2 ml Eppendorf tubes and stored at -18°C .

Experimental setup

Eggs (less than 8 h old) were transferred individually from the *A. swirskii* colony to rearing microcosms that were modified from Munger cells as described by Ogawa and Osakabe (2008) and Nguyen et al. (2013) and offered *T. latifolia* pollen or one of the artificial diets. All foods were supplied ad libitum. The foods were offered from the larval stage of the predator on and refreshed every two days. After they had been taken out of the freezer, the diets were kept in a refrigerator at 5°C for max. one week. To obtain data on the duration of immature development of *A. swirskii* and on mortality and escape rates, observa-

tions were made every 24 h until all individuals had reached adulthood. The developmental stage of each individual was determined based on the presence of exuviae in the cells. After completing immature development, each female was paired with a male that was reared on the same diet as the female. Males that died during the experiment were replaced with males that had been maintained on the same diet. Adults were observed daily to determine the preoviposition and oviposition period, longevity and fecundity. Progeny from females of the same age were transferred to new cells and fed on the same diet as their parents in order to determine the offspring sex ratio. Mites that escaped or died as a result of manipulation were excluded from data analysis. These escape and death rates did not differ among treatments and varied between 11 and 18 % ($\chi^2 = 0.730$, $\text{df} = 4$, $P = 0.948$; Probit test). The experiments were done in a growth chamber at $23 \pm 1^{\circ}\text{C}$, $65 \pm 5\%$ RH and a 16:8 h (L:D) photoperiod.

Life table parameters

The intrinsic rate of increase (r_m) was calculated according to the formula of Lotka (1907) and Birch (1948):

$$\sum l_x m_x e^{-r_m x} = 1$$

where x equals the female age (days), l_x is the age specific survival of the females at age x and m_x is the number of daughters produced per female at age x . The latter parameter is obtained by multiplying the mean number of eggs laid per female by the proportion of female offspring produced at age x . The Jackknife procedure was used according to Meyer et al. (1986) and Hulting et al. (1990) to calculate the standard error of r_m . Other parameters calculated (Maia et al. 2000) were the generation time T , i.e. mean time span between the birth of individuals of a generation and that of the next generation (days),

$$T = \frac{\sum x l_x m_x}{\sum l_x m_x}$$

and the net reproductive rate, R_0 , i.e. the mean number of female offspring produced per female

$$R_0 = \sum l_x m_x$$

Statistical analysis

Data were subjected to statistical analysis (IBM SPSS Statistics, Ver. 21) to evaluate the effect of diet on the developmental time, preoviposition and oviposition period, daily and total oviposition, and adult longevity of *A. swirskii*. When a Kolmogorov–Smirnov test indicated that means were normally distributed, the parameter was analysed using a one-way analysis of variance (ANOVA). If a Levene test indicated heteroscedasticity, a Tamhane test was used instead of a Tukey test. When means were not normally distributed, a nonparametric Kruskal–Wallis ANOVA was used and means were separated using Mann–Whitney U tests. Immature survival rates and sex ratios were compared by means of a logistic regression. This regression is a generalized linear model using a probit (log odds) link and a binomial error function. Each test consists of a regression coefficient that is calculated and tested for being significantly different from zero, for which *P* values are presented (McCullagh and Nelder 1989). In all tests, *P* values smaller than or equal to 0.05 were considered significant.

Results

Immature survival of *A. swirskii* did not differ among diets ranging from 98.2 to 100 % ($\chi^2 = 0.00$, *df* = 4, *p* > 0.999). Development times of both *A. swirskii* females and males were significantly affected by diet (Table 1). Females fed on *T. latifolia* pollen developed significantly faster to adulthood than those fed on the other diets. Development times of males offered *T. latifolia* pollen or both lyophilized diets (ArF and AnF) were shorter than of those given the powdered diets (ArP and AnP).

Diet significantly influenced the duration of the preoviposition period (Table 2). Females fed on *T. latifolia* pollen or AnF had significantly shorter preoviposition periods than those fed on ArF, ArP or AnP. Oviposition period of females did not differ among diets and ranged between 22.4 to 25.9 days. *Amblyseius swirskii* females reared on AnF lived significantly longer than those reared on *T. latifolia* pollen. Oviposition rates of *A. swirskii* on *T. latifolia* pollen, and both lyophilized diets were significantly higher than those of their counterparts on the powdered diets. However, total number of eggs laid during

Table 1 Development time (days) of *Amblyseius swirskii* fed on *T. latifolia* pollen or different solid artificial foods

Diet	Developmental duration (days) ^a			
	Females	n	Males	n
<i>T. latifolia</i>	6.14 ± 0.11a	35	5.90 ± 0.18a	20
ArF	6.97 ± 0.16b	35	6.25 ± 0.17a	16
AnF	6.59 ± 0.15b	37	6.11 ± 0.17a	19
ArP	8.09 ± 0.08c	34	7.92 ± 0.08b	13
AnP	7.97 ± 0.11c	32	7.71 ± 0.09b	28
χ^2	94.321		64.775	
df	4		4	
P	<0.001		<0.001	

n Number of tested individuals

^a Mean ± SE; means within a column followed by the same letter are not significantly different (*P* > 0.05), according to Mann–Whitney U test; χ^2 -, *df*- and *P*-values refer to Kruskal–Wallis ANOVAs. ArF or AnF: freeze-dried liquid artificial diet supplemented with *A. franciscana* cysts or with pupal hemolymph of *A. pernyi*, respectively; ArP or AnP: basic powdered diet supplemented with powdered *A. franciscana* cysts or lyophilized pupal hemolymph of *A. pernyi*, respectively

the females' lifetime did not differ among *T. latifolia* pollen and the powdered diets. Diet had no influence on the sex ratio of offspring with a proportion of females ranging from 0.72 to 0.80.

Differences in developmental and reproductive characteristics were reflected in life table statistics. Net reproductive rates (*R*₀) of *A. swirskii* fed on *T. latifolia* pollen, or on the lyophilized diets were significantly higher than those of predators fed on both powdered diets (Table 3). Generation time (*T*) was significantly shorter for females offered *T. latifolia* pollen versus the other diets. Finally, the intrinsic rate of increase (*r*_m) of the predator was highest on *T. latifolia* pollen, followed by the lyophilized diets, and lowest on the powdered diets.

Discussion

Artificial diets for carnivorous arthropods can have a consistency ranging from liquid to solid, depending mostly on two factors: water content and molecular cohesion (Morales-Ramos et al. 2014). Artificial diets have been developed for a number of phytoseiid mites, with varying success (McMurtry and Scriven 1966; Kennett and Hamai 1980; Oloo and Amboga 1987;

Table 2 Reproduction and longevity of *Amblyseius swirskii* fed on *T. latifolia* pollen or different solid artificial foods

Diet	n	Preoviposition period (days) ^a	Oviposition period (days) ^a	Female longevity (days) ^a	Oviposition rate (eggs per female per day) ^a	Total number of eggs (eggs per female) ^a	Female proportion of the progeny ^a
<i>T. latifolia</i>	31	2.35 ± 0.09a	22.39 ± 1.21a	36.35 ± 2.36b	1.57 ± 0.04a	34.29 ± 1.40ab	0.78 ± 0.01a
ArF	30	2.97 ± 0.16b	24.73 ± 1.15a	44.73 ± 2.16ab	1.49 ± 0.03a	36.37 ± 1.53a	0.80 ± 0.02a
AnF	31	2.55 ± 0.14a	24.06 ± 1.60a	45.90 ± 2.42a	1.59 ± 0.05a	36.97 ± 1.87a	0.79 ± 0.02a
ArP	28	3.71 ± 0.09c	25.43 ± 1.18a	41.07 ± 1.99ab	1.25 ± 0.04b	30.75 ± 0.83b	0.76 ± 0.03a
AnP	28	3.71 ± 0.09c	25.89 ± 1.34a	39.14 ± 1.82ab	1.19 ± 0.05b	30.79 ± 1.94ab	0.72 ± 0.04a
χ^2/F		71.183	1.100	3.354	20.185	3.503	4.626
df		4	4, 143	4, 143	4, 143	4, 143	4
P		<0.001	0.359	0.012	<0.001	0.009	0.328

n Number of tested females

^a Means ± SE; means within a column followed by the same letter are not significantly different ($P > 0.05$) according to Mann–Whitney U test (preoviposition period), Tukey test (oviposition period, female longevity, oviposition rate), Tamhane test (total number of eggs) or Probit (Wald χ^2) test (female proportion of progeny); χ^2 -, df- and P -values refer to Kruskal–Wallis ANOVAs, and F -, df- and P -values refer to one-way ANOVAs. ArF or AnF: freeze-dried liquid artificial diets supplemented with *A. franciscana* cysts or with pupal hemolymph of *A. pernyi*, respectively; ArP or AnP: basic powdered diet supplemented with powdered *A. franciscana* cysts or lyophilized pupal hemolymph of *A. pernyi*, respectively

Table 3 Life table parameters of *Amblyseius swirskii* fed on *T. latifolia* pollen or different solid artificial foods

Diets	n	Net reproductive rate (R_0 , females per female) ^a	Generation time (T , days) ^a	Intrinsic rate of increase (r_m , females per female per day ^a)
<i>T. latifolia</i>	31	25.93 ± 1.04a	15.49 ± 0.15a	0.210 ± 0.001a
ArF	30	28.77 ± 1.25a	18.23 ± 0.24b	0.184 ± 0.002c
AnF	31	28.97 ± 1.41a	17.23 ± 0.26c	0.195 ± 0.001b
ArP	28	22.00 ± 0.54b	19.46 ± 0.18d	0.159 ± 0.001d
AnP	28	21.00 ± 1.02b	19.34 ± 0.22d	0.158 ± 0.002d
F		11.012	60.705	232.645
df		4, 143	4, 143	4, 143
P		<0.001	<0.001	<0.001

n Number of tested females

^a Means ± SE; means within a column followed by the same letter are not significantly different ($P > 0.05$) according to Tamhane test (net reproductive rate) or Tukey test (generation time, intrinsic rate of increase); F -, df- and P -values refer to one-way ANOVAs. ArF or AnF: freeze-dried artificial diet supplemented with *A. franciscana* cysts or with pupal hemolymph of *A. pernyi*, respectively; ArP or AnP: basic powdered diet supplemented with powdered *A. franciscana* cysts or lyophilized pupal hemolymph of *A. pernyi*, respectively

Abou-Awad et al. 1992; Ogawa and Osakabe 2008; Nguyen et al. 2013; 2014). All of these artificial diets were liquid in form. Solid artificial diets have a number of advantages over liquid and semi-liquid diets, both in the laboratory rearing and when applied as supplemental foods in the crop. These include non-stickiness and the possibility of direct presentation without the need for encapsulation (Morales-Ramos et al. 2014). Lower water content of solid diets limits microbial contamination and allows easier long term

storage. When applied as a supplemental food in the field, solid artificial diets are easier to distribute in the crop [e.g. by blowers designed to distribute pollen or eggs of *Ephestia kuehniella* (Zeller) (Lepidoptera: Pyralidae)] and are expected to result in lower soiling of the plant surface and thus to interfere less with plant physiology and crop quality.

Previous studies demonstrated the potential of liquid artificial diets supplemented with pupal hemolymph of *A. pernyi* or with an extract of *A. franciscana*

cysts to support the development and reproduction of *A. swirskii* (Nguyen et al. 2013; 2014). The objective of the present study was to develop an adequate solid diet as a food for the mass rearing or for application in the field. Our results indicate that *A. swirskii* performed well, both in terms of its development and reproduction, when exclusively fed on various powdered solid artificial diets, although its performance did not match that on *T. latifolia* pollen.

Among the four artificial diets tested, the highest intrinsic rate of increase of *A. swirskii* (0.195 females per female per day at 23 °C) was recorded on freeze-dried artificial diet AnF, a meridic diet enriched with pupal hemolymph of *A. pernyi*. Although lower than on *T. latifolia* pollen in the present study, this growth rate exceeds the values reported for *A. swirskii* feeding on several natural prey, including the two spotted spider mite *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae) (0.167 at 26 °C) (El-Laithy and Fouly 1992), the western flower thrips *Frankliniella occidentalis* (Pergande) (0.056 at 25 °C) and onion thrips *Thrips tabaci* (Lindeman) (Thysanoptera: Thripidae) (0.024 at 25 °C) (Wimmer et al. 2008), and the eriophyoid fig mites *Aceria ficus* (Cotte) (0.155 at 29 °C) and *Rhyncaphytopus ficifoliae* Keifer (0.122 at 29 °C) (Abou-Awad et al. 1999). Interestingly, the growth rate on AnF is also superior to that on the dried fruit mite *C. lactis*, a factitious prey which is routinely used in the mass production of *A. swirskii* (0.175 at 23 °C) (Nguyen et al. 2013). Arguably, caution is warranted when comparing absolute values of intrinsic growth rates among studies as they may be influenced by differences in climatic conditions, experimental methods, and calculation of estimates. Interestingly, intrinsic growth rates of *A. swirskii* in our study are closely correlated with oviposition rates, with about 90 % of the variation in growth rates being explained by oviposition rates. This confirms the observations by Janssen and Sabelis (1992) who suggested that an assessment of peak oviposition may be sufficient to estimate the reproductive performance of predatory mites, precluding the necessity to perform full life table studies.

The fecundity of females fed on the freeze-dried liquid artificial diets ArF and AnF was similar to that on *T. latifolia* pollen and higher than that on the powdered diets ArP and AnP, which were both composed of solid basic ingredients. Parameters of development and reproduction of females fed on lyophilized diets were similar to those on the original

liquid versions of the diets as reported by Nguyen et al. (2014), indicating that the freeze-drying process did not influence the nutritional quality of the diets and that the predator handled the solid forms as effectively as the liquid forms. This confirms previous findings with diets for predators and plant bugs, which have also indicated that the nutritive qualities and palatability are retained after freeze-drying and rehydration of certain insect diets (Cohen 2004). Freeze-dried diets have several practical advantages over liquid diets related to storage, shipment and handling. For instance, a freeze-dried medium may be stored at room temperature for months with no loss of nutritional quality (Cohen 1999). The freeze dried diets used in our study proved to be highly hygroscopic and quickly reverted to a semi-liquid form. This liquefaction process may have been accelerated by the high relative humidity in the Munger cells, which was always in excess of 85 %, and may thus be slower under practical conditions. On the one hand, the partial liquefaction of these freeze dried diets may be beneficial as it may facilitate feeding by the mites. On the other, however, it may limit their practical applicability: for instance, when not replaced on a regular basis like in the present study, such diets may be more prone to microbial degradation and may thus require the addition of antimicrobial agents. Further, the freeze-drying process also increases the cost of the artificial diets.

The availability of an adequate artificial diet would preclude the necessity to maintain parallel cultures of prey mites in the mass production system, resulting in less labour costs and lower health risks for workers in the production environment (i.e. potential allergy problems related to the use of storage mites). Even when such artificial diets appear suboptimal as compared to storage mites in terms of predator population growth rates, they could be used in part of the production cycle of the phytoseiids. Most ingredients of the presented diets are relatively inexpensive and easily accessible on the market. Based on economies of scale, prices may further be reduced if these diets are produced at a larger scale. In order to enhance cost effectiveness as compared to the liquid diets previously designed by Nguyen et al. (2014) and their lyophilized forms tested here, the powdered diets ArP and AnP were created by replacing the liquid ingredients of the original formulations in Nguyen et al. (2014) by powdered solid ingredients. The honey was

replaced with sucrose, glucose and fructose, fresh egg yolk was replaced with spray-dried egg yolk, and a vitamin mix was added. However, *A. swirskii* fed on the powdered diets had significantly longer developmental times and lower oviposition rates and intrinsic rates of increase than those reared on the freeze dried diets. These differences in performance of the mite can be explained in part by differences in the nutritional profiles of the corresponding diets. For instance, honey contains other compounds than sugars, like vitamins, minerals and amino acids, which may have a positive impact on the development and reproduction of *A. swirskii*. Guardiola et al. (1995) found that fatty acids undergo considerable oxidation during spray-drying of egg. Therefore, the nutritive value of egg yolk powder may be lower than that of fresh egg yolk. Further, Debolt (1982) reported differences in nutritional and sensory qualities of spray-dried egg yolk as compared to fresh egg yolk for the mirid *Lygus hesperus* Knight (Hemiptera: Miridae). Nonetheless, reproductive rates of *A. swirskii* on the powdered diets in the present study were comparable to the values found by Nguyen et al. (2013) on the dried fruit mite *C. lactis* and higher than the values reported earlier on some of the predator's natural prey (Wimmer et al. 2008; Ragusa and Swirski 1977). Additionally, the powdered diets proved to be more structurally stable than the freeze dried diets, which may enhance their practical value in rearing systems and as supplemental foods in the crop.

Cattail (*T. latifolia*) pollen has become a standard food in many laboratory studies on phytoseiids because it is a nutritionally optimal food source for the mites and relatively easy to collect in large quantities (Nomikou et al. 2002; Park et al. 2011). However, biological parameters of a given species on this food may vary depending on the quality of the pollen batch used. We observed a substantial difference in r_m -values (0.158 and 0.210, respectively) between the present study and a previous study (Nguyen et al. 2013), using the same environmental conditions and the same population of *A. swirskii* but a different batch of *T. latifolia* pollen. The quality of a pollen batch is influenced by harvesting time (immature pollen grains may have a lower nutrient content), by weather conditions at the time of pollen harvest (Coates et al. 2006), and by the duration and conditions of storage and shipment (Bogdanov 2004).

In conclusion, *A. swirskii* was capable of handling and feeding on (powdered) solid artificial diets, allowing the mite to develop and reproduce successfully for at least a single generation. Freeze-drying of liquid diets did not influence their acceptability and nutritional quality for the mite. Artificial diets entirely composed of powdered/dry ingredients were somewhat inferior to lyophilized liquid diets in terms of their nutritional value, but did support development and reproduction of the phytoseiid and were physically more stable in the rearing environment than the lyophilized diets. These findings indicate the potential of dry artificial diets for use in part of the production cycle of *A. swirskii* or as supplemental foods to sustain its populations in the crop after release. Arguably, more studies are needed to assess the practical applicability of artificial diets in support of biological control programmes using phytoseiid mites. First, it is warranted to assess the value of the presented artificial diets for supporting the population growth of other generalist predatory mites. The effects of long-term rearing of the mites on artificial diets on their quality as biological control agents also need to be explored. Further, field research is needed to evaluate the suitability of the tested diets in the crop environment, with regard to their practical value to support populations of *A. swirskii* or of other predatory mites, and possible undesired effects of their application on populations of arthropod pests (like omnivorous thrips who may also be able to use the diets) and on the physiology and quality of the crop plants. For instance, the powdered diets are included in an ongoing greenhouse study to support the pre-establishment of *A. swirskii* for improving thrips control in chrysanthemum.

Acknowledgments We would like to thank Koppert B.V., Biobest N.V. and the Guangdong Entomological Institute, China for support and for providing materials used in our experiments. The constructive comments from three anonymous reviewers are greatly appreciated. Duc Tung Nguyen is supported by a doctoral grant from the Vietnamese Ministry of Education and Training (MOET-VIED).

References

- Abou-Awad B, Reda A, Elsawi S (1992) Effects of artificial and natural diets on the development and reproduction of two phytoseiid mites *Amblyseius gossipi* and *Amblyseius swirskii* (Acari: Phytoseiidae). *Int J Trop Insect Sci* 13:441–445

- Abou-Awad BA, El-Sawaf BM, Abdel-Khalek AA (1999) Impact of two eriophyoid fig mites, *Aceria ficus* and *Rhyncaphytoptus ficifoliae*, as prey on postembryonic development and oviposition rate of the predacious mite *Amblyseius swirskii*. *Acarologia* 40:367–371
- Birch LC (1948) The intrinsic rate of natural increase of an insect population. *J Anim Ecol* 17:15–26
- Bogdanov S (2004) Quality and standards of pollen and beeswax. *Apiacta* 38:334–341
- Bolckmans KJF, van Houten YM (2006) Mite composition, use thereof, method for rearing the phytoseiid predatory mite *Amblyseius swirskii*, rearing system for rearing said phytoseiid mite and methods for biological pest control on a crop. WO Patent WO/2006/057552
- Coates W, Ayerza R, Palzkill D (2006) Supplemental pollination of jojoba—A means to increase yields. *Ind Crops Prod* 24:41–45
- Cohen AC (1998) Solid-to-liquid feeding: the inside(s) story of extra-oral digestion in predaceous Arthropoda. *Am Entomol* 44:103–117
- Cohen AC (1999) Artificial media for rearing entomophages comprising sticky, cooked whole egg. WO Patent WO1999063814A1
- Cohen AC (2004) Insect diets: science and technology. CRC Press, Boca Raton, USA
- Collier T, van Steenwyk R (2004) A critical evaluation of augmentative biological control. *Biol Control* 31:245–256
- De Clercq P, Coudron TA, Riddick EW (2014) Production of heteropteran predators. In: Morales-Ramos JA, Rojas G, Shapiro-Ilan D (eds) Mass production of beneficial organisms: invertebrates and entomopathogens. Elsevier, Amsterdam, The Netherlands, pp 57–100
- Debolt JW (1982) Meridic diet for rearing successive generations of *Lygus hesperus*. *Ann Entomol Soc Am* 75:119–122
- El-Laithy AYM, Fouly AH (1992) Life table parameters of the two phytoseiid predators *Amblyseius scutalis* (Athias-Henriot) and *A. swirskii* A.-H. (Acari: Phytoseiidae) in Egypt. *J Appl Entomol* 113:8–12
- Fidgett MJ, Stinson CSA (2008) Method for rearing predatory mites. WO Patent WO/2008/015393
- Guardiola F, Codony R, Manich A, Rafecas M, Boatella J (1995) Stability of polyunsaturated fatty acids in egg powder processed and stored under various conditions. *J Agric Food Chem* 43:2254–2259
- Hulting FL, Orr DB, Obrycki JJ (1990) A computer program for calculation and statistical comparison of intrinsic rates of increase and associated life table parameters. *Fla Entomol* 73:601–612
- Janssen A, Sabelis M (1992) Phytoseiid life-histories, local predator-prey dynamics, and strategies for control of tetranychid mites. *Exp Appl Acarol* 14:233–250
- Kennett C, Hamai J (1980) Oviposition and development in predaceous mites fed with artificial and natural diets (Acari: Phytoseiidae). *Entomol Exp Appl* 28:116–122
- Lotka AJ (1907) Relation between birth rates and death rates. *Science* 26:21–22
- Lundgren JG (2009) Non-prey foods and biological control of arthropods. In: Lundgren JG (ed) Relationships of natural enemies and non-prey foods. Springer, New York, USA, pp 279–307
- Maia AdH, Luiz AJ, Campanhola C (2000) Statistical inference on associated fertility life parameters using jackknife technique: computational aspects. *J Econ Entomol* 93:511–518
- McCullagh P, Nelder JA (1989) Generalized linear models. Chapman and Hall/CRC, London, UK
- McMurtry J, Scriven G (1966) Effects of artificial foods on reproduction and development of four species of phytoseiid mites. *Ann Entomol Soc Am* 59:267–269
- Messelink GJ, van Steenpaal SE, Ramakers PM (2006) Evaluation of phytoseiid predators for control of western flower thrips on greenhouse cucumber. *BioControl* 51:753–768
- Messelink GJ, Rv Maanen, van Steenpaal SE, Janssen A (2008) Biological control of thrips and whiteflies by a shared predator: two pests are better than one. *Biol Control* 44:372–379
- Meyer JS, Ingersoll CG, McDonald LL, Boyce MS (1986) Estimating uncertainty in population growth rates: jackknife vs. bootstrap techniques. *Ecology* 67:1156–1166
- Momen F, El-Saway S (1993) Biology and feeding behaviour of the predatory mite, *Amblyseius swirskii* (Acari: Phytoseiidae). *Acarologia* 34:199–204
- Morales-Ramos JA, Rojas MG, Coudron TA (2014) Artificial diet development for entomophagous arthropods. In: Morales-Ramos J, Rojas MG, Shapiro-Ilan D (eds) Mass production of beneficial organisms: invertebrates and entomopathogens. Elsevier, Amsterdam, The Netherlands, pp 203–240
- Nguyen DT, Vangansbeke D, Lü X, De Clercq P (2013) Development and reproduction of the predatory mite *Amblyseius swirskii* on artificial diets. *BioControl* 58:369–377
- Nguyen DT, Vangansbeke D, De Clercq P (2014) Artificial and factitious foods support the development and reproduction of the predatory mite *Amblyseius swirskii*. *Exp Appl Acarol* 62:181–194
- Nomikou M, Janssen A, Schraag R, Sabelis MW (2002) Phytoseiid predators suppress populations of *Bemisia tabaci* on cucumber plants with alternative food. *Exp Appl Acarol* 27:57–68
- Ogawa Y, Osakabe M (2008) Development, long-term survival, and the maintenance of fertility in *Neoseiulus californicus* (Acari: Phytoseiidae) reared on an artificial diet. *Exp Appl Acarol* 45:123–136
- Oloo G, Amboga E (1987) An artificial diet for rearing the phytoseiid mite, *Amblyseius teke* Pritchard and Baker. *Exp Appl Acarol* 3:169–173
- Park HH, Shipp L, Buitenhuis R, Ahn JJ (2011) Life history parameters of a commercially available *Amblyseius swirskii* (Acari: Phytoseiidae) fed on cattail (*Typha latifolia*) pollen and tomato russet mite (*Aculops lycopersici*). *J Asia-Pacific Entomol* 14:497–501
- Ragusa S, Swirski E (1977) Feeding habits, post-embryonic and adult survival, mating, virility and fecundity of the predacious mite *Amblyseius swirskii* (Acarina: Phytoseiidae) on some coccids and mealybugs. *Entomophaga* 22:383–392
- Stinner R (1977) Efficacy of inundative releases. *Annu Rev Entomol* 22:515–531
- van Maanen R, Vila E, Sabelis MW, Janssen A (2010) Biological control of broad mites (*Polyphagotarsonemus*

- latus*) with the generalist predator *Amblyseius swirskii*. *Exp Appl Acarol* 52:29–34
- Vandekerkhove B, Baal EV, Bolckmans K, De Clercq P (2006) Effect of diet and mating status on ovarian development and oviposition in the polyphagous predator *Macrolophus caliginosus* (Heteroptera: Miridae). *Biol Control* 39:532–538
- Wade MR, Zalucki MP, Wratten SD, Robinson KA (2008) Conservation biological control of arthropods using artificial food sprays: current status and future challenges. *Biol Control* 45:185–199
- Wimmer D, Hoffmann D, Schausberger P (2008) Prey suitability of western flower thrips, *Frankliniella occidentalis*, and onion thrips, *Thrips tabaci*, for the predatory mite *Amblyseius swirskii*. *Biocontrol Sci Tech* 18:541–550

Duc Tung Nguyen is a lecturer at the Vietnam National University of Agriculture. He is currently performing his PhD.

research at Ghent University, Belgium, focusing on the development of factitious foods and artificial diets for phytoseiid predators.

Dominiek Vangansbeke is a PhD. student at Ghent University, Belgium. His research project investigates the use of phytoseiid predators in protected cultivation, with emphasis on ornamentals.

Patrick De Clercq is an agricultural entomologist and professor at Ghent University, Belgium. His research group focuses on the integrated management of arthropod pests, with emphasis on the potential of predatory insects and mites for augmentative biological control. He is co-convenor of the IOBC Global Working Group on “Mass Rearing and Quality Assurance” and associate editor of *BioControl* and the *Journal of Plant Diseases and Protection*.

Food supplements for *Amblyseius swirskii*: supporting predator or prey populations?

Dominiek Vangansbeke¹, Duc Tung Nguyen¹, Joachim Audenaert², Ruth Verhoeven²,
Luc Tirry¹, Bruno Gobin² & Patrick De Clercq¹

¹Laboratory of Agrozoology, Department of Crop Protection, Ghent University, Coupure
Links 653, 9000 Ghent, Belgium; ²PCS, Ornamental Plant Research, Schaessestraat 18, 9070
Destelbergen, Belgium

Abstract: In order to reduce the cost of repeated introductions of natural enemies in protected crops, food supplements can be provided when target prey levels are low. However, selecting such foods should be done with extreme care, as some omnivorous pests may also benefit from those resources. Western flower thrips, *Frankliniella occidentalis* Pergande (Thysanoptera: Thripidae) is such an omnivorous herbivore feeding on both plant and animal materials. In the present laboratory study, we tested three supplemental foods used in protected cultivation to support populations of the phytoseiid predators: pollen of narrow-leaved cattail *Typha angustifolia* L. (Nutrimite™), dry decapsulated *Artemia franciscana* Kellogg (Branchiopoda: Artemiidae) cysts of high quality, and a commercial product consisting of decapsulated cysts of *Artemia* sp. (Artefeed). The value of these supplemental foods for sustaining population growth of the predatory mite *Amblyseius swirskii* Athias-Henriot (Acari: Phytoseiidae) and its prey *F. occidentalis* was investigated. Furthermore, we assessed the impact of the presence of the supplemental foods on the predation efficacy of *A. swirskii* on first instars of *F. occidentalis*. Results showed that the foods differentially affected population growth of both pest and predator. Thrips performed better on pollen than on *Artemia* cysts when provided on bean leaves (*Phaseolus vulgaris* L.). Similarly, when fed on *T. angustifolia* pollen, the population growth rate of *A. swirskii* was higher than on both types of *Artemia* cysts.

Key words: *Frankliniella occidentalis*, *Typha angustifolia*, *Artemia*, population growth, predation efficiency

Introduction

In protected crops, the generalist predatory mite *Amblyseius swirskii* Athias-Henriot (Acari: Phytoseiidae) is becoming increasingly important in integrated pest management programs to control mainly thrips and whiteflies (Nomikou *et al.*, 2002; Messelink *et al.*, 2006; Calvo *et al.*, 2011). However, repeated introductions remain a prerequisite when beneficials are released preventively to cope with poor establishment and/or low prey levels (i.e., “insurance policy” (Messelink *et al.*, 2014)), thereby increasing costs for the growers. To increase the retention of *A. swirskii* in the crop, supplemental foods can be provided, of which pollen has received considerable attention (van Rijn *et al.*, 1999; Messelink *et al.*, 2009; Nomikou *et al.*, 2010). Recently, a commercial product consisting of pollen of narrow-leaved cattail, *Typha angustifolia* (Nutrimite™, Biobest N.V., Belgium), was launched to support generalist predatory mites in the field. However, when considering omnivorous (pollen-feeding) pests, such as the western flower thrips, *Frankliniella occidentalis* (Pergande), pollen products should be applied with extreme care in order not to promote pest populations (Hulshof *et al.*, 2003), especially in ornamentals with a zero tolerance for crop damage.

In the present laboratory study, we assessed to what extent *F. occidentalis* benefits from *T. angustifolia* pollen and two types of dry decapsulated cysts of the brine shrimp *Artemia franciscana* Kellogg (Branchiopoda: Artemiidae), which are known to be a suitable food source for generalist predatory mites (Nguyen *et al.*, 2014; Vangansbeke *et al.*, 2014). We tested both high quality decapsulated cysts of *A. franciscana* from a research laboratory (Artemia Reference Centre, Ghent University) and a commercial product of decapsulated *Artemia* cysts (Artefeed, Koppert BV, The Netherlands). We also tested the developmental and reproductive performance of *A. swirskii* on the three supplemental foods whether or not in combination with their target prey, first instars of *F. occidentalis*. Additionally, we assessed the impact of the supplemental foods on the predation efficacy of *A. swirskii* females on first instars of *F. occidentalis*.

Material and methods

Insect and mite rearing

Predatory mites were obtained from Biobest N.V. (Westerlo, Belgium) and were maintained on plastic arenas, of which the edges were covered with moist tissue paper. Pollen of *Typha latifolia* L. was dusted over the arenas biweekly as a food source. A laboratory colony of *F. occidentalis* was reared on green beans (*Phaseolus vulgaris* L.) in plastic boxes provided with a layer of vermiculite. Colonies were reared and experiments done at 25 ± 1 °C, $65 \pm 5\%$ RH and a 16 L:8 D h photoperiod.

Population growth of thrips

For each experiment, 50 first instar larvae (< 6 h old) of *F. occidentalis* were collected from the stock colony and were transferred individually to bean leaf discs (ø 5 cm) placed upside down on a 7 mm layer of agar (1% w/w) in a closed insect breeding dish (5 x 1.5 cm). The first series of 50 larvae received no extra food, whereas for the other three series, bean leaf discs were supplemented with either Nutrimite™, high quality *A. franciscana* cysts or Artefeed cysts. Foods were replenished once a week. Development and survival were monitored twice a day up to adulthood. Thereafter, females were paired with a male and reproduction was followed daily during the first 5 days and thereafter every other day on bean leaf discs with or without supplemental food. Reproduction was assessed by counting the number of hatched larvae. To determine the egg incubation period, 10 cages with a bean leaf disc were provided with 10 gravid female *F. occidentalis* for 8 h, after which the females were removed. Next, egg hatching was monitored every 12 h. After 6 days, leaf discs were checked for non-hatched eggs.

Population growth of A. swirskii

For each diet, 50 predatory mite eggs (< 8 h) were collected from the stock colony and were placed individually on square (2.5 x 2.5 cm) bean leaf arenas (*P. vulgaris*). The leaf arenas were placed upside down on a water-soaked sponge and the edges were covered with moist tissue paper to provide free water and prevent the mites from escaping. Development and survival was monitored twice a day. Once the adult stage was reached, oviposition was monitored daily, eggs were collected and allowed to develop to adults to assess the sex ratio. The different diets tested were: thrips larvae, Nutrimite™, Nutrimite™ + thrips larvae, *A. franciscana* larvae, *A. franciscana* larvae + thrips larvae, Artefeed and Artefeed + thrips larvae.

Influence of supplemental foods on predation capacity of A. swirskii

Gravid four-days-old females of *A. swirskii* fed on either Nutrimite™ + thrips, *A. franciscana* + thrips or Artefeed + thrips were used to assess their predation capacity on first instars of *F. occidentalis*, either with or without the aforementioned supplemental foods. For each diet, two groups of 30 females (with or without supplemental food) were individually transferred to a reversed square bean leaf disc (2.5 x 2.5 cm) placed on a polyurethane sponge soaked in tap water and supplied with 15 *F. occidentalis* first instars. The first group of females received only thrips, whereas the second group received thrips supplemented with the same food source the mites were previously reared on. The number of killed thrips larvae was counted after 24 h.

Statistical analysis

Intrinsic rates of increase (r_m) were calculated using the methods described by Birch (1948) and Maia *et al.* (2000). We used one-way-ANOVA analysis to compare the jackknife values of r_m (Meyer *et al.*, 1986) and means were compared using Tukey’s (homoscedasticity) or Tamhane’s test (heteroscedasticity). Differences in predation rates were analyzed by means of Student’s t-tests. The level of significance was set at 0.05.

Results and discussion

Population growth of thrips

Immatures of *F. occidentalis* developed more than one day (10.4 ± 0.1 days) faster when Nutrimite™ was supplemented on bean leaf discs compared to bean leaf discs only (11.5 ± 0.1 days). Both *Artemia* diets did not result in an enhanced development of the thrips larvae (11.5 ± 0.1 and 11.6 ± 0.1 days, respectively). Supplementing leaf discs with pollen increased thrips reproduction considerably above that observed with Artefeed (Figure 1). With Artefeed, oviposition rate was slightly higher than on bean leaf discs alone. Little or no difference to bean leaf alone was observed when *F. occidentalis* was provided with high quality cysts of *A. franciscana*.

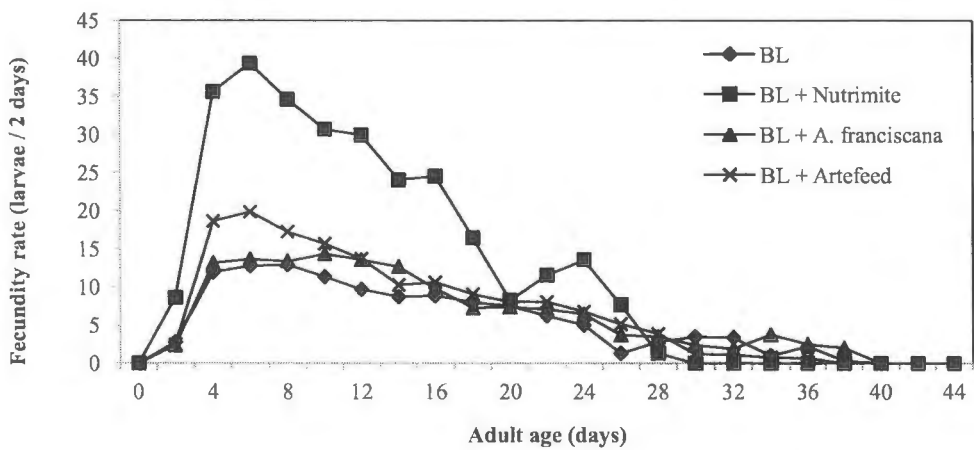


Figure 1: Oviposition rate of *F. occidentalis* fed on different diets at 25 °C. Food supplements were provided on bean leaf discs (BL).

Population growth rates of *F. occidentalis* were higher when Nutrimite™ was provided on the bean leaf discs, whereas both *Artemia* products were less supportive (Figure 2).

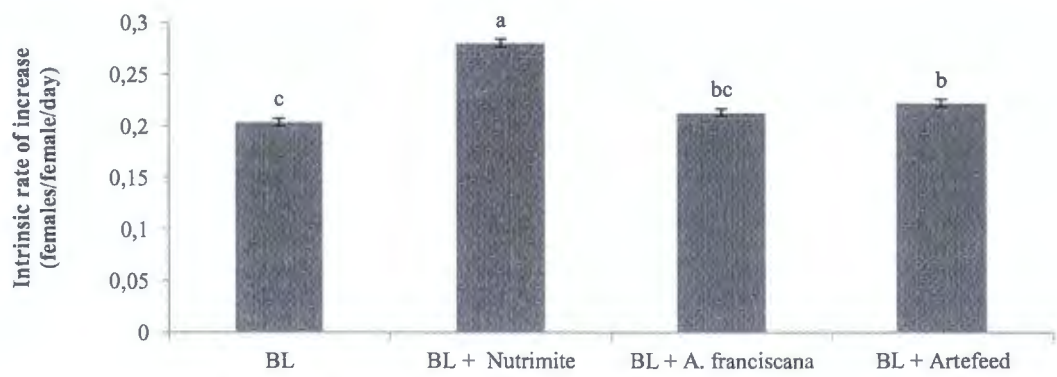


Figure 2: Effect of food supplements on the population growth of *F. occidentalis* fed on different diets at 25 °C. Food supplements were provided on bean leaf discs (BL) (one-way ANOVA: $F = 78.2$; $df = 3, 82$; $p < 0.001$; means were separated using Tukey tests).

Population growth of *A. swirskii*

Based on intrinsic rates of increase, Nutrimite™ was found to be an excellent food source for *A. swirskii* (Figure 3). Moreover, when the pollen was combined with *F. occidentalis* larvae, no additional effect was observed. For both *Artemia* diets, lower population growth rates were observed. However, when combining *Artemia* cysts with thrips, population growth rates were higher than on a thrips only diet.

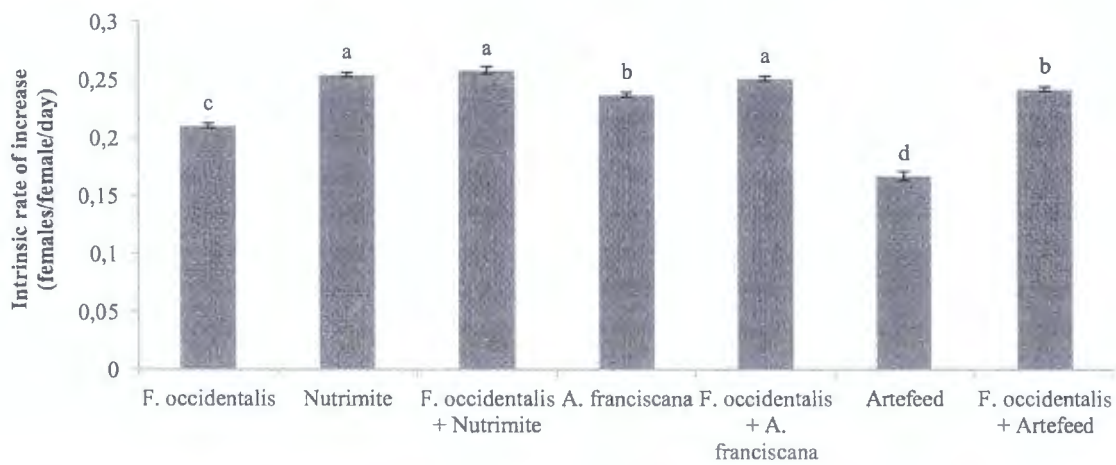


Figure 3: Intrinsic rates of increase of *A. swirskii* fed on different diets (one-way ANOVA: $F = 189.2$; $df = 6, 225$; $p < 0.001$; means were separated using Tamhane tests)

Influence of supplemental foods on predation capacity of A. swirskii

Adding food supplements significantly reduced the number of killed thrips, but different foods yielded different levels of reduction. Whereas Nutrimite™ yielded a 45% decrease in consumption rate of *A. swirskii* females, providing Artefeed resulted in a less pronounced reduction in predation of ca. 20%.

The results of our laboratory study indicate that *Artemia* cysts have the potential to support *A. swirskii* populations in the crop. Moreover, the beneficial effect of *Artemia* products on the omnivorous *F. occidentalis* was minimal, whereas thrips fecundity was more than twice as high when *T. angustifolia* pollen (Nutrimite™) were provided. The reduction in predation capacity of the predatory mite in the presence of *Artemia* cysts is less pronounced than with a supplement of Nutrimite™. More research should be conducted on the combination of both high and lower quality food supplements, at the same time minimizing benefits for thrips and boosting the population growth of the predators. Field tests will have to elucidate whether lower quality (i.e., cheaper) foods can be used to maintain a population of predatory mites to a level which allows them to effectively control thrips in the crop.

Acknowledgements

This research is supported by project no. 090931 from the Institute for the Promotion of Innovation through Science and Technology in Flanders (IWT-Vlaanderen).

References

- Birch, L. 1948: The intrinsic rate of natural increase of an insect population. *J. Anim. Ecol.* 17: 15-26.
- Calvo, F., Bolckmans, K. & Belda, J. 2011: Control of *Bemisia tabaci* and *Frankliniella occidentalis* in cucumber by *Amblyseius swirskii*. *BioControl* 56(2): 185-192.
- Hulshof, J., Ketoja, E. & Vänninen, I. 2003: Life history characteristics of *Frankliniella occidentalis* on cucumber leaves with and without supplemental food. *Entomol. Exp. Appl.* 108(1): 19-32.
- Maia, A. H. N., Luiz, A. J. B. & Campanhola, C. 2000: Statistical inference on associated fertility life parameters using jackknife technique: computational aspects. *J. Econ. Entomol.* 93(2): 511-518.
- Messelink, G., Ramakers, P., Cortez, J. & Janssen, A. 2009: How to enhance pest control by generalist predatory mites in greenhouse crops. *Proceedings of the 3rd ISBCA*, Christchurch, New Zealand: 309-318.
- Messelink, G. J., Bennisson, J., Alomar, O., Ingegno, B. L., Tavella, L., Shipp, L., Palevsky, E. & Wäckers, F. L. 2014: Approaches to conserving natural enemy populations in greenhouse crops: current methods and future prospects. *BioControl* 59(4): 377-393.
- Messelink, G. J., Van Steenpaal, S. E. F. & Ramakers, P. M. J. 2006: Evaluation of phytoseiid predators for control of western flower thrips on greenhouse cucumber. *BioControl* 51(6): 753-768.
- Meyer, J. S., Ingersoll, C. G., McDonald, L. L. & Boyce, M. S., 1986: Estimating uncertainty in population growth rates: jackknife vs. bootstrap techniques. *Ecology* 67: 1156-1166.
- Nguyen, D. T., Vangansbeke, D. & De Clercq, P. 2014: Artificial and factitious foods support the development and reproduction of the predatory mite *Amblyseius swirskii*. *Exp. Appl. Acarol.* 62(2): 181-194.

- Nomikou, M., Janssen, A., Schraag, R. & Sabelis, M. W. 2002: Phytosciid predators suppress populations of *Bemisia tabaci* on cucumber plants with alternative food. *Exp. Appl. Acarol.* 27(1): 57-68.
- Nomikou, M., Sabelis, M. W. & Janssen, A. 2010: Pollen subsidies promote whitefly control through the numerical response of predatory mites. *BioControl.* 55(2): 253-260.
- Vangansbeke, D., Nguyen, D. T., Audenaert, J., Verhoeven, R., Gobin, B., Tirry, L. & De Clercq, P. 2014: Performance of the predatory mite *Amblydromalus limonicus* on factitious foods. *Biocontrol* 59(1): 67-77.
- van Rijn, P. C. J., van Houten, Y. M. & Sabelis, M. W. 1999: Pollen improves thrips control with predatory mites. *IOBC-WPRS Bull.* 22(1): 209-212.

Artificial diets support the development and reproduction of the predatory mite *Amblyseius swirskii*

Nguyen Duc Tung^{1,2}, Dominiek Vangansbeke¹, Patrick De Clercq¹

¹Laboratory of Agrozoology, Department of Crop Protection, Ghent University, Coupure Links 653, 9000 Ghent, Belgium; ²Vietnam National University of Agriculture, Trau Quy, Gia Lam, Hanoi, Vietnam

Abstract: Liquid meridic artificial diets, lyophilized forms of these liquid diets and solid meridic artificial diets supplemented with pupal hemolymph of *Antheraea pernyi* (Guérin-Méneville) or with *Artemia franciscana* Kellogg (Anostraca: Artemiidae) cysts were tested for *Amblyseius swirskii* (Athias-Henriot) (Acari: Phytoseiidae), an important biological control agent of whiteflies, thrips and broad mites in several greenhouse crops. The liquid artificial diets and freeze-dried liquid diets supported the development and reproduction of *A. swirskii*. Freeze-drying of liquid diets did not affect their acceptability and nutritional quality for the mite. *Amblyseius swirskii* had no difficulty handling and feeding on powdered, solid artificial diets, allowing the predator to develop and reproduce successfully for at least a single generation. These findings indicate the potential of artificial diets to rationalize the mass production of the phytoseiid. Dry diets should have better potential for use as supplemental foods to sustain predatory mite populations in the crop after release.

Key words: Artificial diet, *Amblyseius swirskii*, *Antheraea pernyi*, *Artemia franciscana*, life table

Introduction

Amblyseius swirskii (Athias-Henriot) (Acari: Phytoseiidae) is being used on a commercial scale as a biological control agent of whiteflies, thrips and broad mites in several greenhouse crops (Nomikou *et al.*, 2001; Messelink *et al.*, 2006; Park *et al.*, 2011). *Amblyseius swirskii* can feed on various types of food, including arthropod prey but also plant materials like pollen and honeydew (Momen and El-Saway, 1993). The predator is routinely reared on the dried fruit mite (*Carpoglyphus lactis* L.) (Acari: Carpoglyphidae) (Bolckmans and van Houten, 2006). The use of artificial diets may further reduce costs associated with the mass production of this phytoseiid. Artificial diets can also be used to give the predator a head-start upon release in the crop or support its populations in times of prey scarcity, so the frequency of releases can be reduced. Solid artificial diets may have advantages over liquid diets when used as supplemental food in the crop, including their non-stickiness and possible direct presentation without the need for encapsulation (Morales-Ramos *et al.*, 2014).

In a series of laboratory studies, we determined life table parameters of *A. swirskii* when fed on cattail pollen (*Typha latifolia* L.), on liquid meridic artificial diets supplemented with pupal hemolymph of the Chinese oak silkworm *Antheraea pernyi* (Guérin-Méneville) (Lepidoptera: Saturniidae) (AnL) or with extracts of decapsulated cysts of *Artemia franciscana* Kellogg (Anostraca: Artemiidae) (ArL), on lyophilized forms of the latter two diets (yielding solid diets AnF and ArF, respectively), and on solid meridic artificial diets supplemented with lyophilized pupal hemolymph of *A. pernyi* (AnP) or with powder of *A. franciscana* cysts (ArP).

Material and methods

Artificial diets AnL and ArL were prepared according to Nguyen *et al.* (2013). The diets were prepared based on 80% w/w basic liquid artificial diet that was composed of 5% honey, 5% sucrose, 5% tryptone, 5% yeast extract, 10% fresh hen's egg yolk, and 70% distilled water, supplemented with 20% w/w pupal hemolymph from the Chinese oak silkworm *A. pernyi* (AnL) or extracts of decapsulated cysts of *A. franciscana* (ArL). Lyophilized forms of AnL and ArL yielded solid test diets AnF and ArF, respectively. Solid artificial diets AnP and ArP were powder diets composed of 16.6% sucrose, 16.6% tryptone, 16.6% yeast extract, 6.7% glucose, 6.7% fructose, 16.6% egg yolk powder, 0.13% vitamin mix based on the composition of bovine liver (weight percentages: 25.4% nicotinic acid, 4.9% riboflavin, 0.5% thiamine, 1.5% vitamin B6, 12.4% Ca-pantothenate, 1% folic acid, 0.1% biotin and 54.2% vitamin C) and 20% w/w lyophilized pupal hemolymph of *A. pernyi* (AnP) or powder of dry decapsulated *A. franciscana* cysts (ArP).

Stock colonies of *A. swirskii* were started with specimens supplied by Biobest N. V. (Westerlo, Belgium). Mites were maintained on plastic arenas and given cattail pollen (*Typha latifolia* L.) that was dusted on the arenas every other day. To examine the development and reproduction of individual *A. swirskii* mites, modified Munger cells were used as rearing microcosms (Ogawa and Osakabe, 2008). A single predatory mite egg (< 8 h old) was placed in each cell. From the larval stage on, the microcosms were supplied with either artificial diets or frozen *T. latifolia* pollen; foods were replenished every other day. Observations were made every 24 hours until all individuals had reached adulthood. After completing immature development, each female was paired with a male that was reared on the same diet as the female. Adults were observed daily to monitor their survival and reproduction. Intrinsic rates of increase were calculated according to Birch (1948) and Maia *et al.* (2000). The experiments were carried out in a growth chamber at 23 ± 1 °C, $65 \pm 5\%$ RH and a 16:8 h (L:D) photoperiod.

Results and discussion

Total developmental time of *A. swirskii* females offered lyophilized diets AnF or ArF was 0.67-1.5 days shorter than on the other diets (Figure 1). Total fecundity was significantly higher for females fed on ArF (36.37 eggs/female) than for those maintained on *T. latifolia* pollen or ArP. The daily oviposition rates of females reared on AnF and AnL (1.59 and 1.52 eggs/female/day, respectively) were significantly higher than those of females reared on *T. latifolia* pollen, AnP or ArP. The highest intrinsic rate of increase in our study was observed when *A. swirskii* was fed with AnF (0.195 females/female/day), followed by AnL, ArL and ArF (0.181, 0.186 and 0.184 females/female/day respectively), and whereas the lowest rates were observed on *T. latifolia* pollen, AnP and ArP. These growth rates exceed the values reported for *A. swirskii* feeding on several natural prey, including the two spotted spider mite *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae) (0.167 at 26 °C) (El-Laithy and Fouly, 1992), the western flower thrips *Frankliniella occidentalis* (Pergande) (0.056 at 25 °C) and onion thrips *Thrips tabaci* (Lindeman) (Thysanoptera: Thripidae) (0.024 at 25 °C) (Wimmer *et al.*, 2008), and the eriophyoid fig mites *Aceria ficus* (Cotte) (0.155 at 29 °C) and *Rhyncaphytophtus ficifoliae* Keifer (0.122 at 29 °C) (Abou-Awad *et al.*, 1999); interestingly, the growth rate on AnF, AnL, ArL or ArF is also superior to that on the dried fruit mite *C. lactis* (0.175 at 23 °C) (Nguyen *et al.*, 2013).

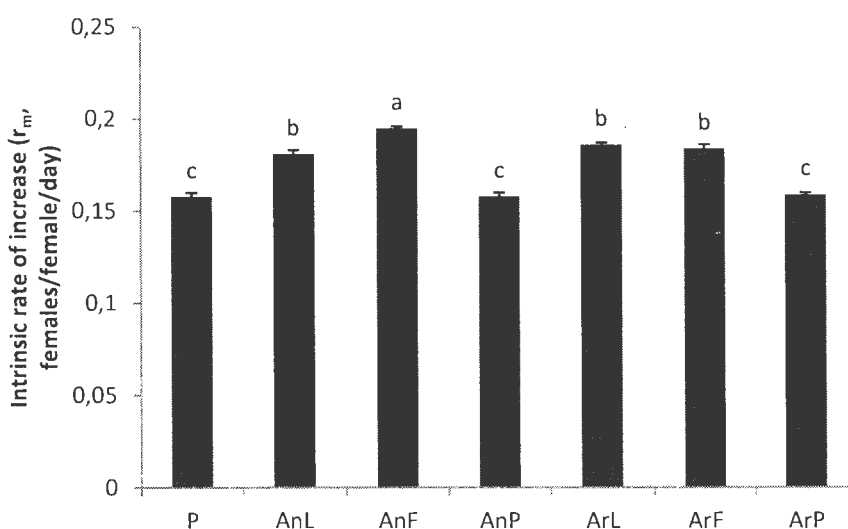


Figure 1. Mean (\pm SE) intrinsic rates of increase of *A. swirskii* females fed on artificial diets and *T. latifolia* pollen at 23 °C. P: *T. latifolia* pollen; AnL, AnF and AnP: liquid, freeze-dried and powdered diets, respectively, enriched with pupal hemolymph of *A. pernyi*; ArL, ArF and ArP: liquid, freeze-dried and powdered diets, respectively, enriched with *A. franciscana* cysts. Bars with the same letter are not significantly different ($P > 0.05$).

In conclusion, the liquid artificial diets AnL and ArL and freeze-dried forms of these liquid diets, AnF and ArF, supported development and reproduction of *A. swirskii* to the same extent as a factitious prey (*C. lactis*) which is used in the commercial production of the phytoseiid. These findings indicate the potential of artificial diets to rationalize the mass production of this economically important biological control agent. Freeze-drying of liquid diets did not influence their acceptability and nutritional quality for the mite. *Amblyseius swirskii* had no difficulty handling and feeding on powdered, solid artificial diets (AnP and ArP), allowing the predator to develop and reproduce successfully for at least a single generation. Dry artificial diets have several advantages over liquid ones in the mass rearing, including more convenient application and easier storage. Dry diets should also have better potential for use as supplemental foods to sustain populations of *A. swirskii* and perhaps other generalist phytoseiids in the crop after release.

References

- Abou-Awad, B. A., El-Sawaf, B. M. & Abdel-Khalek, A. A. 1999: Impact of two eriophyoid fig mites, *Aceria ficus* and *Rhyncaphytoptus ficifoliae*, as prey on postembryonic development and oviposition rate of the predacious mite *Amblyseius swirskii*. *Acarologia* 40: 367-371.
- Birch, L. C. 1948: The intrinsic rate of natural increase of an insect population. *J. Anim. Ecol.* 17: 15-26.

- Bolckmans, K. J. F. & van Houten, Y. M. 2006: Mite composition, use thereof, method for rearing the phytoseiid predatory mite *Amblyseius swirskii*, rearing system for rearing said phytoseiid mite and methods for biological pest control on a crop. WO Patent WO/2006/057552.
- El-Laithy, A. Y. M. & Fouly, A. H. 1992: Life table parameters of the two phytoseiid predators *Amblyseius scutalis* (Athias-Henriot) and *A. swirskii* A.-H. (Acari, Phytoseiidae) in Egypt. J. Appl. Entomol. 113: 8-12.
- Maia, Ad. H., Luiz, A. J. & Campanhola, C. 2000: Statistical inference on associated fertility life parameters using jackknife technique: computational aspects. J. Econ. Entomol. 93: 511-518.
- Messelink, G. J., Van Steenpaal, S. E. & Ramakers, P. M. 2006: Evaluation of phytoseiid predators for control of western flower thrips on greenhouse cucumber. BioControl 51: 753-768.
- Momen, F. & El-Saway, S. 1993. Biology and feeding behaviour of the predatory mite, *Amblyseius swirskii* (Acari: Phytoseiidae). Acarologia 34: 199-204.
- Morales-Ramos, J. A., Rojas, M. G. & Coudron, T. A. 2014: Artificial diet development for entomophagous arthropods. In: Mass Production of Beneficial Organisms: Invertebrates and Entomopathogens (eds. Morales-Ramos, J. A., Rojas, M. G. & Shapiro-Ilan, D. I): 203-240. Academic Press, Elsevier.
- Nguyen, D. T., Vangansbeke, D., Lü, X. & De Clercq, P. 2013. Development and reproduction of the predatory mite *Amblyseius swirskii* on artificial diets. BioControl 58: 369-377.
- Nomikou, M., Janssen, A., Schraag, R. & Sabelis, M. 2001: Phytoseiid predators as potential biological control agents for *Bemisia tabaci*. Exp. Appl. Acarol. 25: 271-291.
- Ogawa, Y. & Osakabe, M. 2008: Development, long-term survival, and the maintenance of fertility in *Neoseiulus californicus* (Acari: Phytoseiidae) reared on an artificial diet. Exp. Appl. Acarol. 45: 123-136.
- Park, H. H., Shipp, L., Buitenhuis, R. & Ahn, J. J. 2011: Life history parameters of a commercially available *Amblyseius swirskii* (Acari: Phytoseiidae) fed on cattail (*Typha latifolia*) pollen and tomato russet mite (*Aculops lycopersici*). J. Asia-Pacific Entomol. 14: 497-501.
- Wimmer, D., Hoffmann, D. & Schausberger, P. 2008: Prey suitability of western flower thrips, *Frankliniella occidentalis*, and onion thrips, *Thrips tabaci*, for the predatory mite *Amblyseius swirskii*. Biocontrol Sci. Techn. 18:541-550.



Performance of four species of phytoseiid mites on artificial and natural diets



Duc Tung Nguyen^{a,b}, Dominiek Vangansbeke^a, Patrick De Clercq^{a,*}

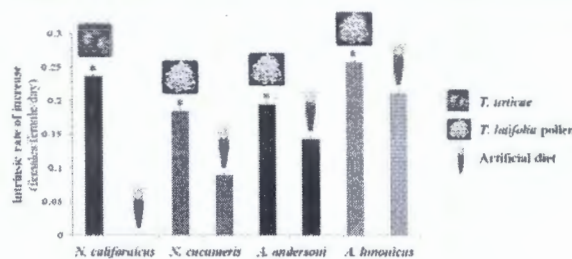
^a Laboratory of Agrozoology, Department of Crop Protection, Ghent University, Coupure Links 653, B-9000 Ghent, Belgium

^b Entomology Department, Faculty of Agronomy, Vietnam National University of Agriculture, Trau Quy, Gia Lam, Hanoi, Viet Nam

HIGHLIGHTS

- Population growth of four phytoseiids was studied on natural and artificial diets.
- A liquid artificial diet was enriched with extract of *Artemia franciscana* cysts.
- Growth rates were lower on artificial diet than on natural food, but survival was similar.
- The more generalist predators performed better on the artificial diet.
- The artificial diet has potential for the mass rearing or for use in the crop.

GRAPHICAL ABSTRACT



* Asterisks indicate significant differences among diets within a species ($P < 0.05$)

ARTICLE INFO

Article history:

Received 10 July 2014

Accepted 24 September 2014

Available online 5 October 2014

Keywords:

Neoseiulus californicus
Neoseiulus cucumeris
Amblyseius andersoni
Amblydromalus limonicus
Artemia franciscana
 Life table

ABSTRACT

The phytoseiid mites *Neoseiulus californicus* (McGregor), *Neoseiulus cucumeris* (Oudemans), *Amblyseius andersoni* Chant, and *Amblydromalus limonicus* Garman & McGregor (Acari: Phytoseiidae) are being used on a commercial scale as biological control agents of spider mites, thrips and whiteflies in protected crops. The present laboratory study was conducted to determine the life table parameters of these predatory mites when presented with a liquid artificial diet (consisting of honey, sucrose, tryptone, yeast extract and egg yolk) enriched with extract of dry decapsulated cysts of the brine shrimp *Artemia franciscana* Kellogg (Anostraca: Artemiidae), as compared to feeding on two-spotted spider mites *Tetranychus urticae* Koch (*N. californicus*) or *Typha latifolia* L. pollen (*N. cucumeris*, *A. andersoni* and *A. limonicus*). Diet had no influence on the immature survival rate, ranging from 92% to 98% for all species. Female developmental times were significantly shorter for predators offered spider mites or pollen than for those fed the artificial diet, except in *A. limonicus*. The fecundity of *N. californicus*, *N. cucumeris* and *A. limonicus* females given spider mites or pollen was significantly higher than that of females presented with the artificial diet, whereas no differences among diets were observed in *A. andersoni*. When *N. californicus* females were fed on the artificial diet, none of their offspring succeeded in reaching adulthood. Our findings indicate the potential of this artificial diet for use as a supplemental food source to maintain populations in the crop after release or for use in the mass production, especially for the more generalist predatory mites *A. andersoni* and *A. limonicus*.

© 2014 Elsevier Inc. All rights reserved.

* Corresponding author.

E-mail address: Patrick.DeClercq@ugent.be (P. De Clercq).

1. Introduction

Phytoseiid predatory mites are important biocontrol agents of tetranychid mites and small, soft-bodied insects like thrips and whiteflies (Chant, 1985). In augmentation biological control, large numbers of predaceous mites are released in the field (Collier and Van Steenwyk, 2004; Stinner, 1977). Hence, a cost-effective method for their mass-rearing is an essential prerequisite (van Lenteren, 2003). Rearing phytoseiid mites on plant materials infested with natural prey has several disadvantages, such as large space requirements, inconsistent yields of predators, harvesting difficulties and variable results with different species (McMurtry and Scriven, 1965). Rearing procedures based on factitious prey like storage mites (Bolckmans and van Houten, 2006; Zhang, 2003) also involve space and labor to maintain large parallel cultures of the factitious prey. Further, there may be health risks for workers in production facilities or releases in the crop caused by allergens associated with the factitious mite prey (Bolckmans and van Houten, 2006; Fernandez-Caldas et al., 2007). The availability of an adequate artificial diet could eliminate many of the above-mentioned problems associated with the mass production of predatory mites (Kennett and Hamai, 1980). In addition, these artificial diets may be useful as food supplements to support predator populations after release in the crop (Wade et al., 2008).

Several artificial diets have been developed for phytoseiid mites, but the results were mostly inferior to those on natural or factitious prey. McMurtry and Scriven (1966) reported longer developmental times and lower oviposition rates when four phytoseiids (*Amblydromalus limonicus* Garman and McGregor, *Amblyseius hibisci* (Chant), *Typhlodromus occidentalis* Nesbitt and *Typhlodromus rickeri* Chant) (Acari: Phytoseiidae) were fed on various artificial diets compared with mite prey and pollen as food sources. Shehata and Weismann (1972) tested three artificial diets for the specialist spider mite predator *Phytoseiulus persimilis* Athias-Henriot. Their results indicated that the larvae could develop to adults but the females failed to produce viable eggs. Kennett and Hamai (1980) investigated oviposition rate and developmental capacity of 9 predaceous mites (*A. hibisci*, *A. limonicus*, *Amblyseius largoensis* (Muma), *Metaseiulus pomoides* Schuster & Pritchard, *T. occidentalis*, *Typhloseiopsis arboreus* (Chant), *Typhloseiopsis pyri* Scheuten, *P. persimilis*, and *Iphiseius degenerans* (Berlese)) fed on artificial and natural diets. The authors reported that complete development and oviposition occurred for seven out of nine species when fed on an artificial diet consisting of bee honey, sugar, yeast flakes, yeast hydrolysate, enzymatic casein hydrolysate and fresh egg yolk. Oviposition rates of all species fed on the artificial diet were lower than those on a natural diet. Ochieng et al. (1987) reported that *Amblyseius teke* Pritchard and Baker could complete more than 25 generations when reared on a liquid diet composed of bee honey, milk powder, egg yolk and Weson's salt. Abou-Awad et al. (1992) noted that the predaceous mites *Amblyseius gossipi* El-Badry and *Amblyseius swirskii* Athias-Henriot developed and reproduced successfully on artificial diets composed of yeast, milk, cysteine, proline, arginine, sucrose, glucose, streptomycin sulfate and sorbic acid. However, fecundity of both species fed on the artificial diet was lower than on natural prey, although the eggs showed no abnormalities. Shih et al. (1993) conducted experiments to investigate the responses of *Euseius ovalis* (Evans) to natural food resources and two artificial diets. Immature development was successful in the first generation but offspring was not able to complete its life cycle when maintained on the artificial diets. The females of *E. ovalis* fed on artificial diets showed a shorter oviposition period, lower daily and total reproductive rates, and shorter longevity than those fed on natural diets. Ogawa and Osakabe (2008) investigated the development and survival of *Neoseiulus californicus* (McGregor) on an artificial diet. The phytoseiid successfully developed on the artificial diet, but only few eggs were deposited.

In our previous studies we found that artificial diets enriched with an extract of dry decapsulated cysts of the brine shrimp *Artemia franciscana* Kellogg (Anostraca: Artemiidae) or pupal hemolymph of the Chinese oak silkworm (*Antheraea pernyi* (Guérin-Méneville)) supported development and reproduction of the generalist predatory mite *A. swirskii*. The females fed on these two artificial diets displayed higher intrinsic rates of increase than those fed on several natural prey and performed as well as those reared on the factitious prey *Carpoglyphus lactis* L. (Acari: Carpocephidae), which is routinely used in the mass rearing of this phytoseiid (Nguyen et al., 2014a, 2013). The objectives of the present study were to assess the suitability of the artificial diet enriched with *A. franciscana* as an alternative food for several other economically important predatory mites by performing full life table studies under controlled laboratory conditions. The phytoseiids selected for testing belong to different types based on their level of food specialization (McMurtry et al., 2013): *N. californicus* is a selective predator of tetranychid mites (type II), whereas *A. andersoni* Chant, *N. cucumeris* (Oudemans), and *A. limonicus* are more generalist predators (type III).

2. Materials and methods

2.1. Stock colonies of predatory mites

Laboratory cultures of *N. cucumeris* and *A. limonicus* were initiated with specimens supplied by Koppert B.V. (Berkel en Rodenrijs, The Netherlands) and *A. andersoni* was supplied by Biobest N.V. (Westerlo, Belgium). The mites were reared on green plastic arenas (10 × 10 × 0.3 cm) (Multicel, SEDPA, France), placed on a wet sponge in a plastic tray containing water (Nguyen et al., 2013). The edges of the arenas were covered with tissue paper immersed in the water to provide moisture and deter the mites from escaping. Every two days the mites were fed with fresh cattail pollen (*Typha latifolia* L.), which was also supplied by Koppert B.V. and stored at −18 °C. For the experiments, pollen was thawed and kept in a refrigerator at 5 °C for max. 1 week. A small piece of sewing thread was placed on the arenas to serve as an oviposition substrate. Every two days the eggs were collected and transferred to new arenas.

A culture of *N. californicus* was initiated with mites acquired from Koppert B.V. and was reared on kidney bean leaves heavily infested with two-spotted spider mites (*Tetranychus urticae* Koch). The leaves were placed upside down on a layer of water-saturated cotton in a glass petri dish (ϕ 133 mm), with an extra cotton layer on the leaf edges to provide free water and prevent the mites from escaping.

Predatory mites were cultured in a growth chamber set at 25 ± 1 °C, 70 ± 5% RH and a 16:8 h (L:D) photoperiod.

2.2. Preparation of artificial diet

Artificial diets were prepared according to Nguyen et al. (2014a): 80% basic artificial diet supplemented with 20% (w/w) extract of dry decapsulated *A. franciscana* cysts, which were provided by the *Artemia* Reference Center of Ghent University (Ghent, Belgium) and originated from the Great Salt Lake (Utah, USA). The basic artificial diet was composed of 5% honey (Meli N.V., Veurne, Belgium), 5% sucrose (MP Biomedicals LLC, Illkirch, France), 5% tryptone (a pancreatic digest of casein; Fluka Analytical, Sigma-Aldrich Co., St. Louis, USA), 5% yeast extract (Duchefa, Haarlem, The Netherlands), 10% fresh hen's egg yolk, and 70% distilled water, and was prepared according to Nguyen et al. (2013). The diet was dispensed into 2 ml Eppendorf tubes and stored at −18 °C.

2.3. Experimental setup

Eight hours before start of the experiments, new pieces of sewing thread were placed in the stock colony of *N. cucumeris*, *A. limonicus* and *A. andersoni* or fifty females of *N. californicus* were transferred to new bean leaves infested with mixed life stages of *T. urticae*. Deposited eggs (less than 8 h old) were transferred individually to the rearing microcosms that were modified from Munger cells as described by Ogawa and Osakabe (2008), Nguyen et al. (2013). Development and reproduction of the tested phyto-seiids on the artificial diet was compared with that on a natural food source (spider mites for *N. californicus* or cattail pollen for *N. cucumeris*, *A. andersoni* and *A. limonicus*). All food sources were offered ad libitum from the larval stage of the predator on and were refreshed every 2 days. For the artificial diet, approximately 2 µl of diet was absorbed on a small piece of filter paper (2 × 2 mm) placed on the bottom board of the rearing microcosms. To obtain data on the duration of each developmental stage of the predatory mites and on mortality and escape rates, observations were made every 24 h until all individuals had reached adulthood. The developmental stage of each individual was determined based on the presence of exuviae in the Munger cells. After completing immature development, each female was paired with a male that was reared on the same diet as the female. Males that died during the experiment were replaced with males that had been fed on the same diet. Adults were observed daily to determine the preoviposition and oviposition period, longevity and fecundity. Eggs from females of the same age were transferred to new Munger cells and fed on the same diet as their parents in order to determine the sex ratio of the offspring; all eggs laid were collected throughout the lifetime of all tested females. Mites that escaped or died due to unnatural causes were excluded from data analysis. Females that died before laying eggs were excluded from calculation of reproductive parameters. The experiments were done in a growth chamber at 23 ± 1 °C, 65 ± 5% RH and a 16:8 h (L:D) photoperiod.

2.4. Life table parameters

The intrinsic rate of increase (r_m) was calculated according to the formula of Birch (1948):

$$\sum l_x m_x e^{-r_m \cdot x} = 1$$

Table 1
Results of a logistic regression and a two-way ANOVA indicating the effect of diet (artificial diet versus *Typha latifolia* or *Tetranychus urticae*) and phytoseiid species (*Neoseiulus californicus*, *Neoseiulus cucumeris*, *Amblyseius andersoni*, *Amblydromalus limanicus*) on immature survival and developmental time, reproduction parameters, sex ratio and life table parameters.

Parameter	Diet			Species			Diet × species			Error term df
	F	df	P	F	df	P	F	df	P	
Immature survival ^a	0.11	1	0.739	3.09	3	0.378	1.25	3	0.74	–
Female development time ^b	248.85	1	<0.001	86.19	3	<0.001	41.34	3	<0.001	227
Male development time ^b	123.29	1	<0.001	42.48	3	<0.001	4.85	3	0.003	193
Preoviposition period ^b	66.80	1	<0.001	25.66	3	<0.001	23.93	3	<0.001	204
Oviposition period ^b	24.13	1	<0.001	113.41	3	<0.001	22.49	3	<0.001	204
Female longevity ^b	7.66	1	0.006	96.34	3	<0.001	7.81	3	<0.001	204
Oviposition rate ^b	502.47	1	<0.001	164.92	3	<0.001	34.45	3	<0.001	204
Total number of eggs ^b	116.51	1	<0.001	15.32	3	<0.001	14.59	3	<0.001	204
Female proportion of the progeny ^a	0.44	1	0.505	17.47	3	<0.001	9.76	2	0.008	–
R_0^b	47.80	1	<0.001	19.16	3	<0.001	11.38	2	<0.001	195
T^b	410.70	1	<0.001	405.66	3	<0.001	153.48	2	<0.001	195
r_m^b	860.90	1	<0.001	444.86	3	<0.001	56.88	2	<0.001	195

Life table parameters (r_m , R_0 and T) and female proportion of the progeny were not calculated for *N. californicus* fed on artificial diet.
^a Probit.
^b Two-way ANOVA.

where x equals the female age from the time of hatching (days), l_x is the age specific survival of the females at age x and m_x is the number of daughters produced per female at age x . The latter parameter is obtained by multiplying the mean number of eggs laid per female by the proportion of female offspring produced at age x . The Jackknife procedure was used according to Meyer et al. (1986), Hulting et al. (1990) to calculate the standard error of r_m . Other parameters calculated according to Maia et al. (2000) were the generation time T , i.e. mean time span between the birth of individuals of a generation and that of the next generation (days),

$$T = \frac{\sum x l_x m_x}{\sum l_x m_x}$$

and the net reproductive rate, R_0 , i.e. the mean number of female offspring produced per female (females/female)

$$R_0 = \sum l_x m_x$$

2.5. Statistical analysis

Two-way analysis of variance (ANOVA) (IBM, SPSS Statistics 20) was conducted to evaluate the effects of diet and species on the duration of the immature stages, preoviposition and oviposition period, daily and total oviposition, adult longevity and life table parameters. When an interaction was detected between the main factors, means were compared among species and a pairwise multiple comparison procedure was used (Kutner et al., 2005). When a Kolmogorov–Smirnov test indicated that data were normally distributed, the pairwise comparisons among diets in each species were analyzed using Student t -tests. When data were not normally distributed, a nonparametric Mann–Whitney U test was used. Generalized linear model with a probit (log odds) link function and a binomial error distribution was used to compare immature survival rates and progeny sex ratios. Each test consisted of a regression coefficient that was calculated and tested for being significantly different from zero, for which P -values are presented (McCullagh and Nelder, 1989). In all tests, P -values smaller than or equal to 0.05 were considered significant.

3. Results

Two-way ANOVA indicated no interaction between diet and species for immature survival (Table 1), whereas interactions were

Table 2

Immature survival and developmental time of different phytoseiid mites fed on artificial diet versus natural food sources.

Species	Diet	Proportion surviving	Developmental duration (days) ^a			
			n	Females	N	Males
<i>N. californicus</i>	<i>T. urticae</i> Artificial	0.92 ± 0.04 a	32	5.09 ± 0.05 a	24	5.38 ± 0.18 a
		0.96 ± 0.03 a	20	7.90 ± 0.31 b	28	6.46 ± 0.15 b
		0.818		4.500		81.500
		1		–6.546		–4.979
		0.366		<0.001		<0.001
<i>N. cucumeris</i>	<i>T. latifolia</i> Artificial	0.98 ± 0.02 a	33	6.67 ± 0.09 a	22	6.45 ± 0.11 a
		0.98 ± 0.02 a	29	9.00 ± 0.21 b	24	8.25 ± 0.11 b
		0.001		0.000		5.000
		1		–6.988		–5.927
		0.979		<0.001		<0.001
<i>A. andersoni</i>	<i>T. latifolia</i> Artificial	0.96 ± 0.03 a	27	5.74 ± 0.10 a	26	5.81 ± 0.12 a
		0.98 ± 0.02 a	34	6.79 ± 0.12 b	20	6.55 ± 0.14 b
		0.338		118.000		113.500
		1		–5.387		–3.523
		0.561		<0.001		<0.001
<i>A. limonicus</i>	<i>T. latifolia</i> Artificial	0.98 ± 0.02 a	30	5.77 ± 0.11 a	30	5.50 ± 0.17 a
		0.97 ± 0.02 a	30	5.77 ± 0.09 a	27	6.41 ± 0.12 b
		0.371		443.000		150.500
		1		–0.127		–4.304
		0.542		0.899		<0.001

n and N: number of tested female and male individuals, respectively.

^a Means ± SE; means within a column and a species followed by the same letter are not significantly different ($P > 0.05$), according to Probit (Wald Chi-square) test (Immature survival), or Mann–Whitney U test (Female and male developmental time). χ^2 -, df - and P -values refer to Probit (Wald Chi-square) test, U -, Z -, and P -values refer to Mann–Whitney U test.**Table 3**

Reproductive parameters of several phytoseiid mites fed on artificial diet versus natural food sources.

Species	Diets	n	Preoviposition period (days) ^a	Oviposition period (days) ^a	Female longevity (days) ^a	Oviposition rate (eggs/female/day) ^a	Total number of eggs (eggs/female) ^a	Female proportion of the progeny ^a
<i>N. californicus</i>	<i>T. urticae</i>	32	2.22 ± 0.10 a	19.44 ± 0.70 a	34.25 ± 2.40 a	2.76 ± 0.07 a	53.34 ± 2.05 a	0.63 ± 0.02
	Artificial	10	14.30 ± 4.84 b	15.50 ± 3.40 a	38.00 ± 6.10 a	0.85 ± 0.09 b	12.90 ± 3.41 b	–
			1.000	1.135	–0.688	15.035	9.763	
			–5.482	9.772	40	40	40	
			<0.001	0.283	0.495	<0.001	<0.001	
<i>N. cucumeris</i>	<i>T. latifolia</i>	33	2.52 ± 0.11 a	30.97 ± 1.43 a	52.64 ± 3.37 a	1.51 ± 0.06 a	45.45 ± 2.26 a	0.73 ± 0.02 a
	Artificial	27	4.00 ± 0.16 b	50.52 ± 3.27 b	71.56 ± 4.22 b	0.52 ± 0.02 b	25.78 ± 1.68 b	0.65 ± 0.02 b
			88.500	–5.475	–3.550	14.989	7.003	9.226
			–5.531	35.747	58	38.894	56.053	1
			<0.001	<0.001	0.001	<0.001	<0.001	0.002
<i>A. andersoni</i>	<i>T. latifolia</i>	27	2.26 ± 0.11 a	33.07 ± 2.15 a	55.70 ± 3.30 a	1.49 ± 0.07 a	48.56 ± 3.44 a	0.70 ± 0.01 a
	Artificial	32	4.34 ± 0.18 b	50.91 ± 2.02 b	68.16 ± 2.62 b	0.92 ± 0.03 b	45.97 ± 2.10 a	0.71 ± 0.01 a
			37.000	–6.034	–2.993	7.736	0.642	0.308
			–6.189	57	57	40.001	43.942	1
			<0.001	<0.001	0.004	<0.001	0.524	0.579
<i>A. limonicus</i>	<i>T. latifolia</i>	30	1.73 ± 0.08 a	16.40 ± 0.99 a	22.37 ± 1.83 a	2.57 ± 0.06 a	42.20 ± 2.81 a	0.65 ± 0.02 a
	Artificial	21	1.90 ± 0.07 a	11.38 ± 0.84 b	13.10 ± 0.86 b	1.90 ± 0.08 b	22.05 ± 2.40 b	0.69 ± 0.03 a
			261.000	3.853	4.583	6.458	5.447	0.971
			–1.503	48.985	40.254	49	48.964	1
			0.133	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	0.324

n: number of tested females.

^a Means ± SE; means within a column and a species followed by the same letter are not significantly different ($P > 0.05$) according to Mann–Whitney U test (preoviposition period), Student's t -test (oviposition period, female longevity, oviposition rate, total number of eggs) or Probit (Wald Chi-square) test (female proportion of progeny). U -, Z -, and P -values refer to Mann–Whitney U test; t -, df - and P -values refer to Student's t -test; χ^2 -, df - and P -values refer to Probit (Wald Chi-square) test.

found to be significant for all other parameters. Diet had no influence on the immature survival rate of all tested species (Table 2). Female developmental times were significantly shorter on natural diets (*T. urticae* or *T. latifolia*) than on the artificial diet, except for *A. limonicus*. In all species, males developed faster on natural diets than on the artificial diet.

Preoviposition periods of *A. limonicus* females fed on *T. latifolia* and the artificial diet were similar, whereas females of the other species fed on their respective natural diets had significantly

shorter preoviposition periods than those fed on the artificial diet (Table 3). Oviposition period of *N. californicus* did not differ among diets, whereas in *A. limonicus* females reared on artificial diet had a shorter oviposition period than those reared on cattail pollen. In contrast, *N. cucumeris* and *A. andersoni* fed on the artificial diet had longer oviposition periods than those reared on cattail pollen. Whereas no difference in female longevity was observed among diets for *N. californicus*, females reared on artificial diet lived shorter in *A. limonicus* and *A. andersoni* and longer in *N. cucumeris*, than their

Table 4
Life table parameters of different phytoseiid mites fed on artificial diet versus natural food sources.

Species	Diets	n	Net reproductive rate (R_0 , females per female) ^a	Generation time (T , days) ^a	Intrinsic rate of increase (r_m , females/female/day) ^a
<i>N. californicus</i>	<i>T. urticae</i>	32	29.45 ± 1.18	14.21 ± 0.17	0.238 ± 0.002
	Artificial	–	–	–	–
<i>N. cucumeris</i>	<i>T. latifolia</i>	33	32.97 ± 1.74 a	18.95 ± 0.27 a	0.185 ± 0.003 a
	Artificial	27	17.16 ± 1.04 b	31.74 ± 0.71 b	0.090 ± 0.002 b
<i>t</i>			7.804	–16.850	24.357
<i>df</i>			51.076	33.386	58
<i>P</i>			<0.001	<0.001	<0.001
<i>A. andersoni</i>	<i>T. latifolia</i>	27	33.74 ± 2.62 a	18.03 ± 0.34 a	0.195 ± 0.002 a
	Artificial	32	33.16 ± 1.82 a	24.29 ± 0.37 b	0.144 ± 0.003 b
<i>t</i>			0.185	–12.429	13.653
<i>df</i>			47.776	57	57
<i>P</i>			0.854	<0.001	<0.001
<i>A. limonicus</i>	<i>T. latifolia</i>	30	26.96 ± 1.67 a	12.79 ± 0.19 a	0.258 ± 0.002 a
	Artificial	21	13.83 ± 1.21 b	12.39 ± 0.27 a	0.212 ± 0.003 b
<i>t</i>			6.385	1.248	12.533
<i>df</i>			48.169	49	49
<i>P</i>			<0.001	0.218	<0.001

n: number of tested females.

^a Means ± SE; means within a column and a species followed by the same letter are not significantly different ($P > 0.05$) according to Student's *t*-test.

counterparts fed on pollen. The total number of eggs deposited by *N. californicus*, *N. cucumeris* and *A. limonicus* females reared on natural diets was significantly higher than that of females maintained on the artificial diet but fecundity of *A. andersoni* was not affected by diet. Whereas the proportions of female offspring in *A. andersoni* and *A. limonicus* were similar on artificial and natural diets, in *N. cucumeris* a lower percentage of female offspring was observed on the artificial diet than on cattail pollen. Because the offspring of *N. californicus* fed on the artificial diet did not develop successfully to adulthood, the female proportion of the progeny and life table parameters were not calculated for this treatment (see Table 4).

Net reproductive rate (R_0) of *N. cucumeris* and *A. limonicus* females offered pollen was significantly higher than that of females given the artificial diet, whereas in *A. andersoni* this parameter did not differ among diets. Females reared on pollen had a shorter generation time than those on artificial diet for *N. cucumeris* and *A. andersoni*, whereas there were no differences for *A. limonicus*. For all species, a higher intrinsic rate of increase (r_m) was calculated when the mites were maintained on their respective natural foods as compared to the artificial diet (Table 4).

4. Discussion

The developmental and reproductive performances of the four predatory mites studied were differentially affected by diet. Where differences were observed, the mites developed faster and produced more eggs on their natural diets (spider mites for *N. californicus* or cattail pollen for *N. cucumeris*, *A. andersoni* and *A. limonicus*) than on the artificial diet. Overall, the percentage decrease in developmental rate, oviposition rate and intrinsic rate of increase of the predatory mites fed on artificial diet as compared with natural diet was greatest in *N. californicus*, intermediate in *N. cucumeris* and smallest in *A. andersoni* and *A. limonicus*. This order reflects the level of polyphagy of the different species. *N. californicus* is classified as a selective predator of tetranychid mites (McMurtry and Croft, 1997), which may explain its relatively poor performance on the artificial diet. The more polyphagous species *A. andersoni* and *A. limonicus*, which readily feed and reproduce also on pollens (Duso and Camporese, 1991; van Houten et al., 1995), were also able to develop and reproduce well on the artificial diet.

Our findings are consistent with those reported by McMurtry and Scriven (1966) who tested several artificial diets for four phytoseiid mites. In the latter study, the studied type II phytoseiids of the genus *Typhlodromus* (*T. occidentalis* and *T. rickeri*) did not perform well on the tested artificial diets, whereas better results were obtained for two *Amblyseius* species (*A. limonicus* and *A. hibisci*) characterized by a more generalist feeding habit.

The artificial diet in the present study supported development of *N. californicus* well, with 96% of the mites reaching adulthood. Immature development of females fed on the artificial diet was longer than that on *T. urticae* but was similar to that reported by Rencken and Pringle (1998), Kim et al. (2009) when the predatory mite was reared at 25 °C with mixed stages of *T. urticae*. *N. californicus* fed on the artificial diet at 23 °C in our study had similar developmental rates to those of the predator reared at 25 °C on an artificial diet formulated by Ogawa and Osakabe (2008). However, whereas only few eggs were produced on the diet used by Ogawa and Osakabe (2008), *N. californicus* females in the present study produced 0.85 eggs/day on a similar diet supplemented with *A. franciscana*. Nonetheless, egg production on the artificial diet was substantially lower than on the natural prey, *T. urticae*, and offspring could not develop successfully to adulthood.

To our knowledge, this is the first time that an artificial diet was tested for *N. cucumeris*. The predatory mite developed successfully on the artificial diet, with an immature survival of 98% and produced viable eggs, the offspring of which succeeded in reaching adulthood (>75% survival). A positive intrinsic rate of increase of 0.09 females/female/day^{−1} was calculated on the artificial diet, showing that *N. cucumeris* is still able to maintain its population when exclusively fed on the artificial diet. Thus, whereas the diet is not suitable for the mass production of this phytoseiid, it still may have some potential to be used as a food supplement to sustain populations of *N. cucumeris* in the crop (Nguyen et al., 2014b). Our results also show the suitability of *T. latifolia* pollen as a supplemental food for *N. cucumeris*. The intrinsic rate of increase of *N. cucumeris* fed on *T. latifolia* pollen (0.185 females/female/day) is higher than the values reported for the phytoseiid when fed on pollen of apple, birch, Christmas cactus, horse-chestnut, maize, or tulip (0.149, 0.127, 0.155, 0.180, 0.101 or 0.167 females/female/day, respectively) at 25 °C (Ranabhat et al., 2014), or on castor pollen and *T. urticae* (0.179 and 0.147 females/female/day,

respectively) at 25 °C (van Rijn and Tanigoshi, 1999). The r_m value of *N. cucumeris* on *T. latifolia* pollen calculated in our study was slightly lower than the value of 0.208 reported by van Rijn and Tanigoshi (1999) when the predator was offered pollen of broad bean (*Vicia faba* L.), but this difference may in part be attributed to the higher experimental temperature (25 °C) in the latter study.

Amblyseius andersoni females reared on the artificial diet produced less eggs per day than those given *T. latifolia* pollen. However, the artificial diet prolonged the oviposition period, so that an equal amount of eggs was produced on both diets. The life time fecundity of *A. andersoni* females reared on *T. latifolia* and the artificial diet (48.56 and 45.97 eggs/female, respectively) in this study is substantially higher than the total fecundities reported by Lorenzon et al. (2012) for females of the species fed on *T. latifolia* pollen, *Eotetranychus carpini* (Oudemans), *Panonychus ulmi* (Koch), *Colomerus vitis* (Pagenstecher), or the mycelium of grape downy mildew *Plasmopara viticola* (Berk. & Curt.) Berl. (25.7, 24.2, 22.2, 25.6, and 9.3 eggs/female, respectively).

The artificial diet fully supported the development and reproduction of *A. limonicus*. Developmental duration of females was similar on *T. latifolia* pollen and the artificial diet (5.8 days). Development was shorter than that observed on dry decapsulated cysts of *A. franciscana* and *E. kuehniella* eggs at the same temperature (6.58 and 6.85 days, respectively) (Vangansbeke et al., 2014). The oviposition rate of *A. limonicus* on the present artificial diet (1.90 eggs/female/day) was higher than that on the artificial diet designed by Kennett and Hamai (1980) (1.22 eggs/female/day) and on the diets (sucrose, molasses, yeast + sucrose and yeast + molasses) used by McMurtry and Scriven (1966) (0.11, 0.25, 1.13 and 1.18 egg/female/day, respectively).

The use of food supplements, consisting of alternative or artificial foods, can increase the abundance and impact of arthropod natural enemies in crops where target prey or plant foods like pollen and nectar are absent or only present at low densities (Wade et al., 2008). While various supplemental foods appear to have potential for enhancing establishment of insect natural enemies, only few have been reported to support beneficial Acarina (Wade et al., 2008). For generalist predatory mites, pollen has been reported to be an adequate supplemental food source to enhance the biological control of thrips and whiteflies on cucumber (Nomikou et al., 2010; van Rijn et al., 2002). *Typha angustifolia* L. pollen (Nutrimite™, Biobest NV) is commercially available to support pollen-feeding phytoseiids in the crop. Drawbacks associated with the application of pollen are the relatively high costs (Messelink et al., 2014) and the potential beneficial effects on pollen-feeding pests, such as *Frankliniella occidentalis* Pergande (Ramakers, 1995). Certain animal foods also have potential to support populations of phytoseiid mites, such as sterilized eggs of *Ephestia kuehniella* Zeller and decapsulated cysts of *A. franciscana* (Vangansbeke et al., 2014). Finding inexpensive alternative food sources is one of the major opportunities for enhancing biological control in protected crops (Messelink et al., 2014). Several artificial diets have been developed with the aim to reduce the production cost of phytoseiid mites or provide supplemental foods for supporting their populations after release in the crop. For example, a simple mixture of yeast, sugar and protein applied on chrysanthemum increased population levels of *A. swirskii* (Messelink et al., 2009). In our previous studies, artificial diets enriched with *A. franciscana* or *A. pernyi* were found to support the development and production of this economically important species (Nguyen et al., 2014a, 2013). The findings of the present study suggest that the same diet may also be useful to support populations of other commercially available phytoseiids, either in the laboratory or in the field. Future studies should focus on the optimization of artificial diets for phytoseiids in terms of their nutritional value and formulation. In addition, when evaluating an artificial diet for field

support, researchers may not only limit their focus on promoting the predator, but also diminishing potential beneficial effects for omnivorous pests. More work is also needed to optimize the application of artificial diets as food sprays in the crop. Possible limitations of the use of artificial diets as food sprays include desiccation, and chemical or microbial degradation of the foods, and crop pollution or damage.

Acknowledgments

The authors would like to thank Koppert B.V. and Biobest N.V. for support and for providing materials used in our experiments. Duc Tung Nguyen is supported by a doctoral grant from the Vietnamese Ministry of Education and Training (MOET-VIED).

References

- Abou-Awad, B., Reda, A., Elsayi, S., 1992. Effects of artificial and natural diets on the development and reproduction of two phytoseiid mites *Amblyseius gossipi* and *Amblyseius swirskii* (Acar: Phytoseiidae). *Int. J. Trop. Insect Sci.* 13, 441–445.
- Burch, L.C., 1948. The intrinsic rate of natural increase of an insect population. *J. Anim. Ecol.* 17, 15–26.
- Bolckmans, K.J.F., van Houten, Y.M., 2006. Mite composition, use thereof, method for rearing the phytoseiid predatory mite *Amblyseius swirskii*, rearing system for rearing said phytoseiid mite and methods for biological pest control on a crop. WO Patent WO/2006/057552.
- Chant, D., 1985. Systematics and morphology. In: Helle, W., Sabelis, M.W. (Eds.), *Spider Mites: Their Biology, Natural Enemies and Control*. Elsevier, Amsterdam, pp. 3–34.
- Coilier, L., Van Steenswyk, R., 2004. A critical evaluation of augmentative biological control. *Biol. Control* 31, 245–256.
- Duso, C., Camporese, P., 1991. Developmental times and oviposition rates of predatory mites *Typhlodromus pyri* and *Amblyseius andersoni* (Acar: Phytoseiidae) reared on different foods. *Exp. Appl. Acarol.* 13, 117–128.
- Fernandez-Caldas, E., Iraola, V., Carnes, J., 2007. Molecular and biochemical properties of storage mites (except *Blomia* species). *Protein Pept. Lett.* 14, 954–959.
- Hulling, F.L., Orr, D.B., Obrycki, J.J., 1990. A computer program for calculation and statistical comparison of intrinsic rates of increase and associated life table parameters. *Fla. Entomol.* 73, 601–612.
- Kennett, C., Hamai, J., 1980. Oviposition and development in predaceous mites fed with artificial and natural diets (Acar: Phytoseiidae). *Entomol. Exp. Appl.* 28, 116–122.
- Kim, T., Ahn, J., Lee, J., 2009. Temperature-dependent developmental model of *Neoseiulus californicus* (McGregor) (Acar: Phytoseiidae). *J. Appl. Entomol.* 123, 284–291.
- Kutner, M.H., Nachtsheim, C.J., Neter, J., Li, W., 2005. *Applied Linear Statistical Models*. McGraw-Hill, New York.
- Lorenzon, M., Pozzebon, A., Duso, C., 2012. Effects of potential food sources on biological and demographic parameters of the predatory mite *Kampidromus aberrans*, *Typhlodromus pyri* and *Amblyseius andersoni*. *Exp. Appl. Acarol.* 58, 259–276.
- Maia, A.J.H., Fraz, A.J., Campanholo, C., 2000. Statistical inference on associated tertiary life parameters using jackknife technique: computational aspects. *J. Econ. Entomol.* 93, 511–518.
- Mexallogh, P., Nelson, J.A., 1989. *Generalized Linear Models*. Chapman and Hall/CRC, London.
- McMurtry, J., Croft, B., 1997. Life-styles of phytoseiid mites and their role in biological control. *Annu. Rev. Entomol.* 42, 291–321.
- McMurtry, J., Scriven, G., 1965. Insectary production of phytoseiid mites. *J. Econ. Entomol.* 58, 282–284.
- McMurtry, J., Scriven, G., 1966. Effects of artificial foods on reproduction and development of four species of phytoseiid mites. *Ann. Entomol. Soc. Am.* 59, 267–269.
- McMurtry, J.A., De Moraes, C.J., Sourassou, N.F., 2013. Revision of the life-styles of phytoseiid mites (Acar: Phytoseiidae) and implications for biological control strategies. *Exp. Appl. Acarol.* 15, 295–320.
- Messelink, G., Ramakers, P., Corro, J., Jonsson, A., 2009. How to enhance pest control by generalist predatory mites in greenhouse crops. In: *Proceedings of the 3rd ISCTA, Christchurch, New Zealand*, pp. 309–318.
- Messelink, G., Bomkron, J., Alomar, O., Ingegn, B.J., Cavella, L., Shipp, L., Palevsky, E., Wolk, R.L., 2014. Approaches to conserving natural enemy populations in greenhouse crops: current methods and future prospects. *Biol. Control* 59, 377–393.
- Moeyer, J.S., Ingersoll, C.G., McDonald, L.L., Boyce, M.S., 1985. Estimating uncertainty in population growth rates: jackknife vs. bootstrap techniques. *Ecology* 67, 1156–1166.
- Nguyen, D.T., Vangansbeke, D., De Clercq, P., 2014a. Aificial and fictitious foods support the development and reproduction of the predatory mite *Amblyseius swirskii*. *Exp. Appl. Acarol.* 62, 131–134.

- Nguyen, D.T., Vangansbeke, D., De Clercq, P., 2014b. Solid artificial diets for the phytoseiid predator *Amblyseius swirskii*. *Biol. Control*. <http://dx.doi.org/10.1007/s10526-010014-19607-10526>.
- Nguyen, D.T., Vangansbeke, D., Lü, X., De Clercq, P., 2013. Development and reproduction of the predatory mite *Amblyseius swirskii* on artificial diets. *Biol. Control* 58, 369–377.
- Nomikou, M., Sabelis, M.W., Janssen, A., 2010. Pollen subsidies promote whitefly control through the numerical response of predatory mites. *Biol. Control* 55, 253–260.
- Ochieng, R., Oloo, G., Amboga, E., 1987. An artificial diet for rearing the phytoseiid mite, *Amblyseius teke* Pritchard and Baker. *Exp. Appl. Acarol.* 3, 169–173.
- Ogawa, Y., Osakabe, M., 2008. Development, long-term survival, and the maintenance of fertility in *Neoseiulus californicus* (Acari: Phytoseiidae) reared on an artificial diet. *Exp. Appl. Acarol.* 45, 123–136.
- Ramakers, P.M., 1995. Biological control using oligophagous predators. In: Parker, B.L., Skinner, M., Lewis, T. (Eds.), *Thrips Biology and Management*. Springer, New York, USA, pp. 225–229.
- Ranabhat, N.B., Goleva, I., Zebitz, C.P., 2014. Life tables of *Neoseiulus cucumeris* exclusively fed with seven different pollens. *Biol. Control* 59, 195–203.
- Rencken, I., Pringle, K., 1998. Developmental biology of *Amblyseius californicus* (McGregor) (Acarina: Phytoseiidae), a predator of tetranychid mites, at three temperatures. *Afr. Entomol.* 6, 41–45.
- Shehata, K., Weismann, L., 1972. Rearing the predacious mite *Phytoseiulus persimilis* Athias-Henriot on artificial diet (Acarina: Phytoseiidae). *Biol. Brat.* 27, 609–615.
- Shih, C.-I.T., Chang, H., Hsu, P., Hwang, Y., 1993. Responses of *Amblyseius ovalis* (Evans) (Acarina: Phytoseiidae) to natural food resources and two artificial diets. *Exp. Appl. Acarol.* 17, 503–519.
- Stinner, R., 1977. Efficacy of inundative releases. *Annu. Rev. Entomol.* 22, 515–531.
- van Houten, Y.M., Rijn, P.C., Tanigoshi, L.K., Stratum, P., Bruin, J., 1995. Preselection of predatory mites to improve year-round biological control of western flower thrips in greenhouse crops. *Entomol. Exp. Appl.* 74, 225–234.
- van Lenteren, J.C., 2003. *Quality Control and Production of Biological Control Agents: Theory and Testing Procedures*. CABI, Cambridge, USA.
- van Rijn, P.C., Tanigoshi, L.K., 1999. Pollen as food for the predatory mites *Iphiseius degenerans* and *Neoseiulus cucumeris* (Acari: Phytoseiidae): dietary range and life history. *Exp. Appl. Acarol.* 23, 785–802.
- van Rijn, P.C., van Houten, Y.M., Sabelis, M.W., 2002. How plants benefit from providing food to predators even when it is also edible to herbivores. *Ecology* 83, 2664–2679.
- Vangansbeke, D., Nguyen, D.T., Audenaert, J., Verhoeven, R., Gobin, B., Tirry, L., De Clercq, P., 2014. Performance of the predatory mite *Amblydromalus limonicus* on factitious foods. *Biol. Control* 59, 67–77.
- Wade, M.R., Zalucki, M.P., Wratten, S.D., Robinson, K.A., 2008. Conservation biological control of arthropods using artificial food sprays: current status and future challenges. *Biol. Control* 45, 185–199.
- Zhang, Z.-Q., 2003. *Mites of Greenhouses: Identification, Biology and Control*. CABI, Cambridge, USA.

ORIGINAL CONTRIBUTION

Beneficial effect of supplementing an artificial diet for *Amblyseius swirskii* with *Hermetia illucens* haemolymphD. T. Nguyen^{1,2}, V. Bouguet³, T. Sprangers¹, D. Vangansbeke¹ & P. De Clercq¹¹ Laboratory of Agrozoology, Department of Crop Protection, Ghent University, Ghent, Belgium² Entomology Department, Vietnam National University of Agriculture, Hanoi, Vietnam³ AgroSup Dijon, Dijon, France**Keywords***Amblyseius swirskii*, artificial diet, *Hermetia illucens*, life table, mass rearing, Phytoseiidae**Correspondence**Patrick De Clercq (corresponding author),
Laboratory of Agrozoology, Department of
Crop Protection, Ghent University, Coupure
Links 653, B-9000 Ghent, Belgium. E-mail:
Patrick.DeClercq@ugent.beReceived: August 22, 2014; accepted: October
28, 2014.

doi: 10.1111/jen.12188

Abstract

Artificial diets have been developed to sustain the mass rearing of a wide range of arthropod natural enemies, with varying success. In some cases, such diets can be optimized using insect-derived materials, such as haemolymph. In this study, we examined the effect of supplementing haemolymph of the black soldier fly, *Hermetia illucens*, to a basic artificial diet for the phytoseiid mite *Amblyseius swirskii*. The survival, development and reproduction of the predatory mite were assessed when fed on artificial diets composed of honey, sucrose, tryptone, yeast extract and egg yolk, supplemented with 5%, 10%, or 20% of *H. illucens* pre-pupal haemolymph. Developmental time from larva to adult was shorter for males and females offered artificial diets supplemented with 20% haemolymph vs. the basic diet. The oviposition rate and total fecundity of females reared on the basic diet were substantially lower than those of females supplied with the enriched diets. The intrinsic rate of increase was highest on the diet containing 20% haemolymph, followed by those containing 10% and 5% haemolymph. In a subsequent diet-switching experiment, mites fed on the basic diet in their juvenile stages were switched upon adulthood to diet enriched with different concentrations of *H. illucens* haemolymph. The females that were fed with the enriched diets from the adult stage on had higher oviposition rates and fecundities than those maintained on the basic diet, but their reproductive parameters were not significantly affected by the concentration of the haemolymph in the artificial diet. In conclusion, supplementing artificial diets with black soldier fly haemolymph significantly improved their nutritional value for *A. swirskii*. Our findings indicate the potential of using *H. illucens* as a cheap source for haemolymph in artificial diets, as the fly can be cost-effectively produced at a large scale on organic waste materials.

Introduction

Amblyseius swirskii (Athias-Henriot) (Acari: Phytoseiidae) is a generalist predatory mite that has been commercialized since 2005 and is presently being used on a worldwide scale as an augmentative biological control agent against thrips and whiteflies in a range of greenhouse crops (Nomikou et al. 2002; Messelink et al. 2006, 2008). The predator can develop and

reproduce on a variety of other food sources including spider mites (El-Laithy and Fouly 1992), eriophyid mites (Abou-Awad et al. 1999; Park et al. 2011), broad mites (Swirski et al. 1967; van Maanen et al. 2010) and pollen (Swirski et al. 1967; Ragusa and Swirski 1977; Park et al. 2011; Nguyen et al. 2013a).

In an augmentative biocontrol strategy, large quantities of beneficial insects and mites are produced and released in the crop. A conservative method for mass

rearing these natural enemies is via a so-called natural, tri-trophic system, comprising the predator (parasitoid), the herbivorous prey (host) and the prey's host plant (De Clercq et al. 2014). The availability of effective factitious food sources should reduce the number of trophic levels, allowing to lower costs for labour and production facilities, such as greenhouses (Grenier 2009; De Clercq et al. 2014). In the mass production of various generalist phytoseiids, like *A. swirskii*, storage mites, such as *Carpoglyphus lactis* L. (Acari: Carpglyphidae) and *Thyreophagus entomophagus* (Laboulbene) (Acari: Acaridae), are being used as primary food sources instead of natural prey (Bolckmans and van Houten 2006). However, the rearing procedures of phytoseiid mites based on these factitious foods are often time-consuming and allergy problems can be generated using storage mites (Fernandez-Caldas et al. 2007). The availability of an effective artificial diet may tackle these problems, shorten the production line and consequently represent a step towards a more cost-effective mass rearing (Riddick 2009).

In previous studies, we found that an artificial diet enriched with pupal haemolymph of the Chinese oak silkworm, *Antheraea pernyi* (Guérin-Méneville) (Lepidoptera: Saturniidae) (Nguyen et al. 2013a) or with extract of decapsulated dry cysts of the brine shrimp *Artemia franciscana* Kellogg (Anostraca: Artemiidae; Nguyen et al. 2014), supported development and reproduction of *A. swirskii* to the same extent as the routinely used storage mite *C. lactis*. However, silkworm haemolymph is not easily available resulting in a higher cost and lower reliability for the continuous production of the artificial diet (Xie et al. 1997; Heslin et al. 2005; Lü et al. 2013, 2014). The average market price of encapsulated brine shrimp cysts is currently about 50 US \$ per kg (Vangansbeke et al. 2014), but prices may greatly vary depending on origin and quality. Therefore, if the silkworm haemolymph or *A. franciscana* cyst extract could be replaced by a more easily available and cheaper nutrient, the cost of diet production may be further reduced.

The black soldier fly, *Hermetia illucens* (L.) (Diptera: Stratiomyidae), can feed on a wide variety of decomposing vegetal and animal matter (James 1935). This species is particularly interesting because the larvae can use a wide array of waste materials, converting them into proteins and fats that are suitable for consumption by various animals, including poultry (Hale 1973), swine (Newton et al. 1977) and fish (Bondari and Sheppard 1987). Furthermore, in organic waste management, soldier fly larvae can assist in suppressing populations of houseflies, *Musca domestica* L. (Dip-

tera: Muscidae; Furman et al. 1959) and help to reduce infectious bacterial populations in chicken and cow manure (Erickson et al. 2004; Liu et al. 2008). The larvae can also convert organic waste into biodiesel fuel (Li et al. 2011). Pre-pupal black soldier flies contain on average 44% dry matter, which is composed of 42% protein and 35% fat, including essential amino and fatty acids (Hale 1973).

The hypothesis tested in this study was that the high amount of proteins and other nutrients in haemolymph extracted from black soldier fly pre-pupae could improve the nutritional quality of an artificial diet for the development and reproduction of the predatory mite *A. swirskii*. Life table parameters of *A. swirskii* were determined when the predator was fed on a basic meridic artificial diet (Nguyen et al. 2013a) supplemented with different concentrations (0%, 5%, 10% and 20%) of pre-pupal haemolymph of *H. illucens*.

Materials and Methods

Stock colony of *Amblyseius swirskii*

A stock colony of *A. swirskii* was initiated with specimens supplied by Biobest N.V. (Westerlo, Belgium) and was cultured in a growth chamber set at $25 \pm 1^\circ\text{C}$, $70 \pm 5\%$ RH and a 16 : 8 h (L : D) photoperiod. Mites were reared on green plastic arenas ($10 \times 10 \times 0.3$ cm; Multicel, SEDPA, France), placed on a wet sponge in a plastic tray containing water (Nguyen et al. 2013a, 2014). The edges of the arenas were covered with tissue paper immersed in the water to provide moisture and deter the mites from escaping. Every 2 days, mites were fed with fresh cattail pollen (*Typha latifolia* L.) that was supplied by Koppert B.V. (Berkel en Rodenrijs, the Netherlands) and stored at -18°C . The pollen was thawed and kept in a refrigerator at 5°C for max. 1 week. A small piece of black sewing thread was placed on the arenas to serve as an oviposition substrate. Every 2 days, the eggs were collected and transferred to new arenas.

Black soldier fly rearing and haemolymph collecting

A colony of black soldier flies, *H. illucens*, was initiated with specimens supplied by Millibeter BVBA (Antwerp, Belgium). The colony was maintained in a greenhouse at the Faculty of Bioscience Engineering, Ghent University, at $25 \pm 5^\circ\text{C}$ and 40–80% RH. Newly hatched larvae were placed into stainless steel containers ($34 \times 25 \times 20$ cm) with vented lids. Larvae were reared on solid organic waste springing

from a fruit and vegetable fermentation installation. Fresh substrate was added weekly until the larvae reached the pre-pupal stage and migrated out of the substrate.

Haemolymph was collected from *H. illucens* pre-pupae as described by Lü et al. (2013) and Nguyen et al. (2013a). The pre-pupae (ca. 5 days old) were washed with tap water and immersed in a water bath at 60°C for 10 min to avoid melanization of the haemolymph. After surface sterilization of the pre-pupae with 75% ethanol, the haemolymph was collected by cutting the end of the pre-pupal abdomen and pressing the pre-pupae under sterile conditions. To obtain 1 ml of haemolymph, about 20–25 pre-pupae were processed. The haemolymph was then stored in a deep freeze at –18°C.

Preparation of artificial diets

The artificial diet was composed of honey (Meli N.V., Veurne, Belgium), sucrose (MP Biomedicals LLC, Illkirch, France), tryptone (Fluka Analytical; Sigma-Aldrich Co., St. Louis, MO), yeast extract (Duchefa, Haarlem, the Netherlands), fresh hen's egg yolk and distilled water and was prepared as described by Nguyen et al. (2013a). The basic diet (AD0) consisted of 5% honey, 5% sucrose, 5% tryptone, 5% yeast extract, 10% egg yolk and 70% distilled water (w/w). The enriched diets AD5, AD10 and AD20 consisted of 95%, 90% or 80% of AD0 supplemented with 5%, 10% or 20% (w/w) pre-pupal haemolymph of the black soldier fly, respectively. The ingredients were blended using a Virtis mixer (SP Industries Inc., Gardiner, NY). The diets were stored in a freezer at –18°C and thawed before use. Thawed diets were kept in a refrigerator at 5°C for max. 1 week.

Development and reproduction on the different artificial diets

Sixty eggs (<8 h old) of *A. swirskii* per treatment were transferred individually from the stock colony to rearing microcosms that were modified from Munger cells as described by Ogawa and Osakabe (2008) and Nguyen et al. (2013a). The foods were offered *ad libitum* from the larval stage of the predator on and refreshed every 2 days. Artificial diets were absorbed on a small piece of filter paper (2 × 2 mm) which was placed on the bottom board of the cells. To obtain data on the duration of immature development of *A. swirskii* and on mortality and escape rates, observations were made every 24 h until all individuals had reached adulthood. The developmental stage of each

individual was determined based on the presence of exuviae in the cells. After completing immature development, each female was paired with a male that was reared on the same diet as the female. Males that died during the experiment were replaced with males that had been maintained on the same diet. Adults were observed daily to determine the pre-oviposition and oviposition period, longevity, oviposition rate and total fecundity. Progeny from females of the same age were transferred to new cells and fed on the same diet as their parents to determine the offspring sex ratio. The female adults that escaped or died as a result of manipulation were excluded from data analysis. The experiments were carried out in a growth chamber at 23 ± 1°C, 65 ± 5% RH and a 16 : 8 h (L : D) photoperiod.

The intrinsic rate of increase (r_m) was calculated according to the formula of Lotka (1907) and Birch (1948):

$$\sum l_x m_x e^{-r_m x} = 1 \quad (1)$$

where x equals the female age (days), l_x is the age specific survival of the females at age x and m_x is the number of daughters produced per female at age x . The latter parameter is obtained by multiplying the mean number of eggs laid per female by the proportion of female offspring produced at age x . The jackknife procedure was used according to Meyer et al. (1986) and Hulting et al. (1990) to calculate the standard error of r_m . Other parameters calculated (Maia et al. 2000) were the generation time T , that is the mean time span between the first egg laid of a generation and that of the next generation (days),

$$T = \frac{\sum x l_x m_x}{\sum l_x m_x} \quad (2)$$

and the net reproductive rate, R_0 , that is the mean number of female offspring produced per female (females/female)

$$R_0 = \sum l_x m_x \quad (3)$$

Diet-switching experiment

Eggs (<8 h old) were collected from the colony and transferred to green plastic arenas (5 × 5 × 0.3 cm; Multicel, SEDPA, France), placed on a wet sponge in a vented insect breeding dish (10 × 4 cm; SPL Life Sciences Co. Ltd., Pocheon, Korea) containing water. The edges of the arenas were covered with

tissue paper immersed in the water to provide moisture and deter the mites from escaping. Every 2 days, the juvenile mites were offered fresh basic artificial diet AD0. When the mites reached adulthood, males and females were paired and each pair was transferred to an individual Munger cell. Four cohorts were presented with one of the different artificial diets (AD0, AD5, AD10 or AD20), as described above. Adults were observed daily until the females stopped laying eggs to determine the oviposition period and total fecundity.

Statistical analysis

Data were subjected to statistical analysis (Ver. 21; IBM SPSS Statistics, Chicago, IL, USA) to evaluate the effect of diet on the developmental time, pre-oviposition and oviposition period, daily and total oviposition, and adult longevity of *A. swirskii*. When a Kolmogorov–Smirnov test indicated that data were normally distributed, they were analysed using a one-way analysis of variance (ANOVA). If a Levene test indicated heteroscedasticity, a Tamhane *post hoc* test was used instead of a Tukey test. When means were not normally distributed, a non-parametric Kruskal–Wallis ANOVA was used and means were separated using Mann–Whitney *U* tests. Immature survival rates and sex ratios were compared by means of a logistic regression. This regression is a generalized linear model using a probit (log odds) link and a binomial error function. Each test consists of a regression coefficient that is calculated and tested for being significantly different from zero, for which *P*-values are presented (McCullagh and Nelder 1989). In all tests, *P*-values smaller than or equal to 0.05 were considered significant. The cumulative oviposition was fitted to the four-parameter Weibull function:

$$f_{(x)} = a \left[1 - e^{-\left(\frac{x - x_0 + b \ln 2}{c} \right)^d} \right] \quad (4)$$

where $f_{(x)}$ is the cumulative oviposition at time x (days), and a , b , c and x_0 are positive parameters. The parameter values were estimated using SigmaPlot Ver.12.5 (SPSS, Chicago, IL).

Results

Escape or death as a result of manipulation did not occur in the immature stages but did in the adult stage. These escape and death rates of adult females did not differ among treatments and varied between

3% and 18% ($\chi^2 = 5.353$, d.f. = 3, $P = 0.148$; Probit (Wald Chi-square) test). Immature survival rates were not significantly different among diets enriched with haemolymph of *H. illucens* pre-pupae, but these values were significantly higher than those of predatory mites fed on the basic diet AD0 ($\chi^2 = 12.882$, d.f. = 3, $P = 0.005$; Probit (Wald Chi-square) test). The survival rates were 82%, 100%, 98% and 98% when the predators were fed on AD0, AD5, AD10 and AD20, respectively.

The developmental time of the female larvae did not differ among diets (table 1). However, diet had a significant effect on the developmental rate of the nymphal stages of the females. Female protonymphs fed on AD20 demonstrated the fastest development, followed by females fed on AD10, and females developed slowest in this stage on AD5 and AD0. Female deutonymphs reared on AD5 or AD10 needed significantly less time to develop to adulthood than those fed on the other diets. The total developmental time was significantly shorter for females offered any of the enriched artificial diets vs. the basic diet. Deutonymphal times of males were not affected by diet. Whereas male larvae developed slower on AD10 than on AD5, male protonymphs fed on AD20 and AD10 had shorter developmental times than those fed on AD0. Male total developmental time was significantly shorter on AD20 than on AD0.

The pre-oviposition period, oviposition period and longevity of females fed on the diets enriched with haemolymph were significantly shortened as compared with females fed on AD0 (table 2; pre-oviposition period: $\chi^2 = 91.542$; d.f. = 3; $P < 0.001$; oviposition period: $\chi^2 = 83.409$; d.f. = 3; $P < 0.001$ and female longevity: $\chi^2 = 75.612$; d.f. = 3; $P < 0.001$). Similarly, the oviposition rate and total number of eggs of females reared on AD0 were far lower than those of females presented with AD5, AD10 or AD20 (oviposition rate: $F = 176.613$; d.f. = 3, 140; $P < 0.001$ and total number of eggs: $\chi^2 = 75.612$; d.f. = 3; $P < 0.001$). Females maintained on AD0 laid on average only 0.19 eggs during their lifetime as compared with 23.7–27.3 eggs for those fed enriched diets; none of the eggs in the AD0 group produced viable offspring. Consequently, life table parameters could not be calculated for the AD0 cohort. Females fed on AD20 had significantly shorter pre-oviposition periods than those fed on AD5. However, the percentage of haemolymph supplemented in the artificial diet had no influence on oviposition period, oviposition rate and longevity of the females and on the female proportion of their offspring

Table 1 Developmental times of immature stages of *Amblyseius swirskii* fed on artificial diets enriched or not with *Hermetia illucens* pre-pupal haemolymph at 23°C

		Developmental Time (days)			
Diet	n	Larval	Protonymph	Deutonymph	Total Immature (Larva-adult)
Females					
AD0	38	0.80 ± 0.04 a	2.14 ± 0.07 c	1.95 ± 0.07 b	4.89 ± 0.10 c
AD5	42	0.71 ± 0.04 a	1.98 ± 0.08 c	1.43 ± 0.09 a	4.12 ± 0.05 b
AD10	40	0.78 ± 0.04 a	1.68 ± 0.07 b	1.65 ± 0.08 a	4.10 ± 0.09 ab
AD20	41	0.72 ± 0.04 a	1.33 ± 0.04 a	1.85 ± 0.06 b	3.90 ± 0.05 a
H		3.523	57.585	22.334	69.217
d.f.		3	3	3	3
P		0.318	<0.001	<0.001	<0.001
Males					
AD0	11	0.95 ± 0.05 ab	1.95 ± 0.11 c	1.18 ± 0.18 a	4.09 ± 0.16 b
AD5	16	0.81 ± 0.06 a	1.88 ± 0.12 bc	1.00 ± 0.13 a	3.69 ± 0.12 ab
AD10	19	1.00 ± 0.00 b	1.53 ± 0.14 ab	1.32 ± 0.15 a	3.84 ± 0.16 ab
AD20	17	0.94 ± 0.04 ab	1.29 ± 0.11 a	1.24 ± 0.14 a	3.47 ± 0.12 a
H		10.372	15.244	2.866	8.405
d.f.		3	3	3	3
P		0.016	0.002	0.413	0.038

n = number of individuals reaching the adult stage; AD0, AD5, AD10 and AD20 = basic artificial diet enriched with 0%, 5%, 10% and 20% of *H. illucens* pre-pupal haemolymph, respectively. Means ± SE within a column and sex followed by the same letter are not significantly different (Mann–Whitney U test; $P > 0.05$). H-, d.f.- and P-values refer to Kruskal–Wallis ANOVAS.

($\chi^2 = 2.868$; d.f. = 2, $P = 0.238$). Peak oviposition was reached on the 4th day of adulthood on AD0 (0.03 eggs/day) and AD20 (2.15 eggs/day), on the 5th day on AD5 (1.72 eggs/day) and on the 8th day on AD10 (1.76 eggs/day). Whereas egg laying by females on AD0 was almost completely terminated after 10 days of adulthood, females fed on AD5, AD10 and AD20 continued to lay eggs until about 46 days of adulthood. The total egg production of *A. swirskii* was significantly higher on AD20 than on AD10.

Life table parameters of female *A. swirskii* on artificial diets enriched with different percentages of haemolymph are shown in table 2. The net reproductive rate (R_0) was highest on AD20 ($F = 5.339$; d.f. = 2, 104; $P = 0.006$), while generation times (T) were similar on AD10 and AD20 but higher than on AD5 ($F = 11.081$; d.f. = 2, 104; $P < 0.001$). The intrinsic rate of increase r_m was highest on AD20, followed by AD10 and lowest on AD5 ($\chi^2 = 61.310$; d.f. = 2; $P < 0.001$).

Table 2 Reproduction and life table parameters of *Amblyseius swirskii* fed on artificial diets enriched or not with *Hermetia illucens* pre-pupal haemolymph at 23°C

Parameter	AD0 (n = 37)	AD5 (n = 36)	AD10 (n = 33)	AD20 (n = 38)
Pre-oviposition period (days) ¹	6.76 ± 0.24 c	2.44 ± 0.10 b	2.33 ± 0.11 ab	2.18 ± 0.06 a
Oviposition period (days) ¹	0.24 ± 0.17 b	22.33 ± 1.74 a	20.30 ± 1.30 a	22.08 ± 1.46 a
Female longevity (days) ¹	7.95 ± 0.90 b	33.08 ± 2.94 a	35.24 ± 3.24 a	31.03 ± 2.39 a
Female proportion of the progeny ³	–	0.68 ± 0.03 a	0.66 ± 0.03 a	0.71 ± 0.02 a
Oviposition rate (eggs/female/day) ²	0.10 ± 0.05 b	1.18 ± 0.03 a	1.19 ± 0.04 a	1.32 ± 0.05 a
Total fecundity (eggs/female) ¹	0.19 ± 0.12 c	25.47 ± 1.89 ab	23.70 ± 1.47 b	27.34 ± 1.52 a
Net reproductive rate R_0 (females/female) ²	–	14.94 ± 0.78 b	14.58 ± 0.62 b	17.60 ± 0.73 a
Generation time T (days) ²	–	14.84 ± 0.19 b	14.17 ± 0.20 a	13.65 ± 0.15 a
Intrinsic rate of increase r_m (females/female/day) ¹	–	0.182 ± 0.002 c	0.189 ± 0.002 b	0.210 ± 0.002 a

n = number of reproducing females observed; AD0, AD5, AD10 and AD20 = see footnote of table 1. Means ± SE within a row followed by the same letter are not significantly different ($P > 0.05$; ¹Kruskal–Wallis ANOVA followed by Mann–Whitney U tests, ²one-way ANOVA followed by Tukey tests; ³Probit (Wald Chi-square) test).

Diet switching influenced the reproduction of *A. swirskii* females (table 3). Adult females fed with AD5 and AD20 had significantly longer oviposition periods than females maintained on AD0. Mites switched to the enriched artificial diets had significantly higher oviposition rates and total fecundities as compared with those that were maintained on AD0, but there was no effect of haemolymph concentration. The oviposition of females switched to AD5, AD10 or AD20 rapidly increased in comparison with that of females kept on AD0 from the first day of the oviposition period. This trend was maintained until the females stopped laying eggs. The Weibull distribution model produced good fits for the cumulative oviposition data on all diets (fig. 1 and table 4).

Discussion

The development and reproduction of an arthropod natural enemy fed on an unnatural or artificial diet are the two most important parameters to evaluate the value of the diet for rearing purposes (Grenier and De Clercq 2003). A more favourable diet will result in a higher population growth, which is reflected in higher intrinsic rates of increase. In this study, *A. swirskii* fed on the artificial diets enriched with pre-pupal haemolymph of black soldier fly, *H. illucens*, had a faster development and better fecundity than when offered a basic diet without this component. The highest intrinsic rate of increase in the current study was recorded for females fed on an artificial diet supplemented with 20% of the pre-pupal haemolymph (AD20, 0.210 females/female/day). This growth rate is higher than the values observed on artificial diets enriched with haemolymph of oak silkworm pupae (*A. pernyi*; 0.181 females/female/day at 23°C; Nguyen et al. 2013a) or with extracts of decapsulated *A. fran-*

ciscana cysts (0.186 females/female/day at 23°C; Nguyen et al. 2014). The growth rate on AD20 was also superior to that reported for *A. swirskii* reared on a number of natural prey species including tomato russet mite *Aculops lycopersici* (Massee) (0.201 females/female/day) (Park et al. 2011), two-spotted spider mite *Tetranychus urticae* Koch (0.167 females/female/day; El-Laithy and Fouly 1992), eriophyoid fig mites *Aceria ficus* (Cotte) or *Rhyncaphytoptus ficifoliae* Keifer (0.155 or 0.122 females/female/day, respectively; Abou-Awad et al. 1999) and thrips *Frankliniella occidentalis* (Pergande) or *Thrips tabaci* Lind. (0.056 or 0.024 females/female/day, respectively; Wimmer et al. 2008) and on cattail pollen *T. latifolia* (0.158 females/female/day) (Nguyen et al. 2013a). The highest r_m value in our study is only slightly lower than that reported by Nomikou et al. (2001) when the predatory mite was fed on the tobacco whitefly, *Bemisia tabaci* (Gennadius) (0.218 females/female/day).

Our study indicates that supplementing a nutritionally suboptimal artificial diet with black soldier fly haemolymph significantly improved its value for supporting development and reproduction of *A. swirskii*. Even at the lowest concentration of haemolymph added (5%) juvenile survival improved, the production of viable eggs was stimulated and as a consequence, the intrinsic rate of increase substantially increased. This confirms our earlier findings when the same basic artificial diet was enriched with 20% haemolymph of oak silkworm pupae (*A. pernyi*), significantly increasing immature survival, shortening development time and raising fecundity of *A. swirskii* (Nguyen et al. 2013a). Grenier and De Clercq (2003) noted that adding insect components (i.e. tissues, haemolymph, cells, protein, amino acids, etc.) to artificial diets enhances their acceptability and improves their nutritional quality for a number of entomophagous

Table 3 Reproduction of *Amblyseius swirskii* fed on basic diet during the juvenile and adult stages or switched from adulthood to artificial diets enriched with different concentrations of *Hermetia illucens* pre-pupal haemolymph at 23°C

Diet	n	Oviposition Period (days) ¹	Oviposition Rate (eggs/female/day) ²	Total Fecundity (eggs/female) ²
AD0	12	5.58 ± 1.95 b	0.84 ± 0.07 b	3.50 ± 0.61 b
AD5	12	10.75 ± 1.74 a	1.21 ± 0.04 a	13.08 ± 2.14 a
AD10	9	10.89 ± 2.58 ab	1.19 ± 0.11 a	11.44 ± 2.07 a
AD20	12	11.17 ± 1.83 a	1.13 ± 0.06 a	12.00 ± 1.69 a
H/F		8.280	6.467	7.022
d.f.		3	3, 41	3, 41
P		0.041	0.001	0.001

n = number of reproducing females observed. AD0, AD5, AD10 and AD20 = see footnote of table 1. Means ± SE within a column followed by the same letter are not significantly different ($P > 0.05$; 1 Kruskal–Wallis ANOVA followed by Mann–Whitney *U* tests, 2 one-way ANOVA followed by Tukey tests). H-, d.f.- and P-values refer to Kruskal–Wallis ANOVAs; F-, d.f.- and P-values refer to one-way ANOVAs.

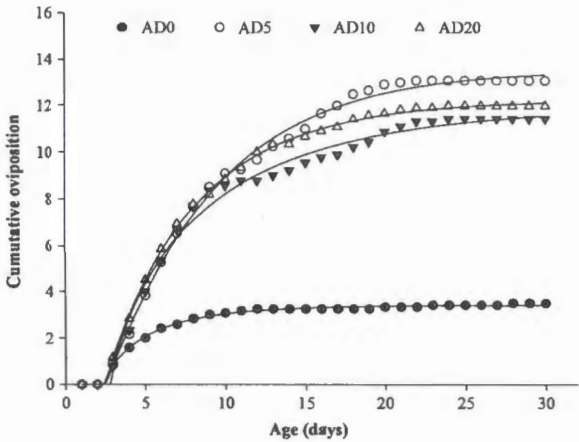


Fig. 1 Effect of diet switching from basic diet during the juvenile stages to artificial diets enriched with different concentrations of *Hermetia illucens* pre-pupal haemolymph during the adult stage on oviposition of *Amblyseius swirskii* at 23°C. The continuous curves are fitted Weibull functions.

insects. Artificial diets containing insect components may be useful when predators or parasitoids require certain nutrients, feeding stimulants and other chemical cues found in arthropod prey or hosts (De Clercq 2008). The positive role of insect haemolymph in artificial diets is particularly well known in parasitoid wasps of the genus *Trichogramma* (Hymenoptera: Trichogrammatidae). Strand and Vinson (1985) obtained complete *in vitro* culture of *Trichogramma pretiosum* Riley on an artificial medium supplemented with 40% haemolymph of *Manduca sexta* (L.). *Trichogramma dendrolimi* Matsumura and *Trichogramma maidis* Pintureau et Voegelé successfully developed on artificial diets composed of egg yolk and *Helicoverpa zea* (Boddie) haemolymph (Grenier and Bonnot 1988). *Trichogramma dendrolimi* was successfully reared *in vitro* in a medium containing haemolymph of *A. pernyi* (Guan et al. 1978). Insect haemolymph has also been noted to play a positive role in the development and repro-

duction of other parasitoids on artificial media. Liu et al. (1988) noted that *Anastatus japonicus* Ashmead (Hymenoptera: Eupelmidae) could completely develop on artificial diet containing haemolymph from the pupae of *A. pernyi* or *Philosamia cynthia ricini* Donovan (Lepidoptera: Saturniidae) with longevity and fecundity of artificially reared females being better than those of parasitoids reared on host silkworm eggs. Approximately 60% of *Tetrastichus schoenobii* Ferriere (Hymenoptera: Tetrastichidae) egg parasitoids reared on an artificial medium supplemented with haemolymph from *A. pernyi* completed development to the adult stage (Ding et al. 1980). Fanti and Bratti (1991) found that a diet supplemented with *Galleria mellonella* L. (Lepidoptera: Pyralidae) pupal haemolymph and 20-hydroxyecdysone could support the development of the parasitoid fly *Pseudogonia rufifrons* (Wiedemann) (Diptera: Tachinidae).

The black soldier fly is considered to be a good candidate for industrial-scale production, which is defined as a minimum reach of 1 tonne per day of fresh-weight insects. This is related to a number of beneficial traits, including a short development cycle, high survival of immatures and oviposition rate, good potential of biomass increase per day (i.e. weight gain per day), high conversion rate (kg biomass gain per kg feedstock), ability to live in high densities (kg biomass per m²) and low vulnerability to disease (Van Huis et al. 2013). Additionally, the fly can successfully develop on a wide range of food sources including chicken feed (Tomberlin et al. 2002; Diener et al. 2009), chicken manure (Sheppard et al. 1994; Yu et al. 2011; Zhou et al. 2013), pig manure (Newton et al. 2005; Zhou et al. 2013), cattle manure (Myers et al. 2008; Li et al. 2011; Zhou et al. 2013), human faeces (Lalander et al. 2013; Banks et al. 2014), pig liver (Nguyen et al. 2013b), kitchen waste (Diener et al. 2011; Nguyen et al. 2013b), fruits and vegetables (Nguyen et al. 2013b), fish offal (St-Hilaire et al. 2007; Nguyen et al. 2013b), palm kernel meal

Table 4 Weibull distribution parameter values for cumulative oviposition curves of *Amblyseius swirskii* fed on artificial diets enriched with different concentrations of *Hermetia illucens* pre-pupal haemolymph at 23°C

Parameters	Artificial Diet			
	AD0	AD5	AD10	AD20
<i>a</i>	3.42 ± 0.02	13.55 ± 0.19	12.04 ± 0.34	12.26 ± 0.07
<i>b</i>	2.81 ± 0.19	7.00 ± 0.27	6.01 ± 0.44	5.65 ± 0.11
<i>c</i>	0.79 ± 0.06	1.04 ± 0.07	0.78 ± 0.06	0.95 ± 0.03
<i>x</i> ₀	4.22 ± 0.07	7.44 ± 0.13	6.62 ± 0.22	6.36 ± 0.05
<i>R</i> ²	0.9968	0.9966	0.9928	0.9992

(Hem et al. 2008) and coffee pulp (Larde 1990). These characteristics enable cost-effective production of large amounts of insect biomass, including haemolymph. The intrinsic rate of increase of *A. swirskii* fed on the basic artificial diet enriched with black soldier fly pre-pupal haemolymph in this study was equally high as that of females reared on the basic diet supplemented with haemolymph of oak silkworm pupae *A. pernyi* (Nguyen et al. 2013a) or diet enriched with extract of decapsulated *A. franciscana* cysts or *Ephestia kuehniella* Zeller eggs (Nguyen et al. 2014). This indicates that *H. illucens* pre-pupal haemolymph has a similar positive role in artificial diets for *A. swirskii* as the above mentioned, more expensive and/or less available arthropod materials (Lü et al. 2013; De Clercq et al. 2014).

To our knowledge, our study is the first that shows the potential of *H. illucens* as a nutrient source for the rearing of beneficial arthropods. Arguably, more research is warranted to understand the role of *H. illucens* haemolymph for the nutritional physiology of *A. swirskii* and to explore the potential of this material to enhance the value of artificial diets for other entomophagous mites and insects. The effects of long-term rearing of the predatory mites on artificial diets on their quality need to be explored; besides developmental and reproductive performance, quality assessment should also include behavioural aspects affecting predation efficiency (Grenier and De Clercq 2003).

Acknowledgements

We would like to thank Biobest N. V. and Koppert B. V. for support and for providing materials used in our experiments. The constructive comments from two anonymous reviewers and the handling editor are greatly appreciated. Duc Tung Nguyen received a doctoral grant from the Vietnamese Ministry of Education and Training (MOET-VIED).

References

- Abou-Awad BA, El-Sawaf BM, Abdel-Khalek AA, 1999. Impact of two eriophyoid fig mites, *Aceria ficus* and *Rhyncaphytoptus ficifoliae*, as prey on postembryonic development and oviposition rate of the predacious mite *Amblyseius swirskii*. *Acarologia*, 40, 367–371.
- Banks LJ, Gibson WT, Cameron MM, 2014. Growth rates of black soldier fly larvae fed on fresh human faeces and their implication for improving sanitation. *Trop Med Int Health*, 19, 14–22.
- Birch LC, 1948. The intrinsic rate of natural increase of an insect population. *J Anim Ecol*, 17, 15–26.
- Bolckmans KJF, van Houten YM, 2006. Mite composition, use thereof, method for rearing the phytoseiid predatory mite *Amblyseius swirskii*, rearing system for rearing said phytoseiid mite and methods for biological pest control on a crop. WO Patent WO/2006/057552.
- Bondari K, Sheppard D, 1987. Soldier fly, *Hermetia illucens* L., larvae as feed for channel catfish, *Ictalurus punctatus* (Rafinesque), and blue tilapia, *Oreochromis aureus* (Steindachner). *Aquacult Res*, 18, 209–220.
- De Clercq P, 2008. Culture of natural enemies on factitious foods and artificial diets. In: *Encyclopedia of entomology*. Ed. by Capinera JL, Springer, Dordrecht, 1133–1136.
- De Clercq P, Coudron TA, Riddick EW, 2014. Production of heteropteran predators. In: *Mass production of beneficial organisms: invertebrates and entomopathogens*. Ed. by Morales-Ramos JA, Rojas G, Shapiro-Ilan D, Elsevier, London, UK, 57–100.
- Diener S, Zurbrugg C, Tockner K, 2009. Conversion of organic material by black soldier fly larvae: establishing optimal feeding rates. *Waste Manage Res*, 27, 603–610.
- Diener S, Solano NMS, Gutiérrez FR, Zurbrugg C, Tockner K, 2011. Biological treatment of municipal organic waste using black soldier fly larvae. *Waste Biomass Valorization*, 2, 357–363.
- Ding D, Qiu H, Hwang C, 1980. In vitro rearing of an egg parasitoid, *Tetrastichus schoenobii* Ferriere (Hymenoptera: Tetrastichidae). *Contrib Shanghai Inst Entomol*, 1, 55–58.
- El-Laithy AYM, Fouly AH, 1992. Life table parameters of the two phytoseiid predators *Amblyseius scutalis* (Athias-Henriot) and *A. swirskii* A.-H. (Acari, Phytoseiidae) in Egypt. *J Appl Entomol*, 113, 8–12.
- Erickson MC, Islam M, Sheppard C, Liao J, Doyle MP, 2004. Reduction of *Escherichia coli* O157: H7 and *Salmonella enterica* serovar enteritidis in chicken manure by larvae of the black soldier fly. *J Food Prot*, 67, 685–690.
- Fanti P, Bratti A, 1991. In vitro rearing of the larval stages of the parasitoid *Pseudogonia rufifrons* Wied. (Diptera: Tachinidae): preliminary results. *Insect Parasitoids*, 74, 449–452.
- Fernandez-Caldas E, Iraola V, Carnes J, 2007. Molecular and biochemical properties of storage mites (except *Blomia* species). *Protein Pept Lett*, 14, 954–959.
- Furman DP, Young RD, Catts PE, 1959. *Hermetia illucens* (Linnaeus) as a factor in the natural control of *Musca domestica* Linnaeus. *J Econ Entomol*, 52, 917–921.
- Grenier S, 2009. In vitro rearing of entomophagous insects-past and future trends: a minireview. *Bull Insectol*, 62, 1–6.
- Grenier S, Bonnot G, 1988. Development of *Trichogramma dendrolimi* and *T. maidis* (Hymenoptera, Trichogrammatidae) in artificial media and artificial host eggs. In: *Trichogramma and other egg parasites*. Ed. by Voegelé J, Les Colloques de l'INRA, Paris, 319–326.

- Grenier S, De Clercq P, 2003. Comparison of artificially versus naturally reared natural enemies and their potential for use in biological control. In: Quality control and production of biological control agents: theory and testing procedures. Ed. by van Lenteren J, CAB International, Wallingford, UK, 115–131.
- Guan X, Wu Z, Wu T, Feng H, 1978. Studies on rearing *Trichogramma dendrolimi* Matsumura in vitro. *Acta Entomol Sin*, 21, 122–126.
- Hale O, 1973. Dried *Hermetia illucens* larvae (Diptera: Stratiomyidae) as a feed additive for poultry. *J Ga Entomol Soc*, 8, 16–20.
- Hem S, Toure S, Sagbla C, Legendre M, 2008. Bioconversion of palm kernel meal for aquaculture: experiences from the forest region (Republic of Guinea). *Afr J Biotechnol*, 7, 1192–1198.
- Heslin L, Kopitke R, Merritt D, 2005. The role of insect cell lines in an artificial diet for the parasitoid wasp, *Trichogramma pretiosum*. *Biol Control*, 33, 186–193.
- Hulting FL, Orr DB, Obrycki JJ, 1990. A computer program for calculation and statistical comparison of intrinsic rates of increase and associated life table parameters. *Fla Entomol*, 73, 601–612.
- James M, 1935. The genus *Hermetia* in the United States (Diptera: Stratiomyidae). *Bull Brooklyn Entomol Soc*, 30, 165–170.
- Lalander C, Diener S, Magri ME, Zurbrugg C, Lindstrom A, Vinneras B, 2013. Faecal sludge management with the larvae of the black soldier fly (*Hermetia illucens*) – from a hygiene aspect. *Sci Total Environ*, 458, 312–318.
- Larde G, 1990. Recycling of coffee pulp by *Hermetia illucens* (Diptera, Stratiomyidae) larvae. *Biol Wastes*, 33, 307–310.
- Li Q, Zheng LY, Qiu N, Cai H, Tomberlin JK, Yu ZN, 2011. Bioconversion of dairy manure by black soldier fly (Diptera: Stratiomyidae) for biodiesel and sugar production. *Waste Manage*, 31, 1316–1320.
- Liu Z-C, Wang Z-Y, Sun Y-R, Liu J-F, Yang W-H, 1988. Studies on culturing *Anastatus* sp., a parasitoid of Litchi stink bug, with artificial host eggs. In: *Trichogramma and other egg parasites*. Ed. by Voegelé J, Waage J, van Lenteren J, Les Colloques de l'INRA, Paris, France, 353–360.
- Liu Q, Tomberlin JK, Brady JA, Sanford MR, Yu Z, 2008. Black soldier fly (Diptera: Stratiomyidae) larvae reduce *Escherichia coli* in dairy manure. *Environ Entomol*, 37, 1525–1530.
- Lotka AJ, 1907. Relation between birth rates and death rates. *Science*, 26, 21–22.
- Lü X, Han SC, Li LY, Grenier S, De Clercq P, 2013. The potential of trehalose to replace insect hemolymph in artificial media for *Trichogramma dendrolimi* (Hymenoptera: Trichogrammatidae). *Insect Sci*, 20, 629–636.
- Lü X, Han S, De Clercq P, Dai J, Li L, 2014. Orthogonal array design for optimization of an artificial medium for in vitro rearing of *Trichogramma dendrolimi*. *Entomol Exp Appl*, 152, 52–60.
- van Maanen R, Vila E, Sabelis MW, Janssen A, 2010. Biological control of broad mites (*Polyphagotarsonemus latus*) with the generalist predator *Amblyseius swirskii*. *Exp Appl Acarol*, 52, 29–34.
- Maia ADN, Luiz AJB, Campanhola C, 2000. Statistical inference on associated fertility life table parameters using jackknife technique: computational aspects. *J Econ Entomol*, 93, 511–518.
- McCullagh P, Nelder JA, 1989. Generalized linear models. Chapman and Hall/CRC, London.
- Messelink GJ, van Steenpaal SE, Ramakers PM, 2006. Evaluation of phytoseiid predators for control of western flower thrips on greenhouse cucumber. *Biocontrol*, 51, 753–768.
- Messelink GJ, van Maanen R, van Steenpaal SEF, Janssen A, 2008. Biological control of thrips and whiteflies by a shared predator: two pests are better than one. *Biol Control*, 44, 372–379.
- Meyer JS, Ingersoll CG, McDonald LL, Boyce MS, 1986. Estimating uncertainty in population growth rates: jackknife vs. bootstrap techniques. *Ecology*, 67, 1156–1166.
- Myers HM, Tomberlin JK, Lambert BD, Kattes D, 2008. Development of black soldier fly (Diptera: Stratiomyidae) larvae fed dairy manure. *Environ Entomol*, 37, 11–15.
- Newton G, Booram C, Barker R, Hale O, 1977. Dried *Hermetia illucens* larvae meal as a supplement for swine. *J Anim Sci*, 44, 395–400.
- Newton G, Sheppard D, Watson D, Burtle G, Dove C, Tomberlin J, Thelen E, 2005. The black soldier fly, *Hermetia illucens*, as a manure management/resource recovery tool. In: *Symposium on the state of the science of animal manure and waste management*, 5–7.
- Nguyen DT, Vangansbeke D, Lü X, De Clercq P, 2013a. Development and reproduction of the predatory mite *Amblyseius swirskii* on artificial diets. *Biocontrol*, 58, 369–377.
- Nguyen TTX, Tomberlin JK, Vanlaerhoven S, 2013b. Influence of resources on *Hermetia illucens* (Diptera: Stratiomyidae) larval development. *J Med Entomol*, 50, 898–906.
- Nguyen DT, Vangansbeke D, De Clercq P, 2014. Artificial and factitious foods support the development and reproduction of the predatory mite *Amblyseius swirskii*. *Exp Appl Acarol*, 62, 181–194.
- Nomikou M, Janssen A, Schraag R, Sabelis MW, 2001. Phytoseiid predators as potential biological control agents for *Bemisia tabaci*. *Exp Appl Acarol*, 25, 271–291.
- Nomikou M, Janssen A, Schraag R, Sabelis MW, 2002. Phytoseiid predators suppress populations of *Bemisia tabaci* on cucumber plants with alternative food. *Exp Appl Acarol*, 27, 57–68.

- Ogawa Y, Osakabe M, 2008. Development, long-term survival, and the maintenance of fertility in *Neoseiulus californicus* (Acari: Phytoseiidae) reared on an artificial diet. *Exp Appl Acarol*, 45, 123–136.
- Park HH, Shipp L, Buitenhuis R, Ahn JJ, 2011. Life history parameters of a commercially available *Amblyseius swirskii* (Acari: Phytoseiidae) fed on cattail (*Typha latifolia*) pollen and tomato russet mite (*Aculops lycopersici*). *J Asia-Pacific Entomol*, 14, 497–501.
- Ragusa S, Swirski E, 1977. Feeding habits, post-embryonic and adult survival, mating, virility and fecundity of the predacious mite *Amblyseius swirskii* (Acarina: Phytoseiidae) on some coccids and mealybugs. *Entomophaga*, 22, 383–392.
- Riddick EW, 2009. Benefits and limitations of factitious prey and artificial diets on life parameters of predatory beetles, bugs, and lacewings: a mini-review. *Biocontrol*, 54, 325–339.
- Sheppard DC, Newton GL, Thompson SA, Savage S, 1994. A value-added manure management-system using the black soldier fly. *Bioresour Technol*, 50, 275–279.
- St-Hilaire S, Cranfill K, McGuire MA, Mosley EE, Tomberlin JK, Newton L, Sealey W, Sheppard C, Irving S, 2007. Fish offal recycling by the black soldier fly produces a foodstuff high in omega-3 fatty acids. *J World Aquac Soc*, 38, 309–313.
- Strand M, Vinson S, 1985. In vitro culture of *Trichogramma pretiosum* on an artificial medium. *Entomol Exp Appl*, 39, 203–209.
- Swirski E, Amitai S, Dorzia N, 1967. Laboratory studies on the feeding, development and reproduction of the predaceous mites *Amblyseius rubini* Swirski and Amitai and *Amblyseius swirskii* Athias (Acarina: Phytoseiidae) on various kinds of food substances. *Israel J Agric Res*, 17, 101–119.
- Tomberlin JK, Sheppard DC, Joyce JA, 2002. Selected life-history traits of black soldier flies (Diptera: Stratiomyidae) reared on three artificial diets. *Ann Entomol Soc Am*, 95, 379–386.
- Van Huis A, Van Isterbeeck J, Klunder H, Mertens E, Halloran A, Muir G, Vantomme P, 2013. Edible insects: future prospects for food and feed security. *FAO Forestry Paper 171*, FAO, Rome.
- Vangansbeke D, Nguyen D, Audenaert J, Verhoeven R, Gobin B, Tirry L, De Clercq P, 2014. Performance of the predatory mite *Amblydromalus limonicus* on factitious foods. *Biocontrol*, 59, 67–77.
- Wimmer D, Hoffmann D, Schausberger P, 2008. Prey suitability of western flower thrips, *Frankliniella occidentalis*, and onion thrips, *Thrips tabaci*, for the predatory mite *Amblyseius swirskii*. *Biocontrol Sci Tech*, 18, 533–542.
- Xie Z-N, Wu Z-X, Nettles WC Jr, Saldaña G, Nordlund DA, 1997. In vitro culture of *Trichogramma* spp. on artificial diets containing yeast extract and ultracentrifuged chicken egg yolk but devoid of insect components. *Biol Control*, 8, 107–110.
- Yu GH, Cheng P, Chen YH, Li YJ, Yang ZH, Chen YF, Tomberlin JK, 2011. Inoculating poultry manure with companion bacteria influences growth and development of black soldier fly (Diptera: Stratiomyidae) larvae. *Environ Entomol*, 40, 30–35.
- Zhou F, Tomberlin JK, Zheng LY, Yu ZN, Zhang JB, 2013. Developmental and waste reduction plasticity of three black soldier fly strains (Diptera: Stratiomyidae) raised on different livestock manures. *J Med Entomol*, 50, 1224–1230.

Supplemental food for *Amblyseius swirskii* in the control of thrips: feeding friend or foe?

Dominiek Vangansbeke,^a Duc Tung Nguyen,^{a,b} Joachim Audenaert,^c Ruth Verhoeven,^c Bruno Gobin,^c Luc Tirry^a and Patrick De Clercq^{a*}

Abstract

BACKGROUND: In integrated pest management systems in greenhouse crops, the predatory mite *Amblyseius swirskii* is becoming increasingly important as a biological control agent of various pests, especially thrips and whiteflies. An emerging strategy to promote the predator's establishment and retention in the crop consists in providing food supplements. However, when faced with omnivorous pests, such as the western flower thrips, *Frankliniella occidentalis*, food supplements need to be applied with extreme care, in order not to boost population growth of the pest. This laboratory study was conducted to evaluate the impact of commercial products of *Typha angustifolia* pollen and decapsulated brine shrimp cysts (*Artemia* sp.) on populations of both pest and predator and on predator–prey interactions.

RESULTS: Pollen was highly supportive for both *F. occidentalis* and *A. swirskii*, whereas *Artemia* cysts supported thrips populations to a lesser extent than those of the predator. Furthermore, a less pronounced reduction in thrips consumption by *A. swirskii* was observed in the presence of *Artemia* cysts as compared with *T. angustifolia* pollen.

CONCLUSION: *Artemia* might be a valuable alternative to pollen for supporting populations of *A. swirskii* in order to improve thrips management, as they are less beneficial for the pest but do support population growth of *A. swirskii*.

© 2015 Society of Chemical Industry

Keywords: *Frankliniella occidentalis*; *Amblyseius swirskii*; food supplementation; *Typha angustifolia*; *Artemia* sp.; intrinsic rate of increase; predation rate

1 INTRODUCTION

The western flower thrips (WFT), *Frankliniella occidentalis* (Per-gande) (Thysanoptera: Thripidae), is a major destructive pest in greenhouse crops worldwide^{1,2} and remains especially problematic in ornamental crops with a zero tolerance for crop damage or in crops destined for export.^{3–5} This virus-vectoring thrips species is primarily herbivorous, feeding on leaf tissue, but also on other plant materials, such as pollen⁶ and extrafloral nectar.⁷ To a lesser extent, *F. occidentalis* is also known to feed on animal foods, such as tetranychid and phytoseiid mite eggs,^{8,9} and whitefly crawlers.¹⁰ Owing to the pest's cryptic lifestyle and rapid development of resistance to insecticides, growers increasingly use biological control strategies against this pest.^{11–14}

The generalist predatory mite *Amblyseius swirskii* Athias-Henriot (Acari: Phytoseiidae) is well known for its efficacy to control WFT infestations^{15,16} and is being used worldwide as a biological control agent in a wide range of crops.^{14,17,18} To cope with poor establishment of the predator after release and/or its persistence in periods of low prey levels in ornamentals, growers may have to reintroduce predatory mites repeatedly ('insurance policy'^{19,20}), which adds a considerable cost for pest control. Messelink *et al.*²⁰ and Buitenhuis *et al.*¹⁷ discussed an array of practices that can be implemented for the population enhancement of natural enemies in greenhouse crops. One of the suggested approaches to support populations of augmentatively released natural enemies is to procure supplemental foods. These foods are meant to provide the natural enemies with necessary resources to overcome

periods with little availability of prey or plant foods. Provision of food supplements has been shown to enhance the biological control function of a wide range of omnivorous beneficial insects and mites.^{21–24} The use of pollen has repeatedly been suggested for supporting populations of generalist predatory mites.^{20,25–30} Recently, a commercial product consisting of pollen of narrow-leaved cattail, *Typha angustifolia* L. (Nutrimite™, Biobest N.V., Westerlo, Belgium), was launched to enhance the population growth of different generalist predatory mites. The application of pollen products in greenhouse crops has to be done with caution, especially when (one of) the target prey is a pollen-feeder as well.³¹ Another cattail species, *Typha latifolia* L., was found to promote the development and reproduction of WFT.^{24,32,33} Pollen supplementation may result in a twofold potential benefit for WFT: an increase in population growth and a reduced predator pressure. Although such benefits to the pest have been demonstrated in a number of

* Correspondence to: Patrick De Clercq, Laboratory of Agrozoology, Department of Crop Protection, Faculty of Bioscience Engineering, Coupure Links 653, B-9000 Ghent, Belgium. E-mail: Patrick.DeClercq@Ugent.be

a Laboratory of Agrozoology, Department of Crop Protection, Faculty of Bioscience Engineering, Ghent University, Ghent, Belgium

b Entomology Department, Vietnam National University of Agriculture, Trau Quy, Gia Lam, Hanoi, Vietnam

c PCS – Ornamental Plant Research, Destelbergen, Belgium

short-term experiments,^{24,33,34} a higher numerical response of the predator as a result of pollen supplementation has been reported to yield improved control of thrips.^{24,27} Dry decapsulated brine shrimp cysts, *Artemia* sp. (Branchiopoda: Artemiidae), constitute another potential food source that has been shown to support generalist phytoseiids. The cysts are the diapausing eggs of the brine shrimps, which are harvested from salt lakes worldwide and are routinely being used in aquaculture as a food source for fish and shellfish.³⁵ Cysts of *Artemia franciscana* Kellogg have shown to be a suitable food source for several predatory mites, including *Iphiseius degenerans* (Berlese),³⁶ *Amblydromalus limonicus* Garman and McGregor³⁷ and *A. swirskii*.³⁸ However, *A. franciscana* cysts were found to be unsuitable for *F. occidentalis*.²⁴

In the present study, we compared the nutritional value of two types of brine shrimp cyst with that of *T. angustifolia* pollen for both WFT and its predator *A. swirskii*. Further, we also investigated the effect of providing a combined diet of supplemental food (pollen, both types of brine shrimp cyst) and thrips to *A. swirskii*. Finally, we assessed the impact of the presence of the three food sources on the predation efficacy of *A. swirskii* on WFT larvae.

2 MATERIALS AND METHODS

2.1 Predatory mite and thrips rearing

A laboratory colony of *A. swirskii* was established with mites obtained from Biobest N.V. and was maintained in plastic arenas, the edges of which were covered with moist tissue paper to provide free water and prevent the mites from escaping. Twice a week, pollen of *T. latifolia* was dusted over the arenas as a food for the mites. Western flower thrips were collected from rose plants in the greenhouses of the Ornamental Plant Research Station (Destelbergen, Belgium) and were reared on pods of green bean (*Phaseolus vulgaris* L.) in plastic boxes provided with a layer of vermiculite. Colonies were maintained in a controlled environment of $25 \pm 1^\circ\text{C}$, $65 \pm 5\%$ RH and a 16:8 h L:D photoperiod.

2.2 Food sources

Pollen of *T. angustifolia* (Nutrimite™) was supplied by Biobest N.V. and was stored at -18°C . Weekly, a small amount of pollen was taken out of the freezer and kept in a refrigerator at 5°C before being used in the experiments. Two types of decapsulated *Artemia* cyst were tested: the first material was a commercial product consisting of cysts of a non-specified *Artemia* species (Artefeed; Koppert B.V., Berkel en Rodenrijs, The Netherlands), whereas the second material was from an *A. franciscana* strain originating from the Great Salt Lake (Utah, USA) and kept at a research institute (Artemia Reference Centre, Ghent University, Ghent, Belgium). Both *Artemia* products were stored at 5°C .

2.3 Population growth of WFT

For each experiment, four groups of 50 first instars (<6 h old) of *F. occidentalis* were collected from the stock colony and were transferred individually to bean leaf discs (5 cm diameter) placed upside down on a 7 mm layer of agar (1% w/w) in a closed insect breeding dish (5 cm diameter, 1.5 cm height). The first group of 50 larvae received no food supplements, whereas for the other three groups the bean leaf discs were supplemented with either *T. angustifolia* pollen (ca 50 µg), *A. franciscana* cysts or Artefeed cysts (ca 300 µg). Foods were replenished once a week. Development and survival were monitored twice a day up to adulthood. Next, females were mated with a male that was reared on the same

diet as the female, and reproduction was followed daily during the first 5 days by transferring pairs of thrips to fresh leaf discs with or without food supplements; thereafter, thrips reproduction was monitored every other day. Reproductive performance of thrips was assessed by counting the number of hatched larvae. Egg hatch was assessed by counting the number of non-hatched eggs 6 days after the first larvae had hatched. To determine the egg incubation period, ten gravid female WFT were placed in individual cages with a bean leaf disc for 8 h, after which the females were removed. Next, egg hatching was monitored every 12 h. All experiments were conducted in climate chambers set at $25 \pm 1^\circ\text{C}$, $65 \pm 5\%$ RH and a 16:8 h L:D photoperiod.

2.4 Population growth of *A. swirskii*

For each diet, 50 predatory mite eggs (<8 h old) were collected from the stock colony and were placed individually in square (2.5 × 2.5 cm) bean leaf arenas (*P. vulgaris*). The leaf arenas were placed upside down on a water-soaked sponge and the edges were covered with moist tissue paper to provide free water and prevent the mites from escaping. Development and survival were monitored twice a day. Once the adult stage was reached, females were paired with a male and oviposition was monitored daily. Eggs from females of the same age were transferred to new leaf discs and were allowed to develop to adulthood to assess the sex ratio of the progeny. The different diet combinations tested were: thrips larvae, *T. angustifolia* pollen, *T. angustifolia* + thrips larvae, *A. franciscana*, *A. franciscana* + thrips larvae, Artefeed, and Artefeed + thrips larvae. For tests including WFT, about 20 first instars of the pest were added to the leaf arena, and this number was kept constant by adding newly hatched larvae daily. Whenever second instars developed to the prepupal stage, they were removed from the leaf arena and replaced by fresh first instars. Experiments were conducted in climate chambers set at $25 \pm 1^\circ\text{C}$, $65 \pm 5\%$ RH and a 16:8 h L:D photoperiod.

2.5 Influence of supplemental foods on predation capacity of *A. swirskii*

Gravid four-day-old females of *A. swirskii*, previously fed on either *T. angustifolia* pollen + thrips, *A. franciscana* + thrips or Artefeed + thrips, were used to assess their predation capacity on first instars of *F. occidentalis*, either in the presence or absence of the aforementioned supplemental foods on which they had been reared during both their immature and adult stages. For each diet treatment, two groups of 30 females were transferred to individual square bean leaf discs (2.5 × 2.5 cm) placed upside down on a polyurethane sponge soaked in tap water. Each female was supplied with 15 WFT first instars with or without supplemental food. The first group of 30 females received only thrips, whereas the second group received thrips supplemented with the same food on which the mites were previously reared. The number of killed thrips larvae was counted after 24 h.

2.6 Statistical analysis

Data were analysed using SPSS Statistics (version 20, IBM, Chicago, IL, USA). Intrinsic rates of increase (r_m) were calculated using the methods described by Birch³⁹ and Maia et al.⁴⁰ We used one-way analysis of variance (ANOVA) to compare the jackknife values of r_m ,⁴¹ and means were separated using Tukey's test (in case of homoscedasticity) or Tamhane's test (in case of heteroscedasticity). *F. occidentalis* is known to kill phytoseiid eggs,⁹ which can substantially affect the predators' intrinsic rate of increase.⁴² Therefore,

Table 1. Developmental time (days) of *F. occidentalis* immatures fed on several diet combinations at 25 °C

Sex	Diet	n ^a	Developmental time (days) ^b				Total immature
			L1 ^c	L2 ^c	PP ^c	P ^c	
Male	<i>P. vulgaris</i>	21	1.90 ± 0.06 b	2.48 ± 0.12 a	1.12 ± 0.05 a	2.45 ± 0.08 a	7.95 ± 0.17 b
	<i>P. vulgaris</i> + <i>T. angustifolia</i>	23	1.50 ± 0.04 a	2.39 ± 0.07 a	0.98 ± 0.04 a	2.65 ± 0.10 a	7.52 ± 0.11 a
	<i>P. vulgaris</i> + <i>A. franciscana</i>	9	2.00 ± 0.12 b	2.61 ± 0.18 a	1.17 ± 0.08 a	2.39 ± 0.11 a	8.17 ± 0.12 b
	<i>P. vulgaris</i> + Artefeed	16	2.00 ± 0.10 b	2.40 ± 0.13 a	1.06 ± 0.04 a	2.38 ± 0.06 a	7.84 ± 0.12 ab
	χ^2		27.592	1.370	7.364	4.836	10.731
	df		3	3	3	3	3
Female	<i>P. vulgaris</i>	24	1.83 ± 0.07 b	2.81 ± 0.08 b	1.06 ± 0.03 a	2.65 ± 0.08 a	8.35 ± 0.12 b
	<i>P. vulgaris</i> + <i>T. angustifolia</i>	25	1.54 ± 0.06 a	2.18 ± 0.06 a	1.04 ± 0.03 a	2.42 ± 0.07 a	7.18 ± 0.10 a
	<i>P. vulgaris</i> + <i>A. franciscana</i>	36	2.06 ± 0.06 c	2.86 ± 0.06 b	1.04 ± 0.02 a	2.40 ± 0.05 a	8.36 ± 0.08 b
	<i>P. vulgaris</i> + Artefeed	32	1.98 ± 0.04 bc	2.88 ± 0.08 b	1.09 ± 0.05 a	2.42 ± 0.05 a	8.38 ± 0.11 b
	χ^2		34.213	39.753	1.226	6.765	45.163
	df		3	3	3	3	3
	P		<0.001	<0.001	0.184	0.080	<0.001

^a Number of tested individuals.

^b Means (± standard error) within a column and sex followed by the same letter are not significantly different ($P > 0.05$; Kruskal–Wallis ANOVA, followed by Mann–Whitney U-tests).

^c L1 = first instar; L2 = second instar; PP = prepupa; P = pupa.

r_m values were calculated both including and excluding eggs killed by the antipredator behaviour of thrips larvae. To account for antipredator behaviour, the number of damaged eggs was subtracted from the total amount of eggs counted per day. Differences in developmental and reproductive parameters were assessed by one-way ANOVA, when a Kolmogorov–Smirnov test indicated data were normally distributed. When data were not normally distributed, they were analysed by Kruskal–Wallis ANOVA, and Mann–Whitney tests were used to separate the means. Binomially distributed sex ratios were analysed using logistic regression, consisting of a generalised linear model using a probit link function and a binomial error function.⁴³ Differences in predation rates were analysed using two-way ANOVA analysis with previous diet and presence versus absence of food supplements as main factors. The level of significance was set at 0.05.

3 RESULTS

3.1 Population growth of WFT

Egg incubation time and egg hatch of WFT averaged 3.18 ± 0.02 days (mean ± SE) and 95.9% respectively ($n = 395$). Supplementing food on bean leaf discs affected immature developmental time for both male and female *F. occidentalis* (Table 1). When provided with *T. angustifolia* pollen on bean leaf discs, WFT reached adulthood faster than on the other diets, except for males supplemented with Artefeed. However, supplementing either types of *Artemia* cyst did not result in a faster development of female thrips. Differences in developmental time were mainly observed in both larval stages, whereas diet did not affect the duration of the (pre-)pupal stages.

Pollen substantially enhanced the fecundity of *F. occidentalis* in terms of the number of hatched larvae (Fig. 1). During the peak oviposition period (after 5 days), the number of produced larvae was about 3 times higher in the presence of pollen than in its absence. Brine shrimp cysts had no beneficial effect on the pest's fecundity, as indicated by the lower lifetime fecundity and oviposition rate compared with pollen subsidy (Table 2). Sex ratio was

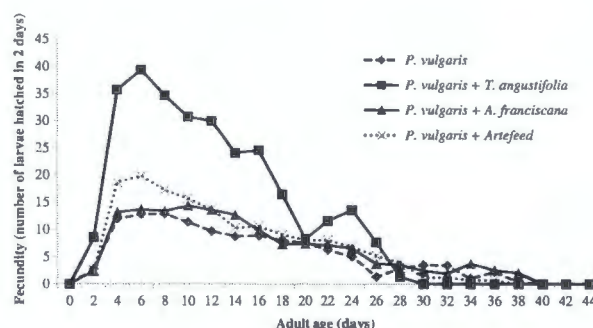


Figure 1. Fecundity (expressed as the number of larvae hatched in 2 days) of *F. occidentalis* when fed on different diets at 25 °C.

not affected by food supplementation, with about two females for each male. Pollen provisioning reduced female longevity as compared with the other food combinations. The intrinsic rate of increase in thrips supplemented with pollen was about 38% higher than that on bean leaves only. Supplementing either tested materials of *Artemia* cysts resulted in a less promoting effect on population growth as compared with pollen (Table 2). Thrips population growth increased by about 5 and 9% respectively for *A. franciscana* and Artefeed supplements compared with only bean leaves.

3.2 Population growth of *A. swirskii*

With a 100% survival and developmental times of less than 7 days, all food supplements, whether or not in combination with thrips larvae, supported the predator's development. For both sexes, the slowest development was observed on a diet solely consisting of thrips larvae, followed by a diet of only Artefeed (Table 3). Pollen of *T. angustifolia* resulted in the fastest development, irrespective of the presence of thrips larvae. When fed either types of *Artemia* cyst, mites developed faster when thrips larvae were added.

The diets affected all reproductive parameters of *A. swirskii*, except the progeny sex ratio (Table 4). Preoviposition period was

Table 2. Reproductive parameters of *F. occidentalis* fed on *P. vulgaris* with or without food supplements

Diet	<i>n</i> ^b	Preoviposition period (days) ^a	Fecundity (larvae female ⁻¹) ^a	Oviposition period (days) ^a	Oviposition rate (larvae female ⁻¹ day ⁻¹) ^a	Longevity (days) ^a	Sex ratio (% female offspring) ^a	<i>r_m</i> (females female ⁻¹ day ⁻¹) ^a
<i>P. vulgaris</i>	17	2.18 ± 0.13 ab	106.9 ± 10.2 b	23.0 ± 2.1 ab	4.7 ± 0.3 c	28.8 ± 2.1 a	64.0 ± 2.5 a	0.204 ± 0.003 c
<i>P. vulgaris</i> + <i>T. angustifolia</i>	20	2.10 ± 0.10 a	236.7 ± 21.9 a	17.1 ± 1.5 a	14.1 ± 0.7 a	20.3 ± 1.5 b	64.7 ± 2.3 a	0.281 ± 0.004 a
<i>P. vulgaris</i> + <i>A. franciscana</i>	25	2.36 ± 0.10 b	123.5 ± 6.2 b	23.2 ± 1.3 b	5.4 ± 0.2 bc	28.8 ± 1.4 a	67.2 ± 2.3 a	0.214 ± 0.003 bc
<i>P. vulgaris</i> + Artefeed	24	2.29 ± 0.06 b	134.9 ± 10.7 b	20.9 ± 1.6 ab	6.6 ± 0.4 b	26.3 ± 1.6 ab	65.9 ± 2.7 a	0.223 ± 0.004 b
χ^2/F		9.43	6.758	3.045	2.403	5.556	1.101	78.160
df		3	3, 82	3, 82	3, 82	3, 82	3	3, 82
<i>P</i>		0.024	<0.001	0.033	<0.001	0.002	0.777	<0.001

^a Means (± standard error) within a column followed by the same letter are not significantly different [$P > 0.05$; Kruskal–Wallis ANOVA, followed by Mann–Whitney tests (preoviposition period); one-way ANOVA, followed by Tukey's test (fecundity, oviposition period, oviposition rate, longevity and r_m) or probit test (sex ratio)].

^b Number of individuals that successfully reached adulthood.

Table 3. Immature developmental time (days) of *Amblyseius swirskii* fed on different diets at 25 °C

Sex	Diet	<i>n</i> ^a	Larva ^b	Protonymph ^b	Deutonymph ^b	Total immature ^b
Male	<i>F. occidentalis</i>	10	0.95 ± 0.05 d	1.75 ± 0.13 d	1.95 ± 0.28 c	6.65 ± 0.32 b
	<i>T. angustifolia</i>	12	0.71 ± 0.07 ab	1.21 ± 0.07 ab	1.08 ± 0.06 a	5.04 ± 0.07 a
	<i>T. angustifolia</i> + <i>F. occidentalis</i>	21	0.83 ± 0.05 bcd	1.14 ± 0.05 a	1.14 ± 0.09 ab	5.12 ± 0.10 a
	<i>A. franciscana</i>	14	0.61 ± 0.06 a	1.36 ± 0.08 bc	1.36 ± 0.17 abc	5.32 ± 0.19 a
	<i>A. franciscana</i> + <i>F. occidentalis</i>	14	0.57 ± 0.05 a	1.32 ± 0.08 abc	1.29 ± 0.10 ab	5.25 ± 0.10 a
	Artefeed	12	0.92 ± 0.06 cd	1.50 ± 0.11 cd	1.46 ± 0.18 bc	5.92 ± 0.21 b
	Artefeed + <i>F. occidentalis</i>	11	0.73 ± 0.08 abc	1.18 ± 0.08 ab	1.18 ± 0.14 ab	5.18 ± 0.12 a
	χ^2		25.896	22.807	13.215	25.216
	df		6	6	6	6
	<i>P</i>		<0.001	0.001	0.040	<0.001
Female	<i>F. occidentalis</i>	40	0.90 ± 0.03 e	1.58 ± 0.06 de	2.31 ± 0.13 d	6.81 ± 0.15 d
	<i>T. angustifolia</i>	38	0.61 ± 0.04 ab	1.29 ± 0.04 b	1.38 ± 0.12 a	5.14 ± 0.08 a
	<i>T. angustifolia</i> + <i>F. occidentalis</i>	29	0.70 ± 0.05 bc	1.15 ± 0.04 a	1.33 ± 0.08 ab	5.10 ± 0.10 a
	<i>A. franciscana</i>	36	0.59 ± 0.03 ab	1.49 ± 0.06 cd	1.56 ± 0.07 c	5.64 ± 0.11 b
	<i>A. franciscana</i> + <i>F. occidentalis</i>	36	0.56 ± 0.03 a	1.35 ± 0.06 bc	1.36 ± 0.05 ab	5.22 ± 0.08 a
	Artefeed	38	0.86 ± 0.04 de	1.71 ± 0.07 e	1.66 ± 0.08 c	6.21 ± 0.09 c
	Artefeed + <i>F. occidentalis</i>	39	0.77 ± 0.04 cd	1.33 ± 0.05 bc	1.56 ± 0.08 bc	5.67 ± 0.10 b
	χ^2		63.653	50.230	55.072	11.676
	df		6	6	6	6
	<i>P</i>		<0.001	<0.001	<0.001	<0.001

^a Number of tested individuals.

^b Means (± standard error) within a column and sex followed by the same letter are not significantly different ($P > 0.05$; Kruskal–Wallis ANOVA, followed by Mann–Whitney U-tests).

longest when the predator was fed on *A. franciscana* cysts (with or without thrips larvae) or Artefeed. Lifetime fecundity was highest on *A. franciscana* cysts or *T. angustifolia* pollen, both with or without thrips larvae. The lowest number of eggs was observed on Artefeed. However, when combined with thrips larvae, the number of eggs produced increased to the level of *A. franciscana* and pollen. Female mites lived longer when solely fed on either types of *Artemia* cyst than on the other diets. When thrips larvae were combined with any of the food supplements, longevity decreased. Highest intrinsic rates of increase were obtained when *A. swirskii* was fed on pollen, pollen + WFT and *A. franciscana* + WFT. Intrinsic rates of increase presented in Table 4 do not include the predator eggs that were killed by thrips larvae. When considering this egg killing, the r_m value of *A. swirskii* fed on *F. occidentalis* decreased

by 17% (0.175 versus 0.210 females female⁻¹ day⁻¹). With food supplementation, r_m values decreased by only 8.9% for pollen, and by 10% for either *Artemia* products.

3.3 Influence of supplemental foods on predation capacity of *A. swirskii*

Predation rates were affected by previous diet, presence of food supplements and also their combined effect ($F = 7.145$, $df = 2$, $P = 0.001$; $F = 94.807$, $df = 1$, $P < 0.001$; $F = 10.328$, $df = 2$, $P < 0.001$ respectively) (Fig. 2). More prey were killed when *A. swirskii* was previously fed on pollen and thrips larvae than on either *Artemia* products and thrips larvae. The predation rate of *A. swirskii* females was lower in the presence of food supplements. When *T. angustifolia* pollen was the food supplement, prey consumption dropped

Table 4. Reproductive parameters of *Amblyseius swirskii* fed on different diets

Diet	<i>n</i> ^b	Preoviposition period (days) ^a	Fecundity (eggs female ⁻¹) ^a	Oviposition period (days) ^a	Oviposition rate (eggs female ⁻¹ day ⁻¹) ^a	Female longevity (days) ^a	Sex ratio (% females) ^a	<i>r_m</i> (females female ⁻¹ day ⁻¹) ^a
<i>F. occidentalis</i>	35	2.29 ± 0.13 ab	29.7 ± 1.7 b	15.2 ± 0.8 c	1.96 ± 0.05 bc	20.5 ± 1.2 cd	78.3 ± 1.7 a	0.210 ± 0.002 c
<i>T. angustifolia</i>	35	2.20 ± 0.09 ab	36.3 ± 1.5 ab	17.9 ± 0.9 abc	2.07 ± 0.04 ab	24.9 ± 1.3 bcd	80.4 ± 1.3 a	0.254 ± 0.002 a
<i>F. occidentalis</i> + <i>T. angustifolia</i>	23	2.13 ± 0.10 ab	34.8 ± 1.9 ab	15.7 ± 0.9 bc	2.24 ± 0.05 a	20.0 ± 1.1 d	78.6 ± 1.8 a	0.258 ± 0.003 a
<i>A. franciscana</i>	35	2.34 ± 0.09 bc	40.1 ± 2.2 a	22.5 ± 1.4 a	1.85 ± 0.05 c	37.4 ± 2.8 a	78.9 ± 1.9 a	0.237 ± 0.002 b
<i>F. occidentalis</i> + <i>A. franciscana</i>	34	2.34 ± 0.10 bc	37.3 ± 1.5 a	18.2 ± 0.8 abc	2.08 ± 0.04 ab	26.6 ± 1.6 bc	78.9 ± 1.4 a	0.251 ± 0.002 a
Artefeed	36	2.72 ± 0.15 c	17.7 ± 1.2 c	21.0 ± 1.4 ab	0.92 ± 0.06 d	31.1 ± 1.9 ab	76.5 ± 2.6 a	0.167 ± 0.004 d
<i>F. occidentalis</i> + Artefeed	34	2.09 ± 0.05 a	34.4 ± 1.3 ab	17.0 ± 0.6 b	2.02 ± 0.03 bc	22.0 ± 1.1 cd	78.9 ± 1.6 a	0.242 ± 0.002 b
χ^2/F		18.637	21.564	6.613	85.582	13.542	2.390	189.223
df		6	6, 225	6, 225	6, 225	6, 225	6	6, 225
<i>P</i>		0.005	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	0.881	<0.001

^a Means (± standard error) within a column followed by the same letter are not significantly different [*P* > 0.05; Kruskal–Wallis ANOVA, followed by Mann–Whitney tests (preoviposition period); one-way ANOVA, followed by Tamhane's test (fecundity, oviposition period, oviposition rate, longevity and *r_m*) or probit test (sex ratio)].

^b Number of females tested.

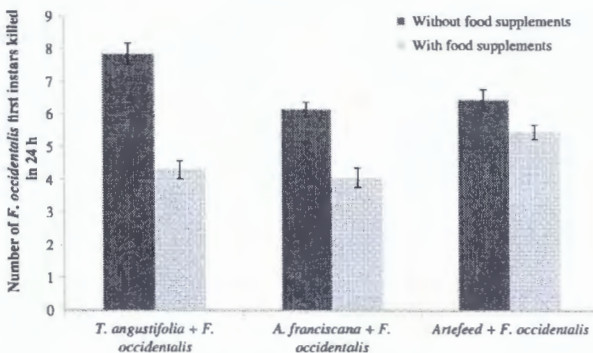


Figure 2. Effect of previous diet (*T. angustifolia*, *A. franciscana* cysts and Artefeed) and presence of food supplements on the 24 h predation rate (means ± SE) of *A. swirskii* on first instars of *F. occidentalis*.

by 45.2%, as compared with 34.0 and 20.4% for *A. franciscana* and Artefeed respectively.

4 DISCUSSION

Providing alternative food to predators has been shown to improve pest control in various crops.^{44–46} Even when the pest itself can feed on the supplemented resources and benefit in terms of its population growth, a higher population increase of the predator can outweigh the population increase of the pest, as was observed when supplementing pollen to the generalist phytoseiid mites *I. degenerans* and *A. swirskii* for WFT control.^{24,46} Nonetheless, it is warranted to search for supplemental foods that do not support pest populations in the crop.⁴⁷ Results obtained in the present laboratory study indicate that brine shrimp cysts have the potential to serve as a supporting food source for *A. swirskii* in the management of *F. occidentalis*. Firstly, both materials of *Artemia* cysts tested here had only a limited promoting effect on the development and reproduction of the thrips, whereas supplementing pollen yielded a faster development and a doubling of the pest's reproductive output. Likewise, Hulshof *et al.*⁶ reported that providing *T. latifolia* pollen doubled the reproduction of *F. occidentalis* on cucumber leaf discs, compared with a

cucumber-leaf-only treatment. A similar result was reported on chrysanthemum.²⁴

The intrinsic rate of increase in *A. swirskii* was highest when pollen of *T. angustifolia* was supplied, and this plant food even proved to be a better food source than the target prey, *F. occidentalis*. A similar result was obtained when females were fed on a combination of both pollen and thrips larvae. The reproductive performance of *A. swirskii* presented with a non-commercial material consisting of decapsulated *A. franciscana* cysts combined with *F. occidentalis* larvae equalled that of mites fed on *T. angustifolia* pollen. The commercial brine shrimp cyst product Artefeed was found to be a less adequate food source for the phytoseiid, resulting in the lowest reproductive output. Moreover, it was not possible to maintain a colony of *A. swirskii* solely on Artefeed from the second generation onwards. However, when Artefeed cysts were combined with *F. occidentalis* larvae, fecundity of the predator was higher than when providing the two food sources separately. This confirms earlier observations that generalist predators usually have an increased reproductive performance on a mixed diet compared with single-diet treatments.^{16,18,24,48–51} Our results also suggest that lower-quality food sources such as Artefeed (yielding the lowest *r_m* value for *A. swirskii*) can still be useful when thrips (or other pests present at low numbers) are present in the crop, as the combination of both foods resulted in a higher population growth of the phytoseiid than on the separate food sources.

The presence of food supplements lowered the prey consumption of individual *A. swirskii* females. The number of thrips killed when pollen was supplemented in the leaf disc arena was only half that without pollen, confirming recent observations made by Leman and Messelink.²⁴ In comparison, the phytoseiid's predation rate was reduced by 34 and 20% in the presence of *A. franciscana* cysts and Artefeed respectively. Thus, the per capita predation capacity of *A. swirskii* is expected to be higher when *Artemia* cysts (of various quality) are supplemented in the crop as compared with pollen subsidies. Our study also indicates that previous diet affects the predation capacity of *A. swirskii* females. Mites previously fed on a combination of *T. angustifolia* pollen and *F. occidentalis* larvae killed about 25% more thrips larvae than those reared on a combination of either type of *Artemia* cyst and thrips. This is possibly due to different satiation levels as a result

of previous diet,⁵² which may have resulted in more vigorous females.

Food supplements not only provide food when prey is scarce or absent but also enable small larvae and protonymphs of *A. swirskii* to consume food during those more vulnerable developmental stages when predator:prey size ratios are low. In the presence of supplemental foods, predatory mites reached adulthood faster than on a diet solely consisting of WFT first instars. Larvae of *A. swirskii* are facultative feeders: they do not require food to reach the protonymphal stage, but they will eat when suitable food is available.⁵³ In our study, larvae of *A. swirskii* were never observed to kill and feed on thrips larvae. However, some larvae were observed to feed on pollen or *Artemia* cysts. *A. swirskii* protonymphs have difficulty capturing larger *F. occidentalis* larvae (personal observations). Additionally, thrips are known to fight off predators by swinging with their abdomen.^{54,55} In our experiments, young mites may have concentrated on the supplemental food in the early stage of their development to avoid encounters with counterattacking prey, thus speeding up their development. However, it is unclear whether lower developmental rates of *A. swirskii* on *F. occidentalis* in our experiments were due to the lower nutritional quality of thrips larvae, to antipredator behaviours of the prey or to a combination of both.

Artefeed is a cheaper product than Nutrimite™, with market prices of about €150 and €300 kg⁻¹ respectively. The current market price of the highest-quality cysts of *A. franciscana* used for aquaculture (i.e. yielding the highest number of nauplii hatching per gram of cysts) is approximately €150 (Van Stappen G, Ghent University, private communication), excluding the costs for decapsulation. Whether the use of lower-quality – and thus cheaper – cysts will allow the maintenance of a predatory mite colony in the crop is a subject for future research.

A possible drawback of using materials that are harvested in nature, such as cattail pollen or *Artemia* cysts, is that quality and harvestable quantity may vary, which may impede a continuous supply of materials with a given quality and thus influence their market price. In contrast to our results, *A. franciscana* cysts proved to be unsuitable for *A. swirskii* in the study by Leman and Messelink.²⁴ This might be due to the variable intrinsic quality of the *Artemia* strains used in the experiments, and thus their nutritional value for the predators, or to differences in the decapsulation process.^{24,56} Also, the cysts in our study were not fully hydrated by immersion in water, as was done in the study by Leman and Messelink,²⁴ but were only partially hydrated by absorbing water from the humid environment (over 90% RH) in our experimental cages.⁵⁶ The hydration process of the cysts might have affected the mites' access to the content of the cysts.

In practice, commercial pollen products, such as Nutrimite™, are being sprayed over the crop using blower devices, targeting an even distribution of the pollen.^{30,57} However, according to van Rijn et al.,⁴⁶ pollen should best be applied patchwise, as predatory mites tend to colonise these patches, impeding the access of thrips to the pollen resources. Uniformly distributed pollen may enable thrips to feed more from the pollen subsidies.⁴⁶ This issue might be less important when *Artemia* cysts are used as food supplements, as thrips do not feed on the brine shrimp cysts to the same extent as they do on pollen.

Pollen and *Artemia* cysts could also be used together or alternately, as is presently done for supporting the omnivorous predatory bug *Macrolophus pygmaeus* Rambur (Hemiptera: Miridae) in various greenhouse crops. In this strategy, field populations of *M. pygmaeus* are initially supported using relatively expensive

Ephestia kuehniella (Zeller) eggs (Lepidoptera: Pyralidae),^{20,58,59} whereas later in the season, cheaper products consisting of *Artemia* cysts are distributed in the crop. For predatory mites, a similar strategy could be applied. When monitoring indicates an increased level of thrips infestation, growers might switch to brine shrimp cysts as a supplemental food to reduce the beneficial effect of previous pollen subsidies on the population growth of thrips.

Other food supplements than those tested in the present study may be useful to support populations of predatory mites. For instance, astigmatid mites have been shown to support the population growth of *A. swirskii*.¹⁸ It is warranted to investigate the supportive value of these alternative food sources for omnivorous pests such as *F. occidentalis* in order to develop an optimal food supplementation strategy. Results may also differ depending on the host plant species,²⁴ and accessibility of food supplements may be affected by the prevailing temperature and humidity conditions.³⁷ In addition, more research is necessary to optimise the provision of food supplements in different greenhouse crops, including the timing and rate of application.

In conclusion, our study demonstrates the potential of *Artemia* cysts as a supplemental food source for the management of thrips using the predatory mite *A. swirskii*, and possibly for other generalist phytoseiid predators as well, such as *A. limonicus*.³⁷ *Artemia* cysts provide little support for the population growth of the omnivorous *F. occidentalis*, but are a suitable food source for predatory mites. The benefits and drawbacks of food subsidies of pollen and *Artemia* cysts are presently being assessed in the greenhouse to test our hypotheses. The potential of artificial food sprays composed of easily available ingredients warrants further investigation. Recently, liquid and solid artificial diets have been developed for *A. swirskii*.^{38,60} These diets can also be tested for their applicability as supplemental foods to support predatory mites in the crop and for their attractiveness to omnivorous pests such as thrips. Finally, it is warranted to investigate whether artificial diets can be modified in such a way that, when applied as supplemental foods in the crop, they exclusively support populations of the predator and not those of the pest.

ACKNOWLEDGEMENTS

This research was supported by project number 090931 from the Institute for the Promotion of Innovation through Science and Technology in Flanders (IWT-Vlaanderen). We also thank two anonymous reviewers for their valuable comments.

REFERENCES

- Lewis T, *Thrips as Crop Pests*. CABI, Wallingford, Oxon, UK (1997).
- Kirk WD and Terry LI, The spread of the western flower thrips *Frankliniella occidentalis* (Pergande). *Agric For Entomol* 5:301–310 (2003).
- Parrella MP, IPM – approaches and prospects, in *Thrips Biology and Management*, ed. by Parker BL, Skinner M and Lewis T. Springer-Verlag, New York, NY, pp. 357–363 (1995).
- Shipp LJ, Monitoring of western flower thrips on glasshouse and vegetable crops, in *Thrips Biology and Management*, ed. by Parker BL, Skinner M and Lewis T. Springer-Verlag, New York, NY, pp. 547–555 (1995).
- Reitz SR, Biology and ecology of the western flower thrips (Thysanoptera: Thripidae): the making of a pest. *Fla Entomol* 92:7–13 (2009).
- Hulshof J, Ketoja E and Vänninen I, Life history characteristics of *Frankliniella occidentalis* on cucumber leaves with and without supplemental food. *Entomol Exp Applic* 108:19–32 (2003).
- Yokoyama VY, Relation of seasonal changes in extrafloral nectar and foliar protein and arthropod populations in cotton. *Environ Entomol* 7:799–802 (1978).

- 8 Trichilo PJ and Leigh TF, Predation on spider mite eggs by the western flower thrips, *Frankliniella occidentalis* (Thysanoptera: Thripidae), an opportunist in a cotton agroecosystem. *Environ Entomol* **15**:821–825 (1986).
- 9 Janssen A, Faraji F, Van Der Hammen T, Magalhães S and Sabelis MW, Interspecific infanticide deters predators. *Ecol Lett* **5**:490–494 (2002).
- 10 van Maanen R, Broufas G, Oveja MF, Sabelis MW and Janssen A, Intraguild predation among plant pests: western flower thrips larvae feed on whitefly crawlers. *BioControl* **57**:533–539 (2012).
- 11 Immaraju JA, Paine TD, Bethke JA, Robb KL and Newman JP, Western flower thrips (Thysanoptera: Thripidae) resistance to insecticides in coastal California greenhouses. *J Econ Entomol* **85**:9–14 (1992).
- 12 Jensen SE, Insecticide resistance in the western flower thrips, *Frankliniella occidentalis*. *Integr Pest Manag Rev* **5**:131–146 (2000).
- 13 Bielza P, Insecticide resistance management strategies against the western flower thrips, *Frankliniella occidentalis*. *Pest Manag Sci* **64**:1131–1138 (2008).
- 14 van Lenteren JC, The state of commercial augmentative biological control: plenty of natural enemies, but a frustrating lack of uptake. *BioControl* **57**:1–20 (2012).
- 15 Messelink GJ, Van Steenpaal SE and Ramakers PM, Evaluation of phytoseiid predators for control of western flower thrips on greenhouse cucumber. *BioControl* **51**:753–768 (2006).
- 16 Calvo F, Bolckmans K and Belda J, Control of *Bemisia tabaci* and *Frankliniella occidentalis* in cucumber by *Amblyseius swirskii*. *BioControl* **56**:185–192 (2011).
- 17 Buitenhuis R, Murphy G, Shipp L and Scott-Dupree C, *Amblyseius swirskii* in greenhouse production systems: a floricultural perspective. *Exp Appl Acarol* DOI: 10.1007/s10493-014-9869-9 (2015).
- 18 Calvo FJ, Knapp M, van Houten YM, Hoogerbrugge H and Belda JE, *Amblyseius swirskii*: what made this predatory mite such a successful biocontrol agent? *Exp Appl Acarol* DOI: 10.1007/s10493-014-9873-0 (2015).
- 19 Cock MJW, van Lenteren JC, Brodeur J, Barratt BIP, Bigler F, Bolckmans K *et al.*, Do new Access and Benefit Sharing procedures under the Convention on Biological Diversity threaten the future of biological control? *BioControl* **55**:199–218 (2010).
- 20 Messelink GJ, Bennisson J, Alomar O, Ingegno BL, Tavella L, Shipp L *et al.*, Approaches to conserving natural enemy populations in greenhouse crops: current methods and future prospects. *BioControl* **59**:377–393 (2014).
- 21 Wäckers FL, Rijn PCJ and Bruin J, *Plant-provided Food for Carnivorous Insects: a Protective Mutualism and its Applications*. Cambridge University Press, Cambridge, UK (2005).
- 22 Aguilar-Fenollosa E, Ibáñez-Gual MV, Pascual-Ruiz S, Hurtado M and Jacas J, Effect of ground-cover management on spider mites and their phytoseiid natural enemies in clementine mandarin orchards (I): bottom-up regulation mechanisms. *Biol Control* **59**:158–170 (2011).
- 23 Wong SK and Frank SD, Pollen increases fitness and abundance of *Orius insidiosus* Say (Heteroptera: Anthoridae) on banker plants. *Biol Control* **64**:45–50 (2013).
- 24 Leman A and Messelink GJ, Supplemental food that supports both predator and pest: a risk for biological control? *Exp Appl Acarol* DOI: 10.1007/s10493-014-9859-y (2014).
- 25 McMurtry J and Scriven G, The influence of pollen and prey density on the number of prey consumed by *Amblyseius hibisci* (Acarina: Phytoseiidae). *Ann Entomol Soc Am* **59**:147–149 (1966).
- 26 van Rijn PCJ and Sabelis MW, Does alternative food always enhance biological control? The effect of pollen on the interaction between western flower thrips and its predators [*Amblyseius cucumeris*]. *IOBC/WPRS Bull* **16**:123–125 (1993).
- 27 van Rijn PCJ, van Houten YM and Sabelis MW, Pollen improves thrips control with predatory mites. *IOBC/WPRS Bull* **22**:209–212 (1999).
- 28 Nomikou M, Sabelis MW and Janssen A, Pollen subsidies promote whitefly control through the numerical response of predatory mites. *BioControl* **55**:253–260 (2010).
- 29 Maoz Y, Gal S, Argov Y, Coli M and Palevsky E, Biocontrol of persea mite, *Oligonychus perseae*, with an exotic spider mite predator and an indigenous pollen feeder. *Biol Control* **59**:147–157 (2011).
- 30 Adar E, Inbar M, Gal S, Gan-Mor S and Palevsky E, Pollen on-twine for food provisioning and oviposition of predatory mites in protected crops. *BioControl* **59**:307–317 (2014).
- 31 Kirk W, Pollen-feeding in thrips (Insecta: Thysanoptera). *J Zool* **204**:107–117 (1984).
- 32 Hulshof J and Vänninen I, Western flower thrips feeding on pollen, and its implications for control, in *Thrips and Tospoviruses: Proc 7th Int Symp on Thysanoptera*, July, Reggio Calabria, Italy, pp. 2–7 (2002).
- 33 Vangansbeke D, Nguyen DT, Audenaert J, Verhoeven R, Gobin B, Tirry L *et al.*, Food supplementation affects interactions between a phytoseiid predator and its omnivorous prey. *Biol Control* **76**:95–100 (2014).
- 34 Skirvin DJ, Kravar-Garde L, Reynolds K, Jones J, Mead A and Fenton J, Supplemental food affects thrips predation and movement of *Orius laevis* (Hemiptera: Anthoridae) and *Neoseiulus cucumeris* (Acari: Phytoseiidae). *Bull Entomol Res* **97**:309–315 (2007).
- 35 Lavens P and Sorgeloos P, The history, present status and prospects of the availability of *Artemia* cysts for aquaculture. *Aquaculture* **181**:397–403 (2000).
- 36 Vantornhout I, Minnaert H, Tirry L and De Clercq P, Effect of pollen, natural prey and factitious prey on the development of *Iphiseius degenerans*. *BioControl* **49**:627–644 (2004).
- 37 Vangansbeke D, Nguyen DT, Audenaert J, Verhoeven R, Gobin B, Tirry L *et al.*, Performance of the predatory mite *Amblydromalus limonicus* on factitious foods. *BioControl* **59**:67–77 (2014).
- 38 Nguyen DT, Vangansbeke D and De Clercq P, Artificial and factitious foods support the development and reproduction of the predatory mite *Amblyseius swirskii*. *Exp Appl Acarol* **62**:181–194 (2014).
- 39 Birch L, The intrinsic rate of natural increase of an insect population. *J Anim Ecol* **17**:15–26 (1948).
- 40 Maia AdH, Luiz AJ and Campanhola C, Statistical inference on associated fertility life parameters using jackknife technique: computational aspects. *J Econom Entomol* **93**:511–518 (2000).
- 41 Meyer JS, Ingersoll CG, McDonald LL and Boyce MS, Estimating uncertainty in population growth rates: jackknife vs. bootstrap techniques. *Ecology* **67**:1156–1166 (1986).
- 42 Vangansbeke D, Nguyen DT, Audenaert J, Verhoeven R, Deforce K, Gobin B *et al.*, Diet-dependent cannibalism in the omnivorous phytoseiid mite *Amblydromalus limonicus*. *Biol Control* **74**:30–35 (2014).
- 43 McCullagh P and Nelder JA, *Generalized Linear Models*. Chapman and Hall, New York, NY (1989).
- 44 Wade MR, Zalucki MP, Wratten SD and Robinson KA, Conservation biological control of arthropods using artificial food sprays: current status and future challenges. *Biol Control* **45**:185–199 (2008).
- 45 Messelink G, Bloemhard C, Hoogerbrugge H, Schelt J, Ingegno B and Tavella L, Evaluation of mirid predatory bugs and release strategy for aphid control in sweet pepper. *J Appl Entomol* DOI: 10.1111/jen.12170 (2014).
- 46 van Rijn PC, van Houten YM and Sabelis MW, How plants benefit from providing food to predators even when it is also edible to herbivores. *Ecology* **83**:2664–2679 (2002).
- 47 Wäckers F, Suitability of (extra-)floral nectar, pollen, and honeydew as insect food sources, in *Plant-provided Food for Carnivorous Insects: a Protective Mutualism and its Applications*. Cambridge University Press, Cambridge, UK, pp. 17–74 (2005).
- 48 Evans EW, Stevenson AT and Richards DR, Essential versus alternative foods of insect predators: benefits of a mixed diet. *Oecologia* **121**:107–112 (1999).
- 49 Messelink GJ, Maanen Rv, van Steenpaal SE and Janssen A, Biological control of thrips and whiteflies by a shared predator: two pests are better than one. *Biol Control* **44**:372–379 (2008).
- 50 Messelink GJ, van Maanen R, Van Holstein-Saj R, Sabelis MW and Janssen A, Pest species diversity enhances control of spider mites and whiteflies by a generalist phytoseiid predator. *BioControl* **55**:387–398 (2010).
- 51 Muñoz-Cárdenas K, Fuentes LS, Cantor RF, Rodríguez CD, Janssen A and Sabelis MW, Generalist red velvet mite predator (*Balaustium* sp.) performs better on a mixed diet. *Exp Appl Acarol* **62**:19–32 (2014).
- 52 Sabelis M, How to analyse prey preference when prey density varies? A new method to discriminate between effects of gut fullness and prey type composition. *Oecologia* **82**:289–298 (1990).
- 53 Chittenden AR and Saito Y, Why are there feeding and nonfeeding larvae in phytoseiid mites (Acari, Phytoseiidae)? *J Ethol* **19**:55–62 (2001).
- 54 Bakker F and Sabelis M, How larvae of *Thrips tabaci* reduce the attack success of phytoseiid predators. *Entomol Exp Applic* **50**:47–51 (1989).
- 55 de Bruijn PJ, Egas M, Janssen A and Sabelis MW, Pheromone-induced priming of a defensive response in western flower thrips. *J Chem Ecol* **32**:1599–1603 (2006).

- 56 Vandekerkhove B, Parmentier L, Van Stappen G, Grenier S, Febvay G, Rey M *et al.*, *Artemia* cysts as an alternative food for the predatory bug *Macrolophus pygmaeus*. *J Appl Entomol* **133**:133–142 (2009).
- 57 Pijnakker J, de Souza A and Wäckers F, *Euseius gallicus*, a bodyguard for roses. *IOBC/WPRS Bull* **102**:191–195 (2014).
- 58 Lenfant C, Ridray G, Schoen L, Albajes R and Sekeroglu E, Biopropagation of *Macrolophus caliginosus* Wagner for a quicker establishment in southern tomato greenhouses. *Bull OILB/SROP* **23**:247–251 (2000).
- 59 De Clercq P, Coudron TA and Riddick EW, Production of heteropteran predators, in *Mass Production of Beneficial Organisms: Invertebrates and Entomopathogens*, ed. by Morales-Ramos J, Rojas G and Shapiro-Ilan DI. Academic Press, San Diego, CA, pp. 55–100 (2014).
- 60 Nguyen DT, Vangansbeke D and De Clercq P, Solid artificial diets for the phytoseiid predator *Amblyseius swirskii*. *BioControl* **59**:719–727 (2014).

RESEARCH ARTICLE

Diurnal Temperature Variations Affect Development of a Herbivorous Arthropod Pest and its Predators

Dominiek Vangansbeke^{1*}, Joachim Audenaert², Duc Tung Nguyen^{1,3}, Ruth Verhoeven², Bruno Gobin², Luc Tirry¹, Patrick De Clercq¹

1 Laboratory of Agrozoology, Department of Crop Protection, Ghent University, Coupure Links 653, B-9000, Ghent, Belgium, **2** PCS-Ornamental Plant Research, Schaessestraat 18, B-9070, Destelbergen, Belgium, **3** Entomology Department, Vietnam National University of Agriculture, Trau Quy, Gia Lam, Hanoi, Vietnam

* dominiek.vangansbeke@Ugent.be



Abstract

The impact of daily temperature variations on arthropod life history remains woefully understudied compared to the large body of research that has been carried out on the effects of constant temperatures. However, diurnal varying temperature regimes more commonly represent the environment in which most organisms thrive. Such varying temperature regimes have been demonstrated to substantially affect development and reproduction of ectothermic organisms, generally in accordance with Jensen's inequality. In the present study we evaluated the impact of temperature alternations at 4 amplitudes (DTR0, +5, +10 and +15°C) on the developmental rate of the predatory mites *Phytoseiulus persimilis* Athias-Henriot and *Neoseiulus californicus* McGregor (Acari: Phytoseiidae) and their natural prey, the two-spotted spider mite *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae). We have modelled their developmental rates as a function of temperature using both linear and non-linear models. Diurnally alternating temperatures resulted in a faster development in the lower temperature range as compared to their corresponding mean constant temperatures, whereas the opposite was observed in the higher temperature range. Our results indicate that Jensen's inequality does not suffice to fully explain the differences in developmental rates at constant and alternating temperatures, suggesting additional physiological responses play a role. It is concluded that diurnal temperature range should not be ignored and should be incorporated in predictive models on the phenology of arthropod pests and their natural enemies and their performance in biological control programmes.

OPEN ACCESS

Citation: Vangansbeke D, Audenaert J, Nguyen DT, Verhoeven R, Gobin B, Tirry L, et al. (2015) Diurnal Temperature Variations Affect Development of a Herbivorous Arthropod Pest and its Predators. PLoS ONE 10(4): e0124898. doi:10.1371/journal.pone.0124898

Academic Editor: Raul Narciso Carvalho Guedes, Federal University of Viçosa, BRAZIL

Received: January 22, 2015

Accepted: March 8, 2015

Published: April 15, 2015

Copyright: © 2015 Vangansbeke et al. This is an open access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original author and source are credited.

Data Availability Statement: All relevant data are within the paper and its Supporting Information files.

Funding: This study was funded by the Institute for the Promotion of Innovation through Science and Technology in Flanders (IWT-Vlaanderen <http://www.iwt.be>) (Project number 090931). Co-authors Joachim Audenaert, Ruth Verhoeven and Bruno Gobin are employed by PCSOrnamental Plant Research. PCS-Ornamental Plant Research provided support in the form of salaries for authors JA, RV and BG, but did not have any additional role in the study design, data collection and analysis, decision to

Introduction

Temperature has been recognized to be a key abiotic factor driving population dynamics of arthropods, which has resulted in a plethora of studies on the relationship between arthropod developmental biology and temperature [1–3]. To predict developmental rates of poikilothermic arthropods, both linear and nonlinear models have been developed [3, 4]. Linear models allow

publish, or preparation of the manuscript. The specific roles of these authors are articulated in the 'author contributions' section. The funders had no role in the study design, data collection and analysis, decision to publish, or preparation of the manuscript.

Competing Interests: Co-authors Dominiek Vangansbeke, Duc Tung Nguyen, Luc Tirry and Patrick De Clercq are affiliated with Ghent University. Joachim Audenaert, Ruth Verhoeven and Bruno Gobin are employed by PCS-Ornamental Plant Research. There are no patents, products in development or marketed products to declare. This does not alter the authors' adherence to all the PLoS ONE policies on sharing data and materials.

the estimation of the lower developmental threshold (i.e. the temperature at which the development rate approaches zero) and the thermal constant for development (expressed in degree-days) [3,7], but fail to predict developmental rates at low and high extreme temperatures [5,8]. Nonlinear models more accurately describe the usually curvilinear relationship between arthropod developmental rate and temperature over the whole temperature range [9–11]. Hitherto, these models were mainly based on data from constant temperatures, which is surprising as in most environments varying temperature regimes are the rule, rather than the exception [12–15]. Diurnal temperature ranges, (hereafter referred to as DTR) have been shown to severely impact developmental rates of poikilothermic arthropods [12,16–19]. Therefore, models incorporating the effects of DTR should increase accuracy of predictions and fine-tune existing models.

Usually, at varying temperature regimes, poikilotherm developmental rate tends to be higher at low temperatures and lower in the higher temperature range, as compared to the corresponding mean constant temperature [2,14]. At intermediate temperatures, little to no difference in developmental rates has been observed [2,20,21]. This effect has been attributed to the typically nonlinear relationship between poikilothermic developmental rates and temperature [10,22], and has been referred to as the rate summation effect or Kaufmann effect [14]. Generally, this phenomenon is a consequence of Jensen's inequality [23], which states that the average value of a nonlinear function ($E[f(x)]$) of two values of x does not necessarily equals the value of the nonlinear function evaluated at the average variable ($f(E[x])$) [24] (see S1 Appendix). This mathematical property may, at least partly, explain the variation in arthropod developmental rates between constant and varying temperature regimes [17,24,25]. Other possible explanations for the observed differences in developmental rates between constant and varying temperature regimes refer to (yet unknown) physiological responses that act in addition to the rate summation effect [2,14,17], or have been attributed to the presence or lack of a diurnal rhythm, as it would occur in the organism's natural environment [26].

In pest management strategies, knowledge about the basic thermal biology of both pests and natural enemies is crucial to predict and manage pest outbreaks [27–29]. Temperature-driven models are an essential tool for predicting and managing agricultural and horticultural pests [30–31]. Evidently, as temperature regimes affect developmental rates and other life history parameters, DTRs should be included in such models [32,33].

In this study, we focused on the predatory mites *Phytoseiulus persimilis* Athias-Henriot and *Neoseiulus californicus* McGregor (Acari: Phytoseiidae), two natural enemies of the two-spotted spider mite, *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae) [34]. The two-spotted spider mite is an extremely polyphagous agricultural pest with an unmatched level of pesticide resistance [35]. In protected crops, introduction of commercial strains of these phytoseiid predators of *T. urticae* has shown to be a successful alternative for chemical control [36–38]. Recently, the influence of temperature variations on both pest and predators has been investigated [39,40], revealing a substantial impact on their development, fecundity and population growth. Here, we explored the developmental rates of the mite species under a wider range of temperatures at different DTRs.

Our study investigated the relationship between developmental rate of *P. persimilis*, *N. californicus* and *T. urticae*, and temperature under both constant and alternating temperature regimes at four amplitudes (i.e., DTR of 0, +5, +10 and +15, resulting in a difference of 0, 5, 10 and 15°C between day and night temperatures). We evaluated linear and nonlinear models to predict developmental rates and assessed whether we could use data derived from constant temperatures to predict the effects of alternating temperatures, thereby assessing whether Jensen's inequality is the main factor explaining the observed differences. Finally, we explore the

impact of the mites' responses to these temperature variations on their performance in biological control programmes.

Materials and Methods

Mite rearing

Two-spotted spider mites were originally collected from *Ricinus communis* L. plants grown at the Faculty of Bioscience Engineering of Ghent University, Ghent, Belgium. A laboratory colony was maintained on kidney bean plants (*Phaseolus vulgaris* L.) for more than 2 years before the onset of the experiments. Colonies of both phytoseiid species were started with individuals supplied by Biobest N.V. (Westerlo, Belgium) and maintained on reversed kidney bean leaves placed on cotton soaked in water in a petri dish (ø 14 cm) [39]. The edges of the leaves were covered with an additional layer of water-soaked cotton to provide free water and prevent the mites from escaping. Bean leaves were infested with an abundance of mixed stages of *T. urticae* as a food source for the predators. All mite colonies were maintained in a climatic cabinet (Sanyo Electric Co., Ltd., Japan) at $25 \pm 1^\circ\text{C}$, $65 \pm 5\%$ RH and a 16:8 h (L:D) photoperiod.

Experimental set-up

The development of *T. urticae* and its predators *P. persimilis* and *N. californicus*, was studied at a 16:8 h (L:D) photoperiod and at different constant and alternating temperature regimes between 12.5 and 40°C with 4 different amplitudes (constant: 0°C and alternating: 5, 10 and 15°C) (S2 Appendix). For the temperature regimes $15^\circ\text{C}/15^\circ\text{C}$, $20^\circ\text{C}/5^\circ\text{C}$ and $20^\circ\text{C}/20^\circ\text{C}$, data on developmental rates of both phytoseiids were taken from a previous study [39].

Leaf arenas were infested with *T. urticae* 5 days before the introduction of a predatory mite egg by transferring 3 gravid female spider mites to the arena. Hence, an excess amount of both eggs and motile stages of *T. urticae* was supplied as a food source for the phytoseiid immatures. For *P. persimilis* and *N. californicus*, 40 eggs of each species (<6h) were collected from the stock colony and were transferred individually to square bean leaf arenas (25 x 25mm) using a fine needle. The leaf arenas were placed upside down on a water-soaked polyurethane sponge (10 x 50 x 50 mm) in polystyrene insect breeding dishes (ø 100 mm, H 40 mm) (SPL Life Sciences, Korea). Ventilation was provided with a mesh covered hole (ø 40 mm) in the lid. To prevent the mites from escaping and to provide free water, moist tissue paper was used to cover the edges of the bean leaf arenas.

For the experiments with *T. urticae*, 3 gravid female spider mites from the stock colony were introduced to each leaf arena as described above 4h prior to the onset of the test. Thereafter, the females were removed and the amount of spider mites eggs was reduced to a single egg per arena by piercing the excess of eggs randomly.

The development of the three mite species was monitored twice a day (at 8 am and 6 pm) when the average daily temperature was equal or higher than 25°C . When the average temperature was lower than 25°C , development was checked daily. The developmental progress was tracked by the presence of exuviae on the leaf disc.

When the developmental period of both phytoseiids and *T. urticae* exceeded 10 days, mites were transferred to fresh leaf arenas.

Relative humidity is an additional factor determining the developmental success of *P. persimilis*, *N. californicus* and *T. urticae* [41,42]. Inside the insect breeding dishes, relative humidity was measured using HOBO H8 RH/Temp Loggers (Onset Computer, Bourne, MA, USA) and always exceeded 90%. Therefore, relative humidity during the experiments was assumed not to be a limiting factor for development of the mites.

Statistical analysis

Data were analyzed using SPSS Statistics (Version 20, IBM). Mean female developmental times were compared using non-parametric Kruskal-Wallis ANOVAs as data were found not to be normally distributed. Means were separated using Mann-Whitney tests. The level of significance was set at 0.05.

Modelling

For further analysis, we only used female developmental rates (D_r in day^{-1}) and were derived by calculating the reciprocal of the developmental times (D) obtained from the experiments. Developmental rates were subjected to both linear and nonlinear regression. To describe the nonlinear relationship between developmental rate and temperature, a variety of functions have been constructed with different levels of complexity, numbers of parameters, different assumptions about high and low temperature limits and inclusion of biologically relevant parameters, such as optimal temperature (T_{opt}) and upper and lower developmental threshold (T_L and T_0 , respectively) [1,6,43]. We selected two nonlinear equations with a low level of complexity, which predict biologically relevant parameters and have the ability to intersect with the x-axis, thereby allowing an estimation of the lower developmental threshold, namely the Briere-2 and Lactin-2 model [11,43] using SigmaPlot version 12 (SYSTAT Software Inc.).

Linear regression. Data that deviated from the straight line were omitted for calculation of the linear regression model [5,44].

$$D_r = a + b * T \quad 1$$

with

- D_r = developmental rate (day^{-1})
- T = temperature ($^{\circ}\text{C}$)
- a = developmental rate when T is 0°C
- b = slope of the regression line

The lower developmental threshold (T_0) was estimated from the linear model as the intercept of the developmental rate-temperature curve with the temperature axis. The standard error (SE) of T_0 can be calculated using the following formula [5]:

$$SE_{T_0} = \frac{r}{b} \sqrt{\frac{s^2}{N * r^2} + \left(\frac{SE_b}{b}\right)^2} \quad 2$$

where s^2 is the residual mean square of D_r , r is the sample mean and N is the sample size.

The thermal constant (K) indicates the amount of thermal units (in degree-days) that are needed to complete development and can be derived from the linear model as the reciprocal of the slope b ($K = 1/b$). The SE of K can be estimated as follows [5,6]:

$$SE_K = \frac{SE_b}{b^2} \quad 3$$

Nonlinear regression. Brière-2

$$D_r = a * T * (T - T_0) * (T_L - T)^d \quad 4$$

with

- D_r = developmental rate (day^{-1})
- T = temperature ($^{\circ}\text{C}$)
- a, d = empirical constants
- T_0 = low temperature developmental threshold ($^{\circ}\text{C}$)
- T_L = lethal temperature threshold ($^{\circ}\text{C}$)

Nonlinear regression. Lactin-2

$$D_r = e^{(\rho * T)} - e^{(\rho T_L - (\frac{T_L - T}{\Delta T}))} + \lambda \quad 5$$

with

- D_r = developmental rate (day^{-1})
- T = temperature ($^{\circ}\text{C}$)
- ρ = constant defining developmental rate at optimal temperature
- λ = constant forcing the curve to intercept with the x-axis, thereby allowing an estimation of the lower developmental threshold T_0
- ΔT = temperature range between T_{opt} and T_L
- T_L = lethal maximum temperature

The optimal temperature (T_{opt}) is the temperature at which the developmental rate reaches its highest value and was calculated from the first derivative of the above-mentioned nonlinear functions (as the value of T when $d(D_r)/d(T) = 0$).

Model evaluation

The quality of the tested models was evaluated by means of the adjusted R^2 (R^2_{adj}) and Akaike's information criterion (AIC) [45] in addition to R^2 (coefficient of determination) and RSS (residual sum of squares) by using the following formulae:

$$R^2_{\text{adj}} = 1 - \left(\frac{n-1}{n-p} \right) * (1 - R^2) \quad 6$$

and

$$AIC = n * \ln \left(\frac{RSS}{n} \right) + 2 * p \quad 7$$

where n is the number of observations, p equals the number of model parameters and RSS is the residual sum of squares. Higher R^2_{adj} and lower AIC values, indicate better fits of the model with observed developmental rates. When accepting that the observed differences between varying and constant temperatures are exclusively due to the rate summation effect or Jensen's inequality based on the curvilinear relationship between temperature and developmental rate,

it should be possible to calculate the amount of development by accumulating the proportion of development per time-unit using the following formula [14,17]:

$$D_{r,exp} = \sum_{t=a}^b D_{r,obs} [T(t)]dt \quad 8$$

where developmental rate $D_{r,exp}$ (developmental rate as expected by the rate summation) is a function of temperature (T), which in turn is a function of time (t), r is the corresponding developmental rate ($r = 1/D$), and a and b are the start and end, respectively, of the developmental period under a given temperature regime (here $a = 0h$ and $b = 24h$). $D_{r,obs}$ are the observed developmental rates as calculated by the reciprocal of developmental time D . For example, the expected developmental rate at 25°C/15°C (i.e. DTR+10) can be calculated as follows:

$$D_{r,exp} (25^{\circ}C/15^{\circ}C) = 16/24 * D_{r,obs, 25^{\circ}C} + 8/24 * D_{r,obs, 15^{\circ}C}$$

where $D_{r,exp} (25^{\circ}C/15^{\circ}C)$ is the expected developmental rate when accepting the rate summation effect, and $D_{r,obs, 25^{\circ}C}$ and $D_{r,obs, 15^{\circ}C}$ are the observed developmental rates at a constant 25°C and 15°C, respectively, and a 16:8 h (L:D) photoperiod.

Next, we compared the obtained expected developmental rates with the observed developmental rates at a given temperature regime as follows [17]:

$$d = \left(\frac{D_{r,exp}}{D_{r,obs}} - 1 \right) * 100 \quad 9$$

where d equals the percentage deviation. A negative value of d indicates that the rate summation effect underestimates the actual developmental rate, whereas a positive value indicates that the rate summation effect predicts higher developmental rates than what is observed. The higher the deviation, the more we can assume that the observed difference is not solely due to the rate summation effect, but that an additional physiological response is present and that the developmental rate at a specific temperature is not independent of the present temperature regime [14,17].

Potential impact on biological control

To assess the potential impact of the investigated temperature variations on the dynamics between *P. persimilis*, *N. californicus* and *T. urticae*, we calculated the ratio of the developmental rates at DTR+5, +10 and +15 and that at constant temperature ($\Delta D_r = [D_r (\text{alternating } T) / D_r (\text{constant } T)]$) as predicted by the Brière-2 nonlinear model. We selected the latter nonlinear model as generally lower R^2_{adj} and AIC values were obtained than for the Lactin-2 model (S3 Appendix). A species will be positively or negatively affected by the alternating temperature regime if ΔD_r is higher or lower than 100%, respectively. For fast developing species, changes in developmental period have a greater effect on population growth than a similar proportionate change in reproduction [16]. Therefore, differences in developmental rate will benefit one species over another in terms of population growth and can thus affect the outcome of a biological control programme. Here, we compared the developmental rate of the predatory mites with their prey, *T. urticae*, at alternating versus constant temperature regimes.

For each amplitude, we plotted the value of ΔD_r (using the Brière-2 nonlinear model) in a temperature range between 10 and 36°C using an interval of 1°C.

Results

Total developmental periods (egg-adult) of *P. persimilis*, *N. californicus* and their prey *T. urticae* are shown in S1 Appendix. All data are available in S1 Data. Temperature affected the

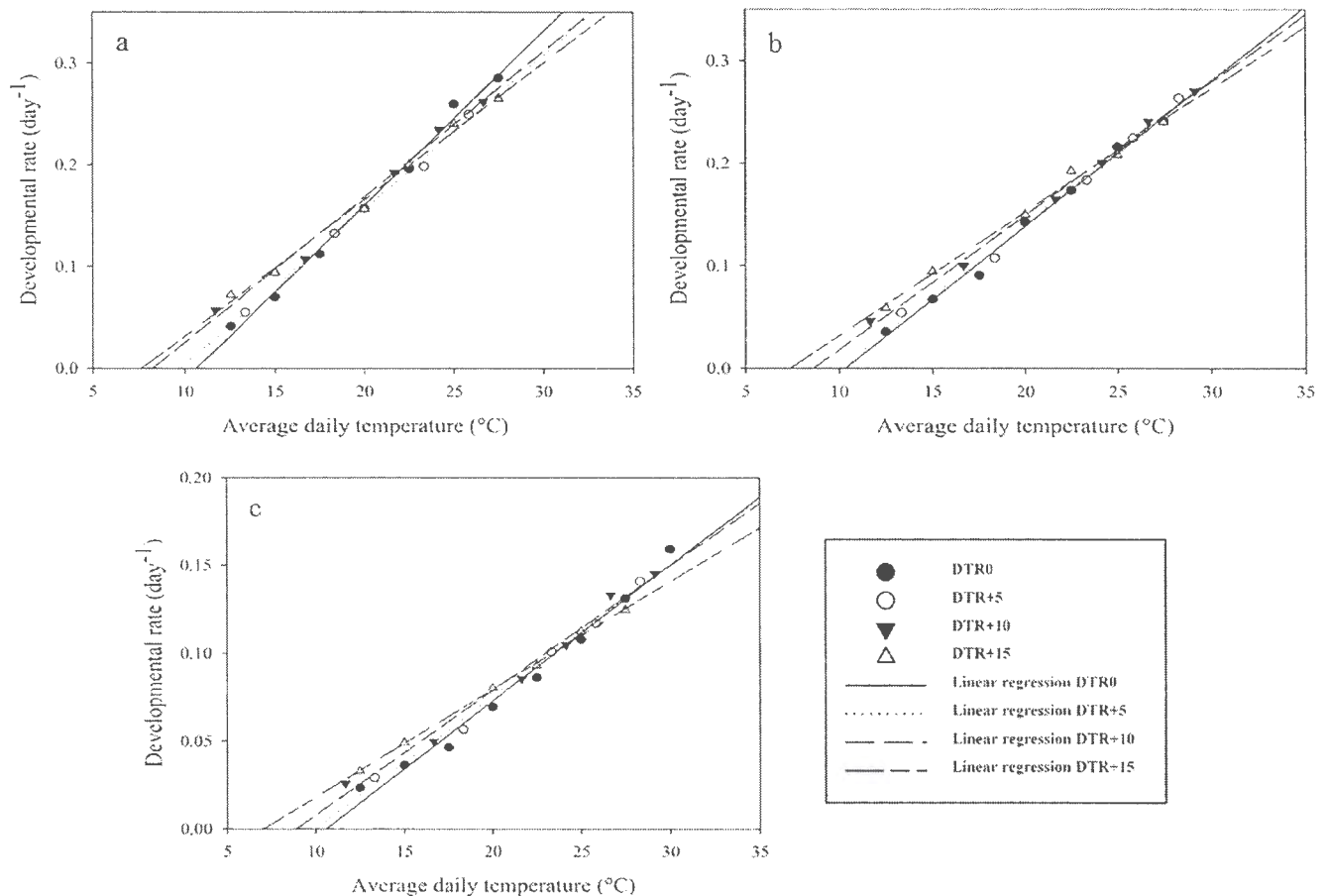


Fig 1. Linear regression of egg-adult developmental rate versus temperature for *Phytoseiulus persimilis* (a), *Neoseiulus californicus* (b) and *Tetranychus urticae* (c) exposed to different constant and alternating temperature regimes

doi:10.1371/journal.pone.0124898.g001

developmental times of all mite species (Kruskal-Wallis: *P. persimilis*: $\chi^2 = 737.956$; $df = 29$; $p < 0.001$, *N. californicus*: $\chi^2 = 728.697$; $df = 33$; $p < 0.001$; *T. urticae*: $\chi^2 = 827.341$; $df = 33$; $p < 0.001$). Immature *P. persimilis* were not able to reach adulthood at constant temperatures at or above 35°C, whereas *N. californicus* and *T. urticae* succeeded in completing development at a daytime temperature of 37.5°C as long as a colder nighttime temperature was maintained.

Linear regression

When developmental rates at the highest temperatures were omitted from the regression analysis, the linear model showed a good fit to the data (Fig 1), as demonstrated by high values of R^2 and R^2_{adj} (all > 0.98) and low values of RSS (Table 1). Diurnal temperature range had an effect on the lower developmental thresholds for egg-adult development of all mite species, with lower T_0 values with increasing DTR (Fig 2). T_0 -values were about 3°C lower at a DTR+15 temperature regime as compared to the constant temperature regime for all species. When lower developmental thresholds decreased, the thermal constants increased (Table 1).

Table 1. Fitted parameters of linear regression ($D_r = a + b \cdot T$) of developmental rates, developmental threshold (T_0) and thermal constant (K) for total immature development of *Phytoseiulus persimilis*, *Neoseiulus californicus* and *Tetranychus urticae* at 4 thermoperiods (DTR).

Species	DTR (°C)	a	b	R ²	R ² _{adj}	RSS	T ₀ (°C)	K (DD)
<i>P. persimilis</i>	0	-1.814 ± 0.0140	0.0171 ± 0.0007	0.9921	0.9906	0.0004	10.61 ± 0.43	58.48 ± 2.39
	5	-0.1475 ± 0.0147	0.0152 ± 0.0007	0.9957	0.9935	0.00009	9.70 ± 0.53	65.79 ± 3.03
	10	-0.1174 ± 0.0172	0.0143 ± 0.0008	0.9901	0.9869	0.0003	8.21 ± 0.74	69.93 ± 3.91
	15	-0.1026 ± 0.0121	0.0134 ± 0.0006	0.9928	0.991	0.0002	7.66 ± 0.62	74.63 ± 3.34
<i>N. californicus</i>	0	-0.1474 ± 0.0107	0.0143 ± 0.0005	0.9934	0.9921	0.0002	10.31 ± 0.38	69.93 ± 2.44
	5	-0.1427 ± 0.0154	0.0142 ± 0.0007	0.9931	0.9907	0.0002	10.05 ± 0.63	70.42 ± 3.47
	10	-0.1126 ± 0.0091	0.0131 ± 0.0004	0.9962	0.9952	0.0001	8.60 ± 0.44	76.34 ± 3.42
	15	-0.089 ± 0.0098	0.0121 ± 0.0005	0.9941	0.9926	0.0001	7.36 ± 0.57	82.64 ± 3.42
<i>T. urticae</i>	0	-0.0819 ± 0.0091	0.0077 ± 0.0004	0.9831	0.9803	0.0003	10.64 ± 0.64	129.87 ± 6.75
	5	-0.0752 ± 0.0089	0.0075 ± 0.0004	0.9918	0.9891	0.00007	10.03 ± 0.69	133.33 ± 7.11
	10	-0.0631 ± 0.0062	0.0071 ± 0.0004	0.9856	0.982	0.0002	8.89 ± 0.80	140.85 ± 7.93
	15	-0.0366 ± 0.0061	0.0058 ± 0.0003	0.989	0.9868	0.00009	6.31 ± 0.84	172.41 ± 8.92

doi:10.1371/journal.pone.0124898.t001

Nonlinear regression

Nonlinear models fitted the data well (Figs 3 and 4), as reflected by the high R^2 and R^2_{adj} and low RSS and AIC values (S3 Appendix). A similar trend as for the linear models was observed regarding the effect of DTR on the low temperature developmental threshold, with decreasing T_0 -values as the difference between day and night temperatures increased. In general, lethal temperatures decreased with an increasing DTR. Optimal temperatures, calculated by the first derivative of the model equation, were higher at DTR+5 than at a constant temperature (DTR0). For *P. persimilis* and *T. urticae*, optimal temperatures at DTR+5 were about 1°C higher than at DTR0, whereas for *N. californicus* the relationship between optimal temperatures at constant and alternating temperatures was less clear.

Contribution of the rate summation effect to observed differences in developmental rates at constant and alternating temperatures

The percent deviation values shown in Table 2, Table 3 and Table 4 indicate that it is not possible to use developmental rates obtained at constant temperatures to accurately predict the rates at alternating temperatures over the whole temperature range. The deviation is more pronounced at lower and higher average temperatures, with values of over 50% in the higher temperature range. At intermediate average temperatures, the percent deviation was overall low (< 10%). Thus, a physiological response that acts in addition to the rate summation effect can be expected in the lower and higher temperature range.

Potential impact on biological control

As shown in Figs 5, 6 and 7, many points deviated from the line at ratio 1.0 (i.e. the ratio at which a similar developmental rate was predicted for a constant temperature (DTR0) versus a DTR of 5, 10 and 15°C, respectively). Temperature variations resulted in interspecifically different responses in developmental rate. For example, a DTR+5 temperature regime resulted in a faster development of the phytoseiid predator *N. californicus* and of its prey, *T. urticae*, than at the corresponding mean constant temperature in a range between 20°C and 30°C. For the other predatory mite *P. persimilis*, however, development in the temperature range between 20 and 30°C was always faster at the constant temperature regime. When mean temperatures

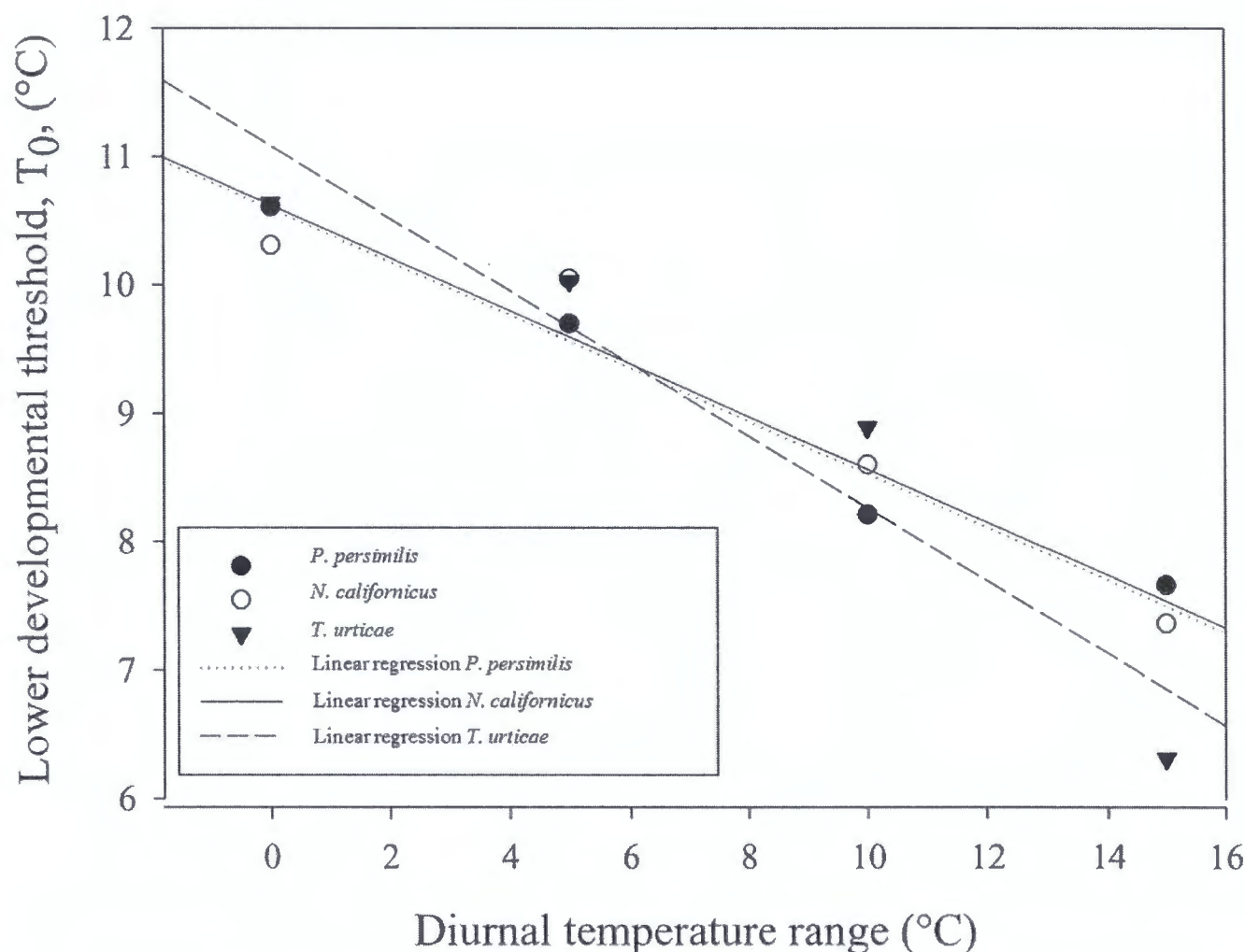


Fig 2. Linear relationship between lower developmental threshold (T_0) and diurnal temperature range for *Phytoseiulus persimilis*, *Neoseiulus californicus* and *Tetranychus urticae* exposed to different constant and alternating temperature regimes.

doi:10.1371/journal.pone.0124898.g002

dropped below 15°C, *P. persimilis* benefited more from temperature variations than *N. californicus* and *T. urticae* at each tested DTR.

Discussion

Temperature alternations had a substantial impact on the egg-adult developmental rates of the phytoseiid predators *P. persimilis* and *N. californicus* and their prey *T. urticae* as compared to the rates at the corresponding mean constant temperatures. In line with earlier studies on thermal responses of arthropods [2,14,15,17,21] developmental rates were higher at varying temperatures in the lower temperature range, whereas lower developmental rates were observed at higher temperatures compared to the corresponding constant temperature regimes. However, not all deviations could be explained by the rate summation effect (see Tables 2, 3 and 4). Intriguingly, the highest developmental rates were observed at a DTR+5 and not at an optimal constant temperature. A direct consequence of the rate summation effect-and therefore also of

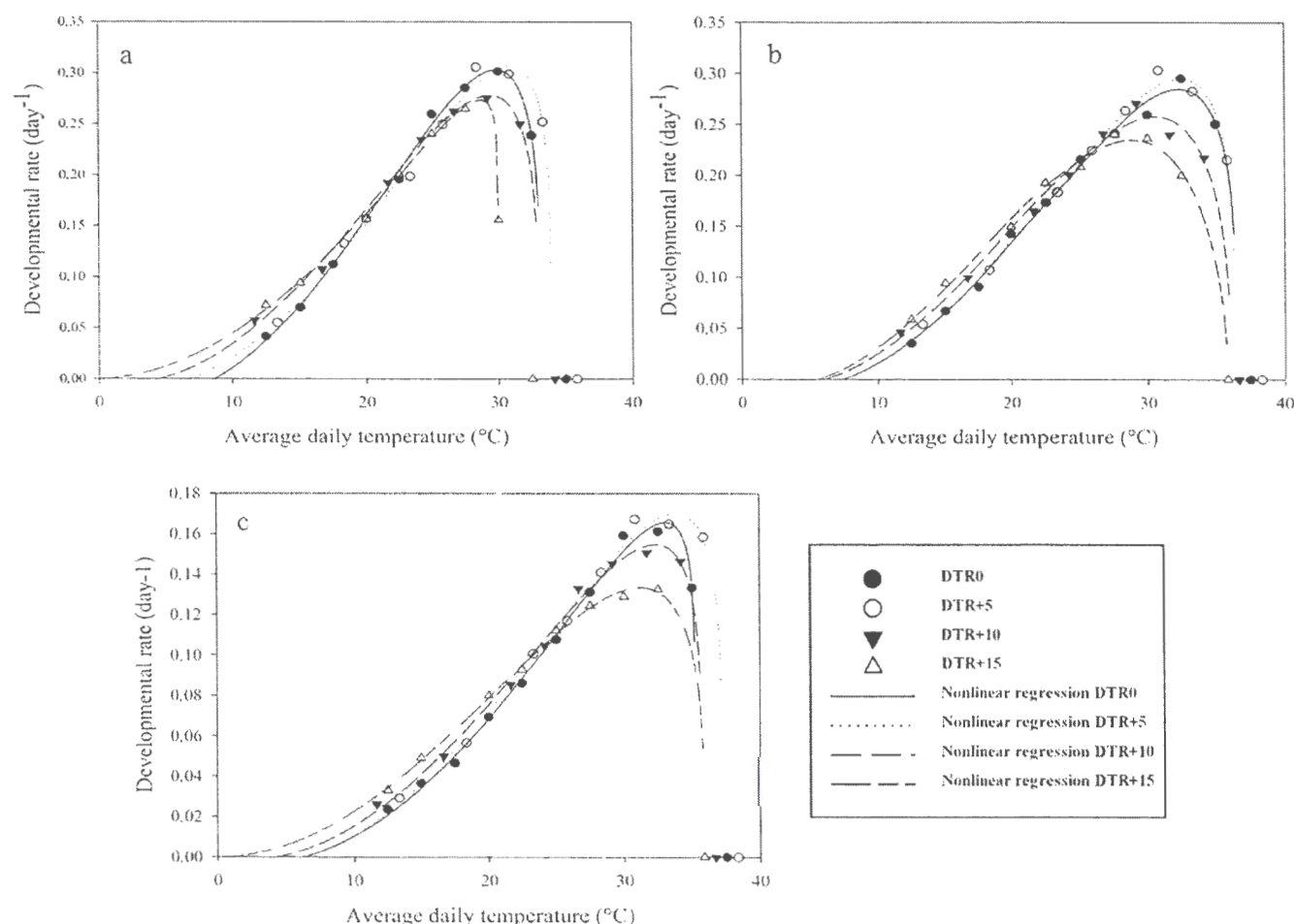


Fig 3. Nonlinear regression (Brière-2) of egg-adult developmental rate versus temperature for *Phytoseiulus persimilis* (a), *Neoseiulus californicus* (b) and *Tetranychus urticae* (c) exposed to different constant and alternating temperature regimes.

doi:10.1371/journal.pone.0124898.g003

Jensen's inequality rule- is that a weighted average (16h light and 8h dark) of developmental rates at constant temperatures used to predict rates at alternating temperatures can never exceed the maximum rate at optimal constant temperature. However, for *P. persimilis*, *N. californicus* and *T. urticae*, alternating temperatures with an amplitude of 5°C (29.2°C/24.2°C, 30.8°C/25.8°C and 32.1°C/27.1°C, respectively) resulted in a faster development than the highest rate at the optimal constant temperature. This is, at least for the species tested in this study, an indication that rate summation might be insufficient to explain the observed differences between developmental rates obtained at constant and alternating temperature regimes.

The paradoxical idea that a temperature lower than T_{opt} is the temperature at which fitness is maximized was discussed by Martin and Huey [47]. As the asymmetric temperature-rate curve of ectothermic organisms rapidly declines when temperatures exceed the optimal temperature, a slight increase in temperature above T_{opt} has a tremendous detrimental effect on the development rate, whereas a similar slight decrease below T_{opt} has relatively little impact. Therefore, ectotherms might experience an increased fitness at a temperature somewhat lower

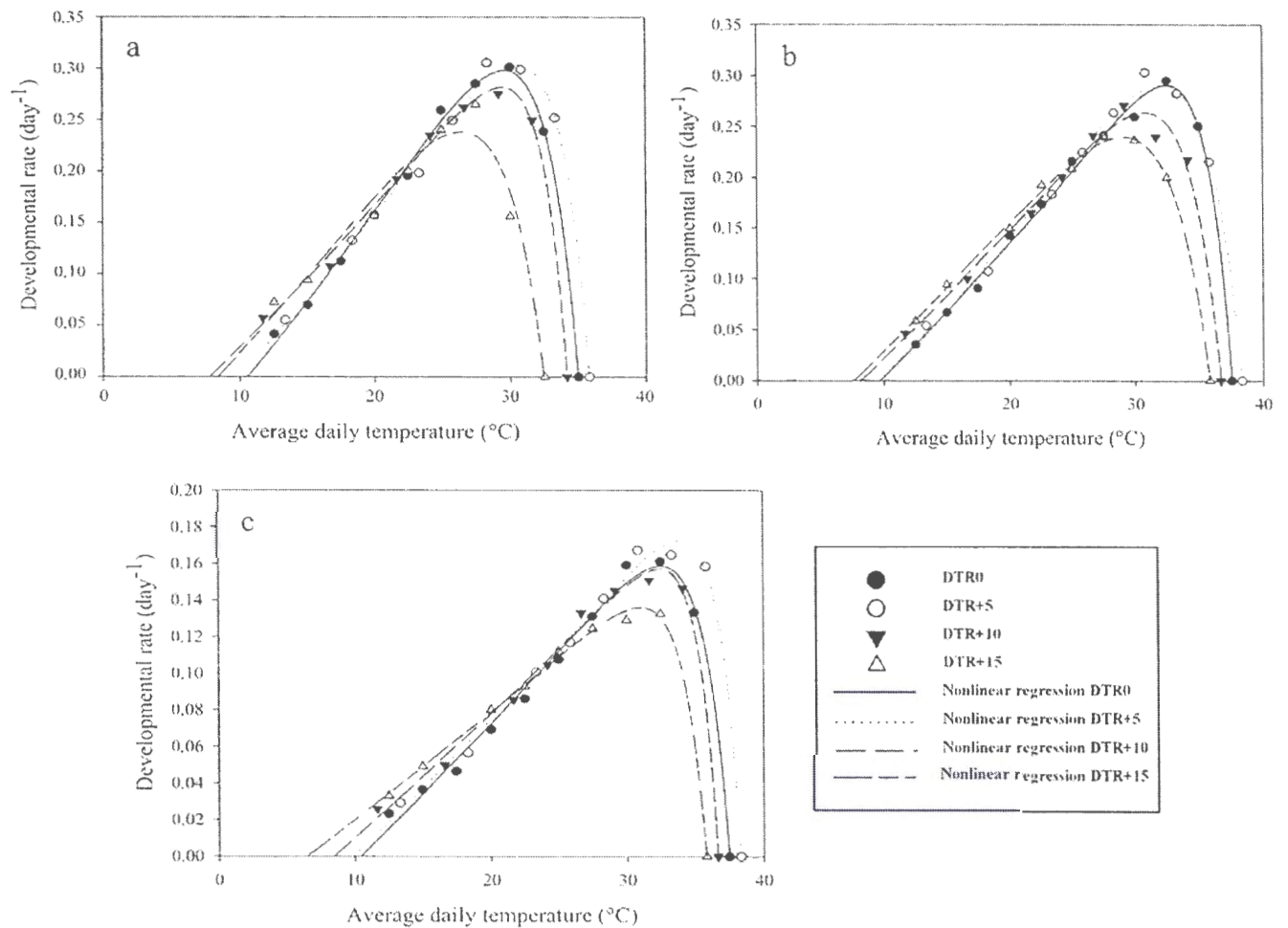


Fig 4. Nonlinear regression (Lactin-2) of egg-adult developmental rate versus temperature for *Phytoseiulus persimilis* (a), *Neoseiulus californicus* (b) and *Tetranychus urticae* (c) exposed to different constant and alternating temperature regimes.

doi:10.1371/journal.pone.0124898.g004

Table 2. Percent deviation (d) of expected (according to the rate summation effect) from observed developmental rates at a DIF+5 temperature regime and a 16L:8D h photoperiod for *Phytoseiulus persimilis*, *Neoseiulus californicus* and *Tetranychus urticae*.

Temperature (°C)			d (%)		
Day	Night	Daily average	<i>P. persimilis</i>	<i>N. californicus</i>	<i>T. urticae</i>
15	10	13.3	-14.9	-16.9	-16.6
20	15	18.3	-2.8	10.2	3.2
25	20	23.3	13.8	4.942	-6.3
27.5	22.5	25.8	2.7	-2.5	-0.7
30	25	28.3	-5.1	-3.1	0.8
32.5	27.5	30.8	-14.0	-7.7	-9.6
35	30	33.3	-59.8	-9.7	-14.3
37.5	32.5	35.8	^a	-53.3	-66.1

^a Immatures were not able to develop to adults.

doi:10.1371/journal.pone.0124898.t002

Table 3. Percent deviation (d) of expected (according to the rate summation effect) from observed developmental rates at a DIF+10 temperature regime and a 16L:8D h photoperiod for *Phytoseiulus persimilis*, *Neoseiulus californicus* and *Tetranychus urticae*.

Temperature (°C)			d (%)		
day	night	Average	<i>P. persimilis</i>	<i>N. californicus</i>	<i>T. urticae</i>
15	5	11.7	18.0	-2.5	-6.3
20	10	16.7	-1.8	-4.2	-7.2
25	15	21.7	2.7	1.5	-1.8
27.5	17.5	24.2	8.4	-4.5	-1.7
30	20	26.7	12.8	-8.0	-2.8
32.5	22.5	29.2	-17.8	-5.1	-6.3
35	25	31.7	-65.0	0.4	-17.3
37.5	27.5	34.2	/ ^a	-62.4	-70.1

^a Immatures were not able to develop to adults.

doi:10.1371/journal.pone.0124898.t003

than T_{opt} instead temperatures higher than T_{opt} , which cause a corresponding drop in developmental rate ("suboptimal is optimal", [47]).

Possible additional physiological mechanisms along with to the rate summation effect have been reported, albeit explained vaguely [14,17,48]. Some authors [2, 49] have attributed these responses to a disorganized metabolism, an inadequate supply of nutrients and oxygen, or desiccation; the latter cause does not apply to our study as our experiments were conducted at high humidity (>90% RH). Behrens et al. [26] pointed out that ectothermic organisms have evolved in an environment with fluctuating temperature and are therefore adapted to diurnally changing temperatures. Therefore, the lack of a diurnal rhythm (i.e. diurnal periodicity of activity and rest) per se might affect certain metabolic reactions. Additionally, the energy demand during the day is likely to be higher than during the night, as the optimal temperature for metabolic reactions during the night is lower than that during the light phase which is probably the more active part of the day [2]. For *T. urticae*, a higher activity (feeding and oviposition) was observed during the day (light) than during the night (dark) [50]. In the same study, the predatory mite *Amblyseius womersleyi* Schicha (Acari: Phytoseiidae) showed a similar activity pattern, with reduced dispersal and predation rates during the night. Accordingly, we found a lower hourly predation rate of *P. persimilis* and *N. californicus* on *T. urticae* eggs during the

Table 4. Percent deviation (d) of expected (according to the rate summation effect) from observed developmental rates at a DIF+15 temperature regime and a 16L:8D h photoperiod for *Phytoseiulus persimilis*, *Neoseiulus californicus* and *Tetranychus urticae*.

Temperature (°C)			d (%)		
day	night	Average	<i>P. persimilis</i>	<i>N. californicus</i>	<i>T. urticae</i>
17.5	2.5	12.5	3.7	3.7	-5.7
20	5	15	12.1	1.4	-5.8
25	10	20	10.9	-3.1	-10.2
27.5	12.5	22.5	2.0	-10.1	2.5
30	15	25	-5.6	-5.6	5.4
32.5	17.5	27.5	-25.1	-5.0	-1.2
35	20	30	-66.0	-8.8	-13.2
37.5	22.5	32.5	/ ^a	-70.9	-78.4

^a Immatures were not able to develop to adults.

doi:10.1371/journal.pone.0124898.t004

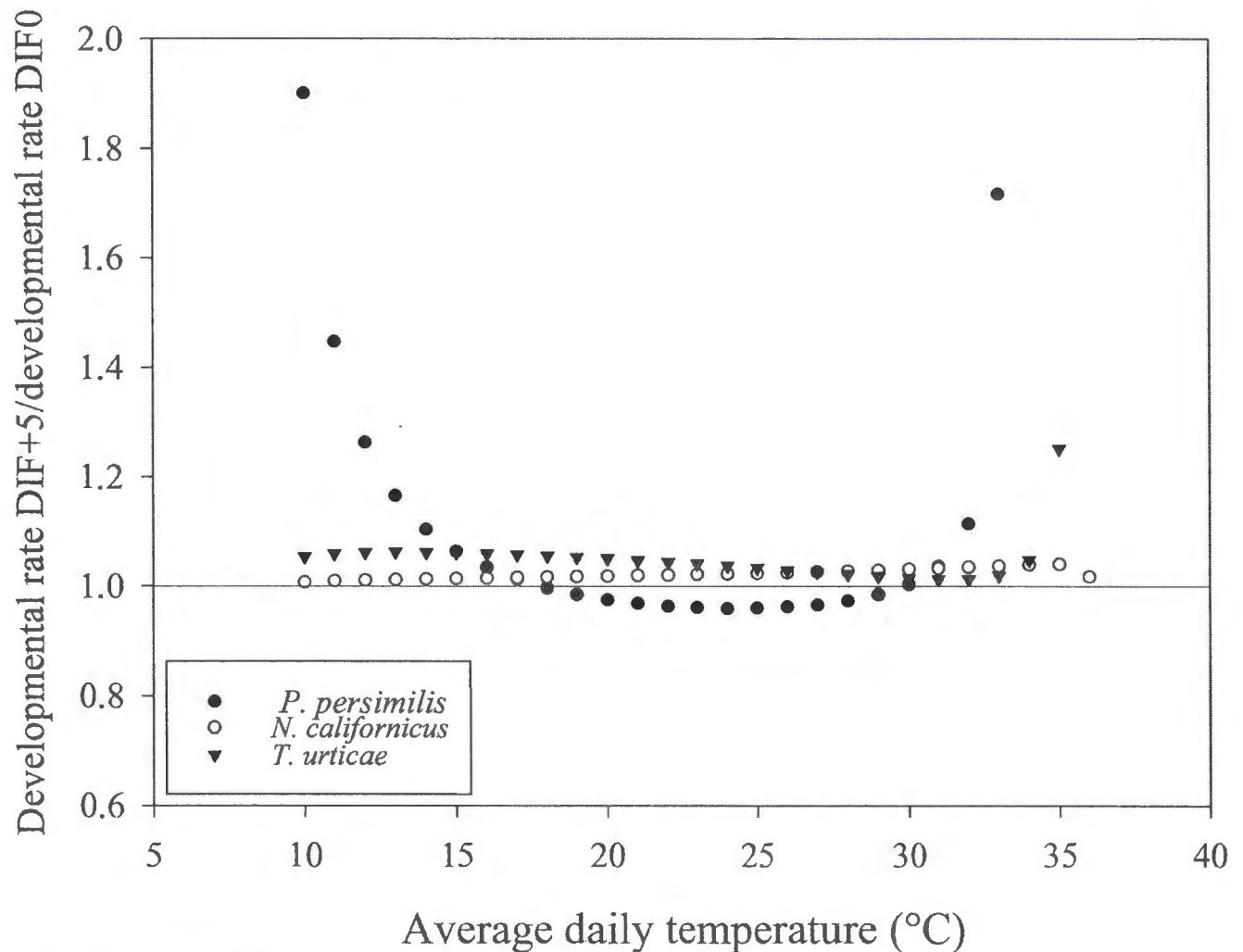


Fig 5. Ratio of developmental rate between DTR+5 and DTR0 for *Phytoseiulus persimilis*, *Neoseiulus californicus* and *Tetranychus urticae*.

doi:10.1371/journal.pone.0124898.g005

night than during the day at a constant temperature of 20°C (Vangansbeke et al., unpublished data). As a result, if the food requirements are satisfied during the day, energy demands (such as respiration) during periods of rest should be lower under alternating temperatures than under corresponding constant temperatures [2].

Other possible mechanisms that might act in addition to the rate summation effect, may be found in the production of cryoprotectants when the organism is exposed to low night temperatures [51] or heat shock proteins when exposed to high daytime temperatures [52,53]. Revealing such mechanisms warrants further analysis at the molecular level. Recently, the differentially expressed genes of diapausing versus non-diapausing *T. urticae* females were documented [54]. Similarly, such expression analysis could reveal which genes are differentially expressed when temperatures are allowed to vary instead of being kept constant. Possibly, the expression of certain genes is triggered by a diurnal rhythm [55]. Additionally, we cannot exclude indirect effects of the DTR on the development of *T. urticae* via nutritional value of the leaf discs. For example, temperature variations have been reported to alter the levels of

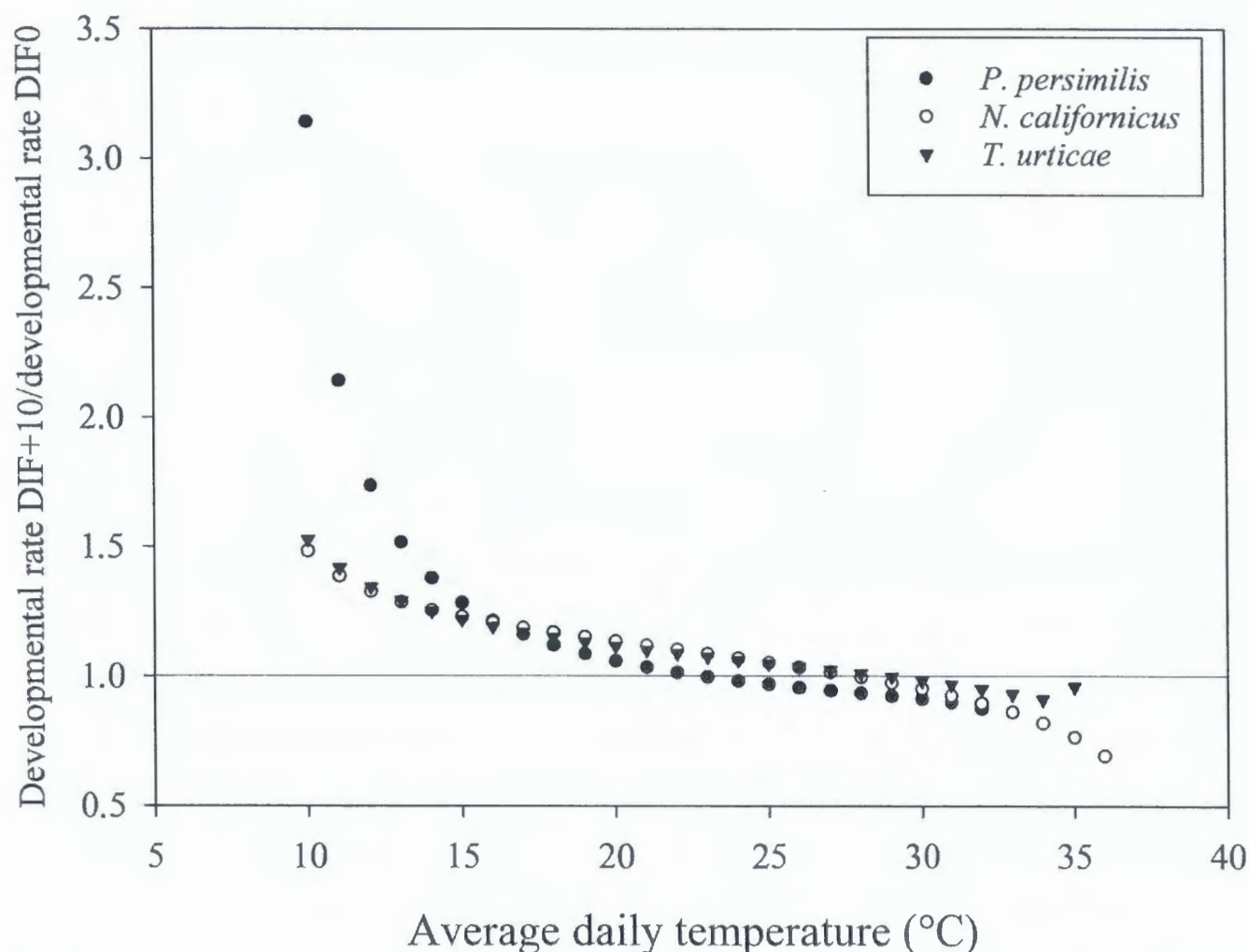


Fig 6. Ratio of developmental rate between DTR+10 and DTR0 for *Phytoseiulus persimilis*, *Neoseiulus californicus* and *Tetranychus urticae*.

doi:10.1371/journal.pone.0124898.g006

gibberellin in different plant species [56, 57], which may affect the performance of *T. urticae* feeding on those plants [58]. Possibly, also the levels of other components are affected by DTR, which in turn could influence the performance of herbivores.

The resulting lower developmental thresholds (T_0), as calculated by the linear model, suggest an effect of the amplitude of the temperature alternation, with a decreasing T_0 as the amplitude of the temperature variation increased. The average temperature at which total immature development approximates zero is 3 to 4°C lower at DTR+15 compared to the constant temperature regime. This trend was confirmed by both nonlinear models. Degree-day modelling is a widely used tool to predict the timing of a range of biological processes and has been successfully adopted in the management of arthropod pests [28, 59]. The amount of degree-days necessary to complete an event is calculated as the number of heat units above T_0 [5]. Evidently, the number of degree-days required will increase as T_0 decreases, as the organism will start to develop from a lower temperature onwards [7]. Our results highlight the impact of diurnal temperature variations, emphasizing the need to integrate temperature

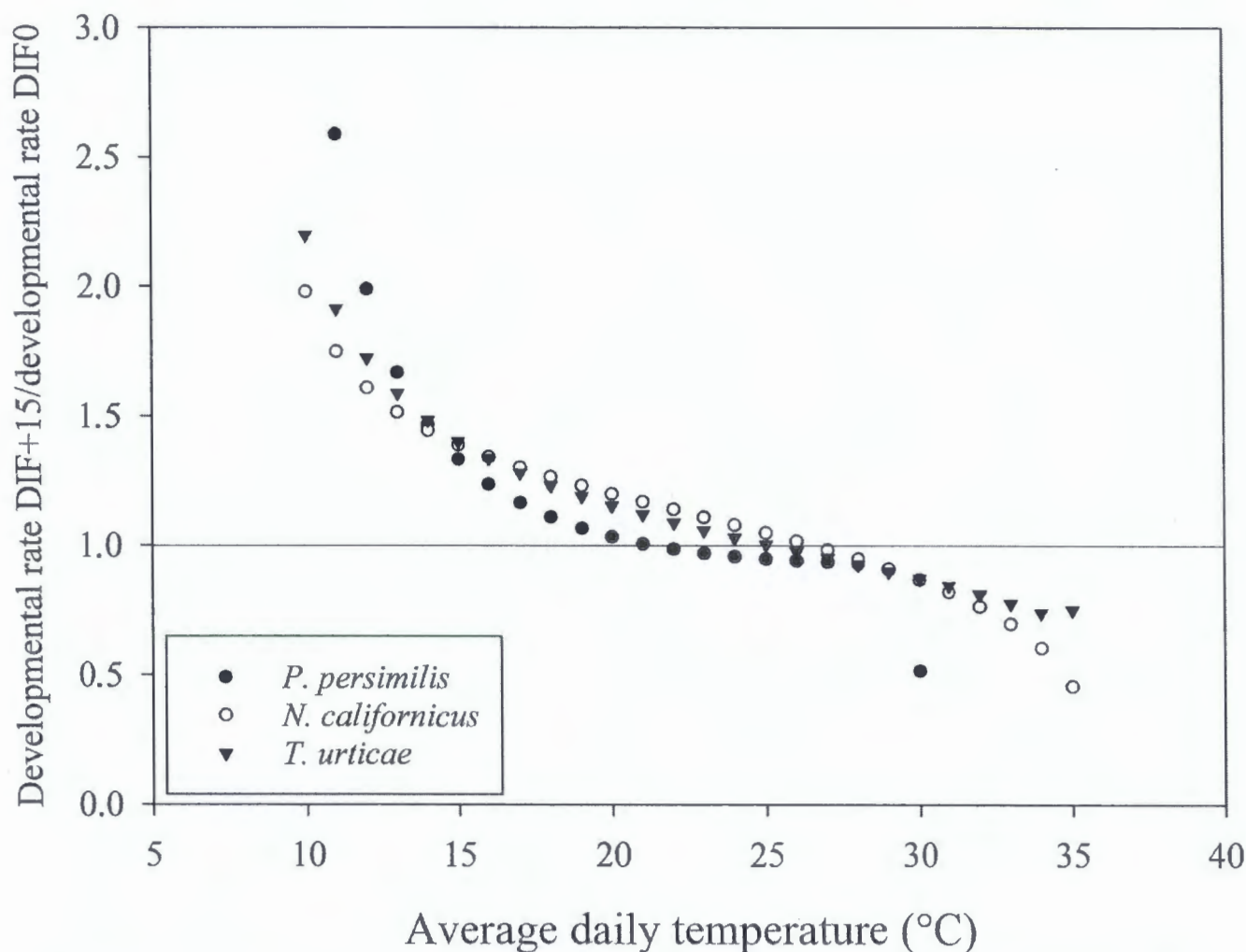


Fig 7. Ratio of developmental rate between DTR+15 and DTR0 for *Phytoseiulus persimilis*, *Neoseiulus californicus* and *Tetranychus urticae*.

doi:10.1371/journal.pone.0124898.g007

variations in predictive degree-day models. As such, population build-up of pests early in the season can be expected to happen earlier than when using constant temperature models. More in particular, in protected crops there is an increasing tendency to allow temperature variations within certain boundaries, as an energy-saving strategy [60, 61]. This so-called temperature integration approach allows greenhouse growers to save up to 20% of their energy costs [62,63]. Both the arthropod pests and their natural enemies introduced in the crop for their management are affected by these temperature variations, which may have its implications for the success of the biological control programmes. Our results demonstrate a substantial impact of temperature variations on the immature development of the studied mite species. For example, in a temperature range between 15°C and 25°C, the effect of a DTR+15 is more pronounced for *T. urticae*, resulting in a relatively faster development of the pest than of its predator *P. persimilis* as compared to a constant temperature regime (Fig 7). Differences were not only visible between pest and predator, but also among the studied phytoseiid predators (*P. persimilis* versus *N. californicus*). Between average daily temperatures of 15 and 25°C, *N. californicus*

experienced a more positive effect on developmental rates at alternating temperatures than *P. persimilis*. Below an average daily temperature of 15°C, *P. persimilis* benefited more from alternating temperature regimes. Additionally, predation rates of the studied phytoseiid predators are also affected by temperature alternations (Vangansbeke et al., submitted). Therefore, we advocate that information on the impact of temperature variations should be included in models on biological control interactions as well as in the selection procedure of the most suitable natural enemies.

In summary, our results indicate that the rate summation effect alone does not suffice to explain the observed and predicted differences in developmental rates between constant and varying temperatures, especially in the lower and higher temperature ranges. Developmental rates and possibly other life history parameters at a specific temperature cannot be evaluated independently from the prevailing temperature regime. Further research should investigate possible physiological mechanisms that act in addition to the rate summation effect to fully appreciate the impact of diurnal cycling temperatures on life history traits of ectotherms. Diurnal temperature variations should be incorporated in predictive models on ectotherm ecology to generate more accurate predictions on the phenology of agricultural pests and their natural enemies. Finally, our findings may aid in further understanding the effects of climate change, as not only mean temperatures will increase, but also diurnal temperature ranges will be altered [64]. This is particularly relevant for ectotherms as they are more sensitive to temperature variation and are thus expected to be more vulnerable to the consequences of climate change [33, 65].

Supporting Information

S1 Appendix. Illustration of Jensen's inequality for a hypothetical developmental rate-temperature curve of an ectothermic organism.

(DOCX)

S2 Appendix. Effect of different temperature regimes on the total developmental time of *Phytoseiulus persimilis*, *Neoseiulus californicus* and *Tetranychus urticae*.

(DOCX)

S3 Appendix. Estimated parameters of the Brière-2 and Lactin-2 model and corresponding evaluation criteria for total development of *Phytoseiulus persimilis*, *Neoseiulus californicus* and *Tetranychus urticae* at 4 diurnal temperature ranges.

(DOCX)

S1 Data. Data of female developmental times presented in separate working sheets. Working sheet (WS) 1: female developmental times of *P. persimilis*; WS 2: female developmental times of *N. californicus*; WS 3: female developmental times of *T. urticae*.

(XLSX)

Acknowledgments

We also thank three anonymous reviewers for their valuable comments.

Author Contributions

Conceived and designed the experiments: DV JA DTN RV PDC. Performed the experiments: DV. Analyzed the data: DV JA DTN PDC. Wrote the paper: DV JA DTN BG LT PDC.

References

1. Wagner TL, Wu H-I, Sharpe PJ, Schoolfield RM, Coulson RN. Modeling insect development rates: a literature review and application of a biophysical model. *Ann Entomol Soc Am*. 1984; 77: 208–225.
2. Ratte H. Temperature and insect development. In: Hoffmann KH (ed) *Environmental physiology and biochemistry of insects*. Springer, New York. Environmental physiology and biochemistry of insects. 1985; pp 33–66.
3. Honek A. Constraints on thermal requirements for insect development. *Entomol Sci*. 1999; 2: 615–621.
4. Logan JD, Wolessensky W, Joern A. Temperature-dependent phenology and predation in arthropod systems. *Ecol Model*. 2006; 196: 471–482.
5. Campbell A, Frazer B, Gilbert N, Gutierrez A, Mackauer M. Temperature requirements of some aphids and their parasites. *J Appl Ecol*. 1974; 11: 431–438.
6. Kontodimas DC, Eliopoulos PA, Stathas GJ, Economou LP. Comparative temperature-dependent development of *Nephus includens* (Kirsch) and *Nephus bisignatus* (Boheman) (Coleoptera: Coccinellidae) preying on *Planococcus citri* (Risso) (Homoptera: Pseudococcidae): evaluation of a linear and various nonlinear models using specific criteria. *Environ Entomol*. 2004; 33: 1–11.
7. Honek A, Kocourek F. Temperature and development time in insects: a general relationship between thermal constants. *Zool Jahrb Abt Anat Ontog Tiere*. 1990; 117: 401–439.
8. Davis J, Radcliffe E, Ragsdale D. Effects of high and fluctuating temperatures on *Myzus persicae* (Hemiptera: Aphididae). *Environ Entomol*. 2006; 35: 1461–1468. PMID: 16825466
9. Stinner R, Gutierrez A, Butler G. An algorithm for temperature-dependent growth rate simulation. *Can Entomol*. 1974; 106: 519–524.
10. Sharpe PJH, Demichele DW. Reaction-Kinetics of Poikilotherm Development. *J Theor Biol*. 1977; 64: 649–670. PMID: 846210
11. Brière J-F, Pracros P, Le Roux A-Y, Pierre J-S. A novel rate model of temperature-dependent development for arthropods. *Environ Entomol*. 1999; 28: 22–29.
12. Hagstrum DW, Hagstrum WR. A simple device for producing fluctuating temperatures, with an evaluation of the ecological significance of fluctuating temperatures. *Ann Entomol Soc Am*. 1970; 63: 1385–1389. PMID: 5480639
13. Beck S. Thermal and thermoperiodic effects on larval development and diapause in the European corn borer, *Ostrinia nubilalis*. *J Insect Physiol* 1983; 29: 107–112.
14. Worner SP. Performance of phenological models under variable temperature regimes: consequences of the Kaufmann or rate summation effect. *Environ Entomol*. 1992; 21: 689–699.
15. Fantinou AA, Perdakis DC, Chatzoglou CS. Development of immature stages of *Sesamia nonagrioides* (Lepidoptera: Noctuidae) under alternating and constant temperatures. *Environ Entomol*. 2003; 32: 1337–1342.
16. Hagstrum DW, Milliken GA. Modeling differences in insect developmental times between constant and fluctuating temperatures. *Ann Entomol Soc Am*. 1991; 84: 369–379.
17. Liu SS, Zhang GM, Zhu J. Influence of temperature variations on rate of development in insects: analysis of case studies from entomological literature. *Ann Entomol Soc Am*. 1995; 88: 107–119.
18. Garcia-Ruiz E, Marco V, Perez-Moreno I. Effects of variable and constant temperatures on the embryonic development and survival of a new grape pest, *Xylotrechus arvicola* (Coleoptera: Cerambycidae). *Environ Entomol*. 2011; 40: 939–947. doi: 10.1603/EN11060 PMID: 22251695
19. Paaijmans KP, Blanford S, Bell AS, Blanford JI, Read AF, Thomas MB. Influence of climate on malaria transmission depends on daily temperature variation. *P Natl Acad Sci USA*. 2010; 107: 15135–15139. doi: 10.1073/pnas.1006421107 PMID: 20696916
20. Tanigoshi L, Browne R, Hoyt S, Lagier R. Empirical analysis of variable temperature regimes on life stage development and population growth of *Tetranychus mcdanieli* (Acarina: Tetranychidae). *Ann Entomol Soc Am*. 1976; 69: 712–716.
21. Bryant S, Bale J, Thomas C. Comparison of development and growth of nettle-feeding larvae of Nymphalidae (Lepidoptera) under constant and alternating temperature regimes. *Eur J Entomol*. 1999; 96: 143–148.
22. Lactin DJ, Holliday NJ, Johnson DL, Craigen R. Improved Rate Model of Temperature-Dependent Development by Arthropods. *Environ Entomol*. 1995; 24: 68–75.
23. Ruel JJ, Ayres MP. Jensen's inequality predicts effects of environmental variation. *Trends Ecol Evol*. 1999; 14: 361–366. PMID: 10441312
24. Smallwood PD. An introduction to risk sensitivity: The use of Jensen's inequality to clarify evolutionary arguments of adaptation and constraint. *Am Zool*. 1996; 36:392–401.

25. Estay SA, Lima M, Bozinovic F. The role of temperature variability on insect performance and population dynamics in a warming world. *Oikos*. 2014; 123: 131–140.
26. Behrens W, Hoffmann K, Kempa S, Gäßler S, Merkel-Wallner G. Effects of diurnal thermoperiods and quickly oscillating temperatures on the development and reproduction of crickets, *Gryllus bimaculatus*. *Oecologia*. 1983; 59: 279–287.
27. Wagner T, Olson R, Willers J. Modeling arthropod development time. *J Agr Entomol*. 1991; 8: 251–270.
28. Pedigo LP. *Entomology and pest management*: Prentice-Hall International. 1998.
29. Schowalter TD. *Insect ecology: an ecosystem approach*: Academic Press. 2006.
30. Ayres MP. Plant defense, herbivory, and climate change. Biotic interactions and global change. In: Kareva PM, Kingsolver JG, Huey RB, Eds. *Biotic interactions and global change*. Sinauer, Sunderland, Massachusetts, USA. 1993; pp75–93.
31. Moerkens R, Gobin B, Peusens G, Helsen H, Hilton R, Dib H, et al. Optimizing biocontrol using phenological day degree models: the European earwig in pipfruit orchards. *Agr For Entomol*. 2011; 13: 301–312.
32. Blanford JI, Blanford S, Crane RG, Mann ME, Paaajmans KP, Schreiber KV, et al. Implications of temperature variation for malaria parasite development across Africa. *Sci Rep*. 2013; 3: 1300. doi: [10.1038/srep01300](https://doi.org/10.1038/srep01300) PMID: [23419595](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/23419595/)
33. Paaajmans KP, Heinig RL, Seliga RA, Blanford JI, Blanford S, Murdock CC, et al. Temperature variation makes ectotherms more sensitive to climate change. *Global Change Biol*. 2013; 19: 2373–2380.
34. Gerson U, Weintraub PG. Mites (Acari) as a factor in greenhouse management. *Annu Rev Entomol*. 2012; 57: 229–247. doi: [10.1146/annurev-ento-120710-100639](https://doi.org/10.1146/annurev-ento-120710-100639) PMID: [21910634](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/21910634/)
35. Van Leeuwen T, Vontas J, Tsagarakou A, Dermauw W, Tirry L. Acaricide resistance mechanisms in the two-spotted spider mite *Tetranychus urticae* and other important Acari: A review. *Insect Biochem Mol Biol*. 2010; 40: 563–572. doi: [10.1016/j.ibmb.2010.05.008](https://doi.org/10.1016/j.ibmb.2010.05.008) PMID: [20685616](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/20685616/)
36. Greco NM, Sanchez NE, Liljestrom GG. Neoseiulus californicus (Acari: Phytoseiidae) as a potential control agent of Tetranychus urticae (Acari: Tetranychidae): effect of pest/predator ratio on pest abundance on strawberry. *Exp Appl Acarol*. 2005; 37: 57–66. PMID: [16180072](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/16180072/)
37. Rhodes EM, Liburd OE, Kelts C, Rondon SI, Francis RR. Comparison of single and combination treatments of Phytoseiulus persimilis, Neoseiulus californicus, and Acramite (bifenazate) for control of two-spotted spider mites in strawberries. *Exp Appl Acarol*. 2006; 39: 213–225. PMID: [16770685](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/16770685/)
38. Weintraub P, Palevsky E. Evaluation of the predatory mite, Neoseiulus californicus, for spider mite control on greenhouse sweet pepper under hot arid field conditions. *Exp Appl Acarol*. 2008; 45: 29–37. doi: [10.1007/s10493-008-9169-3](https://doi.org/10.1007/s10493-008-9169-3) PMID: [18584132](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/18584132/)
39. Vangansbeke D, De Schrijver L, Sprangers T, Audenaert J, Verhoeven R, Nguyen DT, et al. Alternating temperatures affect life table parameters of Phytoseiulus persimilis, Neoseiulus californicus (Acari: Phytoseiidae) and their prey Tetranychus urticae (Acari: Tetranychidae). *Exp Appl Acarol*. 2013; 61: 285–298. doi: [10.1007/s10493-013-9704-8](https://doi.org/10.1007/s10493-013-9704-8) PMID: [23661271](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/23661271/)
40. Gotoh T, Saito M, Suzuki A, Nachman G. Effects of constant and variable temperatures on development and reproduction of the two-spotted spider mite Tetranychus urticae (Acari: Tetranychidae). *Exp Appl Acarol*. 2014; 64: 465–478. doi: [10.1007/s10493-014-9841-8](https://doi.org/10.1007/s10493-014-9841-8) PMID: [25047962](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/25047962/)
41. Mori H, Chant DA. Influence of humidity on activity of Phytoseiulus persimilis Athias-Henriot and its prey Tetranychus urticae (C L Koch) (Acarina—Phytoseiidae Tetranychidae). *Can J Zoolog*. 1966; 44: 483–491.
42. Walzer A, Castagnoli M, Simoni S, Liguori M, Palevsky E, Schausberger P. Intraspecific variation in humidity susceptibility of the predatory mite Neoseiulus californicus: Survival, development and reproduction. *Biol Control*. 2007; 41: 42–52.
43. Roy M, Brodeur J, Cloutier C. Relationship between temperature and developmental rate of Stethorus punctillum (Coleoptera: Coccinellidae) and its prey Tetranychus mcdanieli (Acarina: Tetranychidae). *Environ Entomol*. 2002; 31: 177–187.
44. De Clercq P, Degheele D. Development and survival of Podisus maculiventris (Say) and Podisus sagitta (Fab.) (Heteroptera: Pentatomidae) at various constant temperatures. *Can Entomol*. 1992; 124: 125–133.
45. Akaike H. A new look at the statistical model identification. *IEEE Trans Autom Control*. 1974; 19: 716–723.
46. Lewontin RC. Selection for colonizing ability, In: Baker H.G., Stebbins G. L. et al., Eds.). *The Genetics of Colonizing Species*. Academic Press, New York. 1965.
47. Martin TL, Huey RB. Why “suboptimal” is optimal: Jensen’s inequality and ectotherm thermal preferences. *Am Nat*. 2008; 171: 102–118.

48. Xu XM. On estimating non-linear response of fungal development under fluctuating temperatures. *Plant Pathol.* 1996; 45:163–171.
49. Huffaker CB. The temperature relations of the immature stages of the malarial mosquito, *Anopheles quadrimaculatus* Say, with a comparison of the developmental power of constant and variable temperatures in insect metabolism. *Ann Entomol Soc Am.* 1944; 37: 1–27.
50. Maeda T, Takabayashi J, Yano S, Takafuji A. Effects of light on the tritrophic interaction between kidney bean plants, two-spotted spider mites and predatory mites, *Amblyseius womersleyi* (Acari: Phytoseiidae). *Exp Appl Acarol.* 2000; 24: 415–425. PMID: 11156166
51. Bale J. Insects and low temperatures: from molecular biology to distributions and abundance. *Philos Trans R Soc Lond B Biol Sci.* 2002; 357: 849–862. PMID: 12171648
52. Otsuka Y, Takano TS, Yamazaki T. Genetic variation in the expression of the six hsp genes in the presence of heat shock in *Drosophila melanogaster* Genes Genet Syst. 1997; 72: 19–24. PMID: 9248044
53. Rinehart JP, Li A, Yocum GD, Robich RM, Hayward SA, Denlinger DL. Up-regulation of heat shock proteins is essential for cold survival during insect diapause. *Proc of Nat Acad Sci.* 2007; 104: 11130–11137. PMID: 17522254
54. Bryon A, Wybouw N, Dermauw W, Tirry L, Van Leeuwen T. Genome wide gene-expression analysis of facultative reproductive diapause in the two-spotted spider mite *Tetranychus urticae*. *BMC Genomics.* 2013; 14: 815. doi: 10.1186/1471-2164-14-815 PMID: 24261877
55. Tomanek L. Variation in the heat shock response and its implication for predicting the effect of global climate change on species' biogeographical distribution ranges and metabolic costs. *J Exp Biol.* 2010; 213: 971–979. doi: 10.1242/jeb.038034 PMID: 20190122
56. Myster J, Moe R. Effect of diurnal temperature alternations on plant morphology in some greenhouse crops- a mini review. *Sci Hort.* 1995; 62: 205–215.
57. Stavang JA, Lindgard B, Erntsen A, Lid SE, Moe R, Olsen JE. Thermoperiodic stem elongation involves transcriptional regulation of gibberellin deactivation in pea. *Plant Phys.* 2005; 138: 2344–2353. PMID: 16055683
58. Eichmeier J, Guyer G. An evaluation of the rate of reproduction of the two-spotted spider mites reared on gibberellin-treated bean plants. *J Econom Entomol.* 1960; 53: 661–664.
59. Morrison WR, Andresen J, Szendrei Z. The development of the asparagus miner (*Ophiomyia simplex* Loew; Diptera: Agromyzidae) in temperate zones: a degree-day model. *Pest Manag Sci.* 2014; 70: 1105–1113. doi: 10.1002/ps.3654 PMID: 24038945
60. Kömer O, Challa H. Design for an improved temperature integration concept in greenhouse cultivation. *Comput Electron Agr.* 2003; 39: 39–59.
61. Messelink GJ, Bennison J, Alomar O, Ingegno BL, Tavella L, Shipp L, et al. Approaches to conserving natural enemy populations in greenhouse crops: current methods and future prospects. *BioControl.* 2014; 59: 377–393.
62. Tantau HJ. Energy saving potential of greenhouse climate control. *Mathand Computers Simul.* 1998; 48: 93–101.
63. Dieleman J, Meinen E, Dueck TA. Effects of temperature integration on growth and development of roses. *Acta Hort.* 2005; 691: 51–58.
64. Easterling DR, Horton B, Jones PD, Peterson TC, Karl TR, Parker DE, et al. Maximum and minimum temperature trends for the globe. *Science.* 1997; 277: 364–367.
65. Aguilar-Fenollosa E, Jacas JA. Can we forecast the effects of climate change on entomophagous biological control agents? *Pest Manag Sci.* 2014; 70: 853–859. doi: 10.1002/ps.3678 PMID: 24254389

Prey consumption by phytoseiid spider mite predators as affected by diurnal temperature variations

Dominiek Vangansbeke · Duc Tung Nguyen · Joachim Audenaert ·
Ruth Verhoeven · Bruno Gobin · Luc Tirry ·
Patrick De Clercq

Received: 20 February 2015 / Accepted: 30 April 2015 / Published online: 9 May 2015
© International Organization for Biological Control (IOBC) 2015

Abstract The consumption rate of an ectothermic predator is highly temperature-dependent and is a key driver of pest-predator population interactions. Not only average daily temperature, but also diurnal temperature variations may affect prey consumption and life history traits of ectotherms. In the present study, we evaluated the impact of temperature alternations on body size, predation capacity and oviposition rate of the predatory mites *Phytoseiulus persimilis* Athias-Henriot and *Neoseiulus californicus* McGregor (Acari: Phytoseiidae) when presented with eggs of their natural prey, the two-spotted spider mite *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae). For both predators, mean daily temperature as well as temperature alternation had a substantial impact on the number of prey consumed. At lower average temperatures, more eggs were killed under an alternating

temperature regime (20 °C/5 °C and 25 °C/10 °C) than at the corresponding mean constant temperatures (15 and 20 °C). At higher average temperatures (>25 °C), however, the opposite was observed with higher numbers of prey killed at constant temperatures than at alternating temperatures. At 25 °C, temperature variation had no effect on the predation capacity. A similar trend as for the predation rates was observed for the oviposition rates of the phytoseiids. Body size of *N. californicus* was affected both by average daily temperature and temperature variation, with smaller adult females emerging at alternating temperatures than at constant temperatures, whereas for *P. persimilis*, temperature variation had no impact on its body size. Our results demonstrate that temperature variations are likely to affect biological control of *T. urticae* by the studied phytoseiid predators.

Handling Editor: Marta Montserrat.

D. Vangansbeke (✉) · D. T. Nguyen · L. Tirry ·
P. De Clercq
Laboratory of Agrozoology, Department of Crop
Protection, Ghent University, Coupure Links 653,
9000 Ghent, Belgium
e-mail: Dominiek.Vangansbeke@ugent.be

D. T. Nguyen
e-mail: ductunghau@gmail.com

L. Tirry
e-mail: Luc.Tirry@ugent.be

P. De Clercq
e-mail: Patrick.Declercq@ugent.be

D. T. Nguyen
Entomology Department, Vietnam National University of
Agriculture, Hanoi, Vietnam

J. Audenaert · R. Verhoeven · B. Gobin
PCS-Ornamental Plant Research, Schaessestraat 18,
9070 Destelbergen, Belgium
e-mail: Joachim.Audenaert@pcsierteelt.be

R. Verhoeven
e-mail: Ruth.Verhoeven@pcsierteelt.be

B. Gobin
e-mail: Bruno.Gobin@pcsierteelt.be

Keywords Diurnal temperature range · Phytoseiidae · Tetranychidae · Predation · Temperature size rule · Biological control

Introduction

The two-spotted spider mite, *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae) is one of the most devastating agricultural pests worldwide (Gerson and Weintraub 2012; Helle and Sabelis 1985; Jeppson et al. 1975). Its host range comprises over 1100 plant species (Grbić et al. 2011), many of which are economically important crops. In addition, the pest has the ability to rapidly develop resistance against chemical pesticides (van Leeuwen et al. 2015). To overcome this problem, along with a growing public demand for residue-free foods (van Lenteren 2000), alternative control strategies have become increasingly important. Enhancing sustainability of agricultural production by way of integrated pest management (IPM) strategies has become a primary objective in agricultural policy worldwide. For instance, the European Directive 2009/128/EC aims at a substantial reduction of pesticide use by obliging professional users of pesticides in Europe to implement the principles of IPM. An important component of IPM is the use of biological control practices, such as the augmentative release of natural enemies. Phytoseiid predatory mites, especially *Phytoseiulus persimilis* Athias-Henriot and *Neoseiulus californicus* McGregor (Acari: Phytoseiidae), have demonstrated effective control of *T. urticae* outbreaks, both in protected and open field crops (Rhodes et al. 2006; Schausberger and Walzer 2001; Weintraub and Palevsky 2008).

The success of a biological control program depends on a variety of biotic and abiotic factors. One of the most influential abiotic factors affecting pest/predator interactions is temperature (Logan et al. 2006; Öhlund et al. 2015; Sabelis 1981). For predatory mites, a large body of information is available on the effects of temperature on life history traits and predation rates (e.g., Gotoh et al. 2004; Hardman and Rogers 1991; Kim et al. 2009; Shipp et al. 1996). However, whereas previous research has predominantly focused on the effects of constant temperatures, natural temperature regimes usually

undergo diurnal cycles (Beck 1983; Brakefield and Mazzotta 1995; Hagstrum and Hagstrum 1970) which may affect the performance of the predatory mites. Additionally, there is an increasing tendency in protected crops to allow higher daily temperature variations as an energy-saving strategy (Pollet et al. 2009; Tantau 1998), which may affect the outcome of biological control programmes in those crops (Messelink et al. 2014).

Both theoretical and empirical studies have been conducted to understand the effects of diurnal temperature range (DTR) on the biology of ectotherms (e.g., Estay et al. 2014; Liu et al. 1995; Paaijmans et al. 2010; Siddiqui et al. 1973; Worner 1992). These studies have demonstrated an impact on developmental rate (Garcia-Ruiz et al. 2011; Gotoh et al. 2014), reproduction (Behrens et al. 1983; Messenger 1964; Mironidis and Savopoulou-Soultani 2008), sex ratio (Vangansbeke et al. 2013), diapause induction (Gotoh and Kameyama 2014), vector capacity (Paaijmans et al. 2010) and stress resistance (Terblanche et al. 2010) in various arthropods. As a consequence of Jensen's inequality rule (Ruel and Ayres 1999), temperature variations over a concave part of a thermal fitness curve (i.e. the cold end of the curve) tend to result in an increase in performance, whereas variations over the convex part (i.e. the warmer part of the curve) result in a net decrease in performance (Estay et al. 2014). In arthropod thermal biology and physiology, this phenomenon is known as the Kaufmann-effect (Worner 1992). Up to now, little is known about the effects of temperature variations on the predation rate of arthropod predators (Audenaert et al. 2014; Logan et al. 2006; Wilhoit et al. 1991). If prey consumption tends to have a similar nonlinear relationship with temperature like other life history traits (e.g. developmental rate), higher predation rates are expected to occur under diurnal temperature variations in the low temperature range, whereas the opposite would be expected in the higher temperature range, as compared to the corresponding mean constant temperatures.

In the present study, we assessed the effect of temperature variations on the body size, predation capacity and oviposition rate of *P. persimilis* and *N. californicus* presented with eggs of their target prey *T. urticae*. We tested five temperatures both under a constant (DTR0) and an alternating temperature regime with a diurnal amplitude of 15 °C (DTR+15).

Materials and methods

Mite rearing

A laboratory colony of *T. urticae*, originally collected from *Ricinus communis* L. plants grown on the grounds of the Faculty of Bioscience Engineering (Coupure Campus, Ghent University, Belgium), was maintained on kidney bean plants (*Phaseolus vulgaris* L.). Both *P. persimilis* and *N. californicus* were provided by Biobest N.V. (Westerlo, Belgium) and were reared in the laboratory on reversed bean leaves placed upside down on a layer of wet cotton. The edges of the bean leaves were covered with an additional layer of cotton to provide free water and prevent the mites from escaping. Another bean leaf that was heavily infested with *T. urticae*, was placed on the rearing arena to provide food for the predators. All colonies were maintained in a controlled environment of 25 ± 1 °C, 65 ± 5 % RH and a photoperiod of 16:8 h (L:D).

Experimental set-up

For each temperature regime, about 50 eggs (less than 8 h old) of either *P. persimilis* or *N. californicus* were collected from the colony and were placed in groups of ten on circular bean leaf arenas (25 × 25 mm) placed upside down on a wet polyurethane sponge in an insect breeding dish (ø 100 mm, H 40 mm) (SPL Life Sciences, Korea). The edges of the leaf arena were covered with moist tissue paper to provide free water and prevent the mites from escaping. Three days before the introduction of the phytoseiid eggs, five female *T. urticae* were introduced to each leaf arena, thus ensuring the presence of both eggs and mobile stages on the leaf disc during the feeding stages of the predators. After the introduction of the predator eggs, the dishes were transferred to an environmental test chamber (Sanyo Electric Co., Ltd., Japan) set at the temperature regime to be tested. The test temperatures were 15, 20, 25, 27.5 and 30 °C under a constant (DTR0) or an alternating regime with a difference of 15 °C between day and night temperatures (DTR+15). Thus, the corresponding alternating temperatures were 20 °C/5 °C, 25 °C/10 °C, 30 °C/15 °C, 32.5 °C/17.5 °C and 35 °C/20 °C (day temperature/night temperature, according to the 16:8 h L:D photoperiod). Once the predatory mites reached

adulthood, females were placed together with a male on an individual leaf arena infested with a mixture of all stages of *T. urticae*. Two to five days after the first egg was laid (i.e. the time at which oviposition rate peaks, Abad-Moyano et al. 2009; Janssen and Sabelis 1992), depending on the temperature regime, females were individually transferred to a bean leaf arena with 40 *T. urticae* eggs. For this purpose, ten female *T. urticae* had been allowed to oviposit on the leaf arena for 5 h prior to the experiment, after which the females were removed from the arena and the number of eggs was reduced to 40 by destroying excess eggs with a fine needle. Twenty-four hours after their introduction to the test arenas, predator females were removed from the arena and their consumption rate was determined by counting the number of remaining *T. urticae* eggs. Additionally, the number of phytoseiid eggs deposited during the 24-h experimental period was counted. The oviposition rate of phytoseiid predatory mites at peak oviposition is strongly correlated with the intrinsic rate of increase (Janssen and Sabelis 1992), and is thus believed to be a good indicator of population growth. Twenty-five replicates were done for each temperature regime.

To assess the effect of temperature regime on body size of both phytoseiids, females used in the predation experiment were mounted on glass slides in a Marc-André II medium (Upton 1993) which were then kept for one week at 50 °C. The length of the dorsal shield was measured under a microscope at a ×200 magnification (Leica Microsystems, Leica Application Suite version 3.8.8, Wetzlar, Germany). In Phytoseiidae, the length of the dorsal shield has been noted to be a reliable measure of body size (Croft et al. 1999; Toyoshima and Amano 1998).

Statistical analysis

Data were analyzed using SPSS version 20 (IBM SPSS statistics). Predation rates, oviposition rates and body size measures were tested for normality using a Kolmogorov–Smirnov test before being subjected to two-way analysis of variance (ANOVA) with average daily temperature and temperature variation (constant vs. alternating) as main factors. When appropriate, mean predation or oviposition rates were compared using a Student's *t* test. The level of significance was set at 0.05.

Table 1 Results of two-way ANOVA assessing the impact of average daily temperature and temperature alternation on prey consumption, oviposition rate and body size of *Phytoseiulus persimilis* and *Neoseiulus californicus* presented with *Tetranychus urticae* eggs

Parameter (Source)	<i>P. persimilis</i>			<i>N. californicus</i>		
	F	df	p	F	df	p
Prey consumption						
Average temperature	215.823	3	<0.001	343.797	4	<0.001
Temperature variation	11.043	1	0.001	122.573	1	<0.001
Average temperature × temperature variation	62.789	3	<0.001	274.965	4	<0.001
Error		202			262	
Oviposition rate						
Average temperature	218.806	3	<0.001	272.984	4	<0.001
Temperature variation	0.161	1	0.689	99.948	1	<0.001
Average temperature × temperature variation	63.431	3	<0.001	286.813	4	<0.001
Error		202			262	
Body size						
Average temperature	29.506	3	<0.001	97.608	4	<0.001
Temperature variation	0.077	1	0.781	210.847	1	<0.001
Average temperature × temperature variation	0.718	3	0.543	5.595	4	<0.001
Error		174			280	

Results

The predatory mites were able to complete their development at all temperature regimes with an immature survival of 100 %, except for *P. persimilis* at 35 °C/20 °C. As only three *P. persimilis* mites reached adulthood under the latter temperature regime, it was excluded from the experiment.

For both *P. persimilis* and *N. californicus*, two-way ANOVA indicated a significant effect of average daily temperature, temperature variation and their interaction on the number of prey killed in 24 h (Table 1). A significant interaction indicates that temperature variation influenced the effect of average daily temperature on the predation rate of the phytoseiids. Figures 1 and 2 show similar trends in predation rate as a function of temperature regime for *P. persimilis* and *N. californicus*. Higher predation rates were observed at alternating temperature regimes with average daily temperatures of 15 and 20 °C as compared with the corresponding constant temperature regimes. However, when the average daily temperature exceeded 25 °C, less prey eggs were killed at alternating temperatures than at constant ones.

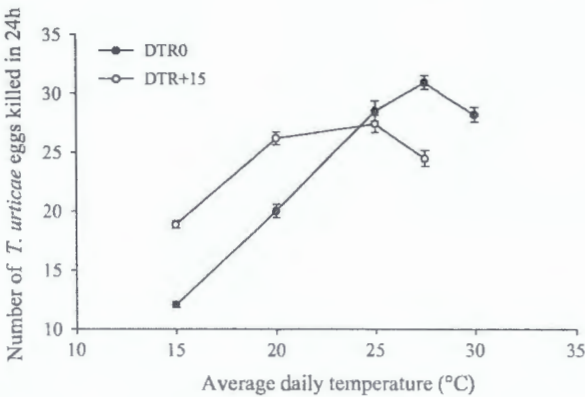


Fig. 1 Effect of average daily temperature and temperature alternation (DTR0 vs. DTR+15) on the consumption of *Tetranychus urticae* eggs by *Phytoseiulus persimilis* (±SE). DTR: diurnal temperature range

Oviposition rate of *P. persimilis* was affected by the average daily temperature but not by temperature variation (Table 1). The interaction among the main factors, however, was found to be significant. For *N. californicus*, oviposition rate was affected by average temperature, temperature variation and the interaction thereof. In general, oviposition rates followed the same trends as predation rates (Figs. 3, 4). However,

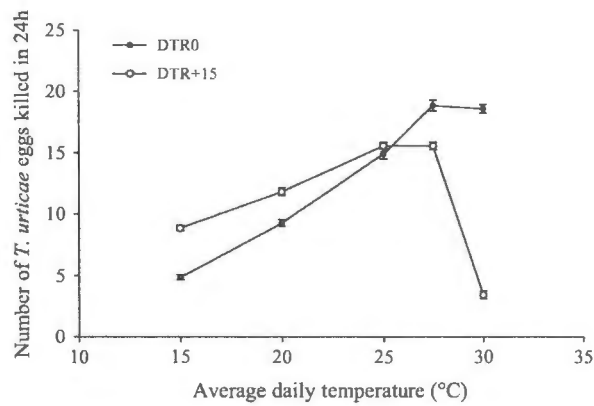


Fig. 2 Effect of average daily temperature and temperature alternation (DTR0 vs. DTR+15) on the consumption of *Tetranychus urticae* eggs by *Neoseiulus californicus* (\pm SE). DTR: diurnal temperature range

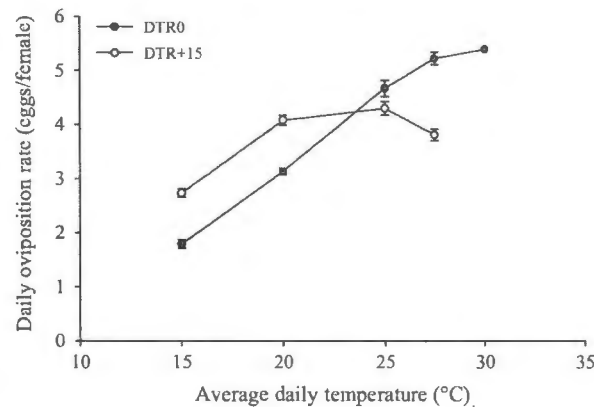


Fig. 3 Effect of average daily temperature and temperature alternation (DTR0 vs. DTR+15) on oviposition rates of *Phytoseiulus persimilis* feeding on *Tetranychus urticae* eggs (\pm SE). DTR: diurnal temperature range

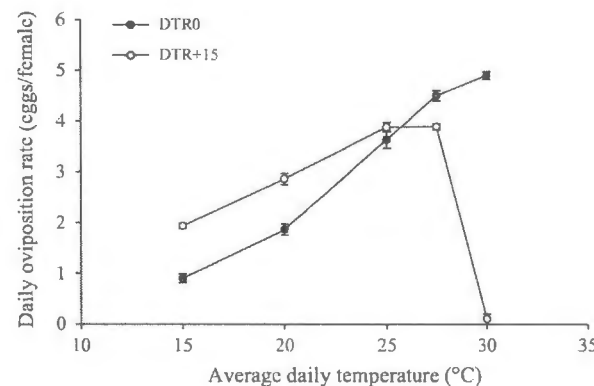


Fig. 4 Effect of average daily temperature and temperature alternation (DTR0 vs. DTR+15) on oviposition rates of *Neoseiulus californicus* feeding on *Tetranychus urticae* eggs (\pm SE). DTR: diurnal temperature range

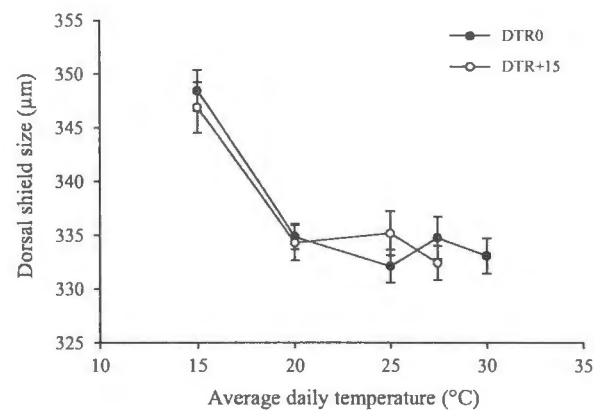


Fig. 5 Effect of average daily temperature and temperature alternation (DTR0 vs. DTR+15) on the body size of *Phytoseiulus persimilis* as measured by the length of the dorsal shield (μ m) (\pm SE). DTR: diurnal temperature range

whereas at a constant 30 °C predation rates were equal to those at 27.5 °C ($t = 0.504$; $df = 57$; $p = 0.616$), oviposition at a constant 30 °C was significantly higher than at 27.5 °C ($t = -3.052$; $df = 57$; $p = 0.003$). For *P. persimilis*, the opposite was observed with lower predation rates at a constant 30 °C than at 27.5 °C ($t = 3.254$; $df = 53$; $p = 0.002$) and an equal amount of eggs deposited ($t = -1.047$; $df = 53$; $p = 0.300$).

The body size of *P. persimilis* was affected by average daily temperature, but not by temperature variation (Table 1). For *P. persimilis*, an average daily temperature of 15 °C, under constant as well as alternating temperature regimes, resulted in larger body sizes of adult females than at the other temperature regimes. However, body sizes of *P. persimilis* females were similar at average daily temperatures above 15 °C (Fig. 5). For *N. californicus*, body size was affected by average temperature, temperature variation and their interaction (Table 1) and there was a negative relationship between temperature and body size with larger females emerging at lower temperatures (Fig. 6).

Discussion

Our results demonstrate the impact of temperature and its diurnal alternations on body size, prey consumption and oviposition rate of the phytoseiid predators *P. persimilis* and *N. californicus* when feeding on *T. urticae* eggs. In general, our findings are in line with

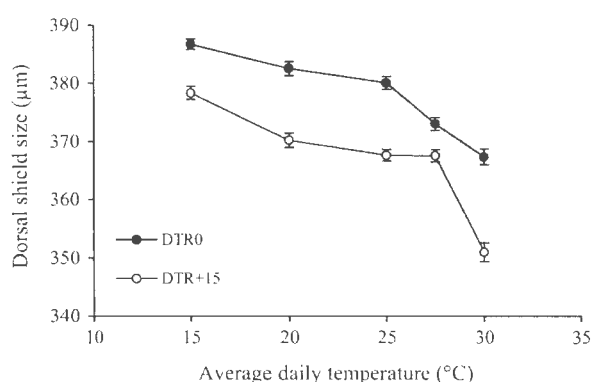


Fig. 6 Effect of average daily temperature and temperature alternation (DTR0 vs. DTR+15) on the body size of *Neoseiulus californicus* as measured by the length of the dorsal shield (μm) ($\pm\text{SE}$). DTR: diurnal temperature range

those of previous studies assessing the effect of diurnal temperature variations on the performance of ectotherms (e.g. Bryant et al. 1999; Fantinou et al. 2003; Liu et al. 1995; Messenger and Flitters 1958; Paaijmans et al. 2013; Worner, 1992): both predators showed increased predation and oviposition rates at alternating temperatures in the lower temperatures range ($<25^\circ\text{C}$) and lower rates in the higher temperature range ($>25^\circ\text{C}$), as compared with the corresponding average daily temperature. The observed relationship between predation rate of *P. persimilis* and *N. californicus* and temperature was nonlinear (Figs. 1, 2), reflecting the curvilinear relationship between their developmental rate and temperature (Vangansbeke et al. pers. obs). However, it may be warranted to test more temperatures to ascertain the shape of the curves over the complete temperature range. The high juvenile mortality rates at $35^\circ\text{C}/20^\circ\text{C}$ did not allow investigation of the predation and oviposition rates of *P. persimilis*, confirming earlier studies that temperatures above 30°C are detrimental for this species (Skirvin and Fenlon 2003; Vangansbeke et al. pers. obs). For *N. californicus*, higher temperatures should be tested to determine at which temperature prey consumption and oviposition rate reach their peak value.

As a result of the increasing energy prices, greenhouse growers in temperate areas tend to allow higher temperature variations in order to reduce their energy cost (Messelink et al. 2014; Pollet et al. 2009). In this so-called temperature integration approach (Körner and Challa 2003), growers allow temperatures to vary within certain boundaries. Hence, less heating during

the night and less ventilation during the day can save growers up to 20 % of their energy expenses (Dieleman et al. 2005; Pollet et al. 2009). The results from our laboratory experiments suggest that this approach may impact on the predation capacity of natural enemies and may as such affect the outcome of a biological control programme. For example, when during summer average daily temperatures of 30°C are allowed to vary with an amplitude of 15°C , *P. persimilis* and *N. californicus* will have difficulty controlling *T. urticae* outbreaks based on the low consumption rates, as an average daily temperature of 30°C and higher still support development and reproduction of *T. urticae* (Skirvin and Fenlon 2003; Vangansbeke et al. pers. obs). On the other hand, higher kill rates were observed at a DTR+15 regime with average daily temperatures of 15 and 20°C : predation rates were 56.3 and 82.5 % higher at DTR+15 than at DTR0 at an average daily temperature of 15°C for *P. persimilis* and *N. californicus*, respectively. In a previous study, we found that developmental rate increased by 35–42 % both for the predators and the prey at an average daily temperature of 15°C (Vangansbeke et al. 2013). At an average daily temperature of 20°C , *P. persimilis* showed similar developmental rates at DTR0 and DTR+15 (6.4 days, Vangansbeke et al. pers. obs), but the predation rate of female adults was about 30.8 % higher at DTR+15 than at DTR0 (present study). The opposite scenario was observed in the higher temperature range. Thus, temperature alternations differentially affect predation rates and developmental rates.

Temperature has been demonstrated to influence the body size of ectotherms (Angilletta et al. 2004). According to the “temperature-size rule”, ectotherms develop faster at higher temperatures at the expense of a smaller body size at maturity, whereas developing at colder temperatures results in larger body sizes (Atkinson 1994). Accordingly, *N. californicus* females matured at smaller sizes with increasing temperature. Furthermore, rearing at the alternating temperature regime resulted in smaller body sizes as compared with constant temperatures. This effect was less pronounced for *P. persimilis*, in which temperature variation did not affect female body size, but larger individuals emerged at 15°C than at higher average daily temperatures. Body size has been shown to influence various life history traits in phytoseiids. For

example, Walzer and Schausberger (2013) found that smaller body sizes of *P. persimilis*, resulting from food limitation during the juvenile stages, negatively affected the mites' survival, reproduction and attractiveness as a potential mating partner. Additionally, in the latter study smaller females deposited smaller eggs, from which smaller daughters developed, demonstrating a transgenerational effect of a reduced body size. Further, body size may influence interactions in a multispecies predator–prey system, including intraguild predation (Montserrat et al. 2012). If one species is more affected by temperature variations than another, such as *N. californicus* vs. *P. persimilis* in the present study, the outcome of intraguild predation may differ depending on the temperature regime. *N. californicus* is usually a superior intraguild predator of *P. persimilis* (Barber et al. 2003; Blumel and Walzer 2002; Walzer and Schausberger 1999) and a combined release of these two predators has been suggested as a long-term biocontrol strategy against spider mites (Schausberger and Walzer 2001). However, at a high alternating temperature regime, female *N. californicus* are smaller than at the corresponding mean constant temperature and may therefore be more vulnerable to be preyed upon by (larger) intraguild predators (Polis et al. 1989; Schausberger 1999; Walzer and Schausberger 2011). This is not the case for *P. persimilis*, with overall similar body sizes at constant and alternating temperature regimes in the intermediate and high range. All of the above suggests that *N. californicus* is more likely to be negatively affected by high temperature variations than *P. persimilis* in terms of its body size and consequences thereof on the mite's performance.

In conclusion, diurnally changing temperatures have a substantial impact on the predation and oviposition rates of *P. persimilis* and *N. californicus*, two key biological control agents of the two-spotted spider mite, *T. urticae*. This and a previous study (Vangansbeke et al. pers. obs) emphasize the need to incorporate temperature variations in predictive models of developmental, reproductive and predatory performance of arthropod predators in biological control programmes. Arguably, the findings from our experiments using small sized arenas need to be validated under field conditions in order to determine the effect of temperature alternations on populations of the studied predatory mites and their spider mite prey.

Acknowledgments This research was supported by project number 090931 from the Institute for the Promotion of Innovation through Science and Technology in Flanders (IWT-Vlaanderen).

References

- Abad-Moyano R, Pina T, Ferragut F, Urbaneja A (2009) Comparative life-history traits of three phytoseiid mites associated with *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae) colonies in clementine orchards in eastern Spain: implications for biological control. *Exp Appl Acarol* 47:121–132
- Angilletta MJ, Steury TD, Sears MW (2004) Temperature, growth rate, and body size in ectotherms: fitting pieces of a life-history puzzle. *Integr Comp Biol* 44:498–509
- Atkinson D (1994) Temperature and organism size—a biological law for ectotherms? *Adv Ecol Res* 25:1–58
- Audenaert J, Vangansbeke D, Verhoeven R, De Clercq P, Tirry L, Gobin B (2014) Predation efficiency of predatory mites from different climatic origin under variable climates in Belgian greenhouses. *IOBC/WPRS Bull* 102:7–13
- Barber A, Campbell C, Crane H, Lilley R, Tregidga E (2003) Biocontrol of two-spotted spider mite *Tetranychus urticae* on dwarf hops by the phytoseiid mites *Phytoseiulus persimilis* and *Neoseiulus californicus*. *Biocontrol Sci Technol* 13:275–284
- Beck S (1983) Thermal and thermoperiodic effects on larval development and diapause in the European corn borer, *Ostrinia nubilalis*. *J Insect Physiol* 29:107–112
- Behrens W, Hoffmann K, Kempa S, Gäbler S, Merkel-Wallner G (1983) Effects of diurnal thermoperiods and quickly oscillating temperatures on the development and reproduction of crickets, *Gryllus bimaculatus*. *Oecologia* 59:279–287
- Blumel S, Walzer A (2002) Efficacy of different release strategies of *Neoseiulus californicus* McGregor and *Phytoseiulus persimilis* Athias-Henriot (Acari: Phytoseiidae) for the control of two-spotted spider mite (*Tetranychus urticae* Koch) on greenhouse cut roses. *Syst Appl Acarol* 7:35–48
- Brakefield PM, Mazzotta V (1995) Matching field and laboratory environments: effects of neglecting daily temperature variation on insect reaction norms. *J Evol Biol* 8:559–573
- Bryant S, Bale J, Thomas C (1999) Comparison of development and growth of nettle-feeding larvae of *Nymphalidae* (Lepidoptera) under constant and alternating temperature regimes. *Eur J Entomol* 96:143–148
- Croft BA, Luh HK, Schausberger P (1999) Larval size relative to larval feeding, cannibalism of larvae, egg or adult female size and larval-adult setal patterns among 13 phytoseiid mite species. *Exp Appl Acarol* 23:599–610
- Dieleman J, Meinen E, Dueck TA (2005) Effects of temperature integration on growth and development of roses. *Acta Hort* 691:51–58
- Estay SA, Lima M, Bozinovic F (2014) The role of temperature variability on insect performance and population dynamics in a warming world. *Oikos* 123:131–140
- Fantinou AA, Perdakis DC, Chatzoglou CS (2003) Development of immature stages of *Sesamia nonagrioides* (Lepidoptera:

- Noctuidae) under alternating and constant temperatures. *Environ Entomol* 32:1337–1342
- García-Ruiz E, Marco V, Pérez-Moreno I (2011) Effects of variable and constant temperatures on the embryonic development and survival of a new grape pest, *Xylotrechus arvicola* (Coleoptera: Cerambycidae). *Environ Entomol* 40:939–947
- Gerson U, Weintraub PG (2012) Mites (Acari) as a factor in greenhouse management. *Annu Rev Entomol* 57:229–247
- Gotoh T, Kameyama Y (2014) Low temperature induces embryonic diapause in the spider mite, *Eotetranychus smithi*. *J Insect Sci* 14(68):1–8
- Gotoh T, Yamaguchi K, Mori K (2004) Effect of temperature on life history of the predatory mite *Amblyseius (Neoseiulus) californicus* (Acari: Phytoseiidae). *Exp Appl Acarol* 32:15–30
- Gotoh T, Saito M, Suzuki A, Nachman G (2014) Effects of constant and variable temperatures on development and reproduction of the two-spotted spider mite *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae). *Exp Appl Acarol* 64:465–478
- Grbić M, van Leeuwen T, Clark RM, Rombauts S, Rouzé P, Grbić V, Osborne EJ, Dermauw W, Ngoc PCT, Ortego F, Hernández-Crespo P, Díaz I, Martínez M, Navajas M, Sucena E, Magalhães S, Nagy L, Pace RM, Djuranovic S, Smagghe G, Iga M, Christiaens O, Veenstra JA, Ewer J, Villalobos RM, Hutter JL, Hudson SD, Velez M, Yi SV, Zeng J, Pires-daSilva A, Roch F, Cazaux M, Navarro M, Zhurov V, Acevedo G, Bjelica A, Fawcett JA, Bonnet E, Martens C, Baele G, Wissler L, Sanchez-Rodriguez A, Tirry L, Blais C, Demeestere K, Henz SR, Gregory TR, Mathieu J, Verdon L, Farinelli L, Schmutz J, Lindquist E, Feyereisen R, van de Peer Y (2011) The genome of *Tetranychus urticae* reveals herbivorous pest adaptations. *Nature* 479:487–492
- Hagstrum DW, Hagstrum WR (1970) A simple device for producing fluctuating temperatures, with an evaluation of the ecological significance of fluctuating temperatures. *Ann Entomol Soc Am* 63:1385–1389
- Hardman JM, Rogers ML (1991) Effects of temperature and prey density on survival, development, and feeding rates of immature *Typhlodromus pyri* (Acari: Phytoseiidae). *Environ Entomol* 20:1089–1096
- Helle W, Sabelis MW (1985) Spider mites: their biology, natural enemies and control. Elsevier, Amsterdam, The Netherlands
- Janssen A, Sabelis MW (1992) Phytoseiid life-histories, local predator-prey dynamics, and strategies for control of tetranychid mites. *Exp Appl Acarol* 14:233–250
- Jeppson LR, Keifer HH, Baker EW (1975) Mites injurious to economic plants. University of California Press, Berkeley, USA
- Kim T, Ahn J, Lee JH (2009) Temperature-dependent developmental model of *Neoseiulus californicus* (McGregor) (Acari: Phytoseiidae). *J Appl Entomol* 133:284–291
- Körner O, Challa H (2003) Design for an improved temperature integration concept in greenhouse cultivation. *Comput Electron Agric* 39:39–59
- Liu SS, Zhang GM, Zhu J (1995) Influence of temperature variations on rate of development in insects: analysis of case studies from entomological literature. *Ann Entomol Soc Am* 88:107–119
- Logan JD, Wolesensky W, Joern A (2006) Temperature-dependent phenology and predation in arthropod systems. *Ecol Model* 196:471–482
- Messelink GJ, Bennison J, Alomar O, Ingegno BL, Tavella L, Shipp L, Palevsky E, Wäckers FL (2014) Approaches to conserving natural enemy populations in greenhouse crops: current methods and future prospects. *BioControl* 59:377–393
- Messenger PS (1964) Influence of rhythmically fluctuating temperatures on development and reproduction of spotted alfalfa aphid *Therioaphis maculata*. *J Econ Entomol* 57:71–76
- Messenger P, Flitters N (1958) Effect of constant temperature environments on the egg stage of three species of Hawaiian fruit flies. *Ann Entomol Soc Am* 51:109–119
- Mironidis G, Savopoulou-Soultani M (2008) Development, survivorship, and reproduction of *Helicoverpa armigera* (Lepidoptera: Noctuidae) under constant and alternating temperatures. *Environ Entomol* 37:16–28
- Montserrat M, Magalhães S, Sabelis MW, de Roos AM, Janssen A (2012) Invasion success in communities with reciprocal intraguild predation depends on the stage structure of the resident population. *Oikos* 121:67–76
- Öhlund G, Hedström P, Norman S, Hein CL, Englund G (2015) Temperature dependence of predation depends on relative performance of predators and prey. *Proc R Soc B*. doi:10.1098/rspb.2014.2254
- Paaïjmans KP, Blanford S, Bell AS, Blanford JI, Read AF, Thomas MB (2010) Influence of climate on malaria transmission depends on daily temperature variation. *Proc Natl Acad Sci USA* 107:15135–15139
- Paaïjmans KP, Heinig RL, Seliga RA, Blanford JI, Blanford S, Murdock CC, Thomas MB (2013) Temperature variation makes ectotherms more sensitive to climate change. *Glob Change Biol* 19:2373–2380
- Polis GA, Myers CA, Holt RD (1989) The ecology and evolution of intraguild predation: potential competitors that eat each other. *Ann Rev Ecol Syst* 20:297–330
- Pollet B, Steppe K, Dambre P, van Labeke M-C, Lemeur R (2009) Temperature integration of *Hedera helix* L.: quality aspects and growth response. *Sci Hortic* 120:89–95
- Rhodes EM, Liburd OE, Kelts C, Rondon SI, Francis RR (2006) Comparison of single and combination treatments of *Phytoseiulus persimilis*, *Neoseiulus californicus*, and Acramite (bifenazate) for control of twospotted spider mites in strawberries. *Exp Appl Acarol* 39:213–225
- Ruel JJ, Ayres MP (1999) Jensen's inequality predicts effects of environmental variation. *Trends Ecol Evol* 14:361–366
- Sabelis MW (1981) Biological control of two-spotted spider mites using phytoseiid predators. Part 1. Modelling the predator-prey interaction at the individual level. Pudoc, Wageningen, The Netherlands
- Schausberger P (1999) Predation preference of *Typhlodromus pyri* and *Kampimodromus aberrans* (Acari: Phytoseiidae) when offered con- and heterospecific immature life stages. *Exp Appl Acarol* 23:389–398
- Schausberger P, Walzer A (2001) Combined versus single species release of predaceous mites: predator–predator interactions and pest suppression. *Biol Control* 20:269–278
- Shipp J, Ward K, Gillespie T (1996) Influence of temperature and vapor pressure deficit on the rate of predation by the

- predatory mite, *Amblyseius cucumeris*, on *Frankliniella occidentalis*. Entomol Exp Appl 78:31–38
- Siddiqui W, Barlow C, Randolph P (1973) Effects of some constant and alternating temperatures on population growth of the pea aphid, *Acyrtosiphon pisum* (Homoptera: Aphididae). Can Entomol 105:145–156
- Skirvin DJ, Fenlon JS (2003) The effect of temperature on the functional response of *Phytoseiulus persimilis* (Acari: Phytoseiidae). Exp Appl Acarol 31:37–49
- Tantau HJ (1998) Energy saving potential of greenhouse climate control. Math Comput Simul 48:93–101
- Terblanche JS, Nyamukondiwa C, Kleynhans E (2010) Thermal variability alters climatic stress resistance and plastic responses in a globally invasive pest, the Mediterranean fruit fly (*Ceratitis capitata*). Entomol Exp Appl 137:304–315
- Toyoshima S, Amano H (1998) Effect of prey density on sex ratio of two predacious mites, *Phytoseiulus persimilis* and *Amblyseius womersleyi* (Acari: Phytoseiidae). Exp Appl Acarol 22:709–723
- Upton MS (1993) Aqueous gum-chloral slide mounting media: an historical review. Bull Entomol Res 83:267–274
- van Leeuwen T, Tirry L, Yamamoto A, Nauen R, Dermauw W (2015) The economic importance of acaricides in the control of phytophagous mites and an update on recent acaricide mode of action research. Pestic Biochem Phys. doi:10.1016/j.pestbp.2014.12.009
- van Lenteren JC (2000) A greenhouse without pesticides: fact or fantasy? Crop Prot 19:375–384
- Vangansbeke D, De Schrijver L, Sprangers T, Audenaert J, Verhoeven R, Nguyen DT, Gobin B, Tirry L, De Clercq P (2013) Alternating temperatures affect life table parameters of *Phytoseiulus persimilis*, *Neoseiulus californicus* (Acari: Phytoseiidae) and their prey *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae). Exp Appl Acarol 61:285–298
- Walzer A, Schausberger P (1999) Cannibalism and interspecific predation in the phytoseiid mites *Phytoseiulus persimilis* and *Neoseiulus californicus*: predation rates and effects on reproduction and juvenile development. BioControl 43:457–468
- Walzer A, Schausberger P (2011) Threat-sensitive anti-intraguild predation behaviour: maternal strategies to reduce offspring predation risk in mites. Anim Behav 81:177–184
- Walzer A, Schausberger P (2013) Intra- and trans-generational costs of reduced female body size caused by food limitation early in life in mites. PLoS ONE 8:e79089
- Weintraub P, Palevsky E (2008) Evaluation of the predatory mite, *Neoseiulus californicus*, for spider mite control on greenhouse sweet pepper under hot arid field conditions. Exp Appl Acarol 45:29–37
- Wilhoit L, Stinner R, Axtell R (1991) CARMOD: a simulation model for *Carcinops pumilio* (Coleoptera: Histeridae) population dynamics and predation on immature stages of house flies (Diptera: Muscidae). Environ Entomol 20:1079–1088
- Worner SP (1992) Performance of phenological models under variable temperature regimes: consequences of the Kaufmann or rate summation effect. Environ Entomol 21:689–699
- Dominiek Vangansbeke** is a Ph.D. student at Ghent University, Belgium. His research project investigates the use of phytoseiid predators in protected cultivation, with emphasis on ornamentals.
- Duc Tung Nguyen** is a lecturer at the Vietnam National University of Agriculture. His research focuses on the development of factitious foods and artificial diets for phytoseiid predators.
- Joachim Audenaert** is a crop protection researcher and advisor at PCS, Belgium. His current research project investigates ways to improve the efficiency and sustainability of phytoseiid predators for application in ornamentals.
- Ruth Verhoeven** works at PCS, Belgium where she has many years of experience in a broad range of crop protection experiments, ranging from petri-dish lab tests to large scale field trials.
- Bruno Gobin** is an entomologist (Ph.D. KULeuven) and director of applied research centers for Ornamental plants, vegetables and potatoes. Research topics include integrated pest management, including optimization of use of biocontrol organisms. His main aim is to make research accessible to growers and to translate research results into practical solutions for innovation on the farm. He is convenor of the IOBC Working Group “Integrated Control in Protected Crops, temperature climate” and chairman of the European Commodity Expert Group “Crop Protection for Ornamental Plants”.
- Luc Tirry** is an agricultural entomologist and professor at Ghent University, Belgium. His research group focuses on the integrated management of arthropod pests, with emphasis on spider mites and predatory mites.
- Patrick De Clercq** is an agricultural entomologist and professor at Ghent University, Belgium. His research group focuses on the integrated management of arthropod pests, with emphasis on the potential of predatory insects and mites for augmentative biological control. He is co-convenor of the IOBC Global Working Group on “Mass Rearing and Quality Assurance” and associate editor of BioControl and the Journal of Plant Diseases and Protection.

Article

Establishment of *Amblyseius swirskii* in greenhouse crops using food supplements

DOMINIEK VANGANSBEKE¹, DUC TUNG NGUYEN^{1,2}, JOACHIM AUDENAERT³, BRUNO GOBIN³, LUC TIRRY¹ & PATRICK DE CLERCQ¹

¹ Laboratory of Agrozoology, Department of Crop Protection, Ghent University, Coupure Links 653, B-9000, Ghent, Belgium

² Entomology Department, Vietnam National University of Agriculture, Hanoi, Vietnam

³ PCS-Ornamental Plant Research, Schaessestraat 18, B-9070, Destelbergen, Belgium.

Corresponding author: Dominiek Vangansbeke, E-mail: Dominiek.Vangansbeke@biobestgroup.com

Abstract

Food supplementation is an emerging strategy to improve the establishment and resilience of generalist predators in greenhouse crops. This study was conducted to assess the pre-establishment of the generalist predatory mite *Amblyseius swirskii* Athias-Henriot (Phytoseiidae) on two ornamental greenhouse crops, chrysanthemum and ivy. In the first greenhouse trial, we compared two commercial products consisting of *Typha angustifolia* pollen and decapsulated brine shrimp cysts (*Artemia* spp.), respectively, with a powdered artificial diet (AD) as food supplements for the predator on chrysanthemum plants at a constant temperature regime of 25°C at a 16:8 h (L:D) photoperiod. A population of *A. swirskii* established well when *T. angustifolia* pollen or the artificial diet were applied, but did not when the *Artemia* product was used as a supplement. A second trial on ivy plants was conducted at two temperature regimes (a constant 25°C and an alternating temperature regime of 30°C/15°C, both at a 16:8 h (L:D) photoperiod), comparing *T. angustifolia* pollen, the artificial diet and a non-commercial strain of *Artemia franciscana* cysts as food supplements. At the constant temperature regime, all three food sources allowed the establishment of *A. swirskii*. At the alternating temperature regime, however, *T. angustifolia* pollen and the AD but not *A. franciscana* cysts allowed a population of the predator to establish. Failure of establishment on the latter food supplement was attributed to dehydration effects under low humidity conditions in the greenhouse associated with the higher daytime temperatures at the alternating temperature regime. In conclusion, this study demonstrated the potential of *T. angustifolia* pollen and an artificial diet as a food supplement to support a population of *A. swirskii* in different ornamental crops.

Key words: Phytoseiidae, *Typha angustifolia*, *Artemia*, artificial diet

Introduction

In augmentative biological control programs, large numbers of mass-produced beneficial arthropods are released in crops to obtain immediate pest control (Stinner 1977; Collier and Van Steenwyk 2004). Although this type of biological control is now a widely adopted standard practice for pest control, efficacy can be low due to poor establishment of the natural enemies in the crop. Moreover, the necessity of periodic releases is not always economically viable for the producers. To increase the resilience of beneficial arthropods in crops after release, several strategies can be adopted, such as providing alternative food or hosts, oviposition sites and/or shelters (see Messelink *et al.* (2014) and references therein). Food supplementation to natural enemies has been shown to enhance conservation of predators in the crop and to increase the efficiency of pest control (van Rijn *et al.* 2002; Wäckers *et al.* 2005; Lundgren 2009; Put *et al.* 2012; Messelink *et al.* 2014). In the case of phytoseiid predatory mites, which have become a crucial tool in many integrated pest management strategies (Calvo *et al.* 2015), several studies have demonstrated the potential of different types of

food supplements for their establishment in the crop (e.g. van Rijn *et al.* 1999, 2002; Hoogerbrugge *et al.* 2008; Messelink *et al.* 2009; Tuovinen & Lindqvist 2010; Nomikou *et al.* 2010; Kutuk & Yigit 2011; Adar *et al.* 2014; Delisle *et al.* 2014; Leman & Messelink 2014; Duarte *et al.* 2015; Kumar *et al.* 2015). These studies indicate that overall pollen provisioning results in a good establishment of the predatory mite population and subsequent control of the pest, even when the target pest is a notorious pollen-feeder, such as the western flower thrips *Frankliniella occidentalis* (Thysanoptera: Thripidae) (Hulshof *et al.* 2003).

Here, we report the results of two greenhouse experiments in which food supplements for the pre-establishment of *A. swirskii* were tested. This generalist predatory mite is an efficient biocontrol agent of key greenhouse pests, including thrips (Messelink *et al.* 2006, 2008; Calvo *et al.* 2011), whiteflies (Nomikou *et al.* 2002; Messelink *et al.* 2008; Calvo *et al.* 2011, 2012) and broad mites (van Maanen *et al.* 2010). Ever since its first commercial introduction in 2005, *A. swirskii* became one of the most successful biocontrol agents in protected cultivation, and has been used in over 50 countries (Calvo *et al.* 2015). We used foods that were previously tested for *A. swirskii* in the laboratory (Nguyen *et al.* 2014a; Vangansbeke *et al.* 2015a). In the first experiment, we compared a commercially available pollen product of *T. angustifolia* (Nutrimite™), decapsulated cysts of *Artemia* sp. (Artefeed) and an artificial powder diet that was developed by Nguyen *et al.* (2014b) for the pre-establishment of *A. swirskii* on potted chrysanthemum plants. In a second experiment on ivy plants we tested the establishment of *A. swirskii* using the same pollen product and artificial diet, but the commercial *Artemia* product Artefeed, was replaced with dry decapsulated cysts of *A. franciscana* from a non-commercial strain. The greenhouse experiment with ivy plants was performed at both a constant and an alternating temperature regime to assess the impact of greenhouse climate conditions on the predator's establishment. Such varying temperature regimes are increasingly being used in an energy-saving strategy by greenhouse growers (Tantau *et al.* 1998; Pollet *et al.* 2009). Evidence has been presented that diurnal temperature ranges (DTR) could compromise the outcome of a biological control program (Vangansbeke *et al.* 2013; Messelink *et al.* 2014; Vangansbeke 2015b, c).

Material and Methods

Mite rearing

Female *A. swirskii* were derived from a laboratory colony maintained at Ghent University (Faculty of Bioscience Engineering, Ghent, Belgium) as described by Nguyen *et al.* (2013). Mites were reared on plastic arenas (10 × 10 × 0.3 cm) on a foam pad in a plastic tray containing water. The edges of the arenas were covered with tissue paper to provide free water and prevent the mites from escaping. Every other day, broad-leaved cattail pollen (*Typha latifolia*) was supplied on the arenas as a food source. The colony was maintained at 25 ± 1°C, 70 ± 5% RH and a 16:8 h (L:D) photoperiod.

Greenhouse experiment 1: Chrysanthemum

The first experiment was performed in a greenhouse at the Ornamental Plant Research Station (Destelbergen, Belgium) between May and August 2014 on young potted chrysanthemum plants (*Dendranthema X grandiflorum*). Four young plants with 10 to 12 leaves (ca. 12 cm high) were planted in one pot (H 9.4cm, ø 12 cm). Four such pots were placed inside a mesh cage (40 × 90 × 80 cm) and per diet treatment we used 8 mesh cages. One mesh cage containing 4 pots with four plants each was considered as one replicate. Pots were placed on water-saturated irrigation matting to prevent the predatory mites from migrating.

Five adult females of *A. swirskii* (5 to 10 days old) were transferred to the chrysanthemum plants using a fine brush in each mesh cage. In this experiment, we tested 3 food supplements: pollen of narrow-leaved cattail *T. angustifolia* (Nutrimite™, Biobest N.V., Westerlo, Belgium), dry decapsulated cysts of *Artemia* sp. (Artefeed, Koppert B.V., Berkel en Rodenrijs, The Netherlands) and a powdered artificial diet (AD) developed by Nguyen et al. (2014b). A control treatment with *A. swirskii* but without food supplements was included in the experiment. The artificial diet was composed of 16.6% sucrose, 16.6% tryptone, 16.6% yeast extract, 6.7% glucose (MP Biomedicals L.L.C, Illkirch, France), 6.7% fructose (Sigma Aldrich Chemie GmbH, Steinheim, Germany), 16.6% egg yolk powder (Bouwhuis Enthoven BV, Raalte, The Netherlands), 0.13% vitamin mix based on the composition of bovine liver (Vandekerckhove *et al.* 2006) (weight percentages: 25.4 % nicotinic acid, 4.9 % riboflavin, 0.5 % thiamine, 1.5 % vitamin B6, 12.4 % Ca-pantothenate, 1 % folic acid, 0.1 % biotin and 54.2 % vitamin C) and 20% (w/w) dry decapsulated cysts of the brine shrimp *A. franciscana* (Artemia Reference Center (ARC), Ghent, Belgium); all ingredients of the artificial diet were ground to powder using a pestle. All diets were applied on the plants using a dusting applicator (Nutrigun, Biobest N.V.). The amount of food applied to the plants was recalculated from 500g/ha, which is the recommended dosage for Nutrimite™ (Biobest, 2015). Every other week, the population growth of the predatory mites was monitored by counting the number of motile stages of *A. swirskii* on 20 leaves per cage *in situ*. After counting, the diets were distributed over the plants. Temperature was monitored every 5 minutes and during the experiment an average temperature of 23.9°C and average relative humidity of 61.8% was recorded. Although a constant temperature regime of 25°C was set in the greenhouse, actual temperatures fluctuated between 26°C (daytime peak temperature) and 18°C (lowest nighttime temperature). Relative humidity also fluctuated, dropping to about 50% RH along with peak daytime temperatures. During the night, lower temperatures were accompanied with high relative humidities of up to 80%.

Greenhouse experiment 2: Ivy

A similar experiment was carried out between January and March 2015 on young ivy plants (*Hedera helix* L. cv. "Green Ripple"). Ten cuttings of ivy (5-10 leaves) were planted in one pot (H 9.4cm, ø 12 cm). Nine pots were placed in one mesh cage (similar set-up as that described for experiment 1) and per diet treatment 6 cages were used. Counting of the predators and application of the diets were done in the same way as described for experiment 1. The pollen and artificial diets were similar to those described in experiment 1. Dry decapsulated cysts of *Artemia franciscana* from a non-commercial strain originating from the Great Salt Lake (Utah, USA) were provided by the Artemia Reference Center (ARC, Ghent, Belgium).

This experiment was conducted at two different temperature regimes in separate greenhouse compartments. In the first greenhouse, a constant temperature of 25°C was set, whereas in the other greenhouse compartment an alternating temperature regime with a daytime temperature of 30°C and a nighttime temperature of 15°C at a 16:8 h (L:D) photoperiod (DTR+15) was chosen. However, the actual temperature and relative humidity data recorded in both compartments deviated from the settings. For the constant temperature regime, average daytime and nighttime temperatures were 24.0 and 22.4°C, respectively. Relative humidity averaged 57% under the constant temperature regime. In the treatment where temperatures were allowed to fluctuate, an average daytime temperature of 27.0°C was obtained with an average nighttime temperature of 18.3°C. In this regime, relative humidity during the day was on average 54.9%, whereas this was 70.7% during the night.

Statistical analysis

We used repeated measures ANOVA to analyze the population growth of *A. swirskii* as affected by different food supplements (IBM, SPSS Statistics 20). For the first experiment, diet was

considered as the *between-subject* factor and time of sampling as the *within-subject* factor. Population densities at the end of the experiment (16 weeks after the initial introduction) were not normally distributed according to a Kolmogorov-Smirnov test and therefore compared by means of a Kruskal-Wallis analysis. Mann-Whitney U tests were used to separate the means. In the second experiment on ivy plants, data was analyzed in the same way as in experiment 1 and temperature was added as a *between-subject* factor. The level of significance was set at 0.05 in all tests.

Results

Greenhouse experiment 1: Chrysanthemum

The density of *A. swirskii* on the chrysanthemum plants was significantly affected by diet, time of sampling and the interaction thereof (Table 1). Figure 1 shows that supplementation with *T. angustifolia* pollen or the powdered artificial diet resulted in significantly higher predator densities than the treatment with *Artemia* sp. cysts and the treatment without food supplements. Two weeks after the introduction of *A. swirskii* (from May 7 to May 21), no predatory mites were observed on the chrysanthemum leaves in the absence of food supplements. In general, pollen and the artificial diet resulted in similar mite numbers up to week 8 (Aug 13). Thereafter, higher numbers of *A. swirskii* were counted with the artificial diet as a food supplement until week 12 of the experiment. The final monitoring indicated higher phytoseiid numbers in the pollen treatment than the treatment with the artificial diet (Kruskal-Wallis: $\chi^2 = 25.544$; $df = 3$; $p < 0.001$). An average of about one motile *A. swirskii* was found per chrysanthemum leaf up to 16 weeks after the initial release of 5 female *A. swirskii* per 4 plants.

TABLE 1. Results of repeated measures ANOVA analyzing the effects of diet and sampling time (ST) on the population density of *A. swirskii* on chrysanthemum plants

Experiment 1 (chrysanthemum)	Source	df	F	P
within-subject factor	ST	7	8.669	<0.001
	ST x diet	21	7.048	<0.001
	Error	196		
between-subject factor	Diet	3	79.585	<0.001
	Error	28		

Greenhouse experiment 2: Ivy

All tested factors and their interactions had a significant effect on the population density of *A. swirskii* on the ivy plants (Table 2). The only factor that did not significantly affect the establishment of *A. swirskii* was sampling time. Establishment of *A. swirskii* when supplied with *A. franciscana* cysts was similar to that in the treatments with *T. angustifolia* pollen or artificial diet at the set temperature of 25°C (Figures 2 and 3). However, predator densities were substantially lower in the *A. franciscana* treatment at the alternating temperature regime. A significant interaction was observed between diet and temperature (Table 2). When no foods were provided on the ivy plants, a population of *A. swirskii* could not be established. The final monitoring in the 25°C treatment demonstrated similar population densities of *A. swirskii* when supplemental foods were offered (Kruskal-Wallis: $\chi^2 = 19.342$; $df = 3$; $p < 0.001$). In the alternating temperature regime, pollen and the artificial diet resulted in similar densities, but a significantly lower population density when brine shrimp cysts or no supplemental food were given (Kruskal-Wallis: $\chi^2 = 13.928$; $df = 3$; $p = 0.003$).

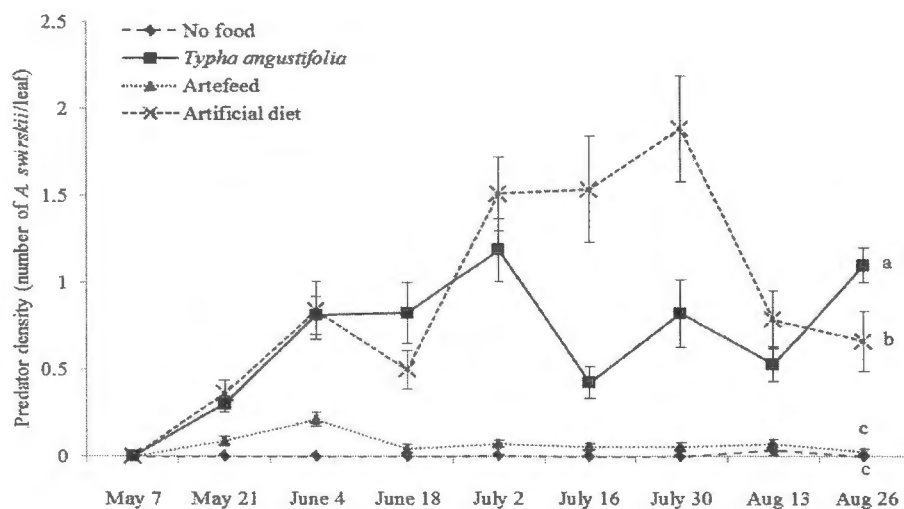


FIGURE 1. Population density of *A. swirskii* motiles (mean numbers per leaf \pm SE) on caged chrysanthemum plants as affected by food supplements (*Typha angustifolia* pollen, Artefeed cysts and a powdered artificial diet developed by Nguyen *et al.* (2014b)).

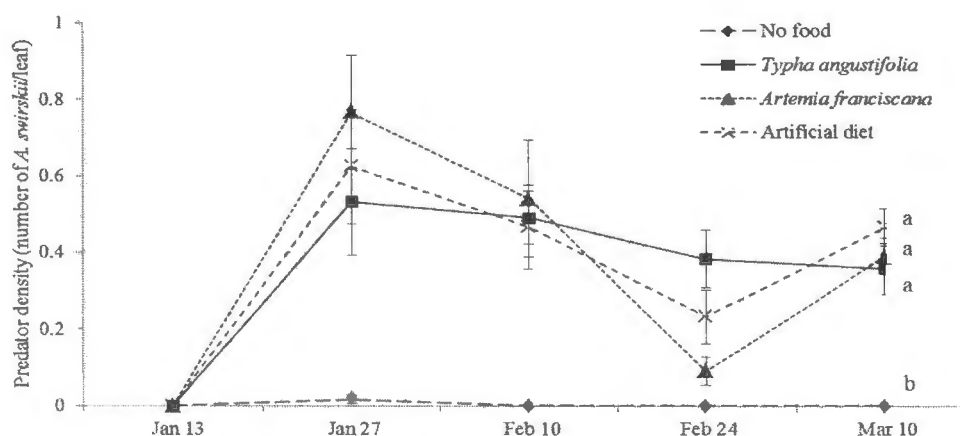


FIGURE 2. Population density of *A. swirskii* (mean numbers per leaf \pm SE) on caged ivy plants as affected by food supplements (*Typha angustifolia* pollen, *Artemia franciscana* cysts and a powdered artificial diet developed by Nguyen *et al.* (2014)) at a set temperature regime of 25°C.

Discussion

There is a growing interest in conserving populations of augmentatively released natural enemies in crops by providing food supplements. Pollen has been repeatedly suggested to be a suitable food source for supporting the population build-up of the phytoseiid predators thus improving pest control (van Rijn & Tanigoshi 1999; van Rijn *et al.* 2002; Kutuk & Yigit 2011; McMurtry *et al.* 2013; Delisle *et al.* 2015; Leman and Messelink 2015). Results from the present greenhouse experiments demonstrate that pollen of *T. angustifolia* (Nutrimite™) is a suitable food source for the prophylactic release of *A. swirskii* in chrysanthemum and ivy crops. The outcome of this cage study confirms the

results on population growth obtained in a laboratory study reported by Vangansbeke *et al.* (2015a) for *A. swirskii* fed on *T. angustifolia* pollen. A population of predatory mites could not establish when provided with a commercial product containing decapsulated cysts of *Artemia* sp. (Artefeed), which is in line with an earlier laboratory study where *A. swirskii* could not be maintained for more than two generations on this commercial *Artemia* product (Vangansbeke *et al.* 2015a). In the second experiment on ivy plants, dry decapsulated *A. franciscana* cysts from a non-commercial strain did support the establishment of *A. swirskii*. However, there was a marked difference between the two tested temperature regimes in terms of population increase. Whereas a similar number of predatory mites was found in the treatment with pollen at the two tested temperature regimes, a substantially lower number of *A. swirskii* motiles was detected on the ivy plants at the alternating temperature regime than at the regime with a set temperature of 25°C. Possibly, effects of humidity in the crop may have played an important role in the lower establishment at the alternating temperature regime. The diurnal cycle of high and low temperatures is accompanied by large diurnal variations in humidity. Several studies (Arijs & De Clercq 2001; De Clercq *et al.* 2005; Vandekerckhove *et al.* 2009; Vangansbeke *et al.* 2014; Vangansbeke *et al.* 2015a) have shown that the level of hydration of *Artemia* cysts may affect the ability of certain predators to effectively extract nutrients from the cysts. The relative humidity at the alternating temperature regime was about 20% higher than at the constant temperature regime during the night, whereas similar humidity patterns were observed during the day. These large fluctuations in humidity might have caused cyclic hydration and dehydration of the *A. franciscana* cysts, preventing predators from effectively using them as a food source. Moreover, similar relative humidities during the day, but higher daytime temperatures resulted in higher “vapour pressure deficit” values at the alternating temperature regime, thereby causing greater dehydration of the cysts as compared to the constant temperature regime. In the first experiment, where a constant temperature regime was programmed, a similar diurnal pattern as for the alternating temperature regime in experiment 2 was observed. The poor performance of *A. swirskii* on *Artemia* cysts (Artefeed) in the first experiment may thus also have (partly) resulted from these diurnally varying relative humidity levels. Alternatively, the cycling hydration/dehydration levels of the *Artemia* cysts may also have resulted in a decreased energy content and loss in certain nutrients in the *Artemia* cysts (Lavens & Sorgeloos 1987; El-Magsodi *et al.* 2014).

TABLE 2. Results of repeated measures ANOVA analyzing the effects of diet, temperature and sampling time (ST) on the population density of *A. swirskii* on ivy plants

Experiment 2 (ivy)	Source	df	F	P
within-subject factor	ST	3	2.269	0.084
	ST x diet	9	2.626	0.008
	ST x temperature	3	12.771	<0.001
	ST x diet x treatment	9	2.387	0.016
	Error	120		
between-subject factor	Diet	3	36.673	<0.001
	Temperature	1	12.903	0.001
	Diet x temperature	3	8.011	<0.001
	Error	40		

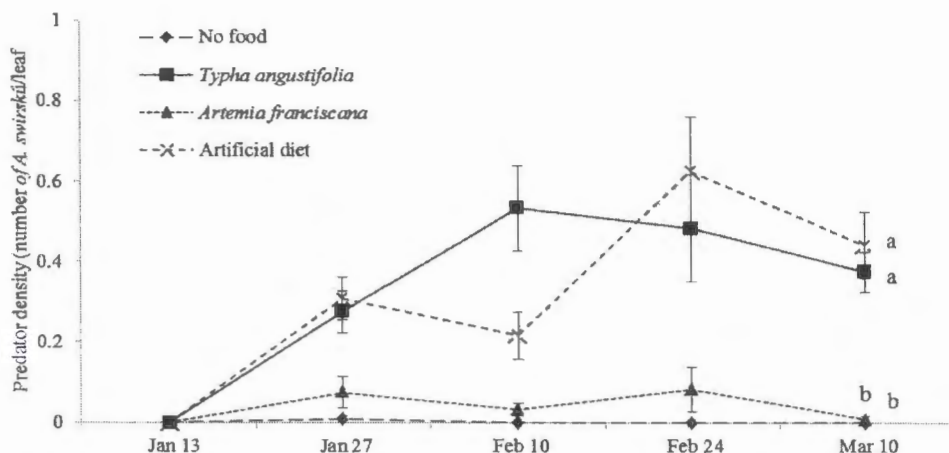


FIGURE 3. Population density of *A. swirskii* (mean numbers per leaf \pm SE) on caged ivy plants as affected by food supplements (*Typha angustifolia* pollen, *Artemia franciscana* cysts and a powdered artificial diet developed by Nguyen *et al.* (2014b)) at a set alternating temperature regime of 30°C/15°C.

Observed differences in the establishment of *A. swirskii* between the two greenhouse trials may also be due to different nutritional quality among the used *Artemia* strains. De Clercq *et al.* (2005) found marked differences in developmental and reproductive performance of the predatory bug *Orius laevigatus* (Fieber) (Hemiptera: Anthocoridae) when fed on *Artemia* strain originating from different locations.

Higher *A. swirskii* densities were observed in the first greenhouse experiment on chrysanthemum than in the second experiment on ivy. This may in part be due to the longer experimental time in the first experiment than in the second experiment. Secondly, the plots with ivy plants had a higher number of leaves than those with chrysanthemum plants (ca. 200 versus 50 leaves/cage at the end of the experiment, respectively). Although trichomes of chrysanthemum leaves may affect walking speed and predation rate, (Buitenhuis *et al.* 2014), they can also serve as oviposition substrates or refuge for predatory mites (Faraji *et al.* 2002; Loughner *et al.* 2008). Ivy plants have glabrous leaves and thus lack such oviposition sites, which may have influenced their oviposition rate and population growth.

The powdered artificial diet developed by Nguyen *et al.* (2014b) for *A. swirskii* proved to support the population increase of this predator on both chrysanthemum and ivy plants. The population build-up in the treatment with the artificial diet was similar to that on *T. angustifolia* pollen. As opposed to *A. franciscana* cysts, the consumption of the artificial diet was not negatively affected by temperature and humidity variations. A previous attempt by Hoogerbrugge *et al.* (2008) to establish *A. swirskii* on chrysanthemum plants using an artificial diet (with unknown composition) failed. In the study by Messelink *et al.* (2009) a mixture of yeast, glucose and soya powder allowed to maintain a population of *A. swirskii* on chrysanthemum plants, albeit not to the same degree as cattail pollen (*T. latifolia*). Supplementing artificial diets with components from insects or other invertebrates (such as *Artemia*) has been shown to improve the nutritional quality of such diets for arthropod predators, including *A. swirskii* (Grenier & De Clercq; Nguyen *et al.* 2013, 2014a, 2015). Although solid diets have some practical advantages, including non-stickiness, longer shelf life and lower levels of plant surface soiling, (Nguyen *et al.* 2014b), liquid diets (whether or not encapsulated) also deserve to be tested for their value to support phytoseiid predators in the field. In the course of the experiment, fungal contamination of the artificial diet was frequently observed when the diet was not sprinkled finely enough on the plants and as a result the diet particles clumped

together. Additionally, in the first experiment on chrysanthemum we frequently found Collembola species and oribatid mites, usually soil-dwelling species, migrating to the leaves, to feed on the artificial diet. Likewise, albeit to a much lesser extent, these scavengers were also found feeding on the *Artemia* cysts. These organisms were not observed to occur on the plants in the treatments with pollen. Whether these migrating soil dwellers could be used as a food source by the predatory mites is not known.

An important criterion for selecting a food supplement to be adopted and applied by greenhouse growers is the cost. The current market prices of Artefeed and Nutrimite™ are about 150€ and 300€ per kg, respectively. The cost of the decapsulation process of the non-commercial *A. franciscana* was not quantified but will likely increase the total cost of decapsulated cysts. The current market price of high-quality encapsulated cysts (which yield the highest number of nauplii hatching per gram of cysts) is approximately 200€/kg (G. Van Stappen, Ghent University, personal communication). The market price of *A. franciscana* cysts can vary substantially, as a result of fluctuations in harvestable quantity and quality. This holds true also for other foods that are harvested in nature, such as (cattail) pollen. To tackle these issues, an artificial diet with known components that are easily available on the market may be a more reliable food source. The calculated cost to prepare the artificial diet is about half the market price of Nutrimite™ (estimated to be 166€/kg). The cost of the artificial diet could be further reduced if the more expensive components of the diet (like tryptone) can be replaced with cheaper ones (like casein).

As *Artemia* cysts are relatively large compared to a cattail pollen grain (ca. 250 µm vs. 20 µm, respectively (Vanhaecke & Sorgeloos 1980; van Rijn & Tanigoshi 1999)), less leaf area was covered by cysts as compared to pollen when a similar fresh weight of the food supplements was sprinkled over the crop. Additionally, after sprinkling *Artemia* cysts tended to accumulate in the leaf axils, whereas a more even distribution was achieved in the application of pollen or artificial diet. Possibly, this may have affected the availability of the foods and thus the establishment of the phytoseiid.

Western flower thrips is a key pest in greenhouse crop production in northwestern Europe (Messelink 2014). It is especially problematic in ornamental crops, seen the zero-tolerance for crop damage. The continuous presence of an effective thrips predator like *A. swirskii* in the crop should contribute to a better efficacy in controlling this pest. However, developers of artificial food supplements should take into consideration that some nutrients available in supplemental foods may also enhance the reproduction of the thrips. Hulshof *et al.* (2003) found substantial differences in the value of several pollen species to support the reproduction of *F. occidentalis*. In the latter study, *Typha* pollen did increase the reproduction of *F. occidentalis*, but other pollens (e.g. pine pollen) were found to have a much higher positive impact on the fecundity of the thrips. On the other hand, Kutuk & Yigit (2011) showed that when pre-establishing *A. swirskii* on pepper plants using pine pollen, a good thrips control was achieved due to the numerical response of the phytoseiid to the pollen. It was previously found that the omnivorous *F. occidentalis* had a lower performance on *Artemia* cysts as compared with *T. angustifolia* pollen (Vangansbeke *et al.* 2015a). It needs to be further investigated whether the artificial diet could benefit the development and/or reproduction of *F. occidentalis*.

In summary, *T. angustifolia* pollen and the powdered artificial diet were found to greatly enhance the population build-up of *A. swirskii* on caged chrysanthemum and ivy plants in the greenhouse. The selected commercial product containing cysts of *Artemia* sp. (Artefeed) was not suitable to support a population of *A. swirskii*. In contrast, cysts from a non-commercial *A. franciscana* strain did support the population growth of the phytoseiid in the greenhouse, but only when diurnal temperature variations and associated variations in relative humidity were limited.

Acknowledgements

This research was supported by project number 090931 from the Institute for the Promotion of Innovation through Science and Technology in Flanders (IWT-Vlaanderen). We are grateful to Prof. Dr. Marie-Christine van Labeke, Prof. Dr. Gilbert Van Stappen, Dr. Gerben Messelink and Prof. Dr. Felix Wäckers for their valuable comments on an earlier draft of this paper.

References

- Adar, E., Inbar, M., Gal, S., Gan-Mor, S. & Palevsky, E. (2014) Pollen on-twine for food provisioning and oviposition of predatory mites in protected crops. *BioControl*, 59, 307–317.
<http://dx.doi.org/10.1007/s10526-014-9563-1>
- Arijs, Y. & De Clercq, P. (2001) Rearing *Orius laevigatus* on cysts of the brine shrimp *Artemia franciscana*. *Biological Control*, 21, 79–83.
<http://dx.doi.org/10.1006/bcon.2000.0910>
- Buitenhuis, R., Shipp, L., Scott-Dupree, C., Brommit, A. & Lee, W. (2014) Host plant effects on the behaviour and performance of *Amblyseius swirskii* (Acari: Phytoseiidae). *Experimental and Applied Acarology*, 62, 171–180.
<http://dx.doi.org/10.1007/s10493-013-9735-1>
- Calvo, F., Bolckmans, K. & Belda, J. (2011) Control of *Bemisia tabaci* and *Frankliniella occidentalis* in cucumber by *Amblyseius swirskii*. *BioControl*, 56, 185–192.
<http://dx.doi.org/10.1007/s10526-010-9319-5>
- Calvo, F.J., Bolckmans, K. & Belda, J.E. (2012) Biological control-based IPM in sweet pepper greenhouses using *Amblyseius swirskii* (Acari: Phytoseiidae). *Biocontrol Science and Technology*, 22, 1398–1416.
<http://dx.doi.org/10.1080/09583157.2012.731494>
- Calvo, F.J., Knapp, M., van Houten, Y.M., Hoogerbrugge, H. & Belda, J.E. (2015) *Amblyseius swirskii*: What made this predatory mite such a successful biocontrol agent? *Experimental and Applied Acarology*, 65, 419–433.
<http://dx.doi.org/10.1007/s10493-014-9873-0>
- De Clercq, P., Arijs, Y., Van Meir, T., Van Stappen, G., Sorgeloos, P., Dewettinck, K., Rey, M., Grenier, S. & Febvay, G. (2005) Nutritional value of brine shrimp cysts as a factitious food for *Orius laevigatus* (Heteroptera: Anthrenidae). *Biocontrol Science and Technology*, 15, 467–479.
<http://dx.doi.org/10.1080/09583150500086706>
- Delisle, J., Brodeur, J. & Shipp, L. (2014) Evaluation of various types of supplemental food for two species of predatory mites, *Amblyseius swirskii* and *Neoseiulus cucumeris* (Acari: Phytoseiidae). *Experimental and Applied Acarology*, 65, 483–494.
<http://dx.doi.org/10.1007/s10493-014-9862-3>
- Duarte, M.V.A., Venzon, M., Bittencourt, M.C. de S., Rodriguez-Cruz, F.A., Pallini, A. & Janssen, A. (2015) Alternative food promotes broad mite control on chilli pepper plants. *BioControl*, 60, 817–825.
<http://dx.doi.org/10.1007/s10526-015-9688-x>
- El-Magsoodi, M.O., Bossier, P., Sorgeloos, P. & Van Stappen, G. (2014) Hatching and nutritional quality of *Artemia* cysts progressively deteriorates as a function of increased exposure to hydration/dehydration cycles. *Aquaculture International*, 22, 1515–1532.
<http://dx.doi.org/10.1007/s10499-014-9763-9>
- Faraji, F., Janssen, A. & Sabelis, M.W. (2002) Oviposition patterns in a predatory mite reduce the risk of egg predation caused by prey. *Ecological Entomology*, 27, 660–664.
<http://dx.doi.org/10.1046/j.1365-2311.2002.00456.x>
- Grenier, S. & De Clercq, P. (2003) Comparison of artificially vs. naturally reared natural enemies and their potential for use in biological control. In: van Lenteren JC, editor. *Quality Control and the Production of Biological Control Agents: Theory and Testing Procedures*. CAB International: pp. 115–131.
<http://dx.doi.org/10.1079/9780851996882.0115>
- Hoogerbrugge, H., van Houten, Y., Van Baal, E. & Bolckmans, K. (2008) Alternative food sources to enable establishment of *Amblyseius swirskii* (Athias-Henriot) on chrysanthemum without pest presence. *IOBC Wprs Bulletin*, 32, 79–82.
- Hulshof, J., Ketoja, E. & Vänninen, I. (2003) Life history characteristics of *Frankliniella occidentalis* on cucumber leaves with and without supplemental food. *Entomologia Experimentalis Et Applicata*, 108, 19–32.

- <http://dx.doi.org/10.1046/j.1570-7458.2003.00061.x>
- Kumar, V., Xiao, Y., McKenzie, C.L. & Osborne, L.S. (2015) Early establishment of the phytoseiid mite *Amblyseius swirskii* (Acari: Phytoseiidae) on pepper seedlings in a Predator-in-First approach. *Experimental and Applied Acarology*, 65, 465–481.
<http://dx.doi.org/10.1007/s10493-015-9895-2>
- Kutuk, H. & Yigit, A. (2011) Pre-establishment of *Amblyseius swirskii* (Athias-Henriot) using *Pinus brutia* (Ten.) (Pinales: Pinaceae) pollen for thrips (Thysanoptera: Thripidae) control in greenhouse peppers. *International Journal of Acarology*, 37, 95–101.
<http://dx.doi.org/10.1080/01647954.2010.540081>
- Lavens, P. & Sorgeloos, P. (1987) The cryptobiotic state of *Artemia* cysts, its diapause deactivation and hatching: a review: p. 27–63. In: *Artemia research and its applications*. Vol. 3. Ecology, Culturing, Use in Aquaculture. Sorgeloos, P., Bengtson, D.A., Decleir, W. & Jaspers, E. (Eds). Universa Press, Wetteren, Belgium, 556 pp.
- Leman, A. & Messelink, G.J. (2015) Supplemental food that supports both predator and pest: A risk for biological control? *Experimental and Applied Acarology*, 65, 511–524.
<http://dx.doi.org/10.1007/s10493-014-9859-y>
- Loughner, R., Goldman, K., Ioebe, G. & Nyrop, J. (2008) Influence of leaf trichomes on predatory mite (*Typhlodromus pyri*) abundance in grape varieties. *Experimental and Applied Acarology*, 45, 111–122.
<http://dx.doi.org/10.1007/s10493-008-9183-5>
- Lundgren, J.G. (2009) *Relationships of natural enemies and non-prey foods*. Springer Science & Business Media, 545pp.
- McMurtry, J.A., De Moraes, G.J. & Sourassou, N.F. (2013) Revision of the lifestyles of phytoseiid mites (Acari: Phytoseiidae) and implications for biological control strategies. *Systematic & Applied Acarology*, 18, 297–320.
<http://dx.doi.org/10.11158/saa.18.4.1>
- Messelink, G.J., Van Steenpaal, S.E.F. & Ramakers, P.M.J. (2006) Evaluation of phytoseiid predators for control of western flower thrips on greenhouse cucumber. *BioControl*, 51, 753–768.
<http://dx.doi.org/10.1007/s10526-006-9013-9>
- Messelink, G.J., Maanen, R.v., van Steenpaal, S.E. & Janssen, A. (2008) Biological control of thrips and whiteflies by a shared predator: two pests are better than one. *Biological Control*, 44, 372–379.
<http://dx.doi.org/10.1016/j.biocontrol.2007.10.017>
- Messelink, G., Ramakers, P., Cortez, J. & Janssen, A. (2009) How to enhance pest control by generalist predatory mites in greenhouse crops. *Proceedings of the 3rd ISBCA*, Christchurch, New Zealand, 309–318.
- Messelink, G.J., Bennison, J., Alomar, O., Ingegno, B.L., Tavella, L., Shipp, L., Palevsky, E. & Wäckers, F.L. (2014) Approaches to conserving natural enemy populations in greenhouse crops: current methods and future prospects. *BioControl*, 59, 377–393.
<http://dx.doi.org/10.1007/s10526-014-9579-6>
- Messelink, G.J. (2014) Persistent and emerging pests in greenhouse crops: Is there a need for new natural enemies? *IOBC/aps Bulletin*, 102, 143–150
- Nguyen, D.T., Vangansbeke, D., Lü, X. & De Clercq, P. (2013) Development and reproduction of the predatory mite *Amblyseius swirskii* on artificial diets. *BioControl*, 58, 369–377.
<http://dx.doi.org/10.1007/s10526-012-9502-y>
- Nguyen, D.T., Vangansbeke, D. & De Clercq, P. (2014a) Artificial and factitious foods support the development and reproduction of the predatory mite *Amblyseius swirskii*. *Experimental and Applied Acarology*, 62, 181–194.
<http://dx.doi.org/10.1007/s10493-013-9749-8>
- Nguyen, D.T., Vangansbeke, D. & De Clercq, P. (2014b) Solid artificial diets for the phytoseiid predator *Amblyseius swirskii*. *BioControl*, 59, 719–727.
<http://dx.doi.org/10.1007/s10526-014-9607-6>
- Nguyen, D., Bouguet, V., Spranghers, T., Vangansbeke, D. & De Clercq, P. (2015) Beneficial effect of supplementing an artificial diet for *Amblyseius swirskii* with *Hermetia illucens* haemolymph. *Journal of Applied Entomology*, 139, 342–351.
<http://dx.doi.org/10.1111/jen.12188>
- Nomikou, M., Janssen, A., Schraag, R. & Sabelis, M.W. (2002) Phytoseiid predators suppress populations of *Bemisia tabaci* on cucumber plants with alternative food. *Experimental and Applied Acarology*, 27, 57–68.
<http://dx.doi.org/10.1023/A:1021559421344>
- Nomikou, M., Sabelis, M.W. & Janssen, A. (2010) Pollen subsidies promote whitefly control through the numerical response of predatory mites. *BioControl*, 55, 253–260.
<http://dx.doi.org/10.1007/s10526-009-9233-x>
- Pollet, B., Steppe, K., Dambre, P., Van Labeke, M.-C. & Lemeur, R. (2009) Temperature integration of *Hedera helix*

- L.: Quality aspects and growth response. *Scientia Horticulturae*, 120, 89–95.
<http://dx.doi.org/10.1016/j.scienta.2008.10.001>
- Put, K., Bollens, T., Wackers, F.L. & Pekas, A. (2012) Type and spatial distribution of food supplements impact population development and dispersal of the omnivore predator *Macrolophus pygmaeus* (Rambur) (Hemiptera: Miridae). *Biological Control*, 63, 172–180.
<http://dx.doi.org/10.1016/j.biocontrol.2012.06.011>
- Tantau, H.J. (1998) Energy saving potential of greenhouse climate control. *Mathematics and computers in simulation*, 48, 93–101.
[http://dx.doi.org/10.1016/S0378-4754\(98\)00145-1](http://dx.doi.org/10.1016/S0378-4754(98)00145-1)
- Tuovinen, T. & Lindqvist, I. (2010) Maintenance of predatory phytoseiid mites for preventive control of strawberry tarsonemid mite *Phytonemus pallidus* in strawberry plant propagation. *Biological Control*, 54, 119–125.
<http://dx.doi.org/10.1016/j.biocontrol.2010.04.006>
- Vandekerckhove, B., Van Baal, E., Bolckmans, K. & De Clercq, P. (2006) Effect of diet and mating status on ovarian development and oviposition in the polyphagous predator *Macrolophus caliginosus* (Heteroptera: Miridae). *Biological Control*, 39, 532–538.
<http://dx.doi.org/10.1016/j.biocontrol.2006.06.002>
- Vandekerckhove, B., Parmentier, L., Van Stappen, G., Grenier, S., Febvay, G., Rey, M. & De Clercq, P. (2009) *Artemia* cysts as an alternative food for the predatory bug *Macrolophus pygmaeus*. *Journal of Applied Entomology*, 133, 133–142.
<http://dx.doi.org/10.1111/j.1439-0418.2008.01332.x>
- Vangansbeke D., Nguyen, D.T., Audenaert, J., Verhoeven, R., Gobin, B., Tirry, L. & De Clercq, P. (2014) Performance of the predatory mite *Amblydromalus limonicus* on factitious foods. *BioControl*, 59, 67–77.
<http://dx.doi.org/10.1007/s10526-013-9548-5>
- Vangansbeke D., De Schrijver, L., Sprangers, T., Audenaert, J., Verhoeven, R., Nguyen, D.T., Gobin, B., Tirry, L. & De Clercq, P. (2013) Alternating temperatures affect life table parameters of *Phytoseiulus persimilis*, *Neoseiulus californicus* (Acari: Phytoseiidae) and their prey *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae). *Experimental and Applied Acarology*, 61, 285–298.
<http://dx.doi.org/10.1007/s10493-013-9704-8>
- Vangansbeke D., Nguyen, D.T., Audenaert, J., Verhoeven, R., Gobin, B., Tirry, L. & De Clercq, P. (2015a) Supplemental food for *Amblyseius swirskii* in the control of thrips: feeding friend or foe? *Pest Management Science*, 72, 466–473.
<http://dx.doi.org/10.1002/ps.4000>
- Vangansbeke D., Audenaert, J., Nguyen, D.T., Verhoeven, R., Gobin, B., Tirry, L. & De Clercq, P. (2015b) Diurnal temperature variations affect development of a herbivorous arthropod pest and its predators. *PloS ONE* 10 (4): e0124898
<http://dx.doi.org/10.1371/journal.pone.0124898>
- Vangansbeke D., Audenaert, J., Verhoeven, R., Nguyen, D.T., Gobin, B., Tirry, L. & De Clercq, P. (2015c) Prey consumption by phytoseiid spider mite predators as affected by diurnal temperature variations. *BioControl*, 60, 595–603.
<http://dx.doi.org/10.1007/s10526-015-9677-0>
- Vanhaecke, P. & Sorgeloos, P. (1980) International study on *Artemia*. 14. Growth and survival of *Artemia* larvae of different geographical origin in a standard culture test. *Marine Ecology Progress Series*, 3, 303–307.
<http://dx.doi.org/10.3354/meps003303>
- van Maanen, R., Vila, E., Sabelis, M.W. & Janssen, A. (2010) Biological control of broad mites (*Polyphagotarsonemus latus*) with the generalist predator *Amblyseius swirskii*. *Experimental and Applied Acarology*, 52, 29–34.
<http://dx.doi.org/10.1007/s10493-010-9343-2>
- van Rijn, P.C.J., van Houten, Y.M. & Sabelis, M.W. (1999) Pollen improves thrips control with predatory mites. *IOBC/wprs Bulletin*, 22, 209–212.
- van Rijn, P.C., van Houten, Y.M. & Sabelis, M.W. (2002) How plants benefit from providing food to predators even when it is also edible to herbivores. *Ecology*, 83, 2664–2679.
[http://dx.doi.org/10.1890/0012-9658\(2002\)083\[2664:HPBFPF\]2.0.CO;2](http://dx.doi.org/10.1890/0012-9658(2002)083[2664:HPBFPF]2.0.CO;2)
- Wäckers, F. (2005) *Suitability of (extra-) floral nectar, pollen, and honeydew as insect food sources*. In: Wäckers, F.L., van Rijn, P.C.J., Bruin, J. (Eds.), *Plant-provided food for carnivorous insects: a protective mutualism and its applications*, Cambridge University Press, New York: pp. 17–74.
<http://dx.doi.org/10.1017/CBO9780511542220.003>

Submitted: 19 Mar. 2016; accepted by David James: 22 Jul. 2016; published: 10 Aug. 2016

Article

Life table parameters and development of *Neoseiulus longispinosus* (Acari: Phytoseiidae) reared on citrus red mite, *Panonychus citri* (Acari: Tetranychidae) at different temperatures

LUONG THI HUYEN^{1,2*}, NGUYEN DUC TUNG^{1*}, DANG HUONG LAN¹, CAO VAN CHI², PATRICK DE CLERCQ³ & NGUYEN VAN DINH¹

¹Entomology Department, Vietnam National University of Agriculture, Trau Quy, Gia Lam, Hanoi, Vietnam

²Center for Citrus Research and Development, Chuong My, Hanoi, Vietnam

³Department of Crop Protection, Ghent University, Ghent, Belgium

*These authors contributed equally to this work

Corresponding author: Nguyen Van Dinh, Email: nvandinhua@gmail.com

Abstract

Development time, survival, reproduction, and sex ratio were determined for the predatory mite *Neoseiulus longispinosus* (Evans) at six constant temperatures (20, 25, 27.5, 30, 32.5 and 35 °C) reared on citrus red spider mite *Panonychus citri* (McGregor). No predatory mite reached adulthood at 35°C. All female and male immature stages of *N. longispinosus* developed significantly faster as the temperature increased from 20 to 30 °C, but development slowed down as the temperature exceeded 30 °C. The mean total developmental time of females was longest at 20 °C (9.73 days), followed by 25°C (5.67 days), 27.5°C (4.46 days), and 32.5 °C (4.55 days) and was shortest at 30°C (3.69 days). The oviposition rate and lifetime fecundity were highest at 27.5 °C (2.80 eggs/female/day and 43.76 eggs/female, respectively) and lowest at 20°C (0.78 eggs/female/day and 21.64 eggs/female, respectively). However, temperature had no influence on the sex ratio of offspring with the proportion of females ranging from 0.62 to 0.65. The intrinsic rate of increase (r) of *N. longispinosus* averaged 0.323, 0.303, 0.267, 0.189 and 0.107 females female⁻¹ day⁻¹ at 30, 27.5, 32.5, 25, and 20°C, respectively. These values suggested that the most optimal temperatures for the population growth of *N. longispinosus* were between 27.5 and 30°C.

Key words: Predatory mite, *Neoseiulus longispinosus*, Citrus red spider mite, *Panonychus citri*, intrinsic rate of increase

Introduction

Citrus red spider mite, *Panonychus citri* (McGregor), is a major pest in different varieties of citrus (e.g. *Citrus × sinensis*, *Citrus limon*, *Citrus maxima* or *Citrus reticulata*) in many parts of the world, including South-East Asia (Dinh 2002). The mites feed on the chlorophyll of leaves causing bronzing of leaves and defoliation. Chemicals are often used to control this spider mite leading to the development of pesticide resistance in the pest, environmental contamination and residues on citrus fruits. In recent surveys in the citrus growing areas of North Vietnam, the predatory mite *Neoseiulus longispinosus* (Evans) was found to be the most dominant predator, feeding on all life stages of *P. citri* (Huyen *et al.* 2016).

Neoseiulus longispinosus, a type II phytoseiid predatory mite (McMurtry *et al.* 2013), has received increasing attention in Asia for the control of spider mites since 2010 (Nusartlert *et al.* 2011). It can develop on different tetranychid species of the genera *Eutetranychus*, *Oligonychus*, and *Tetranychus* (Nusartlert *et al.* 2011). Several studies demonstrated the potential of the predatory mite

to control spider mites outbreaks, including *Oligonychus coffeae* (Nietner) on tea (Rahman *et al.* 2013), *Stigmaeopsis nanjingensis* (Ma & Yuan) on bamboo in China (Zhang *et al.* 1999) or *Eotetranychus cendanai* (Rimando) in greenhouse crops (Thongtab *et al.* 2001). In addition, *N. longispinosus* was also found to have a great potential for practical application due to its resistance or tolerance to agricultural chemicals (Zhang *et al.* 1996). However, there are only a few articles on the biology and predatory efficiency of this species when feeding on mite pests in citrus, more in particular on the citrus red spider mite *P. citri*. The present study was conducted to investigate the life table parameters of *N. longispinosus* when fed on *P. citri*, with the goal to provide useful data for setting up an IPM programme against *P. citri* in South-East Asia.

Materials and Methods

Stock colony of P. citri

Citrus red spider mites were collected from a pomelo (*Citrus maxima*) garden at Chuong My, Hanoi, Vietnam and a laboratory colony was established using pomelo seedlings. The infested plants were kept in plastic pots (25cm high, 30cm in diameter) in a climatized room at $25 \pm 1^\circ\text{C}$, $70 \pm 5\%$ RH and a 16:8 (L: D) h photoperiod.

Stock colony of N. longispinosus

A culture of *N. longispinosus* was initiated with mites collected from a pomelo garden at Chuong My, Hanoi, Vietnam and was reared on leaves of the kamala tree (*Mallotus* sp.) which were heavily infested with the carmine spider mite, *Tetranychus cinnabarinus* (Boisduval). The leaves were placed upside down on a wet sponge in a rectangular plastic tray (20 x 13 x 5 cm), with a cotton layer on the leaf edges to provide free water and prevent the mites from escaping.

Rearing microcosms

To examine the development and reproduction of individual *N. longispinosus*, modified Munger cells as described by Nguyen *et al.* (2013) were used as rearing microcosms. Each cell consisted of a transparent acrylic board (top board; 40 x 40 mm, 1.5 mm thick) with a 22 mm diameter hole in the center, a black acrylic board (middle board; 40 x 40 mm, 3 mm thick) with a 20 mm diameter hole in the center, and another black acrylic board (bottom board; 40 x 40 mm, 2 mm thick) without hole. Transparent film was placed between the top and middle boards and was pierced 15 times with an insect pin (size 01) allowing ventilation but precluding escape of the mites. A square pomelo (*C. maxima*) leaf disc (40 x 40 mm) upside down on a wet tissue paper (40 x 60 mm) was placed between the middle and bottom boards. A paper clip was used to hold the boards together. The microcosms were placed on a plastic support containing tap water.

Experimental setup

Experiments were conducted in climatic chambers set at $75 \pm 5\%$ RH, a 16:8 (L:D) h photoperiod and at five constant temperature regimes (20°C, 25°C, 27.5°C, 30°C, 32.5°C and 35°C).

Eight hours before the start of the experiments, new pieces of sewing thread were placed in the stock colony of *N. longispinosus*. At each temperature regime, 60 eggs (less than 8 hours old) were transferred individually to the rearing microcosms. Citrus red spider mites (mixed stages) were offered ad libitum from the larval stage of the predator on and were refreshed every 2 days. To obtain data on the duration of each developmental stage of the predatory mite and on mortality and escape rates, observations were made every 24 hours until all individuals had reached adulthood. The developmental stage of each individual was determined based on the presence of exuviae in the

rearing microcosms. After completing immature development, each female was paired with a male from the same cohort. Males that died during the experiment were replaced with males from the same cohort. Adults were observed daily to determine the preoviposition and oviposition period, longevity and fecundity. All eggs laid were removed from the rearing microcosm every day to avoid influence of the egg density to fecundity of the female. Eggs from females of the same age were transferred to new rearing microcosms and the resulting larvae and nymphs were fed on *P. citri* up to adulthood in order to determine the sex ratio of the offspring; all eggs laid were collected throughout the lifetime of all tested females. Mites that escaped or died due to unnatural causes were excluded from data analysis. Females that died before laying eggs were excluded from calculation of reproductive parameters.

Life table parameters

The intrinsic rate of increase (r) was calculated according to the formula of Birch (1948) and Fathipour & Maleknia (2016):

$$\sum_{x=0}^{\omega} e^{-r(x+1)} l_x m_x = 1$$

where x equals the female age from the time of hatching (days), l_x is the age specific survival of the females at age x and m_x is the number of daughters produced per female at age x . The latter parameter is obtained by multiplying the mean number of eggs laid per female by the proportion of female offspring produced at age x . The Jackknife procedure was used according to Meyer *et al.* (1986) and Hulting *et al.* (1990) to calculate the standard error of r . Other parameters calculated according to Maia *et al.* (2000) and Fathipour & Maleknia (2016) were the mean generation time T , i.e. the length of time that is required for a population to increase R_0 -fold of its size (days),

$$T = \frac{\ln R_0}{r}$$

with the net reproductive rate, R_0 , i.e. the mean number of female offspring produced per female (females/female),

$$R_0 = \sum_{x=\alpha}^{\beta} l_x m_x$$

Finite rate of natural increase (λ) is the multiplication per female in unit time of a population with a stable age distribution. This was calculated as,

$$\lambda = \text{antilog } e^r$$

Doubling time (DT) is defined as the time in days that is required by a population to double in number and was calculated using the formula,

$$DT = \ln(2)/r$$

Statistical analysis

Data were subjected to statistical analysis (IBM SPSS Statistics, Ver. 20) to analyze the effect of temperature regimes on the duration of the immature stages, preoviposition and oviposition period, daily and total oviposition, and adult longevity of *N. longispinosus*. When a Kolmogorov–Smirnov test indicated that means were normally distributed, the parameter was analyzed using a one-way analysis of variance (ANOVA). If a Levene test indicated heteroscedasticity, a Tamhane test was used instead of Tukey's test. When means were not normally distributed, a nonparametric Kruskal–Wallis ANOVA was used and means were separated using a Mann–Whitney U test. Immature survival and sex ratios of the progeny were compared by means of a logistic regression. This regression is a generalized linear model using a probit (log odds) link and a binomial error function.

Each test consists of a regression coefficient that is calculated and tested for being significantly different from zero, for which P-values are presented (McCullagh & Nelder 1989). P-values smaller than or equal to 0.05 are considered significant.

Modeling

For further analysis, we only used female developmental rates (D_r , in day^{-1}) which were derived by calculating the reciprocal of the developmental times (D) obtained from the experiments. Developmental rates were subjected to both linear and nonlinear regression.

Linear regression: Data that deviated from the straight line were omitted for calculation of the linear regression model (Vangansbeke *et al.* 2015).

$$D_r = a + b * T$$

with

- D_r = developmental rate (day^{-1})
- T = temperature ($^{\circ}\text{C}$)
- a = intercept of the regression line
- b = slope of the regression line

The lower developmental threshold (T_0) was estimated from the linear model as the intercept of the developmental rate-temperature curve with the temperature axis. The thermal constant (K) indicates the amount of thermal units (in degree-days) that are needed to complete development and can be derived from the linear model as the reciprocal of the slope b ($K = 1/b$).

Nonlinear regression: The four-parameter, nonlinear developmental equation of Briere *et al.* (1999), was used to model the relationship between temperature and female developmental rates (in day^{-1}). The Briere nonlinear equation has a low level of complexity, predicts biologically relevant parameters and has the ability to intersect with the x-axis, thereby allowing an estimation of the development rate, thermal minima and maxima, and the optimum development temperature (Briere *et al.* 1999; Roy *et al.* 2002). Thus

$$R(T) = a T (T - T_L)(T_U - T)^{(1/m)}$$

where $R(T)$ is development rate (1/days) at a given temperature, T is the rearing temperature ($^{\circ}\text{C}$), a is a scale parameter, T_L is the lower development threshold ($^{\circ}\text{C}$), T_U is the upper development threshold ($^{\circ}\text{C}$), and m is an empirical constant and a shape parameter (Briere *et al.* 1999). The optimum temperature was calculated following Briere *et al.* (1999) approach.

$$T_{\text{OPT}} = ((2mT_U + (m+1)T_L) + (4m^2T_U^2 + (m+1)^2T_L^2 - 4m^2T_UT_L)^{0.5}) / (4m+2)$$

The data were fitted to these models using Sigma Plot version 12 (SYSTAT Software Inc.).

Results

The developmental times of immature stages of *N. longispinosus* reared on *P. citri* at different temperatures are shown in Table 1.

The developmental times of the predatory mite were significantly affected by temperature (Table 1). All female and male immature stages developed faster as the temperature increased from 20 to 30 $^{\circ}\text{C}$, but development slowed down as the temperature reached 32.5 $^{\circ}\text{C}$. The mean total developmental times of females were longest at 20 $^{\circ}\text{C}$ (9.73 days), followed by those at 25 $^{\circ}\text{C}$ (5.67 days), 27.5 $^{\circ}\text{C}$ (4.46 days), and 32.5 $^{\circ}\text{C}$ (4.55 days) and were shortest at 30 $^{\circ}\text{C}$ (3.69 days). A similar trend as for the females was observed for males, with mean total developmental times averaging 10.31, 5.73, 5.38, 4.67 and 3.29 days at 20, 25, 32.5, 27.5 and 30 $^{\circ}\text{C}$, respectively.

TABLE 1. Developmental time (days) of the immature stages of *Neoseiulus longispinosus* fed on *Panonychus citri* at five constant temperature regimes.

Temperatures (°C)	N	Developmental time (days)				
		Egg	Larva	Protonymph	Deutonymph	Total immature
Females						
20.0	33	2.73±0.10a	1.15±0.06a	2.76±0.08a	3.09±0.08a	9.73±0.16a
25.0	33	2.06±0.06b	0.82±0.07bc	1.33±0.11b	1.45±0.09b	5.67±0.16b
27.5	37	1.68±0.13c	0.68±0.05c	1.05±0.14bc	1.05±0.17c	4.46±0.20c
30.0	36	1.33±0.09c	0.55±0.03d	0.77±0.11c	1.05±0.10c	3.69±0.19d
32.5	33	1.42±0.09c	0.91±0.06b	1.03±0.11b	1.18±0.08c	4.55±0.10c
χ^2		73.093	64.641	81.351	85.924	111.187
df		4	4	4	4	4
P		<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001
Males						
20.0	13	2.62±0.18a	1.23±0.12a	2.77±0.17a	3.69±0.21a	10.31±0.29a
25.0	15	2.20±0.14ab	0.83±0.11b	1.17±0.13bc	1.53±0.19b	5.73±0.15b
27.5	15	1.73±0.18bc	0.70±0.07b	0.90±0.10c	1.33±0.21bc	4.67±0.29c
30.0	14	1.29±0.13c	0.54±0.06c	0.61±0.09d	0.86±0.14c	3.29±0.22d
32.5	16	1.56±0.13c	1.16±0.11a	1.34±0.12b	1.31±0.15bc	5.38±0.15bc
χ^2		28.476	33.036	44.864	38.271	53.824
df		4	4	4	4	4
P		<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001

n: number of individuals reaching the adult stage; Means ± SE within a column and sex followed by the same letter are not significantly different (Mann-Whitney U test; $P > 0.05$). χ^2 -, df- and P-values refer to Kruskal-Wallis ANOVAs.

Nearly all individuals reached adulthood at 20, 25, 27.5, 30 and 32.5 °C, with immature survival rates of 96.67, 100, 100, 100 and 98.33%, respectively. However, all mites exposed to 35 °C died in the immature stages with mortality rates of egg, larva, protonymph and deutonymph stages amounting up to 20, 25, 52.78 and 100%, respectively.

When developmental rates at the highest temperatures (32.5 and 35 °C) were omitted from the regression analysis, the linear model showed a good fit to the data as demonstrated by high values of R^2 (0.9878) and R^2 adj (0.9816) and low values of RSS (0.0003) (Figure 1). Fitted parameters (± SE) of the linear regression of developmental rates were $a = -0.2919 \pm 0.0397$ and $b = 0.0195 \pm 0.0015$, developmental threshold (T_0) = 14.97 °C and thermal constant (K) = 51.28 degree-days.

The four-parameter model of Briere *et al.* (1999) provided a good fit of the observed development rate values (1/days) over the temperatures (T) at which they were observed (Figure 2, $D(T) = 0.0003 * T * (T - 10.00) * (35.00 - T)^{1/3.0561}$, $R^2 = 0.9617$). The lower development threshold was estimated at 10 °C, the upper development threshold at 35.00 °C, and the optimum temperature was calculated to be 30.92 °C.

Pre-oviposition periods of *N. longispinosus* females at the lower temperatures of 20, 25 and 25 °C were significantly longer than those of females at 27.5, 30 and 32.5 °C (Table 2). Oviposition period and female longevity of the predatory mites were significantly affected by temperature. The females had a shorter oviposition period and lived shorter as temperature increased. Oviposition rate and total fecundity of *N. longispinosus* were highest at 27.5 °C (2.80 eggs/female/day and 43.76

eggs/female, respectively) and lowest at 20 °C (0.78 eggs/female/day and 21.64 eggs/female, respectively). Peak oviposition was reached after 5 days at 32.5 °C, after 7 days at 20 °C and 30 °C, after 9 days at 25 °C and after 8 days at 27.5 °C (Figure 3). Temperature had no influence on the sex ratio of offspring with the proportion of females ranging from 0.62 to 0.65 (Table 2).

All life table parameters of *N. longispinosus* were significantly affected by temperature (Figure 4 and Table 3). The survival rate (l_x) of *N. longispinosus* remained constant (100%) up to the 47th day at 20 °C, 26th day at 25 °C, 17th day at 27.5 and 30 °C, and only to the 14th day at 32.5 °C (Figure 4). Net reproductive rate (R_0) of *N. longispinosus* was the highest at 27.5 °C and lowest at 20 and 32.5 °C. Generation time (T) of the mite was significantly shortened as the temperature increased. The shortest generation times of *N. longispinosus* were observed at 30 and 32.5 °C (9.42 and 9.64 days, respectively). Finally, the finite rate of increase (λ) and intrinsic rate of increase (r) differed significantly among temperatures. The highest intrinsic rate of increase of *N. longispinosus* was 0.32 (females female⁻¹ day⁻¹) at 30 °C (Table 3).

TABLE 2. Reproduction and longevity of *Neoseiulus longispinosus* fed on *Panonychus citri* at five constant temperature regimes.

Parameter	Temperatures (°C)					χ^2/F	df	P
	20 (n = 33)	25 (n = 33)	27.5 (n = 37)	30 (n = 36)	32.5 (n=33)			
Preoviposition period (days) ^a	3.76±0.12a	2.97±0.05b	1.32±0.10c	1.11±0.05c	1.48±0.09c	137.331	4	<0.001
Oviposition period (days) ^b	27.76±0.43a	20.67±0.46b	15.76±0.48c	13.56±0.33d	10.09±0.41e	252.422	4,167	<0.001
Female longevity (days) ^a	52.18±0.57a	36.36±0.67b	24.51±0.42c	21.22±0.49d	19.03±0.50e	144.622	4	<0.001
Oviposition rate (eggs/female/day) ^b	0.78±0.01e	1.61±0.03d	2.80±0.06a	2.44±0.05b	2.20±0.07c	257.662	4,167	<0.001
Total fecundity (eggs/female) ^b	21.64±0.43c	33.30±0.92b	43.76±1.49a	33.22±1.13b	21.76±0.78c	79.813	4,167	<0.001
Female proportion of the progeny ^c	0.63±0.02a	0.62±0.02a	0.65±0.01a	0.63±0.01a	0.60±0.02a	4.404	4	0.354

n = number of reproducing females observed; Means ± SE within a row followed by the same letter are not significantly different (P>0.05; *Kruskal-Wallis ANOVA followed by Mann-Whitney U tests, ^b one-way ANOVA followed by Tukey tests (Oviposition period) or Tamhane tests (Oviposition rate and Total fecundity); ^cProbit (Wald Chi-square test).

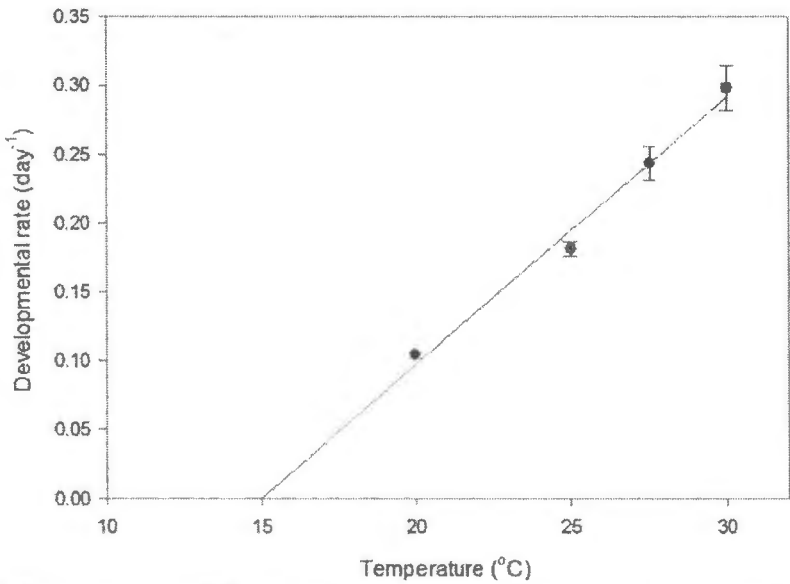


FIGURE 1. Linear regression of female immature developmental rate versus temperature for *Neoseiulus longispinosus*.

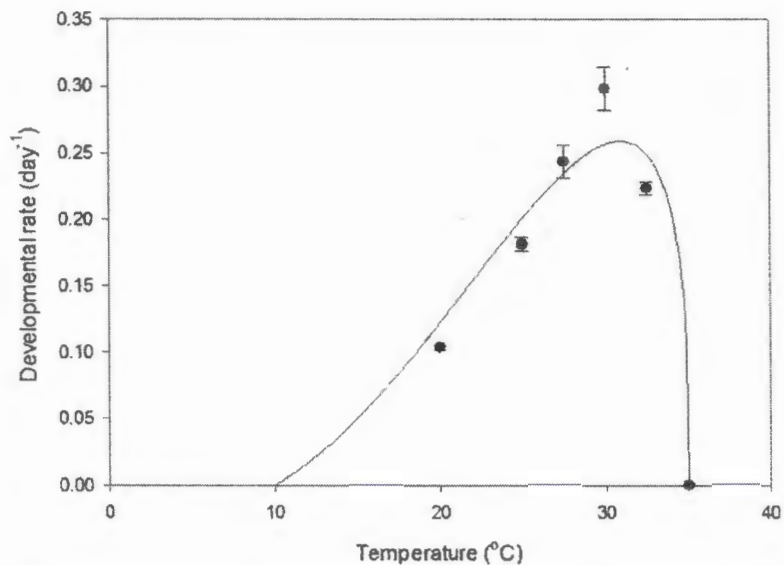


FIGURE 2. The relationship between temperature and female immature developmental rate of *Neoseiulus longispinosus* using the four-parameter model of Briere *et al.* (1999).

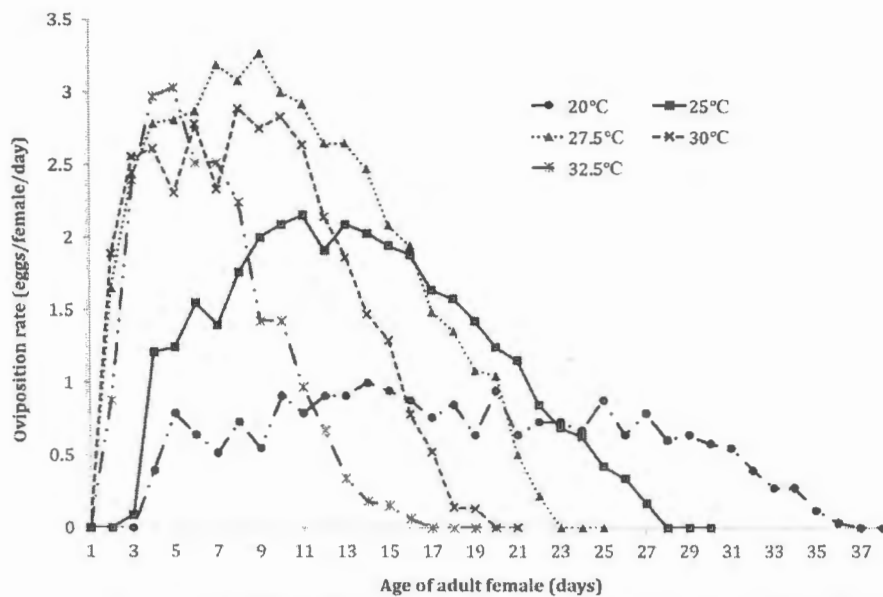


FIGURE 3. Daily oviposition rate of *Neoseiulus longispinosus* fed on *Panonychus citri* at five constant temperature regimes.

Discussion

Our results demonstrate that *N. longispinosus* can develop and complete its life cycle at a constant 20, 25, 27.5, 30 and 32.5°C (Table 1). Developmental time of predatory mite decreased with increasing temperature but at temperatures above 30°C development slowed down and at 35°C no

survival up to the adult stage was noted. Life table parameters of *N. longispinosus* differed over the range of temperatures (Table 2 and Table 3), with the highest intrinsic rate of increase at 30°C. This has implications for the performance of *N. longispinosus* as a biological control agent of the citrus red mite *P. citri* in North Vietnam where the spider mites often occur in citrus orchards at high density from April to June and October to November with temperatures ranging from 25.4 to 30.6 °C (Dinh 2002). Additionally, the development rate of *P. citri* in relation to the temperature shows a similar trend as that of the predatory mite. At 35 °C, *P. citri* suffered high mortality (75.8%) and no oviposition was noted (Kasap 2009). Development, fecundity and *r* of *P. citri* were substantially reduced below 20°C, and the most favourable temperature for population growth of *P. citri* was deemed to be around 25°C (Kasap 2009; Yasuda 1982). Thus, the temperature responses of *N. longispinosus* and its prey *P. citri* appear quite similar.

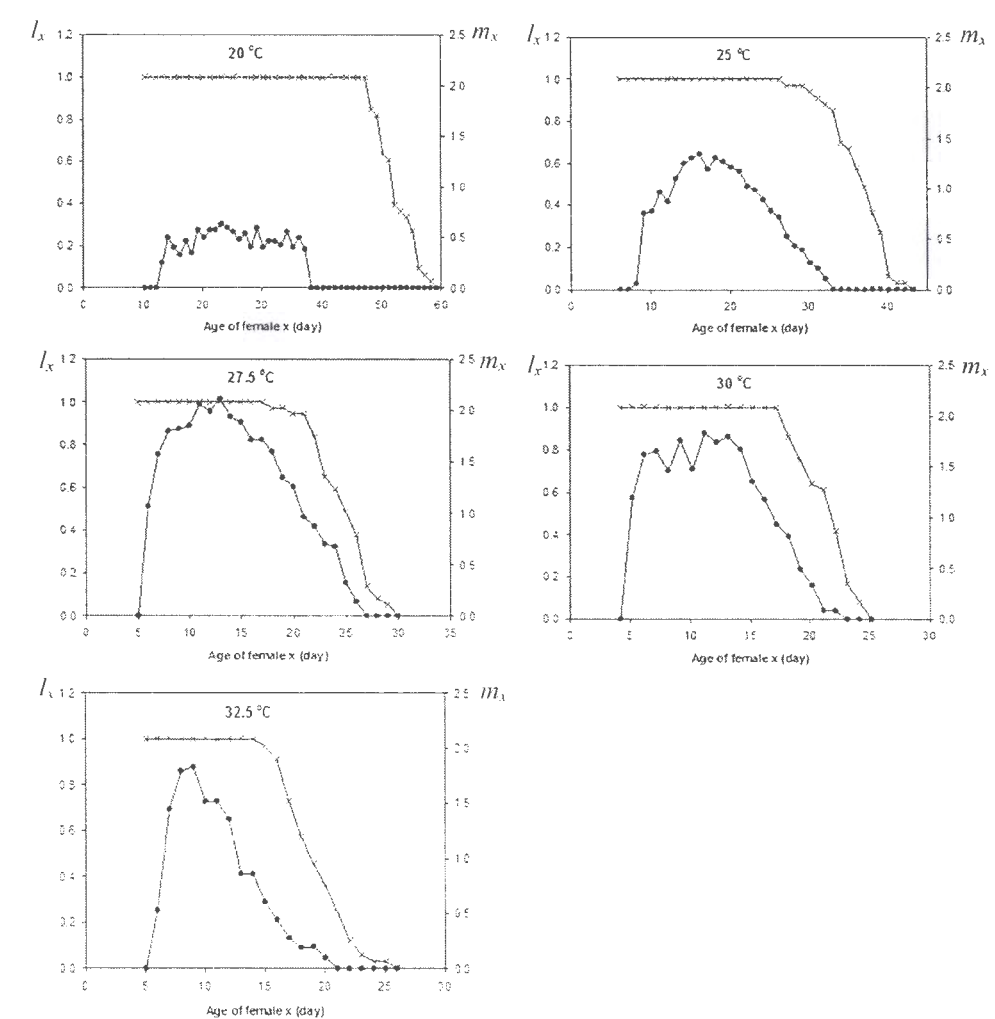


FIGURE 4. Specific fertility (m_x) and survival rate (l_x) of *Neoseiulus longispinosus* fed on *Panonychus citri* at five constant temperature regimes.

On the other hand, our results also show that the population of *N. longispinosus* grows faster than that of its prey *P. citri*. In this study the intrinsic rates of increase of the predatory mite at 20, 25, 27.5, 30 and 32.5 °C were 0.107, 0.189, 0.303, 0.323 and 0.267 (females female⁻¹ day⁻¹), respectively. These values mostly exceed those reported for its prey (0.11, 0.16, and 0.15 at 20, 25 and 30°C respectively)(Kasap 2009). A greater intrinsic rate of increase of a predator mite as compared to its prey has been suggested to be an important criterion for evaluating the efficacy of a predatory mite as a control agent against spider mites (Janssen & Sabelis 1992; Tanigoshi 1982).

TABLE 3. Life table parameters of *Neoseiulus longispinosus* fed on *Panonychus citri* at five constant temperature regimes.

Parameter	Temperatures (°C)					F	df	P
	20 (n = 33)	25 (n = 33)	27.5 (n = 37)	30 (n = 36)	32.5 (n = 33)			
Net reproductive rate R_0 (females female ⁻¹)	11.87±0.24c	20.76±0.58b	28.30±0.96a	21.02±0.72b	13.12±0.01c	113.649	4,167	<0.001
Generation time T (days)	23.04±0.13a	16.02±0.13b	11.04±0.13c	9.42±0.11d	9.64±0.00d	2472.572	4,167	<0.001
Doubling time DT (days)	6.45±0.06a	3.66±0.03b	2.29±0.03d	2.14±0.03e	2.60±0.00c	2696.149	4,167	<0.001
Finite rate of increase λ	1.11±0.001e	1.21±0.002d	1.35±0.005b	1.38±0.005a	1.31±0.00c	1048.911	4,167	<0.001
Intrinsic rate of increase r (females female ⁻¹ day ⁻¹)	0.107±0.001e	0.189±0.001d	0.303±0.003b	0.323±0.004a	0.267±0.0001c	1240.026	4,167	<0.001

n = number of reproducing females observed; Means ± SE within a row followed by the same letter are not significantly different (P>0.05; one-way ANOVA followed by Tukey tests)

The biological parameters of the phytoseiid *N. longispinosus* reared on *P. citri* in this study are in line with those of the predatory mite reared on other food sources as reported by previous authors. At 20°C the development times of females and males (9.73 and 10.31 days, respectively) were similar to those of *N. longispinosus* fed on *O. coffeae* as reported by Rahman *et al.* (2013) at the same temperature (9.3 and 9.4 days, for males and females, respectively). At temperatures around 25°C, immature developmental periods in our study (on average 5.7 days) were shorter than those observed when the predatory mite was fed on *Tetranychus tumidus* Banks (7 days at 24.34 °C) (Madrugá *et al.* (2012) or *T. urticae* (6.0 days at 25°C) (Lee *et al.* 1987) but longer than that on *O. coffeae* (4.9 days at 25°C) (Rahman *et al.* 2013). Total fecundity in the present study was highest (43.76 eggs/female) at 27.5°C; this value is higher than that of females presented with *E. cendanai* (19.5 eggs/female) at 28°C (Thongtab *et al.* 2001) but somewhat lower than that of females fed on *T. cinnabarinus* at 25°C (48.8 eggs/female) (Lababidi 1989), *T. urticae* at 25–28°C (50.7 eggs/female) (Ibrahim & Palacio 1994) or *O. coffeae* at 25°C (62.1 eggs/female)(Rahman *et al.* 2013). The highest intrinsic rate of increase of *N. longispinosus* in the present study was found at 30°C (0.32). This *r* value was higher than that of *N. longispinosus* fed on other prey including *O. coffeae* (0.268 at 30°C) (Rahman *et al.* 2013), *P. citri* (0.225 at 28°C) (Puspitarini 2010), *T. urticae* (0.272 at 30°C) (Nguyen 2009) or *Polyphagotarsonemus latus* (Banks) and *Tetranychus truncatus* Ehara (0.123 and 0.129 respectively, at 27°C) (Kongiarean 2006). It deserves emphasis that comparison of life history parameters among studies is complicated by different experimental and analytical methods.

In conclusion, our results demonstrate that the predatory mite *N. longispinosus* is a potential biological control agent against the citrus red spider mite *P. citri*. The predatory mite has a similar favourable temperature range and a higher population growth rate than its target prey. However, it should be noted that our studies were conducted at constant temperatures and on artificial arenas, so further research will need to focus on the predatory potential of *N. longispinosus* against *P. citri* in citrus orchards. Furthermore, it is warranted to investigate the predator's control potential against

other spider mite pests in key fruit and vegetable crops in North Vietnam and other parts of South-East Asia.

Acknowledgements

We thank two anonymous reviewers for their valuable comments. We also thank Dr. Dominiek Vangansbeke for generous help and for valuable comments and suggestions on data analysis. We sincerely thank the Department of Entomology, Vietnam National University of Agriculture, Center for Citrus Research and Development, Fruit and Vegetable Research Institute for operational support that made this research possible. Nguyen Duc Tung and Patrick De Clercq are supported by funds from the Vietnam National Foundation for Science and Technology Development (NAFOSTED) and the Research Foundation - Flanders (FWO) under grant number FWO.106-NN.2015.01.

References

- Birch, L.C. (1948) The intrinsic rate of natural increase of an insect population. *Journal of Animal Ecology*, 17, 15–26.
<https://doi.org/10.2307/1605>
- Briere, J.-F., Pracros, P., Le Roux, A.-Y. & Pierre, J.-S. (1999) A novel rate model of temperature-dependent development for arthropods. *Environmental Entomology*, 28, 22–29.
<https://doi.org/10.1093/ec/28.1.22>
- Dinh, N.V. (2002) *Spider mite and prevention methods*. Hanoi, Vietnam, The Agricultural Publishing.
- Fathipour, Y. & Maleknia, B. (2016) Mite Predators. In: Omkar, (Ed.), *Ecofriendly Pest Management for Food Security*. San Diego, USA, Elsevier, pp. 329–366.
<https://doi.org/10.1016/B978-0-12-803265-7.00011-7>
- Hulting, F.L., Orr, D.B. & Obrqx cyccki, J.J. (1990) A computer program for calculation and statistical comparison of intrinsic rates of increase and associated life table parameters. *Florida Entomologist*, 73, 601–612.
<https://doi.org/10.2307/3495274>
- Huyen, L.T., Huong, P.T., Chi, C.V., Anh, L.N. & Dinh, N.V. (2016) The influences of relative humidities to the population growth of the predatory mite *Neoseiulus longispinosus* Evans (Acari: Phytoseiidae). *Journal of Plant Protection*, 6/2016 16–21.
- Ibrahim, Y.B. & Palacio, V.B. (1994) Life history and demography of the predatory mite, *Amblyseius longispinosus* Evans. *Experimental and applied acarology*, 18, 361–369.
<https://doi.org/10.1007/BF00116317>
- Janssen, A. & Sabelis, M. (1992) Phytoseiid life-histories, local predator-prey dynamics, and strategies for control of tetranychid mites. *Experimental and applied acarology*, 14, 233–250.
<https://doi.org/10.1007/BF01200566>
- Kasap, I. (2009) The biology and fecundity of the citrus red mite *Panonychus citri* (McGregor)(Acari: Tetranychidae) at different temperatures under laboratory conditions. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 33, 593–600.
- Kongiarcan, S. (2006) Efficiency of predatory mite, *Neoseiulus longispinosus* (Evans) (Acari: Phytoseiidae) for biological control of broad mite, *Polyphagotarsonemus latus* (Banks) (Acari: Tarsonemidae). *Entomology. Kasetsart University, Kasetsart*, pp. 58.
- Lababidi, M. (1989) Development, longevity, fecundity and sex ratio of the predatory mite *Amblyseius longispinosus* (Evans) with *Tetranychus cinnabarnus* (Boisd.) as prey. *Anzeiger fuer Schaedlingskunde Pflanzenschutz Umweltschutz (Germany, FR)*, 62, 14–18.
<https://doi.org/10.1007/BF01905741>
- Lee, S., Lee, M., Choi, K. & Hyun, J. (1987) Development, fecundity, and prey consumption of the predacious phytoseiid mite, *Amblyseius longispinosus* (Evans), under different temperatures. *Research Reports of the Rural Development Administration-Plant Environment, Mycology and Farm Products Utilization (Korea R.)*, 29, 277–281.
- Madriga, Y.P., Alonso-Rodríguez, D., Chico, R. & Rodríguez, H. (2012) Biología y conducta alimentaria de *Neoseiulus longispinosus* (Evans) sobre *Tetranychus tumidus* Banks. *Revista de Protección Vegetal*, 27, 174–180.

- Maia, A.d.H., Luiz, A.J. & Campanhola, C. (2000) Statistical inference on associated fertility life parameters using jackknife technique: computational aspects. *Journal of Economic Entomology*, 93, 511–518.
<https://doi.org/10.1603/0022-0493-93.2.511>
- McCullagh, P. & Nelder, J.A. (1989) *Generalized linear models*. CRC press.
<https://doi.org/10.1007/978-1-4899-3242-6>
- McMurtry, J.A., De Moraes, G.J. & Sourassou, N.F. (2013) Revision of the lifestyles of phytoseiid mites (Acari: Phytoseiidae) and implications for biological control strategies. *Systematic and Applied Acarology*, 18, 297–320.
<https://doi.org/10.11158/saa.18.4.1>
- Meyer, J.S., Ingersoll, C.G., McDonald, L.L. & Boyce, M.S. (1986) Estimating uncertainty in population growth rates: jackknife vs. bootstrap techniques. *Ecology*, 67, 1156–1166.
<https://doi.org/10.2307/1938671>
- Nguyen, D.T. (2009) Biology and efficacy of the predatory mite, *Neoseiulus longispinosus* (Evans) (Acari: Phytoseiidae) as a biological control agent of *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae) Proceedings of the 3rd national scientific conference on ecology and biological resources, Hanoi, Vietnam, pp. 1745–1750.
- Nguyen, D.T., Vangansbeke, D., Lü, X. & De Clercq, P. (2013) Development and reproduction of the predatory mite *Amblyseius swirskii* on artificial diets. *BioControl*, 58, 369–377.
<https://doi.org/10.1007/s10526-012-9502-y>
- Nusartlert, N., Vichitbandha, P., Baker, G. & Chandrapatya, A. (2011) Pesticide-induced mortality and prey-dependent life history of the predatory mite *Neoseiulus longispinosus* (Acari: Phytoseiidae). *Trends in Acarology*. Netherlands, Springer, pp. 495–498.
- Puspitarini, R.D. (2010) The biology and life table of predator mite *Amblyseius longispinosus* Evans (Acari: Phytoseiidae). The 8th International Symposium on Biocontrol and Biotechnology, Veteran Malang, Indonesia, pp. 79–82.
- Rahman, V.J., Babu, A., Roobakkumar, A. & Perumalsamy, K. (2013) Life table and predation of *Neoseiulus longispinosus* (Acari: Phytoseiidae) on *Oligonychus coffeae* (Acari: Tetranychidae) infesting tea. *Experimental and applied acarology*, 60, 229–240.
<https://doi.org/10.1007/s10493-012-9649-3>
- Roy, M., Brodeur, J. & Cloutier, C. (2002) Relationship between temperature and developmental rate of *Stethorus punctillum* (Coleoptera: Coccinellidae) and its prey *Tetranychus mcdanieli* (Acarina: Tetranychidae). *Environmental Entomology*, 31, 177–187.
<https://doi.org/10.1603/0046-225X-31.1.177>
- Tanigoshi, L. (1982) Advances in knowledge of the biology of the Phytoseiidae. In: Hoy, M.A., (Ed.), *Recent advances in knowledge of the Phytoseiidae: proceedings of a formal conference of the Acarology Society of America held at the Entomological Society of America Meeting, San Diego, December 1981*. California, Agricultural Sciences Publications, University of California, pp. 1–22.
- Thongtab, T., Chandrapatya, A. & Baker, G. (2001) Biology and efficacy of the predatory mite, *Amblyseius longispinosus* (Evans) (Acari, Phytoseiidae) as a biological control agent of *Eotetranychus cendanai* Rimando (Acari, Tetranychidae). *Journal of Applied Entomology*, 125, 543–549.
<https://doi.org/10.1046/j.1439-0418.2001.00583.x>
- Vangansbeke, D., Audenaert, J., Nguyen, D.T., Verhoeven, R., Gobin, B., Tirry, L. & De Clercq, P. (2015) Diurnal temperature variations affect development of a herbivorous arthropod pest and its predators. *PloS one*, 10, e0124898.
<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0124898>
- Yasuda, M. (1982) Influence of temperature on some of the life cycle parameters of the citrus red mite, *Panonychus citri* (McGregor) (Acarina: Tetranychidae). *Japanese Journal of Applied Entomology and Zoology (Japan)*, 26, 52–57.
<https://doi.org/10.1303/jjaez.26.52>
- Zhang, Y., Lin, J., Wen, Z., Mao, D. & Chi, Y. (1996) Effect of temperature on life history and predatory functional response of *Amblyseius longispinosus* (Acari: Phytoseiidae). *Fujian Journal of Agricultural Sciences*, 11, 41–44.
- Zhang, Y., Zhang, Z.-Q., Ji, J. & Lin, J. (1999) Predation of *Amblyseius longispinosus* (Acari: Phytoseiidae) on *Schizotetranychus nanjingensis* (Acari: Tetranychidae), a spider mite injurious to bamboo in Fujian, China. *Systematic and Applied Acarology*, 4, 63–68.
<https://doi.org/10.11158/saa.4.1.9>

Submitted: 21 Apr. 2017; accepted by Zhi-Qiang Zhang: 12 Jul. 2017; published: 10 Aug. 2017

VIETNAM NATIONAL UNIVERSITY OF AGRICULTURE



Vietnam Journal
of Agricultural Sciences

TẠP CHÍ
KHOA HỌC
NÔNG NGHIỆP
VIỆT NAM

HỌC VIỆN NÔNG NGHIỆP VIỆT NAM

MỤC LỤC - CONTENTS

NÔNG HỌC AGRONOMY

MỘT SỐ ĐẶC ĐIỂM HÌNH THÁI, SINH HỌC CỦA NHỆN BẮT MỖI *Paraphytoseius cracentis* (ACARI: PHYTOSEIIDAE) NUÔI TRÊN HAI VẬT MỖI KHÁC NHAU

Some Morphological and Biological Characteristics of Predatory Mite *Paraphytoseius cracentis* (Acari: Phytoseiidae) Reared on Two Different Preys

Nguyễn Đức Tùng, Patrick De Clercq 95

ĐẶC ĐIỂM SINH LÝ CỦA MỘT SỐ GIỐNG LẠC (*Arachis hypogaea* L.)
CHỊU HẠN Ở GIAI ĐOẠN CÂY CON

Physiological Characters of Some Peanut Varieties (*Arachis hypogaea* L.) with Drought Tolerance at Seedling Stage

Phạm Văn Cường, Đinh Mai Thùy Linh, Hà Thị Quỳnh, Trần Anh Tuấn 105

CHĂN NUÔI - THÚ Y - NUÔI TRỒNG THỦY SẢN ANIMAL SCIENCE - VETERINARY MEDICINE - AQUACULTURE

THỰC TRẠNG VỆ SINH TẠI CÁC CƠ SỞ GIẾT MÓ LỢN CỦA TỈNH LÂM ĐỒNG
Pig Slaughtering Hygiene Problem in Lam Dong Province

Phạm Thị Thanh Thảo, Nguyễn Xuân Trạch, Phạm Kim Đăng 113

NUÔI THƯƠNG PHẨM HÀU *Crassostrea belcheri* CÓ NGUỒN GIỐNG
KHÁC NHAU TRONG KÊNH DẪN RỪNG NGẬP MẶN TỈNH CÀ MAU

Grow-Out Oyster *Crassostrea belcheri* from Different Seed Sources in Mangrove Forest Canal at Ca Mau Province

Ngô Thị Thu Thảo, Trần Cẩm Loan 123

ẢNH HƯỞNG SỐC ĐỘ MẶN TRONG GIAI ĐOẠN THẢ GIỐNG LÊN SINH TRƯỞNG
CỦA TÔM SÚ (*Penaeus monodon*) ƯƠNG THEO CÔNG NGHỆ BIOFLOC

Influence of Salinity Stress on the Growth and Survival of Black Tiger Shrimp (*Penaeus monodon*) Nursing in Biofloc Technology

Huỳnh Thanh Tới, Nguyễn Thị Hồng Vân 132

TÀI NGUYÊN VÀ MÔI TRƯỜNG NATURAL RESOURCES AND ENVIRONMENT

SO SÁNH TÍNH KHẢ THI CỦA HAI KIỂU THIẾT KẾ MÁNG CẠN VÀ KHAY
TRỒNG RAU TRONG HỆ THỐNG TRỒNG CÂY THỦY CANH VÀ NUÔI CÁ TÍCH HỢP

Comparing Feasibility of Growing Tube and Container Hydroponic Sub-Systems in an Aquaponic System

*Lê Nguyễn Anh Duy, Lê Trần Tiểu Trúc, Nguyễn Thị Bé Ly,
Nguyễn Thị Hồng Ngọc, Triệu Thị Thúy Vi, Ngô Thụy Diễm Trang* 141

MỘT SỐ ĐẶC ĐIỂM HÌNH THÁI, SINH HỌC CỦA NHỆN BẮT MỒI *Paraphytoseius cracentis* (Acari: Phytoseiidae) NUÔI TRÊN HAI VẬT MỒI KHÁC NHAU

Nguyễn Đức Tùng^{1*}, Patrick De Clercq²

¹Khoa Nông học, Học viện Nông nghiệp Việt Nam

²Đại học Ghent, Coupure Links 653, B-9000 Ghent, Bỉ

Email*: nguyenductung@vnua.edu.vn

Ngày gửi bài: 26.02.2018

Ngày chấp nhận: 18.04.2018

TÓM TẮT

Nhện bắt mồi *Paraphytoseius cracentis* (Acari: Phytoseiidae) là một loài thiên địch của bọ trĩ được tìm thấy phổ biến trên một số loại rau như đậu rau, dưa chuột, bầu bí, cà pháo, ớt... tại vùng đồng bằng sông Hồng. Tuy nhiên, thông tin về loài nhện bắt mồi này tại Việt Nam và trên thế giới còn rất ít, chủ yếu về định loại và phạm vi phân bố. Chính vì vậy, mục đích của nghiên cứu này là mô tả đặc điểm hình thái và sinh học của nhện bắt mồi *P. cracentis* trên hai loại vật mồi: bọ trĩ *Frankliniella occidentalis* (Thysanoptera: Thripidae) và nhện kho *Carpoglyphus lactis* (Acari: Acaridae) ở nhiệt độ 29°C, ẩm độ 75%. Kết quả cho thấy nhện bắt mồi *P. cracentis* ăn nhện kho *C. lactis* có kích thước các pha phát dục tương tự như khi ăn bọ trĩ *F. occidentalis*. Thời gian trước trưởng thành ở nhện cái và nhện đực của nhện bắt mồi ăn nhện kho *C. lactis* lần lượt là 4,24 và 4,26 ngày không khác biệt rõ rệt khi chúng ăn bọ trĩ là 4,23 ngày với nhện cái và 4,26 ngày với nhện đực. Tuy nhiên, số trứng đẻ hàng ngày và tổng số trứng đẻ của nhện cái *P. cracentis* nuôi bằng nhện kho *C. lactis* (lần lượt là 1,62 quả/nhện cái/ngày và 18,48 quả/nhện cái) cao hơn rõ rệt so với số trứng đẻ hàng ngày (1,24 quả/nhện cái/ngày) và tổng trứng đẻ (13,77 quả/nhện cái) của nhện cái ăn bọ trĩ. Tỷ lệ tăng tự nhiên của nhện bắt mồi *P. cracentis* ăn nhện kho (0,215 nhện cái/nhện cái/ngày) cũng cao hơn rõ rệt so với cá thể ăn bọ trĩ (0,189 nhện cái/nhện cái/ngày). Từ kết quả trên cho thấy nhện bắt mồi *P. cracentis* có khả năng phát triển quần thể tốt khi ăn bọ trĩ *F. occidentalis* và loài nhện bắt mồi này có thể nhận nuôi hàng loạt trên vật mồi thay thế là nhện kho *C. lactis*.

Từ khóa: *Frankliniella occidentalis*, *Carpoglyphus lactis*, tỷ lệ tăng tự nhiên, loài nhện bắt mồi mới tại Việt Nam.

Some Morphological and Biological Characteristics of Predatory Mite *Paraphytoseius cracentis* (Acari: Phytoseiidae) Reared on Two Different Preys

ABSTRACT

Predatory mite *Paraphytoseius cracentis* (Acari: Phytoseiidae) is a natural enemy of thrips found on some vegetables such as green beans, cucumbers, green squash, egg plant, and peppers in the Red River Delta. The purpose of this study was to investigate the morphological and biological characteristics of *P. cracentis* fed on *Frankliniella occidentalis* (Thysanoptera: Thripidae) and *Carpoglyphus lactis* (Acari: Acaridae) at 29°C, 75% RH. The predatory mite fed on *C. lactis* was similar in size to that of mite fed on *F. occidentalis*. The developmental times of immature females and males of the mite fed on *C. lactis* (4.24 and 4.26 days, respectively) were not significantly different from mites fed on thrips (4.23 days with female and 4.26 days with male). The daily oviposition rate and total number of eggs of *P. cracentis* reared on *C. lactis* (1.62 eggs/female/day and 18.48 eggs/female, respectively) were significantly higher than that of females reared on thrips (1.24 eggs/female/day and 13.77 eggs/female, respectively). The intrinsic rate of natural increase of *P. cracentis* fed on *C. lactis* (0.215 females /female/day) was significantly higher than that of mites fed on thrips (0.189 females /female/day). In conclusion, predatory mite *P. cracentis* was able to survive and increase its population when fed on *F. occidentalis* and *C. lactis* could be used for mass rearing of this predatory mite.

Keywords: Predatory Mite *Paraphytoseius cracentis*, morphological and biological characteristics, rate of natural increase.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Nhện bắt mồi *Paraphytoseius cracentis* (Corpuz & Rimando) (Acari: Phytoseiidae) là một loài thiên địch của bọ trĩ được tìm thấy phổ biến trên một số loại rau như đậu rau, dưa chuột, bầu bí, cà pháo, ớt... tại vùng đồng bằng sông Hồng. Tuy nhiên, các nghiên cứu về nhện bắt mồi *P. cracentis* còn rất ít trên thế giới và mới chỉ tập trung vào sự phân bố của chúng. Theo Liao *et al.* (2013), loài nhện bắt mồi *P. cracentis* đã được ghi nhận tại Trung Quốc, Hồng Kông, Nhật Bản, New Caledonia, Papua New Guinea, Philippines, Singapore, Đài Loan và Thái Lan, tuy nhiên chưa được ghi nhận tại Việt Nam.

Để giảm giá thành, các loài nhện bắt mồi đa thực đang được nhân nuôi công nghiệp trên một số vật mồi thay thế, như nhện bắt mồi *Amblyseius swirskii* Athias-Henriot (Acari: Phytoseiidae) đang được nhân nuôi trên nhện kho *Carpoglyphus lactis* L. (Acari: Carpoglyphidae) và *Thyreophagus entomophagus* (Laboulbene) (Acari: Acaridae) (Bolkman & van Houten, 2006; Fidgett & Stinson, 2008) hay nhện bắt mồi *Amblyseius cucumeris* (Oudemans) (Acari: Phytoseiidae) nuôi trên nhện kho *T. entomophagus* (Fidgett & Stinson, 2008).

Để có thể sử dụng nhện bắt mồi *P. cracentis* trong đấu tranh sinh học, việc tìm ra vật mồi thay thế để nhân nuôi hàng loạt loài nhện bắt mồi này là hết sức cần thiết. Chính vì vậy, nghiên cứu này được tiến hành nhằm hai mục đích: thứ nhất là mô tả đặc điểm hình thái các pha phát dục nhện bắt mồi *P. cracentis* để cho mọi người có thể dễ dàng nhận diện chúng trên đồng ruộng, thứ hai là đi sâu nghiên cứu đặc điểm sinh học và sức tăng quần thể loài nhện bắt mồi này trên vật mồi thay thế (nhện hại kho *C. lactis*) với đối chứng là vật mồi tự nhiên của chúng (bọ trĩ *Frankliniella occidentalis* (Pergande) (Thysanoptera, Thripidae)) nhằm bước đầu xác định khả năng nhân nuôi hàng loạt nhện bắt mồi *P. cracentis* trong tương lai.

2. PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Nhân nuôi nguồn vật mồi và nhện bắt mồi

2.1.1. Nhân nuôi nguồn nhện hại kho

Nguồn nhện hại kho *C. lactis* (L.) ban đầu được cung cấp bởi công ty Biobest N.V., Bỉ. Nhện hại kho được nuôi trong hộp nhựa chữ nhật kích thước 17 x 12 x 7 cm, trên nắp có đục một ô hình chữ nhật kích thước 10 x 5 cm và dán kín bằng lưới mịn nhằm lưu thông không khí. Hộp nuôi nhện được đặt trong một khay nhựa đựng nước xà phòng nhằm cách ly nguồn nhện với xung quanh. Nhện được nuôi bằng thức ăn cải tiến từ công thức của Zdarkova *et al.* (1999) bao gồm: 1/2 bột mỳ, 1/3 men bia và 1/6 thức ăn cho cá. Thức ăn được trộn với giá thể vermiculite nhằm cung cấp cho nhện kho thức ăn và chỗ ẩn nấp; thức ăn được thêm vào trong hộp hàng tuần.

2.1.2. Nuôi nguồn bọ trĩ

Nguồn bọ trĩ ban đầu được thu trên cây dưa chuột tại Cổ Bi, Gia Lâm, Hà Nội. Bọ trĩ các tuổi được hút và chuyển vào hộp nhựa chữ nhật kích thước 17 x 12 x 10 cm trên nắp có đục một ô hình chữ nhật kích thước 10 x 5 cm và dán kín bằng lưới mịn để lưu thông không khí. Trong hộp có một lớp giá thể vermiculite dày khoảng 1 cm làm nơi trú ẩn và hóa nhộng giả cho bọ trĩ. Thức ăn nuôi bọ trĩ là các quả đậu cô ve non, sạch được cho vào hộp nuôi, khi quả đậu bị héo vàng thì thêm các quả mới vào. Khi bọ trĩ hóa trưởng thành, phấn ong mật được cho vào hộp nuôi làm thức ăn thêm cho trưởng thành. Để xác định tên loài bọ trĩ, mẫu bọ trĩ trưởng thành lấy từ nguồn được giữ trong cồn 90% và gửi tới phòng thí nghiệm của Đại học Ghent để giải trình tự DNA đoạn COI và so sánh với mẫu trong ngân hàng gen để xác định loài. Loài bọ trĩ được xác định là *Frankliniella occidentalis* (Pergande) (Thrips: Thripidae).

2.1.3. Nuôi nguồn nhện bắt mồi

Nguồn nhện bắt mồi được thu bắt ngoài ruộng dưa chuột tại Cổ Bi, Gia Lâm, Hà Nội. Nhện bắt mồi được nuôi ở nhiệt độ phòng thí nghiệm bằng phương pháp đĩa lá. Lá đậu sạch được đặt ngửa trên tấm mút ẩm dày có kích

thước 15 x 10 x 1 cm và đặt trong hộp nhựa chữ nhật kích thước 17 x 12 x 10 cm, trên nắp hộp gắn miếng lưới mịn thoát khí kích thước 10 x 5 cm. Dùng bông thấm nước viền xung quanh lá giúp giữ ẩm cho lá, cung cấp nước uống cho nhện bắt mồi và ngăn không cho nhện bắt mồi và vật mồi chạy ra ngoài. Hai ngày một lần, bộ trĩ non tuổi nhỏ được lấy từ nguồn và quét vào trong đĩa lá. Tên loài nhện bắt mồi được định loại bởi nhà phân loại Gilberto José de Moraes, Đại học São Paulo, Brazil. Loài nhện bắt mồi được xác định là *Paraphytoseius cracentis* (Acari: Phytoseiidae).

2.2. Nghiên cứu đặc điểm sinh học nhện bắt mồi

Để nghiên cứu đặc điểm sinh vật học của cá thể nhện bắt mồi, lồng nuôi mica mô tả bởi Nguyen *et al.* (2013) được sử dụng. Mỗi lồng nuôi gồm ba miếng mica kích thước 40 x 40 mm. Tấm mica dưới cùng màu đen dày 2 mm chính giữa có một lỗ tròn đường kính 1 mm. Tấm mica giữa màu đen dày 5 mm với một lỗ tròn đường kính 18 mm ở trung tâm và tấm mica trên cùng màu trắng chính giữa có lỗ tròn đường kính 20 mm. Tấm bóng kính trong suốt kích thước 40 x 40 mm trên có các lỗ nhỏ (dưới 0,1 mm) được đặt giữa tấm mica giữa và trên cùng giúp không khí lưu thông giữa trong và ngoài lồng nuôi và lỗ đủ nhỏ để nhện bắt mồi không thể chui ra ngoài. Giấy ăn được cuộn lại thành sợi mảnh một đầu luồn qua lỗ nhỏ trên tấm mica dưới cùng một đầu nhúng vào nước để cung cấp nước cho nhện bắt mồi. Một kẹp giấy được sử dụng để giữ chặt các tấm mica với nhau. Các lồng nuôi được đặt trên một khay nhựa chứa nước.

Trước khi thí nghiệm, khoảng 60 nhện trưởng thành cái được chuyển từ nguồn sang một đĩa lá sạch với đầy đủ thức ăn là bộ trĩ tuổi nhỏ. Sau mỗi 8 giờ kiểm tra đĩa lá và chuyển từng quả trứng thu được vào mỗi lồng mica. Nhện non sau khi nở được cho ăn bộ trĩ tuổi nhỏ hoặc nhện hại kho tuổi nhỏ. Thức ăn được thêm vào lồng nuôi 2 ngày 1 lần để đảm bảo thức ăn luôn dư thừa. Số trứng ban đầu ở mỗi công thức thức ăn là 60 quả. Sau khi nhện hóa trưởng

thành các cá thể cái và đực được ghép đôi và cho đẻ trứng. Trứng được thu hàng ngày và tất cả trứng của các cá thể cái cùng một tuổi được chuyển vào lồng nuôi với thức ăn tương tự thức ăn của trưởng thành cái để xác định tỷ lệ đẻ cái của thế hệ thứ 2. Nhện được quan sát mỗi ngày một lần để xác định thời gian phát dục các pha, thời gian tiền đẻ trứng, số lượng trứng đẻ và tuổi thọ của trưởng thành cái. Hai loại thức ăn được thử đồng thời tại điều kiện phòng thí nghiệm ở nhiệt độ 29°C và độ ẩm 75%.

Trong quá trình nuôi sinh học, khi xác định có sự chuyển giữa các pha hoặc giữa các tuổi, 15 cá thể của mỗi pha hoặc mỗi tuổi của mỗi công thức thức ăn được tiến hành đo kích thước. Cá thể nhện được chụp ảnh dưới kính hiển vi có gắn camera ở cùng một độ phóng đại. Ảnh nhện bắt mồi được tiến hành đo chiều dài và rộng trên máy tính dựa trên phần mềm AxioVision Rel. 4.8 của công ty Carl Zeiss, Đức.

2.3. Tính tỷ lệ tăng tự nhiên

Tỷ lệ tăng tự nhiên (r_m) được tính dựa trên công thức của Birch (1948):

$$\sum l_x m_x e^{-r_m \cdot x} = 1$$

Trong đó: x là ngày tuổi của nhện cái (ngày), l_x là tỷ lệ sống sót của nhện cái tại ngày tuổi x và m_x là số lượng cá thể cái được nhện cái sinh ra tại ngày tuổi x . Giá trị m_x được tính bằng cách nhân số lượng trứng đẻ trung bình của nhện cái với tỷ lệ cái ở thế hệ sau tại ngày tuổi x của nhện cái. Phương pháp Jackknife của Meyer *et al.* (1986) và Hulting *et al.* (1990) được sử dụng để tính sai số chuẩn của giá trị r_m . Các chỉ tiêu khác của sức tăng quần thể được tính theo Maia *et al.* (2000) như tỷ lệ sinh sản thuần (R_0) chỉ số lượng cá thể cái được sinh ra bởi một nhện cái (nhện cái/nhện cái)

$$R_0 = \sum l_x m_x$$

hay thời gian một thế hệ (T) là khoảng thời gian cần thiết để số lượng quần thể tăng R_0 lần (ngày)

$$T = \frac{\ln R_0}{r_m}$$

Một số đặc điểm hình thái, sinh học của nhện bắt mồi *Paraphytoseius cracentis* (Acari: phytoseiidae) nuôi trên hai vật

2.4. Xử lý số liệu

Số liệu được xử lý thống kê bằng phần mềm SPSS phiên bản 20. Số liệu được kiểm tra phân bố chuẩn dựa trên kiểm định Kolmogorov-Smirnov. Khi số liệu không phải phân bố chuẩn, kiểm định Mann-Whitney U được dùng để xác định sự sai khác giữa hai loại thức ăn. Trong trường hợp phân bố chuẩn, kiểm định Student t được sử dụng. Với so sánh tỷ lệ cái ở thể hệ thứ 2, Generalized linear model được sử dụng với số liệu được nhập theo dạng nhị phân, 1 ứng với cá thể cái và 0 ứng với cá thể đực. Trong tất cả các kiểm định giá trị P nhỏ hơn hoặc bằng 0,05 chúng tỏ sai khác có ý nghĩa.

3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

3.1. Đặc điểm hình thái và kích thước nhện bắt mồi *Paraphytoseius cracentis*

Qua định loại bởi Gilberto José de Moraes, Đại học São Paulo, Brazil, loài nhện bắt mồi được xác định là *Paraphytoseius cracentis* (Acari: Phytoseiidae). Nhện bắt mồi *P. cracentis* đầu tiên được định danh với tên *Ptenoseius*

cracentis bởi Corpuz và Rimando năm 1966 (Corpuz-Raros & Rimando, 1966).

Để giúp việc mô tả hình dáng loài nhện bắt mồi *P. cracentis* được chính xác, kích thước dài và rộng các pha phát dục của chúng được đo đạc, kết quả được trình bày trong bảng 1. Nhện bắt mồi *P. cracentis* có 3 pha phát dục là trứng, nhện non (từ tuổi 1 đến tuổi 3) và nhện trưởng thành.

Trứng nhện bắt mồi *P. cracentis* (Hình 1C) có hình trứng ngỗng (hình ô van), trứng có màu trắng trong. Kích thước trứng của nhện cái nuôi bằng bọ trĩ là 0,16 x 0,13 mm. Trưởng thành thường đẻ trứng trên gân mặt dưới của lá hoặc trên các lông của lá.

Nhện non tuổi 1 (Hình 1D) có 3 đôi chân, cơ thể nhỏ bé, có màu trắng trong, cuối bụng có 2 lông dài. Khi nuôi bằng bọ trĩ nhện non tuổi 1 có kích thước dài rộng trung bình là 0,21 x 0,12 mm.

Nhện non tuổi 2 (Hình 1E) màu sắc chuyển sang vàng nhạt và có 4 đôi chân. Cơ thể phát triển lớn hơn so với tuổi 1. Kích thước nhện tuổi 2 nuôi bằng bọ trĩ có chiều dài và rộng trung bình là 0,25 x 0,13 mm.

Bảng 1. Kích thước các pha phát dục của nhện bắt mồi *P. cracentis* khi nuôi trên nhện hại kho *C. lactis* và bọ trĩ *F. occidentalis* ở nhiệt độ 29°C, ẩm độ 75%

Thức ăn	Kích thước các pha phát dục TB ± SE (mm)					
	Trứng	Tuổi 1	Tuổi 2	Tuổi 3	TT cái	TT đực
Chiều rộng						
<i>C. lactis</i>	0,128 ± 0,002a	0,127 ± 0,002a	0,131 ± 0,002a	0,163 ± 0,002a	0,211 ± 0,003a	0,172 ± 0,002a
<i>F. occidentalis</i>	0,125 ± 0,002a	0,122 ± 0,002a	0,127 ± 0,001a	0,162 ± 0,003a	0,199 ± 0,002a	0,170 ± 0,003a
U	41,500	70,000	83,000	0,397	0,587	3,082
Z	-3,132	-1,907	-1,430	28	27,403	28
P	0,057	0,056	0,153	0,695	0,562	0,056
Chiều dài						
<i>C. lactis</i>	0,165 ± 0,002a	0,220 ± 0,003a	0,257 ± 0,002a	0,320 ± 0,002a	0,382 ± 0,002a	0,330 ± 0,022a
<i>F. occidentalis</i>	0,162 ± 0,002a	0,213 ± 0,003a	0,251 ± 0,002a	0,317 ± 0,003a	0,380 ± 0,002a	0,327 ± 0,003a
U	66,000	79,500	78,000	97,500	86,000	70,500
Z	-2,070	-1,419	-1,555	-0,666	-1,179	-1,825
P	0,058	0,156	0,120	0,506	0,239	0,068

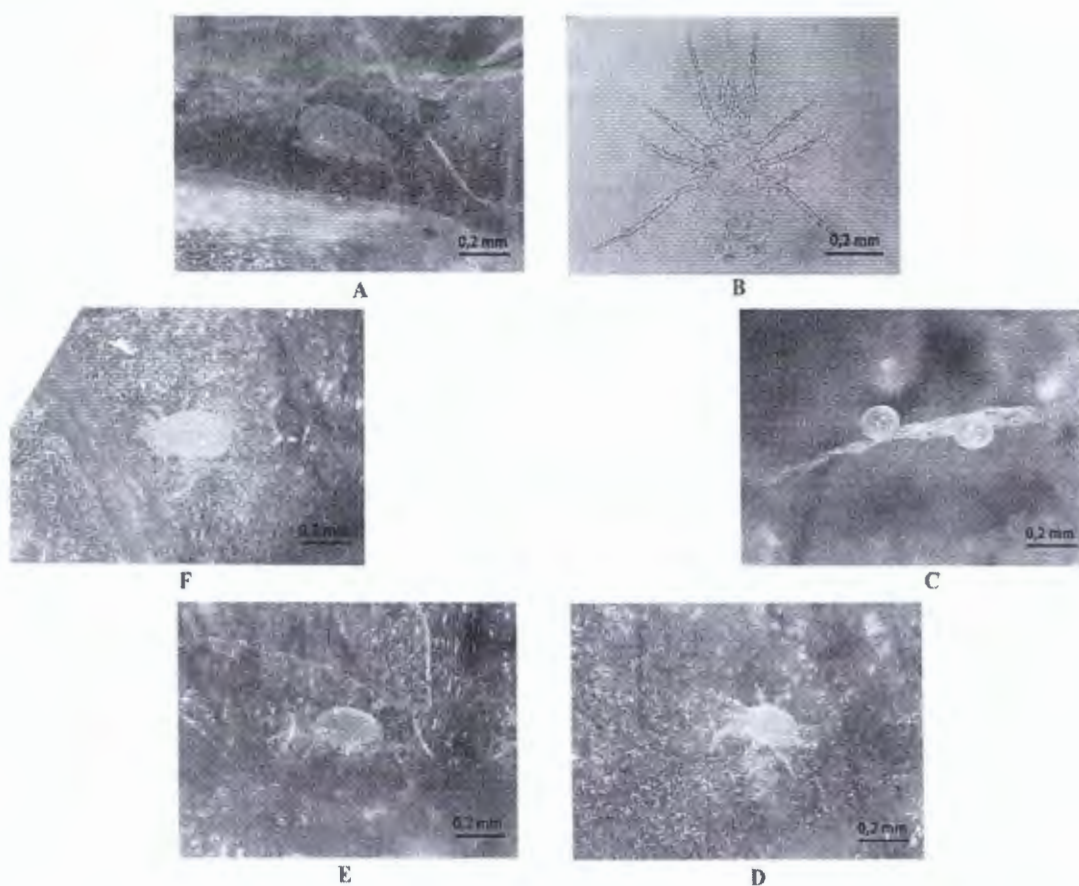
Ghi chú: Số cá thể đo kích thước là 15; TT: trưởng thành; Các chữ giống nhau trong cùng một cột với cùng nhện dục hoặc cái biểu diễn sự sai khác không rõ rệt ở mức $P < 0,05$; U-, Z- và P- là giá trị của phép kiểm định Manny - Whitney Test cho mẫu phân bố không chuẩn.

Nhện non tuổi 3 (Hình 1F) có 4 đôi chân, màu sắc bắt đầu thay đổi tùy vào thức ăn, nếu ăn nhện kho *C. lactis* thì cơ thể màu trắng đục còn ăn bọ trĩ cơ thể nhện bắt mỗi chuyển sang màu vàng, mặt lưng của nhện có lượn sóng. Cơ thể nhện tuổi 3 ăn bọ trĩ có kích thước dài rộng trung bình là $0,32 \times 0,16$ mm.

Nhện trưởng thành (Hình 1A) có 4 đôi chân, cơ thể căng bóng, di chuyển nhanh nhện hơn nhện non. Trên mặt lưng có 4 đôi lông z2, s4, z4 và z5 rất lớn (Hình 4B); các đôi lông z3, s6 và S2 tiêu biến. Nhện trưởng thành đục thường vũ hóa trước nhện cái, cơ thể chúng có màu trắng hoặc màu trắng vàng. Cơ thể hình bầu dục, cuối cùng thon nhọn. Kích thước nhện trưởng thành đục ăn bọ trĩ dài, rộng trung bình là $0,33 \times 0,17$ mm. Nhện trưởng thành cái có cơ thể màu trắng

hoặc trắng vàng. Cơ thể có kích thước lớn hơn con đục và thường hóa trưởng thành sau nhện đục. Khi mới hóa trưởng thành cơ thể có hình bầu dục dài, sau khi giao phối, trứng hình thành cơ thể có hình giọt nước với phần cuối bụng phình to. Nhện cái trưởng thành nuôi bằng bọ trĩ có kích thước dài, rộng trung bình là $0,38 \times 0,20$ mm.

Qua bảng 1 cho thấy ở cả chiều rộng và chiều dài của tất cả các pha phát đục nhện bắt mỗi *P. cracentis* khi ăn nhện hại kho hoặc bọ trĩ đều không khác một cách rõ rệt. Chiều dài và rộng của các pha phát đục tăng dần và lớn nhất là kích thước của nhện cái trưởng thành. Đặc điểm hình thái của tất cả các phát phát đục nhện bắt mỗi *P. cracentis* được thể hiện rõ trong hình 1, với các đặc điểm chi tiết được mô tả dưới đây:



Hình 1. Ảnh các pha phát đục nhện bắt mỗi *P. cracentis*

Ghi chú: A: Nhện trưởng thành cái; B: Mẫu lam nhện trưởng thành cái; C: Trứng; D: Nhện tuổi 1; E: Nhện tuổi 2; F: Nhện tuổi 3

3.2. Đặc điểm sinh vật học nhện bắt mồi *P. cracentis*

Một trong những chỉ tiêu quan trọng khi nghiên cứu đặc điểm sinh học nhện bắt mồi đó là xác định được thời gian phát dục các pha. Trong nghiên cứu này thời gian phát dục các pha của nhện bắt mồi *P. cracentis* được ghi nhận khi chúng được nuôi bằng hai loài vật mồi khác nhau: vật mồi thay thế nhện hại kho *C. lactis* và vật mồi tự nhiên bọ trĩ *F. occidentalis*. Kết quả được trình bày trong bảng 2.

Bảng 2 cho thấy thời gian phát dục tất cả các pha của cả nhện cái và dục đều không khác nhau rõ rệt khi chúng được nuôi bằng hai loại thức ăn khác nhau. Đối với nhện cái, thời gian phát dục của trứng là 1,21 - 1,19 ngày, tuổi 1 và 2 là 0,98 - 1,03 ngày, tuổi 3 là 1,06 - 0,97 ngày và tổng thời gian phát dục trước trưởng thành là 4,24 - 4,23 ngày tương ứng với thức ăn là nhện kho hay bọ trĩ.

Đối với nhện đực, nhện non tuổi 1, tuổi 2 và tuổi 3 ăn nhện kho có tốc độ phát triển không có sự sai khác so với các pha nhện non ăn bọ trĩ. Cũng như nhện cái, thời gian trước trưởng

thành của nhện đực ăn nhện kho là 4,22 ngày, không khác biệt rõ rệt so với cá thể ăn bọ trĩ (4,26 ngày).

Để xác định một loài vật mồi thay thế có thể thay vật mồi tự nhiên trong việc nhân nuôi nhện bắt mồi hay không, ngoài việc xác định ảnh hưởng của vật mồi thay thế tới thời gian phát dục các pha của nhện bắt mồi, một chỉ tiêu nữa cũng hết sức quan trọng cần đánh giá đó là xác định vật mồi thay thế có cung cấp đủ dinh dưỡng cho sự sinh sản của nhện bắt mồi hay không. Chính vì vậy, các chỉ tiêu sinh sản của nhện bắt mồi *P. cracentis* ăn trên hai loài thức ăn là nhện kho *C. lactis* và bọ trĩ được đánh giá và kết quả được thể hiện ở bảng 3.

Từ bảng 3 có thể thấy, thời gian tiền đẻ trứng của nhện bắt mồi cái ăn nhện kho *C. lactis* (2,33 ngày) dài hơn rõ rệt so với nhện cái ăn bọ trĩ (2,03 ngày). Tương tự, vòng đời của nhện cái nuôi bằng nhện kho dài hơn rõ rệt so với khi nuôi bằng bọ trĩ. Tuy nhiên thời gian đẻ trứng và tuổi thọ nhện cái *P. cracentis* không khác nhau rõ rệt khi chúng ăn trên hai loại thức ăn khác nhau. Thời gian đẻ trứng của nhện bắt

Bảng 2. Thời gian phát dục các pha trước trưởng thành nhện bắt mồi *P. cracentis* khi nuôi trên nhện hại kho *C. lactis* và bọ trĩ *F. occidentalis* ở nhiệt độ 29°C, ẩm độ 75%

Thức ăn	n	Thời gian phát dục (TB ± SE) (ngày)				
		Trứng	Tuổi 1	Tuổi 2	Tuổi 3	Trước TT
Nhện cái						
<i>C. lactis</i>	33	1,21 ± 0,07a	0,98 ± 0,02a	0,98 ± 0,05a	1,06 ± 0,04a	4,24 ± 0,08a
<i>F. occidentalis</i>	31	1,19 ± 0,07a	1.03 ± 0,03a	1,03 ± 0,06a	0,97 ± 0,03a	4,23 ± 0,08a
U		502,000	480,000	481,500	465,000	503,000
Z		-0,183	-1,404	-0,797	-1,706	-0,156
P		0,855	0,160	0,425	0,088	0,876
Nhện đực						
<i>C. lactis</i>	23	1,26 ± 0,09a	0,98 ± 0,02a	1,02 ± 0,05a	0,96 ± 0,04a	4,26 ± 0,09a
<i>F. occidentalis</i>	27	1,15 ± 0,07a	0,98 ± 0,02a	1,06 ± 0,04a	1,07 ± 0,07a	4,26 ± 0,10a
U		275.500	308.500	289,000	276,000	301,500
Z		-0,983	-0,115	-0,890	-1,290	-0,236
P		0,326	0,909	0,374	0,197	0,813

Ghi chú: n: số cá thể theo dõi; TT: trưởng thành; Các chữ giống nhau trong cùng một cột với cùng nhện dục hoặc cái biểu diễn sự sai khác không rõ rệt ở mức $P < 0,05$; U-, Z- và P- là giá trị của phép kiểm định Mann-Whitney Test cho mẫu phân bố không chuẩn.

Bảng 3. Một số chỉ tiêu sinh sản của nhện bắt mồi *P. cracentis* khi nuôi trên nhện hại kho *C. lactis* và bọ trĩ *F. occidentalis* ở nhiệt độ 29°C, ẩm độ 75%

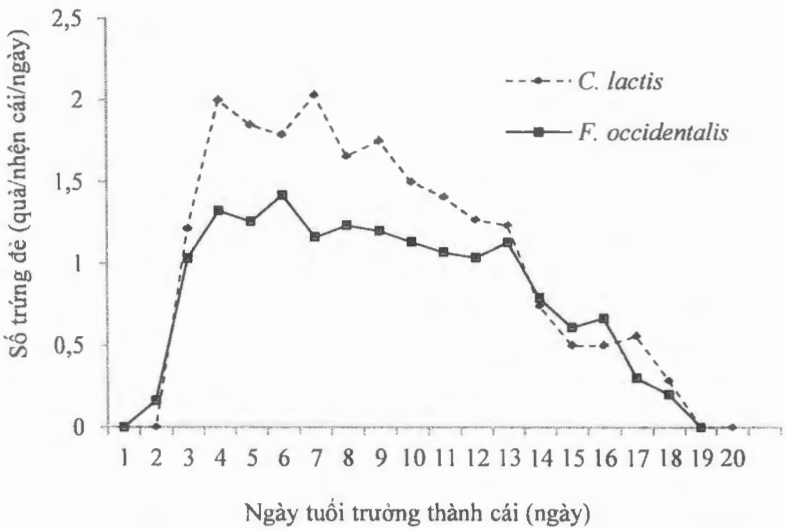
Chỉ tiêu theo dõi	<i>C. lactis</i> (n = 33)*	<i>F. occidentalis</i> (n = 31)	U/UF	Z/df	P
Thời gian tiền đẻ trứng (ngày)	2,33 ± 0,08a	2,03 ± 0,11b	385,000	-2,034	0,042
Vòng đời (ngày)	6,58 ± 0,09a	6,26 ± 0,08b	349,000	-2,552	0,011
Thời gian đẻ trứng (ngày)	11,27 ± 0,44a	11,23 ± 0,51a	504,500	-0,095	0,924
Tuổi thọ trưởng thành cái (ngày)	15,00 ± 0,47a	14,61 ± 0,51a	471,500	-0,542	0,588
Số trứng đẻ hàng ngày (quả/nhện cái/ngày)	1,64 ± 0,05a	1,24 ± 0,04b	6,131	62	< 0,001
Tổng số trứng đẻ (quả/nhện cái)	18,48 ± 0,93a	13,77 ± 0,71b	3,984	62	< 0,001
Tỷ lệ cái thể hệ thứ 2	61,63 ± 0,02a	62,98 ± 0,02a	0,187	1	0,665

Ghi chú: *TB ± SE; n: số cá thể theo dõi; Các chữ giống nhau trong cùng một hàng ngang biểu diễn sự sai khác không rõ rệt ở mức $P < 0,05$ với kiểm định Mann-Whitney Test (Thời gian tiền đẻ trứng, Thời gian đẻ trứng, Tuổi thọ trưởng thành cái), kiểm định Student t test (Số trứng đẻ hàng ngày, Tổng số trứng đẻ) hoặc kiểm định Probit (Wald Chi-square) (Tỷ lệ cái ở thế hệ thứ 2). U-, Z-, và P- là giá trị của kiểm định Mann-Whitney Test với mẫu phân bố không chuẩn; t-, df- và P- là giá trị của kiểm định Student t test với mẫu phân bố chuẩn; F-, df- và P- là giá trị của kiểm định Probit (Wald Chi-square) với mẫu dạng nhị phân (đực và cái).

mồi ăn trên nhện hại kho là 11,27 ngày và ăn trên bọ trĩ là 11,23 ngày. Tuổi thọ trưởng thành cái ăn nhện kho là 15,00 ngày và ăn bọ trĩ là 14,61 ngày. Số trứng đẻ hàng ngày và tổng số trứng đẻ của nhện bắt mồi ăn trên nhện kho *C. lactis* lần lượt là 1,64 quả/ngày và 18,48 quả/nhện cái cao hơn rõ rệt so với nhện cái ăn bọ trĩ với số trứng đẻ hàng ngày và tổng số trứng đẻ lần lượt là 1,24 quả/ngày và 13,77 quả/nhện cái. Tỷ lệ nhện cái được sinh ra ở thế hệ thứ 2

của nhện bắt mồi *P. cracentis* không khác nhau rõ rệt khi chúng ăn nhện kho *C. lactis* và bọ trĩ với tỷ lệ lần lượt là 61,63% và 62,98%.

Trên cùng vật môi tự nhiên bọ trĩ *F. occidentalis*, số trứng đẻ hàng ngày của nhện bắt mồi *P. cracentis* trong nghiên cứu này là 1,24 quả/ngày cao hơn số trứng đẻ hàng ngày của nhện bắt mồi *A. swirskii* (0,92 quả/ngày), một loài nhện bắt mồi hiện đang được sử dụng phổ biến trong phòng trừ bọ trĩ. Từ đây cho thấy



Hình 2. Nhịp điệu sinh sản của nhện bắt mồi *P. cracentis* khi nuôi trên nhện hại kho *C. lactis* và bọ trĩ *F. occidentalis* ở nhiệt độ 29°C, ẩm độ 75%

tiềm năng của nhện bắt mồi *P. cracentis* trong phòng chống bọ trĩ *F. occidentalis*. Sức sinh sản của nhện bắt mồi *P. cracentis* khi ăn nhện kho *C. lactis* cao hơn hẳn so với nhện cái ăn bọ trĩ cho thấy khả năng sử dụng vật mồi thay thế này trong nhân nuôi hàng loạt nhện bắt mồi *P. cracentis*. Số trứng đẻ hàng ngày của nhện bắt mồi *P. cracentis* khi ăn nhện kho *C. lactis* (1,64 quả/ngày) trong nghiên cứu này cao hơn số trứng đẻ hàng ngày của nhện bắt mồi *A. swirskii* khi cùng ăn nhện kho *C. lactis* 1,21 quả/ngày (Nguyen *et al.*, 2013). Tuy nhiên, tổng số trứng đẻ của nhện *P. cracentis* khi ăn nhện kho *C. lactis* (18,48 quả/nhện cái) trong nghiên cứu này thấp hơn so với tổng số trứng của nhện bắt mồi *A. eharai* (51,1 quả/nhện cái), *A. swirskii* (45,9 quả/nhện cái) và *N. cucumeris* (53,3 quả/nhện cái) khi nuôi trên cùng vật mồi tại 25°C (Ji *et al.*, 2015).

Nhện bắt mồi trưởng thành cái ăn bọ trĩ bắt đầu đẻ từ ngày thứ 2 trong khi nhện cái ăn nhện kho tới ngày thứ 3 mới bắt đầu đẻ. Số lượng trứng đẻ hàng ngày cái của nhện cái *P. cracentis* tăng dần và đạt mức cao nhất vào ngày tuổi thứ 7 của nhện trưởng thành cái ăn nhện kho và ngày tuổi thứ 6 đối với nhện cái ăn bọ trĩ, tuy nhiên số lượng trứng đẻ/ngày cao nhất của nhện cái ăn bọ trĩ chỉ đạt 1,45 quả/ngày, thấp hơn so với số trứng đẻ cao nhất của nhện cái ăn nhện kho là 2,1 quả/ngày. Trên cả hai loại thức ăn, nhện cái đều kết thúc đẻ trứng vào ngày tuổi thứ 19.

3.3. Sức tăng quần thể của nhện bắt mồi *P. cracentis*

Sức tăng quần thể là một chỉ tiêu tổng hợp của tốc độ phát triển và sức sinh sản cũng như tỷ lệ cái của một loài. Đây là một chỉ tiêu quan trọng để đánh giá thức ăn thích hợp hay không thích hợp cho việc nhân nuôi một loài thiên địch nào đó. Chính vì lý do đó, các chỉ tiêu về sức tăng quần thể của nhện bắt mồi *P. cracentis* khi ăn nhện hại kho *C. lactis* được đánh giá và so sánh với các chỉ tiêu tương ứng của nhện bắt mồi khi ăn vật mồi tự nhiên, bọ trĩ *F. occidentalis*.

Tỷ lệ sinh sản thuần (R_0) của nhện cái khi ăn hai loài vật mồi có sự sai khác rõ rệt. Nhện bắt mồi *P. cracentis* ăn nhện kho *C. lactis* có giá trị R_0 là 11,39, cao hơn rõ rệt so với nhện cái ăn bọ trĩ R_0 là 8,67. Tuy nhiên, thời gian một thế hệ (T) của nhện cái ăn nhện kho và bọ trĩ lại không có sự khác nhau rõ rệt tương ứng là 11,31 và 11,46 ngày. Tỷ lệ tăng tự nhiên (r_m) của nhện cái ăn nhện kho *C. lactis* là 0,215, cao hơn rõ rệt so với nhện cái ăn bọ trĩ 0,189.

Tỷ lệ tăng tự nhiên của nhện bắt mồi *P. cracentis* ăn bọ trĩ *F. occidentalis* trong nghiên cứu này (0,189) cao hơn so với chỉ tiêu này của nhện bắt mồi *A. swirskii* (0,056) khi ăn cùng một loài bọ trĩ (Wimmer *et al.*, 2008). *A. swirskii* là loài nhện bắt mồi được đánh giá cao trong phòng trừ bọ trĩ và đang được thương mại hóa rộng rãi trên thế giới, điều đó cho thấy nhện bắt mồi *P. cracentis* có tiềm năng sử dụng trong

Bảng 4. Một số chỉ tiêu sức tăng quần thể của nhện bắt mồi *P. cracentis* khi nuôi trên nhện hại kho *C. lactis* và bọ trĩ *F. occidentalis* ở nhiệt độ 29°C, ẩm độ 75%

Thức ăn	n	Tỷ lệ sinh sản thuần (R_0) (nhện cái/nhện cái)	Thời gian 1 thế hệ (T) (ngày)	Tỷ lệ tăng tự nhiên (r_m) (nhện cái/nhện cái/ngày)
<i>C. lactis</i>	33	11,39±0,66a	11,31±0,15a	0,215±0,004a
<i>F. occidentalis</i>	31	8,67±0,52b	11,46±0,19a	0,189±0,004b
U/t		3,222	-0,609	164,000
df		62	62	-4,668
P		0,002	0,544	<0,001

Ghi chú: Các chữ giống nhau trong cùng một hàng ngang biểu diễn sự sai khác không rõ rệt ở mức $P < 0,05$ với kiểm định Student *t* test (R_0 và T), kiểm định Mann-Whitney Test (r_m). *t*-, *df*- và *P*- là giá trị của kiểm định Student *t* test với mẫu phân bố chuẩn, *U*-, *Z*- và *P*- là giá trị của kiểm định Mann-Whitney Test với mẫu phân bố không chuẩn.

phòng trừ bọ trĩ *F. occidentalis* vì sau khi có bọ trĩ trên cây trồng chúng có khả năng tồn tại và tăng nhanh quần thể.

Để giảm giá thành nhân nuôi các loài nhện bắt mồi đa thực, nhện hại kho như *C. lactis*, *T. entomophagus*, *Lepidoglyphus destructor* (Acari: Glyciphagidae) và *Suidasia medanensis* (Acari: Suidasiidae) đang được sử dụng làm thức ăn chính thay thế cho các loài vật mồi tự nhiên trong nhân nuôi các loài nhện bắt mồi đa thực (Bolckmans & van Houten, 2006; Fidgett & Stinson, 2008; Midthassel *et al.*, 2013). Trong nghiên cứu này, nhện bắt mồi *P. cracentis* khi nuôi trên nhện kho *C. lactis* có sức tăng quần thể (0,215) cao hơn rõ rệt khi chúng ăn vật mồi tự nhiên là bọ trĩ *F. occidentalis* (0,189). Điều này cho thấy khả năng sử dụng loài nhện kho *C. lactis* trong nhân nuôi hàng loạt loài nhện bắt mồi này. Giá trị r_m của nhện *P. cracentis* khi ăn nhện kho *C. lactis* (0,215) trong nghiên cứu này gần tương đồng với giá trị r_m của một số loài nhện bắt mồi đa thực khác khi nuôi trên cùng vật mồi như *A. eharai* (0,253), *A. swirskii* (0,232) và *N. cucumeris* (0,212) (Ji *et al.*, 2015).

4. KẾT LUẬN

Nhện bắt mồi *P. cracentis* ăn nhện kho *C. lactis* có kích thước các pha tương tự như khi ăn bọ trĩ *F. occidentalis*. Kích thước trưởng thành cái khi ăn nhện kho và bọ trĩ lần lượt là 0,382 x 0,211 mm và 0,380 x 0,199 mm. Thời gian trước trưởng thành ở nhện cái và nhện đực của nhện bắt mồi *P. cracentis* ăn nhện kho *C. lactis* lần lượt là 4,24 và 4,26 ngày, không khác biệt rõ rệt khi chúng ăn bọ trĩ (4,23 ngày với nhện cái và 4,26 ngày với nhện đực). Tuy nhiên, số trứng đẻ hàng ngày và tổng số trứng đẻ của nhện cái *P. cracentis* nuôi bằng nhện kho *C. lactis* (lần lượt là 1,62 quả/nhện cái/ngày và 18,48 quả/nhện cái) cao hơn rõ rệt so với số trứng đẻ hàng ngày (1,24 quả/nhện cái/ngày) và tổng trứng đẻ (13,77 quả/nhện cái) của nhện cái ăn bọ trĩ. Tỷ lệ tăng tự nhiên của nhện bắt mồi *P. cracentis* ăn nhện kho (0,215 nhện cái/nhện cái/ngày) cũng cao hơn rõ rệt so với ăn bọ trĩ (0,189 nhện cái/nhện

cái/ngày). Từ kết quả trên cho thấy có thể sử dụng nhện kho *C. lactis* như một loài vật mồi thay thế để nhân nuôi hàng loạt nhện bắt mồi *P. cracentis* trong phòng thí nghiệm tại Việt Nam.

LỜI CẢM ƠN

Chúng tôi xin chân thành cảm ơn những góp ý quý giá của hai phản biện kín và xin gửi lời cảm ơn tới GS. Gilberto José de Moraes, Đại học São Paulo, Brazil đã giúp đỡ phân loại mẫu nhện bắt mồi và TS. Wim Jonckheere, Bộ môn Bảo vệ thực vật, Đại học Ghent, Bỉ đã giúp phân loại mẫu bọ trĩ. Nghiên cứu này được tài trợ bởi Quỹ Phát triển khoa học và công nghệ Quốc gia (NAFOSTED) và Quỹ nghiên cứu Flanders (FWO) trong đề tài mã số FWO.106-NN.2015.01.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- Birch, L. C. (1948). The intrinsic rate of natural increase of an insect population. *The Journal of Animal Ecology*, 17: 15-26.
- Bolckmans, K. J. F. and van Houten, Y. M. (2006). Mite composition, use thereof, method for rearing the phytoseiid predatory mite *Amblyseius swirskii*, rearing system for rearing said phytoseiid mite and methods for biological pest control on a crop. WO Patent WO/2006/057552.
- Corpus-Raros, L. and Rimando, L. (1966). Some Philippine Amblyseinae (Phytoseiidae: Acarina). *Philippine Agriculturist*, 50: 114-136.
- Fidgett, M. J. and Stinson, C. S. A. (2008). Method for rearing predatory mites. WO Patent WO/2008/015,393.
- Hulting, F. L., Orr, D. B. and Obrycki, J. J. (1990). A computer program for calculation and statistical comparison of intrinsic rates of increase and associated life table parameters. *Florida Entomologist*, 73: 601-612.
- Ji, J., Zhang, Y.-X., Lin, J.-Z., Chen, X., Sun, L. and Saito, Y. (2015). Life histories of three predatory mites feeding upon *Carpoglyphus lactis* (Acari, Phytoseiidae; Carpocephidae). *Systematic and Applied Acarology*, 20(5): 491-496.
- Liao, J.-R., Ho, C.-C. and Ko, C.-C. (2013). Checklist of Phytoseiidae (Acari: Mesostigmata) from Taiwan. *Formosan Entomologist*, 33: 67-90.
- Maia, A. d. H., Luiz, A. J. and Campanhola, C. (2000). Statistical inference on associated fertility life

- parameters using jackknife technique: computational aspects. *Journal of Economic Entomology*, 93(2): 511-518.
- Meyer, J. S., Ingersoll, C. G., McDonald, L. L. and Boyce, M. S. (1986). Estimating uncertainty in population growth rates: jackknife vs. bootstrap techniques. *Ecology*, 67(5): 1156-1166.
- Midthassel, A., Leather, S. R. and Baxter, I. H. (2013). Life table parameters and capture success ratio studies of *Typhlodromips swirskii* (Acari: Phytoseiidae) to the factitious prey *Suidasia medanensis* (Acari: Suidasidae). *Experimental and Applied Acarology*, 61(1): 69-78.
- Nguyen, D. T., Vangansbeke, D., Lü, X. and De Clercq, P. (2013). Development and reproduction of the predatory mite *Amblyseius swirskii* on artificial diets. *BioControl*, 58(3): 369-377.
- Wimmer, D., Hoffmann, D. and Schausberger, P. (2008). Prey suitability of western flower thrips, *Frankliniella occidentalis*, and onion thrips, *Thrips tabaci*, for the predatory mite *Amblyseius swirskii*. *Biocontrol Science and Technology*, 18(6): 533-542.
- Zdarkova, E., Strohalm, J. and Houska, M. (1999). Effect of high pressure on *Carpoglyphus lactis* (Acaridae: Carpoglyphidae). *Czech Journal of Food Sciences*, 17: 235-237.



Continuous rearing of the predatory mite *Neoseiulus californicus* on an artificial diet

Zi-Wei Song · Duc Tung Nguyen · Dun-Song Li · Patrick De Clercq

Received: 4 September 2018 / Accepted: 11 January 2019
© International Organization for Biological Control (IOBC) 2019

Abstract *Neoseiulus californicus* (McGregor) (Acari: Phytoseiidae) is one of the most efficient biological control agents of tetranychid mites and is commercially used in various countries around the world. In this study, four artificial diets were tested as an alternative food source for rearing *N. californicus*, and life table studies were performed to evaluate the nutritional value of the diets. Further, the performance of *N. californicus* reared for seven consecutive generations on the artificial diet enriched with *Ephesia kuehniella* Zeller eggs was assessed. The egg and

larval periods of *N. californicus* did not differ among the natural prey (*Tetranychus urticae* Koch) and artificial diets, but the developmental times of the nymphal stages were significantly longer on any of the artificial diets than on the natural prey. The total fecundity of *N. californicus* was reduced when the predator was fed on any of the artificial diets as compared with *T. urticae* (54.33 eggs per female). Among the artificial diets, fecundity of *N. californicus* was best on a basic artificial diet enriched with *E. kuehniella* (AD2) (41.32 eggs per female). Moreover, AD2 did not significantly affect the longevity and reproduction of *N. californicus* females after long-term rearing on this artificial diet. The predation and reproduction capacities of *N. californicus* reared on AD2 for up to four generations were significantly reduced when the predator was switched to natural prey on the first day, but generally improved from the second to third day on. In conclusion, artificial diets supplemented with an extract of *E. kuehniella* eggs (20%) may have potential for use in the mass rearing of *N. californicus*.

Handling Editor: Marta Montserrat.

Z.-W. Song · D.-S. Li (✉)
Guangdong Provincial Key Laboratory of High
Technology for Plant Protection/Plant Protection
Research Institute, Guangdong Academy of Agricultural
Sciences, 7 Jinying Road, Tianhe District,
Guangzhou 510640, China
e-mail: dsli@gdppri.cn

Z.-W. Song
e-mail: ziweisong@139.com

Z.-W. Song · P. De Clercq (✉)
Laboratory of Agrozoology, Department of Plants and
Crops, Ghent University, Coupure Links 653, 9000 Ghent,
Belgium
e-mail: patrick.declercq@UGent.be

D. T. Nguyen
Department of Entomology, Vietnam National University
of Agriculture, Trau Quy, Gia Lam, Hanoi, Vietnam
e-mail: ductunghau@gmail.com

Keywords Life table · Phytoseiid mite · Alternative food · Consecutive rearing · Predatory capacity

Introduction

Phytoseiid mites (Acari: Phytoseiidae) are important biological control agents of small arthropod pests, such as spider mites, thrips and whiteflies (Chant 1985). More than 20 species are commercially produced and used worldwide in augmentative biological control, and four of them are ranked among the most important invertebrate biological control agents. *Neoseiulus californicus* (McGregor) is one of these four phytoseiid mites (van Lenteren 2012). This phytoseiid can provide excellent biological control of spider mites over wide ranges of climatic and management conditions. The species is distributed in both humid and arid areas all over the world (Castagnoli and Simoni 1999; McMurtry et al. 2013; Song et al. 2016; Xu et al. 2013).

Augmentative biological control concerns the periodical release of natural enemies. In commercial augmentative biological control, natural enemies are mass-reared in biofactories for release in large numbers to obtain an immediate control of pests (van Lenteren 2012). Mass rearing of phytoseiid predatory mites is key in augmentation programs, as large numbers of predaceous mites are released (Nguyen et al. 2015a, b). In a number of cases, these natural enemies are mass-reared via a so-called natural, tri-trophic system, comprising the predator, the herbivorous prey and the prey's host plant (De Clercq et al. 2014). This system may suffer problems of discontinuity, and the high costs for rearing facilities and labor can lead to high market prices for the predator (De Clercq et al. 2005b).

Cost-effective rearing techniques are therefore needed to make augmentation a more competitive strategy for managing arthropod pests. Costs of production may be reduced when predatory insects can be produced on factitious prey that is easier and less expensive to rear than the natural prey (De Clercq et al. 2014). A number phytoseiid predators are currently commercially reared using different storage mites as factitious prey (Gillespie 1989; Ramakers and van Lieburg 1982; Bolckmans and van Houten 2006a, b). However, rearing procedures based on factitious prey may also involve space and/or labor to maintain large parallel cultures of the factitious prey. Further, there may be health risks for workers in production facilities or upon releases in the crop caused by allergens associated with factitious prey

(Nguyen et al. 2015b). The utilization of an artificial diet to produce beneficial arthropods, including predatory mites, may offer a solution for these challenges (De Clercq 2004; Riddick 2009).

A great deal of research has examined the development and reproduction of phytoseiid mites on artificial diets, including *N. californicus* (Ogawa and Osakabe 2008). Most of the tested phytoseiid mites could complete their development, but the fecundities of adult females were usually lower when they were fed on artificial diets as compared to natural or factitious prey (Abou-Awad et al. 1992; Kennett and Hamai 1980; Khanamani et al. 2017b; McMurtry and Scriven 1966; Nguyen et al. 2015b; Ogawa and Osakabe 2008; Shehata and Weismann 1972). Improving the mass rearing of *N. californicus* on alternative and more economical diets may further increase the interest in this predator as a biocontrol agent (Castagnoli and Simoni 1999; Khanamani et al. 2017b; Ogawa and Osakabe 2008). Ogawa and Osakabe (2008) investigated the development and survival of *N. californicus* on an artificial diet, and reported that the predator could successfully complete its development, but laid fewer eggs on the artificial diet. Based on the latter study and on the studies by Nguyen et al. (2013, 2014), Khanamani et al. (2017b) evaluated the life table parameters of *N. californicus* fed on ten different artificial diets under laboratory conditions. The latter authors showed that enrichment of artificial diets with arthropod components or maize pollen enhanced survival, development and reproduction of *N. californicus*. However, the values of fecundity and intrinsic rate of natural increase were still lower than those reported on the two-spotted spider mite (*Tetranychus urticae* Koch), almond pollen and maize pollen (Khanamani et al. 2017a, b).

An effective factitious or artificial food should satisfy the nutritional requirements of a predator and ensure the continuous production of progeny of high quality. Nutrient imbalances in a diet may be expressed and lead to impaired fitness of a predator only after several generations of rearing (De Clercq et al. 2005a). Moreover, whereas measures of development and reproduction of a natural enemy on an unnatural or artificial diet can be indicative for the value of the diet for rearing purposes, the ultimate quality parameter of an artificially reared natural enemy is its predation or parasitization efficacy (Grenier and De Clercq 2003).

In order to develop one or more efficient artificial diets for rearing *N. californicus*, four artificial diets were tested in the present study: two of these had been tested for *N. californicus* by Khanamani et al. (2017b), whereas the other two have not been tested for this species before. Living *T. urticae* were included in our experiments as a control diet. In the earlier studies, the liquid artificial diets were provided to *N. californicus* on filter paper, and the experimental units consisted of plastic sheets or acrylic board. In the present study, we supplied the liquid diets directly on kidney bean leaf arenas. Moreover, we investigated the developmental, reproductive and predatory performance of *N. californicus* when fed on one of the artificial diets (a diet enriched with eggs of *Ephestia kuehniella* Zeller) for several consecutive generations. The developmental and reproductive performance of *N. californicus* in the fourth and seventh generations of continuous rearing on the artificial diet were compared, and the predation and oviposition performances of the phytoseiid in the first to fourth generation of consecutive rearing on the same artificial diet were compared with those of their counterparts maintained on *T. urticae*.

Materials and methods

Stock cultures of mites

A colony of the two-spotted spider mite, *T. urticae* (London strain), was maintained on kidney bean plants (*Phaseolus vulgaris* L.) in the laboratories of the Department of Plants and Crops of Ghent University, Belgium. In order to provide mites for the experiments, *T. urticae* was reared on bean leaf arenas in an incubator at 25 ± 1 °C, $60 \pm 5\%$ RH and a L:D 16:8 h photoperiod. Cut bean leaves were placed upside up on water-saturated cotton, and the leaf edge was surrounded with strips of absorbent paper in order to minimize the escape of individual mites. Each leaf arena was placed in a rectangular plastic box (17.5 cm × 12.5 cm × 4 cm) having small holes (Φ 0.5 cm) in the bottom. This box was placed in larger plastic tray (22.5 cm × 18 cm × 3.5 cm) to which water was added every day to keep the cotton moist. *N. californicus*, originally collected from the Red River Delta in Vietnam, was reared on bean leaves with all stages of *T. urticae*, using arenas as described above for *T. urticae*.

Experimental unit

For preparing the experimental units, kidney bean leaves were cut into square pieces (2 cm × 2 cm) and the edges of the leaf sections were covered with tissue paper. The leaf sections were placed upside up on a layer of water-saturated cotton (2.5 cm × 2.5 cm × 1 cm) in individual Insect Breeding Dishes (Φ 5 cm × 1.5 cm, SPL Lifescience Co. Ltd), the lid of which had a meshed circular hole (Φ 1.4 cm) in the center. Water was added daily into the dish to keep the cotton moist. All experiments were done in growth chambers at 25 ± 1 °C, $65 \pm 5\%$ RH and a L:D 16:8 h photoperiod.

Preparation of artificial diets

Four artificial diets were prepared for evaluating their effects on the development and reproduction of *N. californicus*. The basic artificial diet (AD1) that we tested was formulated by Nguyen et al. (2013). The first enriched diet, AD2, consisted of 80% AD1 supplemented with 20% *E. kuehniella* eggs (frozen eggs, provided by Koppert BV, Berkel en Rodenrijs, The Netherlands) (Nguyen et al. 2014). The other two enriched artificial diets (AD3 and AD4) were newly formulated as explained below.

AD3 was composed of 80% AD1 supplemented with 20% *Typha latifolia* L. pollen. Frozen pollen of *T. latifolia* was provided by Biobest NV (Westerlo, Belgium). The supplement for AD3 was prepared by finely grinding 10 g of *T. latifolia* pollen in a ceramic mortar. Next, 40 g of AD1 was added in the mortar and the components were further ground and mixed using a pestle. The resulting mixture was centrifuged at 12,000 rpm at 5 °C for 10 min in an Eppendorf Centrifuge 5430R (Eppendorf, Hamburg, Germany), then the aqueous supernatant was transferred to 2 ml Eppendorf tubes.

Diet AD4 consisted of AD1 supplemented with *T. urticae* adults. For this purpose, 0.01 g of *T. urticae* females (ca. 400 adults) were collected using a vacuum pump from mite-infested bean leaves. The spider mites were transferred to a 2 ml Eppendorf tube and 0.1 ml of AD1 was added. Next, the components were finely ground using a pestle, and finally AD1 was added to 1 ml and the components were thoroughly mixed again. All artificial diets were maintained in a

refrigerator at 4 °C in 2 ml Eppendorf tubes for short term use or frozen at - 20 °C for long-term storage.

Experimental design

Effects of different diets on development and reproduction

To evaluate the suitability of different artificial diets as alternative food sources for the rearing of *N. californicus*, life table parameters were determined and compared with those of conspecifics fed on *T. urticae*. To obtain same-aged eggs of *N. californicus*, 70 mated *N. californicus* female adults were transferred from the colonies onto a bean leaf disc with ad libitum numbers of *T. urticae* mites. After 24 h, the deposited eggs were transferred individually to the experimental units. Each treatment was started with 70 eggs.

Upon the emergence of *N. californicus* larvae, the respective test diet was offered as food to the predators. Drops of artificial diet were placed on the leaf surface directly by using a fine brush. Daily, the diet was refreshed and the old diet drops were removed. After every four or five days, the predator was transferred to a new unit. To determine the life table parameters of *N. californicus* on *T. urticae*, a mixture of different stages of the two-spotted spider mite was used as a control treatment.

Each unit was observed once a day in order to assess the development of the immature stages as well as to determine their survival rate, using the presence of an exuvium as a criterion for successful molting. Upon adult emergence, each female in an experimental unit was coupled with a single male (from the same diet) and the couple was fed on the same diet that they had experienced during pre-adult development. The male was kept on the unit for the total experimental period and if a male died before the female, a new male adult was recruited from the mass-rearing colony, but it was excluded from life table analysis. The duration of pre-oviposition, oviposition and post-oviposition periods as well as adult longevity and fecundity were recorded every day. The daily observations continued until the death of the last individual. Progeny from females of the same age were transferred to new units and fed on the same diet as their parents in order to determine the sex ratio and mortality of offspring, and observations were made on a daily basis until all individuals had reached adulthood. Any mites that drowned or were

unaccounted for were excluded from life table analysis.

Development and reproduction on AD2 over multiple generations

Based on the results from the experiments above, the artificial diet enriched with *E. kuehniella* eggs (AD2) was selected for multigeneration testing. The offspring from first generation (G1) adults was maintained on AD2 up to the sixth generation (G6). The eggs laid daily by females of the third (G3) and sixth (G6) generation were collected to be used in an experimental set-up as described above, in order to assess the developmental and reproductive performance of the progeny in the fourth (G4) and seventh generation (G7) on AD2.

Predation and oviposition of mites reared on AD2 over different generations

Predation capacity and oviposition of female adults of *N. californicus* when offered protonymphs of *T. urticae* was assessed from the first (G1) to fourth (G4) generation of consecutive rearing on AD2, and compared to that of their counterparts reared on *T. urticae* as a control. In order to obtain *T. urticae* protonymphs of similar age for the experiments, females were collected by a vacuum pump from infested bean leaves and then transferred to a fresh bean leaf for egg laying; 24 h later, the females were transferred to a new bean leaf in the same way. Protonymphs (< 12 h old) were collected and transferred into the experimental units for testing, each unit having 30 protonymphs. Survival of the protonymphs was confirmed before the predators were placed into the units.

In order to obtain females of *N. californicus* reared on AD2 in different generations, eggs of the predator were collected from individually reared mites in the previous generation on this diet, and reared on individually with AD2 up to adulthood. For predators reared on live prey, newly molted females were collected from the stock colony on *T. urticae*. One female and one male were paired in an experimental unit and offered the corresponding diet (*T. urticae* or AD2) for another 24 h, to make sure the female was fertilized. Then the female was transferred to a new unit for 24 h starving. Subsequently, the starved

female was transferred to the unit with 30 protonymphs of *T. urticae*. After another 24 h, the live spider mites and eggs laid by *N. californicus* were counted.

To investigate possible changes in predatory ability and fecundity of *N. californicus* switched from artificial diet to live spider mite prey, the procedure described above was repeated for another five days (but without starvation), so that the same female was tested for six days in total. *N. californicus* females which escaped were excluded from analysis. Each treatment had 30 effective replicates.

Estimation of life table parameters

The life history raw data of all *N. californicus* individuals were analyzed based on the age-stage, two-sex life table theory (Chi and Liu 1985; Chi 1988). The age-stage specific survival rate (s_{xj}) (being the probability that a newborn will survive to age x and stage j , where x = age in days and j = stage; the first, second, third, fourth and fifth stage are the egg, larva, protonymph, deutonymph, and adult, respectively), the age-stage specific fecundity (f_{xj}) (the mean number of offspring produced by a female of age x), the age-specific survival rate (l_x) (the probability of a newly laid egg surviving to age x), the age-specific fecundity (m_x) (the mean fecundity of individuals at age x), and the population parameters (r , the intrinsic rate of increase; λ , the finite rate of increase, $\lambda = e^r$; R_0 , the net reproductive rate; T , the mean generation time) were calculated accordingly.

In the age-stage, two-sex life table, l_x and m_x were calculated as: $l_x = \sum_{j=1}^k s_{xj}$; $m_x = \frac{\sum_{j=1}^k s_{xj} f_{xj}}{\sum_{j=1}^k s_{xj}}$ where k was the number of stages. The net reproductive rate (R_0) was calculated as: $R_0 = \sum_{x=0}^{\infty} l_x m_x$. The intrinsic rate of increase (r) was calculated as: $\sum_{x=0}^{\infty} e^{-r(x+1)} l_x m_x = 1$ with age indexed from 0. The mean generation time T was defined as the length of time that a population needs to increase R_0 fold of its size at a stable age distribution, and was calculated as: $T = \frac{\ln R_0}{r}$.

Statistical analysis

The life table parameters were calculated by using the TWOSEX-MSChart program (<http://140.120.197.173/ecology/Download/TWOSEX-MSChart->

B100000.rar). The variances and SE of the population parameters were estimated by using the bootstrap procedure with 100,000 resamplings to obtain stable estimates (Akca et al. 2015; Huang and Chi 2012). Multiple comparisons of life table estimated parameters among different treatments (i.e. 21 comparisons for each parameter) were done by the paired bootstrap test ($B = 100,000$) based on 95% confidence intervals of the difference between the treatments and using the Šidák correction for multiple comparisons (Šidák 1967), a procedure which is embedded in the computer program TWOSEX-MSChart (Atlihan et al. 2017).

Two-way analysis of variance (ANOVA) was conducted to evaluate the effects of generation and time on the predation capacity and oviposition of *N. californicus* females (IBM, SPSS Statistics 20.0). When an interaction was detected between the main factors, means were compared among days and a pairwise multiple comparison procedure was used (Kutner et al. 2005). A Kolmogorov–Smirnov test indicated whether the data were normally distributed, and equality of variances was checked using a Levene-test. When the variances were shown to be equal, means were separated using a Tukey's test. When means were not normally distributed, a non-parametric Kruskal–Wallis test was conducted and means were separated using a Mann–Whitney U test. For all tests, the level of significance was set at $P = 0.05$.

Results

Effects of different diets on development and reproduction

Immature development

The duration of different immature life stages of *N. californicus* fed on *T. urticae* and the four artificial diets is shown in Table 1. The duration of egg to adult development (pre-adult duration) was significantly longer on the artificial diets as compared with the natural prey. There was no significant difference in the egg or larval periods among the tested diets, but significantly longer proto- and deutonymphal periods were observed when the predator was fed on the artificial diets. Among the artificial diets, there was no significant difference in the pre-adult duration

Table 1 Duration (days) of the different life stages, fecundity and sex ratio of *Neoseiulus californicus* reared on *Tetranychus urticae* and different artificial diets (AD1, AD2, AD3, AD4) and on the artificial diet enriched with *Ephestia kuehniella* eggs (AD2) in the fourth (G4) and seventh generation (G7)

Parameters	Natural prey	Artificial diets					
	<i>T. urticae</i>	AD1	AD2	AD3	AD4	AD2 (G4)	AD2 (G7)
Egg	1.64 ± 0.05a	1.75 ± 0.05ab	1.70 ± 0.06ab	1.65 ± 0.06ab	1.73 ± 0.06ab	1.66 ± 0.06a	1.84 ± 0.05b
Larva	1.00 ± 0.00	1.00 ± 0.00	1.00 ± 0.00	1.00 ± 0.00	1.00 ± 0.00	1.00 ± 0.00	1.00 ± 0.00
Protonymph	1.14 ± 0.04a	2.03 ± 0.10b	1.96 ± 0.09b	2.97 ± 0.20c	2.49 ± 0.15c	1.42 ± 0.08d	1.94 ± 0.09b
Deutonymph	1.24 ± 0.05a	1.80 ± 0.10b	2.02 ± 0.14bc	3.27 ± 0.24d	1.83 ± 0.13bc	1.88 ± 0.11bc	2.17 ± 0.16c
Pre-adult	5.03 ± 0.08a	6.58 ± 0.15b	6.67 ± 0.17bc	8.87 ± 0.32e	7.06 ± 0.19c	5.96 ± 0.13d	6.94 ± 0.17bc
Male longevity	51.05 ± 1.45a	57.41 ± 3.90abc	49.89 ± 1.54a	67.00 ± 3.91c	57.06 ± 2.05b	52.22 ± 1.94ab	52.33 ± 1.75ab
Female longevity	57.47 ± 3.58a	81.83 ± 3.15d	57.81 ± 2.74a	74.12 ± 3.32bcd	80.57 ± 2.60bd	65.62 ± 3.73ac	72.38 ± 3.63bc
Total lifespan	53.12 ± 2.80ab	67.79 ± 3.26d	51.02 ± 2.57a	64.13 ± 3.35cd	66.71 ± 3.32d	55.88 ± 3.28abc	60.02 ± 3.45bcd
APOP	1.67 ± 0.08a	11.97 ± 1.35c	6.03 ± 0.79b	16.91 ± 1.68d	15.55 ± 1.78cd	4.50 ± 0.38b	5.71 ± 1.26b
TPOP	6.69 ± 0.11a	19.05 ± 1.35b	13.00 ± 0.80c	26.15 ± 1.76e	23.24 ± 1.84bc	10.41 ± 0.45d	13.24 ± 1.29c
No. of oviposition days	16.53 ± 0.53a	24.12 ± 1.12b	25.19 ± 1.33b	7.52 ± 0.87c	14.41 ± 1.40a	23.91 ± 1.35b	27.47 ± 1.65b
Fecundity (eggs per female)	54.33 ± 1.83a	29.35 ± 1.54c	41.32 ± 2.23b	7.41 ± 0.89e	14.5 ± 1.48d	36.76 ± 2.35b	39.35 ± 2.40b
Percentage of females	69.32 ± 1.60	59.21 ± 3.99	60.10 ± 2.45	29.33 ± 5.26	33.33 ± 5.24	59.41 ± 2.82	60.78 ± 2.79

Means (± SE) within a row followed by different letters are significantly different ($P < 0.05$, paired bootstrap test)

APOP: adult pre-oviposition period, TPOP: total pre-oviposition period (from egg to oviposition), AD1: basic artificial diet, AD2 to AD4: basic artificial diet enriched with *Ephestia kuehniella* eggs (AD2), *Typha latifolia* pollen (AD3), *Tetranychus urticae* adults (AD4)

between AD1 and AD2, but the predator took longer to develop when it was fed on AD3 and AD4 than on AD1. Pre-adult duration was the longest on AD3.

Adult longevity

When comparing the natural prey with the basic artificial diet (AD1), the longevity of *N. californicus* males was similar, but the longevity of females was longer when they were maintained on AD1. Among the artificial diets, the enriched artificial diets did not affect adult longevity except for females fed on AD2 (AD1 enriched with *Ephestia* eggs): longevity of female *N. californicus* was significantly shorter on AD2 than on AD1, but still similar to that on *T. urticae*. (Table 1).

Reproduction

The reproductive periods (i.e., adult pre-oviposition period (APOP), total pre-oviposition period (TPOP) and number of oviposition days), fecundity and offspring sex ratio of *N. californicus* fed on different diets are shown in Table 1. Diet significantly influenced the reproductive periods and fecundity of *N. californicus*. The artificial diets prolonged the pre-oviposition periods compared with the natural prey, with the longest pre-oviposition periods on the artificial diets enriched with *T. latifolia* pollen (AD3) and *T. urticae* (AD4). The oviposition period was longest on AD1 and AD2, with more than 20 oviposition days, whereas on AD 4, the predator oviposited on less than 20 days. The oviposition period was shortest on AD3, i.e. only about seven days.

Fecundity of *N. californicus* was lower on any of the artificial diets than on the spider mite prey. Among the artificial diets, the fecundity of the predator was highest (41.32 eggs per female) when fed on AD2, followed by AD1 and AD4. The fecundity was lowest (only 7.41 eggs per female) when the predator was offered AD3. The offspring sex ratio of *N. californicus* on *T. urticae*, AD1 and AD2 was female-biased, whereas the offspring was male-biased on AD3 and AD4.

Life table parameters

The analysis of the life table parameters (Table 2) indicated significant differences among the tested

Table 2 Two-sex life table parameters of *Neoseiulus californicus* reared on *Tetranychus urticae* and different artificial diets (AD1, AD2, AD3, AD4) and on the artificial diet enriched with *Ephestia kuehniella* eggs (AD2) in the fourth (G4) and seventh generation (G7)

Parameters	Natural prey <i>T. urticae</i>	Artificial diets				
		AD1	AD2	AD3	AD4	AD2 (G4) AD2 (G7)
r (day ⁻¹)	0.286 ± 0.008a	0.082 ± 0.005c	0.131 ± 0.008b	0.034 ± 0.005e	0.058 ± 0.006d	0.128 ± 0.010b
λ (day ⁻¹)	1.331 ± 0.010a	1.085 ± 0.006c	1.140 ± 0.010b	1.035 ± 0.005e	1.060 ± 0.007d	1.137 ± 0.008b
R_0 (offspring)	37.35 ± 3.08a	16.08 ± 1.90c	24.17 ± 3.07b	3.65 ± 0.62e	8.37 ± 1.30d	23.47 ± 2.92b
T (d)	12.67 ± 0.18a	33.93 ± 1.20d	24.33 ± 1.07b	37.69 ± 1.59d	36.56 ± 2.54d	24.64 ± 0.85b

Means (± SE) within a row followed by different letters are significantly different ($P < 0.05$, paired bootstrap test)
AD1: basic artificial diet, AD2 to AD4: basic artificial diet enriched with *Ephestia kuehniella* eggs (AD2), *Typha latifolia* pollen (AD3), *Tetranychus urticae* adults (AD4)

diets. Among the artificial diets, the highest intrinsic rate of increase (r) was calculated (0.1309) for *N. californicus* fed on AD2, followed by AD1 and then by AD4 and AD3. However, the r value on the best diet (AD2) was less than half of that on natural prey (0.2858). Correspondingly, the highest finite rate of increase (λ) was obtained when the predator was fed on natural prey, followed by AD2, AD1 and AD4. AD3 had the lowest λ value. The net reproductive rate (R_0) was highest when the predator was fed on *T. urticae* (37.35). Among the artificial diets, the group reared on AD2 had the highest R_0 , and the lowest R_0 value was again on AD3. Finally, the mean generation time (T) on AD2 (24.33 days) was almost double the value on *T. urticae* (12.67 days), and the predator had the longest T when it was maintained on AD3 or AD4.

Development and reproduction on AD2 over multiple generations

Individual development

The duration of different immature life stages of *N. californicus* fed on AD2 in the fourth and seventh generation is shown in Table 1. The pre-adult duration of *N. californicus* reared on AD2 in the fourth generation was significantly shorter than that in the first and seventh generation on this artificial diet. Duration of the egg stage in the seventh generation was significantly longer than that in the fourth generation. The protonymph stage in the fourth generation was shorter than that in the first and seventh generation. There was no significant difference in the larval or deutonymphal periods among the three tested generations. Whereas the longevity of *N. californicus* males did not differ among generations, the female longevity of *N. californicus* in the seventh generation was significantly longer than that in the first generation.

Reproduction

The reproductive periods (i.e., adult pre-oviposition period (APOP), total pre-oviposition period (TPOP) and number of oviposition days), fecundity and offspring sex ratio of *N. californicus* fed on different diets and fed on AD2 for three different generations are shown in Table 1. There was no significant difference in the reproductive parameters of *N.*

californicus between the tested generations. The life table parameters of *N. californicus* reared on AD2 in the first, fourth and seventh generations are shown in Table 2. All of the life table parameters were similar among the tested generations except for the mean generation time (T) on AD2 in the fourth generation which was significantly shorter than that in the other two generations.

Predation and oviposition of mites reared on AD2 over different generations

Two-way ANOVA indicated that there were interactions between time and treatment (diet/generation) for both predation and oviposition of *N. californicus* females reared on AD2 over different generations (Table 3). The mean numbers of *T. urticae* protonymphs killed by *N. californicus* females which had been reared on *T. urticae* or on artificial diet for four continuous generations in six consecutive days are shown in Table 4. On the initial two days, *N. californicus* reared on *T. urticae* had a consistently higher predation capacity on spider mites than their counterparts reared on artificial diet in each generation. From the third day on, there was an increase in predation by

Table 3 Two-way ANOVA indicating the effect of treatment (diet/generation) and time on predation and oviposition rate during a six-day period of *Neoseiulus californicus* females reared on *Tetranychus urticae* or an artificial diet enriched with *Ephestia kuehniella* eggs in four consecutive generations (G1 to G4)

Source	Predation rate	Oviposition rate
Treatment (diet/generation)		
<i>F</i>	39.89	19.59
<i>df</i>	4	4
<i>P</i>	< 0.001	< 0.001
Time		
<i>F</i>	27.27	369.84
<i>df</i>	5	5
<i>P</i>	< 0.001	< 0.001
Treatment \times Time		
<i>F</i>	4.46	4.75
<i>df</i>	20	20
<i>P</i>	< 0.001	< 0.001
Error		
<i>df</i>	870	870

Table 4 Daily number of *Tetranychus urticae* protonymphs killed by *Neoseiulus californicus* females and oviposition rate (eggs per female per day) during a six-day period of *Neoseiulus californicus* females reared on *Tetranychus urticae* or on an artificial diet enriched with *Ephestia kuehniella* eggs in four consecutive generations (G1 to G4)

Time	Treatment (diet/generation)	Predation rate	Oviposition rate
Day1	<i>Tetranychus urticae</i>	13.67 ± 0.57a	2.03 ± 0.09a
	AD2 (G1)	7.63 ± 0.38b	0.13 ± 0.06b
	AD2 (G2)	7.80 ± 0.45bc	0.43 ± 0.13b
	AD2 (G3)	6.67 ± 0.35c	0.30 ± 0.08b
	AD2 (G4)	7.43 ± 0.30bc	0.40 ± 0.11b
Day2	<i>Tetranychus urticae</i>	12.47 ± 0.44a	3.33 ± 0.15a
	AD2 (G1)	9.53 ± 0.40b	2.97 ± 0.16ab
	AD2 (G2)	8.77 ± 0.37b	2.70 ± 0.13b
	AD2 (G3)	9.20 ± 0.41b	2.67 ± 0.16b
	AD2 (G4)	9.27 ± 0.37b	2.97 ± 0.14b
Day3	<i>Tetranychus urticae</i>	12.27 ± 0.42a	3.80 ± 0.10a
	AD2 (G1)	11.57 ± 0.55ab	3.57 ± 0.10ab
	AD2 (G2)	10.20 ± 0.45b	3.40 ± 0.13b
	AD2 (G3)	10.37 ± 0.55ab	3.400 ± 0.12b
	AD2 (G4)	10.17 ± 0.44b	3.433 ± 0.13ab
Day4	<i>Tetranychus urticae</i>	12.23 ± 0.55a	3.63 ± 0.15a
	AD2 (G1)	11.87 ± 0.45a	3.37 ± 0.14b
	AD2 (G2)	11.53 ± 0.48a	3.57 ± 0.13ab
	AD2 (G3)	10.23 ± 0.41b	3.63 ± 0.15ab
	AD2 (G4)	10.07 ± 0.38b	3.60 ± 0.12ab
Day5	<i>Tetranychus urticae</i>	12.70 ± 0.41a	3.87 ± 0.06a
	AD2 (G1)	12.37 ± 0.54ab	3.57 ± 0.14ab
	AD2 (G2)	10.90 ± 0.48ab	3.400 ± 0.17b
	AD2 (G3)	10.37 ± 0.64b	3.43 ± 0.17b
	AD2 (G4)	10.77 ± 0.61ab	3.57 ± 0.18ab
Day6	<i>Tetranychus urticae</i>	12.03 ± 0.42ab	3.70 ± 0.12ab
	AD2 (G1)	12.97 ± 0.51a	3.83 ± 0.07a
	AD2 (G2)	11.37 ± 0.44ab	3.47 ± 0.16ab
	AD2 (G3)	10.53 ± 0.54b	3.37 ± 0.16b
	AD2 (G4)	10.50 ± 0.57b	3.50 ± 0.15ab

Means (± SE) within a column followed by different lowercase letters are significantly different ($P < 0.05$) on the same day according to Mann–Whitney U test (Predation rate on Day 1, Day 2, Day 4 and Day 6; Oviposition rate on Day 1 to Day 6) or Tukey’s test (Predation rate on Day 3 and Day 5)

N. californicus reared on artificial diet in each generation, and the predation capacity of *N. californicus* on the fourth to the sixth day in G1 and G2 on artificial diet was similar to that of predatory mites maintained on *T. urticae*. Although the mean numbers of *T. urticae* protonymphs killed by *N. californicus* females reared on AD2 in G3 and G4 were still significantly different to those of predatory mites maintained on *T. urticae* on the fourth day, the predation capacity of *N. californicus* reared on AD2 in G3 and G4 was similar to that of predatory mites reared on live prey on the 6th day.

The mean oviposition rate of *N. californicus* females during the predation experiment is also shown in Table 4. On the first day, the number of eggs laid by *N. californicus* reared on artificial diet in each generation was substantially lower than that of females reared on *T. urticae*. On the second day, however, egg production by predators that had developed on artificial diet picked up and from the third day on, oviposition rates of artificially reared mites were similar to those of mites reared on live prey.

Discussion

Previous studies demonstrated that the type II phyto-seiid predator *N. californicus* can develop and reproduce on artificial diets (Khanamani et al. 2017b; Nguyen et al. 2015b; Ogawa and Osakabe 2008), but there was no previous report about the consecutive rearing of *N. californicus* on an artificial diet. In this study, we not only tested the effects of different artificial diets on the performance of *N. californicus*, but also assessed how long-term rearing on an artificial diet affects the fitness of the phytoseiid.

Our experiments revealed that *N. californicus* could complete its immature development and reproduce on artificial diets, which is in line with the results of previous studies (Khanamani et al. 2017b; Nguyen et al. 2015b; Ogawa and Osakabe 2008). Arguably, comparing life table data of a species among studies is complicated by a range of other experimental conditions besides diet. Canlas et al. (2006) pointed out that the life table parameters of *N. californicus* may depend on the strain under study. Although diet AD2 is the same as one of the diets tested by Khanamani et al. (2017b), the life table estimates of *N. californicus* on

AD2 in our experiment were overall higher than those in Khanamani et al. (2017b).

Whereas Nguyen et al. (2015b) reported that no offspring of *N. californicus* succeeded in reaching adulthood on the basic artificial diet (AD1), the predator's offspring did succeed in reaching adulthood on this and all of the other diets tested. Moreover, *N. californicus* could be reared on the basic artificial diet enriched with *E. kuehniella* eggs (AD2) for seven consecutive generations, with reproduction, survival and life table parameters being similar among generations G1, G4 and G7. Thus, our small scale laboratory experiments indicate that the artificial diet enriched with *E. kuehniella* eggs can be nutritionally adequate to support long-term rearing of *N. californicus*.

The predatory mites had a lower fecundity when they were fed on the artificial diets as compared with their natural prey. McMurtry and Scriven (1966) reported that four phytoseiids had lower oviposition rates when they were reared on artificial diets compared with mite prey and pollen. Kennett and Hamai (1980) found that the oviposition rates of nine species of predaceous mites were lower than those on a natural diet. Grenier and De Clercq (2003) stated that adding insect components to artificial diets could enhance their acceptability and/or improve their nutritional quality for entomophagous arthropods. Among the artificial diets tested in our study, the fecundity of *N. californicus* was highest when the predator was fed on AD2. However, not all of such insect components or extracts may be useful to increase the value of an artificial diet for a predatory arthropod, even if those originate from the natural prey. Indeed, the fecundity of *N. californicus* fed on a diet enriched with *T. urticae* (AD4) was substantially lowered as compared with the basic artificial diet. Khanamani et al. (2017b) found that the fecundity of *N. californicus* was almost three times higher when the predator was fed on an artificial diet enriched with *E. kuehniella* eggs than on a diet enriched with *E. kuehniella* larvae. This suggests that the eggs contain more of certain nutrients that support the predator's reproduction. More work should be done to identify these essential nutritional components in order to advance the development of artificial diets for phytoseiid mites.

The performance (in terms of fecundity and sex ratio of offspring) of *N. californicus* was worst on the artificial diet enriched with *T. latifolia* pollen (AD3). Although several pollen species can serve as a

supplementary food source for *N. californicus* (Khanamani et al. 2017a), our findings may indicate that *T. latifolia* pollen is less suitable to *N. californicus*, as compared with castor bean or almond pollen for instance (Marafeli et al. 2014; Khanamani et al. 2017a). Indeed, different plant species may differ in their (anti-)nutritional value to predatory mites and thus affect life table parameters (Goleva and Zebitz 2013).

Although developmental and reproductive parameters are useful to assess the quality of a natural enemy produced on an artificial food, the ultimate quality parameter is its effectiveness as a biological control agent. It is imperative that a predator retains its potential to find and kill the target prey after long-term rearing on an unnatural prey or artificial diet (Grenier and De Clercq 2003). Henaut et al. (2000) pointed out that experience gained as an immature may affect decisions and behavior of a predator in the adult stage, and may thus impact on its ability to recognize, attack and subdue prey. The latter authors reported that adults of the anthocorid *Orius majusculus* (Reuter), which were reared in their nymphal stages on *E. kuehniella* eggs, were less effective as predators of pea aphids than their aphid-reared peers, but when egg-reared predators were exposed to novel aphid prey for one to eight days, the frequency of aphid attack increased significantly. *Amblyseius swirskii* Athias-Henriot was reportedly able to learn during early life, with adults attacking prey experienced early in life more quickly than they attacked unknown prey (Christiansen et al. 2016). Similarly, the predation ability of *N. californicus* females on the first day of being confronted with its natural prey was negatively affected even after a single generation of rearing on the artificial diet. Along with increasing experience with the prey, however, the phytoseiid's predation capacity increased from the second day on although it generally remained somewhat lower than that of conspecifics maintained on a diet of spider mites. Thus, the effectiveness of arthropod predators produced on artificial diets may be reduced when they are directly released into the field, but such artificially reared natural enemies may, at least in part, be readapted to their natural prey through a process of learning (Grenier and De Clercq 2003). Whereas continuous rearing on artificial diet also affected oviposition rates of *N. californicus* females, their reproduction capacity reached the level of that of their

peers fed natural prey after three days, irrespective of the number of generations they had been reared on the artificial diet.

In the present study, we used bean leaves as experimental substrates, as in preliminary experiments with black plastic arenas the mites successfully developed on the artificial diets, but did not reproduce. Likewise, Vangansbeke et al. (2014) reported that *Amblydromalus limonicus* Garman and McGregor had better developmental and reproductive traits when the mites were reared on leaf discs than on artificial substrates, and that green gut content was observed in larvae when kept without additional food on leaf discs. Differences in the microclimate on leaf discs versus artificial substrates may in part be responsible for the better performance of *N. californicus* on bean leaf arenas in our study as compared with previous studies. Moreover, the liquid artificial diets were placed directly on the leaf disc in the present study, and in this way the predator might feed more on the diet than when it is absorbed on filter paper or cotton balls like in previous studies.

In conclusion, enriching a liquid artificial diet with an extract of *E. kuehniella* eggs may increase its potential for use in the rearing of *N. californicus*. The enriched artificial diet supported development and reproduction of *N. californicus* for at least seven generations. Although continuous rearing on the artificial diet negatively affected the predation capacity and reproduction of the predator, experience with the natural prey during only a few days allowed to partially or fully restore these capacities. Finally, it is worth pointing out that our findings are based on small scale laboratory experiments and need to be validated at mass rearing scale. Future studies are warranted to design formulation or encapsulation methods for these artificial diets, in order to reduce the frequency of food replacement.

Acknowledgements Zi-Wei Song and Dun-Song Li were supported by the National Key R&D Program of China (2017YFD0201000), the Science and Technology Planning Project of Guangdong Province, China (2015A020209071), the Key Science and Technology Project of Yunnan Tobacco Company (2017YN13). The authors acknowledge the Grant for Overseas Training Projects from the Guangdong Academy of Agricultural Sciences for supporting the international cooperation. Duc Tung Nguyen and Patrick De Clercq were supported by additional funds from the Vietnam National Foundation for Science and Technology Development (NAFOSTED) and the Research Foundation - Flanders (FWO)

under grant number FWO.106-NN.2015.01. Thanks also go to Thomas Spranghers for providing the prepupae of the black soldier fly and his useful suggestions, and to Wim Jonckheere and Viet Ha Nguyen for support during the laboratory experiments. Professor Hsin Chi from Omer Halisdemir University is acknowledged for providing the updates for the TWOSEX-MSChart program and for his kind advice on the analysis.

References

- Abou-Awad B, Reda A, Elsayi S (1992) Effects of artificial and natural diets on the development and reproduction of two phytoseiid mites *Amblyseius gossipi* and *Amblyseius swirskii* (Acari: Phytoseiidae). *Int J Trop Insect Sci* 13:441–445
- Akca I, Ayvaz T, Yazici E, Smith CL, Chi H (2015) Demography and population projection of *Aphis fabae* (Hemiptera: Aphididae): with additional comments on life table research criteria. *J Econ Entomol* 108:1466–1478. <https://doi.org/10.1093/jee/fov187>
- Atlihan R, Kasap İ, Özgökçe MS, Polat-Akköprü E, Chi H (2017) Population growth of *Dysaphis pyri* (Hemiptera: Aphididae) on different pear cultivars with discussion on curve fitting in life table studies. *J Econ Entomol* 110:1890–1898
- Bolckmans KJF, van Houten YM (2006a) Mite composition, use thereof, method for rearing the phytoseiid predatory mite *Amblyseius swirskii*, rearing system for rearing said phytoseiid mite and methods for biological pest control on a crop. WO Patent WO/2006/057552
- Bolckmans KJF, van Houten YM (2006b) Mite composition, use thereof, method for rearing a phytoseiid predatory mite, rearing system for rearing said phytoseiid predatory mite and methods for biological pest control on a crop. WO Patent WO/2006/071107
- Canlas LJ, Amano H, Ochiai N, Takeda M (2006) Biology and predation of the Japanese strain of *Neoseiulus californicus* (McGregor) (Acari: Phytoseiidae). *Syst Appl Acarol* 11:141–157
- Castagnoli M, Simoni S (1999) Effect of long-term feeding history on functional and numerical response of *Neoseiulus californicus* (Acari: Phytoseiidae). *Exp Appl Acarol* 23:217–234
- Chant D (1985) Systematics and morphology. In: Helle W, Sabelis MW (eds) Spider mites: their biology, natural enemies and control, vol 1B. Elsevier, Amsterdam, Netherlands, pp 3–32
- Chi H (1988) Life-table analysis incorporating both sexes and variable development rates among individuals. *Environ Entomol* 17:26–34
- Chi H, Liu H (1985) Two new methods for the study of insect population ecology. *Bull Inst Zool Acad Sin* 24:225–240
- Christiansen IC, Szin S, Schausberger P (2016) Benefit-cost trade-offs of early learning in foraging predatory mites *Amblyseius swirskii*. *Sci Rep* 6:23571. <https://doi.org/10.1038/srep23571>
- De Clercq P (2004) Culture of natural enemies on factitious foods and artificial diets. In: Capinera JL (ed)

- Encyclopedia of entomology, vol 1. Kluwer Acad. Publication, Dordrecht, pp 650–652
- De Clercq P, Arijis Y, van Meir T, van Stappen G, Sorgeloos P, Dewettinck K, Rey M, Grenier S, Febvay G (2005a) Nutritional value of brine shrimp cysts as a factitious food for *Orius laevigatus* (Heteroptera: Anthoridae). *Bio-control Sci Technol* 15:467–479
- De Clercq P, Bonte M, van Speybroeck K, Bolckmans K, Deforce K (2005b) Development and reproduction of *Adalia bipunctata* (Coleoptera: Coccinellidae) on eggs of *Ephestia kuehniella* (Lepidoptera: Phycitidae) and pollen. *Pest Manag Sci* 61:1129–1132
- De Clercq P, Coudron TA, Riddick EW (2014) Production of heteropteran predators. In: Morales-Ramos JA, Rojas G, Shapiro-Ilan D (eds) Mass production of beneficial organisms: invertebrates and entomopathogens. Elsevier, London, pp 57–100
- Gillespie DR (1989) Biological control of thrips (Thysanoptera: Thripidae) on greenhouse cucumber by *Amblyseius cucumeris*. *Entomophaga* 34:185–192
- Goleva I, Zebitz CP (2013) Suitability of different pollen as alternative food for the predatory mite *Amblyseius swirskii* (Acari, Phytoseiidae). *Exp Appl Acarol* 61:259–283
- Grenier S, De Clercq P (2003) Comparison of artificially vs. naturally reared natural enemies and their potential for use in biological control. In: van Lenteren J (ed) Quality control and production of biological control agents: theory and testing procedures. CABI Publishing, Wallingford, pp 115–131
- Henaut Y, Alauzet C, Ferran A, Williams T (2000) Effect of nymphal diet on adult predation behavior in *Orius majusculus* (Heteroptera: Anthoridae). *J Econ Entomol* 93:252–255
- Huang YB, Chi H (2012) Assessing the application of the Jackknife and Bootstrap techniques to the estimation of the variability of the net reproductive rate and gross reproductive rate: a case study in *Bactrocera cucurbitae* (Coullett) (Diptera: Tephritidae). *J Agric For* 61:37–45
- Kennett C, Hamai J (1980) Oviposition and development in predaceous mites fed with artificial and natural diets (Acari: Phytoseiidae). *Entomol Exp Appl* 28:116–122
- Khanamani M, Fathipour Y, Talebi AA, Mehrabadi M (2017a) Linking pollen quality and performance of *Neoseiulus californicus* (Acari: Phytoseiidae) in two-spotted spider mite management programmes. *Pest Manag Sci* 73:452–461
- Khanamani M, Fathipour Y, Talebi AA, Mehrabadi M (2017b) Evaluation of different artificial diets for rearing the predatory mite *Neoseiulus californicus* (Acari: Phytoseiidae): diet-dependent life table studies. *Acarol* 57:407–419
- Kutner MH, Nachtsheim CJ, Neter J, Li W (2005) Applied linear statistical models. McGraw-Hill, New York
- Marafeli PP, Reis PR, da Silveira EC, Souza-Pimentel GC, de Toledo MA (2014) Life history of *Neoseiulus californicus* (McGregor, 1954) (Acari: Phytoseiidae) fed with castor bean (*Ricinus communis* L.) pollen in laboratory conditions. *Braz J Biol* 74:691–697
- McMurtry JA, Scriven G (1966) Effects of artificial foods on reproduction and development of four species of phytoseiid mites. *Ann Entomol Soc Am* 59:267–269
- McMurtry JA, Moraes GJD, Sourassou NF (2013) Revision of the lifestyles of phytoseiid mites (Acari: Phytoseiidae) and implications for biological control strategies. *Syst Appl Acarol* 18:297–320
- Nguyen DT, Vangansbeke D, Lv X, De Clercq P (2013) Development and reproduction of the predatory mite *Amblyseius swirskii* on artificial diets. *BioControl* 58:369–377
- Nguyen DT, Vangansbeke D, De Clercq P (2014) Artificial and factitious foods support the development and reproduction of the predatory mite *Amblyseius swirskii*. *Exp Appl Acarol* 62:181–194
- Nguyen DT, Bouguet V, Sprangers T, Vangansbeke D, De Clercq P (2015a) Beneficial effect of supplementing an artificial diet for *Amblyseius swirskii* with *Hermetia illucens* haemolymph. *J Appl Entomol* 139:342–351
- Nguyen DT, Vangansbeke D, De Clercq P (2015b) Performance of four species of phytoseiid mites on artificial and natural diets. *Biol Control* 80:56–62
- Ogawa Y, Osakabe M (2008) Development, long-term survival, and the maintenance of fertility in *Neoseiulus californicus* (Acari: Phytoseiidae) reared on an artificial diet. *Exp Appl Acarol* 45:123–136
- Ramakers PMJ, van Lieburg MJ (1982) Start of commercial production and introduction of *Amblyseius mckenziei* Sch. & PR. (Acarina: Phytoseiidae) for the control of *Thrips tabaci* Lind. (Thysanoptera: Thripidae) in glasshouses. *Med Fac Landbouww Rijksuniv Gent* 47:541–545
- Riddick EW (2009) Benefits and limitations of factitious prey and artificial diets on life parameters of predatory beetles, bugs, and lacewings: a mini-review. *BioControl* 54:325–339
- Shehata K, Weismann L (1972) Rearing the predaceous mite *Phytoseiulus persimilis* Athias-Henriot on artificial diet (Acarina: Phytoseiidae). *Biol Bratisl* 27:609–615
- Šidák Z (1967) Rectangular confidence regions for the means of multivariate normal distributions. *J Am Stat Assoc* 62:626–633
- Song ZW, Zheng Y, Zhang BX, Li DS (2016) Prey consumption and functional response of *Neoseiulus californicus* and *Neoseiulus longispinosus* (Acari: Phytoseiidae) on *Tetranychus urticae* and *Tetranychus kanzawai* (Acari: Tetranychidae). *Syst Appl Acarol* 21:936–946
- van Lenteren JC (2012) The state of commercial augmentative biological control: plenty of natural enemies, but a frustrating lack of uptake. *BioControl* 57:1–20
- Vangansbeke D, Nguyen DT, Audenaert J, Verhoeven R, Gobin B, Tirry L, De Clercq P (2014) Performance of the predatory mite *Amblydromalus limonicus* on factitious foods. *BioControl* 59:67–77
- Xu XN, Wang BM, Wang ED, Zhang ZQ (2013) Comments on the identity of *Neoseiulus californicus* sensu lato (Acari: Phytoseiidae) with a redescription of this species from southern China. *Syst Appl Acarol* 18:329–344

Zi-Wei Song is an assistant researcher of agricultural acarology at the Plant Protection Research Institute, Guangdong Academy of Agricultural Sciences, China. His research focuses on the diversity, mass rearing and biocontrol potential of predatory mites. This research was done in his capacity as a post-doctoral researcher at Ghent University, Belgium.

Duc Tung Nguyen is a lecturer at the Vietnam National University of Agriculture. His research focuses on the development of factitious foods and artificial diets for phytoseiid predators.

Dun-Song Li is a professor at the Plant Protection Research Institute, Guangdong Academy of Agricultural Sciences, China. His research group focuses on the biological control of agricultural pests, with emphasis on the mass rearing and

field usage of *Trichogramma* sp., *Anastatus* sp., and phytoseiid predatory mites.

Patrick De Clercq is an agricultural entomologist and professor at Ghent University, Belgium. His research group focuses on the integrated management of arthropod pests, with emphasis on the potential of predatory insects and mites for augmentative biological control. He is an associate editor for BioControl.

Article

Life tables and feeding habits of *Proprioseiopsis lenis* (Acari: Phytoseiidae) and implications for its biological control potential in Southeast Asia

DUC TUNG NGUYEN¹, ANH THE THAN¹, WIM JONCKHEERE², VIET HA NGUYEN², THOMAS VAN LEEUWEN² & PATRICK DE CLERCQ^{2*}

¹Entomology Department, Vietnam National University of Agriculture, Trau Quỳ, Gia Lam, Hanoi, Vietnam

²Laboratory of Agrozoology, Department of Plants and Crops, Ghent University, Coupure Links 653, B-9000 Ghent, Belgium

*Corresponding author: patrick.declercq@ugent.be

Abstract

Development, survival and reproduction of *Proprioseiopsis lenis* (Corpuz and Rimando) (Acari: Phytoseiidae), a predatory mite distributed in parts of Southeast Asia, were assessed on different foods. These included four pollens (*Typha latifolia*, *Luffa aegyptiaca*, *Zea mays*, *Ricinus communis*), the natural prey *Tetranychus urticae* (mixed stages) and *Frankliniella occidentalis* (first-second instars), and the storage mite *Carpoglyphus lactis* (mixed stages) as a factitious prey. The total immature developmental time of females fed at 27 °C on *T. latifolia* pollen (4.1 days) or *C. lactis* (4.0 days) was significantly shorter than that of those offered *Z. mays* pollen (5.3 days), *R. communis* pollen (6.7 days) or *T. urticae* (4.3 days). Nearly 60% of the predators fed on *R. communis* pollen died in the immature stages and adult females failed to produce eggs. The daily oviposition rate of *P. lenis* reared on *C. lactis* (2.9 eggs/female/day), *T. latifolia* pollen (2.7 eggs/female/day) and *F. occidentalis* (2.6 eggs/female/day) was significantly higher than that of females maintained on the other diets. Total fecundity of females offered *C. lactis* (37.3 eggs/female) was highest, followed by *F. occidentalis* (26.5 eggs/female), *T. urticae*, *L. aegyptiaca* pollen, and *T. latifolia* pollen and was lowest on *Z. mays* pollen (7.4 eggs/female). The intrinsic rates of increase (r_m) were highest on *C. lactis* (0.293), *T. latifolia* pollen (0.285) and *T. urticae* (0.283), followed by *F. occidentalis* (0.260) and *L. aegyptiaca* pollen (0.233) and were lowest on *Z. mays* pollen (0.115). Our findings suggest that *P. lenis* may have potential as a natural enemy to be used in augmentative biological control of spider mites and thrips in Southeast Asian greenhouse or field crops. The predator can be reared on the storage mite *C. lactis* and can also survive on several pollens in case prey is scarce or absent in the crop.

Keywords: *Proprioseiopsis lenis*; life table; pollen; intrinsic rates of increase

Introduction

Amblyseius lenis (Corpuz and Rimando) (Acari: Phytoseiidae) was first described on *Citrus nobilis* (Rutaceae) in the Philippines by Corpuz & Rimando (1966) and later renamed to *Proprioseiopsis lenis* (Moraes *et al.* 1986). The species was also recorded in Australia by Schicha & Elshafie (1980) and in Thailand by Oliveira *et al.* (2012). In 2017, *P. lenis* was recorded in Vietnam for the first time by the present authors. The mite was often found together with spider mites and thrips on green bean (*Phaseolus vulgaris* L.) and cucumber (*Cucumis sativus* L.) at several localities in the Red River Delta of Vietnam, including Hanoi city, Hung Yen province, Hai Duong province and Thai Binh province (unpublished data).

There are very few published records on the biology of this species. Navasero & Corpuz-Raros (2005b) reported development and reproduction of *P. lenis* when fed on the red spider mite, *Tetranychus piercei* McGregor and flour mite *Suidasia pontifica* Oudemans. These authors also investigated the functional responses of *P. lenis* to eggs, larvae, protonymphs, deutonymphs and adult females of *Tetranychus urticae* Koch (Navasero & Corpuz-Raros 2005a).

Knowledge of the biology of predatory mite species is required to explore their biological control potential against economically important pests in agricultural crops. *Proprioseiopsis lenis* may have potential as a native biological control agent in Southeast Asia, in a conservation biological control context as well as in an augmentative approach. Potential targets are spider mites and thrips, which are key pests in vegetable crops and increasingly difficult to control with conventional pesticides due to resistance issues (Jensen 2000; Van Leeuwen *et al.* 2010). Therefore, the present study set out to investigate life table parameters of *P. lenis* on different prey and plant foods. These included four pollens (*Typha latifolia* L. (Typhaceae), *Luffa aegyptiaca* Mill. (Cucurbitaceae), *Zea mays* L. (Poaceae), and *Ricinus communis* L. (Euphorbiaceae)), two natural (target) prey (*Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae) and *Frankliniella occidentalis* (Pergande) (Thysanoptera: Thripidae)) and a storage mite (*Carpoglyphus lactis* (L.) (Acari: Carpglyphidae)) as a factitious prey.

Materials and Methods

Pollen collection

Fresh cattail pollen (*T. latifolia*) was supplied by BioBest N.V., Westerlo, Belgium. Other pollens were collected from the fields around Vietnam National University of Agriculture (VNUA), Trau Quy, Gia Lam, Hanoi. The pollens were collected on sunny days from 8-10 AM. All pollen types were dried in an oven at 40 °C for two days and then stored at -18°C. For the experiments, the pollen was thawed and kept in a refrigerator at 5°C for max. one week.

Stock colony of prey

Two-spotted spider mites, *T. urticae*, and western flower thrips, *F. occidentalis*, were collected from green bean plants (*Phaseolus vulgaris* L.) grown in the field at Gia Lam, Hanoi, Vietnam and were subsequently maintained in the laboratory at VNUA on kidney bean plants (*P. vulgaris*) in insect cages (40 x 40 x 60 cm). Every week fresh plants were placed in the cages. Mixed life stages of *T. urticae* and first-second instars of *F. occidentalis* were used for the experiments.

A colony of *C. lactis* was initiated from mites supplied by Biobest N.V., Belgium. Mites were reared in plastic boxes (17 x 12 x 10 cm) with a mesh hole (10 x 5 cm) in the lid; these boxes were placed in a foam box (30 x 20 x 20 cm) containing 2 cm of water. Instant dry yeast (Angel Yeast Co. Ltd, China) mixed with vermiculite was added to the rearing boxes to provide food and shelter for the mites. Mixed life stages of *C. lactis* were used for the experiments.

Stock colony of *P. lenis*

The stock colony of *P. lenis* was initiated from individuals collected from a cucumber field at Gia Lam, Hanoi, Vietnam. Species identification was confirmed by Gilberto José de Moraes, Universidade de São Paulo, Brazil. The mites were reared on luffa leaves (*L. cylindrica*) placed upside down on water soaked 1 cm thick foam pads in a plastic tray (20×13×5 cm), with an extra cotton layer on the leaf edges, providing free water and preventing the mites from escaping. Storage mites, *C. lactis*, were supplied as a food source for the predatory mites. Each leaf disc was kept for about a week, after which the mites were transferred to a new leaf disc.

Experimental setup

To examine the development and reproduction of individual *P. lenis*, modified Munger cells were used as rearing microcosms, as described by Ogawa & Osakabe (2008) and Nguyen *et al.* (2013). Eight hours before the start of the experiments, small pieces of black sewing thread were placed in the stock colony of *P. lenis* to serve as an oviposition substrate. Eggs deposited on the sewing threads were transferred individually to the rearing microcosms; each food source treatment was started with sixty eggs. Upon egg hatching, pollen of *T. latifolia*, *R. communis*, *L. aegyptiaca* or *Z. mays*, or mixed life stages of *T. urticae* or *C. lactis*, or larvae of *F. occidentalis* (mainly first instars, some of which molted to the second instar during the experiment) were added in the rearing microcosms. All foods were supplied every other day. To obtain data on the duration of each developmental stage of *P. lenis* and on mortality and escape rates, observations were made every 24 hours until all individuals had reached adulthood. Predatory mites that escaped or died due to unnatural causes were excluded from data analysis. The developmental stage of each individual was determined based on the presence of exuviae in the cells. After completing immature development, each female was paired with a male that was reared on the same diet as the female. Adults were observed daily to determine the preoviposition and oviposition period, longevity and fecundity. Progeny from females of the same age were transferred to new cells and fed on the same diet as their parents in order to determine the sex ratio of the offspring for each treatment. All experiments were done at VNUA in a growth chamber set at 27 ± 1 °C, 75 ± 5 % RH and a 16:8 h (L: D) photoperiod.

Life table parameters

The intrinsic rate of increase (r_m) was calculated according to the formula of Lotka (1907) and Birch (1948):

$$\sum l_x m_x e^{-r_m x} = 1$$

where x equals the female age (days), l_x is the age specific survival of the females at age x and m_x is the number of daughters produced per female at age x . The latter parameter is obtained by multiplying the mean number of eggs laid per female by the proportion of female offspring produced at age x . The Jackknife procedure was used according to Meyer *et al.* (1986) and Hulting *et al.* (1990) to calculate the standard error of r_m . Other parameters calculated (Maia *et al.* 2000) were the generation time T , i.e. mean time span between the first egg laid of a generation and that of the next generation (days),

$$T = \frac{\sum x l_x m_x}{\sum l_x m_x}$$

and the net reproductive rate, R_0 , i.e. the mean number of female offspring produced per female (females/female)

$$R_0 = \sum l_x m_x$$

Finite rate of natural increase (λ) is the multiplication per female in unit time of a population with a stable age distribution. This was calculated as,

$$\lambda = \text{antilog } e^{r_m}$$

Doubling time (DT) is defined as the time in days that is required by a population to double in number and was calculated using the formula,

$$DT = \frac{\ln(2)}{r_m}$$

Statistical analysis

Data were subjected to statistical analysis (IBM SPSS Statistics, Ver. 20) to analyze the effect of diet on the duration of the immature stages, preoviposition and oviposition period, daily and total oviposition, and adult longevity of *P. lenis*. Kolmogorov–Smirnov tests indicated that none of the data were normally distributed. Therefore, nonparametric Kruskal–Wallis ANOVAs were used to analyze the data, and means were separated using the Mann–Whitney U test. Sex ratios of the progeny were compared by means of a logistic regression. This regression is a generalized linear model using a probit (log odds) link and a binomial error function. P-values smaller than or equal to 0.05 were considered significant.

Results

Immature survival of *P. lenis* differed among diets ranging from 40.7% to 100 % ($\chi^2 = 33.3387$, $df=6$, $p<0.001$; Probit (Wald Chi square) test). The survival rate on *R. communis* pollen (40.7%) was significantly lower than on the other diets (93.2%-100%). The developmental times of the egg and larval stage of *P. lenis* males and females did not differ among diets (Table 1). However, the developmental times of male and female protonymphs and deutonymphs were significantly affected by diet. Female protonymphs reared on *L. aegyptiaca* pollen developed faster than those fed on pollen of *T. latifolia*, *Z. mays*, or *R. communis* or on *T. urticae*, but at a similar rate as those given *F. occidentalis* or *C. lactis*. Female deutonymphs developed faster to adulthood on *C. lactis*, *T. latifolia* pollen, or *T. urticae* than those fed on the other diets. The total immature developmental time of females fed on *T. latifolia* pollen (4.1 days) or *C. lactis* (4.0 days) was significantly shorter than that of females fed on *Z. mays* pollen (5.3 days), *R. communis* pollen (6.7 days) and *T. urticae* (4.3 days). Male protonymphs and deutonymphs maintained on *R. communis* pollen took longer to develop than those offered the other diets. The development time of male protonymphs reared on *T. urticae* was similar to that on *C. lactis*, *F. occidentalis*, *Z. mays* pollen or *T. latifolia* pollen and shorter than that on pollen of *R. communis* or *L. aegyptiaca*. Male deutonymphs reared on *T. latifolia* pollen developed faster to adulthood than those given *F. occidentalis* or *R. communis* pollen. The total immature developmental time of males fed on *T. urticae* (4.0 days) was similar as that of their counterparts reared on *C. lactis* or pollen of *T. latifolia*, *Z. mays*, or *L. aegyptiaca* and significantly shorter than that of those offered *F. occidentalis* (4.3 days) or *R. communis* pollen (5.6 days).

After pairing, all females maintained on *R. communis* pollen died without producing eggs. Therefore, this diet was excluded from the reproduction and life-table analyses.

Diets significantly influenced all reproduction parameters as well as adult longevity (Table 2). Females fed on *T. urticae* had significantly shorter preoviposition periods than those fed on *L. aegyptiaca* pollen, *F. occidentalis*, *C. lactis* or *Z. mays* pollen. Oviposition period was the longest on *C. lactis*, followed by *F. occidentalis*, *T. urticae* and *L. aegyptiaca* pollen, and was the shortest on pollen of *Z. mays* and *T. latifolia*. Females lived the longest on *C. lactis* (18.0 days) and the shortest on *T. latifolia* pollen (9.6 days). The daily oviposition rates of *P. lenis* reared on *C. lactis* (2.9 eggs/female/day), *T. latifolia* pollen (2.7 eggs/female/day) or *F. occidentalis* (2.6 eggs/female/day) were superior to those of females reared on the other diets. Females produced most eggs on *C. lactis* (37.3 eggs/female), followed by *F. occidentalis* (26.5 eggs/female), whereas fecundity was lowest on *Z. mays* pollen (7.4 eggs/female). Also the sex ratio of offspring was significantly influenced by diet, with the highest female proportion on *C. lactis* (0.81) and the lowest on *Z. mays* pollen (0.59).

Net reproductive rate (R_0) of *P. lenis* was the highest when fed on *C. lactis* (30.3 females/female), followed by *F. occidentalis* and *T. urticae*, then by *T. latifolia* pollen and *L. aegyptiaca* pollen, and was the lowest on *Z. mays* pollen (4.3 females/female) (Table 3). Mean generation time (T) of the

predatory mite was the shortest when reared on *T. latifolia* pollen (8.7 days) and was the longest on *Z. mays* pollen (12.7 days). The shortest doubling times (DT) were recorded for females fed on *C. lactis*, *T. latifolia* pollen and *T. urticae* (2.36-2.44 days). A similar trend was observed both for the estimates of finite rate of increase (λ) and intrinsic rate of increase (r_m). The latter parameter was the highest for females given *C. lactis*, *T. latifolia* pollen or *T. urticae* (0.28-0.29 females/female/day), closely followed by *F. occidentalis* (0.26 females/female/day) and *L. aegyptiaca* pollen (0.23 females/female/day), and was markedly lower on *Z. mays* pollen (0.11 females/female/day).

TABLE 1. Developmental time (days) of the immature stages of *Proprioseiopsis lenis* females and males fed on different prey and pollen foods at 27±1°C.

Diet	n	Developmental stage				
		Egg	Larval	Protonymph	Deutonymph	Total immature
Female						
<i>T. latifolia</i> pollen	36	1.03±0.03a	0.68±0.04a	1.26±0.05bc	1.08±0.05ab	4.06±0.06a
<i>L. aegyptiaca</i> pollen	43	1.02±0.02a	0.73±0.04a	1.03±0.07a	1.42±0.08c	4.21±0.08ab
<i>Z. mays</i> pollen	39	1.03±0.03a	0.63±0.04a	1.35±0.04c	2.31±0.12d	5.31±0.12c
<i>R. communis</i> pollen	10	1.10±0.10a	0.75±0.08a	2.05±0.12d	2.80±0.49d	6.70±0.50d
<i>T. urticae</i>	32	1.03±0.03a	0.67±0.04a	1.39±0.06c	1.22±0.07bc	4.31±0.09b
<i>F. occidentalis</i>	23	0.91±0.06a	0.76±0.05a	1.11±0.08ab	1.30±0.10c	4.09±0.09ab
<i>C. lactis</i>	32	1.06±0.04a	0.75±0.04a	1.19±0.05ab	1.03±0.03a	4.03±0.03a
χ^2		9.260	7.843	49.525	96.569	112.480
df		6	6	6	6	6
P		0.159	0.250	<0.001	<0.001	<0.001
Male						
<i>T. latifolia</i> pollen	20	1.05±0.05a	0.65±0.05a	1.30±0.07ab	1.05±0.05a	4.05±0.09ab
<i>L. aegyptiaca</i> pollen	15	1.07±0.07a	0.60±0.05a	1.47±0.13b	1.20±0.11ab	4.33±0.13ab
<i>Z. mays</i> pollen	19	1.05±0.05a	0.71±0.06a	1.26±0.06ab	1.08±0.06a	4.11±0.07ab
<i>R. communis</i> pollen	14	1.07±0.07a	0.64±0.06a	2.21±0.15c	1.79±0.11c	5.64±0.23c
<i>T. urticae</i>	18	1.06±0.06a	0.78±0.06a	1.11±0.08a	1.06±0.06a	4.00±0.11a
<i>F. occidentalis</i>	32	1.03±0.03a	0.75±0.04a	1.13±0.09a	1.44±0.09b	4.34±0.11b
<i>C. lactis</i>	26	1.04±0.04a	0.77±0.05a	1.12±0.10a	1.19±0.11ab	4.12±0.06ab
χ^2		0.552	8.805	37.404	34.200	46.677
df		6	6	6	6	6
P		0.997	0.185	<0.001	<0.001	<0.001

n: Number of individuals reaching the adult stage; each treatment was started with 60 eggs.
Means (± SE) within a column and sex followed by the same letter are not significantly different (Mann-Whitney U test; P > 0.05).
 χ^2 -, df- and P-values refer to Kruskal-Wallis ANOVAs.

Discussion

Our laboratory study indicates that *P. lenis* can successfully develop and reproduce when feeding exclusively on mixed life stages of the two spotted spider mite, *T. urticae*, or the western flower thrips, *F. occidentalis*. Both herbivores are key pests in the horticultural production of Southeast Asia and Australia, where *P. lenis* is naturally distributed, opening perspectives for the phytoseiid's role as a biological control agent in this region.

TABLE 2. Reproduction and longevity of *Proprioseiopsis lenis* fed on different prey and pollen foods at 27±1°C.

Diet	n	Preoviposition period (days) ^a	Oviposition period (days) ^a	Female longevity (days) ^a	Oviposition rate (eggs/female/day) ^a	Total number of eggs (eggs/female) ^a	Female proportion of the progeny ^a
<i>T. latifolia</i> pollen	36	1.89±0.17ab	6.11±0.28c	9.47±0.39d	2.67±0.16ab	17.03±1.41c	0.70±0.02bc
<i>L. aegyptiaca</i> pollen	43	1.88±0.08bc	9.53±0.50b	11.98±0.54c	1.91±0.06d	18.44±1.24c	0.67±0.02c
<i>Z. mays</i> pollen	39	2.90±0.21d	7.59±0.81c	11.87±0.78c	0.95±0.04e	7.38±0.99d	0.59±0.03d
<i>T. urticae</i>	32	1.59±0.11a	9.19±0.60b	11.34±0.67c	2.27±0.11c	21.00±1.70c	0.76±0.02b
<i>F. occidentalis</i>	23	2.13±0.10c	10.35±0.74b	13.47±0.69b	2.58±0.10b	26.48±1.98b	0.72±0.02bc
<i>C. lactis</i>	32	2.53±0.16d	12.53±0.94a	16.97±1.22a	2.89±0.13a	37.31±3.48a	0.81±0.01a
χ^2	55.889	46.865	38.321	79.910	112.660	70.348	
df	5	5	5	5	5	5	
P	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	

n = number of reproducing females observed

^aMeans (± SE) within a column followed by the same letter are not significantly different (P > 0.05) according to a Mann-Whitney U test (preoviposition period, oviposition period, female longevity, oviposition rate, total number of eggs) or Probit (Wald Chi-square) test (female proportion of progeny); χ^2 , df- and P-values refer to Kruskal-Wallis ANOVAs.

TABLE 3. Life table parameters of *Proprioseiopsis lenis* fed on different prey and pollen foods at 27±1°C.

Diet	n	Net reproductive rate (R ₀ , females female ⁻¹) ^a	Generation time (T, Doubling time (DT, days) ^a	Finite rate of increase λ ^a	Intrinsic rate of increase (r _m , females female ⁻¹ day ⁻¹) ^a	
<i>T. latifolia</i> pollen	36	11.76±1.02c	8.65±0.11a	2.43±0.07a	1.33±0.01a	0.285±0.009a
<i>L. aegyptiaca</i> pollen	43	12.03±0.91c	10.67±0.19c	2.97±0.07c	1.26±0.01c	0.233±0.005c
<i>Z. mays</i> pollen	39	4.27±0.57d	12.73±0.34e	6.00±0.47d	1.12±0.01d	0.115±0.009d
<i>T. urticae</i>	32	16.03±1.35b	9.80±0.18b	2.44±0.05a	1.33±0.01a	0.283±0.006a
<i>F. occidentalis</i>	23	18.70±1.64b	11.27±0.19d	2.66±0.06b	1.30±0.01b	0.260±0.006b
<i>C. lactis</i>	32	30.27±2.88a	11.66±0.17d	2.36±0.06a	1.34±0.01a	0.293±0.008a
χ ²		88.546	127.005	85.092	114.799	114.065
df	5		5	5	5	
P		<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001

^aMeans (± SE) within a column followed by the same letter are not significantly different (P>0.05) according to Mann-Whitney U test; χ^2 -, df- and P-values refer to Kruskal-Wallis ANOVAs.

In the mass production of various generalist phytoseiids, storage mites, including *C. lactis*, *Thyreophagus entomophagus* (Laboulbene) (Acari: Acaridae), *Lepidoglyphus destructor* (Schränk) (Acari: Glyciphagidae) and *Suidasia medanensis* Oudemans (Acari: Suidasiidae) are being used as the primary food source instead of natural prey (Bolckmans & van Houten 2006; Fidgett & Stinson 2008; Miththassel *et al.* 2013). The present study indicates that *P. lenis* also develops and reproduces well on *C. lactis*. The developmental period of *P. lenis* females fed on *C. lactis* in the present study (4.03 days) was shorter than that of those reared on the flour mite *S. pontifica* (5.32 days, also at 27°C), as reported by Navasero & Corpuz-Raros (2005b). The intrinsic rate of increase (r_m) of the phytoseiid maintained on *C. lactis* in the present study was similar to that on the optimal natural prey *T. urticae*, indicating that *C. lactis* has potential as a factitious prey for the mass rearing of *P. lenis*. In the practice of biological control, pollen are increasingly used as a supplementary or alternative food source for predatory mites in order to maintain their populations in the crop when prey gets scarce (Nichols & Altieri 2004; van Rijn & Tanigoshi 1999). Pollen can be supplied as an additional food source either by using banker plants (Huang *et al.* 2011; Ramakers & Voet 1996) or by directly spraying on the crop plants (Messelink *et al.* 2014). Thus, a predator's ability to develop and reproduce when solely fed on pollen can be an important additional criterion to evaluate its

biological control potential (Nomikou *et al.* 2002; Nomikou *et al.* 2010; van Rijn *et al.* 2002). Our study demonstrates that *P. lenis* performs well on pollen of *T. latifolia* and *L. aegyptiaca*, and to a lesser extent on *Z. mays* pollen. In terms of population growth rates, *Typha latifolia* pollen proved to be as effective in supporting development and reproduction of the predatory mite as the superior prey types (*T. urticae*, *C. lactis*) tested in our study. The potential of these pollens as supplemental foods to support the biological control action of *P. lenis* needs to be further investigated in a field setting. In conclusion, our laboratory study indicates the potential of the predatory phytoseiid *P. lenis* to suppress outbreaks of thrips and spider mites in South East Asia where the mite is naturally distributed. However, more studies are needed to fully appreciate the value of *P. lenis* as a biological control agent. Whereas the present study was done at 27°C, the predator's performance needs to be investigated under different temperature regimes, in order to find the optimum temperature ranges both for its mass rearing and for its practical use in the field. Experiments under field realistic conditions are also required in order to obtain better insight into the phytoseiid's predation capacity and establishment potential when released in the field. Finally, in Vietnam and other parts of Southeast Asia, insect and mite pests are still mostly controlled by intensive pesticide use, warranting to investigate the susceptibility of *P. lenis* to commonly employed pesticides. This information will be useful both for the conservation of the predatory mite in the agricultural ecosystems of Southeast Asia and for its use in augmentative biological control within an IPM context.

Acknowledgments

This research was funded by the Vietnam National Foundation for Science and Technology Development (NAFOSTED) and The Research Foundation – Flanders (FWO) under grant number FWO.106-NN.2015.01 and G0F2416N. We thank Gilberto José de Moraes for his assistance with the identification of the predatory mite. The constructive comments from two anonymous reviewers are greatly appreciated.

References

- Birch, L.C. (1948) The intrinsic rate of natural increase of an insect population. *Journal of Animal Ecology*, 17, 15–26.
<https://doi.org/10.2307/1605>
- Bolckmans, K.J.F. & van Houten, Y.M. (2006) Mite composition, use thereof, method for rearing the phytoseiid predatory mite *Amblyseius swirskii*, rearing system for rearing said phytoseiid mite and methods for biological pest control on a crop. *WO Patent*, WO/2006/057552.
- Corpuz, L.A. & Rimando, L. (1966) Some Philippine Amblyseinae (Phytoseiidae: Acarina). *Philippines Agriculture*, 50, 114–136.
- Fidgett, M.J. & Stinson, C.S.A. (2008) Method for rearing predatory mites. *WO Patent* WO/2008/015,393.
- Huang, N., Enkegaard, A., Osborne, L.S., Ramakers, P.M., Messelink, G.J., Pijnakker, J. & Murphy, G. (2011) The banker plant method in biological control. *Critical Reviews in Plant Sciences*, 30, 259–278.
<https://doi.org/10.1080/07352689.2011.572055>
- Hulting, F.L., Orr, D.B. & Obrycki, J.J. (1990) A computer program for calculation and statistical comparison of intrinsic rates of increase and associated life table parameters. *Florida Entomologist*, 73, 601–612.
<https://doi.org/10.2307/3495274>
- Jensen, S.E. (2000) Insecticide resistance in the Western flower thrips, *Frankliniella occidentalis*. *Integrated Pest Management Reviews*, 5, 131–146.
<https://doi.org/10.1023/A:1009600426262>
- Lewis, T. (1997) *Thrips as crop pests*. London, CAB International.
- Lotka, A.J. (1907) Relation between birth rates and death rates. *Science*, 26, 21–22.

- <https://doi.org/10.1126/science.26.653.21-a>
- Maia, A.D.N., Luiz, A.J.B. & Campanhola, C. (2000) Statistical inference on associated fertility life table parameters using jackknife technique: Computational aspects. *Journal of Economic Entomology*, 93, 511–518.
- <https://doi.org/10.1603/0022-0493-93.2.511>
- McMurtry, J. & Croft, B. (1997) Life-styles of phytoseiid mites and their roles in biological control. *Annual Review of Entomology*, 42, 291–321.
- <https://doi.org/10.1146/annurev.ento.42.1.291>
- McMurtry, J.A., Moraes, G.J.D. & Sourassou, N.F. (2013) Revision of the lifestyles of phytoseiid mites (Acari: Phytoseiidae) and implications for biological control strategies. *Systematic and Applied Acarology*, 18, 297–321.
- <https://doi.org/10.11158/saa.18.4.1>
- Messelink, G.J., Bennisson, J., Alomar, O., Ingegno, B.L., Tavella, L., Shipp, L., Palevsky, E. & Wäckers, F.L. (2014) Approaches to conserving natural enemy populations in greenhouse crops: current methods and future prospects. *BioControl*, 59, 377–393.
- <https://doi.org/10.1007/s10526-014-9579-6>
- Messelink, G.J., Van Maanen, R., Van Holstein-Saj, R., Sabelis, M.W. & Janssen, A. (2010) Pest species diversity enhances control of spider mites and whiteflies by a generalist phytoseiid predator. *BioControl*, 55, 387–398.
- <https://doi.org/10.1007/s10526-009-9258-1>
- Meyer, J.S., Ingersoll, C.G., McDonald, L.L. & Boyce, M.S. (1986) Estimating uncertainty in population growth rates: jackknife vs. bootstrap techniques. *Ecology*, 67, 1156–1166.
- <https://doi.org/10.2307/1938671>
- Midthassel, A., Leather, S.R. & Baxter, I.H. (2013) Life table parameters and capture success ratio studies of *Typhlodromips swirskii* (Acari: Phytoseiidae) to the facultitious prey *Suidasia medianensis* (Acari: Suidasiidae). *Experimental and Applied Acarology*, 61, 69–78.
- <https://doi.org/10.1007/s10493-013-9682-x>
- Moraes, G.J., McMurtry, J.A. & Denmark, H.A. (1986) *A catalog of the mite family Phytoseiidae: references to taxonomy, synonymy, distribution and habitat*. Brasília, EMBRAPA-DDT.
- Navasero, M. & Corpuz-Raros, L. (2005a) Functional response of three predatory phytoseiid mites (Phytoseiidae: Acari) to two-spotted mite, *Tetranychus urticae* Koch (Tetranychidae: Acari). *Philippine Entomologist (Philippines)*, 19, 168–181.
- Navasero, M.M. & Corpuz-Raros, L.A. (2005b) Mass-rearing technique for *Proprioseiopsis lenis* (Corpuz and Rimando) and *Neoseiulus californicus* (Corpuz and Rimando) (Phytoseiidae: Acari) with notes in the biology of *P. lenis*. *Philippine Entomologist (Philippines)*, 19, 182–192.
- Nguyen, D.T., Vangansbeke, D., Lü, X. & De Clercq, P. (2013) Development and reproduction of the predatory mite *Amblyseius swirskii* on artificial diets. *BioControl*, 58, 369–377.
- <https://doi.org/10.1007/s10526-012-9502-y>
- Nichols, C. & Altieri, M. (2004) Agroecological bases of ecological engineering for pest management. In: Gurr, G., Wratten, S. & Altieri, M. (Eds.), *Ecological engineering for pest management: Advances in habitat manipulation for arthropods*. Collingwood, CSIRO Publishing, pp. 33–54.
- Nomikou, M., Janssen, A., Schraag, R. & Sabelis, M.W. (2002) Phytoseiid predators suppress populations of *Bemisia tabaci* on cucumber plants with alternative food. *Experimental & Applied Acarology*, 27, 57–68.
- <https://doi.org/10.1023/A:1021559421344>
- Nomikou, M., Sabelis, M.W. & Janssen, A. (2010) Pollen subsidies promote whitefly control through the numerical response of predatory mites. *BioControl*, 55, 253–260.
- <https://doi.org/10.1007/s10526-009-9233-x>
- Ogawa, Y. & Osakabe, M. (2008) Development, long-term survival, and the maintenance of fertility in *Neoseiulus californicus* (Acari: Phytoseiidae) reared on an artificial diet. *Experimental and Applied Acarology*, 45, 123–136.
- <https://doi.org/10.1007/s10493-008-9189-z>
- Oliveira, D.C., Charanasri, V., Kongchuensin, M., Konvipasruang, P., Chandrapatya, A. & De Moraes, G.J. (2012) Phytoseiidae of Thailand (Acari: Mesostigmata), with a key for their identification. *Zootaxa*, 3453, 1–24.
- Pallini, A., Janssen, A. & Sabelis, M.W. (1998) Predators induce interspecific herbivore competition for food in refuge space. *Ecology Letters*, 1, 171–177.

- <https://doi.org/10.1046/j.1461-0248.1998.00019.x>
- Ramakers, P. & Voet, S. (1996) Introduction of *Amblyseius degenerans* for thrips control in sweet peppers with potted castor beans as banker plants. *IOBC/WPRS Bulletin*, 19, 127–130.
- Schicha, E. & Elshafie, M. (1980) Four new species of phytoseiid mites from Australia, and three species from America redescribed (Acari: Phytoseiidae). *Australian Journal of Entomology*, 19, 27–36.
<https://doi.org/10.1111/j.1440-6055.1980.tb00957.x>
- van Houten, Y.M., Hoogerbrugge, H. & Bolckmans, K.J. (2007) The influence of *Amblyseius swirskii* on biological control of two-spotted spider mites with the specialist predator *Phytoseiulus persimilis* (Acari: Phytoseiidae). *IOBC/WPRS Bulletin*, 30, 129.
- Van Leeuwen, T., Vontas, J., Tsagkarakou, A., Dermauw, W. & Tirry, L. (2010) Acaricide resistance mechanisms in the two-spotted spider mite *Tetranychus urticae* and other important Acari: a review. *Insect Biochemistry and Molecular Biology*, 40, 563–572.
<https://doi.org/10.1016/j.ibmb.2010.05.008>
- van Rijn, P.C. & Tanigoshi, L.K. (1999) Pollen as food for the predatory mites *Iphiseius degenerans* and *Neoseiulus cucumeris* (Acari: Phytoseiidae): dietary range and life history. *Experimental & Applied Acarology*, 23, 785–802.
<https://doi.org/10.1023/A:1006227704122>
- van Rijn, P.C., van Houten, Y.M. & Sabelis, M.W. (2002) How plants benefit from providing food to predators even when it is also edible to herbivores. *Ecology*, 83, 2664–2679.
[https://doi.org/10.1890/0012-9658\(2002\)083\[2664:HPBFPF\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1890/0012-9658(2002)083[2664:HPBFPF]2.0.CO;2)
- Venzon, M., Janssen, A., Pallini, A. & Sabelis, M.W. (2000) Diet of a polyphagous arthropod predator affects refuge seeking of its thrips prey. *Animal Behaviour*, 60, 369–375.
<https://doi.org/10.1006/anbe.2000.1483>
- Wilson, L., Bauer, L. & Walter, G. (1996) ‘Phytophagous’ thrips are facultative predators of twospotted spider mites (Acari: Tetranychidae) on cotton in Australia. *Bulletin of Entomological Research*, 86, 297–305.
<https://doi.org/10.1017/s0007485300052597>

Submitted: 2 Feb. 2019; accepted by Rostislav Zemek: 30 Apr. 2019; published: 13 May 2019

Tạp chí

NÔNG NGHIỆP & PHÁT TRIỂN NÔNG THÔN

*Science and Technology Journal
of Agriculture & Rural Development*

MINISTRY OF AGRICULTURE AND RURAL DEVELOPMENT, VIETNAM

Tạp chí Khoa học và Công nghệ

BỘ NÔNG NGHIỆP VÀ PHÁT TRIỂN NÔNG THÔN

8

2019

TẠP CHÍ

**NÔNG NGHIỆP
& PHÁT TRIỂN NÔNG THÔN**

ISSN 1859 - 4581

NĂM THỨ MƯỜI CHÍN

SỐ 359 NĂM 2019
XUẤT BẢN 1 THÁNG 2 KỲ

TỔNG BIÊN TẬP
PHẠM HÀ THÁI
ĐT: 024.37711070

PHÓ TỔNG BIÊN TẬP
DƯƠNG THANH HẢI
ĐT: 024.38345457

TOA SOẠN - TRỊ SỰ
Số 10 Nguyễn Công Hoan
Quận Ba Đình - Hà Nội
ĐT: 024.37711072
Fax: 024.37711073

E-mail: tapchinongnghiep@vnn.vn
Website: www.tapchikhoahocnongnghiep.vn

VĂN PHÒNG ĐẠI DIỆN TẠP CHÍ
TẠI PHÍA NAM
135 Pasteur
Quận 3 - TP. Hồ Chí Minh
ĐT/Fax: 028.38274089

Giấy phép số:
290/GP - BTĐT
Bộ Thông tin và Truyền thông
cấp ngày 03 tháng 6 năm 2016

Công ty TNHH In ấn Đa Sắc
Địa chỉ: Số 7, P. Xuân Phương,
Q. Nam Từ Liêm, Hà Nội

Giá: 30.000đ

Phát hành qua mạng lưới
Bưu điện Việt Nam; mã ấn phẩm
C138; Hotline 1800.585855

MỤC LỤC

- | | |
|---|----------|
| ❑ NGUYỄN THỊ TRÂM ANH. Phân tích khả năng nâng cấp để tham gia chuỗi giá trị toàn cầu của các doanh nghiệp xuất khẩu tôm Việt Nam | 3- 10 |
| ❑ NGUYỄN ĐỨC TÙNG. Nghiên cứu đặc điểm sinh học nhện nhỏ bắt mồi (<i>Euseius aizawai</i> và <i>Amblyseius swirskii</i> (Acari: Phytoseiidae) ăn nhện trắng (<i>Polypogonotarsus nemus latus</i>) | 11- 17 |
| ❑ CHÂU MINH KHÔI, ĐỖ BÁ TÂN, TRẦN ANH ĐỨC. Đánh giá khả năng áp dụng trên diện rộng kỹ thuật tiết kiệm nước tưới trong canh tác lúa tại tỉnh Hậu Giang | 18-28 |
| ❑ ĐOÀN VINH PHÚC, LÊ QUÝ KHA, NGÔ NGỌC HUNG. Ảnh hưởng của mật độ và liều lượng phân đạm đến sinh trưởng và năng suất giống ngô lai MN585 vụ đông xuân và xuân hè 2017 tại Đồng Tháp | 29-36 |
| ❑ NGUYỄN HẢI THANH, NGUYỄN MINH ĐÔNG, NGUYỄN ĐỖ CHÂU GIANG, TAKU NISHIMURA, PHẠM VĂN TOÀN, NGÔ THỤY DIỄM TRANG. Hiệu quả kinh tế, kỹ thuật của mô hình tôm - lúa trong bối cảnh biến đổi khí hậu và gia tăng xâm nhập mặn ở tỉnh Bạc Liêu | 37- 46 |
| ❑ NGUYỄN QUANG CHƠN, NGUYỄN ĐỨC HOÀNG, NGUYỄN VĂN MẠNH, TRẦN TÂN, TRẦN VĂN CÔNG. Ảnh hưởng của bentonit và phân hữu cơ đến khả năng giữ nước của đất cát ở tỉnh Ninh Thuận | 47- 54 |
| ❑ VŨ KẾ HOẠCH, LÊ ANH ĐỨC. Nghiên cứu thiết kế và chế tạo thiết bị đa năng sấy và khử khuẩn thanh long thái lát | 55- 62 |
| ❑ NGUYỄN THỊ QUYÊN, ĐỖ THỊ PHƯƠNG THẢO, TRẦN ANH TUYẾN, PHAN THỊ YẾN, NGUYỄN TÀI NĂNG. Sử dụng chế phẩm thảo dược thay thế kháng sinh trong thức ăn chăn nuôi lợn thịt | 63- 67 |
| ❑ NGUYỄN THỊ BÍCH VÂN, NGUYỄN PHÚC CẨM TÚ, NGUYỄN PHÚ HÒA. Khảo sát chất lượng nước ao nuôi tôm thẻ chân trắng (<i>Penaeus vannamei</i> Boone, 1931) có mật độ nuôi khác nhau tại tỉnh Bạc Liêu | 68- 74 |
| ❑ VŨ THẾ DŨNG, VŨ THỊ DUNG. Bệnh nấm ở cá tầm Nga (<i>Acipenser guldenstaedtii</i> Brandt and Ratzeburg, 1833) và cá tầm Xiberi (<i>Acipenser baeri</i> Brandt, 1869) nuôi thương phẩm tại Lâm Đồng | 75- 81 |
| ❑ VŨ THỊ THÙY TRANG, TRẦN TRUNG QUỐC, NGÔ TÙNG ĐỨC, LÊ THỊ THU HÀ, NGUYỄN DUY PHONG. Quy hoạch vùng thích hợp trồng rừng Sao đen (<i>Hopea odorata</i>) tại 2 huyện miền núi tỉnh Thừa Thiên - Huế | 82- 89 |
| ❑ NGUYỄN PHƯƠNG VÂN. Tích hợp FAHP vào GIS để xây dựng bản đồ phân vùng trọng điểm cháy rừng ở tỉnh Quảng Bình | 90- 98 |
| ❑ LÊ DUY LINH, NGUYỄN THỊ KHÁNH HÒA, LÊ THỊ HƯƠNG. Đa dạng họ Long não (Lauraceae) ở Vườn Quốc gia Vũ Quang, Hà Tĩnh | 99- 106 |
| ❑ TRẦN THỊ KIM HƯƠNG, ĐÀO THU HUẾ. Ảnh hưởng của kỹ thuật thu hái, gieo trồng đến khả năng nảy mầm và sinh trưởng của sâm Lai Châu (<i>Panax vietnamensis</i> var. <i>Fuscidiscus</i>) | 107- 114 |
| ❑ LÊ NHƯ DŨNG. Thực trạng và nguyên nhân gây cháy rừng trên địa bàn thành phố Hà Nội | 115-125 |
| ❑ PHOUTHONE THAMMAVONG, NGUYỄN QUANG HỌC. Đánh giá thích hợp đất đai vùng phía Nam Thủ đô Viêng Chăn - Cộng hòa Dân chủ nhân dân Lào | 126-135 |
| ❑ TRẦN QUỐC VINH, CHU ĐẠI VIỆT, PHẠM QUÝ GIANG. Ứng dụng viễn thám và GIS xây dựng cơ sở dữ liệu đất lúa phục vụ bảo vệ vùng di sản Quốc gia ruộng bậc thang huyện Hoàng Su Phì, tỉnh Hà Giang | 136- 142 |
| ❑ NGUYỄN VĂN SONG, LÊ THỊ LANH, LÊ THỊ PHƯƠNG DUNG. Quản lý Quỹ hỗ trợ nông dân huyện Lạc Thủy, tỉnh Hòa Bình: Thực trạng và giải pháp | 143- 153 |
| ❑ NGUYỄN QUANG HÙNG. Ứng dụng bước thời gian tự thích ứng phân tích ứng suất đàn hồi tổng chịu tác dụng của tải trọng động | 154- 158 |

NGHIÊN CỨU ĐẶC ĐIỂM SINH HỌC NHỆN NHỎ BẮT MỖI (*Euseius aizawai* VÀ *Amblyseius swirskii* (Acari: Phytoseiidae)) ĂN NHỆN TRẮNG (*Polyphagotarsonemus latus*)

Nguyễn Đức Tùng¹

TÓM TẮT

Nhện trắng *Polyphagotarsonemus latus* là một loài sinh vật gây hại chính trên nhiều loại cây trồng nông nghiệp. Qua điều tra trên rau vùng đồng bằng sông Hồng cho thấy nhện nhỏ bắt mồi *Euseius aizawai* có khả năng ăn nhện trắng. Để đánh giá khả năng sử dụng loài nhện nhỏ bắt mồi này trong phòng chống nhện trắng, đã tiến hành nghiên cứu thời gian phát dục, sức sinh sản, sức tăng quần thể và sức ăn của nhện nhỏ bắt mồi *E. aizawai* khi nuôi bằng nhện trắng đồng thời so sánh với nhện nhỏ bắt mồi *Amblyseius swirskii* một loài nhện nhỏ bắt mồi hiện đang được thương mại rộng rãi trên thế giới để trừ nhện trắng. Kết quả cho thấy thời gian phát dục trước trưởng thành của cả nhện cái (5,04 ngày) và nhện đực (4,96 ngày) nhện nhỏ bắt mồi *A. aizawai* đều dài hơn so với thời gian phát dục của nhện *A. swirskii* (nhện cái 3,97 ngày và nhện đực 3,87 ngày). Số trứng trung bình hàng ngày và tổng số trứng của nhện cái *A. swirskii* (1,3 quả/nhện cái/ngày và 16,96 quả/nhện cái) cao hơn so với nhện cái *E. aizawai* (0,95 quả/nhện cái/ngày và 8,16 quả/nhện cái). Tỷ lệ tăng tự nhiên (r_m) của nhện cái *E. aizawai* (0,125 nhện cái/nhện cái/ngày) thấp hơn so với nhện cái *A. swirskii* (0,191 nhện cái/nhện cái/ngày). Khả năng ăn trứng và nhện trưởng thành nhện trắng của trưởng thành cái nhện nhỏ bắt mồi *A. swirskii* (14,93 quả/ngày và 11 con/ngày) cao hơn so với nhện trưởng thành cái nhện *E. aizawai* (11,73 quả/ngày và 9,13 con/ngày). Tuy nhện nhỏ bắt mồi *E. aizawai* có tỷ lệ tăng tự nhiên không cao bằng nhện nhỏ bắt mồi *A. swirskii*, nhưng đây là một trong số ít các loài nhện nhỏ bắt mồi của Việt Nam có khả năng tăng quần thể khi ăn nhện trắng cho thấy tiềm năng sử dụng chúng trong phòng chống loài sinh vật gây hại này.

Từ khóa: Đặc điểm sinh học, nhện nhỏ bắt mồi, nhện trắng, tỷ lệ tăng tự nhiên.

1. BẮT VẤN ĐỀ

Nhện trắng *Polyphagotarsonemus latus* (Banks) (Acari: Tarsonemidae), là một loài sinh vật gây hại nguy hiểm trên nhiều loại cây trồng, đặc biệt cây trồng trong nhà kính như: ớt ngọt, dưa chuột, cà tím (Gerson, 1992; Palevsky và cs, 2001). Do có kích thước cơ thể rất nhỏ (dài 0,1–0,3 mm), nên nhện trắng thường không bị phát hiện khi mới gây hại mà chỉ bị phát hiện khi có mật độ cao, gây hại với triệu chứng rõ rệt trên cây trồng (Venzon và cs, 2008). Nhện trắng thường gây hại ở phần ngọn và đẻ trứng ở mặt dưới của lá non. Chúng gây hại làm cho lá nhỏ, mép lá cong xuống và cuộn vào, lá nhăn nheo, cây bị chùn ngọn không phát triển được làm ảnh hưởng nặng nề tới năng suất (Nguyễn Văn Đình, 2002).

Các nghiên cứu trên thế giới cho thấy một số loài nhện nhỏ bắt mồi họ Phytoseiidae có khả năng khống chế tốt nhện trắng như *Neoseiulus californicus* (McGregor) và *Neoseiulus barkeri*

(Hughes) (Peña và Osborne, 1996) hay *Neoseiulus cucumeris* (Oudemans) (Weintraub và cs, 2003). Trong những năm gần đây nhện nhỏ bắt mồi *Amblyseius swirskii* (Athias-Henriot) được đánh giá là một trong những loài nhện nhỏ bắt mồi tốt nhất trong phòng chống nhện trắng trên nhiều loại cây trồng (Abou-Awad và cs, 2014; Maanen và cs, 2010; Onzo và cs, 2012). Tại Việt Nam đã ghi nhận nhện nhỏ bắt mồi *Amblyseius* sp. có khả năng kim hãm nhện trắng khá tốt (Nguyễn Văn Đình, 2002).

Qua quá trình điều tra thành phần nhện nhỏ bắt mồi họ Phytoseiidae trên rau vùng đồng bằng sông Hồng, đã thu và định danh được một số loài nhện nhỏ bắt mồi. Trong các loài thu được loài nhện nhỏ bắt mồi *Euseius aizawai* (Ehara & Bhandhufalck) (Acari: Phytoseiidae) có khả năng ăn nhện trắng. Chính vì vậy, trong nghiên cứu này đã tiến hành nghiên cứu đặc điểm sinh học, sức tăng quần thể và khả năng ăn nhện trắng của nhện nhỏ bắt mồi *E. aizawai* và so sánh với đối chứng là nhện nhỏ bắt mồi *A. swirskii* nhằm đánh giá tiềm năng sử dụng nhện nhỏ bắt mồi *E. aizawai* trong phòng chống nhện trắng tại Việt Nam.

¹ Viện Nông nghiệp Việt Nam
Email: nguyenductung@vnua.edu.vn

2. PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Phương pháp nhân nuôi nguồn nhện trắng và nhện nhỏ bắt mồi

2.1.1. Phương pháp nuôi nguồn nhện trắng

Nhện trắng được nuôi trên cây ớt sạch. Trước khi bắt đầu nuôi nguồn nhện trắng khoảng một tháng, hạt ớt được gieo vào đất sạch đựng trong bầu nilon đường kính 12 cm, cao 10,5 cm; gieo 5 hạt/bầu; mỗi lần gieo 6 bầu, cách 3 ngày gieo một lần. Sau khi cây ớt được 6-7 lá thật bắt đầu tiến hành thả nhện trắng *P. latus*. Nhện trắng được thu trên cây ớt ngoài đồng tại khu vực Văn Đức, Gia Lâm, các lá có nhện trắng được kiểm tra dưới kính hiển vi soi nổi để loại bỏ tất cả các loài sinh vật gây hại khác và thiên địch trước khi cho lên cây ớt sạch. Các cây ớt đã nhiễm nhện trắng được đặt trên khay chứa nước và cách ly trong lồng lưới. Sau mỗi 1 tuần các cây ớt mới được thêm vào lồng nuôi, những cây đã bị hỏng được chuyển ra ngoài.

2.1.2. Phương pháp nuôi nguồn nhện nhỏ bắt mồi

Nhện nhỏ bắt mồi *Euseius aizawai* được thu trên đậu cô ve tại Học viện Nông nghiệp Việt Nam, Trâu Quỳ, Gia Lâm, Hà Nội và được nhà phân loại nhện nhỏ bắt mồi GS. Gilberto José de Moraes, Đại học São Paulo, Brazil định danh. Nhện nhỏ bắt mồi *Amblyseius swirskii* được Công ty Koppert, Hà Lan cung cấp. Cả hai loài nhện được nuôi nguồn theo phương pháp của Nguyen và cs (2013) bằng cách chuyển nhện nhỏ bắt mồi lên tấm nhựa xanh kích thước (10 x 10 x 0,3 cm) (Multicel, SEDPA, Pháp) đặt trên một tấm mút dày 1 cm đặt trong hộp nhựa trong kích thước 20 x 13 x 5 cm chứa nước. Dùng băng giấy ăn phủ lên bốn cạnh của tấm nhựa nhằm cung cấp nước uống cho nhện nhỏ bắt mồi và ngăn chúng chạy thoát. Một sợi chỉ đen nhỏ được cho vào ô nuôi để làm giá thể cho nhện nhỏ bắt mồi đẻ trứng. Hai ngày một lần trứng được thu và chuyển sang hộp nuôi mới. Phấn hoa *Typha latifolia* (L.) được dùng để nhân nuôi cả hai loài nhện nhỏ bắt mồi. Phấn hoa *T. latifolia* được Công ty Koppert, Hà Lan cung cấp và được bảo quản trong điều kiện -20°C, khi sử dụng một lượng nhỏ phấn hoa được chuyển sang ống eppendopt 1,5 ml và giữ ở điều kiện 5-10°C, thời gian sử dụng không quá 1 tuần. Phấn hoa *T. latifolia* được rắc vào ô nuôi 2 ngày một lần làm thức ăn cho nhện nhỏ bắt mồi.

2.2. Phương pháp nghiên cứu đặc điểm sinh học nhện nhỏ bắt mồi

Đặc điểm sinh vật học của nhện nhỏ bắt mồi được nghiên cứu theo phương pháp nuôi cá thể trong lồng nuôi mica của Nguyen và cs (2013). Tám giờ trước khi bắt đầu thí nghiệm, một sợi chỉ đen mới được chuyển vào trong các hộp nuôi nhện nhỏ bắt mồi. Trứng đẻ trên các sợi chỉ được chuyển từng quả vào trong mỗi lồng nuôi nhện nhỏ bắt mồi. Sau khi trứng nở, một mẫu lá ớt mang hỗn hợp các pha nhện trắng được cho vào lồng nuôi để làm thức ăn cho nhện nhỏ bắt mồi. Sau mỗi 2 ngày lá cũ được chuyển ra ngoài và thay bằng một mẫu lá với đầy nhện trắng mới. Số trứng ban đầu của mỗi loài nhện nhỏ bắt mồi là 60 quả. Sau khi nhện nhỏ bắt mồi hóa trưởng thành, cá thể cái và đực được ghép đôi và cho đẻ trứng. Trứng được thu hàng ngày và tất cả trứng của các cá thể cái cùng một tuổi được chuyển vào lồng nuôi với thức ăn là nhện trắng để xác định tỷ lệ đẻ cái của thế hệ thứ 2. Nhện được quan sát mỗi ngày một lần cùng một thời điểm để xác định thời gian phát dục các pha, thời gian tiền đẻ trứng, số lượng trứng đẻ và tuổi thọ của trưởng thành cái. Thí nghiệm được thực hiện trong tủ định ôn ở nhiệt độ 25±1°C, ẩm độ 70±5%.

2.3. Phương pháp tính tỷ lệ tăng tự nhiên

Tỷ lệ tăng tự nhiên (r_m) được tính dựa trên công thức của Birch (1948):

$$\sum l_x m_x e^{-r_m x} = 1$$

Trong đó: x là ngày tuổi của nhện cái (ngày), l_x là tỷ lệ sống sót của nhện cái tại ngày tuổi x và m_x là số lượng cá thể cái được nhện cái sinh ra tại ngày tuổi x . Giá trị m_x được tính bằng cách nhân số lượng trứng đẻ trung bình của nhện cái với tỷ lệ cái ở thế hệ sau tại ngày tuổi x của nhện cái. Phương pháp Jackknife của Meyer và cs (1986) và Hulting và cs (1990) được sử dụng để tính sai số chuẩn của giá trị r_m . Các chỉ tiêu khác của sức tăng quần thể được tính theo Maia và cs (2000) như tỷ lệ sinh sản thuần (R_0) chỉ số lượng cá thể cái được sinh ra bởi một nhện cái (nhện cái/nhện cái).

$$R_0 = \sum l_x m_x$$

Hay thời gian 1 thế hệ (T) là khoảng thời gian cần thiết để số lượng quần thể tăng R_0 lần (ngày).

$$T = \frac{\ln Ro}{r_m}$$

2.4. Xử lý số liệu

Số liệu được xử lý thống kê bằng phần mềm SPSS phiên bản 20. Số liệu được kiểm tra phân bố chuẩn dựa trên kiểm định Kolmogorov-Smirnov. Khi số liệu không phải phân bố chuẩn kiểm định Mann-Whitney U được dùng để xác định sự sai khác giữa hai loài nhện. Trong trường hợp phân bố chuẩn, kiểm định student t được sử dụng. Với so sánh tỷ lệ cái ở thể hệ thứ 2, Generalized linear model được sử dụng với số liệu được nhập theo dạng nhị phân, 1 ứng với cá thể cái và 0 ứng với cá thể đực. Trong tất cả các kiểm định giá trị P nhỏ hơn hoặc bằng 0,05 chúng tỏ sai khác có ý nghĩa.

Bảng 1. Thời gian phát dục các pha trước trưởng thành nhện nhỏ bắt mồi *E. aizawai* và *A. swirskii* khi nuôi bằng nhện trắng ở nhiệt độ 25±1°C, ẩm độ 70±5%

Nhện nhỏ bắt mồi	n	Thời gian phát dục (TB ± SE) (ngày)				
		Trứng	Nhện non tuổi 1	Nhện non tuổi 2	Nhện non tuổi 3	Trước trưởng thành
Nhện cái						
<i>E. aizawai</i>	25	1,64±0,10b	0,90±0,04b	0,90±0,04a	1,60±0,12a	5,04±0,04b
<i>A. swirskii</i>	31	0,94±0,06a	0,74±0,05a	0,94±0,08a	1,35±0,09a	3,97±0,03a
U		138,5	265	375	302,5	0
Z		-4,883	-2,407	-0,235	-1,616	-7,289
P		<0,001	0,016	0,814	0,106	<0,001
Nhện đực						
<i>E. aizawai</i>	25	1,60±0,10b	1,04±0,06b	0,96±0,03a	1,36±0,10a	4,96±0,04b
<i>A. swirskii</i>	23	0,87±0,11a	0,87±0,07a	0,96±0,09a	1,17±0,08a	3,87±0,07a
U		115	207	257,5	234	10
Z		-3,991	-2,139	-0,819	-1,434	-6,438
P		<0,001	0,032	0,413	0,152	<0,001

Ghi chú: n là số cá thể theo dõi. Các chữ giống nhau trong cùng một cột với cùng nhện đực hoặc cái, biểu diễn sự sai khác không rõ rệt ở mức $P > 0,05$; U-, Z-, và P- là giá trị của phép kiểm định Mann-Whitney Test cho mẫu phân phối không chuẩn.

Qua bảng 1 cho thấy thời gian phát dục trước trưởng thành của cả nhện cái (3,97 ngày) và nhện đực (3,87 ngày) nhện nhỏ bắt mồi *A. swirskii* đều ngắn hơn rõ rệt so với thời gian phát dục của nhện *A. aizawai* (nhện cái 5,04 ngày và nhện đực 4,96 ngày). Trong đó, thời gian phát dục của pha trứng và nhện non tuổi 1 của nhện *A. swirskii* ngắn hơn rõ rệt so với nhện *A. aizawai*. Tuy nhiên, đối với pha nhện non tuổi 2 và nhện non tuổi 3 sự khác biệt về thời gian phát dục giữa hai loài nhện nhỏ bắt mồi là không rõ rệt.

3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

3.1. Thời gian phát dục các pha trước trưởng thành nhện nhỏ bắt mồi *E. aizawai* và *A. swirskii* khi nuôi bằng nhện trắng

Thời gian phát dục các pha là chỉ tiêu cơ bản trong nghiên cứu đặc điểm sinh học nhện nhỏ bắt mồi. Trong thí nghiệm đầu tiên, nhện nhỏ bắt mồi *E. aizawai* và *A. swirskii* được cho ăn hỗn hợp các pha của nhện trắng và nuôi trong điều kiện tủ định ôn tại nhiệt độ 25°C, hàng ngày từng cá thể nhện nhỏ bắt mồi được theo dõi và ghi chép lại thời gian phát triển của trứng và nhện non các tuổi. Kết quả được trình bày trong bảng 1.

Thời gian phát dục các pha nhện *A. Aizawai* nuôi bằng nhện trắng trong nghiên cứu này tương đồng với kết quả nghiên cứu của Li và cs (2006) khi nuôi loài nhện nhỏ bắt mồi này bằng 7 loại phần hoa: *Betula platyphylla*, *Trachycarpus excelsa*, *Coriaria sinica*, *Ligustrum lucidum*, *Punica granatum*, *Zea mays* và *Luffa cylindrica* ở 26°C. Tuy nhiên, trong nghiên cứu này thời gian phát dục trước trưởng thành cái của nhện nhỏ bắt mồi *A. swirskii* (3,97 ngày) ngắn hơn so với kết quả của Hanna và cs

(2012) là 6,22 (ngày) khi nuôi trên cùng vật mới, ở 25°C và độ ẩm 80%.

3.2. Chỉ tiêu về sinh học của nhện nhỏ bắt mồi *E. aizawai* và *A. swirskii* khi nuôi bằng nhện trắng

Bảng 2. Một số chỉ tiêu về sinh học của nhện nhỏ bắt mồi *E. aizawai* và *A. swirskii* khi nuôi bằng nhện trắng ở nhiệt độ 25±1, ẩm độ 70±5%

Chỉ tiêu theo dõi	<i>E. aizawai</i> (n = 25)	<i>A. swirskii</i> (n=31)	U/t/ χ^2	Z/df	P
Thời gian tiền đẻ trứng (ngày)	2,52±0,14a	2,26±0,09a	318,000	-1,353	0,176
Thời gian đẻ trứng (ngày)	8,64±0,80b	12,84±0,74a	90,000	-4,918	<0,001
Tuổi thọ trưởng thành cái (ngày)	11,96±0,76b	16,10±0,78a	182,500	-3,386	<0,001
Số trứng đẻ trong ngày (quả/nhện TT cái/ngày)	0,95±0,02b	1,30±0,04a	-7,686	54	<0,001
Tổng số trứng đẻ (quả/nhện TT cái)	8,16±0,78b	16,94±1,09a	183,500	-3,377	<0,001
Tỷ lệ cái ở thế hệ thứ 2	0,61±0,03a	0,66±0,02a	1,640	1	0,200

Ghi chú: * TB±SE; n: số cá thể theo dõi; các chữ giống nhau trong cùng một hàng ngang biểu diễn sự sai khác không rõ rệt ở mức $P > 0,05$ với kiểm định Mann - Whitney Test (thời gian tiền đẻ trứng, thời gian đẻ trứng, tuổi thọ trưởng thành cái, tổng số trứng đẻ), kiểm định Student T test (số trứng đẻ trong ngày), kiểm định Probit (Wald Chi - square) (tỷ lệ cái ở thế hệ thứ 2). U - , Z - , và P - là giá trị của kiểm định Mann - Whitney Test với mẫu phân bố không chuẩn; t - , df - và P - là giá trị của kiểm định Student T test với mẫu phân bố chuẩn; χ^2 - , df - và P - là giá trị của kiểm định Probit (Wald Chi - square) với mẫu dạng nhị phân (đực và cái).

Thời gian tiền đẻ trứng của nhện *E. aizawai* (2,52 ngày) không khác biệt rõ rệt so với nhện nhỏ bắt mồi *A. swirskii* (2,26 ngày). Tuy nhiên, thời gian đẻ trứng và tuổi thọ trưởng thành cái nhện nhỏ bắt mồi *A. swirskii* (tương ứng 12,84 ngày và 16,10 ngày) đều dài hơn rõ rệt so với nhện nhỏ bắt mồi *E. aizawai* (8,64 ngày và 11,96 ngày). Tương tự, số trứng trung bình hàng ngày và tổng số trứng của nhện cái *A. swirskii* (1,3 quả/nhện cái/ngày và 16,96 quả/ nhện cái) cao hơn rõ rệt so với nhện cái *E. aizawai* (0,95 quả/nhện cái/ngày và 8,16 quả/ nhện cái). Tuy nhiên, tỷ lệ cái ở thế hệ thứ 2 của hai loài nhện nhỏ

bắt mồi không khác biệt rõ rệt (0,61 với nhện *E. aizawai* và 0,66 với nhện *A. swirskii*).

Tổng số lượng trứng và số trứng hàng ngày của nhện cái *E. Aizawai* trong nghiên cứu này thấp hơn rõ rệt so với kết quả của Li và cs (2006) khi nuôi bằng 7 loại phấn hoa với tổng số trứng từ 23,5 đến 50,5 quả/nhện cái và số trứng hàng ngày là 2-3,5 quả/nhện cái/ngày.

3.3. Sức tăng quần thể của nhện nhỏ bắt mồi *E. aizawai* và *A. swirskii* khi nuôi bằng nhện trắng

Bảng 3. Một số chỉ tiêu về sức tăng quần thể của nhện nhỏ bắt mồi *E. aizawai* và *A. swirskii* khi nuôi bằng nhện trắng ở nhiệt độ 25±1°C, ẩm độ 70±5%

Nhện nhỏ bắt mồi	n	Tỷ lệ tăng tự nhiên (r_m) (nhện cái/nhện cái/ngày)*	Thời gian 1 thế hệ (T) (ngày)*	Tỷ lệ sinh sản thuần (R_0) (nhện cái/nhện cái)*
<i>E. aizawai</i>	25	0,125 ± 0,007a	12,82 ± 0,23a	4,94 ± 0,51a
<i>A. swirskii</i>	31	0,191 ± 0,004b	12,64 ± 0,15a	11,08 ± 0,74b
U/t		-8,497	0,711	81
Z/df		54,000	54,000	-5,052
P		<0,001	0,48	<0,001

Ghi chú: * TB±SE; n: số cá thể theo dõi; các chữ giống nhau trong cùng một hàng dọc biểu diễn sự sai khác không rõ rệt ở mức $P > 0,05$ với kiểm định Mann - Whitney Test (tỷ lệ sinh sản thuần), kiểm định Student T test (tỷ lệ tăng tự nhiên, thời gian 1 thế hệ). U - , Z - và P - là giá trị của kiểm định Mann - Whitney Test với mẫu phân bố không chuẩn; t - , df - và P - là giá trị của kiểm định Student T test với mẫu phân bố chuẩn.

Tỷ lệ tăng tự nhiên (r_m) của nhện cái *E. aizawai* (0,125 nhện cái/nhện cái/ngày) thấp hơn rõ rệt so với nhện cái *A. swirskii* (0,191 nhện cái/nhện cái/ngày). Tuy nhiên thời gian một thế hệ (T) của hai loài nhện nhỏ bắt mỗi không khác nhau rõ rệt, 12,82 ngày với nhện cái *E. aizawai* và 12,64 ngày với nhện cái *A. swirskii*. Tỷ lệ sinh sản thuần (R_0) của nhện cái *A. swirskii* 11,08 (nhện cái/nhện cái) cao hơn rõ rệt so với nhện *E. aizawai* 4,94 (nhện cái/nhện cái).

Tỷ lệ tăng tự nhiên (r_m) của *E. aizawai* ăn nhện trắng (0,125 nhện cái/nhện cái/ngày) trong nghiên cứu này cao hơn so với khi nhện cái ăn phần hoa *C. sinica* (0,1185), *L. lucidum* (0,1156) và *Z. mays*

(0,1196), tuy nhiên thấp hơn so với khi ăn phần hoa *P. granatum* (0,1577), *L. cylindrical* (0,1651), *B. platyphylla* (0,1767) và *T. excelsa* (0,1856) (Li và cs, 2006).

3.4. Sức ăn của nhện nhỏ bắt mỗi *E. aizawai* và *A. swirskii* với các pha phát dục của nhện trắng

Ngoài chỉ tiêu về thời gian phát dục, khả năng sinh sản và sức tăng quần thể, sức ăn cũng là một chỉ tiêu quan trọng để đánh giá tiềm năng của một loài nhện nhỏ bắt mỗi. Chính vì vậy, sức ăn của hai loài nhện nhỏ bắt mỗi *E. aizawai* và *A. swirskii* trên các pha phát dục của nhện trắng đã được kiểm tra, kết quả được thể hiện trong bảng 4.

Bảng 4. Sức ăn của nhện nhỏ bắt mỗi *E. aizawai* và *A. swirskii* với các pha phát dục của nhện trắng

Nhện nhỏ bắt mỗi	n	Số lượng các pha nhện trắng bị ăn (quả hoặc con/ ngày)		
		Trứng	Nhện non	Trưởng thành
<i>E. aizawai</i>	15	11,73±0,47a	8,00±0,32a	9,13±0,49a
<i>A. swirskii</i>	15	14,93±0,55b	8,47±0,31a	11,00±0,37b
t		-4,42	-1,05	-3,07
df		28	28	28
P		<0,001	0,304	0,005

Ghi chú: TB ± SE; n: số cá thể theo dõi ở nhiệt độ 25 ± 1 °C, ẩm độ 70±5%; các chữ giống nhau trong cùng một hàng dọc biểu diễn sự sai khác không rõ rệt ở mức P > 0,05 với kiểm định Student T test. t-, df- và P- là giá trị của kiểm định Student T test với mẫu phân bố chuẩn.

Qua bảng 4 cho thấy cả hai loài nhện nhỏ bắt mỗi đều có thể ăn tất cả các pha của nhện trắng từ trứng, nhện non đến nhện trưởng thành. Khả năng ăn trứng nhện trắng (14,93 quả/ngày) và nhện trắng trưởng thành (11 con/ngày) của nhện trưởng thành cái *A. swirskii* cao hơn rõ rệt so với nhện trưởng thành cái *E. aizawai* (11,73 quả/ngày và 9,13 con/ngày). Tuy nhiên khả năng ăn nhện trắng non của nhện trưởng thành cái *E. aizawai* (8,00 con/ngày) và *A. swirskii* (8,47 con/ngày) không khác nhau một cách rõ rệt.

Từ các chỉ tiêu đánh giá trong nghiên cứu này cho thấy, nhện nhỏ bắt mỗi *E. aizawai* có phần kém hơn so với *A. swirskii*, một loài nhện nhỏ bắt mỗi hiện đang được thương mại hóa rộng rãi ở nhiều nước trên thế giới. Tuy nhiên *E. aizawai* là một trong số ít loài nhện nhỏ bắt mỗi bản địa của Việt Nam có khả năng tăng quần thể khi ăn nhện trắng (có giá trị r_m dương). Ngoài ra nghiên cứu của Li và cs (2006) cho thấy loài nhện nhỏ bắt mỗi này còn có khả năng tăng quần thể khi ăn một số loại phần hoa, đây là đặc điểm tốt của một loài nhện nhỏ bắt mỗi vì chúng có

khả năng tồn tại trên cây trồng ngay cả khi sinh vật gây hại chưa xuất hiện hoặc đã bị tiêu diệt hết chỉ với phần hoa từ cây trồng hoặc các cây hỗ trợ (banker plant). Tóm lại, nhện nhỏ bắt mỗi *E. aizawai* có tiềm năng trong phòng chống nhện trắng tại Việt Nam, tuy nhiên cần có thêm nhiều nghiên cứu nữa về loài nhện nhỏ bắt mỗi này như tìm kiếm các loại vật môi hoặc nguồn phần hoa bản địa thích hợp cho việc nhân nuôi hàng loạt nhện *E. aizawai* (vì nhện trắng không phải là vật môi lý tưởng cho việc nhân nuôi) hay cần đánh giá khả năng phòng trừ nhện trắng của nhện *E. aizawai* trên cây trồng trong nhà kính hoặc ngoài ruộng sản xuất.

4. KẾT LUẬN

Thời gian phát dục trước trưởng thành của cả nhện cái (5,04 ngày) và nhện đực (4,96 ngày) nhện nhỏ bắt mỗi *A. aizawai* đều dài hơn rõ rệt so với thời gian phát dục của nhện *A. swirskii* (nhện cái 3,97 ngày và nhện đực 3,87 ngày).

Số trứng trung bình hàng ngày và tổng số trứng của nhện cái *A. swirskii* (1,3 quả/nhện cái/ngày và 16,96 quả/ nhện cái) cao hơn rõ rệt so với nhện cái

E. aizawai (0,95 quả/nhện cái/ngày và 8,16 quả/nhện cái).

Tỷ lệ tăng tự nhiên (r_m) của nhện cái *E. aizawai* (0,125 nhện cái/nhện cái/ngày) thấp hơn rõ rệt so với nhện cái *A. swirskii* (0,191 nhện cái/nhện cái/ngày).

Khả năng ăn trứng và nhện trưởng thành nhện trắng của trưởng thành cái nhện nhỏ bắt mỗi *A. swirskii* (14,93 quả/ngày và 11 con/ngày) cao hơn rõ rệt so với nhện trưởng thành cái nhện *E. aizawai* (11,73 quả/ngày và 9,13 con/ngày).

LỜI CẢM ƠN

Chúng tôi chân thành cảm ơn Quỹ Phát triển Khoa học và Công nghệ Quốc gia (NAFOSTED) đã tài trợ cho nghiên cứu này thông qua đề tài mã số FWO.106-NN.2015.01.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Abou-Awad, B. A., Hafez, S. M. và Farhat, B. M. (2014). Biological studies of the predacious mite *Amblyseius swirskii*, a predator of the broad mite *Polyphagotarsonemus latus* on pepper plants (Acari: Phytoseiidae: Tarsonemidae). Archives of Phytopathology and Plant Protection. 47(3): 349-354.
2. Birch, L. C. (1948). The intrinsic rate of natural increase of an insect population. The Journal of Animal Ecology. 17: 15-26.
3. Gerson, U. (1992). Biology and control of the broad mite, *Polyphagotarsonemus latus* (Banks) (Acari: Tarsonemidae). Experimental & Applied Acarology. 13(3): 163-178.
4. Hanna, R., Onzo, A. và Houedokoho, A. F. (2012). Potential of the predatory mite, *Amblyseius swirskii* to suppress the broad mite, *Polyphagotarsonemus latus* on the gboma eggplant, *Solanum macrocarpon*. Journal of Insect Science. 12(1).
5. Hulting, F. L., Orr, D. B. và Obrycki, J. J. (1990). A computer program for calculation and statistical comparison of intrinsic rates of increase and associated life table parameters. Florida Entomologist. 73: 601-612.
6. Li, D.-Y., He, Y.-F. và Li, H.-D. (2006). Biology and life table of the predatory mite *Euseius aizawai* (Acari: Phytoseiidae). Systematic and applied acarology. 11(2): 159-166.
7. Maanen, R. v., Vila, E., Sabelis, M. W. và Janssen, A. (2010). Biological control of broad mites (*Polyphagotarsonemus latus*) with the generalist predator *Amblyseius swirskii*. Experimental and Applied Acarology. 52(1): 29-34.
8. Maia, A. d. H., Luiz, A. J. và Campanhola, C. (2000). Statistical inference on associated fertility life parameters using jackknife technique: computational aspects. Journal of Economic Entomology. 93(2): 511-518.
9. Meyer, J. S., Ingersoll, C. G., McDonald, L. L. và Boyce, M. S. (1986). Estimating uncertainty in population growth rates: jackknife vs. bootstrap techniques. Ecology. 67(5): 1156-1166.
10. Nguyen, D. T., Vangansbeke, D., Lü, X. và De Clercq, P. (2013). Development and reproduction of the predatory mite *Amblyseius swirskii* on artificial diets. BioControl. 58(3): 369-377.
11. Nguyễn Văn Đình (2002). Nhện hại cây trồng và biện pháp phòng chống. NXB Nông nghiệp Hà Nội, Hà Nội.
12. Onzo, A., Houedokoho, A. F., Hanna, R. và Liu, T. (2012). Potential of the predatory mite, *Amblyseius swirskii* to suppress the broad mite, *Polyphagotarsonemus latus* on the gboma eggplant, *Solanum macrocarpon*. Journal of Insect Science. 12(1).
13. Palevsky, E., Soroker, V., Weintraub, P., Mansour, F., Abo-Moch, F. và Gerson, U. (2001). How species-specific is the phoretic relationship between the broad mite, *Polyphagotarsonemus latus* (Acari: Tarsonemidae), and its insect hosts? Experimental & applied acarology. 25(3): 217-224.
14. Peña, J. và Osborne, L. (1996). Biological control of *Polyphagotarsonemus latus* (Acarina: Tarsonemidae) in greenhouses and field trials using introductions of predacious mites (Acarina: Phytoseiidae). Entomophaga. 41(2): 279-285.
15. Venzon, M., Rosado, M. C., Molina-Rugama, A. J., Duarte, V. S., Dias, R. và Pallini, A. (2008). Acaricidal efficacy of neem against *Polyphagotarsonemus latus* (Banks) (Acari: Tarsonemidae). Crop Protection. 27(3-5): 869-872.
16. Weintraub, P. G., Kleitman, S., Mori, R., Shapira, N. và Palevsky, E. (2003). Control of the broad mite (*Polyphagotarsonemus latus* (Banks)) on

organic greenhouse sweet peppers (*Capsicum cucumeris* (Oudemans). Biological control. 27(3): annuum L.) with the predatory mite, *Neoseiulus* 300-309.

STUDY ON BIOLOGICAL CHARACTERISTICS OF PREDATORY MITE *Euseius aizawai* AND *Amblyseius swirskii* (Acari: Phytoseiidae) TO CONTROL BROAD MITE *Polyphagotarsonemus latus*

Nguyen Duc Tung

Summary

Broad mite *Polyphagotarsonemus latus* is a key pest in many agricultural crops. Through investigation of predatory mites on vegetables in Red river delta, *Euseius aizawai* was found to be able to eat broad mites. For evaluation the potential of *E. aizawai* to control broad mite, in current research the developmental time, reproduction, population growth and predation capacity of the predatory mite fed on broad mite were assessed and compared with *Amblyseius swirskii* a commercial predatory mite that is widely used to control broad mite in many countries. The results showed that the immature developmental time of both female (5.04 days) and male (4.96 days) of *E. aizawai* were longer than that of *A. swirskii* (3.97 and 3.87 days, respectively). The daily reproduction and total number of deposited eggs of *A. swirskii* (1.3 eggs/female/day and 16.96 eggs/female, respectively) were significantly higher than that of *E. aizawai* (0.95 eggs/female/day and 8.16 eggs/female, respectively). The intrinsic rate of increase (r_m) of *E. aizawai* (0.125) was significantly lower than that of *A. swirskii* (0.191). Predation capacity of adult female *A. swirskii* on broad mite egg (14.93 eggs/day) and adult (11.00 mites/day) were higher than that of *E. aizawai* (11.73 eggs/day and 9.13 mite/day, respectively). Thus, the predatory mite *E. aizawai* was not good as *A. swirskii* in control broad mite, however, *E. aizawai* is one of few native predatory mites has positive intrinsic rate of increase when fed on broad mite. Our findings indicate the potential of the predatory mite *E. aizawai* to control broad mite in Vietnam.

Keywords: *Biology, predatory mite, broad mite, intrinsic rate of increase.*

Người phản biện: GS.TS. Phạm Văn Lâm

Ngày nhận bài: 01/02/2019

Ngày thông qua phản biện: 5/3/2019

Ngày duyệt đăng: 12/3/2019

Tạp chí

NÔNG NGHIỆP & PHÁT TRIỂN NÔNG THÔN

*Science and Technology Journal
of Agriculture & Rural Development*

MINISTRY OF AGRICULTURE AND RURAL DEVELOPMENT, VIETNAM

Tạp chí Khoa học và Công nghệ

BỘ NÔNG NGHIỆP VÀ PHÁT TRIỂN NÔNG THÔN

9

2019

TẠP CHÍ

**NÔNG NGHIỆP
& PHÁT TRIỂN NÔNG THÔN**

ISSN 1859 - 4581

NĂM THỨ MƯỜI CHÍN

SỐ 360 NĂM 2019
XUẤT BẢN 1 THÁNG 2 KỲ

TỔNG BIÊN TẬP
PHẠM HÀ THÁI
ĐT: 024.37711070

PHÓ TỔNG BIÊN TẬP
DƯƠNG THANH HẢI
ĐT: 024.38345457

TOÀ SOẠN - TRỊ SỰ
Số 10 Nguyễn Công Hoan
Quận Ba Đình - Hà Nội
ĐT: 024.37711072
Fax: 024.37711073

E-mail: tapchinongnghiep@vnn.vn
Website: www.tapchikhoahocnongnghiep.vn

VĂN PHÒNG ĐẠI DIỆN TẠP CHÍ
TẠI PHÍA NAM
135 Pasteur
Quận 3 - TP. Hồ Chí Minh
ĐT/Fax: 028.38274089

Giấy phép số:
290/GP - BTTTT
Bộ Thông tin và Truyền thông
cấp ngày 03 tháng 6 năm 2016

Công ty TNHH In ấn Đa Sắc
Địa chỉ: Số 7, P. Xuân Phương,
Q. Nam Từ Liêm, Hà Nội

Giá: 30.000đ

Phát hành qua mạng lưới
Bưu điện Việt Nam; mã ấn phẩm
C138; Hotline 1800.585855

MỤC LỤC

- ❑ TRẦN QUỐC NHÂN. Phân tích các yếu tố ảnh hưởng đến việc thực thi hợp đồng sản xuất và thu mua lúa gạo ở đồng bằng sông Cửu Long 3- 11
- ❑ PHẠM VĂN THÀNH, VŨ ANH TÚ, NGUYỄN QUANG HUY. Tính chất lý, hóa học một số loại đất trồng lúa vùng đồng bằng sông Hồng 12- 23
- ❑ TRẦN THỊ HUỲNH, NGUYỄN VĂN MƯỜI, VŨ VĂN QUANG, PHẠM THỊ NGỌC YẾN, NGUYỄN THỊ TRÂM. Kết quả chọn tạo và khảo nghiệm giống lúa lai hai dòng thơm TH6 - 6 24-34
- ❑ NGUYỄN ĐỨC TÙNG. Đánh giá khả năng sử dụng phấn hoa trong nhân nuôi nhện bắt mồi *Euseius ovalis* (Evans) (Acari: Phytoseiidae) 35-40
- ❑ PHẠM THỊ MINH PHƯỢNG, BÙI NGỌC TẤN, TRẦN THỊ MINH HẰNG. Đặc điểm hoa của một số dòng lan huệ lai cánh đơn tại Gia Lâm, Hà Nội 41- 48
- ❑ ĐÀM VĂN TOÀN, PHẠM QUANG THU. Kết quả xây dựng mô hình quản lý tổng hợp bệnh rụng lá mùa mưa cây cao su (*Hevea brasiliensis*) ở vùng Đông Nam bộ 49- 55
- ❑ NGUYỄN CÔNG THUẬN, BÙI THỊ NGÀ, THẠCH VĂN LÀNH. Ảnh hưởng của đặc tính lý, hóa đất đến năng suất bốn bốn 56- 61
- ❑ NGÔ HOÀNG DẸN, TRẦN ĐỨC THANH, TRẦN THỊ TUYẾT BĂNG, NGUYỄN VĂN KIẾN, ĐỖ THỊ MỸ PHƯỢNG, NGUYỄN XUÂN LỘC. Đánh giá hiện trạng sử dụng nước dưới đất cho một số mô hình sản xuất nông nghiệp chính tại xã Vĩnh Châu, tỉnh Sóc Trăng 62- 68
- ❑ NGUYỄN THẾ BÌNH, HÀ VĂN TÚ. Ảnh hưởng của việc bón kết hợp phân hữu cơ vi sinh với kẽm đến tích lũy curcumin trong củ và một số tính chất đất trồng nghệ tại Lục Nam, Bắc Giang 69- 74
- ❑ LÊ THỊ HỒNG THÚY, NGUYỄN THANH TÙNG, NGUYỄN VĂN KHÔI, VŨ THỊ HƯỜNG, NGUYỄN THỊ ANH THƯ, NGUYỄN THỊ LƯƠNG. Một số đặc tính hóa lý của tinh bột carboxymethyl tổng hợp từ tinh bột hạt mít 75- 80
- ❑ LÊ ANH ĐỨC, VŨ KẾ HOẠCH. Nghiên cứu xác định chế độ sấy bơm nhiệt hồng ngoại và khử khuẩn bằng cực tím cho thanh long thái lát 81- 86
- ❑ NGUYỄN THỊ HẠNH, VŨ THỊ NGÀ. Nghiên cứu chế độ bao gói, bảo quản quả hồng Thạch Thất sau thu hoạch 87- 95
- ❑ TRẦN THỊ BÍCH HỒNG. Khảo sát thực trạng sử dụng phụ gia phẩm màu trong thực phẩm trên địa bàn thành phố Nam Định 96- 100
- ❑ NGUYỄN QUANG HÙNG. Ứng dụng phương pháp Wilson - Θ trong FEM phân tích tác động của động đất tới đập bê tông trọng lực 101- 106
- ❑ NGUYỄN VĂN MINH. Đặc điểm phát tán hạt thực vật bởi loài khỉ vàng (*Macaca mulatta*) ở đảo Cù Lao Chàm, tỉnh Quảng Nam 107-112
- ❑ NGUYỄN MINH THANH, LÊ VIẾT DŨNG, PHẠM QUANG VIỆT. Nghiên cứu sinh trưởng rừng trồng thông Caribe (*Pinus caribe* Morelet) tại tỉnh Lâm Đồng 113-121
- ❑ VŨ THỊ ĐỨC, CAO ĐÌNH SƠN, PHẠM ĐỨC THỊNH, VŨ THỊ LIÊN. Đánh giá mô hình trồng cây Giảo cổ lam 5 lá (*Gynostemma pentaphyllum*) (Thunb.) Makino trên núi đá vôi tại tỉnh Điện Biên 122- 129
- ❑ TRỊNH XUÂN HUY, KHƯƠNG MẠNH HÀ, TRẦN XUÂN BIÊN. Ứng dụng công nghệ GNSS phục vụ công tác phân giới, cắm mốc giới tại lâm trường huyện Lạc Thủy, tỉnh Hòa Bình 130- 134
- ❑ BÙI THỊ VÂN, VŨ NHÂM, PHẠM THẾ ANH. Đánh giá các tác động xã hội trong quản lý rừng bền vững theo tiêu chuẩn của Hội đồng quản trị rừng FSC tại Tổng Công ty Giấy Việt Nam (Vinapaco) 135- 146
- ❑ NGUYỄN VĂN SONG, LƯƠNG KHÁNH HOÀN, LÊ THỊ PHƯƠNG DUNG. Ảnh hưởng của thuốc bảo vệ thực vật đến sức khỏe người nông dân tại huyện Tứ Kỳ, tỉnh Hải Dương 147-154

ĐÁNH GIÁ KHẢ NĂNG SỬ DỤNG PHẦN HOA TRONG NHÂN NUÔI NHỆN BẮT MỖI *Euseius ovalis* (Evans) (Acari: Phytoseiidae)

Nguyễn Đức Tùng¹

TÓM TẮT

Euseius ovalis (Evans) (Acari: Phytoseiidae) là một loài nhện nhỏ bắt mồi có khả năng phòng trừ nhện trắng, bọ trĩ, bọ phấn, nhện đỏ trên một số loại cây trồng. Tại vùng đồng bằng sông Hồng, nhện *E. ovalis* được ghi nhận khá phổ biến trên một số loại rau như đậu đỗ, dưa chuột, cà. Nhằm tìm ra loại phần hoa phù hợp cho việc nhân nuôi nhện *E. ovalis*, trong nghiên cứu này thời gian phát dục, sức sinh sản và sức tăng quần thể của nhện *E. ovalis* được nghiên cứu khi chúng ăn trên phần hoa *Typha latifolia* L. và phần hoa mướp *Luffa aegyptiaca* Mill.. Kết quả cho thấy trường thành cái *E. ovalis* ăn phần hoa mướp có chiều rộng lớn hơn khi ăn phần hoa *T. latifolia* là 0,25 so với 0,23 mm). Thời gian phát dục trước trường thành ở tất cả các pha của nhện cái và nhện đực không có sự sai khác rõ rệt khi ăn hai loại phần hoa. Số trứng đẻ trong ngày và tổng số trứng đẻ khi ăn phần hoa mướp lần lượt là 1,82 (quả/nhện cái/ngày) và 21,14 (quả/nhện cái) lớn hơn khi ăn phần hoa *T. latifolia* là 1,44 (quả/nhện cái/ngày) và 17,19 (quả/nhện cái). Tỷ lệ tăng tự nhiên (r_m) của nhện cái ăn phần hoa mướp (0,212) cao hơn rõ rệt so với nhện cái ăn phần hoa *T. latifolia* (0,198). Từ kết quả này cho thấy phần hoa mướp có thể sử dụng trong việc nhân nuôi hàng loạt nhện bắt mồi *E. ovalis*.

Từ khóa: Phần hoa mướp *Luffa aegyptiaca*, phần hoa *Typha latifolia*, sức tăng quần thể.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Euseius ovalis (Evans) (Acari: Phytoseiidae) là một loài nhện bắt mồi tiềm năng trong phòng trừ nhện trắng, bọ trĩ, bọ phấn trên ớt và dưa chuột trong nhà kính tại Ấn Độ, Đài Loan và Hà Lan (Manjunatha *et al.*, 1999; Messelink *et al.*, 2008; Pai and Shih, 2002). Ngoài ra nhện bắt mồi *E. ovalis* còn có thể ăn một số loài nhện đỏ như *Tetranychus urticae*, *T. kanzawai*, *Oligonychus mangiferus*, *Panonychus citri* và một số loại phần hoa như phần ngô (*Zea mays* L.) và phần hoa mướp (*Luffa acutangula* L.) (Nguyen và Shih, 2012).

Tại Việt Nam, đây là lần đầu tiên nhện bắt mồi *E. ovalis* được ghi nhận, chúng khá phổ biến trên một số loại rau như đậu đỗ, dưa chuột, cà tại vùng đồng bằng sông Hồng. Để có thể tiến hành nghiên cứu kỹ hơn về loài nhện bắt mồi này thì việc đầu tiên hết sức quan trọng là khả năng nhân nuôi hàng loạt chúng. Phần hoa thường được dùng trong việc nhân nuôi nhện bắt mồi đặc biệt giống *Euseius* để làm giảm giá thành của chúng khi nuôi công nghiệp. Để tìm ra loại phần hoa thích hợp cho nhân nuôi hàng loạt nhện bắt mồi *E. ovalis* đã tiến hành thí nghiệm đánh giá

thời gian phát dục, sức sinh sản và sức tăng quần thể của loài nhện bắt mồi này trên hai loại phần hoa: *T. latifolia* là loại phần hoa hiện đang được sử dụng rộng rãi trên thế giới để nhân nuôi nhện bắt mồi và phần hoa mướp *L. aegyptiaca*, một loại hoa rất phổ biến tại Việt Nam.

2. PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Phương pháp thu phần hoa và nhân nuôi nguồn nhện bắt mồi

2.1.1. Phương pháp thu nguồn phần hoa

Phần hoa *T. latifolia* được cung cấp bởi Công ty BioBest, Bỉ. Phần hoa mướp *L. aegyptiaca* được thu ngoài tự nhiên vào buổi sáng từ 8-10 giờ khi hoa nở rộ. Hoa thu về được tách lấy nhị rồi đem sấy ở nhiệt độ 45°C trong 24 giờ. Sau khi sấy khô, dùng rây mịn để tách nhị và phần hoa riêng, thu phần hoa cho vào các lọ nhỏ và bảo quản trong tủ đá.

2.1.2. Phương pháp nuôi nguồn nhện bắt mồi

Nhện bắt mồi *Euseius ovalis* được thu trên đậu cô ve tại Học viện Nông nghiệp Việt Nam, Trâu Quỳ, Gia Lâm, Hà Nội. Tại phòng thí nghiệm, dùng bút lông nhô nhẹ nhàng chuyển nhện trưởng thành từ lá đậu cô ve sang tấm nhựa xanh kích thước (10 x 10 x 0,3 cm) (Multicel, SEDPA, Pháp) đặt trên một tấm mút dày 1 cm đặt trong hộp nhựa trong kích thước 20

¹ Bộ môn Côn trùng, Học viện Nông nghiệp Việt Nam
Email: nguyenductung@vnua.edu.vn

x 13 x 5 cm chứa nước. Các cạnh của tấm nhựa được phủ bởi các băng giấy ăn nhằm cung cấp nước uống cho nhện bắt mồi và ngăn nhện chạy trốn. Một sợi chỉ đen nhỏ được cho vào ô nuôi để làm giá thể cho nhện bắt mồi đẻ trứng. Hai ngày một lần trứng được thu và chuyển sang hộp nuôi mới. Phần hoa *T. latifolia* được rắc vào ô nuôi 2 ngày một lần làm thức ăn cho nhện bắt mồi. Nhện bắt mồi *E. ovalis* được định danh tại Bộ môn Bảo vệ thực vật, Đại học Gent, Bỉ dựa trên giải trình tự gen đoạn COI.

2.2. Phương pháp nghiên cứu đặc điểm sinh học nhện bắt mồi

Đặc điểm sinh vật học của nhện bắt mồi được nghiên cứu theo phương pháp nuôi cá thể trong lồng nuôi mica được mô tả bởi Nguyen *et al.* (2013). Lồng mica được tạo bởi 3 tấm mica kích thước 4 x 4 cm. Tấm mica dưới cùng dày 2 mm màu đen với một lỗ nhỏ đường kính 1 mm ở chính giữa. Tấm mica ở giữa dày 5 mm màu đen, chính giữa khoét một lỗ đường kính 20 mm. Tấm mica trên cùng dày 2 mm màu trắng trong, chính giữa khoét lỗ đường kính 21 mm. Một tấm giấy bóng kính trong kích thước 4 x 4 cm được đặt giữa tấm mica trên cùng và giữa. Một miếng giấy ăn kích thước 1 x 4 cm được se thành sợi theo chiều dọc và nhét vào lỗ chính giữa tấm mica dưới cùng để dẫn nước từ khay nước phía dưới lên các lồng nuôi nhằm cung cấp nước uống cho nhện bắt mồi. Tám giờ trước khi bắt đầu thí nghiệm, một sợi chỉ đen mới được chuyển vào trong các hộp nuôi nhện bắt mồi. Dưới kính hiển vi soi nổi, dùng bút lông nhỏ nhẹ nhàng chuyển trứng đẻ trên các sợi chỉ vào trong mỗi lồng nuôi nhện. Nhện non sau khi nở được cho ăn phần hoa *T. latifolia* hoặc phần hoa mướp. Thức ăn được làm sạch và bổ sung thêm vào lồng nuôi 2 ngày 1 lần. Số trứng ban đầu ở mỗi công thức thức ăn là 60 quả. Sau khi nhện hóa trưởng thành nhện cái và đực được ghép đôi và cho đẻ trứng. Trứng được thu hàng ngày và tất cả trứng của các cá thể cái cùng một tuổi được chuyển vào cùng một lồng nuôi với thức ăn tương tự thức ăn của trưởng thành cái để xác định tỷ lệ cái của thế hệ thứ 2. Nhện được quan sát mỗi ngày một lần để xác định thời gian phát dục các pha, thời gian tiền đẻ trứng, số lượng trứng đẻ và tuổi thọ của trưởng thành cái. Thí nghiệm được thực hiện trong tủ ẩm ở nhiệt độ 27°C và độ ẩm 75%.

2.3. Phương pháp tính tỷ lệ tăng tự nhiên

Tỷ lệ tăng tự nhiên (r_m) được tính dựa trên công thức của Birch (1948):

$$\sum l_x m_x e^{-r_m \cdot x} = 1$$

trong đó x là ngày tuổi của nhện cái (ngày), l_x là tỷ lệ sống sót của nhện cái tại ngày tuổi x và m_x là số lượng cá thể cái được nhện cái sinh ra tại ngày tuổi x. Giá trị m_x được tính bằng cách nhân số lượng trứng đẻ trung bình của nhện cái với tỷ lệ cái ở thế hệ sau tại ngày tuổi x của nhện cái. Phương pháp Jackknife của Meyer *et al.* (1986) và Hulting *et al.* (1990) được sử dụng để tính sai số chuẩn của giá trị r_m . Các chỉ tiêu khác của sức tăng quần thể được tính theo Maia *et al.* (2000) như tỷ lệ sinh sản thuần (R_0) chỉ số lượng cá thể cái được sinh ra bởi một nhện cái (con cái/nhện cái)

$$R_0 = \sum l_x m_x$$

Hay thời gian 1 thế hệ (T) là khoảng thời gian cần thiết để số lượng quần thể tăng R_0 lần (ngày)

$$T = \frac{\ln R_0}{r_m}$$

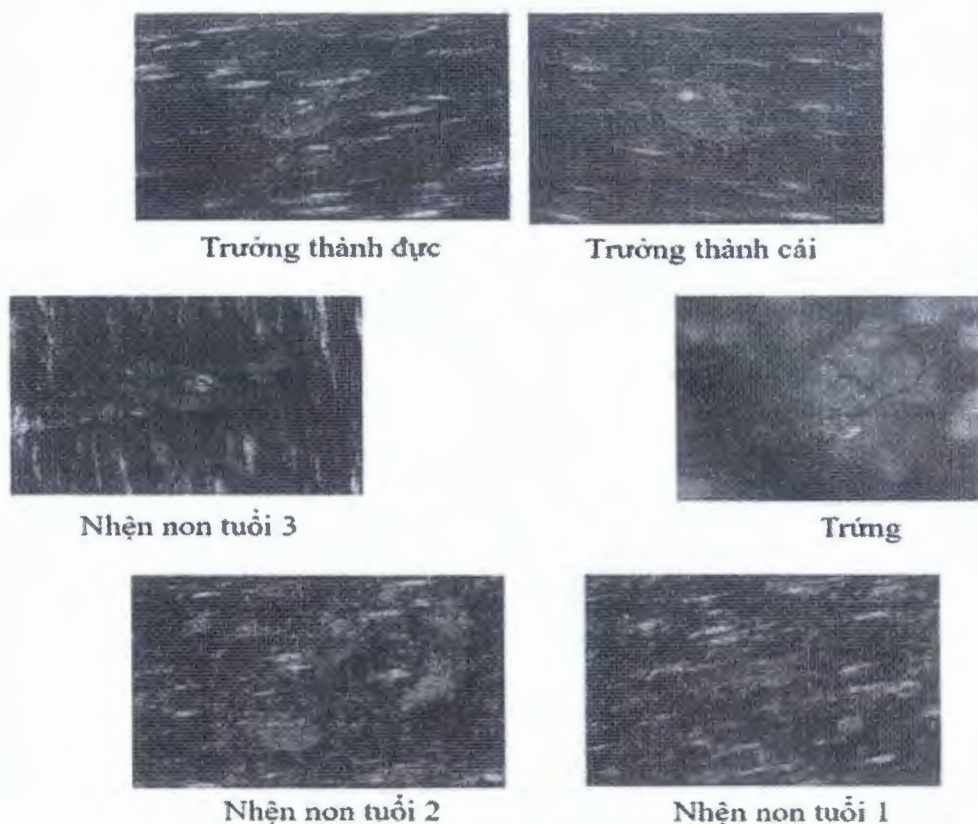
2.4. Xử lý số liệu

Số liệu được xử lý thống kê bằng phần mềm SPSS phiên bản 20. Số liệu được kiểm tra phân bố chuẩn dựa trên kiểm định Kolmogorov-Smirnov. Khi số liệu không phải phân bố chuẩn kiểm định Mann-Whitney U được dùng để xác định sự sai khác giữa 2 loại thức ăn. Trong trường hợp phân bố chuẩn, kiểm định student t được sử dụng. Với so sánh tỷ lệ cái ở thế hệ thứ 2, Generalized linear model được sử dụng với số liệu được nhập theo dạng nhị phân, 1 ứng với cá thể cái và 0 ứng với cá thể đực. Trong tất cả các kiểm định giá trị P nhỏ hơn hoặc bằng 0,05 chứng tỏ sai khác có ý nghĩa.

3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

3.1. Kích thước các pha phát dục nhện bắt mồi *Euseius ovalis*

Qua bảng 1 cho thấy nhện bắt mồi *E. ovalis* khi ăn hai loại phần hoa khác nhau thì kích thước của chúng không có sự sai khác rõ rệt. Chiều dài của trứng, nhện non tuổi 1, nhện non tuổi 2, tuổi 3 và trưởng thành khi ăn phần hoa *T. latifolia* và phần hoa mướp là tương đương nhau. Tương tự, chiều rộng của nhện bắt mồi khi ăn 2 loại phần hoa ở các pha trứng, nhện non tuổi 1, nhện non tuổi 2, nhện non tuổi 3 và trưởng thành đực cũng không có sự sai khác rõ rệt. Tuy nhiên, chiều rộng của trưởng thành cái nhện *E. ovalis* khi cho ăn phần hoa mướp có chiều rộng lớn hơn (0,25 mm) khi cho ăn phần hoa *T. latifolia* (0,23 mm).



Hình 1. Các pha phát dục nhện bắt môi *Euseius ovalis*

Bảng 1. Kích thước các pha phát dục nhện bắt môi *Euseius ovalis* khi nuôi bằng phần hoa *T. latifolia* và phần hoa mướp ở nhiệt độ 27°C, ẩm độ 75%

Loại phần hoa	N	Kích thước các pha phát dục (TB±SE) (mm)					
		Trứng	Nhện non tuổi 1	Nhện non tuổi 2	Nhện non tuổi 3	Trưởng thành cái	Trưởng thành đực
Chiều dài							
Phần hoa <i>T. latifolia</i>	15	0,15±0,002a	0,18±0,002a	0,23±0,003a	0,29±0,003a	0,37±0,002a	0,27±0,002a
Phần hoa mướp	15	0,15±0,001a	0,18±0,002a	0,23±0,002a	0,29±0,003a	0,37±0,003a	0,27±0,002a
U		99,5	94	112	104,5	105,5	98,5
Z		-0,695	-0,896	-0,220	-0,346	-0,311	-0,630
P		0,487	0,370	0,982	0,729	0,756	0,529
Chiều rộng							
Phần hoa <i>T. latifolia</i>	15	0,12±0,002a	0,12±0,001a	0,13±0,001a	0,19±0,003a	0,23±0,001a	0,17±0,002a
Phần hoa mướp	15	0,11±0,002a	0,12±0,001a	0,13±0,001a	0,19±0,003a	0,25±0,001b	0,17±0,002a
U		85,5	105,5	97,5	95,5	3	109,5
Z		-1,226	-0,448	-0,762	-0,743	-4,794	-1,35
P		0,220	0,654	0,446	0,458	<0,001	0,893

Ghi chú: n: số cá thể theo dõi; các chữ giống nhau trong cùng một cột với cùng chiều dài hoặc rộng, biểu diễn sự sai khác không rõ rệt ở mức $P > 0,05$; U-, Z-, và P- là giá trị của phép kiểm định Mann-Whitney U cho mẫu phân bố không chuẩn.

Bảng 2. Thời gian phát dục các pha trước trưởng thành nhện bắt mồi *Euseius ovalis* nuôi bằng phấn hoa *T. latifolia* và phấn hoa mướp ở nhiệt độ 27°C, ẩm độ 75%

Thức ăn	n	Thời gian phát dục (TB±SE) (ngày)				
		Trứng	Nhện non tuổi 1	Nhện non tuổi 2	Nhện non tuổi 3	Thời gian trước trưởng thành
Nhện cái						
Phấn hoa <i>T. latifolia</i>	32	1,59±0,09a	1,01±0,01a	1,25±0,09a	1,81±0,07a	5,66±0,09a
Phấn hoa mướp	35	1,74±0,07a	1,01±0,02a	1,06±0,04a	2,00±0,00a	5,80±0,07a
U		476,5	560,0	468,5	455,0	479,5
Z		-1,288	0,001	-1,942	-2,665	-1,316
P		0,198	1,000	0,052	0,080	0,188
Nhện đực						
Phấn hoa <i>T. latifolia</i>	21	1,76±0,12a	0,98±0,02a	1,21±0,01a	1,90±0,07a	5,86±0,10a
Phấn hoa mướp	19	1,63±0,11a	1,00±0,01a	1,16±0,12a	2,00±0,08a	5,79±0,12a
U		177,0	190,0	184,0	181,5	186,5
Z		-0,733	-0,951	-0,603	-0,937	-0,452
P		0,464	0,342	0,547	0,349	0,652

Ghi chú: n là số cá thể theo dõi. Các chữ giống nhau trong cùng một cột với cùng nhện đực hoặc cái, biểu diễn sự sai khác không rõ rệt ở mức $P > 0,05$; U-, Z-, và P- là giá trị của phép kiểm định Mann-Whitney Test cho mẫu phân phối không chuẩn.

3.2. Thời gian phát dục các pha trước trưởng thành nhện bắt mồi *Euseius ovalis*

Qua bảng 2 cho thấy thời gian phát dục các pha của nhện *E. ovalis* không có sự sai khác rõ rệt khi cho ăn 2 loại phấn hoa khác nhau. Thời gian phát dục trước trưởng thành của nhện đực và nhện cái khi cho

ăn phấn hoa mướp lần lượt là 5,8 ngày và 5,79 ngày không khác biệt rõ rệt so với khi cho ăn phấn hoa *T. latifolia* (lần lượt là 5,66 ngày và 5,86 ngày).

3.3. Một số chỉ tiêu về sinh sản của nhện bắt mồi *Euseius ovalis*

Bảng 3. Một số chỉ tiêu về sinh sản của nhện bắt mồi *Euseius ovalis* nuôi bằng phấn hoa *T. latifolia* và phấn hoa mướp ở nhiệt độ 27°C, ẩm độ 75%

Chỉ tiêu theo dõi	Phấn hoa <i>T. latifolia</i> (n = 32) *	Phấn hoa mướp (n = 35) *	$\chi^2/U/T$	Z/df	P
Thời gian tiền đẻ trứng (ngày)	2,00±0,08a	2,00±0,02a	560,0	0,000	1,00
Thời gian sau đẻ trứng (ngày)	3,03±0,05a	2,94±0,07a	513,5	-0,986	0,324
Thời gian đẻ trứng (ngày)	11,97±0,19a	11,77±0,15a	503,5	-0,755	0,450
Tuổi thọ trưởng thành cái (ngày)	17,00± 0,17a	16,71±0,14a	481,0	-1,055	0,291
Số trứng đẻ trong ngày (quả/nhện cái/ngày)	1,44±0,04a	1,82±0,05b	-6,340	62,911	<0,001
Tổng số trứng đẻ (quả/nhện cái)	17,19±0,54a	21,40±0,64b	198,0	-4,565	<0,001
Tỷ lệ cái ở thế hệ thứ 2	0,71±0,02a	0,69±0,02a	0,601	1	0,438

Ghi chú: * TB±SE; n: số cá thể theo dõi; các chữ giống nhau trong cùng một hàng ngang biểu diễn sự sai khác không rõ rệt ở mức $P > 0,05$ với kiểm định Mann-Whitney Test (thời gian tiền đẻ trứng, thời gian sau đẻ trứng, thời gian đẻ trứng, tuổi thọ trưởng thành cái, tổng số trứng đẻ), kiểm định Student T test (số trứng đẻ trong ngày) hoặc kiểm định Probit (Wald Chi-square) (tỷ lệ cái ở thế hệ thứ 2) U-, Z- và P- là giá trị của kiểm định Mann-Whitney Test với mẫu phân bố không chuẩn; t-, df- và P- là giá trị của kiểm định Student T test với mẫu phân bố chuẩn, χ^2 -, df- and P- là giá trị của kiểm định Probit (Wald Chi-square) với mẫu dạng nhị phân (đực và cái).

Thời gian tiền đẻ trứng, thời gian sau đẻ trứng, thời gian đẻ trứng, tuổi thọ trưởng thành cái nhện bắt mỗi *E. ovalis* khi cho ăn 2 loại phần hoa không có sự khác nhau rõ rệt. Khi nhện cái *E. ovalis* ăn phần hoa *T. latifolia* thì thời gian tiền đẻ trứng (2 ngày), thời gian sau đẻ trứng (3,03 ngày), thời gian đẻ trứng (11,97 ngày) và tuổi thọ trưởng thành cái (17 ngày) tương tự khi ăn phần hoa mướp với các chỉ tiêu tương ứng là 2 ngày, 2,94 ngày, 11,77 ngày và 16,71 ngày. Tuy nhiên, có sự khác biệt rõ rệt về số trứng đẻ trong ngày và tổng số trứng đẻ của nhện trưởng thành cái khi ăn hai loại thức ăn. Khi nhện bắt mỗi *E. ovalis* ăn phần hoa mướp số trứng đẻ trong ngày (1,82 quả/nhện cái/ngày) và tổng số trứng đẻ (21,4 quả/nhện cái) lớn hơn nhiều khi cho ăn với phần hoa *T. latifolia* với số trứng đẻ trong

ngày (1,44 quả/nhện cái/ngày) và tổng số trứng đẻ (17,19 quả/nhện cái). Tỷ lệ cái của thế hệ thứ 2 không có sự khác nhau rõ rệt khi nhện bắt mỗi ăn hai loại phần hoa (Bảng 3).

Số lượng trứng đẻ trong ngày và tổng số trứng đẻ của nhện bắt mỗi *E. ovalis* ăn phần hoa mướp (lần lượt là 1,82 quả/nhện cái/ngày và 21,40 quả/nhện cái) trong nghiên cứu này tương tự như kết quả của Nguyen và Shih (2012) khi nuôi nhện bắt mỗi trên phần mướp ở nhiệt độ 25°C với số trứng đẻ trong ngày (1,97 quả/nhện cái/ngày) và tổng số trứng đẻ (21,26 quả/nhện cái) và cao hơn khi nhện bắt mỗi ăn nhện đỏ *T. kanzawai* (lần lượt là 1,31 quả/nhện cái/ngày và 8,89 quả/nhện cái) (Nguyen và Shih, 2012).

3.4. Sức tăng quần thể của nhện bắt mỗi *E. ovalis*

Bảng 4. Một số chỉ tiêu về sức tăng quần thể của nhện bắt mỗi *E. ovalis* khi nuôi bằng phần hoa *T. latifolia* và phần hoa mướp ở nhiệt độ 27°C, ẩm độ 75%

Loại phần hoa	n	Tỷ lệ tăng tự nhiên (r_m) (con cái/nhện cái/ngày)	Thời gian 1 thế hệ (T) (ngày)	Tỷ lệ sinh sản thuần (R_0) (con cái/nhện cái)
Phần hoa <i>T. latifolia</i>	32	0,198±0,003b	12,63±0,114a	12,11±0,400b
Phần hoa mướp	35	0,212±0,003a	12,78±0,060a	14,96±0,506a
U/t		346,0	-1,405	238,0
Z/df		874,0	65	-4,042
P		0,007	0,165	<0,001

Ghi chú: Các chữ giống nhau trong cùng một cột biểu diễn sự sai khác không rõ rệt ở mức $P > 0,05$ với kiểm định Mann-Whitney Test (tỷ lệ tăng tự nhiên (r_m), tỷ lệ sinh sản thuần (R_0)), kiểm định Student T test (thời gian 1 thế hệ (T)); U, Z và P là giá trị của kiểm định Mann-Whitney Test với mẫu phân bố không chuẩn; t, df và P là giá trị của kiểm định Student T test với mẫu phân bố chuẩn.

Tỷ lệ tăng tự nhiên (r_m) của nhện cái ăn phần hoa mướp (0,212 con cái/nhện cái/ngày) cao hơn rõ rệt so với nhện cái ăn phần hoa *T. latifolia* (0,198 con cái/nhện cái/ngày). Thời gian 1 thế hệ (T) không có sự sai khác rõ rệt, với phần hoa *T. latifolia* là 12,63 ngày và với phần hoa mướp là 16,78 ngày. Khi nhện bắt mỗi *E. ovalis* ăn phần hoa mướp tỷ lệ sinh sản thuần (R_0) là 14,96 con cái/nhện cái cao hơn rõ rệt so với khi ăn phần hoa *T. latifolia* (12,11 con cái/nhện cái). Tỷ lệ tăng tự nhiên (con cái/nhện cái/ngày) của nhện *E. ovalis* ăn phần hoa mướp (0,212) trong nghiên cứu này cao hơn so với khi chúng ăn nhện đỏ *T. kanzawai* (0,153), nhện đỏ cam chanh *P. citri* (0,181), phần hoa ngô (0,201) và phần hoa mướp *Luffa acutangula* (0,199) ở nhiệt độ 25°C (Nguyen and Shih, 2012). Từ nghiên cứu này cho thấy phần hoa mướp *L. aegyptiaca* hoàn toàn thích hợp cho việc nhân nuôi nhện bắt mỗi *E. ovalis*.

4. KẾT LUẬN

Kích thước các pha nhện bắt mỗi *E. ovalis* đực và cái khi ăn hai loại phần hoa không có sự sai khác rõ

rệt. Ngoại trừ chiều rộng của trưởng thành cái ăn phần hoa mướp (0,25 mm) lớn hơn khi ăn phần hoa *T. latifolia* (0,23 mm).

Thời gian phát dục của tất cả các pha của cả nhện đực và nhện cái không có sự sai khác rõ rệt khi ăn hai loại phần hoa. Tổng thời gian phát dục trước trưởng thành của nhện cái và nhện đực khi ăn phần hoa *T. latifolia* lần lượt là 5,66 ngày và 5,86 ngày và với phần hoa mướp lần lượt là 5,80 ngày và 5,79 ngày.

Thời gian tiền đẻ trứng, thời gian sau đẻ trứng, thời gian đẻ trứng, tuổi thọ trưởng thành cái và tỷ lệ cái ở thế hệ 2 của nhện *E. ovalis* không khác biệt rõ rệt khi ăn hai loại phần hoa. Tuy nhiên nhện cái khi ăn phần hoa mướp có số trứng đẻ trong ngày (1,82 quả/nhện cái/ngày) và tổng số trứng đẻ (21,14 quả/nhện cái) lớn hơn rõ rệt so với khi ăn phần hoa *T. latifolia* (tương ứng là 1,44 quả/nhện cái/ngày và 17,19 quả/nhện cái).

Tỷ lệ tăng tự nhiên (r_m) của nhện cái ăn phần hoa mướp (0,212 con cái/nhện cái/ngày) cao hơn rõ rệt so với nhện cái ăn phần hoa *T. latifolia* (0,198 con

cái/nhện cái/ngày). Thời gian 1 thế hệ (T) không có sự sai khác rõ rệt, với phấn hoa *T. latifolia* là 12,63 ngày và với phấn hoa mướp là 16,78 ngày. Khi nhện bắt mỗi *E. ovalis* ăn phấn hoa mướp tỷ lệ sinh sản thuần (R_0) là 14,96 (con cái/nhện cái) cao hơn rõ rệt so với khi ăn phấn hoa *T. latifolia* (12,11 con cái/nhện cái).

LỜI CẢM ƠN

Chúng tôi chân thành cảm ơn quỹ Quỹ Phát triển Khoa học và Công nghệ Quốc gia (NAFOSTED) đã tài trợ cho nghiên cứu này thông qua đề tài mã số FWO.106-NN.2015.01.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Birch, L. C. (1948). The intrinsic rate of natural increase of an insect population. The Journal of Animal Ecology. 17: 15-26.
2. Hulting, F. L., Orr, D. B. and Obrycki, J. J. (1990). A computer program for calculation and statistical comparison of intrinsic rates of increase and associated life table parameters. Florida Entomologist. 73: 601-612.
3. Maia, A. d. H., Luiz, A. J. and Campanhola, C. (2000). Statistical inference on associated fertility life parameters using jackknife technique: computational aspects. Journal of Economic Entomology. 93(2): 511-518.

4. Manjunatha, M., Hanchinal, S. and Kulkarni, S. (1999). Mass multiplication of predatory mite *Amblyseius ovalis* (Acari: Phytoseiidae) and field release against yellow mite and thrips on chilli. Journal of Acarology. 14(1-2): 16-21.

5. Messelink, G. J., van Maanen, R., van Steenpaal, S. E. and Janssen, A. (2008). Biological control of thrips and whiteflies by a shared predator: two pests are better than one. Biological Control. 44(3): 372-379.

6. Meyer, J. S., Ingersoll, C. G., McDonald, L. L. and Boyce, M. S. (1986). Estimating uncertainty in population growth rates: jackknife vs. bootstrap techniques. Ecology. 67(5): 1156-1166.

7. Nguyen, D. T., Vangansbeke, D., Lü, X. and De Clercq, P. (2013). Development and reproduction of the predatory mite *Amblyseius swirskii* on artificial diets. BioControl. 58(3): 369-377.

8. Nguyen, T. V. and Shih, C.-I. T. (2012). Life-table parameters of *Neoseiulus womersleyi* (Schicha) and *Euseius ovalis* (Evans) (Acari: Phytoseiidae) feeding on six food sources. International journal of acarology. 38(3): 197-205.

9. Pai, K. and Shih, C. (2002). Effects of *Bemisia argentifolii* (Homoptera: Aleyrodidae) and cucumber pollen on development and fecundity of *Amblyseius ovalis* (Acari: Phytoseiidae). Plant Protection Bulletin-Taipei. 44(2): 101-114.

EVALUATING USING POLLEN IN REARING PREDATORY MITE *Euseius ovalis* (Evans) (Acari: Phytoseiidae)

Nguyen Duc Tung

Summary

Euseius ovalis (Evans) (Acari: Phytoseiidae) was a potential predatory mite for controlling broad mite, thrips, whiteflies and spider mite on several crops. In the Red River Delta, *E. ovalis* was found dominant in vegetable such as bean, cucumber, egg plant. To find out a good pollen for rearing *E. ovalis*, in current research the development, reproduction and population growth of the predatory mite *E. ovalis* were assessed when fed on cattail pollen (*Typha latifolia* L.) and Luffa pollen (*Luffa aegyptiaca* Mill.). The results show that *E. ovalis* adult females fed on *L. aegyptiaca* were wider than that of female fed on *T. latifolia* (0.25 and 0.23 mm, respectively). Mites fed on *T. latifolia* and *L. aegyptiaca* had similar immature development time. However, the total number of deposited eggs and daily reproduction of the females fed on *L. aegyptiaca* were significantly higher than on *T. latifolia* (Daily oviposition and total number of egg on *L. aegyptiaca* were 1.82 egg/femlae/day and 21.14 (egg/female) higher than on *T. latifolia* 1.44 egg/femlae/day and 17.19 (egg/female). The intrinsic rate of increase (r_m) of *E. ovalis* fed on *L. aegyptiaca* (0.212) was significantly higher than *T. latifolia* pollen (0.198). Our findings indicate the potential of *L. aegyptiaca* pollen for the mass production of predatory mite *E. ovalis*.

Keywords: *Luffa aegyptiaca* pollen, *Typha latifolia* pollen, intrinsic rate of increase.

Người phản biện: GS.TS. Nguyễn Văn Đĩnh

Ngày nhận bài: 25/02/2019

Ngày thông qua phản biện: 25/3/2019

Ngày duyệt đăng: 01/4/2019

Tạp chí

NÔNG NGHIỆP & PHÁT TRIỂN NÔNG THÔN

*Science and Technology Journal
of Agriculture & Rural Development*

MINISTRY OF AGRICULTURE AND RURAL DEVELOPMENT, VIETNAM

Tạp chí Khoa học và Công nghệ

BỘ NÔNG NGHIỆP VÀ PHÁT TRIỂN NÔNG THÔN

11
2019

TẠP CHÍ

**NÔNG NGHIỆP
& PHÁT TRIỂN NÔNG THÔN**

ISSN 1859 - 4581

NĂM THỨ MƯỜI CHÍN

SỐ 362 NĂM 2019
XUẤT BẢN 1 THÁNG 2 KỲ

TỔNG BIÊN TẬP
PHẠM HỮU THÁI
ĐT: 024.37711070

PHÓ TỔNG BIÊN TẬP
DƯƠNG THANH HẢI
ĐT: 024.38345457

TOÀ SOẠN - TRỊ SỰ
Số 10 Nguyễn Công Hoan
Quận Ba Đình - Hà Nội
ĐT: 024.37711072
Fax: 024.37711073
E-mail: tapchinongnghiep@vnn.vn
Website: www.tapchikhoahocnongnghiep.vn

VĂN PHÒNG ĐẠI DIỆN TẠP CHÍ
TẠI PHÍA NAM
135 Pasteur
Quận 3 - TP. Hồ Chí Minh
ĐT/Fax: 028.38274089

Giấy phép số:
290/GP - BT TT
Bộ Thông tin và Truyền thông
cấp ngày 03 tháng 6 năm 2016

Công ty TNHH In ấn Đa Sắc
Địa chỉ: Số 7, P. Xuân Phương,
Q. Nam Từ Liêm, Hà Nội

Giá: 30.000đ

Phát hành qua mạng lưới
Bưu điện Việt Nam; mã ấn phẩm
C138; Hotline 1800.585855

MỤC LỤC

- | | |
|--|----------|
| □ CHU PHÚ MỸ, NGUYỄN XUÂN ĐAI, NGUYỄN THỊ THU HUYỀN, NGUYỄN HÙNG CƯỜNG, NGUYỄN VÕ KIÊN, VÕ VĂN HÀ, PHẠM THỊ THU HIẾN. Xây dựng chương trình tăng trưởng xanh ngành nông nghiệp gắn với phát triển nông thôn mới bền vững của thủ đô Hà Nội đến năm 2030 | 3- 14 |
| □ BÙI TÂN YÊN, NGUYỄN HỒNG SƠN, LÊ THANH TÙNG, TRẦN THỊ MỸ HẠNH, CHU THÁI HOÀNH, LEOCADIO SEBASTIAN. Xây dựng bản đồ nguy cơ rủi ro thiên tai và kế hoạch thích ứng trong sản xuất lúa ở vùng đồng bằng sông Cửu Long | 15- 21 |
| □ PHAN HÙNG VINH. Tư liệu hóa nguồn gen giống tiêu Tiên Phước và bưởi Trụ lòng Nông Sơn, Quảng Nam | 22-30 |
| □ TRƯƠNG CÔNG TUYẾN, LÊ HUY NGHĨA, VŨ VĂN BÌNH, HÀ VĂN NHÂN. Xác định thời vụ, liều lượng phân bón và mật độ cấy thích hợp cho giống lúa LTh31 tại các tỉnh phía Bắc | 31-40 |
| □ ĐẶNG THỊ THO, VŨ MINH THUẬN, NGUYỄN THỊ DƯƠNG, HUỖNH VĂN NGHIỆP, NGUYỄN THỊ NGỌC MAI, NGUYỄN THANH LĨNH, NGUYỄN THÀNH PHƯỚC, NGUYỄN THANH TÚ. Ảnh hưởng của mật độ sạ và các mức phân đạm đến sinh trưởng, phát triển và năng suất của giống lúa OM8959 trong vụ đông xuân 2017 - 2018 và hè thu 2018 tại huyện Trần Đề - tỉnh Sóc Trăng | 41- 47 |
| □ NGUYỄN THỊ LANG, LÊ THỊ TRÚC PHƯƠNG, NGUYỄN TRỌNG PHƯỚC. Nghiên cứu sự biến động của năng suất và phẩm chất giống khoai lang tại huyện Bình Tân, tỉnh Vĩnh Long | 48- 54 |
| □ CHU THỨC ĐẠT, NGUYỄN THỊ THU HÀ, NGUYỄN TIẾN DŨNG, NGUYỄN THỊ TÌNH, BÙI TRÍ THỨC, NGUYỄN VĂN DUY, NGUYỄN VĂN LIỄU, NGÔ XUÂN BÌNH. Nghiên cứu ảnh hưởng của thời điểm khoanh vỏ đến khả năng cho năng suất ở cây bưởi da xanh tại Thái Nguyên | 55- 59 |
| □ NGUYỄN THANH TÙNG. Tác động của biến đổi khí hậu đến sản lượng nuôi tôm tỉnh Cà Mau | 60- 65 |
| □ NGUYỄN ĐỨC TÙNG, ĐÀO THÙY LINH. Ảnh hưởng của nhiệt độ và thức ăn đến đặc điểm sinh học nhện bắt mồi <i>Amblyseius largoensis</i> (Muma) (Acari: Phytoseiidae) | 66- 72 |
| □ LÊ VĂN NGHỊ. Dòng chảy và ngập lụt trên đồng bằng sông Hồng trong tình huống vỡ đập trên bậc thang sông Đà: Trường hợp không gây vỡ đập Hòa Bình | 73- 84 |
| □ NGUYỄN KIÊN QUYẾT. Phân tích nguyên nhân, cơ chế gây sạt lở bờ kênh Chợ Gạo | 85- 90 |
| □ NGUYỄN QUANG HÙNG. Ứng dụng mô hình tiếp xúc ma sát Coulumb nghiên cứu ứng suất cục bộ trong đập bê tông đầm lăn | 91- 95 |
| □ LƯƠNG VĂN ANH. Hiện trạng chất lượng nước sinh hoạt và đề xuất giải pháp cấp nước tại trường học, trạm y tế của các xã đảo | 96- 106 |
| □ DƯƠNG TRUNG HIẾU, HOÀNG VĂN SÂM, TRẦN TRỊNH PHI HÙNG. Thành phần loài và hiện trạng bảo tồn thực vật ngành hạt trần (Gymnospermae) tại Khu Bảo tồn Thiên nhiên Đồng Sơn - Kỳ Thượng, tỉnh Quảng Ninh | 107- 113 |
| □ HOÀNG VĂN THẮNG. Kết quả nghiên cứu chọn giống xoan đào phục vụ trồng rừng cung cấp gỗ lớn ở các tỉnh phía Bắc | 114-121 |
| □ LƯƠNG THỊ HOÀN, HOÀNG THỊ NHƯ NỤ. Đánh giá đặc điểm hình thái và khả năng sinh trưởng của một số giống Hương nhu tia (<i>Ocimum tenuiflorum</i>) trồng tại Hà Nội | 122-130 |
| □ HOÀNG HUY TUẤN, NGUYỄN QUỐC CẨM. Đánh giá thực trạng và đề xuất các giải pháp quản lý rú cát bền vững ở huyện Hải Lăng, tỉnh Quảng Trị | 131- 140 |
| □ NGUYỄN VĂN MINH. Nghiên cứu phân bố, ước lượng quần thể loài khỉ vàng (<i>Macaca mulatta</i>) và xung đột giữa người và khỉ vàng ở đảo Cù Lao Chàm, tỉnh Quảng Nam | 141- 146 |
| □ NGUYỄN QUANG HUY, NGUYỄN KHẮC VIỆT BA, NGUYỄN TUẤN ANH. Ứng dụng bài toán đa mục tiêu để xuất sử dụng hợp lý đất sản xuất nông nghiệp huyện Khoái Châu, tỉnh Hưng Yên | 147- 156 |
| □ NGUYỄN ĐẮC LỰC, CAO VIỆT HÀ. Đánh giá thực trạng và đề xuất giải pháp sử dụng đất sản xuất nông nghiệp theo hướng hàng hóa trên địa bàn huyện Mai Sơn, tỉnh Sơn La | 157-164 |

ẢNH HƯỞNG CỦA NHIỆT ĐỘ VÀ THỨC ĂN ĐẾN ĐẶC ĐIỂM SINH HỌC NHỆN BẮT MỖI *Amblyseius largoensis* (Muma) (Acari: Phytoseiidae)

Nguyễn Đức Tùng¹, Đào Thùy Linh²

TÓM TẮT

Nhện bắt mồi *Amblyseius largoensis* (Acari: Phytoseiidae) là một loài thiên địch của bọ trĩ được phát hiện khá phổ biến trên một số cây rau tại các tỉnh vùng đồng bằng sông Hồng. Tuy nhiên, chưa có công trình nghiên cứu nào về loài nhện bắt mồi này được công bố tại Việt Nam. Để hiểu rõ hơn về loài nhện bắt mồi này, đã tiến hành nghiên cứu sự ảnh hưởng của hai loại thức ăn: bọ trĩ *Frankliniella occidentalis* (Pergande) (vật mồi tự nhiên) và phấn hoa *Typha latifolia* L. (một loại thức ăn thường dùng trong nhân nuôi nhện bắt mồi đa thực) đến thời gian phát dục, sức sinh sản và sức tăng trưởng của chúng ở hai mức nhiệt độ 20°C và 25°C. Kết quả cho thấy thời gian phát dục trước trưởng thành của nhện bắt mồi *A. largoensis* nuôi bằng phấn hoa ở cả hai mức nhiệt độ đều ngắn hơn so với nuôi bằng bọ trĩ, mặt khác khi ăn cùng một loại thức ăn thì chỉ tiêu này của nhện nuôi ở 25°C ngắn hơn so với ở 20°C. Ở cùng một mức nhiệt độ tổng số lượng trứng đẻ của nhện cái khi ăn hai loại thức ăn không có sự khác biệt rõ rệt. Tuy nhiên chỉ tiêu này của nhện bắt mồi nuôi ở 25°C cao hơn so với ở 20°C. Tỷ lệ tăng tự nhiên của nhện bắt mồi *A. largoensis* nuôi bằng phấn hoa (0,200) và bọ trĩ (0,195) ở 25°C cao hơn rõ rệt so với khi nuôi ở 20°C với phấn hoa (0,113) và bọ trĩ (0,118). Từ các kết quả trên cho thấy phấn hoa *T. latifolia* có thể sử dụng trong việc nhân nuôi nhện bắt mồi *A. largoensis* trong phòng và nhiệt độ thích hợp để nhân nuôi loài nhện này là 25°C.

Từ khóa: Bọ trĩ *Frankliniella occidentalis*, phấn hoa *Typha latifolia*, nhện bắt mồi *Amblyseius largoensis*, tỷ lệ tăng tự nhiên.

1. BẬT VẤN ĐỀ

Nhện bắt mồi (NBM) *Amblyseius largoensis* (Acari: Phytoseiidae) lần đầu tiên được tìm thấy ở bang Florida, Mỹ vào năm 1952 (Muma, 1955). *Amblyseius largoensis* xuất hiện ở các vùng nhiệt đới và cận nhiệt đới tại trên 40 nước và vùng lãnh thổ trên thế giới và có thể tìm thấy trên nhiều loại cây trồng như táo, cây rau, cây có múi (Kreiter *et al.*, 2006). Theo McMurtry *et al.* 2013 nhện bắt mồi *A. largoensis* thuộc nhóm III (nhện bắt mồi đa thực) có thể ăn trên nhiều loại nhện hại thuộc họ Eriophyidae (Melo *et al.*, 2015), họ Tarsonemidae (Rodríguez and Ramos, 2004), họ Tenuipalpidae và họ Tetranychidae (Carrillo *et al.*, 2010), bọ trĩ, trứng của họ ngài sáng và ngài rau thuộc bộ cánh vảy (Kamburov, 1971). Ngoài ra, *A. largoensis* cũng có thể phát triển và sinh sản trên thức ăn là phấn hoa, mật hoa và dịch ngọt (Kamburov, 1971).

Theo kết quả điều tra từ năm 2016-2018, nhện bắt mồi *A. largoensis* được phát hiện khá phổ biến và loài thiên địch quan trọng của bọ trĩ trên một số cây rau

như dưa chuột, đậu đỗ, cà... tại các tỉnh vùng đồng bằng sông Hồng. Tuy nhiên, chưa có công trình nghiên cứu nào về loài nhện bắt mồi này được công bố tại Việt Nam. Vì vậy, để hiểu rõ hơn về loài nhện bắt mồi *A. largoensis*, đã tiến hành nghiên cứu sự ảnh hưởng của nhiệt độ và thức ăn đến sự sinh trưởng, phát triển và khả năng sinh sản của chúng. Đây là những thông tin quan trọng nhằm xác định khả năng nhân nuôi và sử dụng loài nhện bắt mồi này trong tương lai.

2. VẬT LIỆU VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Phương pháp nuôi nguồn nhện bắt mồi

Nguồn nhện bắt mồi *A. largoensis* được thu bắt ngoài ruộng dưa chuột tại Văn Đức, Gia Lâm, Hà Nội và được giám định tên loài bởi GS. Gilberto José de Moraes, Đại học São Paulo, Brazil. Nhện bắt mồi được nuôi tại nhiệt độ phòng trên tấm nhựa xanh kích thước (10 x 10 x 0,3 cm) (Multicel, SEDPA, Pháp) đặt trên một tấm mút dày 1 cm đặt trong hộp nhựa trong kích thước 17 x 11 x 5 cm chứa nước. Các cạnh của tấm nhựa được phủ bởi các băng giấy ăn nhằm cung cấp nước uống cho NBM và ngăn NBM chạy trốn. Một sợi chỉ đen nhỏ được cho vào ô nuôi để làm giá thể cho NBM đẻ trứng. Hai ngày một lần trứng được thu và chuyển sang hộp nuôi mới. Nhện

¹ Học viện Nông nghiệp Việt Nam

² Học viên cao học, Học viện Nông nghiệp Việt Nam
Email: nguyenductung@vnua.edu.vn

hại kho *Carpoglyphus lactis* (Linnaeus) (Acari: Carpo-glyphidae) và thức ăn được cho vào ô nuôi làm thức ăn cho NBM. Nhện hại kho *C. lactis* ban đầu được cung cấp bởi Công ty Biobest N.V., Bỉ và nuôi trong hộp nhựa chữ nhật kích thước 17 x 12 x 7 cm với thức ăn là men bia Eagle (Angel Yeast, Hubei, Trung Quốc). Khi thấy số lượng nhện hại kho gần hết cần bổ sung để đảm bảo thức ăn dư thừa cho nhện bắt mồi.

2.2. Phương pháp nghiên cứu đặc điểm sinh học

Để nghiên cứu đặc điểm sinh vật học, cá thể NBM được nuôi trong lồng nuôi NBM (Nguyen *et al.*, 2013). Mỗi lồng nuôi gồm ba miếng mica kích thước 40 x 40 mm. Tấm mica dưới cùng màu đen dày 2 mm chính giữa có một lỗ tròn đường kính 1 mm tại trung tâm. Tấm mica giữa màu đen dày 5 mm với một lỗ tròn đường kính 18 mm ở trung tâm và tấm mica trên cùng màu trắng với lỗ tròn đường kính 20 mm. Tấm bóng kính trong suốt kích thước 40 x 40 mm trên có các lỗ nhỏ (dưới 0,1 mm) được đặt giữa tấm mica giữa và trên cùng giúp không khí lưu thông trong và ngoài lồng nuôi và đủ nhỏ để nhện bắt mồi không thể chui ra ngoài. Giấy ăn được quấn lại thành sợi một đầu cắm vào lỗ nhỏ trên tấm mica dưới cùng một đầu nhúng vào nước để cung cấp nước cho nhện bắt mồi. Một kẹp giấy được sử dụng để giữ chặt các tấm mica với nhau. Các lồng nuôi được đặt trên một khay nhựa chứa nước.

Trứng nhện bắt mồi (dưới 8 giờ tuổi) được cho từng quả vào trong lồng nuôi nhện. Nhện non sau khi nở được cho ăn phần hoa *Typha latifolia* L. và bọ trĩ *Frankliniella occidentalis* (Pergande) (Thysanoptera: Thripidae) tuổi nhỏ. Phần hoa *T. latifolia* được nhập khẩu từ Công ty Koppert, Hà Lan và bảo quản trong ngăn đá tủ lạnh. Nguồn bọ trĩ ban đầu được thu trên cây dưa chuột tại Văn Đức, Gia Lâm, Hà Nội và được nuôi trên các quả đậu cô ve non, sạch đặt trong hộp nhựa chữ nhật kích thước 17 x 12 x 10 cm. Thức ăn được thêm vào lồng nuôi 2 ngày 1 lần. Vệ sinh lồng nuôi thường xuyên. Sau khi nhện hóa trưởng thành, các cá thể cái và đực được ghép đôi và cho đẻ trứng. Trứng được thu hàng ngày và tất cả trứng của các cá thể cái cùng một tuổi được chuyển vào lồng nuôi với thức ăn tương tự thức ăn của trưởng thành cái để xác định tỷ lệ đẻ cái của thế hệ thứ 2. Nhện được quan sát mỗi ngày một lần để xác định thời gian phát dục các pha, thời gian tiến đẻ trứng, số lượng trứng đẻ và tuổi thọ của trưởng thành

cái. Các thí nghiệm được tiến hành trong tủ định ôn tại nhiệt độ 20°C và 25°C.

2.3. Phương pháp tính tỷ lệ tăng tự nhiên

Tỷ lệ tăng tự nhiên (r_m) được tính dựa trên công thức của Birch (1948):

$$\sum l_x m_x e^{-r_m \cdot x} = 1$$

Trong đó: x là ngày tuổi của nhện cái (ngày), l_x là tỷ lệ sống sót của nhện cái tại ngày tuổi x và m_x là số lượng cá thể cái được nhện cái sinh ra tại ngày tuổi x . Giá trị m_x được tính bằng cách nhân số lượng trứng đẻ trung bình của nhện cái với tỷ lệ cái ở thế hệ sau tại ngày tuổi x của nhện cái. Phương pháp Jackknife của Meyer *et al.* (1986) và Hulting *et al.* (1990) được sử dụng để tính sai số chuẩn của giá trị r_m . Các chỉ tiêu khác của sức tăng quần thể được tính theo Maia *et al.* (2000) như tỷ lệ sinh sản thuần (R_0) chỉ số lượng cá thể cái được sinh ra bởi một nhện cái (con cái/nhện cái).

$$R_0 = \sum l_x m_x$$

Hay thời gian 1 thế hệ (T) là khoảng thời gian cần thiết để số lượng quần thể tăng R_0 lần (ngày).

$$T = \frac{\ln R_0}{r_m}$$

2.4. Phương pháp xử lý số liệu

Tất cả số liệu được xử lý thống kê trên Excel và phần mềm SPSS phiên bản 20. Số liệu được kiểm tra phân bố chuẩn dựa trên kiểm định Kolmogorov-Smirnov. Khi số liệu không phải phân bố chuẩn kiểm định Kruskal Wallis được dùng để xác định sự sai khác giữa 2 loại thức ăn và 2 mức nhiệt độ. Nếu sự sai khác là rõ rệt, kiểm định Mann-Whitney U sẽ được tiếp tục tiến hành để xác định chính xác sai khác giữa mỗi cặp thức ăn và nhiệt độ. Trong trường hợp phân bố chuẩn, kiểm định One Way ANOVA được sử dụng. Với so sánh tỷ lệ cái ở thế hệ thứ 2, Generalized linear model được sử dụng với số liệu được nhập theo dạng nhị phân, 1 ứng với cá thể cái và 0 ứng với cá thể đực. Trong tất cả các kiểm định giá trị P nhỏ hơn hoặc bằng 0,05 chúng tỏ sai khác có ý nghĩa.

3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

3.1. Thời gian phát dục các pha trước trưởng thành nhện bắt mồi *Amblyseius largoensis*

Một trong những chỉ tiêu quan trọng khi nghiên cứu đặc điểm sinh học nhện bắt mồi đó là xác định được thời gian phát dục các pha. Trong nghiên cứu này, thời gian phát dục các pha của nhện bắt mồi *A. largoensis* được ghi nhận khi chúng được nuôi

bằng hai loại vật mồi khác nhau: phấn hoa *Typha latifolia* và bọ trĩ *Frankliniella occidentalis* tại 2 mức nhiệt độ 20°C và 25°C. Kết quả được trình bày trong bảng 1.

Bảng 1. Thời gian phát dục các pha trước trưởng thành nhện bắt mồi *A. largoensis* nuôi bằng phấn hoa *T. latifolia* và bọ trĩ *F. occidentalis*

Công thức	n	Thời gian phát dục (TB±SE) (ngày)				
		Trứng	Nhện non tuổi 1	Nhện non tuổi 2	Nhện non tuổi 3	Trước trưởng thành
Nhện cái						
Typha 20°C	24	1,04±0,04a	1,00 ±0,01a	1,29±0,09b	2,08±0,10bc	5,42±0,15b
Typha 25°C	26	0,96±0,04a	0,96±0,03a	0,96±0,03a	1,04±0,04a	3,92±0,05a
Bọ trĩ 20°C	32	2,38±0,13b	2,00±0,06b	2,00±0,04c	2,19±0,08b	8,56±0,14d
Bọ trĩ 25°C	30	1,37±0,07a	1,28±0,05a	1,35±0,05b	1,81±0,06c	5,80±0,18c
χ²		85,059	96,937	79,624	71,765	98,397
df		3	3	3	3	3
P		<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
Nhện đực						
Typha 20°C	28	1,14±0,08b	0,98±0,02a	1,23±0,08b	1,75±0,11b	5,11±0,14c
Typha 25°C	29	0,97±0,03a	0,95±0,03a	0,95±0,03a	1,00±0,05a	3,86±0,07a
Bọ trĩ 20°C	23	2,35±0,16c	2,04±0,08b	2,09±0,06c	2,04±0,08c	8,52±0,15d
Bọ trĩ 25°C	25	0,84±0,07a	1,00±0,01a	1,04±0,04a	1,76±0,10b	4,64±0,11b
χ²		66,726	86,982	73,456	49,219	82,945
df		3	3	3	3	3
P		<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001

Ghi chú: Nhiệt độ 20±1°C và 25±1°C, ẩm độ 70%; n: số cá thể theo dõi. Các chữ giống nhau trong cùng một cột đối với nhện cái hoặc nhện đực biểu diễn sự sai khác không rõ rệt ở mức $P > 0,05$. Kiểm định Mann Whitney, χ^2 , df, và P- là giá trị của kiểm định Mann Whitney với mẫu phân bố không chuẩn.

Bảng 1 cho thấy, khi nuôi nhện bắt mồi cái *A. largoensis* bằng phấn hoa, thời gian phát dục của pha trứng và nhện non tuổi 1 không có sự sai khác rõ rệt khi nuôi ở 20°C và 25°C. Tuy nhiên, ở pha nhện non tuổi 2 và 3 thời gian pha phát dục khi nuôi ở 25°C đều ngắn hơn rõ rệt so với khi nuôi ở 20°C. Khi ăn bọ trĩ, thời gian phát dục các pha của *A. largoensis* cái ở 20°C dài hơn rõ rệt so với 25°C. Mặt khác, ở cùng một nhiệt độ, thời gian phát dục trước trưởng thành của pha NBM *A. largoensis* cái ăn phấn hoa đều ngắn hơn rõ ràng so với ăn bọ trĩ. Ở 25°C, pha trứng và pha nhện non tuổi 1, thời gian phát dục không có sự sai khác khi nuôi ở 2 loại thức ăn. Trong khi đó, thời gian phát dục của nhện non tuổi 2 và tuổi 3 khi ăn phấn hoa lại có sai khác rõ rệt khi so với cá thể ăn bọ trĩ. Đối với nhện đực, thời gian phát dục tất cả các pha (trừ pha nhện non tuổi 1 ăn phấn hoa) khi nuôi bằng phấn hoa hoặc bọ trĩ ở 25°C đều ngắn hơn rõ

rệt so với khi nuôi ở nhiệt độ 20°C. Ở cùng một nhiệt độ, thời gian phát dục trước trưởng thành của nhện đực ăn phấn hoa ngắn hơn rõ rệt so với khi ăn bọ trĩ.

Thời gian phát dục *A. largoensis* ăn bọ trĩ ở 25°C (5,8 ngày) trong nghiên cứu này gần tương đồng với các nghiên cứu trước đây về thời gian phát dục của *A. largoensis* khi ăn các loại vật mồi tự nhiên như *Aceria guerreronis* (4,0 ngày), *Brevipalpus phoenicis* (5,5 ngày), *Eutetranychus orientalis* (4,8 ngày), *Raoiella indica* (5,9 ngày), *Tetranychus cinnabarinus* (6,3 ngày), *Ectomyelois ceratoniae* (6,8 ngày), *Retithrips syriacus* (5,0 ngày) (Carrillo et al., 2010; Galvão et al., 2007; Kamburov, 1971). Bên cạnh đó, ở cùng nhiệt độ 25°C, thời gian trước trưởng thành của *A. largoensis* khi ăn phấn hoa *Typha latifolia* trong nghiên cứu này là 3,92 ngày ngắn hơn so với khi ăn các loại phấn hoa khác như *Quercus virginiana* (6,3 ngày), *Phoenix roebelenii* (4,8 ngày), *Ricinus*

communis (4,5 ngày), *Typha domingensis* (4,7 ngày) (Carrillo *et al.*, 2010; Yue and Tsai, 1996).

Trong nghiên cứu này, khi nuôi cùng trên một loại thức ăn, thời gian trước trưởng thành của *A. largoensis* ở 25°C ngắn hơn so với thời gian nuôi ở 20°C. Kết quả này tương đồng với nghiên cứu của Yue và Tsai (1996) khi nuôi *A. largoensis* bằng phần hoa *Q. virginiana* ở các mức nhiệt độ 15, 20, 25, 30 và 35°C và kết quả cho thấy khi nhiệt độ tăng thì thời gian trước trưởng thành giảm dần tương ứng là 17,2; 8,4; 6,3; 5,4 và 5,16 ngày.

3.2. Một số chỉ tiêu sinh sản của nhện bắt mồi *Amblyseius largoensis*

Bảng 2 cho thấy, khi nuôi trên phần hoa, các chỉ tiêu về thời gian sinh sản của nhện bắt mồi cái ở 20°C đều dài hơn rõ rệt so với nhện cái nuôi ở 25°C. Tuy nhiên, khi nuôi trên bộ trĩ, chỉ có thời gian tiền đẻ trứng của nhện cái ở 20°C (3,41 ngày) dài hơn rõ rệt so với nhện cái ở 25°C (2,33 ngày) còn các chỉ tiêu khác không khác nhau rõ rệt khi nuôi ở hai mức nhiệt độ. Thời gian đẻ trứng và tuổi thọ trưởng thành cái khi nuôi bằng bộ trĩ ở 20°C và 25°C và nuôi bằng phần hoa ở 25°C ngắn hơn rõ rệt so với khi nuôi bằng phần hoa ở 20°C.

Bảng 2. Một số chỉ tiêu về thời gian sinh sản của nhện bắt mồi *A. largoensis* nuôi bằng phần hoa *T. latifolia* và bộ trĩ *F. occidentalis*

Chỉ tiêu theo dõi	Typha 20°C (n = 24)	Typha 25°C (n = 26)	Bộ trĩ 20°C (n = 32)	Bộ trĩ 25°C (n = 30)	χ^2/F	df	P
Thời gian tiền đẻ trứng (ngày)	3,25±0,39b	2,46±0,24a	3,41±0,10c	2,33±0,09a	39,939	3	<0,001
Thời gian đẻ trứng (ngày)	15,63±1,12b	13,23±0,79a	12,06±0,46a	11,9±0,61a	11,531	3	0,009
Tuổi thọ trưởng thành cái (ngày)	22,00±1,26b	17,27±0,91a	17,59±0,48a	16,27±0,56a	18,010	3	<0,001

Ghi chú: Nhiệt độ 20±1°C và 25±1°C, ẩm độ 70%; n: số cá thể theo dõi. Các chữ giống nhau trong cùng một hàng biểu diễn sự sai khác không rõ rệt ở mức $P > 0,05$. χ^2 , df, và P- là giá trị của kiểm định Mann Whitney với mẫu phân bố không chuẩn; F, df và P là giá trị của kiểm định One Way ANOVA với mẫu phân bố chuẩn.

Tuổi thọ của nhện bắt mồi *A. largoensis* ở 25°C khi ăn phần hoa *T. latifolia* (17,27 ngày) trong nghiên cứu này ngắn hơn so với khi ăn các loại phần hoa khác như *Typha domingensis* (19,79 ngày), *Ricinus*

communis (22,94 ngày) và *Quercus virginiana* (34,29 ngày) nhưng tương tự khi ăn phần hoa *Phoenix roebelenii* (17,06 ngày) (Yue and Tsai, 1996).

Bảng 3. Một số chỉ tiêu về sức sinh sản và tỷ lệ cái đẻ hệ thứ 2 của nhện bắt mồi *A. largoensis* nuôi bằng phần hoa *T. latifolia* và bộ trĩ *F. occidentalis*

Chỉ tiêu theo dõi	Typha 20°C (n = 24)	Typha 25°C (n = 26)	Bộ trĩ 20°C (n = 32)	Bộ trĩ 25°C (n = 30)	χ^2/F	df	P
Số trứng đẻ trong ngày (quả/nhện TT cái/ngày)	0,84±0,04a	1,17±0,06b	1,18±0,02b	1,47±0,04c	40,739	3	<0,001
Tổng số trứng đẻ (quả/nhện TT cái)	12,75±0,93a	15,08±0,83b	14,31±0,66a	17,43±0,91b	5,414	3	0,002
Tỷ lệ cái ở thế hệ thứ 2	0,60±0,03a	0,63±0,03a	0,69±0,02b	0,71±0,02b	13,193	3	0,004

Ghi chú: Nhiệt độ 20±1°C và 25±1°C, ẩm độ 70%; n: số cá thể theo dõi. Các chữ giống nhau trong cùng một hàng biểu diễn sự sai khác không rõ rệt ở mức $P > 0,05$. χ^2 , df, và P- là giá trị của kiểm định Mann Whitney với mẫu phân bố không chuẩn; F, df và P- là giá trị của kiểm định One Way ANOVA với mẫu phân bố chuẩn; F, df và P- là giá trị của kiểm định Probit (Wald Chi-square) với mẫu dạng nhị phân (đực và cái).

Kết quả bảng 3 cho thấy, khi ăn phần hoa hay bộ trĩ, số trứng đẻ hàng ngày và tổng số trứng đẻ của con cái *A. largoensis* ở 25°C đều cao hơn rõ rệt so với ở 20°C. Ở cùng một mức nhiệt độ số trứng đẻ trong ngày của nhện cái ăn bộ trĩ đều cao hơn rõ rệt so với khi ăn phần hoa, tuy nhiên, tổng số lượng trứng đẻ của nhện cái khi ăn hai loại thức ăn lại không có sự khác biệt rõ rệt. Tỷ lệ cái ở thể hệ thứ hai không có sự sai khác khi nuôi ở 2 mức nhiệt độ khác nhau, trên cùng một loại thức ăn, tuy nhiên tỷ lệ cái sinh ra khi nhện mẹ ăn bộ trĩ cao hơn khi ăn phần hoa.

Trên cùng một vật môi tự nhiên bộ trĩ *F. occidentalis*, số trứng đẻ hàng ngày của nhện bắt mồi *A. largoensis* ở 25°C trong nghiên cứu này là 1,47 quả/ngày cao hơn số trứng đẻ hàng ngày của nhện bắt mồi *Paraphytoseius cracentis* ở 29°C (1,24 quả/ngày), một loài nhện bắt mồi ăn bộ trĩ cũng rất phổ biến trên rau vùng đồng bằng sông Hồng (Nguyễn Đức Tùng và Patrick De Clercq, 2018). Từ đây cho thấy tiềm năng của nhện bắt mồi *A. largoensis* trong phòng chống bộ trĩ *F. occidentalis*.

Tỷ lệ cái ở thể hệ thứ 2 khi ăn bộ trĩ là 0,69 – 0,71 trong nghiên cứu này tương đồng với tỷ lệ cái ở thể hệ thứ 2 của *A. largoensis* khi ăn *Aceria guerreronis* (0,69) và ăn nhện trắng

Polyphagotarsonemus latus (0,70) (Galvão *et al.*, 2007; Rodriguez and Ramos, 2004).

3.3. Một số chỉ tiêu về sức tăng quần thể của của nhện bắt mồi *Amblyseius largoensis*

Qua bảng 4 cho thấy, thời gian một thế hệ (T) của nhện bắt mồi *A. largoensis* ăn phần hoa (13,41 ngày) và bộ trĩ (19,11 ngày) ở 20°C dài hơn rõ rệt so với ở 25°C (phần hoa 10,64 ngày và bộ trĩ 12,64 ngày). Ở cùng một mức nhiệt độ nhện cái ăn phần hoa có thời gian một thế hệ ngắn hơn rõ rệt so với ăn bộ trĩ. Khi ăn phần hoa, tỷ lệ sinh sản thuần (R_0) và tỷ lệ tăng tự nhiên (r_m) của nhện bắt mồi cái khi nuôi ở 2 mức nhiệt độ có sự sai khác rõ rệt. Nhện bắt mồi *A. largoensis* nuôi ở 20°C có giá trị R_0 , r_m tương ứng là 3,84 và 0,113; nhỏ hơn rõ rệt so với nhện cái nuôi ở 25°C là 8,37 và 0,200. Khi ăn bộ trĩ, tỷ lệ sinh sản của nhện bắt mồi cái ở 2 mức nhiệt độ không có sự sai khác rõ rệt. Tuy nhiên, tỷ lệ tăng tự nhiên của nhện cái ở 20°C là 0,118 nhỏ hơn rõ rệt so với nhện cái nuôi ở 25°C là 0,195. Khi nuôi ở cùng nhiệt độ, tỷ lệ tăng tự nhiên của *A. largoensis* khi nuôi ở 2 loại thức ăn không có sự sai khác, tuy nhiên tỷ lệ sinh sản thuần khi nuôi bằng vật môi tự nhiên cao hơn so với khi ăn phần hoa.

Bảng 4. Một số chỉ tiêu về sức tăng quần thể của nhện bắt mồi *A. largoensis* khi nuôi trên phần hoa *T. latifolia* và bộ trĩ *F. occidentalis*

Công thức	n	Thời gian 1 thế hệ (T) (ngày)	Tỷ lệ sinh sản thuần (R_0) (nhện cái/nhện cái)	Tỷ lệ tăng tự nhiên (r_m) (nhện cái/nhện cái/ngày)
Typha 20°C	24	13,41±0,32b	3,84±0,95a	0,113±0,008a
Typha 25°C	26	10,64±0,16a	8,37±0,53b	0,200±0,005b
Bộ trĩ 20°C	32	19,11±0,24c	9,56±0,54bc	0,118±0,002a
Bộ trĩ 25°C	30	12,64±0,19b	11,78±0,70c	0,195±0,003b
χ^2/F		89,752	22,696	103,177
df		3	3	3
P		<0,001	<0,001	<0,001

Ghi chú: nhiệt độ 20±1°C và 25±1°C, ẩm độ 70%; n: số cá thể theo dõi. Các chữ giống nhau trong cùng một cột biểu diễn sự sai khác không rõ rệt ở mức $P > 0,05$. χ^2 , df và P- là giá trị của kiểm định Mann Whitney với mẫu phân bố không chuẩn; F, df và P là giá trị của kiểm định One Way ANOVA với mẫu phân bố chuẩn.

Một vài nghiên cứu cho rằng giá trị r_m của các loài nhện bắt mồi thay đổi là do chế độ dinh dưỡng quy định. Theo McMurtry và Croft (1997), giá trị r_m của các loài nhện bắt mồi họ Phytoseiidae nói chung sẽ tăng từ 0,1 đến 0,2 khi chúng ăn con mồi hoặc phần hoa. Kết quả của nghiên cứu này cũng cho giá trị r_m tương đương khi ăn phần hoa hoặc bộ trĩ tăng

từ 0,113 đến 0,200. Nhìn chung, tỷ lệ tăng tự nhiên của loài *A. largoensis* khi ăn vật môi tự nhiên đều khá cao, dao động từ 0,10 khi ăn *Tetranychus gloveri* đến 0,18 khi ăn *Aceria guerreronis* (Carrillo *et al.*, 2010, Galvão *et al.*, 2007). Khi ăn phần hoa, giá trị r_m dao động từ 0,02 khi ăn *Ricinus communis* đến 0,265 khi ăn *Quercus virginiana* (Yue and Tsai, 1996).

Có thể thấy, tỷ lệ tăng tự nhiên của loài này tăng khi nhiệt độ tăng. Bởi vì tỷ lệ tăng tự nhiên là tổ hợp các yếu tố có ảnh hưởng đến đời sống của loài như tỷ lệ tăng trưởng, khả năng sinh sản, tuổi thọ và tỷ lệ giới tính. Tỷ lệ tăng tự nhiên của nhện bắt mồi *A. largoensis* ăn bọ trĩ *F. occidentalis* trong nghiên cứu này (0,195) cao hơn so với chỉ tiêu này của nhện bắt mồi *A. swirskii* (0,056) khi ăn cùng một loài bọ trĩ và cùng nuôi ở 25°C (Wimmer *et al.*, 2008). *A. swirskii* là loài nhện bắt mồi được đánh giá cao trong phòng trừ bọ trĩ và đang được thương mại hóa rộng rãi trên thế giới, điều đó cho thấy nhện bắt mồi *A. largoensis* có tiềm năng sử dụng trong phòng trừ bọ trĩ *F. occidentalis* vì sau khi có bọ trĩ trên cây trồng chúng có khả năng tồn tại và tăng nhanh quần thể. Bên cạnh đó, ở 20°C và 25°C, khi ăn phần hoa *T. latifolia*, tỷ lệ tăng tự nhiên của *A. swirskii* (0,07 và 0,13) thấp hơn so với chỉ tiêu này của *A. largoensis* (Lee and Gillespie, 2011).

4. KẾT LUẬN

Khi ăn cùng một loại thức ăn, thời gian phát dục trước trưởng thành của cả nhện cái và nhện đực *A. largoensis* tại 25°C đều ngắn hơn rõ rệt so với tại 20°C. Trong cùng một nhiệt độ, nhện đực và cái ăn phần hoa *Typha* có thời gian phát dục trước trưởng thành ngắn hơn rõ rệt so với khi ăn bọ trĩ. Thời gian phát dục trước trưởng thành của nhện đực và cái ngắn nhất lần lượt là 3,86 và 3,92 ngày khi ăn phần hoa *Typha* tại 25°C và dài nhất lần lượt là 8,52 và 8,56 ngày khi ăn bọ trĩ tại 20°C.

Khi cùng nuôi trên một loại thức ăn, nhiệt độ tăng thì số trứng đẻ hàng ngày và tổng số trứng đẻ tăng. Tại cùng một nhiệt độ, số trứng đẻ trong ngày của nhện cái ăn phần hoa *Typha* thấp hơn rõ rệt so với khi ăn bọ trĩ. Khi nuôi bằng bọ trĩ ở 25°C, số trứng đẻ hàng ngày của nhện bắt mồi cái *A. largoensis* là 1,47 quả/nhện TT cái/ngày cao hơn rõ rệt so với khi ăn phần hoa (1,17 quả/nhện TT cái/ngày).

Tại cùng một nhiệt độ, tỷ lệ tăng tự nhiên của nhện cái ăn phần hoa *Typha* và bọ trĩ không khác nhau một cách rõ rệt, tuy nhiên khi nuôi bằng cả hai loại thức ăn thì giá trị r_m của nhện cái tại 25°C cao hơn rõ rệt so với tại 20°C.

LỜI CẢM ƠN

Chúng tôi chân thành cảm ơn quý Quý Phát triển Khoa học và Công nghệ Quốc gia

(NAFOSTED) đã tài trợ cho nghiên cứu này thông qua đề tài mã số FWO.106-NN.2015.01. Chúng tôi xin gửi lời cảm ơn tới GS. Gilberto José de Moraes, Đại học São Paulo, Brazil đã giúp đỡ phân loại mẫu nhện bắt mồi.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Birch, L., 1948. The intrinsic rate of natural increase of an insect population. *The Journal of Animal Ecology*, 17(1): 15-26.
2. Carrillo, D., J. E. Peña, M. A. Hoy and J. H. Frank. 2010. Development and reproduction of *Amblyseius largoensis* (Acari: Phytoseiidae) feeding on pollen, *Raoiella indica* (Acari: Tenuipalpidae), and other microarthropods inhabiting coconuts in Florida, USA. *Experimental and Applied Acarology*, 52 (2): 119-129.
3. Galvão, A. S., M. G. Gondim, G. J. D. Moraes and J. V. D. Oliveira (2007). Biology of *Amblyseius largoensis* (Muma) (Acari: Phytoseiidae), a potential predator of *Aceria guerreronis* Keifer (Acari: Eriophyidae) on coconut trees. *Neotropical entomology*, 36 (3): 465-470.
4. Hulting, F. L., Orr, D. B. và Obrycki, J. J., 1990. A computer program for calculation and statistical comparison of intrinsic rates of increase and associated life table parameters. *Florida Entomologist*, 73: 601-612.
5. Kamburov, S. S., 1971. Feeding, development, and reproduction of *Amblyseius largoensis* on various food substances. *Journal of Economic Entomology*, 64 (3): 643-648.
6. Kreiter, S., M. S. Tixier and J. Etienne, 2006. New records of phytoseiid mites (Acari: Mesostigmata) from the French Antilles, with description of *Neoseiulus cecileae* sp. nov. *Zootaxa*, 1294: 1-27.
7. Lee, H. S., and D. R. Gillespie, 2011. Life tables and development of *Amblyseius swirskii* (Acari: Phytoseiidae) at different temperatures. *Experimental and Applied Acarology*, 53 (1): 17-27.
8. Maia, A. d. H., Luiz, A. J. và Campanhola, C., 2000. Statistical inference on associated fertility life parameters using jackknife technique: computational aspects. *Journal of Economic Entomology*, 93(2): 511-518.
9. Melo, J. W., D. B. Lima, H. Staudacher, F. R. Silva, M. G. C. Gondim and M. W. Sabelis, 2015.

Evidence of *Amblyseius largoensis* and *Euseius alatus* as biological control agent of *Aceria guerreronis*. *Experimental and Applied Acarology*, 67 (3): 411-421.

10. Meyer, J. S., Ingersoll, C. G., McDonald, L. L. and Boyce, M. S., 1986. Estimating uncertainty in population growth rates: jackknife vs. bootstrap techniques. *Ecology*, 67(5): 1156-1166.

11. McMurtry, J. A., G. J. D. Moraes and N. F. Sourassou, 2013. Revision of the lifestyles of phytoseiid mites (Acari: Phytoseiidae) and implications for biological control strategies. *Systematic and Applied Acarology*, 18: 297-320.

12. McMurtry, J. A. and B. A. Croft, 1997. Lifestyles of phytoseiid mites and their roles in biological control. *Annual review of entomology*, 42 (1): 291-321.

13. Muma, M. H., 1955. Phytoseiidae (Acarina) associated with citrus in Florida. *Annals of the Entomological Society of America*, 48 (4): 262-272.

14. Nguyễn Đức Tùng và Patrick De Clercq, 2018. Một số đặc điểm hình thái, sinh học của nhện bắt mồi *Paraphytoseius cracentis* (Acari:

Phytoseiidae) nuôi trên hai vật mồi khác nhau. *Tạp chí Khoa học Nông nghiệp Việt Nam*, 16 (2): 95-104

15. Nguyen, D. T., Vangansbeke, D., Lü, X. and De Clercq, P., 2013. Development and reproduction of the predatory mite *Amblyseius swirskii* on artificial diets. *BioControl*, 58(3): 369-377.

16. Rodriguez, H. and M. Ramos, 2004. Biology and feeding behavior of *Amblyseius largoensis* (Muma) (Acari: Phytoseiidae) on *Polyphagotarsonemus latus* (Banks) (Acari: Tarsonemidae). No. 2132.

17. Wimmer, D., D. Hoffmann and P. Schausberger, 2008. Prey suitability of western flower thrips, *Frankliniella occidentalis*, and onion thrips, *Thrips tabaci*, for the predatory mite *Amblyseius swirskii*. *Biocontrol Science and Technology*, 18 (6): 533-542.

18. Yue, B. and J. H. Tsai, 1996. Development, survivorship, and reproduction of *Amblyseius largoensis* (Acari: Phytoseiidae) on selected plant pollens and temperatures. *Environmental entomology*, 25 (2): 488-494.

EFFECT OF TEMPERATURES AND DIETS ON BIOLOGICAL CHARACTERISTICS OF PREDATORY MITE *Amblyseius largoensis* (Acari: Phytoseiidae)

Nguyen Duc Tung, Dao Thuy Linh

Summary

The predatory mite *Amblyseius largoensis* (Acari: Phytoseiidae), a natural enemy of thrips, was found commonly on some vegetables in the Red river delta provinces. However, there is not any research on this predator has been published in Vietnam. To better understand this predator, we conducted a research to investigate the effects of two food sources: thrips *Frankliniella occidentalis* (Pergande) (natural prey) and *Typha latifolia* L. pollen (a common food source used in rearing general predatory mite) on development, reproduction and population growth of the predatory mite at 20°C and 25°C. The results showed that the immature development times of *A. largoensis* fed on pollen at both temperatures were shorter than those fed on thrips. On the other hand, when the mite reared on pollen or thrips, they developed faster at 25°C than at 20°C. At the same temperature, the total number of eggs produced by *A. largoensis* female were not significantly different between two food sources. However, this value of the mites reared at 25°C was higher than at 20°C. The intrinsic rates of increase of *A. largoensis* fed on pollen (0.200) and thrips (0.195) at 25°C were significantly higher than that of females reared at 20°C with pollen (0.113) and thrips (0.118). In conclusion, *T. latifolia* pollen could be used in mass rearing *A. largoensis* and the appropriate temperature to rear this predator was 25°C.

Keywords: *Thrips Frankliniella occidentalis*, *Typha latifolia* pollen, predatory mite *Amblyseius largoensis*, intrinsic rates of increase.

Người phản biện: GS.TS. Nguyễn Văn Đĩnh

Ngày nhận bài: 19/4/2019

Ngày thông qua phản biện: 20/5/2019

Ngày duyệt đăng: 27/5/2019



ISSN 1859 - 1558

Tạp chí

KHOA HỌC CÔNG NGHỆ NÔNG NGHIỆP VIỆT NAM

**Journal of Vietnam Agricultural
Science and Technology**

VIỆN KHOA HỌC NÔNG NGHIỆP VIỆT NAM
Vietnam Academy of Agricultural Sciences

Số 5 | 2019
(102)



NĂM THỨ MƯỜI BA

SỐ 5 NĂM 2019

TỔNG BIÊN TẬP

Editor in chief

GS.TS. NGUYỄN VĂN TUẤT

PHÓ TỔNG BIÊN TẬP

Deputy Editor

GS.TS. BÙI CHÍ BÙU

TS. TRẦN DANH SỬU

TS. NGUYỄN THẾ YÊN

THƯỜNG TRỰC

ThS. PHẠM THỊ XUÂN - THƯ KÝ

TÒA SOẠN - TRỊ SỰ

Ban Thông tin

Viện Khoa học Nông nghiệp Việt Nam

Vĩnh Quỳnh, Thanh Trì, Hà Nội

Điện thoại: (024) 36490503;

(024) 36490504; 0949940399

Website: <http://www.vaas.org.vn>

Email: tapchivaas@gmail.com;

trandanhssuu233@gmail.com

ISSN: 1859 - 1558

Giấy phép xuất bản số:

1250/GP - BT TTT

Bộ Thông tin và Truyền thông

cấp ngày 08 tháng 8 năm 2011

13. Trần Tố Tâm, Phạm Mỹ Linh, Trần Thị Minh Hằng. 63
Nghiên cứu đặc điểm nông sinh học và khả năng kết
hợp chung của một số dòng dưa chuột tự phối
14. Nguyễn Hạnh Hoa, Đinh Thị Thu Trang, Nguyễn 68
Xuân Nam, Đinh Bá Hòa. Đánh giá đặc điểm thực vật
học của cây bạch truật Sapa phục vụ chọn giống
15. Bùi Thanh Liêm, Hà Minh Luân, Đoàn Thị Mến, Trần 75
Bình Tân, Trần Như Ngọc. Đánh giá tính chịu mặn
của một số giống lúa triển vọng phục vụ sản xuất ở
Đồng bằng sông Cửu Long
16. Nguyễn Thành Thúc, Trần Thị Ba, Võ Thị Bích Thủy, 80
Lê Thị Băng Thủy, Thái Nhật Quang, Tôn Nữ Thanh
Trúc, Nguyễn Thị Tuyết Ngân, Lê Thị Mỹ Thanh,
Huỳnh Thanh Phong. Hiệu quả của các loại dinh
dưỡng thủy canh lên cây xà lách và cải xanh
17. Phạm Duy Tiến, Trần Ngọc Hữu, Lê Vĩnh Thúc, Lý 87
Ngọc Thanh Xuân, Nguyễn Quốc Khương. Hiện trạng
canh tác quyết đường tại xã Long Trị, thị Xã Long Mỹ,
tỉnh Hậu Giang
18. Phạm Văn Phước, Phan Văn Tiêu, Phan Công Kiên, 93
Nại Thanh Nhân, Võ Minh Thư, Phạm Quốc Tỷ. Xác
định thời điểm bao chùm quả thích hợp cho giống nho
ăn tươi NH01-152 tại Ninh Thuận
19. Cổ Thị Thuý Vân, Lê Thị Lan, Hoàng Thị Soan, Phạm 97
Xuân Hội. Xây dựng và hoàn thiện quy trình công nghệ
nhân giống nấm mộc nhĩ dạng dịch thể
20. Trần Thị Thuần, Bùi Thị Thanh Mai, Lương Thị 105
Huyền, Cao Văn Chí, Nguyễn Đức Tùng, Nguyễn Văn
Liêm, Nguyễn Văn Đình. Ảnh hưởng của ẩm độ đến sự
gia tăng quần thể của nhện bắt mồi
21. Văng Thị Tuyết Loan. Đặc điểm sinh học và khả năng 111
ăn mồi của bộ rùa sáu vệt đen đối với rệp muội đen và
rệp muội bông
22. Đỗ Đức Hạnh, Dương Công Thống, Mai Văn Quân, 115
Trịnh Xuân Hoạt, Nguyễn Văn Liêm, Đỗ Văn Tường,
Nguyễn Thị Tân, Trần Văn Sơn. Hiệu quả của bộ đuôi
kim phòng chống sâu đục thân bốn vạch đầu nâu hại mía
23. Trần Trọng Phương, Ngô Thanh Sơn, Nguyễn Đình 119
Trung, Phạm Bích Tuấn, Hoàng Hà. Nghiên cứu ảnh
hưởng của đô thị hóa đến sản xuất nông nghiệp, đời
sống và việc làm hộ nông dân tại thị xã Từ Sơn, tỉnh
Bắc Ninh
24. Phạm Thị Tuyết Ngân, Vương Văn Nghĩa, Trần 128
Trung Giang, Vũ Hùng Hải. Ảnh hưởng của vi khuẩn
Paracoccus pantotrophus lên hàm lượng khí độc H_2S
trong ao ương cá tra giống

Thái Đức Hoa, Tổ Tấn Giang, Dương Lập Hồng, 2003. “Nghiên cứu điều kiện lên men nuôi dưỡng tăng sâu khuẩn ty thể *Agaricus Blazei*”- Năm ăn Trung Quốc.
 Vương Hiếu Hữu, Kỳ Hồng Nhạn, Trương Hồng Huân, 2004. “Nghiên cứu về điều kiện lên men

Agaricus Blazei và dịch chiết từ sợi nấm kháng bệnh nấm vảy ở dưa chuột” - Học báo Công trình nghiên cứu, Trung Quốc.
 Stryer, Lubert, 1995. *Biochemistry*. New York - Basingstoke: W. H. Freeman and Company. ISBN 978-0716720096.

Completion of propagation process for ear mushroom by using liquid medium

Co Thi Thuy Van, Le Thi Lan, Hoang Thi Soan, Pham Xuan Hoi

Abstract

Ear mushroom is the seventh most cultivated mushroom species and is prioritized to develop not only in Vietnam but also in many countries over the world. This study aimed to identify nutrient components and optimal condition in liquid medium for propagating Ear mushroom (*Auricularia auricular*). The study identified liquid medium Czapek supplemented with nutrient compositions in 1 L solution as: Potatoes 200 g; Glucose 15 g; Pepton 2.0 g; high yeast 1.5 g; bean sprouts 20 g, $MgSO_4 \cdot 7H_2O$ 0.5 g; KH_2PO_4 1 g; Thiamine 10 mg; distilled water 1000 ml, pH 6.5. The liquid fermentation medium with mushroom ratio of 8% was rotated for 140 - 150 rpm at 24°C in 5 days. The result showed that liquid fermentation was suitable for Ear mushroom culture and this can provide basis for large scale propagation and increases economic efficiency in production.

Keywords: Ear Mushroom (*Auricularia auricular*), liquid medium, process, propagation

Ngày nhận bài: 26/2/2019
 Ngày phản biện: 10/3/2019

Người phản biện: PGS.TS Trương Quốc Phong
 Ngày duyệt đăng: 15/5/2019

ẢNH HƯỞNG CỦA ẨM ĐỘ ĐẾN SỰ GIA TĂNG QUẦN THỂ CỦA NHỆN BẮT MỖI

Trần Thị Thuần¹, Bùi Thị Thanh Mai², Lương Thị Huyền³,
 Cao Văn Chí³, Nguyễn Đức Tùng², Nguyễn Văn Liêm⁴, Nguyễn Văn Đình²

TÓM TẮT

Thí nghiệm ảnh hưởng của các mức ẩm độ (RH%) đến tỷ lệ tăng tự nhiên của nhện bắt mồi *Neoseiulus californicus* nuôi bằng nhện đỏ nâu chèn *Oligonychus coffeae* được tiến hành tại phòng thí nghiệm của Bộ môn Côn trùng, Khoa Nông học, Học viện Nông nghiệp Việt Nam. Các thí nghiệm được tiến hành ở nhiệt độ 27,5°C và các mức ẩm độ 65%, 75%, 85% và 95%. Kết quả cho thấy, mức ẩm độ 85% là phù hợp nhất cho sự phát triển của nhện bắt mồi *N. californicus*, tỷ lệ tăng tự nhiên là cao nhất và sai khác có ý nghĩa ở ($P = 0,05$ so với các mức ẩm độ còn lại. Cụ thể, ở 85% nhện bắt mồi có thời gian trước trưởng thành là 4,04 ngày, thời gian của một thế hệ là 13,93 ngày, số trứng trung bình của 1 con cái là 41,52 quả và tỷ lệ tăng tự nhiên là $r_m = 0,245$. Ở các mức ẩm độ 65%, 75% and 95%, nhện bắt mồi *N. californicus* có tỷ lệ gia tăng tự nhiên lần lượt là 0,23; 0,213 và 0,224.

Từ khóa: Nhện bắt mồi (*Neoseiulus californicus*), ẩm độ, quần thể

I. ĐẶT VẤN ĐỀ

Nhện bắt mồi (NBM) *Neoseiulus californicus* thuộc họ Phytoseiidae, Phân bộ Mesostigmata, Bộ Acari (McMurtry 1977; McMurtry & Croft 1997), được nhân nuôi và thương mại hóa rộng khắp thế giới trong 10 năm qua (Klapwijk *et al.*, 2006). Loài này được tìm thấy ở Nam Phi, Argentina, Chile,

Nhật Bản, Mỹ (California, Florida và Texas); một số nơi thuộc Nam Châu Âu, dọc bờ biển Địa Trung Hải trên một số cây trồng: Bơ, cây có múi và nhiều cây ăn quả khác, ngoài ra còn tìm thấy trên sắn, ngô, nho, dâu tây, một số cây rau và cây cảnh (Rhodes and Liburd, 2009).

¹ Nghiên cứu sinh Viện Khoa học Nông nghiệp Việt Nam; ² Học viện Nông nghiệp Việt Nam

³ Trung tâm Nghiên cứu và Phát triển Cây có múi - Viện Nghiên cứu Rau Quả; ⁴ Viện Bảo vệ thực vật

Nghiên cứu tìm ra ẩm độ phù hợp nhất cho sự gia tăng quần thể NBM *N. californicus* để nhân nuôi kết hợp với nhiệt độ và thức ăn thích hợp để sản xuất ra lượng lớn NBM phóng thích ra ngoài đồng ruộng có ý nghĩa rất lớn trong phòng chống sinh học nhện hại cây trồng nói chung và nhện đỏ nâu chèn *Oligonychus coffeae* nói riêng.

II. VẬT LIỆU VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Vật liệu nghiên cứu

Nhện bắt mồi *N. californicus* và nhện đỏ nâu chèn *O. coffeae*.

2.2. Phương pháp nghiên cứu

2.2.1. Phương pháp nhân nuôi nhện đỏ son *Tetranychus cinnabarinus* để nuôi NBM

Tiến hành trồng cây Ba bét (*Mallotus* sp.) trong nhà lưới cách ly côn trùng, sau đó cắt lá bánh tẻ mang về phòng thí nghiệm, đặt từng lá lên miếng xốp trong khay nhựa được cách ly bằng một lớp nước. Khay nuôi nhện vật mồi (NVM) được đặt trên giá inox (1 m × 0,6 m × 1,2 m) bốn chân đặt trong bốn bát nước để cách ly tránh sự xâm nhập của nhện bắt mồi (NBM). Sau đó thả 50 cặp NVM (nhện đỏ son *T. cinnabarinus*) trên lá Ba bét. Sau 2 - 3 tuần là đủ lượng NVM để duy trì nguồn NBM trong suốt quá trình làm thí nghiệm (Huyen *et al.*, 2017).

2.2.2. Phương pháp nhân nuôi nguồn nhện bắt mồi *N. californicus*

Dùng nguồn nhện vật mồi đã có sẵn được nhân nuôi trong phòng thí nghiệm (mục 2.2.1) để nhân nuôi NBM. Sau đó thả 10 cặp NBM được nhân nuôi trên lá Ba bét có sẵn NVM (100 - 150 con/lá) đặt trên các đảo nuôi nhện. NBM được nhân nuôi liên tục trong suốt quá trình làm thí nghiệm.

2.2.3. Phương pháp nhân nuôi nguồn nhện đỏ nâu chèn *O. coffeae*

Cắt cành chè dài khoảng 15 cm, rồi loại bỏ chồi và lá non, để lại 2 - 3 lá bánh tẻ. Cắm từng cành chè vào ống nghiệm có 2/3 nước, đặt ống nghiệm vào giá thí nghiệm, sau đó đặt vào một khay nhựa có 1 lớp nước mỏng để cách ly. Đặt khay nhựa lên giá. Thả mỗi lá 10 cặp nhện đỏ nâu chèn sau 2 tuần thu nhện đỏ nâu chèn để làm thức ăn nuôi NBM thí nghiệm đánh giá tỷ lệ tăng tự nhiên của chúng.

2.2.4. Phương pháp cố định ẩm độ tương đối

Nhện bắt mồi *N. californicus* được nuôi bằng nhện đỏ nâu chèn *O. coffeae* tại từng mức ẩm độ tương đối (RH%). Các mức ẩm độ tương đối (RH%) gồm 65%, 75%, 85% và 95% được căn chỉnh theo tủ sinh thái.

Điều kiện thí nghiệm: Chọn nhiệt độ thí nghiệm là 27,5°C là nhiệt độ trung bình giữa hai miền Nam và Bắc ở nước ta, khi sử dụng trong nhân nuôi tập trung, bảo quản sẽ không gây hiện tượng sốc nhiệt khi phóng thích ra ngoài đồng ruộng. Mặt khác, mật độ nhện đỏ nâu chèn *O. coffeae* thường cao nhất vào các tháng 4, 5 và 6 có nhiệt độ trung bình tương đương với nhiệt độ thí nghiệm.

2.2.5. Phương pháp nghiên cứu sự phát triển và tỷ lệ tăng tự nhiên của NBM *N. californicus*

Nghiên cứu sự phát triển và tỷ lệ tăng tự nhiên theo phương pháp nuôi cá thể trong điều kiện ổn định về nhiệt độ và thức ăn (Birch, 1948; Nguyễn Văn Đình, 1992).

Nuôi cá thể được tiến hành từ trứng đến khi NBM cái chết sinh lý bằng lồng Munger cải tiến.

Lồng Munger cải tiến gồm 6 lớp, kích thước các lớp bằng nhau là 4 cm × 4 cm. Lớp trên cùng là tấm nhựa màu trắng được khoét lỗ với đường kính 2,0 cm, cao 0,2 cm phía trên được ilon trong có 15 lỗ thủng bằng kim côn trùng, tiếp theo là tấm nhựa màu đen được khoét lỗ với đường kính 2,0 cm, chiều cao 0,6 cm; lớp thứ 4 là lá chè bánh tẻ; lớp thứ 5 là giấy thấm và lớp cuối cùng là tấm nhựa màu đen dày 0,2 cm.

Trước khi thí nghiệm 8 giờ đặt một đoạn chỉ màu đen vào đảo nuôi NBM *N. californicus*. Sau 8 giờ nhấc chỉ để thu trứng NBM dính vào sợi chỉ, rồi chuyển từng trứng vào trong lồng Munger cải tiến có sẵn từ 3 - 5 trường thành cái của 1 loài NVM *O. coffeae*. Hàng ngày theo dõi dưới kính lúp 1 lần để xác định trứng nở, sự chuyển tuổi nhờ xác lột, tỷ lệ sống sót, đồng thời bổ sung NVM. Sau 3 ngày thay lồng nuôi mới. Khi NBM chuyển sang tuổi 3 thì đưa một con đực trưởng thành cho ghép đôi. Hàng ngày chuyển hết toàn bộ trứng đẻ ra ngoài lồng nuôi để tránh ảnh hưởng của mật độ trứng đến sức sinh sản và nuôi riêng rẽ mỗi trứng trong 1 lồng cho đến khi con cái thể hệ sau đẻ quả trứng đầu tiên.

Chỉ tiêu theo dõi gồm: Ngày trứng nở, ngày lột xác qua các tuổi, ngày đẻ quả trứng đầu tiên, số trứng đẻ trong 1 ngày, ngày chết sinh lý.

Từ các số liệu thí nghiệm sẽ lập được bảng sống của NBM, từ đó xác định được các chỉ tiêu sinh học cơ bản của NBM bao gồm tỷ lệ tăng tự nhiên (r_m), hệ số nhân trong một thế hệ (R_0), thời gian của một thế hệ (T), giới hạn gia tăng quần thể (λ) và thời gian nhân đôi quần thể (DT) trên từng mức ẩm độ tương đối.

2.2.6. Phương pháp tính toán (Birch, 1948) và xử lý số liệu

- Tỷ lệ tăng tự nhiên (r_m):

$$r_m = dN/N.dt$$

Trong đó: dN : Số lượng chủng quần gia tăng trong thời gian dt ; N : Số lượng chủng quần ban đầu.

- Hệ số nhân của một thế hệ (R_0):

$$R_0 = \sum l_x.m_x$$

Trong đó: l_x : Tỷ lệ sống của các tuổi x ; m_x : Sức sinh sản.

- Thời gian của một thế hệ:

$$T = \sum x.l_x.m_x.e^{-rx}$$

Trong đó T : Tuổi trung bình của mẹ khi đẻ con, tính theo con.

- Giới hạn phát triển (λ): $\lambda = e^r$

- Thời gian nhân đôi quần thể (DT): $DT = \ln(2)/r_m$

Sử dụng Microsoft Exel để tính toán các chỉ số sinh học, so sánh các thông số về ảnh hưởng của ẩm độ đến NBM được xử lý ANOVA và phần mềm SPSS 20 để so sánh và phân tích.

2.3. Thời gian và địa điểm nghiên cứu

Nghiên cứu được thực hiện từ tháng 1 đến tháng 7 năm 2018 tại Bộ môn Côn trùng - Khoa Nông học - Học viện Nông nghiệp Việt Nam; Trung tâm Nghiên cứu và Phát triển Cây có mùi - Viện Nghiên cứu Rau Quả.

III. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

3.1. Kết quả nghiên cứu

Thời gian phát dục của NBM *N. californicus* ở các mức ẩm độ 65%, 75%, 85% và 95% ($27,5 \pm 1^\circ\text{C}$) với thức ăn là nhện đỏ nâu chè *O. coffeae* được trình bày ở bảng 1.

Bảng 1. Thời gian phát triển của NBM *N. californicus* nuôi bằng nhện đỏ nâu chè *O. coffeae* ở các mức ẩm độ tại $27,5 \pm 1^\circ\text{C}$

Ẩm độ (%)	n	Thời gian phát dục (TB \pm SE) (ngày)				
		Trứng	Nhện non tuổi 1	Nhện non tuổi 2	Nhện non tuổi 3	Trước trưởng thành
65 \pm 5	26	0,77 \pm 0,08a	0,71 \pm 0,05a	0,79 \pm 0,11a	1,69 \pm 0,09c	3,96 \pm 0,04a
75 \pm 5	23	0,83 \pm 0,08a	0,76 \pm 0,05a	0,98 \pm 0,12a	1,48 \pm 0,11a	4,04 \pm 0,04b
85 \pm 5	27	0,63 \pm 0,09a	0,78 \pm 0,05a	0,85 \pm 0,09a	1,78 \pm 0,08d	4,04 \pm 0,04b
95 \pm 5	25	0,8 \pm 0,08a	0,72 \pm 0,05a	0,8 \pm 0,11a	1,64 \pm 0,1b	3,96 \pm 0,04a
χ^2		3,17	1,25	2,12	5,10	3,97
Df		3	3	3	3	3
P		0,37	0,74	0,55	0,16	0,26

Ghi chú: * TB \pm SE; N: số cá thể theo dõi; Các chữ giống nhau trong cùng một cột dọc biểu diễn sự sai khác không rõ rệt ở mức $P > 0,05$ với kiểm định Mann - Whitney Test, χ^2 -, df- và P là giá trị của kiểm định Kruskal-Wallis ANOVA.

Kết quả bảng 1 cho thấy, thời gian phát triển của pha trứng, nhện non tuổi 1, nhện non tuổi 2 và nhện non tuổi 3 có sự sai khác không rõ rệt giữa các mức ẩm độ. Nhện non tuổi 3 và thời gian trước trưởng thành của nhện cái loài *N. californicus* có sự khác biệt giữa các mức ẩm độ. Cụ thể, thời gian trước trưởng thành của của nhện cái loài *N. californicus* ở mức ẩm độ 65% và 95% bằng nhau là 3,96 ngày, còn mức ẩm độ 75% và 85% đều là 4,04 ngày.

Trong khi một số chỉ tiêu sinh sản của NBM tại các mức ẩm độ được trình bày tại bảng 2.

Kết quả bảng 2 cho thấy, thời gian đẻ trứng và tổng số trứng đẻ của nhện cái NBM *N. californicus* đều có sự sai khác giữa các mức ẩm độ. Cụ thể, thời gian đẻ trứng của nhện cái NBM *N. californicus* ở mức ẩm độ 65% là 15,92 ngày và đẻ được 28,77 quả trứng, ở mức 75% là 20,30 ngày và đẻ được 29,78 quả trứng, ẩm độ 85% là 20,33 ngày và đẻ được 41,52 quả, mức ẩm độ 95% là 17,08 ngày và đẻ được 31,52 quả trứng. Thời gian sống của trưởng thành cái dài nhất là ở mức ẩm độ 75% (23,65 ngày), sau đó đến mức 85% là 23,04 ngày, 95% là 20,48 ngày và ngắn nhất ở mức ẩm độ 65% là 19,04 ngày.

Bảng 2. Một số chỉ tiêu sinh sản của NBM *N. californicus* nuôi bằng nhện đỏ nâu chè *O. coffeae* ở các mức ẩm độ $27,5 \pm 1^\circ\text{C}$

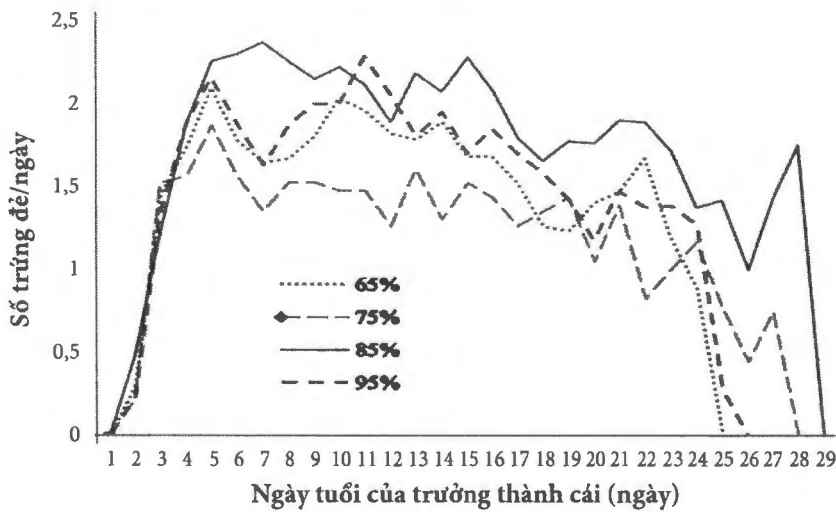
Chỉ tiêu theo dõi	RH 65% (n = 26)	RH 75% (n = 23)	RH 85% (n = 27)	RH 95% (n = 25)	F/ χ^2	df	P
Thời gian tiền đẻ trứng (ngày)	$1,85 \pm 0,13a$	$1,83 \pm 0,08a$	$1,63 \pm 0,11a$	$1,92 \pm 0,13a$	3,47	3	0,325
Thời gian đẻ trứng (ngày)	$15,92 \pm 1,19a$	$20,3 \pm 0,6c$	$20,33 \pm 0,92d$	$17,08 \pm 1,29b$	10,05	3	0,018
Thời gian sống trưởng thành cái (ngày)	$19,04 \pm 1,19a$	$23,65 \pm 0,6d$	$23,04 \pm 0,85c$	$20,48 \pm 1,3b$	10,69	3	0,014
Số trứng đẻ trong ngày (quả/nhện cái/ngày)	$1,76 \pm 0,05b$	$1,46 \pm 0,04a$	$2,04 \pm 0,04d$	$1,8 \pm 0,05c$	24,76	3;98	<0,000
Tổng số trứng đẻ (quả/nhện TT cái)	$28,77 \pm 2,42a$	$29,78 \pm 1,28b$	$41,52 \pm 2,15d$	$31,52 \pm 2,66c$	17,21	3	<0,001
Tỷ lệ cái ở thể hệ thứ 2	$0,7 \pm 0,02c$	$0,69 \pm 0,02b$	$0,73 \pm 0,01d$	$0,66 \pm 0,01a$	13,96	3	0,003

Ghi chú: * TB \pm SE; N: Số cá thể theo dõi; Các chữ giống nhau trong cùng một hàng ngang biểu diễn sự sai khác không rõ rệt ở mức $P > 0,05$ với kiểm định Mann - Whitney Test (Thời gian tiền đẻ trứng, thời gian đẻ trứng, tuổi thọ trưởng thành cái, tổng số trứng đẻ), kiểm định Tukey test (Số trứng đẻ trong ngày), kiểm định Probit (Wald Chi - square) (Tỷ lệ cái ở thể hệ thứ 2). U-, Z-, và P- là giá trị của kiểm định Mann - Whitney Test với mẫu phân bố không chuẩn; F-, df- và P là giá trị của kiểm định one-way ANOVAs; χ^2 -, df- và P- là giá trị của kiểm định Probit (Wald Chi - square) với mẫu dạng nhị phân (đực và cái).

Nhịp điệu sinh sản của nhện bắt mỗi *N. californicus* nuôi bằng nhện đỏ nâu chè *O. coffeae* ở các mức ẩm độ 65%, 75%, 85% và 95% ($27,5 \pm 1^\circ\text{C}$) được trình bày ở hình 1.

Nhịp điệu đẻ trứng của NBM *N. californicus* dưới ảnh hưởng của các mức ẩm độ là không nhiều, ở mức ẩm độ 65% NBM *N. californicus* bắt đầu đẻ trứng vào ngày tuổi thứ 2 sau khi hóa trưởng thành là 0,3 quả, đạt số trứng cao nhất 2,09 quả vào ngày tuổi thứ 5, sau đó giảm dần và kết thúc đẻ trứng vào ngày tuổi thứ 24. Ở mức ẩm độ 75% NBM *N. californicus* bắt đầu đẻ trứng vào ngày tuổi thứ 2

sau khi hóa trưởng thành là 0,2 quả, đạt số trứng cao nhất 1,8 quả vào ngày tuổi thứ 5, sau đó giảm dần và kết thúc đẻ trứng vào ngày tuổi thứ 28. Ở mức ẩm độ 85% NBM *N. californicus* bắt đầu đẻ trứng vào ngày tuổi thứ 2 sau khi hóa trưởng thành là 0,48 quả, đạt số trứng cao nhất 2,25 quả vào ngày tuổi thứ 4 và giữ ổn định đến ngày thứ 16, sau đó giảm dần và kết thúc đẻ trứng vào ngày tuổi thứ 29. Ở mức ẩm độ 95% NBM *N. californicus* bắt đầu đẻ trứng vào ngày tuổi thứ 2 sau khi hóa trưởng thành là 0,24 quả, đạt số trứng cao nhất 2,28 quả vào ngày tuổi thứ 11, sau đó giảm dần và kết thúc đẻ trứng vào ngày tuổi thứ 26.



Hình 1. Nhịp điệu đẻ trứng của các cá thể cái loài *N. californicus* nuôi bằng nhện đỏ nâu chè *O. coffeae* ở các ẩm độ khác nhau ($27,5 \pm 1^\circ\text{C}$)

Từ kết quả nghiên cứu về thời gian phát dục và bảng sống tính được các chỉ số sinh học cơ bản của NBM *N. californicus* (Bảng 3).

Các chỉ số sinh học của NBM *N. californicus* như tỷ lệ tăng tự nhiên (r_m), thời gian 1 thế hệ (T) và hệ số nhân của một thế hệ (R_0) ở các mức ẩm độ đều

có sự sai khác có ý nghĩa. Tỷ lệ tăng tự nhiên (r_m) cao nhất ở mức ẩm độ 85% là 0,245, sau đó đến ẩm độ 95% là 0,224%, ẩm độ 65% là 0,23% và thấp nhất ở ẩm độ 75% là 0,23. Thời gian của một thế hệ (T) ở các mức ẩm độ 65%, 75%, 85% và 95% lần lượt là 12,69; 13,08; 13,93 và 13,02 ngày.

Bảng 3. Các chỉ số sinh học của NBM *N. californicus* nuôi bằng nhện đỏ nâu chè *O. coffeae* ở các mức ẩm độ tại $27,5 \pm 1^\circ\text{C}$

Ẩm độ (%)	n	Tỷ lệ tăng tự nhiên (r_m)	Thời gian 1 thế hệ (T) (ngày)	Hệ số nhân của một thế hệ (R_0)
65 \pm 5%	26	0,23 \pm 0,005c	12,69 \pm 0,15a	18,56 \pm 1,54c
75 \pm 5%	23	0,213 \pm 0,003a	13,08 \pm 0,11c	16,19 \pm 0,41a
85 \pm 5%	27	0,245 \pm 0,002d	13,93 \pm 0,14d	30,31 \pm 1,36d
90 \pm 5%	25	0,224 \pm 0,006b	13,02 \pm 0,14b	18,41 \pm 1,61b
F		10.057	33.278	23.038
Df		3,97	3	3,97
P		< 0,001	< 0,001	< 0,001

Ghi chú: * TB \pm SE; N: Số cá thể theo dõi; Các chữ giống nhau trong cùng một hàng dọc biểu diễn sự sai khác không rõ rệt ở mức $P > 0,05$ với kiểm định Mann - Whitney Test (Tỷ lệ sinh sản), kiểm định Student T test (Tỷ lệ tăng tự nhiên, Thời gian 1 thế hệ). U-, Z- và P- là giá trị của kiểm định Mann - Whitney Test với mẫu phân bố không chuẩn; t-, df- và P- là giá trị của kiểm định Student T test với mẫu phân bố chuẩn.

3.2. Thảo luận

Canlas và cộng tác viên (2006) nuôi NBM *N. californicus* bằng nhện đỏ hai chấm *Tetranychus urticae* ở ẩm độ 60 - 70% ở 25°C có tổng số trứng của nhện cái là 34,73 quả cao hơn 5,96 quả so với kết quả của nghiên cứu này (28,77 quả, nuôi ở nhiệt độ $27,5^\circ\text{C}$); và ở 30°C là 27,90 xấp xỉ với kết quả của nghiên cứu này (28,77 quả, nuôi ở nhiệt độ $27,5^\circ\text{C}$); Thời gian của một thế hệ (T) ở 25°C là 17,55 ngày và ở 30°C là 16,79 ngày đều cao hơn kết quả nghiên cứu này (12,69 ngày); Tỷ lệ tăng tự nhiên ở 25°C là 0,209 thấp hơn và ở 30°C là 0,285 cao hơn kết quả nghiên cứu này (0,23 nuôi ở nhiệt độ $27,5^\circ\text{C}$). Cùng ở mức ẩm độ $65 \pm 5\%$ (25°C), Maroufpoor và cộng tác viên (2013) nuôi NBM *N. californicus* bằng nhện đỏ tảo *Panonychus ulmi* có tổng số trứng của nhện cái là 31,64 quả cao hơn kết quả của nghiên cứu này (28,77 quả, nuôi ở nhiệt độ $27,5^\circ\text{C}$); Thời gian của một thế hệ (T) ở 25°C là 14,54 ngày cao hơn kết quả nghiên cứu này (12,69 ngày); Tỷ lệ tăng tự nhiên ở 25°C là 0,237 xấp xỉ bằng kết quả nghiên cứu này (0,23 nuôi ở nhiệt độ $27,5^\circ\text{C}$).

Marafeli và cộng tác viên (2014) công bố NBM *N. californicus* nuôi bằng phấn hoa của cây đậu (*Ricinus communis* L.) ở ẩm độ $70 \pm 10\%$ (25°C), có tổng số trứng của con cái là 39,22 quả cao hơn kết

quả của nghiên cứu này (29,78 quả nuôi ở $27,5^\circ\text{C}$); Thời gian của một thế hệ (T) là 17,20 ngày cao hơn so với nghiên cứu này (13,08 ngày nuôi ở $27,5^\circ\text{C}$); Tỷ lệ tăng tự nhiên (r_m) là 0,17 thấp hơn kết quả nghiên cứu này (0,213 nuôi ở nhiệt độ $27,5^\circ\text{C}$). Tương tự, ở điều kiện ẩm độ $70 \pm 5\%$ (28°C), Toldi và cộng tác viên (2013) nuôi NBM *N. californicus* bằng nhện đỏ hai chấm *T. urticae* $70 \pm 5\%$ (28°C) có tổng số trứng của con cái là 38,14 quả cao hơn kết quả của nghiên cứu này (29,78 quả nuôi ở $27,5^\circ\text{C}$); Thời gian của một thế hệ (T) là 19,35 ngày cao hơn so với nghiên cứu này (13,08 ngày nuôi ở $27,5^\circ\text{C}$); Tỷ lệ tăng tự nhiên (r_m) là 0,15 thấp hơn kết quả nghiên cứu này (0,213 nuôi ở nhiệt độ $27,5^\circ\text{C}$).

IV. KẾT LUẬN

Nuôi trên thức ăn là nhện đỏ nâu chè *O. coffeae* tại nhiệt độ $27,5^\circ\text{C}$, trong 4 mức ẩm độ thí nghiệm tại nhiệt độ ($27,5 \pm 1^\circ\text{C}$), thì ẩm độ 85% là thích hợp nhất cho sự phát triển và ở đó NBM *N. californicus* đạt tỷ lệ tăng tự nhiên (r_m) cao nhất (0,245). Tại 3 mức ẩm độ còn lại 65, 75 và 95% tỷ lệ tăng tự nhiên của NBM lần lượt là 0,23; 0,23 và 0,224.

Tại mức ẩm độ 85% NBM *N. californicus* có thời gian phát triển của trứng là 0,63 ngày, nhện non tuổi 1, tuổi 2 và tuổi 3 lần lượt là 0,78;

0,85 và 1,78 ngày, thời gian trước trưởng thành là 4,04 ngày. Thời gian trước đẻ trứng của trưởng thành cái NBM *N. californicus* là 1,63 ngày, thời gian đẻ trứng là 20,33 ngày, thời gian sống của trưởng thành cái là 23,04 ngày, số trứng đẻ trong ngày là 2,04 quả, tổng số trứng đẻ trung bình của trưởng thành cái là 41,52 và tỷ lệ cái là 73%. Thời gian 1 thế hệ (T) và hệ số nhân của một thế hệ (R_0) của nhện cái NBM *N. californicus* lần lượt là 13,93 (ngày) và 30,31.

LỜI CẢM ƠN

Xin chân thành cảm ơn Bộ môn Côn trùng - Khoa Nông học - Học viện Nông nghiệp Việt Nam, Trung tâm Nghiên cứu và Phát triển Cây có múi - Viện Nghiên cứu Rau Quả đã giúp đỡ và tạo điều kiện để nhóm tác giả hoàn thành nghiên cứu này.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- Nguyễn Văn Đình, 1992. So sánh sự phát triển quần thể của nhện dò *Oligonychus coffeae* trên các giống chè. *Tạp chí Bảo vệ thực vật*, T1/1992, tr 15-18.
- Birch L.C., 1948. The intrinsic rate of natural increase of an insect population. *Journal of Animal Ecology*, 17: 15-26.
- Canlas L.J, H. Amano, N. Ochiai & M. Takeda, 2006. Biology and predation of the Japanese strain of *Neoseiulus californicus* (McGregor) (Acari: Phytoseiidae). *Systematic & Applied Acarology*, 11: 141-157. ISSN 1362-197.
- Huyen L.T., N.D. Tung, D.H. Lan, C.V. Chi, D.C. Patrick and N.V. Dinh, 2017. Life table parameters and development of *Neoseiulus longispinosus* (Acari: Phytoseiidae) reared on citrus red mite, *Panonychus citri* (Acari: Tetranychidae) at different temperatures. *Systematic & Applied Acarology*, 22 (9): 1316-1326.

Klapwijk J., I. Hatherly, K. Bolckmans and J. Bale, 2006. *Risk assessment of the exotic predatory mite Neoseiulus californicus for use as an augmentative inundative biological control agent in Northern Europe*. Regulation of Biological Control Agents, REBECA deliverable No.19, pages: 7-12.

Marafeli PP., PR. Reis, EC. da Silveira, GC. Souza-Pimentel and MA. de Toledo, 2014. Life history of *Neoseiulus californicus* (McGregor, 1954) (Acari: Phytoseiidae) fed with castor bean (*Ricinus communis* L.) pollen in laboratory conditions. *Braz. J. Biol.*, 74 (3): 691-697.

Maroufpoor M., Y. Ghoosta and A.A. Pourmirza, 2013. Life table parameters of *Neoseiulus californicus* (Acari: Phytoseiidae) on the European red mite, *Panonychus ulmi* (Acari: Tetranychidae) in laboratory condition. Department of Plant Protection, Faculty of Agriculture, University of Urmia, Iran. *Persian Journal of Acarology*, 2 (2): 265-276.

McMurtry J.A., 1977. Some predacious mites (Phytoseiidae) on citrus in the Mediterranean region. *Entomophaga*, 22, 19-30.

McMurtry J.A. and B.A. Croft, 1997. Life-styles of phytoseiid mites and their roles in biological control. *Annual Review of Entomology*, 42, pp. 291-321.

Rhodes E.M. and O.E. Liburd, 2009. *Common name: a predatory mite; scientific name: Neoseiulus californicus* (McGregor) (Arachnida: Acari: Phytoseiidae). Publication Number: EENY-359. University of Florida.

Toldi M, N. J. Ferla, C. Damedda, F. Majolo, 2013. Biology of *Neoseiulus californicus* feeding on two-spotted spider mite. *Biotemas*, 26 (2): 105-111, junho de 2013, ISSN 2175-7925.

Effect of relative humidity on population growth of predatory mite

Tran Thi Thuan, Bui Thi Thanh Mai, Luong Thi Huyen, Cao Van Chi, Nguyen Duc Tung, Nguyen Van Liem, Nguyen Van Dinh

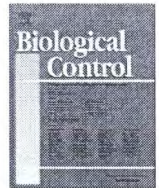
Abstract

The experiment of influences of 4 different relative humidity (RH%) levels on intrinsic rate of natural increase (r) of predatory mite (*Neoseiulus californicus*) raised by tea red spider mite (*Oligonychus coffeae*) at 27.5°C was conducted at the laboratory of Entomology Department, Vietnam National University of Agriculture. The results showed that the RH level 85% was most suitable for the development of the predatory mite (*N. californicus*); the (r_m) was highest and the difference was significant at $P = 0.05$ in comparison with the rest 3 RH% levels. At the RH 85% level, their immature stage lasted 4.04 days, mean generation time (T) was 13.93 days; the eggs/female (41.52 eggs/female) and the intrinsic rate of natural increase was highest ($r_m = 0.245$). Meanwhile, at the RH levels of 65%, 75% and 95%, the intrinsic rate of natural increase (r_m) of the predatory mite was 0.23, 0.213 and 0.224, respectively.

Keywords: Predatory mite (*Neoseiulus californicus*), relative humidity, population

Ngày nhận bài: 18/4/2019
Ngày phản biện: 28/4/2019

Người phản biện: TS. Lê Xuân Vĩ
Ngày duyệt đăng: 15/5/2019



Phytoseiid mites prey effectively on thrips eggs: Evidence from predation trials and molecular analyses



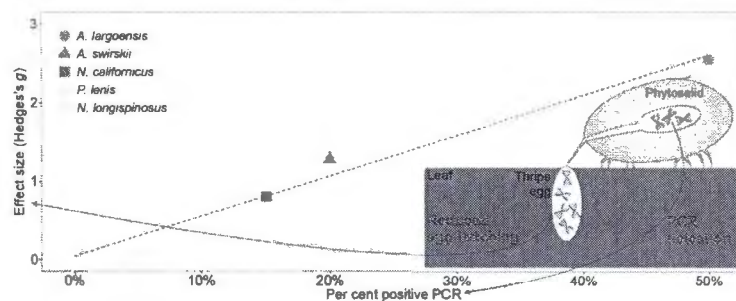
Viet Ha Nguyen^{a,1}, Wim Jonckheere^{a,1}, Duc Tung Nguyen^b, Gilberto José de Moraes^c, Thomas Van Leeuwen^a, Patrick De Clercq^{a,*}

^a Laboratory of Agrozoology, Department of Plants and Crops, Ghent University, Coupure Links 653, 9000 Ghent, Belgium

^b Entomology Department, Faculty of Agronomy, Vietnam National University of Agriculture (VNUA), Trau Quy, Gia Lam, Hanoi, Viet Nam

^c Departamento de Entomologia e Acarologia, Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, 13418-900 Piracicaba, SP, Brazil

GRAPHICAL ABSTRACT



ARTICLE INFO

Keywords:

Predator
Phytoseiidae
Thrips egg
Frankliniella occidentalis
Molecular gut content analysis

ABSTRACT

It is generally assumed that predation by phytoseiid mites (Acarina: Phytoseiidae) on thrips is mainly limited to the first and, to a lesser extent, the second thrips instars. Thrips eggs are imbedded in plant tissue and are supposed to be out of reach of most predators. Using a dual approach combining feeding trials with molecular gut content analysis, we confirmed that eggs of the western flower thrips, *Frankliniella occidentalis* (Pergande) (Thysanoptera: Thripidae), can be vulnerable to attack by a subset of phytoseiid species. Of the five species investigated, the generalist predators *Amblyseius largoensis* and *Amblyseius swirskii* were shown to most readily feed on thrips eggs, followed by *Neoseiulus californicus*, which is classified as a selective predator of tetranychid mites. *Neoseiulus longispinosus* and *Proprioseiopsis lenis* did not or very rarely consume thrips eggs. As substantial reductions of hatching (up to 30%) were observed, predation on eggs should not be ignored when assessing the efficacy of phytoseiids as biological control agents against thrips.

1. Introduction

The western flower thrips, *Frankliniella occidentalis* (Pergande) (Thysanoptera: Thripidae), is a cosmopolitan pest and a major problem

in ornamental and vegetable crops in greenhouses as well as in open field crops in warmer areas. Damage to plants is inflicted both directly by feeding activities and indirectly by virus transmission and facilitation of pathogen entry (Jensen, 2000; Lewis, 1997).

* Corresponding author.

E-mail address: Patrick.DeClercq@UGent.be (P. De Clercq).

¹ Shared first authors.

<https://doi.org/10.1016/j.biocontrol.2019.104012>

Received 16 April 2019; Received in revised form 19 June 2019; Accepted 24 June 2019

Available online 25 June 2019

1049-9644/ © 2019 Elsevier Inc. All rights reserved.

Chemical control of *F. occidentalis* is complicated by its potential to rapidly develop resistance to pesticides, a process which is favored by its short generation time, high fecundity and haplodiploid reproduction system (Jensen, 2000; Reitz, 2009). A safer, healthier and more sustainable management of thrips outbreaks may be attained by the augmentative release or conservation of natural enemies such as phytoseiid predators (van Lenteren et al., 2018). Whereas in greenhouses of temperate areas thrips are increasingly controlled using these biological control agents (van Lenteren et al., 2018), in warmer areas the control of thrips still mainly relies on pesticides. Four phytoseiid species used in this study were collected as part of a project to map the phytoseiid biodiversity in northern Vietnam. As a country facing agricultural intensification, Vietnam requires alternatives for pesticides (Van Hoi et al., 2013) and in search for suitable biological control organisms, native species may be preferred over exotic ones given the potential environmental risks associated with the latter (De Clercq et al., 2011). In addition, native species may be better adapted to local conditions than commercially available species imported for use in augmentative releases. Investigating the potential of native phytoseiids for the biological control of thrips pests in Vietnam was one of the main objectives of this collaborative project.

Both chemical and biological control are hampered by the partly hidden lifestyle of thrips. Larvae and adults show thigmotactic behavior, a preference for residing in tightly enclosed and concealed plant spaces (Reitz, 2009). Female thrips possess a saw-like ovipositor, used to deposit eggs into plant leaves, petioles, bracts, petals and developing fruits (Reitz, 2009). Larvae hatching from these eggs develop through two actively feeding stages, and two quiescent “pupal” stages, in which they prepare for the final stage, the winged adult (Reitz, 2009; Steenbergen et al., 2018). Pupae are non-feeding, soil dwelling stages, although significant numbers can remain on host plants, for example at high relative humidity, or if hosts have a complex floral architecture (Broadbent et al., 2003; Buitenhuis and Shipp, 2008; Reitz, 2009; Steiner et al., 2011).

Because of their potential as biological control agents of small arthropod pests, members of the Phytoseiidae family (Acarina: Mesostigmata) have received increasing attention (Demite et al., 2014; Gerson et al., 2003; McMurtry et al., 2013). Phytoseiids have been classified according to their lifestyles and feeding habits. One of the categories in which candidates for thrips control can be found is the Type III category, a diverse group of species that feed and reproduce on a wide range of prey (McMurtry and Croft, 1997). A subsequent grouping in subtypes is based on the phytoseiids' preferred microhabitat (McMurtry et al., 2013). *Amblyseius swirskii* Athias-Henriot, for example, belongs to Subtype III-b, containing generalist predators living on glabrous leaves. This species is one of the most successful biocontrol agents in protected cultivation due to its ability to control thrips as well as whiteflies (Calvo et al., 2015). The fact that *A. swirskii* can be mass produced on astigmatid mites at a relatively low cost, while provision of pollen in the field may enhance its efficacy, are keys to its success (Goleva and Zebitz, 2013; Leman and Messelink, 2015; Pijnakker et al., 2016). Also generalist predators from soil or litter habitats (i.e. Subtype III-e) have been used commercially for thrips control, including species such as *Neoseiulus barkeri* (Hughes) and *Neoseiulus cucumeris* (Oudemans) (Gerson et al., 2003; McMurtry et al., 2013). Despite their common occurrence in the soil or litter, both *N. barkeri* and *N. cucumeris* are also found on plants. They have been commercialized for the control of different pest species, including thrips. In addition, effective candidates for thrips control can also be found within the Type IV category of pollen feeding generalists (McMurtry et al., 2013; Messelink et al., 2006).

Depending on the species, phytoseiids rely predominantly on the first larval instar of thrips. Second-instar larvae and pupae are also preyed upon, albeit to a lesser extent (Bakker and Sabelis, 1989; Ghasemzadeh et al., 2017). Predation of thrips eggs by phytoseiids is considered unimportant and has thus been largely ignored in biocontrol

research. However, using an indirect approach, Vangansbeke et al. (2018) hypothesized that certain phytoseiids do feed on thrips eggs: in their laboratory study less thrips hatched from a leaf on which predatory mites had been foraging. Whereas this may be caused by direct predation on the thrips eggs, other mechanisms may also be at play. For instance, phytoseiid feeding on leaf tissue may activate plant defenses, in turn reducing the number of hatching thrips eggs. The objective of the present study was to provide evidence of predation on thrips eggs by selected phytoseiid species, adopting a PCR-based approach to complement observations of predation.

2. Materials and methods

2.1. Mite collection

Adult female phytoseiids from spider mite- or thrips-infested leaves collected at different locations in the Red River Delta of northern Vietnam were individually transferred to detached *Phaseolus vulgaris* L. leaves in the laboratories of the Vietnam National University of Agriculture, Hanoi, Vietnam. They were supplied with *Tetranychus urticae* Koch, *F. occidentalis* and/or *Typha* spp. pollen (Nutrimate™, Biobest NV, Belgium) as food sources. Part of their progeny was stored in 70% ethanol at −20 °C and used both for molecular characterization or morphological species identification. The remainder of the progeny was kept to establish the respective laboratory colonies for use in the study.

2.2. Morphological species identification

The mites were mounted in Hoyer's medium on microscope slides. These were oven-dried and then examined under phase (Leica, DMLB) and interference (Nikon, Eclipse 80i) contrast microscopes. Identification was done by examination of taxonomically relevant structures, and comparison with descriptions and re-descriptions in the literature.

Four phytoseiid species were identified and included in the study. Besides, the commercially available *A. swirskii* was included in the experiments for comparison. Individuals of the latter species were supplied by Biobest NV.

2.3. DNA extraction

The DNA extraction procedure was modified from Stavrinides et al. (2010). In short, single mites preserved in ethanol (70%) were transferred to Whatman filter paper until absorbed ethanol had evaporated. Next, mites were transferred to 1.5 ml Eppendorf tubes and incubated at 56 °C for 1 min with opened lid. Using an Eppendorf micropestle, the phytoseiids were homogenized in 20 µl of STE-buffer (100 mM NaCl, 10 mM Tris-HCl, 1 mM EDTA, pH 8.0) supplemented with 2 µl of proteinase K (10 mg/ml). Next, the homogenate was incubated at 60 °C for 30 min, after which proteinase K activity was stopped by heating at 95 °C for 5 min. The homogenate was stored at −20 °C until used as DNA-template for PCR-reactions.

2.4. Phytoseiid barcoding

The cytochrome c oxidase subunit I gene (COI; mtDNA) was used as DNA marker. Phytoseiid-optimized degenerate COI primers were designed, targeting the binding sites of the LCO1490 and HCO2198 primers developed by Folmer et al. (1994). In short, these “universal” invertebrate primers were aligned with the mitochondrial DNA sequences of *Euseius nicholsi* (Ehara & Lee) (GenBank accession number: KM999989.1), *Phytoseiulus persimilis* (Athias-Henriot) (GQ222414.1) and *Galendromus occidentalis* (Nesbitt) (EF221760.1), after which non-identical nucleotides in the LCO1490 & HCO2198 primer sequences were replaced by (degenerate) nucleotides matching the three phytoseiid sequences. These optimized COI primer sequences are shown in

Table 1
Primers used in this study.

Marker	Organism	Primer name	Primer sequence	Approximate amplicon length (bp)	Reference
COI	Phytoseiidae	FoJo_FW	tcwacwaaycayaaagayattgg	730	This study, modified from Folmer et al. (1994)
		FoJo_RV	atawacttcddgrrtgcacaaatca		
28S	Phytoseiidae	43F	gctgcgagtgaactggaatcaagcct	1300	(Dowling and OConnor, 2010; Vicente dos Santos and Tixier, 2017)
		929R	aggtcaccattttcgggtc		
COI	<i>F. occidentalis</i>	FOCZ-1F	ttgaactttccaccctct	340	(Zhang et al., 2012)
		FOCZ-1R	tgtatttaagtttcgctctg		

Table 2
Thermal conditions for amplification of phytoseiid COI, 28S and *F. occidentalis* COI.

		COI Phytoseiidae	28S Phytoseiidae	COI <i>F. occidentalis</i>
10 ×	Initial denaturation	95 °C – 2'	95 °C – 2'	95 °C – 2'
	Denaturation	95 °C – 30"	95 °C – 60"	/
	Annealing	50 °C-1 °C/cycle – 45"	63 °C-1 °C/cycle – 45"	/
35 ×	Elongation	72 °C – 50"	72 °C – 90"	/
	Denaturation	95 °C – 30"	95 °C – 60"	95 °C – 30"
	Annealing	40 °C – 45"	53 °C – 45"	55 °C – 45"
	Elongation	72 °C – 50"	72 °C – 90"	72 °C – 30"
	Final elongation	72 °C – 5'	72 °C – 5'	72 °C – 5'
	Hold	16 °C – ∞	16 °C – ∞	16 °C – ∞

Table 1. A touchdown PCR approach was chosen to increase PCR sensitivity, specificity and yield (Korbie and Mattick, 2008). The thermal conditions for amplification are represented in Table 2. PCR amplifications were performed using the GoTaq® Flexi DNA Polymerase kit (Promega). Reaction mixtures contained 10 µl 5× Colorless GoTaq® Flexi Buffer, 3 µl MgCl₂ Solution (25 mM), 1 µl dNTPs (10 µM each), 2.5 µl forward primer (10 µM), 2.5 µl reverse primer (10 µM), 0.25 µl GoTaq® DNA Polymerase (5 u/µl), 4 µl of mite DNA and water was added to 50 µl. The PCR product was checked using agarose gel electrophoresis. PCR products were purified using the EZNA® Cycle Pure Kit (Omega Bio-Tek), according to the manufacturer's instructions. Bidirectional Sanger sequencing, using the PCR primers, was outsourced to LGC genomics (Germany).

2.5. Thrips egg feeding experiment: assessment of larval hatching

Feeding on thrips eggs by female adults of the five tested phytoseiid species was investigated by determining the number of larvae hatching from *P. vulgaris* leaf discs which had been exposed to foraging phytoseiids for 24 h. To this purpose, leaf discs (4 cm in diameter, n = 40) were placed individually on wet cotton wool, lined with tissue paper inside a closed plastic dish (5 cm in diameter) with wire mesh in the lid to allow air circulation while preventing mites from escaping. Ten two-day-old adult females of *F. occidentalis* were allowed to lay eggs in each leaf disk during 24 h. Six hours after thrips removal, five starved (during 24 h) two-day-old adult predatory mite females were released for 24 h on half of the arenas. The other arenas did not receive phytoseiids and served as controls. The arenas were kept in an incubator throughout the experiment at 25 °C, 16:8h L:D and 70% humidity. The number of hatched larvae was counted 48 and 72 h after phytoseiid removal.

Numbers of hatched thrips larvae from exposed and unexposed leaf disks were compared using the non-parametric Kruskal-Wallis test, followed by kruskalmc post-hoc tests using the pgirmess package in R studio (Team, 2015).

Effect size was chosen as a metric to represent the difference between the groups exposed and unexposed to phytoseiids, and is expressed as standard deviation units. To this purpose, Cohen's d effect

size was determined first by calculating the difference between the mean number of hatched larvae (\bar{X}) from arenas unexposed (_u) versus exposed (_e) to phytoseiids, divided by the pooled standard deviation (SD) of both groups (Formula 1) (n being sample size) (Borowicz, 2001; Cohen, 1988; Lakens, 2013). Next, Cohen's d was corrected (weighted) for the small sample size, resulting in Hedges's g (Formula 2) (Cumming, 2013; Lakens, 2013).

Cohen's $d = \frac{\bar{X}_u - \bar{X}_e}{\sqrt{\frac{(n_u - 1)SD_u^2 + (n_e - 1)SD_e^2}{n_u + n_e - 2}}}$ (1)

Hedges's $g = \text{Cohen's } d \times \left(1 - \frac{3}{4(n_u + n_e) - 9}\right)$ (2)

2.6. DNA detection in gut of *Amblyseius largoensis*: probability curve

To ascertain that reduction of thrips egg survival after the release of phytoseiids was not caused by non-consumptive predator effects, additional evidence was gathered using a molecular gut content analysis approach. To test whether, and for how long, a single thrips egg is detectable in the phytoseiid gut after predation by *Amblyseius largoensis* (Muma), we performed DNA detection probability experiments. This phytoseiid was selected for being one of the predators found in the field sampling, where it was frequently observed on thrips infested plants (see "Section 2.1"). Collecting thrips eggs from plant material is difficult because they are embedded in the plant tissue and difficult to spot under a stereomicroscope. Adult *F. occidentalis* females (two days old) were therefore kept in a cylinder (2 cm in diameter) sealed with stretched Parafilm® on one side and screened with fine wire mesh on the other. *Typha* pollen was added to the cylinder as a food source for the thrips. The cylinder was placed, Parafilm® side down, on an agar plate (agar-agar: 1.3% (w/v) in water). Thrips eggs, laid through the Parafilm® membrane in the agar (Kumm and Moritz, 2010), were collected after 24 h using an insect pin and a fine brush. The eggs were offered to starved (during 24 h) two-day-old adult females of *A. largoensis* on small leaf arenas. The predators were monitored under a binocular microscope and time was recorded as soon as they abandoned a consumed egg. The mites were then transferred to an empty arena and after 0, 30, 60, 90 or 120 min, they were transferred to an Eppendorf® tube containing 90% ethanol and stored at –20 °C until DNA extraction. Ten specimens were analyzed for each time point. Thrips (egg) DNA in the phytoseiid samples was then amplified using *F. occidentalis*-specific primers (FOCZ-1F and FOCZ-1R (Zhang et al., 2012)). Unfed phytoseiids were included as negative controls. The phytoseiid 28S region (Table 1) was amplified as an internal control, while a *F. occidentalis* DNA sample was included as a positive control. Eventually, the "DS₅₀" was calculated; this is the time after which half of the predators of the cohort that fed at the same time tested positive for the presence of a species of prey, considering that the rate of prey decay is usually exponential (Gagnon et al., 2011; Greenstone et al., 2007; Pérez-Sayas et al., 2015).

Prey DNA detection probability may vary between phytoseiid species (Pérez-Sayas et al., 2015). Instead of constructing a full probability curve as done for *A. largoensis*, specimens (n = 10) from the four other

phytoseiid species were offered single thrips eggs dissected from agar, and thrips DNA detectability success was evaluated after a digestion time of 85 min only (i.e. the DS_{50} of *A. largoensis*, see Section 3.3).

2.7. Thrips egg feeding experiment: detection of thrips DNA in phytoseiid gut

P. vulgaris leaf discs (4 cm in diameter, $n = 40$) were placed on wet cotton wool, lined with tissue paper, and individually placed inside a closed plastic dish (5 cm in diameter) with wire mesh in the lid. Ten *F. occidentalis* adult females (two days old) were allowed to lay eggs in half of the leaf disks during 24 h. The remaining disks served as controls and received ten two-day-old second-instar thrips larvae instead, assumed to cause similar levels of (DNA) contamination as the adults, yet without laying eggs. Twenty-four hours after removal of thrips adults or larvae, a single starved (during 24 h) phytoseiid was released on each of the arenas. After 2 h of foraging, each phytoseiid individual was transferred to 90% ethanol and stored at -20°C until used for DNA extraction. This experiment was independently performed for all five phytoseiid species tested. PCR conditions were identical to those in the above experiment (see Section 2.6).

3. Results

3.1. Species identification and barcoding

Morphological species identification revealed that the following phytoseiids had been collected in Vietnam: *A. largoensis*, *Proprioseiopsis lenis* (Corpus and Rimando, 1966), *Neoseiulus longispinosus* (Evans, 1952) and *Neoseiulus californicus* (McGregor, 1954). Their corresponding COI sequences have been submitted at GenBank (respective Accession Numbers: MK577645, MK577646, MK577647, MK577648).

3.2. Thrips egg feeding experiment: assessment of larval hatching

Substantially fewer thrips hatched from eggs in leaf discs exposed to *A. swirskii*, *A. largoensis* or *N. californicus* compared to control discs not exposed to predatory mites (Fig. 1). Leaf discs with *A. largoensis* had the lowest egg hatch (mean = 19.5) compared to the corresponding controls (mean = 30.6, $p < 0.0001$). Thrips eggs on leaf discs with *A. swirskii* and *N. californicus* resulted in a mean of 27.7 and 26.3 larvae hatching from eggs compared to control leaf discs with a mean of 32.7 ($p < 0.0001$) and 30.3 ($p < 0.02$) eggs that hatched, respectively. Conversely, no difference was observed after *N. longispinosus* ($p = 0.92$) or *P. lenis* ($p = 0.98$) foraging. There was no difference in thrips egg hatching from control leaf discs between the five experiments (Kruskal-Wallis test, $p = 0.39$). It should be noted that phytoseiids could not have preyed upon thrips larvae instead of eggs given that no hatching was observed during the time course while predatory mites were on the

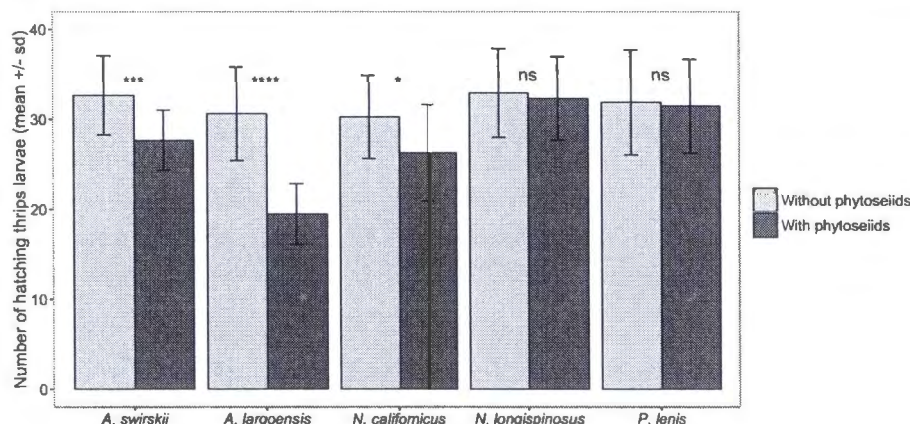


Fig. 1. Histogram showing thrips egg survival (mean \pm sd) as determined by the number of thrips larvae hatching from leaf arenas after temporary foraging (24 h) by different phytoseiid species (black bar). Leaf arenas on which no phytoseiids were released were used for control counts (grey bar). Asterisks indicate the significance level as determined by Kruskal-Wallis test (ns = not significant; * $p \leq 0.05$, ** $p \leq 0.01$, *** $p \leq 0.001$, **** $p \leq 0.0001$).

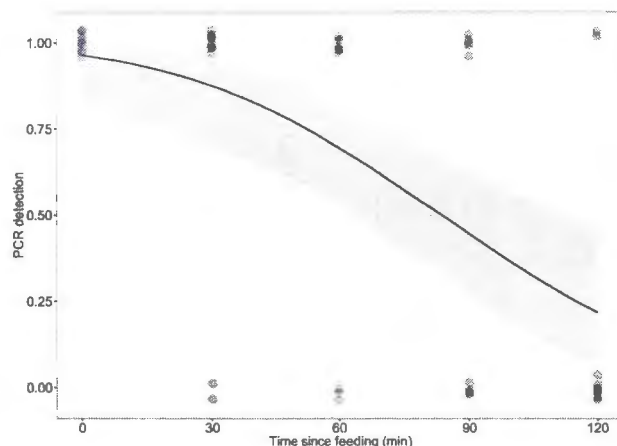


Fig. 2. Logistic regression curve of the PCR detectability of DNA from a (dissected) single thrips egg after predation by individual *A. largoensis* specimens as a function of the time passed since feeding. The shaded area corresponds to the 95% confidence interval. Raw data are shown by transparent dots representing samples that tested positive (PCR detection = 1) or negative (PCR detection = 0) for *F. occidentalis* DNA. Random jitter was added to the y coordinates to make overlapping data points visible.

leaf discs.

The effect size (Hedges's g) of phytoseiid foraging on thrips egg survival was considered to be large ($g > 0.8$) for *A. swirskii*, *A. largoensis* and *N. californicus*, whereas *N. longispinosus* and *P. lenis* release had no effect ($g < 0.2$). Hedges's g was plotted against the PCR detection probability (Fig. 3, see Section 3.4).

3.3. DNA detection in gut of Amblyseius largoensis: probability curve

To evaluate if, and for how long, DNA of single *F. occidentalis* eggs is detectable after it has been fed upon by a phytoseiid, we performed feeding trials followed by DNA extraction and PCR analysis. Fig. 2 shows a logistic regression curve of the detection success from the time each *A. largoensis* specimen ended feeding on a (dissected) thrips egg in function of digestion time. The DS_{50} of a single thrips egg ingested by *A. largoensis* amounted to 85 min.

When *A. swirskii*, *N. californicus* and *P. lenis* were offered single dissected thrips eggs, thrips DNA could still be detected in 60%, 60% and 80% of the specimens, respectively. *Neoseiulus longispinosus* was also included in the experiment, yet refused the eggs as prey.

3.4. Thrips egg feeding experiment: detection of thrips DNA in phytoseiid gut

Frankliniella occidentalis DNA from eggs deposited in leaf tissue was

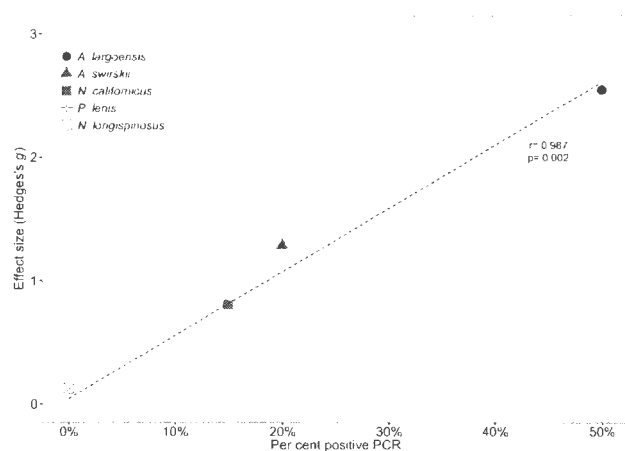


Fig. 3. Correlation between effect size (Hedges's g) and per cent PCR detection of *F. occidentalis* DNA in phytoseiid specimens. Hedges's g represents the (corrected) standardized difference between means of thrips larvae hatching from leaf arenas with versus without temporary phytoseiid foraging. Per cent positive PCR represents the percentage of individual phytoseiid specimens from which thrips (egg) DNA could be detected after foraging on leaf arenas in which thrips were allowed to oviposit.

detected in *A. swirskii* (20%), *A. largoensis* (50%), *N. californicus* (15%) and *P. lenis* (5%), but not in *N. longispinosus* (0%). Thrips DNA was never detected in phytoseiid specimens from the control treatment, i.e. phytoseiids that were released on leaf disks on which thrips larvae had been foraging beforehand, instead of adult female thrips. No thrips egg hatching was observed during (and 12 h following) the experiment, so phytoseiids could not have preyed upon larvae instead of eggs.

The incidence of thrips DNA detection in phytoseiids (positive PCR) was plotted against the size of the effect (Hedges's g effect size) of phytoseiid foraging on thrips egg hatching numbers (Fig. 3). We observed a significant correlation between PCR detection and effect size (Pearson's $r = 0.987$, $p = 0.002$).

4. Discussion

Predation of thrips eggs by phytoseiids is generally considered unimportant and has thus been largely ignored in biocontrol research. For example, when modeling predator-prey population dynamics, Magalhaes et al. (2007) categorized *F. occidentalis* eggs as non-visible and thus invulnerable to *N. cucumeris* attack. According to Bakker and Sabelis (1989), thrips eggs, like adults, easily escape attack. One of the few papers reporting on thrips egg feeding by phytoseiids is Jacobson et al. (2001), stating that *N. cucumeris* adults only feed on thrips eggs and first instar nymphs. However, no such evidence could be found in the two papers cited by Jacobson et al. (2001) to substantiate this claim (i.e. Bakker and Sabelis, 1989; Gillespie and Ramey, 1988). Indeed, *N. cucumeris* was reported to feed on *Tetranychus* eggs instead of thrips eggs (Gillespie and Ramey, 1988). Encouraged by the feeding trials by Vangansbeke et al. (2018), we aimed to provide proof of phytoseiid predation on *F. occidentalis* eggs imbedded in leaf tissue.

The observation that foraging by *A. swirskii*, *A. largoensis* or *N. californicus* adults significantly reduced the number of *F. occidentalis* eggs hatching from bean leaf disks in our bioassays could lead to the conclusion that these phytoseiids were able to detect and prey upon the eggs hidden in the leaf tissue. However, determining whether the foraging results in a reduction of egg hatchability is an indirect and inconclusive way of showing that phytoseiids feed on thrips eggs. Indeed, non-consumptive predator effects could be at the basis of this reduction instead.

As an alternative, it could be hypothesized that the phenomenon at the basis of a reduced thrips egg survival is the feeding by the

phytoseiids on leaf tissue. Such feeding from plant tissue has indeed been shown for a number of phytoseiids (Magalhaes and Bakker, 2002). Females of *Typhlodromus pyri* Scheuten, for example, were shown to cause scars on apple leaves. The negative relationship between scar number and the availability of alternative food sources such as pollen and prey suggested that these scars are caused by nutrient retrieval from the plant (Sengonca et al., 2004). Similarly, *Typhlodromalus aripo* De Leon feeds upon leaves of cassava (Magalhaes and Bakker, 2002). Also *Euseius scutalis* (Athias-Henriot) was shown to take up cell content from plant leaves, although damage remained limited to single cells, leaving neighboring cells mostly intact (Adar et al., 2015). *Amblyseius swirskii* has been shown by Adar et al. (2012) to be able to pierce plant cells as well, although it was deemed unable to extract liquids from them. Such plant piercing or feeding by predatory mites could then, hypothetically, induce plant defense responses, in turn affecting thrips egg survival. Whether leaf puncturing by phytoseiids alerts the plant defense system has, to our knowledge, not yet been investigated. On the other hand, the predatory bug *Orius laevigatus* (Fieber) (Hemiptera: Anthicoridae), which is used for the control of *F. occidentalis* in sweet pepper, oviposits and also feeds on plant tissue, and it has been shown to induce plant defense signaling, including the jasmonic acid and salicylic acid signaling pathway (Bouagga et al., 2018; De Puyseleir et al., 2011). Further, it has been shown that the number of *F. occidentalis* larvae hatching from defense-induced plants could be significantly lower than from control plants (Agrawal and Klein, 2000; De Puyseleir et al., 2011).

To exclude potential causes for the reduced thrips egg hatching other than the direct effect of phytoseiid predation, we relied on the PCR-based approach. To begin with, we observed that certain phytoseiids feed on thrips eggs that had been isolated from agar plates, and that thrips DNA can be amplified within a limited time after feeding (e.g. the DS_{50} of a single egg in *A. largoensis* is 85 min). With this knowledge in mind, phytoseiids were released on bean leaf arenas into which thrips were allowed to lay eggs. Eggs and, as such, predation of eggs by the phytoseiids, could not be observed under a stereomicroscope, yet, certain phytoseiids tested positive for thrips DNA after a 24 h foraging period. Based on the molecular gut content analysis, of the five species tested, *A. largoensis* most readily fed on *F. occidentalis* eggs, followed by *A. swirskii* and *N. californicus*. The results of this study further suggest that *N. longispinosus* and *P. lenis* do not or only rarely feed on *F. occidentalis* eggs. McMurtry et al. (2013) did not refer to *A. largoensis*, but most certainly it should be placed with *A. swirskii* and other species of the genus as a generalist predator on plants with glabrous leaves. As to *N. longispinosus*, our findings are in concert with the classification of this species by McMurtry et al. (2013) as a selective predator of tetranychid mites. *Neoseiulus californicus* is also classified by those authors within that same group, however. Despite its apparent more generalist behavior as compared with *N. longispinosus*, the latter authors decided to place it in that group because of the high frequency with which it is found in association with heavily webbing spider mites. Species of *Proprioseiopsis* are commonly found in the soil/litter habitats, although some species are also common on plants. Despite being widespread (De Moraes et al., 2004), little has been reported about the biology of the mites in this group (McMurtry et al., 2013).

Whereas the lifestyle category (McMurtry et al., 2013) may indeed be a predictor of the species-dependent differences in predation on thrips eggs, (a combination of) different specific factors may be at the base of a phytoseiid's ability to successfully feed on thrips eggs. For instance, the ability to feed on eggs imbedded in leaf tissue could be related to the ability to feed on plant tissue, which is in turn determined by cheliceral morphology (Adar et al., 2015). However, whereas *A. swirskii* has been deemed to be unable to feed on plant tissue (Adar et al., 2015), it can feed on thrips eggs. An alternative explanation may be found in the intensity of the searching activity of a phytoseiid. Mites with a high search rate, such as *A. swirskii* (Messelink et al., 2006), may be more likely to encounter the motionless thrips eggs than 'sit and wait

predators'. A relevant note here is that *N. longispinosus*, which did not prey upon "hidden" thrips eggs in our feeding trials (Fig. 3), also refused to consume thrips eggs that were isolated from the leaf tissue. The process of locating and recognizing prey is suggested to rely on chemo- and/or mechanoreceptors, involving several types of setae on the anterior tarsi (Gilstrap and Friesse, 1985; Jackson and Ford, 1973). Potentially, *N. longispinosus*, being a selective predator of tetranychid mites (McMurtry et al., 2013), does not respond to thrips-specific stimuli. Clearly, more research is needed in this regard.

Feeding by certain phytoseiids on thrips eggs could be quite substantial. In the thrips egg feeding experiment in which we detected thrips DNA in the phytoseiid gut, for example, 50% of the previously starved *A. largoensis* specimens tested positive for thrips (egg) DNA after only 2 h of foraging. In addition, this species also severely reduced the number of thrips larvae hatching from leaf arenas (Fig. 3 and Fig. 1). Care should be taken, as the interpretation of predator impact may be biased if only detectability is taken into account, and these data should then be weighed by the relative detectability periods (Greenstone et al., 2014). Differential detection half-lives (DS_{50}) in distinct phytoseiids have been observed before (Pérez-Sayas et al., 2015), and may be due to various nonexclusive traits, including morpho-physiological features in the digestive system (Akimov and Starovir, 1980) as well as different pre- and post-oral digestive processes (Greenstone et al., 2014; Pérez-Sayas et al., 2015). Interestingly, we observed the detection half-life of single (dissected) thrips eggs to be shortest in the phytoseiids that more readily fed on eggs (deposited in leaves). Digestion speed may indeed be related to the level of specialization of phytoseiids (Akimov and Starovir, 1980; Pérez-Sayas et al., 2015). In light of this, the impact of e.g. *A. largoensis*, as assessed by the per cent positive PCRs, may be even higher as only half of the ingested thrips eggs would still be detectable 85 min after feeding (Fig. 2).

Thrips egg feeding by phytoseiids may have direct and potentially substantial consequences on thrips population numbers in the field and thus add to their biological control potential. Indeed, relatively large differences between the number of thrips eggs hatching from leaves with versus without phytoseiids were observed (Fig. 1). For example, *A. largoensis* foraging reduced the number of hatching eggs by over 30%. Other phytoseiids, such as *Euseius gallicus* Kreiter & Tixier (Vangansbeke et al., 2018), could be even more efficient in this regard and an assessment of additional species is therefore warranted. The consumption of eggs rather than larvae may be particularly valuable as it eliminates new herbivores before they inflict feeding damage. Furthermore, because of the complex thigmotactic life cycle of *F. occidentalis*, it is advisable to target different life stages, using different beneficial agents, in order to achieve successful control (Buitenhuis and Shipp, 2008). The identification of phytoseiids which feed on thrips eggs, instead of or in addition to thrips larvae, could therefore be at the basis of improving the efficacy of thrips management. As thrips eggs protrude more and more from the leaf surface during development (Loomans and Heijboer, 1999), also the influence of leaf type and egg age deserve additional attention during this evaluation process. Furthermore, given that thrips do not exclusively deposit eggs in leaves (Reitz, 2009), and phytoseiids may not be evenly distributed throughout the plant (Messelink et al., 2006), it is advisable to study whole plants rather than specific plant tissues.

Another merit of the ability to feed on thrips eggs is worth highlighting. Phytoseiid mites face difficulties subduing their thrips prey because of the larval defensive behavior. Due to size constraints, predatory mites are mainly confined to attacking first-instar larvae while second instars are rarely preyed upon (Bakker and Sabelis, 1989; Magalhães et al., 2007; Van der Hoeven and Van Rijn, 1990; Wimmer et al., 2008). The difficulties in catching a larger and defensive prey may be even more pronounced for juvenile phytoseiids, potentially causing high juvenile mortality (Vantornhout et al., 2004; Wimmer et al., 2008). In the absence of alternative food sources such as pollen, the ability to feed on (largely) hidden, yet small and defenseless thrips

eggs, may enhance the survival of phytoseiids. We expect this to be the case for juvenile predators in particular. The indirect negative effect on thrips populations by egg predation, i.e. via an increase in phytoseiid juvenile survival, may be significant. Additional research is required to substantiate latter hypothesis, but it is advisable to include the different stages of both pest and predator in predation trials.

In conclusion, our molecular gut content analyses confirm that adults of certain phytoseiids (i.e. *A. largoensis*, *A. swirskii* and *N. californicus*) effectively feed on *F. occidentalis* eggs imbedded in leaf tissue. The ability to do so might be a valuable asset, increasing their efficacy as biological control agents.

CRedit authorship contribution statement

Viet Ha Nguyen: Conceptualization, Methodology, Investigation. **Wim Jonckheere:** Conceptualization, Methodology, Investigation, Writing - original draft. **Duc Tung Nguyen:** Supervision, Funding acquisition, Project Administration. **Gilberto José de Moraes:** Investigation, Writing - review & editing. **Thomas Van Leeuwen:** Supervision, Funding acquisition. **Patrick De Clercq:** Supervision, Funding acquisition, Project Administration, Writing - review & editing.

Declaration of Competing Interest

None.

Acknowledgements

This research was funded by the Vietnam National Foundation of Science and Technology Development (NAFOSTED) and The Research Foundation – Flanders (FWO) under grant numbers G0F2416N and FWO.106-NN.2015.01. The authors thank Dominiek Vangansbeke for the valuable feedback.

References

- Adar, F., Inbar, M., Gal, S., Doron, N., Zhang, Z.-Q., Palevsky, E., 2012. Plant-feeding and non-plant feeding phytoseiids: differences in behavior and chelical morphology. *Exp. Appl. Acarol.* 58, 341–357.
- Adar, L., Inbar, M., Gal, S., Issman, L., Palevsky, E., 2015. Plant cell piercing by a predatory mite: evidence and implications. *Exp. Appl. Acarol.* 65, 181–193.
- Agrawal, A.A., Klein, C.N., 2000. What omnivores eat: direct effects of induced plant resistance on herbivores and indirect consequences for diet selection by omnivores. *J. Anim. Ecol.* 69, 525–535.
- Akimov, I., Starovir, I., 1980. Morpho-functional adaptation of digestive system of three species of Phytoseiidae (Parasitiformes, Phytoseiidae) to predatoriness. *Doklady Akademii Nauk Ukrainy SSR* 7, 635–638.
- Bakker, E., Sabelis, M., 1989. How larvae of *Thrips tabaci* reduce the attack success of phytoseiid predators. *Entomol. Exp. Appl.* 50, 47–51.
- Borowicz, V.A., 2001. Do arbuscular mycorrhizal fungi alter plant-pathogen relations? *Ecology* 82, 3057–3068.
- Bouagga, S., Urbaneja, A., Rambla, J.L., Granell, A., Pérez-Hedo, M., 2018. *Orius laevis* strengthens its role as a biological control agent by inducing plant defenses. *J. Pest. Sci.* 91, 55–64.
- Broadbent, A.B., Rhainds, M., Shipp, L., Murphy, G., Wainman, L., 2003. Pupation behaviour of western flower thrips (Thysanoptera: Thripidae) on potted chrysanthemum. *Can. Entomol.* 135, 741–744.
- Buitenhuis, R., Shipp, J., 2008. Influence of plant species and plant growth stage on *Frankliniella occidentalis* pupation behaviour in greenhouse ornamentals. *J. Appl. Entomol.* 132, 86–88.
- Calvo, F.J., Knapp, M., van Houten, Y.M., Hoogerbrugge, H., Belda, J.E., 2015. *Amblyseius swirskii*: what made this predatory mite such a successful biocontrol agent? *Exp. Appl. Acarol.* 65, 419–433.
- Cohen, J., 1988. *Statistical Power Analysis for the Behavioral Sciences*, second ed. Erlbaum, Hillsdale, NJ.
- Corpus, L.A., Rimando, L., 1966. Some philippine amblyseinae (Phytoseiidae: Acarina). *Philippine Agriculturist* 50, 114–136.
- Cumming, G., 2013. *Understanding the New Statistics: Effect Sizes, Confidence Intervals, and Meta-Analysis*. Routledge, New York.
- De Clercq, P., Mason, P.G., Babendreier, D., 2011. Benefits and risks of exotic biological control agents. *Biocontrol* 56, 681–698.
- De Moraes, G., McMurtry, J., Denmark, H., Campos, C., 2004. A revised catalog of the mite family Phytoseiidae. *Zootaxa* 434, 1–494.
- De Puyssseleyr, V., Höfte, M., De Clercq, P., 2011. Ovipositing *Orius laevis* increase tomato resistance against *Frankliniella occidentalis* feeding by inducing the wound

- response. *Arthropod-Plant Interact.* 5, 71–80.
- Demite, P.R., McMurtry, J.A., Moraes, G.d., 2014. Phytoseiidae database: a website for taxonomic and distributional information on phytoseiid mites (Acari). *Zootaxa* 3795, 571–577.
- Dowling, A.P., O'Connor, B.M., 2010. Phylogenetic relationships within the suborder Dermanyssina (Acari: Parasitiformes) and a test of dermanysoid monophyly. *Int. J. Acarol.* 36, 299–312.
- Evans, G.O., 1952. A new typhlodromid mite predaceous on *Tetranychus bimaculatus* Harvey in Indonesia. *Ann. Mag. Natural History* 5, 413–416.
- Folmer, O., Black, M., Hoeh, W., Lutz, R., Vrijenhoek, R., 1994. DNA primers for amplification of mitochondrial cytochrome c oxidase subunit I from diverse metazoan invertebrates. *Mol. Mar. Biol. Biotechnol.* 3, 294–299.
- Gagnon, A.É., Doyon, J., Heimpel, G., Brodeur, J., 2011. Prey DNA detection success following digestion by intraguild predators: influence of prey and predator species. *Mol. Ecol. Resour.* 11, 1022–1032.
- Gerson, U., Smiley, R., Ochoa, R., 2003. *Mites (Acari) for Pest Control*. Blackwell Science Ltd, Oxford.
- Ghasemzadeh, S., Leman, A., Messelink, G.J., 2017. Biological control of *Echinophrus americanus* by phytoseiid predatory mites and the effect of pollen as supplemental food. *Exp. Appl. Acarol.* 73, 209–221.
- Gillespie, D.R., Ramey, C.A., 1988. Life history and cold storage of *Amblyseius cucumeris* (Acarina: Phytoseiidae). *J. Entomol. Soc. B C* 85, 71–76.
- Gilstrap, F.E., Friese, D.D., 1985. The predatory potential of *Phytoseiulus persimilis*, *Amblyseius californicus*, and *Metaseiulus occidentalis* (Acarina: Phytoseiidae). *Int. J. Acarol.* 11, 163–168.
- Goleva, I., Zebitz, C.P., 2013. Suitability of different pollen as alternative food for the predatory mite *Amblyseius swirskii* (Acari, Phytoseiidae). *Exp. Appl. Acarol.* 61, 259–283.
- Greenstone, M.H., Payton, M.E., Weber, D.C., Simmons, A.M., 2014. The detectability half-life in arthropod predator-prey research: what it is, why we need it, how to measure it, and how to use it. *Mol. Ecol.* 23, 3799–3813.
- Greenstone, M., Rowley, D., Weber, D., Payton, M., Hawthorne, D., 2007. Feeding mode and prey detectability half-lives in molecular gut-content analysis: an example with two predators of the Colorado potato beetle. *Bull. Entomol. Res.* 97, 201–209.
- Jackson, G., Ford, J., 1973. The feeding behaviour of *Phytoseiulus persimilis* (Acarina: Phytoseiidae), particularly as affected by certain pesticides. *Ann. Appl. Biol.* 75, 165–171.
- Jacobson, R., Croft, P., Fenlon, J., 2001. Suppressing establishment of *Frankliniella occidentalis* Pergande (Thysanoptera: Thripidae) in cucumber crops by prophylactic release of *Amblyseius cucumeris* Oudemans (Acarina: Phytoseiidae). *Biocontrol Sci. Technol.* 11, 27–34.
- Jensen, S.E., 2000. Insecticide resistance in the western flower thrips, *Frankliniella occidentalis*. *Integr. Pest Manage. Rev.* 5, 131–146.
- Korbie, D.J., Mattick, J.S., 2008. Touchdown PCR for increased specificity and sensitivity in PCR amplification. *Nat. Protoc.* 3, 1452–1456.
- Kumm, S., Moritz, G., 2010. Life-cycle variation, including female production by virgin females in *Frankliniella occidentalis* (Thysanoptera: Thripidae). *J. Appl. Entomol.* 134, 491–497.
- Lakens, D., 2013. Calculating and reporting effect sizes to facilitate cumulative science: a practical primer for t-tests and ANOVAs. *Front. Psychol.* 4, 863.
- Leman, A., Messelink, G.J., 2015. Supplemental food that supports both predator and pest: a risk for biological control? *Exp. Appl. Acarol.* 65, 511–524.
- Lewis, T., 1997. *Thrips as Crop Pests*. Cab International, Wallingford.
- Loomans, J.M.A., Heijboer, A., 1999. *Frankliniella vespiformis* (Crawford): a polyphagous predator preying on thrips eggs. *Proc. Exper. Appl. Entomol. NEV* 10, 143–150.
- Magalhaes, S., Bakker, F., 2002. Plant feeding by a predatory mite inhabiting cassava. *Exp. Appl. Acarol.* 27, 27.
- Magalhães, S., Van Rijn, P.C., Montserrat, M., Pallini, A., Sabelis, M.W., 2007. Population dynamics of thrips prey and their mite predators in a refuge. *Oecologia* 150, 557–568.
- McGregor, F., 1954. Two new mites in the genus *Typhlodromus* (Acarina: Phytoseiidae). *Bull. South Calif. Acad. Sci.* 53, 89–92.
- McMurtry, J., Croft, B., 1997. Life-styles of phytoseiid mites and their roles in biological control. *Annu. Rev. Entomol.* 42, 291–321.
- McMurtry, J.A., Moraes, G.J.D., Sourassou, N.F., 2013. Revision of the lifestyles of phytoseiid mites (Acari: Phytoseiidae) and implications for biological control strategies. *Syst. Appl. Acarol.* 18, 297–320.
- Messelink, G.J., Van Steenpaal, S.E., Ramakers, P.M., 2006. Evaluation of phytoseiid predators for control of western flower thrips on greenhouse cucumber. *Biocontrol* 51, 753–768.
- Pérez-Sayas, C., Pina, T., Gómez-Martínez, M.A., Camañes, G., Ibáñez-Gual, M.V., Jaques, J.A., Hurtado, M.A., 2015. Disentangling mite predator-prey relationships by multiplex PCR. *Mol. Ecol. Resour.* 15, 1330–1345.
- Pijnakker, J., Arijis, Y., de Souza, A., Cellier, M., Wäckers, F., 2016. The use of *Typha angustifolia* (cattail) pollen to establish the predatory mites *Amblyseius swirskii*, *Iphiseius degenerans*, *Euseius ovalis* and *Euseius gallicus* in glasshouse crops. *IOBC-WPRS Bull.* 120, 47–54.
- Reitz, S.R., 2009. Biology and ecology of the western flower thrips (Thysanoptera: Thripidae): the making of a pest. *FLA Entomol.* 92, 7–13.
- Sengonca, C., Khan, I., Blaaser, P., 2004. The predatory mite *Typhlodromus pyri* (Acari: Phytoseiidae) causes feeding scars on leaves and fruits of apple. *Exp. Appl. Acarol.* 33, 45–53.
- Stavrinides, M.C., Van Nieuwenhuysen, P., Van Leeuwen, T., Mills, N.J., 2010. Development of acaricide resistance in Pacific spider mite (*Tetranychus pacificus*) from California vineyards. *Exp. Appl. Acarol.* 50, 243–254.
- Steenbergen, M., Abd-el-Hallem, A., Bleeker, P., Dicke, M., Escobar-Bravo, R., Cheng, G., Haring, M.A., Kant, M.R., Kappers, I., Klinkhamer, P.G., 2018. Thrips advisor: exploiting thrips-induced defences to combat pests on crops. *J. Exp. Bot.* 69, 1837–1848.
- Steiner, M.Y., Spohr, L.J., Goodwin, S., 2011. Relative humidity controls pupation success and dropping behaviour of western flower thrips, *Frankliniella occidentalis* (Pergande) (Thysanoptera: Thripidae). *Aust. J. Entomol.* 50, 179–186.
- Team, R.S., 2015. *RStudio: Integrated Development for R*. R Studio Inc, Boston, MA. URL: <http://www.rstudio.com/>.
- Van der Hoeven, W., Van Rijn, P., 1990. Factors affecting the attack success of predatory mites on thrips larvae. *Proc. Sect. Exp. Appl. Entomol. Neth. Entomol. Soc. (NEV)* 25–30.
- Van Hoi, P., Mol, A., Oosterveer, P., 2013. State governance of pesticide use and trade in Vietnam: NJAS-Wageningen J. Life Sci. 67, 19–26.
- van Lenteren, J.C., Bolckmans, K., Köhl, J., Ravensberg, W.J., Urbaneja, A., 2018. Biological control using invertebrates and microorganisms: plenty of new opportunities. *Biocontrol* 63, 39–59.
- Vangansbeke, D., Pijnakker, J., Arijis, Y., Wäckers, F., 2018. Thrips egg predation by phytoseiids: an overlooked pest control mechanism. *Proceedings of the IOBC-WPRS Working Group Meeting "Integrated Control in Protected Crops, Temperate Climate", Niagara Falls (Canada), 4–8 June 2017*. *IOBC-WPRS Bull.* 124, 184–188.
- Vantornhout, I., Minnaert, H., Tirry, L., De Clercq, P., 2004. Effect of pollen, natural prey and factitious prey on the development of *Iphiseius degenerans*. *Biocontrol* 49, 627–644.
- Vicente dos Santos, V., Tixier, M.S., 2017. Which molecular markers for assessing which taxonomic level? The case study of the mite family Phytoseiidae (Acari: Mesostigmata). *Cladistics* 33, 251–267.
- Wimmer, D., Hoffmann, D., Schausberger, P., 2008. Prey suitability of western flower thrips, *Frankliniella occidentalis*, and onion thrips, *Thrips tabaci*, for the predatory mite *Amblyseius swirskii*. *Biocontrol Sci. Technol.* 18, 533–542.
- Zhang, G., Meng, X., Min, L., Qiao, W., Wan, F., 2012. Rapid diagnosis of the invasive species, *Frankliniella occidentalis* (Pergande): a species-specific COI marker. *J. Appl. Entomol.* 136, 410–420.

BỘ NÔNG NGHIỆP VÀ PHÁT TRIỂN NÔNG THÔN
VIỆN KHOA HỌC NÔNG NGHIỆP VIỆT NAM
VIỆN BẢO VỆ THỰC VẬT



TẠP CHÍ

Bảo vệ thực vật

ISSN 2354-0710

JOURNAL OF PLANT PROTECTION

SỐ 3 (284)

2019

TẠP CHÍ BẢO VỆ THỰC VẬT

Tòa soạn: Viện Bảo vệ thực vật,

Phố Viên, Đức Thắng, Bắc Từ Liêm, Hà Nội

ĐT: 024.38389724 - Fax: 024. 38363563

Email: ppri.vaas@mard.gov.vn

ISSN 2354 - 0710

NĂM THỨ XXXXVIII

Số 3 - 2019

MỤC LỤC

CONTENTS

KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU KHOA HỌC

1. **Đánh giá sức ăn của hai loài nhện bắt mồi (Acari: Phytoseiidae) với nhện đỏ hai chấm *Tetranychus urticae***
Evaluation Predation Capacity of Ttwo Predatory Mites (Acari: Phytoseiidae) Fed on Two Spotted Mite *Tetranychus urticae*
Nguyễn Đức Tùng..... 3
2. **Một số đặc điểm hình thái và sinh học của rệp sáp giả đu đủ *Paracoccus marginatus* (Hemiptera: Pseudococcidae) gây hại trên cây sắn**
Morphological and Biological Characteristics of Papaya Mealybug, *Paracoccus marginatus* Williams and Granara de Willink (Hemiptera: Pseudococcidae) on Cassava
Phạm Huỳnh Đông Anh và Lê Khắc Hoàng..... 7
3. **Một số đặc điểm sinh học của rệp sáp *Coccidohystrix* sp. (Homoptera; Pseudococcidae) gây hại trên cà gai leo**
Some Biological Aspects of Mealybug *Coccidohystrix* sp. (Homoptera; Pseudococcidae) on *Solanum hainanense* Hance
Lê Thị Thu và Lê Ngọc Anh 15
4. **Nghiên cứu tác nhân gây bệnh héo vàng trên cây đinh lăng (*Polyscia fruticosa* (L.) Harms.)**
Study on The Pathogen Causing Yellow Wilt on Ming Aralia (*Polyscia fruticosa* (L.) Harms.)
Đặng Thị Hà, Chu Thị Mỹ, Tạ Thị Huyền Anh, Lê Thị Thu, Hoàng Diệu Linh và Phan Thúy Hiền..... 21
5. **Những loài côn trùng cánh cứng (Coleoptera) có giá trị bảo tồn và biện pháp bảo tồn, phát triển ở khu bảo tồn thiên nhiên Pù Luông, tỉnh Thanh Hóa**
The List of The Value Bettle Species and The Available Solutions for Conservation, Development in The Pu Luong Natural Reserve, Thanh Hoa Province
Phạm Hữu Hùng, Nguyễn Thế Nhã, Lê Văn Ninh, Lại Thị Thanh, Hoàng Thị Hằng.... 28

ĐÁNH GIÁ SỨC ĂN CỦA HAI LOÀI NHỆN BẮT MỒI (Acari: Phytoseiidae) VỚI NHỆN ĐỎ HAI CHẤM *Tetranychus urticae*

Evaluation Predation Capacity of Two Predatory Mites (Acari: Phytoseiidae) Fed on Two Spotted Mite *Tetranychus urticae*

Nguyễn Đức Tùng

Bộ môn Côn trùng, Học viện Nông nghiệp Việt Nam

Ngày nhận bài: 06.05.2019

Ngày chấp nhận: 5/6/2019

Abstract

Neoseiulus longispinosus Evans is a native predatory mite of Vietnam. *Neoseiulus californicus* (McGregor) is a commercial predatory mite. Both predators are using to control spider mite *Tetranychus urticae*. In current study, the predation capacity of both predatory mites on all stages of spider mite *T. urticae* were investigated. The result shows that the predation capacity of adult females of both predatory mites were highest, followed by deutonymph and adult male and were lowest with protonymph. Eggs and larva of the spider mite were the highest predation by both of predatory mites. Predation capacities of *N. longispinosus* and *N. californicus* were not significant difference when they fed on most stages of the spider mite.

Keywords: *Neoseiulus longispinosus* Evans, *Neoseiulus californicus* (McGregor), *Tetranychus urticae* Koch

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Nhện bắt mồi *Neoseiulus longispinosus* Evans (Acari: Phytoseiidae) được xác định là loài thiên địch quan trọng của nhện đỏ trên nhiều loại cây trồng tại Việt Nam như trên đậu đỗ (Nguyễn Đức Tùng, 2009), bông (Mai Văn Hào, 2010), các loại rau ăn quả (bầu, bí, dưa, cà...) (Nguyễn Thị Phương Thảo và Nguyễn Thị Hồng Vân, 2013) hay trên cây có múi, chè (Lương Thị Huyền và cs. 2016). Nhện bắt mồi *Neoseiulus californicus* (McGregor) (Acari: Phytoseiidae) là một loài nhện bắt mồi nhện đỏ hiện đang được thương mại rộng rãi trên thế giới (Knapp *et al.* 2017). Sức ăn là một chỉ tiêu quan trọng trong đánh giá tiềm năng cũng như so sánh giữa các loài nhện bắt mồi. Nhằm xác định tiềm năng sử dụng nhện bắt mồi *N. longispinosus*, một loài bản địa của Việt Nam so với loài *N. californicus*, trong nghiên cứu này sức ăn của nhện non tuổi 2, tuổi 3, trưởng thành đực và trưởng thành cái của hai loài nhện bắt mồi với tất cả các pha nhện đỏ hai chấm *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae) trứng, nhện non tuổi 1, 2, 3 và trưởng thành cái được tiến hành nghiên cứu.

2. VẬT LIỆU VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1 Vật liệu nghiên cứu

- Nhện đỏ hai chấm *Tetranychus urticae* và nhện bắt mồi *N. longispinosus* thu trên đậu cô ve tại Cổ Bi, Gia Lâm, Hà Nội.

- Nhện *N. californicus* được cung cấp bởi công ty Koppert, Hà Lan.

2.2 Phương pháp nuôi nguồn nhện đỏ và nhện bắt mồi

2.2.1. Phương pháp nuôi nguồn nhện đỏ

Nhện đỏ *T. urticae* sau khi thu ngoài ruộng được soi dưới kính hiển vi soi nổi và chuyển lên cây đậu cô ve lùn sạch để nhân nguồn. Bốn chậu đậu, mỗi chậu trồng 4 cây đậu đã được nhiễm nhện được chuyển vào trong lồng lưới mịn kích thước 40x40x60 cm và đặt trên một khay nước để cách ly. Khi nhện đỏ phát triển kín tất cả các lá, các lá sẽ được ngắt khỏi cây và chuyển lên các cây đậu sạch mới. Để có nguồn nhện đỏ đồng đều về độ tuổi, nhện trưởng thành nhện đỏ được chuyển sang các đĩa lá sạch. Đĩa lá được làm bằng cách đặt ngửa lá đậu cô ve sạch trên một tấm mút mỏng 1 cm và đặt trong hộp nhựa kích thước 17 x 12 x 7cm có chứa nước cao 1 cm. Các cạnh của lá được phủ bởi các băng giấy ăn nhằm ngăn nhện đỏ chạy trốn. Hàng ngày chuyển nhện trưởng thành cái sang các đĩa lá mới, trứng để trên đĩa lá cũ được tiếp tục nuôi để thu được nhện đỏ đồng đều về tuổi nhằm cung cấp cho thí nghiệm thử thức ăn.

2.2.2. Phương pháp nuôi nguồn nhện bắt mồi

Nhện bắt mồi được nuôi tại nhiệt độ phòng trên đĩa lá đậu cô ve. Đĩa lá được làm tương tự như đã mô tả ở trên. Hai ngày một lần, một

miếng lá với đầy nhện đổ được lấy từ nguồn nhện đổ và cho vào đĩa lá, đồng thời trứng nhện bắt mỗi được thu và chuyển sang đĩa lá mới nhằm có được các đợt nhện bắt mỗi đồng đều về độ tuổi. Trong trường hợp đĩa lá bị hỏng, dùng máy hút chuyển nhện bắt mỗi sang đĩa lá mới với thức ăn là nhện đổ.

2.3 Phương pháp nghiên cứu sức ăn nhện bắt mỗi

Thí nghiệm thử sức ăn được tiến hành trên đĩa lá với các pha nhện bắt mỗi tuổi 2, 3, trưởng thành ực và trưởng thành cái (3 ngày tuổi và đã giao phối), mỗi pha nhện bắt mỗi được thử sức ăn trên tất cả các pha nhện đổ gồm trứng, nhện non tuổi 1, 2, 3, trưởng thành ực và cái 1 ngày tuổi. Trong các thử nghiệm tiền thí nghiệm, nhện bắt mỗi tuổi 1 không thấy ăn hoặc ăn rất ít vẫn có thể chuyển sang tuổi 2 chính vì vậy trong nghiên cứu này, nhện bắt mỗi tuổi 1 không được tiến hành thử sức ăn. Đĩa lá được làm bằng cách đặt ngửa miếng lá đậu cô ve sạch hình vuông 4x4 cm trên miếng mút ẩm kích thước 5x5x1 cm và đặt trong khay nhựa vuông kích thước 9x9x3 cm có chứa nước, dùng các dải giấy ăn viền xung quanh miếng lá để cung cấp nước cho nhện bắt mỗi và hạn chế chúng chạy ra ngoài. Nhện bắt mỗi tuổi 2, tuổi 3, trưởng thành ực, trưởng thành cái được cho nhện đối trong 24 giờ trong các tuýp nhựa dài 7,5 cm đường kính 1 cm, sau đó từng cá thể được chuyển sang các đĩa lá có 25 cá thể nhện đổ tuổi 1, 2, 3, trưởng thành cái hoặc trứng. Đối với pha trứng nhện đổ do khó di chuyển nên trước khi thí nghiệm 24 giờ, 5 nhện cái trưởng thành được chuyển sang đĩa lá cho

để trứng, trước khi tiến hành thí nghiệm nhện trưởng thành cái được chuyển ra ngoài, đồng thời loại bỏ bớt số lượng trứng dư thừa chỉ để lại 25 trứng/đĩa lá. Sau 24 giờ, đếm số lượng trứng hoặc nhện vật mỗi tuổi 1, 2, 3 hoặc nhện trưởng thành cái còn lại để xác định sức ăn của mỗi pha nhện bắt mỗi. Mỗi thí nghiệm thử sức ăn của một pha nhện bắt mỗi với một pha nhện vật mỗi được tiến hành nhắc lại 15 lần. Thí nghiệm được tiến hành tại nhiệt độ 29°C và ẩm độ 80%.

2.4 Phương pháp xử lý số liệu

Tất cả số liệu được xử lý thống kê trên excel và phần mềm SPSS phiên bản 20. Số liệu được kiểm tra phân bố chuẩn dựa trên kiểm định Kolmogorov–Smirnov. Khi số liệu không phải phân bố chuẩn kiểm định Kruskal Wallis được dùng để xác định sự sai khác giữa các pha vật mỗi và giữa hai loài nhện bắt mỗi. Nếu sự sai khác là rõ rệt, kiểm định Mann-Whitney U sẽ được tiếp tục tiến hành để xác định chính xác sai khác giữa mỗi cặp pha vật mỗi. Trong trường hợp phân bố chuẩn, kiểm định One Way ANOVA được sử dụng. Trong tất cả các kiểm định giá trị P nhỏ hơn hoặc bằng 0,05 chứng tỏ sai khác có ý nghĩa.

3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

Sức ăn là một trong những chỉ tiêu quan trọng để đánh giá tiềm năng một loài nhện bắt mỗi. Chính vì vậy trong thí nghiệm đầu tiên, các pha nhện bắt mỗi *N. longispinosus* được cho ăn tất cả các pha của nhện đổ hai chấm, kết quả được trình bày trong bảng 1.

Bảng 1. Sức ăn của các pha nhện bắt mỗi *N. longispinosus* trên các pha nhện đổ hai chấm *T. urticae*

Pha nhện bắt mỗi	n	Sức ăn các pha nhện đổ TB±SE (trứng hoặc con/ngày)				
		Trứng	Nhện non tuổi 1	Nhện non tuổi 2	Nhện non tuổi 3	Trưởng thành cái
Nhện non tuổi 2	15	4,73±0,44a	4,87±0,39a	3,80±0,24a	1,40±0,13a	0,53±0,13a
Nhện non tuổi 3	15	7,67±0,66b	7,93±0,56b	5,87±0,31b	3,53±0,26b	0,87±0,13ab
Trưởng thành ực	15	7,80±0,44b	7,93±0,38b	6,00±0,31b	3,87±0,24b	1,00±0,14b
Trưởng thành cái	15	17,33±0,67c	16,47±0,49c	11,00±0,45c	7,93±0,25c	1,53±0,17c
F/ χ^2		95,030	116,712	83,524	49,679	18,180
df		3	3	3	3	3
P		<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001

Ghi chú: n là số cá thể theo dõi; Các chữ giống nhau trong cùng một hàng dọc biểu diễn sự sai khác không rõ rệt ở mức $P > 0,05$ với kiểm định One-Way ANOVA, kiểm định Mann-Whitney Test; F-, df-, và P- là giá trị của kiểm định One-Way ANOVA cho mẫu phân bố chuẩn; χ^2 -, df- và P- là giá trị của kiểm định Kruskal Wallis cho mẫu phân bố không chuẩn.

Qua bảng 1 cho thấy, sức ăn của trưởng thành cái của nhện bắt mồi *N. longispinosus* trên tất cả các pha của nhện đồ là cao nhất với các giá trị trung bình khi ăn trên các pha trứng, tuổi 1, tuổi 2, tuổi 3, trưởng thành cái của nhện đồ lần lượt là: 17,33 (trứng/ngày); 16,47; 11,00; 7,93 và 1,53 (con/ngày). Nhện bắt mồi tuổi 3 và nhện trưởng thành đực có sức ăn các pha nhện đồ *T. urticae* không khác nhau một cách rõ rệt. Nhện bắt mồi tuổi 2 có sức ăn thấp nhất khi ăn trứng, nhện non tuổi 1, 2 và 3 của nhện đồ hai chấm lần lượt là 4,73 trứng/ngày; 4,87; 3,80 và 1,40 con/ngày. Tuy nhiên sức ăn trưởng thành cái nhện đồ của nhện

bắt mồi tuổi 2 và 3 không khác nhau rõ rệt lần lượt là 0,53 và 0,87 con/ngày. Trong các pha nhện đồ hai chấm, trứng và nhện non tuổi 1 bị nhện bắt mồi ăn nhiều nhất, tiếp theo là nhện non tuổi 2 và tuổi 3, ít nhất là trưởng thành cái.

Sức ăn của trưởng thành cái nhện bắt mồi *N. longispinosus* trong nghiên cứu này 17,33 (trứng/ngày); 16,47 nhện tuổi 1; 11,00 nhện tuổi 2 hoặc 7,93 nhện tuổi 3 trong 1 ngày cao hơn so với công bố của Song et al. (2016) khi báo cáo sức ăn của nhện bắt mồi *N. longispinosus* ăn trứng là 13,25 quả/ngày và ăn nhện non tuổi 1 hoặc tuổi 2-3 lần lượt là 9,81 và 8,69 con/ngày.

Bảng 2. Sức ăn của các pha nhện bắt mồi *N. californicus* trên các pha nhện đồ hai chấm *T. urticae*

Pha nhện bắt mồi	n	Sức ăn các pha nhện đồ TB±SE (trứng hoặc con/ngày)				
		Trứng	Nhện non tuổi 1	Nhện non tuổi 2	Nhện non tuổi 3	Trưởng thành cái
Nhện non tuổi 2	15	4,47±0,34a	5,07±0,38a	3,67±0,27a	2,33±0,21a	0,47±0,13a
Nhện non tuổi 3	15	7,07±0,40b	7,60±0,54b	5,73±0,27b	3,87±0,27b	0,87±0,09b
Trưởng thành đực	15	7,20±0,42b	7,60±0,49b	6,00±0,28b	3,73±0,25b	1,00±0,10b
Trưởng thành cái	15	16,07±0,73c	16,27±0,69c	10,93±0,41c	6,60±0,31c	1,60±0,19c
F/ χ^2		104,805	83,773	98,249	40,961	23,906
df		3	3	3	3	3
P		<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001

Ghi chú: n là số cá thể theo dõi; Các chữ giống nhau trong cùng một hàng dọc biểu diễn sự sai khác không rõ rệt ở mức $P > 0,05$ với kiểm định One-Way ANOVA, kiểm định Mann-Whitney Test; F-, df-, và P- là giá trị của kiểm định One-Way ANOVA cho mẫu phân bố chuẩn; χ^2 -, df- và P- là giá trị của kiểm Kruskal Wallis cho mẫu phân bố không chuẩn.

Bảng 2 cho thấy, trưởng thành cái nhện bắt mồi *N. californicus* có sức ăn cao nhất khi ăn tất cả các pha của nhện đồ hai chấm lần lượt 16,07 trứng/ngày; 16,27 nhện tuổi 1; 10,93 nhện tuổi 2; 6,60 nhện tuổi 3 và 1,60 nhện trưởng thành cái bị ăn trong 24 giờ. Sức ăn của nhện bắt mồi tuổi 3 và trưởng thành đực đối với tất cả các pha nhện đồ hai chấm đều khác nhau không rõ rệt. Sức ăn thấp nhất là nhện bắt mồi tuổi 2 với 4,47 trứng/ngày và nhện non tuổi 1, 2, 3 và trưởng thành cái lần lượt là 5,07; 3,67; 2,33 và 0,47 con/ngày.

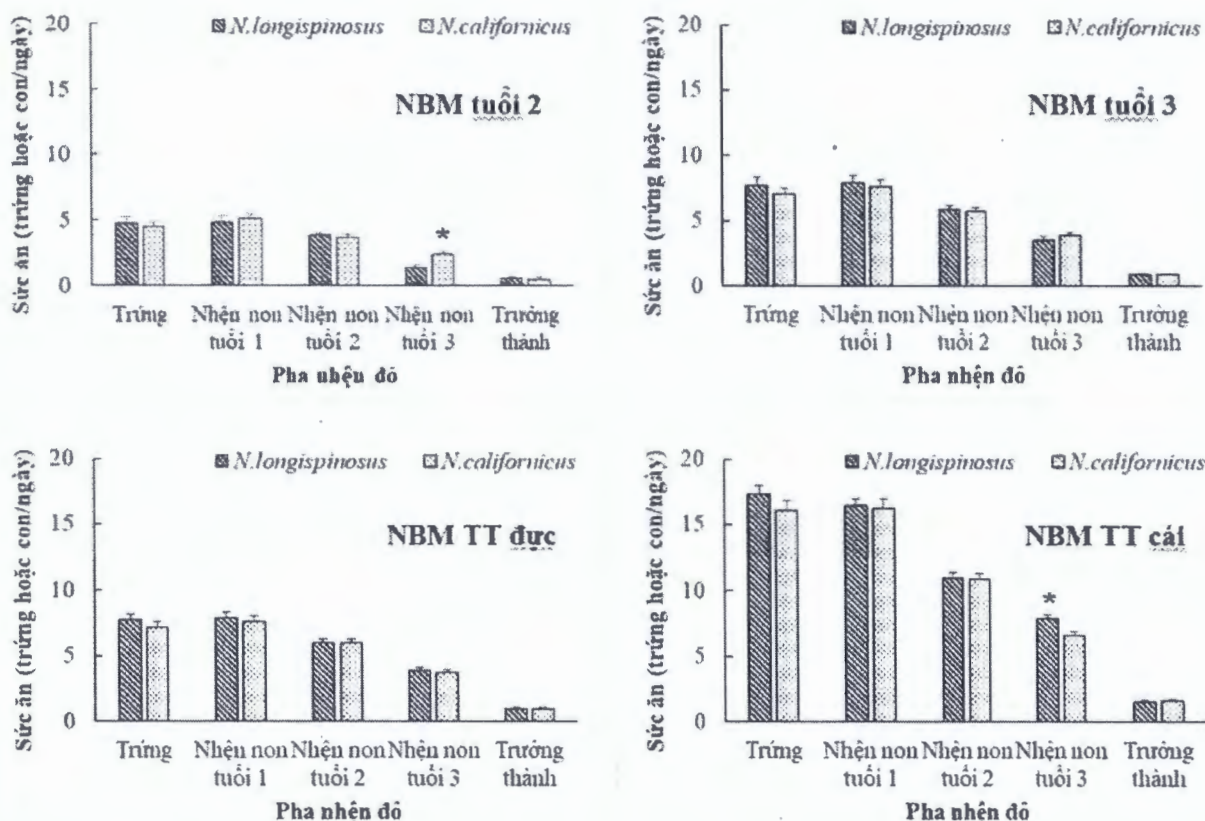
Qua hình 1 có thể thấy sức ăn của gần như tất cả các pha phát dục nhện bắt mồi *N. longispinosus* và *N. californicus* không có sự khác nhau rõ rệt khi ăn các pha trứng, nhện non tuổi 1, nhện non tuổi 2 và trưởng thành cái của nhện đồ hai chấm. Sự khác biệt rõ rệt chỉ thấy ở nhện bắt mồi tuổi 2 và nhện cái trưởng thành khi ăn nhện đồ hai chấm tuổi 3. Nhện bắt mồi tuổi 2 loài *N. californicus* ăn nhiều nhện non tuổi

3 của nhện đồ *T. urticae* hơn so với loài *N. longispinosus* ($U = 42,000$; $Z = -3,143$; $P = 0,002$), ngược lại sức ăn của loài *N. longispinosus* ăn nhện non tuổi 3 của nhện đồ lớn hơn loài *N. californicus* với các giá trị trung bình lần lượt là: 7,93 và 6,60 (con/ngày) ($U = 44,500$; $Z = -2,897$; $P = 0,004$).

Sức ăn của nhện trưởng thành cái của cả hai loài *N. longispinosus* và *N. californicus* với pha trưởng thành cái nhện đồ hai chấm *T. urticae* trong nghiên cứu này lần lượt là 1,53 và 1,60 con/ngày thấp hơn so với báo cáo của Lương Thị Huyền (2017) với sức ăn của hai loài nhện với trưởng thành nhện đồ hai chấm là 2,22 và 2,71 con/ngày. Tuy nhiên sức ăn trứng của cả hai loài trong nghiên cứu này (17,33 trứng /ngày với *N. longispinosus* và 16,07 trứng/ngày với *N. californicus*) cao hơn so với báo cáo của Lương Thị Huyền (2017) (tương ứng với hai loài nhện bắt mồi là 12,52 và 14,02

quả/ngày). Sự khác biệt này có thể do điều kiện thí nghiệm ở hai mức nhiệt độ khác

nhau (29°C ở nghiên cứu này và 27,5 °C ở thí nghiệm của Lương Thị Huyền (2017)).



Hình 1. Sức ăn của các pha nhện bắt mồi *N. longispinosus* và *N. californicus* ăn các pha nhện đö hai chấm *T. urticae*

Ghi chú: “*” biểu diễn sự sai khác rõ rệt giữa hai loài nhện bắt mồi khi ăn cùng một pha nhện đö ở mức $P \leq 0,05$

Sức ăn của cả hai loài nhện bắt mồi đối với nhện trưởng thành cái nhện đö hai chấm đều thấp nhất so với các pha vật mồi khác. Kết quả này có thể do nhện đö trưởng thành với nhiều lông dài trên cơ thể hơn so với nhện non đã khiến cho việc tiếp cận con mồi của nhện bắt mồi gặp trở ngại dẫn đến số lượng nhện trưởng thành cái bị ăn thấp hơn hẳn so với các pha khác. Điều này đã được chứng minh bởi Yano and Shiotsuka (2013) khi báo cáo các lông trên cơ thể nhện đö cam chanh *Panonychus citri* dài và hướng về các phía đã cản trở nhện bắt mồi tiếp xúc với chúng.

4. KẾT LUẬN VÀ ĐỀ NGHỊ

Cả hai loài nhện bắt mồi *N. longispinosus* và *N. californicus* đều có sức ăn tất cả các pha nhện đö

hai chấm lớn nhất ở pha trưởng thành cái, tiếp theo là pha nhện bắt mồi tuổi 3 và trưởng thành đực, sức ăn thấp nhất ở pha nhện bắt mồi tuổi 2.

Pha trứng và nhện tuổi 1 của nhện đö hai chấm bị cả hai loài nhện bắt mồi ăn nhiều nhất, tiếp theo là nhện tuổi 2, tuổi 3 và thấp nhất ở pha trưởng thành cái.

Sức ăn của hai loài nhện bắt mồi *N. longispinosus* và *N. californicus* với hầu hết các pha của nhện đö hai chấm không khác nhau một cách rõ rệt.

Kết quả của nghiên cứu này cho thấy loài nhện bắt mồi bản địa *N. longispinosus* có sức ăn không hề thua kém loài nhện bắt mồi *N. californicus* hiện đang được thương mại hóa rộng rãi trên thế giới, chứng tỏ tiềm năng sử dụng loài nhện bắt mồi này. Tuy nhiên các

nghiên cứu về phương pháp nhân nuôi hàng loạt loài nhện bắt mồi này cần được tiếp tục tiến hành để có thể thương mại hóa loài nhện bắt mồi này trong tương lai.

LỜI CẢM ƠN

Chúng tôi chân thành cảm ơn quý Quý Phát triển khoa học và công nghệ Quốc gia (NAFOSTED) đã tài trợ cho nghiên cứu này thông qua đề tài mã số FWO.106-NN.2015.01. Chúng tôi xin gửi lời cảm ơn tới sinh viên Trần Ngọc Liên lớp K58BVTVA Học viện Nông nghiệp Việt Nam đã hỗ trợ cho nghiên cứu này.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Knapp, M., Van Houten, Y., Van Baal, E. and Groot, T., 2017. Use of predatory mites in commercial biocontrol: current status and future prospects. *Acarologia*, 58(Suppl), pp.72-82.
2. Lương Thị Huyền, Nguyễn Thu Thuận, Nguyễn Thị Tuyết Nhung, Cao Văn Chí, Nguyễn Văn Đĩnh, 2016. Vòng đời và tỷ lệ tăng tự nhiên của loài nhện nhỏ bắt mồi *Neoseiulus longispinosus* Evans (Acari: Phytoseiidae) trên các loại thức ăn. *Tạp chí KH Nông nghiệp Việt Nam* 2016, tập 14, số 9:1323-1330
3. Lương Thị Huyền, 2017. Ảnh hưởng của nhiệt độ, ẩm độ và thức ăn đến sự gia tăng quần thể của nhện bắt mồi *Neoseiulus longispinosus* Evans và khả năng sử dụng chúng trong phòng chống sinh học nhện đỏ cam chanh *Panonychus citri* McGregor (Acari:

Tetranychidae). Luận án Tiến sĩ Nông nghiệp, Học viện Nông nghiệp Việt Nam.

4. Mai Văn Hào, 2010. Nghiên cứu biện pháp quản lý tổng hợp nhện đỏ hai chấm *Tetranychus urticae* Koch hại bông vụ đông xuân tại Nam Trung Bộ. Luận án Tiến sĩ Nông nghiệp, Trường Đại học Nông nghiệp Hà Nội.

5. Nguyễn Đức Tùng, 2009. Nghiên cứu đặc điểm sinh vật học và khả năng khống chế nhện hai chấm *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae) của nhện bắt mồi *Neoseiulus longispinosus* (Evans) (Acari: Phytoseiidae). Hội nghị khoa học toàn quốc về sinh học và tài nguyên sinh vật lần thứ 3, tháng 10-2009. NXB Nông nghiệp, Hà Nội. tr. 1745-1750.

6. Nguyễn Thị Phương Thảo và Nguyễn Thị Hồng Vân, 2013. Ảnh hưởng của các ngưỡng nhiệt độ lên đặc điểm sinh học và bảng sống của loài bét bắt mồi *Amblyseius longispinosus* (Acari: Phytoseiidae). *Tạp chí Sinh học*. 35 (2). tr. 169-177.

7. Song Z.W, B.X. Zhang and D.S. Li, 2016. Prey Consumption and Functional Response of *Neoseiulus californicus* and *Neoseiulus longispinosus* (Acari: Phytoseiidae) on *Tetranychus urticae* and *Tetranychus kanzawai* (Acari: Phytoseiidae). *Systematic & Applied Acarology*. 21 (7). pp. 936-946 (2016).

8. Yano, S. and Shiotsuka, K., 2013. Lying down with protective setae as an alternative antipredator defence in a non-webbing spider mite. *SpringerPlus*, 2(1), p.637.

Phản biện: TS. Nguyễn Thị Nhung

MỘT SỐ ĐẶC ĐIỂM HÌNH THÁI VÀ SINH HỌC CỦA RỆP SÁP GIẢ ĐU ĐỦ *Paracoccus marginatus* (Hemiptera: Pseudococcidae) GÂY HẠI TRÊN CÂY Sắn

Morphological and Biological Characteristics of Papaya Mealybug, *Paracoccus marginatus* Williams and Granara de Willink (Hemiptera: Pseudococcidae) on Cassava

Phạm Huỳnh Đông Anh và Lê Khắc Hoàng

Ngày nhận bài: 29.03.2019

Ngày chấp nhận: 29.05.2019

Abstract

Viet Nam is the second largest exporter of cassava products in the world. Currently, insect pests have affected the productivity and quality of cassava, which has severely damaged the economy. In that, the papaya mealybugs (*Paracoccus marginatus*) usually present and damage on cassava in Viet Nam, but research and documentation of this pest are limited. The morphology and biology of *P. marginatus* on cassava were investigated. The observation shown that, *P. marginatus* females passed through three instars (first, second and third instar). Males passed through two instars (first, second instar), prepupal stage and pupal stages. The adult female has no

HỌC VIỆN NÔNG NGHIỆP VIỆT NAM



NGUYỄN THỊ KIM OANH

GIÁO TRÌNH QUẢN LÝ DỊCH HẠI TỔNG HỢP



NHÀ XUẤT BẢN ĐẠI HỌC NÔNG NGHIỆP - 2017

HỌC VIỆN NÔNG NGHIỆP VIỆT NAM

NGUYỄN VĂN ĐÌNH | HỒ THỊ THU GIANG
NGUYỄN THỊ KIM OANH | NGUYỄN ĐỨC TÙNG
Chủ biên: NGUYỄN THỊ KIM OANH

GIÁO TRÌNH
QUẢN LÝ DỊCH HẠI TỔNG HỢP
(IPM)

NHÀ XUẤT BẢN ĐẠI HỌC NÔNG NGHIỆP - 2017

LỜI NÓI ĐẦU

Con người trên thế giới có thể khác nhau về tôn giáo, quan điểm chính trị, hường thụ văn hóa, tiềm lực kinh tế, nhưng đều thống nhất với nhau về nhu cầu được ăn thực phẩm chất lượng cao, giàu dinh dưỡng. Nhu cầu đó hàng năm không ngừng tăng, trong khi thiệt hại do dịch hại cây trồng mặc dù đã có nhiều tiến bộ kỹ thuật được áp dụng nhưng theo ước tính vẫn chiếm khoảng 30%. Đó chính là đòi hỏi ngày một cao đối với các nhà quản lý dịch hại để không ngừng nâng cao hiệu quả phòng chống dịch hại, phát triển hệ thống quản lý dịch hại tổng hợp (IPM) ngày càng có hiệu quả và hoàn thiện hơn. Sự phát triển IPM chịu ảnh hưởng từ quá trình phát triển sôi động của xã hội, sự phát triển tự nhiên toàn cầu cũng như sự thay đổi nhu cầu của người tiêu dùng.

Kinh nghiệm phòng chống dịch hại cho thấy không có một kỹ thuật đơn lẻ tuyệt hảo nào có thể giải quyết được vấn đề dịch hại cây trồng. Với gần nửa thế kỷ tồn tại, IPM đã minh chứng sự tổng hợp các biện pháp quản lý dịch hại là biện pháp duy nhất đạt đến quản lý dịch hại hiệu quả và bền vững.

Theo chương trình đào tạo của Học viện Nông nghiệp Việt Nam, giáo trình Quản lý dịch hại tổng hợp (IPM) được biên soạn cho sinh viên và học viên các chuyên ngành Bảo vệ thực vật, Khoa học cây trồng, Sư phạm kỹ thuật... với mục tiêu cung cấp thông tin về cơ sở khoa học, nguyên tắc áp dụng và phương pháp thực hiện IPM cũng như quy trình IPM cho một số loài dịch hại cây trồng điển hình.

Theo Luật Bảo vệ và Kiểm dịch thực vật ban hành năm 2013, những loài sinh vật gây ra thiệt hại trực tiếp hoặc gián tiếp, đối với thực vật được gọi là “sinh vật có hại” gồm vi sinh vật gây bệnh, côn trùng gây hại, cỏ dại và các sinh vật có hại khác. Theo định nghĩa trong luật này thì các loài “dịch hại” được đề cập trong giáo trình này chính là sinh vật có hại. Tuy nhiên, mọi người vẫn quen gọi sinh vật có hại là dịch hại vì vậy giáo trình sử dụng từ “dịch hại” để chỉ “sinh vật có hại”.

Thuật ngữ dịch hại có nghĩa khá rộng. Giáo trình này đề cập nhiều hơn tới việc quản lý tổng hợp một số nhóm dịch hại chính như các nhóm: côn trùng hại, nhện nhỏ hại, thân mềm (ốc), chuột hại, vi sinh vật gây bệnh cây và cỏ dại. Đây là những nhóm dịch hại quan trọng làm giảm năng suất và chất lượng của nhiều loại cây trồng chính của Việt Nam.

Cuốn giáo trình Quản lý dịch hại tổng hợp xuất bản lần này là sự kế thừa và phát triển cuốn *Concepts in Integrated Pest Management* do GS. Robert F. Norris viết năm 2003 và cuốn giáo trình *Phòng trừ tổng hợp dịch hại cây trồng nông nghiệp (IPM)* do GS. Hà Quang Hùng viết năm 1998. Do đó, nhân dịp này nhóm tác giả xin bày tỏ lòng biết ơn đến các tác giả đã nêu ở trên. Đồng thời để hoàn thành cuốn giáo trình này, tập thể tác giả cũng nhận được sự góp ý, giúp đỡ rất quý báu từ GS. Nguyễn Viết Tùng,

GS. Phạm Văn Lâm và cũng xin cảm ơn Ths. Ngô Tiến Dũng, người đã có nhiều năm phụ trách chương trình IPM của Việt Nam đã góp ý và cung cấp nhiều tài liệu quý về chương trình IPM ở Việt Nam.

Môn học này có 2 tín chỉ, trong đó 1,5 tín chỉ lý thuyết và 0,5 tín chỉ thực hành. Cấu trúc giáo trình gồm 4 phần với 7 chương do PGS.TS. Nguyễn Thị Kim Oanh làm chủ biên. Các nhà khoa học tham gia viết giáo trình gồm: GS.TS. Nguyễn Văn Đĩnh, PGS.TS. Hồ Thị Thu Giang, TS. Nguyễn Đức Tùng (Học viện Nông nghiệp Việt Nam). Giáo trình được phân công biên soạn như sau:

Phần A. Dịch hại và sự phát triển của quản lý dịch hại tổng hợp.

Chương 1. Dịch hại và quản lý dịch hại tổng hợp: Nguyễn Đức Tùng và Nguyễn Thị Kim Oanh.

Phần B. Nội dung cơ bản của biện pháp quản lý dịch hại tổng hợp.

Chương 2. Cơ sở khoa học của Quản lý dịch hại tổng hợp: Nguyễn Văn Đĩnh và Nguyễn Thị Kim Oanh.

Chương 3. Đa dạng hệ sinh thái và mối tương tác giữa các nhóm dịch hại trong hệ sinh thái: Nguyễn Đức Tùng và Hồ Thị Thu Giang.

Chương 4. Những nguyên tắc cơ bản của quản lý dịch hại tổng hợp: Nguyễn Văn Đĩnh và Nguyễn Thị Kim Oanh.

Chương 5. Chiến lược và các biện pháp trong quản lý dịch hại tổng hợp: Nguyễn Thị Kim Oanh và Hồ Thị Thu Giang.

Phần C. Xây dựng và thực hiện quản lý dịch hại tổng hợp.

Chương 6. Thiết lập và thực hiện chương trình quản lý dịch hại tổng hợp: Nguyễn Thị Kim Oanh, Nguyễn Văn Đĩnh và Nguyễn Đức Tùng.

Phần D. Kết quả quản lý dịch hại tổng hợp trên cây trồng chính ở Việt Nam.

Chương 7. Quản lý dịch hại tổng hợp trên cây trồng chính ở Việt Nam: Nguyễn Thị Kim Oanh, Nguyễn Văn Đĩnh và Nguyễn Đức Tùng.

Hình vẽ và sự sắp xếp bản thảo giáo trình do TS. Nguyễn Đức Tùng thực hiện.

Trong quá trình biên soạn, chắc chắn cuốn giáo trình không tránh khỏi những thiếu sót, vì vậy tập thể tác giả rất mong nhận được sự chia sẻ và quan tâm góp ý của đồng nghiệp gần xa và bạn đọc để chúng tôi bổ sung và hoàn thiện ở lần xuất bản sau.

Hà Nội, tháng 5 năm 2017

Các tác giả

MỤC LỤC

Phần A. DỊCH HẠI VÀ SỰ PHÁT TRIỂN CỦA QUẢN LÝ DỊCH HẠI TỔNG HỢP	1
Chương 1. DỊCH HẠI VÀ QUẢN LÝ DỊCH HẠI TỔNG HỢP	1
1.1. DỊCH HẠI VÀ TÁC HẠI CỦA CHÚNG	1
1.1.1. Dịch hại: sâu hại, bệnh hại, cỏ dại, động vật hại.....	2
1.1.2. Tác hại của dịch hại.....	9
1.2. ĐỊNH NGHĨA IPM VÀ SỰ KHÁC NHAU GIỮA PC, IPC, IPM.....	12
1.2.1. Định nghĩa quản lý dịch hại tổng hợp (IPM)	12
1.2.2. Sự khác nhau giữa PC, IPC, IPM	14
1.3. SỰ CẦN THIẾT PHẢI ÁP DỤNG BIỆN PHÁP QUẢN LÝ DỊCH HẠI TỔNG HỢP (IPM) TRÊN CÂY TRỒNG	15
1.4. LỊCH SỬ PHÁT TRIỂN CỦA BIỆN PHÁP QUẢN LÝ DỊCH HẠI TỔNG HỢP	18
1.4.1. Lịch sử phát triển biện pháp quản lý dịch hại tổng hợp trên thế giới.....	18
1.4.2. Lịch sử phát triển biện pháp quản lý dịch hại tổng hợp ở Việt Nam	22
CÂU HỎI ÔN TẬP CHƯƠNG 1	26
Phần B. NỘI DUNG CƠ BẢN CỦA QUẢN LÝ DỊCH HẠI TỔNG HỢP	27
Chương 2. CƠ SỞ KHOA HỌC CỦA QUẢN LÝ DỊCH HẠI TỔNG HỢP	27
2.1. DỊCH HẠI CÂY TRỒNG LÀ TRẠNG THÁI TỰ NHIÊN CỦA HỆ SINH THÁI NÔNG NGHIỆP	27
2.1.1. Hệ sinh thái tự nhiên	27
2.1.2. Hệ sinh thái nông nghiệp.....	30
2.1.3. Dịch hại cây trồng là trạng thái tự nhiên của hệ sinh thái nông nghiệp	32
2.2. CƠ SỞ KHOA HỌC CỦA QUẢN LÝ DỊCH HẠI TỔNG HỢP.....	35
2.2.1. Đặc điểm sinh học, sinh thái học của các nhóm dịch hại cây trồng.....	35
2.2.2. Cơ sở khoa học của quản lý động vật (sâu, nhện, tuyến trùng,...) tổng hợp	42
2.2.3. Cơ sở khoa học của quản lý bệnh hại cây trồng tổng hợp.....	45
2.2.4. Cơ sở khoa học của quản lý tổng hợp cỏ dại hại cây trồng nông nghiệp	46
CÂU HỎI ÔN TẬP CHƯƠNG 2	47
Chương 3. ĐA DẠNG HỆ SINH THÁI VÀ MÔI TƯƠNG TÁC GIỮA CÁC NHÓM DỊCH HẠI TRONG HỆ SINH THÁI	48
3.1. ĐA DẠNG SINH HỌC, ĐA DẠNG HỆ SINH THÁI VÀ QUẢN LÝ DỊCH HẠI TỔNG HỢP	48
3.1.1. Đa dạng sinh học, đa dạng hệ sinh thái	48
3.1.2. Tầm quan trọng của đa dạng sinh học đến quản lý dịch hại tổng hợp	52
3.1.3. Sử dụng đa dạng sinh học trong hệ thống IPM	55

3.2. MỐI TƯƠNG TÁC GIỮA CÁC NHÓM DỊCH HẠI TRONG HỆ SINH THÁI	56
3.2.1. Năng lượng/ dòng tương tác thông qua lưới thức ăn (thay đổi dinh dưỡng)	57
3.2.2. Tương tác trực tiếp	60
3.2.3. Tương tác có nguồn gốc cơ học	63
3.2.4. Mối tương tác: ứng dụng trong IPM và phân tích kinh tế	65
3.3. PHƯƠNG PHÁP ĐIỀU TRA HỆ SINH THÁI VÀ RA QUYẾT ĐỊNH QUẢN LÝ DỊCH HẠI TỔNG HỢP	66
3.3.1. Phương pháp điều tra hệ sinh thái	66
3.3.2. Các bước để đưa ra quyết định quản lý dịch hại	68
3.4. PHƯƠNG PHÁP XÁC ĐỊNH NGUỒN KINH TẾ VÀ MỨC THIẾT HẠI KINH TẾ	77
CÂU HỎI ÔN TẬP CHƯƠNG 3	81
Chương 4. NHỮNG NGUYÊN TẮC CƠ BẢN CỦA QUẢN LÝ DỊCH HẠI TỔNG HỢP	82
4.1. TRỒNG CÂY KHỎE	82
4.2. THĂM ĐỒNG THƯỜNG XUYÊN	84
4.3. BẢO VỆ THIÊN DỊCH	85
4.4. NÔNG DÂN TRỞ THÀNH CHUYÊN GIA	90
CÂU HỎI ÔN TẬP CHƯƠNG 4	92
Chương 5. CHIẾN LƯỢC VÀ CÁC BIỆN PHÁP TRONG QUẢN LÝ DỊCH HẠI TỔNG HỢP	93
5.1. CHIẾN LƯỢC QUẢN LÝ DỊCH HẠI TỔNG HỢP	93
5.1.1. Mục tiêu của IPM	93
5.1.2. Sự khác nhau giữa “Chiến lược quản lý dịch hại tổng hợp” và “Biện pháp quản lý dịch hại tổng hợp”	93
5.2. NHỮNG BIỆN PHÁP TRONG QUẢN LÝ DỊCH HẠI TỔNG HỢP	94
5.2.1. Biện pháp canh tác	94
5.2.2. Biện pháp giống chống chịu	104
5.2.3. Biện pháp sinh học	108
5.2.4. Biện pháp vật lý, cơ giới	114
5.2.5. Biện pháp phòng trừ dựa vào các giác quan và tập tính của dịch hại	116
5.2.6. Biện pháp kiểm dịch thực vật	119
5.2.7. Biện pháp hóa học, tính chống thuốc và biện pháp quản lý tính chống thuốc của dịch hại	122
CÂU HỎI ÔN TẬP CHƯƠNG 5	134
Phần C. XÂY DỰNG VÀ THỰC HIỆN QUẢN LÝ DỊCH HẠI TỔNG HỢP	135
Chương 6 .THỰC HÀNH THIẾT LẬP VÀ THỰC HIỆN CHƯƠNG TRÌNH QUẢN LÝ DỊCH HẠI TỔNG HỢP	135
6.1. CÁC BƯỚC THỰC HÀNH THIẾT LẬP CHƯƠNG TRÌNH IPM	135

6.1.1. Các thí nghiệm trong IPM.....	135
6.1.2. Phương pháp tính hiệu quả kinh tế.....	138
6.1.3. Các bước thiết lập chương trình IPM.....	142
6.1.4. Một số chương trình IPM đã được thực hiện ở Mỹ và châu Âu	144
6.2. NỘI DUNG CẦN LÀM TRONG QUÁ TRÌNH THỰC HIỆN CHƯƠNG TRÌNH IPM.....	147
6.3. HẠN CHẾ VỀ MẶT XÃ HỘI VÀ MÔI TRƯỜNG ĐẾN CHIẾN THUẬT IPM VÀ IPM TRONG TƯƠNG LAI.....	151
6.3.1. Hạn chế về mặt xã hội và môi trường đến chiến thuật IPM.....	151
6.3.2. IPM trong tương lai.....	158
CÂU HỎI ÔN TẬP CHƯƠNG 6.....	164
Phần D. QUẢN LÝ DỊCH HẠI TỔNG HỢP TRÊN CÂY TRỒNG CHÍNH Ở VIỆT NAM....	165
Chương 7. QUẢN LÝ DỊCH HẠI TỔNG HỢP TRÊN MỘT SỐ CÂY TRỒNG CHÍNH Ở VIỆT NAM	165
7.1. IPM TRÊN CÂY LƯƠNG THỰC.....	165
7.1.1. Quản lý tổng hợp dịch hại cây lúa.....	165
7.1.2. Quản lý tổng hợp rầy nâu.....	167
7.1.3. Quản lý tổng hợp sâu đục thân hai chấm	169
7.1.4. Quản lý tổng hợp nhện gié hại lúa	170
7.1.5. Quản lý tổng hợp chuột hại cây trồng	172
7.1.6. Quản lý tổng hợp ốc bươu vàng.....	175
7.1.7. Quản lý tổng hợp sâu đục thân ngô.....	176
7.1.8. Quản lý tổng hợp bọ hà khoai lang	178
7.2. IPM TRÊN CÂY RAU	180
7.2.1. Quản lý tổng hợp sâu hại rau họ Hoa thập tự.....	180
7.2.2. Quản lý tổng hợp sâu tơ hại rau họ Hoa thập tự.....	183
7.2.3. Quản lý tổng hợp bọ nhảy sọc cong hại rau họ Hoa thập tự	185
7.2.4. Quản lý tổng hợp bệnh sưng rễ cải bắp.....	187
7.2.5. Quản lý tổng hợp sâu xanh.....	188
7.3. IPM TRÊN CÂY ĂN QUẢ CÓ MÙI.....	190
7.3.1. Quản lý dịch hại tổng hợp trên cây ăn quả có múi.....	190
7.3.2. Quản lý tổng hợp nhện rám vàng.....	192
7.4. IPM TRÊN CÂY BÔNG	194
7.4.1. Quản lý tổng hợp rệp muội bông	194
7.4.2. Quản lý tổng hợp sâu xanh hại bông.....	196
7.5. QUẢN LÝ TỔNG HỢP RỆP XƠ TRẮNG TRÊN CÂY MÍA	197
7.6. IPM TRÊN CÂY CHÈ	199
7.6.1. Quản lý tổng hợp dịch hại chè	199

7.6.2. Quản lý tổng hợp rầy xanh hại chè.....	201
7.7 . QUẢN LÝ TỔNG HỢP SÂU VÀ NHỆN HẠI HOA.....	203
7.7.1. Quản lý tổng hợp sâu và nhện hại hoa hồng	203
7.7.2. Quản lý tổng hợp sâu và nhện hại hoa cúc.....	204
CÂU HỎI ÔN TẬP CHƯƠNG 7.....	206
TÀI LIỆU THAM KHẢO.....	207
PHỤ LỤC	212
Phụ lục 1. Quy định mật độ, tỷ lệ dịch hại để thống kê diện tích nhiễm dịch hại.....	212
Phụ lục 2. Phương pháp chuẩn đoán cây thiếu N, P và K và cách quản lý	219
Phụ lục 3. Phương pháp xác định thành phần cơ giới đất	225
Phụ lục 4. Phương pháp xác định độ ẩm đất để làm đất	226
Phụ lục 5. Phương pháp đo diện tích ruộng.....	227
Phụ lục 6. Phương pháp tính thiệt hại.....	229
Phụ lục 7. Phương pháp nuôi côn trùng (thường thực hành trong các lớp IPM)	233
Phụ lục 8. Quản lý tổng hợp dịch hại trên một số cây trồng chính	237

DANH MỤC CHỮ VIẾT TẮT

BVTV	Bảo vệ thực vật
Bộ NN&PTNT	Bộ Nông nghiệp và Phát triển nông thôn
ĐBSCL	Đồng bằng sông Cửu Long
EIL (Economic Injury Levels)	Ngưỡng thiệt hại
ET (Economic Threshold)	Ngưỡng kinh tế
FAO (Food and Agriculture Organization)	Tổ chức Nông Lương thế giới
FP (Farmer Practice)	Canh tác truyền thống
FQPA (Food Quality Protection Act)	Tổ chức Bảo vệ Chất lượng Lương thực
FIFRA(Federal Insecticide, Fungicide and Rodenticide)	Đạo luật Liên bang của Mỹ về thuốc trừ sâu, nấm, chuột
FFS (Farmer Field School)	Lớp huấn luyện nông dân
HSTNN	Hệ sinh thái nông nghiệp
HSTTN	Hệ sinh thái tự nhiên
IPC (Integrated Pest Control)	Phòng trừ dịch hại tổng hợp
IPM (Integrated Pest Management)	Quản lý dịch hại tổng hợp
OBV	Ốc bươu vàng
PC (Pest Control)	Trừ dịch hại
PTTH	Phòng trừ tổng hợp
SRI (System of Rice Improvement)	Canh tác lúa cải tiến
TCN	Trước Công nguyên
TOT (Training Of Trainer):	Đào tạo giảng viên
VSV	Ví sinh vật

Phần A

DỊCH HẠI VÀ SỰ PHÁT TRIỂN CỦA QUẢN LÝ DỊCH HẠI TỔNG HỢP

Chương 1

DỊCH HẠI VÀ QUẢN LÝ DỊCH HẠI TỔNG HỢP

Chương 1 đề cập tới cách tiếp cận mới, thừa nhận dịch hại là một tất yếu của tự nhiên, chúng có vai trò quan trọng cho sự phát triển, do đó, để quản lý và giảm thiểu đến mức thấp nhất tác hại của chúng, con người cần tác động một cách thông minh lên hệ sinh thái, từ đó, Quản lý dịch hại tổng hợp (IPM) ra đời. Chương này cũng nêu định nghĩa IPM và lịch sử phát triển của IPM trên thế giới và ở Việt Nam.

1.1. DỊCH HẠI VÀ TÁC HẠI CỦA CHÚNG

Khái niệm về dịch hại

Đứng trên quan điểm sinh thái thì không có dịch hại, khái niệm về dịch hại là đứng trên quan điểm thuyết loài người là trung tâm, phục vụ cho mục đích của con người.

Rất nhiều từ điển đã viết: dịch hại là những côn trùng, vi sinh vật (VSV) gây bệnh cho cây trồng hoặc động vật nhỏ phá hoại cây trồng và nguồn cung cấp lương thực cho con người và vật nuôi.

Một số tổ chức nghiên cứu ở thế kỷ XXI đã viết: dịch hại là những sinh vật sống như côn trùng, VSV gây bệnh, động vật hại và cỏ dại, chúng gây hại đáng kể đến vật nuôi, cây trồng và các sản phẩm nông nghiệp bảo quản trong kho.

Hiệp hội Sản xuất thuốc trừ sâu, nấm và chuột của Mỹ cho rằng dịch hại là bất kỳ sinh vật sống nào đã phá hoặc làm cản trở các hoạt động sản xuất và sự mong muốn của con người.

Định nghĩa

Dịch hại cây trồng là những sinh vật dùng các bộ phận của cây trồng làm nguồn dinh dưỡng. Chúng ăn, phá hoặc ký sinh làm cho cây trồng bị mất đi hay làm tổn thương các bộ phận, làm cho cây trồng kém phát triển hay bị chết và cuối cùng làm giảm năng suất trồng trọt. Khi dịch hại bùng phát trên diện rộng được gọi là dịch (với tên loài gây hại cụ thể) ví dụ như: dịch chuột, dịch rầy nâu...

Ở góc độ sinh thái, cây trồng là sinh vật sản xuất, là khởi đầu trong chuỗi thức ăn của hệ thống sinh vật, nguồn cung cấp dinh dưỡng ban đầu từ năng lượng ánh sáng mặt trời và các chất khoáng có trong đất. Trong khi đó, dịch hại là sinh vật tiêu thụ bậc I, dùng nguồn thức ăn từ cây trồng. Theo nghĩa này, dịch hại là những đối tượng gây hại cây trồng cùng tồn tại trong một hệ sinh thái.

“Dịch hại cây trồng” có một định nghĩa rất cụ thể trong điều khoản của Công ước Bảo vệ Thực vật Quốc tế và các biện pháp kiểm dịch động thực vật trên toàn thế giới. Dịch hại là bất cứ loài, chủng hoặc biotype của tác nhân gây tổn hại thực vật, động vật, hoặc gây bệnh cho thực vật hoặc sản phẩm thực vật (FAO, 1990; sửa đổi 1995; IPPC, 1997).

Một loài sinh vật dễ trở thành dịch hại cây trồng cần phải có biến động số lượng cá thể của quần thể tăng cao tới mức gây hại, hoặc phải có một trong những đặc điểm: gây hại cho cây qua quá trình ăn hoặc gây rối loạn sinh lý cây trồng, gây cản trở cây trồng phát triển. Muốn xác định loài dịch hại cần thường xuyên điều tra xác định số lượng cá thể thuộc quần thể tự nhiên loài sinh vật đó ở thời điểm nào đạt được mức của dịch hại. Một số dịch hại trong sản xuất nông nghiệp ở Việt Nam trong thời gian hiện tại như: bệnh chết héo một số cây trồng cạn, bệnh Greening cây ăn quả có múi, bệnh mốc sương cà chua khoai tây, bệnh gỉ sắt đậu tương, rầy nâu hại lúa, bộ nhày hại rau họ Hoa thập tự, rầy xanh hại chè, đục thân mía, chuột, ốc bươu vàng, nhện nhò hại nhiều loại cây trồng, cỏ tranh...

Môi trường có thể làm thay đổi vị trí của dịch hại từ không phải là dịch hại thành dịch hại như bệnh mốc sương khoai tây (*Phytophthora infestans*) trở nên nguy hiểm khi đêm có sương hoặc khí hậu ẩm ướt, tuy nhiên bệnh ít khi nguy hiểm ở những vùng có khí hậu khô, nóng. Dịch hại trên lúa nước khác với dịch hại trên lúa cạn như cây lục bình (*Eichhornia crassipes* Mort.) (họ Lục bình) chỉ là dịch hại trong môi trường nước.

Thời gian cũng có vai trò quan trọng để tạo nên dịch hại, sự phát triển quần thể dịch hại cần có thời gian để chúng đạt được số lượng đủ lớn là loài dịch hại, ở thời điểm đó số lượng cá thể thuộc quần thể tăng cao. Thời gian cũng là yếu tố cần thiết để chúng gây hại như khoảng thời gian đủ dài để cỏ phát triển cạnh tranh với cây trồng và thời gian là điều kiện cần thiết cho phép dịch hại xâm nhiễm vào cây như thời gian cần cho nấm xâm nhiễm vào cây ký chủ.

Cây trồng có thể thay đổi được tầm quan trọng của dịch hại: Bộ nhày hại trên rau cải làm thức ăn khác hẳn với khi chúng hại trên ruộng cải làm giống. Rệp muội bông (*Aphis gossypii*) hại trên cây khoai nước có tầm quan trọng khác hẳn khi chúng hại trên cây bông. Cây trồng bản thân nó cũng có thể trở thành dịch hại như cây khoai tây mọc tự nhiên có thể trở thành cỏ dại nguy hiểm trên cánh đồng trồng cải bắp.

Các loài dịch hại thường có tầm quan trọng khác nhau trong mỗi hệ sinh thái nên người ta thường phân chia chúng thành: Dịch hại chủ yếu, dịch hại thứ yếu, dịch hại không thường xuyên, dịch hại tiềm năng, dịch hại di cư.

1.1.1. Dịch hại: sâu hại, bệnh hại, cỏ dại, động vật hại

Phân loại dịch hại: Có rất nhiều loài sinh vật gây hại thực vật nói chung và gây hại đối với từng loài cây trồng nói riêng, gồm những sinh vật ký sinh gây bệnh có kích thước nhỏ bé như: Virut, phytoplasma, vi khuẩn, nấm bệnh, các loài tuyến trùng cho

đến những loài có kích thước khá lớn mà mắt con người quan sát được như: côn trùng, nhện nhỏ, ốc bươu vàng, ốc sên, sên trần... và động vật có xương sống như: chim, chuột, sóc... Sau đây là những loài dịch hại cây trồng thường gặp.

a. Các loài dịch hại cây trồng là vi sinh vật

Khi những chức năng sinh lý bình thường của cây bị phá vỡ, cây đó được coi là đã nhiễm bệnh. Nếu những tác nhân gây bệnh là sinh học thì gọi là bệnh truyền nhiễm, nếu những tác nhân gây bệnh là những yếu tố môi trường bất lợi thì gọi là bệnh không truyền nhiễm (bệnh sinh lý).

Trong tiếng Anh thường dùng từ Pathogen để chỉ các tác nhân gây bệnh là sinh vật (vi khuẩn, virus, nấm, phytoplasma...) và nguyên nhân gây bệnh là yếu tố vô sinh bao gồm các yếu tố môi trường (thời tiết bất lợi: nhiệt độ quá cao, quá thấp, hoặc thay đổi đột ngột, hạn, đất đai bất lợi, các chất độc, chất khí...) và Disease dùng để chỉ biểu hiện của bệnh gây ra trên cây ký chủ (bệnh gỉ sắt, bệnh phấn trắng, bệnh héo rũ, bệnh mốc sương...).

Một số VSV không thể tồn tại được ở những tế bào đã chết như các loài virus...

Virut hại cây trồng: Là những loài vi sinh vật có kích thước nhỏ nằm giữa kích thước của một phân tử protit và kích thước của vi khuẩn, chuyên ký sinh trên thực vật còn sống, những loài này không tồn tại được ngoài môi trường, loài ký sinh thực vật còn có thể sống được trong cơ thể của môi giới truyền bệnh như: Côn trùng, các loài nhện nhỏ và tuyến trùng... Phương thức lan truyền virus trên đồng ruộng có nhiều cách khác nhau tùy theo loài, truyền cơ giới do va chạm, qua côn trùng môi giới (miệng chích hút), chiết ghép vô tính và một số loại có thể truyền qua hạt giống...

Phytoplasma (Mycoplasma - Dịch khuẩn bào): Là vi sinh vật không có vách tế bào thực sự, kích thước rất nhỏ biến động 100 - 1.000nm chỉ nhìn thấy được dưới kính hiển vi điện tử, bệnh *Mycoplasma* có các loại triệu chứng tương tự như: Virus vàng lá, biến dạng lá, sưng u thân cành, đài hoa, lùn thấp cây... Phương thức lan truyền chủ yếu qua chiết ghép cây và qua côn trùng môi giới là một số loài bọ rầy...

Vi khuẩn gây bệnh cây: Là những sinh vật đơn bào, loài bán ký sinh hoặc bán hoại sinh điển hình, chúng lây nhiễm vào cây qua vết thương cơ giới, lỗ hở tự nhiên... Sau khi xâm nhập vào trong mô cây, vi khuẩn sinh sôi nảy nở rất nhanh bằng phương pháp phân đôi tế bào, di chuyển lan rộng trong các gian bào, mạch dẫn, phân giải phá hủy cấu trúc mô tạo ra các triệu chứng bệnh khác nhau như dạng vết đốm trong xanh giọt dầu, dạng thâm nâu bó mạch dẫn (gây héo rũ cây), dạng thối nhũn củ, quả... Bệnh vi khuẩn truyền lan trên đồng ruộng từ cây này sang cây khác, vùng này sang vùng khác nhờ: gió, không khí, nước, động vật, tàn dư cây trồng, hạt giống, cây giống, hoạt động sản xuất của con người...

Nấm ký sinh gây hại cây trồng: Trên 80% số bệnh hại cây trồng là do nấm gây ra, cơ quan sinh trưởng là sợi nấm, sinh sản bằng bào tử gồm có bào tử vô tính và hữu tính, các loại bào tử hữu tính có sức sống cao, là dạng bào tử tồn lâu dài của nấm từ năm trước

tới năm sau trong đất hoặc trong tàn dư cây trồng. Nấm ký sinh gây hại trên tất cả các bộ phận của cây trồng như: rễ, thân, lá, hoa, quả, hạt. Bệnh nấm truyền lan trên đồng ruộng từ cây này sang cây khác, vùng này sang vùng khác nhờ: gió, không khí, nước, động vật, tàn dư cây trồng nhiễm bệnh, hạt giống, cây giống, cỏ dại, hoạt động sản xuất của con người...

Tuyến trùng gây hại cây trồng: Tuyến trùng là động vật có kích thước khá lớn (0,73 - 1,78nm) so với vi khuẩn và nấm được gọi là động vật gây bệnh cây. Tuyến trùng xâm nhập vào rễ cây ngay từ giai đoạn cây còn nhỏ, tạo ra các u sưng. Cây nhiễm bệnh còi cọc, vàng úa, chết héo, biến dạng, rễ thối hỏng, triệu chứng bệnh rất dễ nhầm lẫn với các triệu chứng do các nguyên nhân khác gây ra. Bệnh tuyến truyền lan trên đồng ruộng từ cây này sang cây khác, vùng này sang vùng khác nhờ: Đất, nước, tàn dư cây trồng nhiễm bệnh, cây giống, cỏ dại, động vật, hoạt động sản xuất của con người...

b. Các loài dịch hại cây trồng là côn trùng

Là động vật không xương sống, lớp côn trùng có thể dễ dàng phân biệt với các lớp chân đốt khác ở các đặc điểm sau đây: Cơ thể phân đốt dị hình và chia làm 3 phần rõ rệt là đầu, ngực và bụng. Đầu mang 1 đôi râu, 1 đôi mắt kép, 2 - 3 mắt đơn và bộ phận miệng. Ngực gồm 3 đốt, mỗi đốt mang 1 đôi chân, do đó côn trùng còn có tên là lớp sáu chân Hexapoda. Ở phần lớn côn trùng trưởng thành trên đốt ngực giữa và đốt ngực sau mang 2 đôi cánh. Bụng gồm nhiều đốt, không mang cơ quan vận động, ở phía cuối cơ thể có lỗ hậu môn, lỗ sinh dục và lông đuôi. Hô hấp bằng hệ thống khí quản. Cơ thể được bao bọc bởi một lớp da cứng với thành phần đặc trưng là chất kitin. Lớp Côn trùng có đến một tỷ tỷ (10^{18}) cá thể. Có nghĩa là trên 1km^2 bề mặt trái đất có tới 10 tỷ con sâu sinh sống và nếu so với dân số loài người thì có khoảng 200 triệu con côn trùng trên bình quân 1 đầu người. Với tương quan số lượng như vậy, đã có người cho rằng sâu bọ mới chính là “chủ nhân” đích thực “thống trị” hành tinh xanh của chúng ta.

Côn trùng ở Việt Nam được phân loại theo Hệ thống phân loại của Chu Nghiêu và Quán Chí Hoà (Hồ Khắc Tín, 1982), có đối chiếu với đặc điểm khu hệ côn trùng ở Việt Nam, theo hệ thống phân loại này thì côn trùng được chia thành 31 bộ và được sắp xếp như sau:

Lớp phụ không cánh (Apterygota) gồm 4 bộ: Bộ Đuôi nguyên thủy (Protura), Bộ Đuôi bật (Collembola), Bộ Hai đuôi (Diplura), Bộ ba đuôi (Thysanura).

Lớp phụ có cánh (Pterygota) gồm 2 tổng bộ:

- Tổng bộ biến thái không hoàn toàn (Hemimetabola) gồm 16 bộ; Trong đó có một số bộ gây hại nghiêm trọng cây trồng nông nghiệp như:

(1) Bộ cánh bằng (Isoptera): Gồm các loài mối hại thân và gốc cây trồng nhất là những cây trồng lưu niên như cây công nghiệp (chè, cà phê, cao su...), cây ăn quả như bưởi, nhãn v.v.

(2) Bộ cánh thẳng (Orthoptera): Gồm các loài châu chấu, cào cào, muồm muỗm, dế mèn, dế dũi... Hại nhiều loại cây trồng như lúa, ngô và nhiều loại cây rau và hoa. Có một số loài thường có tính di cư từng đàn và phát dịch: châu chấu lúa, châu chấu hại ngô...

(3) Bộ cánh tơ (Thysanoptera): Gồm các loài bọ trĩ hại lúa rau, hoa, cây cảnh... Với đặc điểm cơ thể nhỏ, vòng đời ngắn, sinh sản nhiều, hiện nay các loài bọ trĩ đang gây hại nặng trong sản xuất khiến nông dân phải phun thuốc nhiều lần trong vụ.

(4) Bộ cánh nửa (Hemiptera): Gồm các loài bọ xít dài, bọ xít đen, bọ xít xanh, bọ xít hai vai nhọn hại lúa, bọ xít nhẵn vải, bọ xít đỏ hại bông, bọ xít muỗi hại chè, bọ xít hại mướp... Ngoài ra trong bộ này còn có một số loài bọ xít thiên địch của sâu hại như bọ xít cổ ngỗng, bọ xít mù xanh (thiên địch quan trọng của rầy nâu hại lúa)...

(5) Bộ cánh đều (Homoptera): Gồm các loài rầy nâu, rầy lưng trắng, rầy xanh đuôi đen hại lúa, rầy xanh hại chè, rầy xanh hai chấm hại đậu; Nhiều loài trong họ rệp muội, họ rệp sáp, họ bọ phấn...

- Tổng bộ biến thái hoàn toàn (Holometabola): Gồm 11 bộ trong đó 4 bộ có rất nhiều loài côn trùng là dịch hại cây trồng hoặc là thiên địch của dịch hại cây như:

(1) Bộ cánh cứng (Coleoptera): Gồm các loài như bọ hung hại mía, bọ cánh cứng hại dừa, bọ nhảy hại rau, bọ hà hại khoai lang, bọ rùa 28 chấm hại cây họ cà, họ bầu bí; Đục thân chuối, bọ giáp hại chuối, đục thân cà phê và nhiều loài mọt hại nông sản trong kho... Ngoài ra trong bộ này còn có một số loài thiên địch của sâu hại như nhiều loài bọ rùa, bọ chân chạy, bọ cánh cộc...

(2) Bộ hai cánh (Diptera): Gồm các loài như ruồi đục nhiều loại quả cây có múi (bưởi, cam, quýt, bòng...), quả ổi, hồng xiêm, xoài, ruồi đục nõn lúa, ruồi đục lá nhiều loại cây trồng cạn... và muỗi như muỗi hại hành và muỗi năn hại lúa... Ngoài ra trong bộ này còn có một số loài là thiên địch của sâu hại như ruồi ăn rệp, ruồi ký sinh...

(3) Bộ cánh vảy (cánh phấn) (Lepidoptera): Đây là bộ có nhiều loài sâu hại cây trồng nhất gồm sâu cuốn lá lúa lớn, cuốn lá nhỏ hại lúa, sâu đục thân lúa 2 chấm, đục thân lúa cú mèo, đục thân lúa 5 vạch, cắn gié lúa, sâu xám cắn cụt nhiều loại cây trồng ở giai đoạn cây còn non, sâu xanh đục quả cà chua và bông, sâu khoang hại nhiều loại cây trồng như rau muống, rau họ Hoa thập tự, hoa hồng, cúc..., sâu sa hại khoai lang, sâu đục thân mía...

(4) Bộ cánh màng (Hymenoptera): Bộ này có nhiều loài côn trùng có ích như kiến, ong mật, và nhiều loài ong ký sinh sâu hại...

c. Các loài dịch hại cây trồng là động vật khác

- Nhện nhỏ hại cây là những động vật nhỏ nằm trong bộ Ve bét (Acarina), lớp Nhện (Arachnida), ngành chân đốt (Arthropoda). Động vật ngành Chân đốt có số lượng loài chiếm trên 3/4 số loài sinh vật với đặc điểm là cơ thể có chi và được chia thành các đốt được nối với nhau. Bộ Ve bét (Acarina) là một trong 7 bộ của lớp Nhện với những đặc thù riêng về cấu tạo, phương thức sinh sống và có ý nghĩa đối với con người. Nhện nhỏ hại cây trồng và nhóm ve, mạt hại động vật nằm trong bộ Ve bét.

Lớp Nhện bao gồm các loài động vật có cơ thể chia làm 2 phần là đầu - ngực (*cephalothorax*) và bụng (*abdomen*), có 4 đôi chân nhưng không có râu.

Lớp Nhện chỉ có mắt đơn. Phần thứ nhất của cơ thể gồm 6 đôi chi phụ: 2 đôi hàm và 4 đôi chân. Đôi hàm I - hàm dưới (*mandibles*) và đôi hàm II - hàm trên (*maxillae*). Hàm dưới (*mandibles*) hay còn gọi là kìm (*chelicerae*) nằm ở phía trên, trước miệng và bao gồm 2 hoặc 3 đốt. Chức năng của nó là bắt giữ và thường dễ giết con mồi. Hàm trên (*maxillae*) nằm ở phía sau hàm dưới, mỗi bên 1 chiếc. Mỗi hàm trên có 1 xúc biện (*palpus*) lớn. Xúc biện có thể có hình dạng rất khác nhau, nhiều khi có cấu tạo giống như chân còn gọi là chân xúc giác (Thái Trần Bái, 2001), vì thế nhiều loài nhện bị coi là có 5 đôi chân. Thông thường xúc biện rất phát triển đặc biệt là đốt thứ nhất.

Chân của nhện gồm 7 đốt (Krantz, 1978). Tính từ trong cơ thể ra gồm: đốt gốc (*coxa*), đốt chuyển (*trochanter*), đốt đùi (*femur*), đốt chuyển 2 (*patella*), đốt ống (*tibia*), đốt bàn (*tarsus*) và phần cuối đốt bàn chân thường có vuốt bàn chân.

Về hô hấp, nhện chia làm 2 nhóm: Thở bằng hệ thống ống khí quản và thở bằng túi phổi. Tận cùng bên ngoài khí quản là các lỗ thở thường nằm ở phía dưới bụng.

Nhóm nhện nhò hại cây trồng chủ yếu thuộc vào 2 tổng họ: Nhện chăng tơ Tetranychidae và Nhện u sần (Eriophyidae). Các loài nhện hại cây trồng quan trọng: nhện trắng (*Polyphagotarsonemus latus* Bank), nhện đỏ son (*Tetranychus cinnabarinus* Boissduval), nhện đỏ chè (*Oligonychus coffeae* N.), nhện đỏ cam chanh (*Panonychus citri* M.), nhện rậm vàng (*Phyllocoptruta oleivora* A.), nhện lông nhung (*Eriophyes litchii* Keifer) hại nhãn vải, nhện gié (*Steneotarsonemus spinki* Smiley) hại lúa...

- Ốc bươu vàng: Đầu những năm 1980, ốc bươu vàng (OBV) (*Pomacea* sp.) được nhập từ châu Mỹ Latinh và Florida (Mỹ) vào Đài Loan nhằm phục vụ ngành công nghiệp thức ăn do OBV dễ nuôi, phát triển rất nhanh lại giàu protein. Nhưng do giá bán OBV chế biến quá rẻ, ước mơ biến thịt OBV thành thực phẩm bổ sung nguồn protein cho các vùng sản xuất lúa nghèo protein đã không thành hiện thực. Do đó OBV không được chú ý nuôi dưỡng cách ly và mặc cho chúng trôi nổi ra ngoài tự nhiên. Cho tới nay, OBV có một số loài gây hại phổ biến tại một số nước như Philippines có 3 loài OBV *Pomacea canaliculata*, *P. gigas* và *P. cuprinap* và Malaysia có 2 loài *Pomacea canaliculata* và *P. insularis*. Loài OBV gây hại ở nước ta là loài *Pomacea canaliculata* Lamarck.

Đặc điểm sinh vật học và các yếu tố ngoại cảnh liên quan: Vòng đời của OBV trải qua 3 pha phát triển: trứng, ốc non và ốc trưởng thành.

Pha trứng: Khi mới đẻ có màu hồng tươi, sau đó chuyển sang màu hồng nhạt và khi nở có màu trắng nhờ. Màu sắc của phôi: ngày thứ nhất màu trắng đục, ngày thứ 2 - thứ 4 màu trắng trong, ngày thứ 5 có hình con ốc màu vàng trong, ngày thứ 6 - ngày thứ 9, trôn ốc có màu vàng và ngày thứ 10 trứng nở ra ốc con (Lê Đức Đồng, 1997).

Pha ốc non: Khi mới nở, ốc non có vỏ rất mềm, rơi từ ổ trứng xuống nước, nổi lập lờ trên mặt nước hoặc bám vào cành cây, trong 2 - 3 ngày đầu, chúng không ăn. Từ ngày thứ 4 - 5 trở đi, chúng bắt đầu ăn các chất nổi trên mặt nước và động vật phù du. Lớn hơn chúng ăn rong rêu, lá cây mềm. Chúng ăn liên tục và tăng trưởng rất nhanh.

Pha trưởng thành: Khi ốc cái nặng hơn 15g và ốc đực nặng hơn 10g (khoảng hơn 2 tháng tuổi) là lúc chúng đã có thể tiến hành giao phối và đẻ trứng. Sau giao phối 1 - 2 ngày chúng bắt đầu đẻ trứng. Khi đẻ trứng, chúng bò lên cạn đẻ đẻ: trứng được đẻ trên bờ ao, cọc cây hoặc các giá thể trên mặt nước khác. Chúng đẻ từng quả một và dùng chất nhầy kết dính các quả thành ổ. Trưởng thành đẻ trứng trong đêm, thời gian đẻ 1 ổ trứng kéo dài 3 - 4 giờ. Sau khi đẻ chúng nghỉ ngơi tại chỗ rồi thả mình xuống nước. OBV có sức đẻ trứng lớn, mỗi con cái đẻ được 10 - 13 ổ trứng (khoảng 1000 - 1200 trứng/tháng). Thời gian đẻ trứng kéo dài từ 70 - 90 ngày. Trưởng thành vừa đẻ trứng và vừa ăn thêm để tăng trưởng. Thời gian các pha phát triển tương đối dài.

Thức ăn: OBV là loài ăn thực vật và ăn tạp, chúng ăn nhiều loài thực vật sống ở dưới nước, thậm chí một số loại rau màu trồng trên cạn gần ao hồ. Thức ăn ưa thích nhất của chúng là bèo tấm (*Lemna minor* L.), xà lách (*Lactuca sativa* L.), kế đến là bèo cái (*Pistia stratiotes* L.), lục bình (*Eichhornia crassipes* Mort.), rong đuôi chó (*Ceratophyllum demersum* L.), lá thầu dầu (*Ricinus communis* L.), lá đu đủ (*Carica papaya* L.), lá mướp (*Luffa cylindrica* L.) (Lê Đức Đồng, 1997). Ngoài ra chúng còn ăn các loại thức ăn đã chế biến để nuôi cá, cua và cả các loại rong rêu trong ao hồ. Đối với cây lúa, mạ non là thức ăn ưa thích của OBV nhưng đến khi cây lúa già chúng ăn rất ít. Khi ăn, chúng cắn đứt gốc cây mạ hay lúa non rồi lấy miệng nhai thân hoặc lá non, làm trụi cả đám mạ hay lúa non làm nhiều nơi phải gieo hoặc xạ 2 - 3 lần vừa tốn thóc giống lại vừa chậm thời vụ. Ốc càng lớn, tác hại càng mạnh: loại ốc có đường kính 1cm không gây hại, loại ốc 2 - 3cm tác hại đã rõ, một con ốc một ngày ăn hết 5,26 - 9,33 dảnh lúa và khi ốc 4 - 5cm một ngày có thể ăn hại 11,96 - 14,33 dảnh lúa. Đối với lúa gieo thẳng khoảng 5 - 7 ngày tuổi, một cặp ốc có thể ăn hết 1m² trong một ngày. Nếu có thức ăn thích hợp hơn như: bèo tấm, rong đuôi chó, bèo tổ ong thì sau khi cấy 15 ngày, tác hại của OBV đối với lúa là không đáng kể. Lúa cấy sau 30 ngày không phải là thức ăn ưa thích của OBV.

Sự vận động: OBV vận động chậm chạp bằng cách bơi lờ dờ trong nước hoặc bò trên mặt đất ẩm. Chúng có khả năng tự nổi trên mặt nước hoặc tự chìm xuống rất nhanh. Việc lây lan mạnh của OBV trong thời gian qua chính là do khâu kiểm dịch không chặt chẽ, tự con người mang chúng đến các vùng đất mới và quan trọng hơn cả là lây lan theo dòng nước chảy, nhất là trong các đợt lũ.

Thiên địch: Có tới 40 loài thiên địch của OBV. Trong số này có 2 loài thiên địch quan trọng là kiến lửa *Solenopsis geminata* và loài châu chấu *Conocephalous longipennis* tấn công trứng OBV.

- Chuột: Là nhóm động vật nhỏ chiếm 42% các loài thú, có ý nghĩa rất quan trọng đến đời sống con người. Với sự thích nghi kỳ diệu, chuột là nhóm động vật phổ biến tại nhiều sinh cảnh (MacDonald, 2001). Nhiều trường hợp nhóm động vật này là có lợi, chúng săn bắt động vật, côn trùng gây hại, tạo độ màu mỡ cho đất. Tuy nhiên, gần 5% loài chuột có hại về kinh tế và sức khỏe con người.

Phân loại chuột: Khu hệ chuột ở Việt Nam thuộc nhóm *Rattus rattus*, trong nhóm *Rattus* ở Việt Nam có 3 loài chính là chuột đồng lớn *R. hoxanensis*, chuột gecme

R. rattus germani và chuột đàn *R. Flavipectus molliculus*. Chuột đồng lớn chỉ phân bố ở miền Bắc, Chuột gecme *R. rattus germani* chỉ phân bố ở miền Nam, chuột đàn *R. flavipectus molliculus* phân bố trong cả nước.

Đặc điểm sinh trưởng: Các loài chuột có thể sống khoảng 1 năm, dài nhất đến 3 năm. Khi mới đẻ, cơ thể màu đỏ và mềm, không có lông, bị mù, lỗ tai bị che kín do vành tai gắn liền với đầu. Miệng là khe hở nhỏ không có răng. Chân nhỏ và yếu, các ngón chân đã phân tách, nhưng chưa có vuốt. Chúng có thể chuyển động bằng cách kết hợp giữa trườn, cơ thể và co duỗi toàn thân.

Trong gần 1 tháng đầu sau sinh, nguồn dinh dưỡng của chúng hoàn toàn nhờ vào sữa mẹ, từ ngày thứ 25 - 30, chúng có thể tự đi kiếm ăn. Thời gian từ khi đẻ đến thành thục là 2,5 - 3 tháng.

Hàng năm, chuột có thể đẻ 2 - 3 lứa, một con chuột cái tối đa đẻ được 50 chuột con, trung bình 30 con, chuột hại sinh sản theo mùa và trong quá trình sống có các tập tính như đi ăn đêm, ăn ở chỗ khuất, đi theo lối mòn, dọc chân tường, ven bờ ruộng, chỗ tối. Chúng thể hiện sự cảnh giác và thận trọng như: lảng tránh vật lạ, thức ăn lạ, hay ăn tại nơi đã quen. Tuy vậy, khi bị đói thì sự thận trọng giảm đi rất nhiều. Tùy loài, chúng thường đào hang sâu, hoặc leo trèo giỏi, nhảy xa đến 1,0 - 1,2m, nhảy cao đến 0,75m, có thể vượt qua tường nhẵn cao đến 0,8cm, có thể bơi qua sông, mương rộng. Chúng có khứu giác, thính giác rất phát triển, thường bị thu hút bởi mùi đồng loại, mùi thơm của hành tỏi phi mỡ.

Do ăn nhiều nên nguồn thức ăn là rất quan trọng, nếu đói chúng đói trong thời gian dài chúng sẽ bị chết. Chuột sống trong hang hoặc trong tổ, nếu những nơi ở này bị phá chúng sẽ phải di chuyển, làm hang tổ mới.

Chuột bị nhóm kẻ thù tự nhiên tấn công mạnh gồm mèo, rắn, chim, các loài thú khác.

d. Các loài dịch hại cây trồng là cỏ dại

Một số định nghĩa về cỏ dại: Cỏ dại là những thực vật gây phiền toái cho con người (Harper, 1960) hay “những thực vật mọc ở nơi con người không mong muốn” (Salisbury, 1961).

Định nghĩa cỏ dại thường được dùng phổ biến hiện nay “Cỏ dại là những loài thực vật bản địa hay ngoại lai sinh trưởng, phát triển ngoài ý muốn của con người. Sự hiện diện của chúng gây khó chịu và cản trở các hoạt động của con người hoặc ảnh hưởng bất lợi đến lợi ích của họ”.

Có nhiều loài thực vật, ở nơi này là cỏ dại nhưng ở nơi khác lại được coi là cây trồng. Ví dụ như cỏ mật, cỏ gà nếu được trồng để trang trí trong vườn cảnh thì được coi là cây trồng nhưng nếu mọc trên ruộng rau, mọc ven đê được coi là cỏ dại cần tiêu diệt.

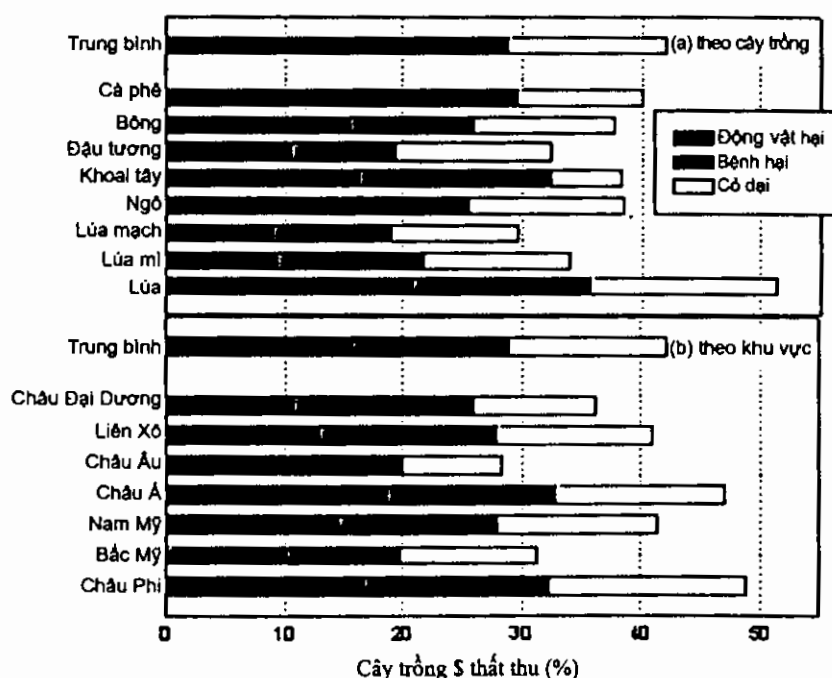
Baker (1974), đã liệt kê 12 đặc điểm đặc trưng của cỏ dại, đó là: (i) Có thể nảy mầm trong nhiều điều kiện môi trường khác nhau; (ii) Nảy mầm không liên tục, hạt có thời gian tồn tại dài; (iii) Phát triển nhanh qua giai đoạn sinh trưởng sinh thực để ra hoa

kết hạt; (iv) Ra hoa kết hạt liên tục miễn là điều kiện sống cho phép; (v) Tự tương hợp nhưng không tự giao hay tiếp hợp vô tính; (vi) Thụ phấn chéo nhờ gió hoặc các tác nhân không chuyên khác; (vii) Khả năng sinh sản cao trong điều kiện môi trường thích hợp; (viii) Có khả năng kết hạt trong nhiều điều kiện môi trường khác nhau, khả năng chống chịu với điều kiện bất lợi của môi trường tốt; (ix) Có các bộ phận phụ thích hợp với việc phát tán hạt đi xa, (x) Nếu là cỏ đa niên, khả năng sinh sản vô tính và tái sinh từ các mảnh của các bộ phận sinh sản vô tính cao; (xi) Nếu là cỏ đa niên, dễ bị đứt rời thành nhiều mảnh nhỏ do đó không thể kéo hết các bộ phận sinh sản vô tính dưới mặt đất lên một cách dễ dàng; (xii) Có khả năng cạnh tranh với các loài khác bằng nhiều cách (mọc vòng, tán lá rộng, phát triển lấn át các loài khác và tiết ra các chất ức chế sinh trưởng).

Các dịch hại là cỏ dại bao gồm: rong, tảo, bèo, cỏ dại, cây dại...

1.1.2. Tác hại của dịch hại

Theo tài liệu của FAO (2010), mỗi năm số lượng lương thực trên toàn cầu bị thiệt hại do cỏ dại gây ra tương đương khoảng 95 tỷ USD (có thể nuôi sống 100 triệu người mỗi năm), dịch bệnh cây gây thiệt hại tới 85 tỷ USD, do sâu hại khoảng 46 tỷ USD, 2,4 tỷ USD do động vật...



Hình 1.1 Ước lượng sự thiệt hại do dịch hại gây ra (động vật, bệnh và cỏ dại) cho các cây trồng thuộc một số nước

Nguồn: Oerke, 1994

Ước lượng sự thiệt hại do dịch hại gây ra (động vật, bệnh và cỏ dại) cho các cây trồng thuộc một số nước thuộc: châu Đại Dương (37%), châu Âu (28%), châu Á (48%),

châu Phi (49%), Liên Xô cũ (41%), Nam Mỹ (41%), Bắc Mỹ (31%). Nếu ước lượng thiệt hại trung bình do dịch hại gây ra (động vật, bệnh và cỏ dại) trên một số cây trồng chính trên toàn thế giới thì cây cà phê bị thiệt hại khoảng 40%, cây bông khoảng 38%, đậu tương 32%, khoai tây, ngô 39%, lúa mạch 29%, lúa mì 33%, lúa nước 51%. Trong đó cỏ dại, bệnh hại và động vật hại gây hại tương đương, khoảng một phần ba tổng thiệt hại (Oerke, 1994).

a. Bệnh hại cây trồng

Những thiệt hại đặc biệt do bệnh hại gây ra cho cây trồng: Làm chết cây trồng, làm giảm năng suất, kìm hãm sự phát triển của cây, làm thối cây, hư hại, làm cho nông sản trở nên độc hại (nấm mốc hồng lục, một số nấm mốc độc cho người...), gây dị ứng...

Một số nạn dịch bệnh cây trên thế giới gây thiệt hại nặng về kinh tế như: Bệnh gỉ sắt cây ngũ cốc, bệnh cây đu Hà Lan, bệnh gỉ sắt cà phê, bệnh thối lê táo, bệnh sương mai khoai tây, bệnh thối hạt dẻ ở Bắc Mỹ, bệnh phấn trắng cây nho...

Tuyến trùng hại rễ cà rốt làm củ không phát triển, cây còi cọc, tuyến trùng tác động tới dinh dưỡng cây củ cải đường làm cây còi cọc, gây chết cây...

b. Tác hại của sâu hại cây trồng

Trong nhận thức của con người, sâu hại luôn bị xem là những sinh vật có hại, gây nhiều phiền toái cho đời sống của họ. Trong lĩnh vực nông nghiệp, sâu hại là mối đe dọa thường xuyên đến năng suất và phẩm chất của mùa màng cả trước và sau thu hoạch. Có thể kể đến một số loài sâu hại chủ yếu như rầy nâu hại lúa, sâu tơ hại rau, ruồi đục quả, một thóc, một ngô... Với ngành lâm nghiệp cũng vậy, sâu thường gây tổn thất nặng nề cho cây rừng như loài sâu róm thông, các loài xén tóc, mối, mọt v.v... Chúng đục phá gỗ từ khi cây còn sống cho đến lúc đã khai thác, chế biến để làm nhà cửa, bàn ghế, vật dụng trong nhà. Riêng nhóm mối thường làm tổ trong đất nên được xem là hiểm họa thường trực đối với các công trình xây dựng, giao thông và thủy lợi. Bên cạnh những thiệt hại to lớn về vật chất nói trên, nhiều loài côn trùng như ruồi, muỗi, chấy, rận, rệp, bọ chét... không chỉ đe dọa tính mạng mà còn gây nhiều điều phiền toái cho cuộc sống, sinh hoạt hàng ngày của con người. Điều nguy hại là việc sử dụng các loại hoá chất độc để trừ sâu hại một cách không hợp lý là một trong những nguyên nhân chính làm suy thoái và ô nhiễm môi trường sống, gây mất an toàn đối với thực phẩm và nước uống của con người hiện nay.

Theo thống kê của các nhà côn trùng học, nhóm sâu bọ (côn trùng hại) chỉ chiếm chưa đến 10% tổng số loài côn trùng, còn hơn 90% số loài còn lại là những loài có lợi trực tiếp hoặc gián tiếp ở các mức độ khác nhau đối với đời sống của con người và sự sống trên hành tinh.

c. Tác hại của các loài dịch hại cây trồng là động vật

- Tác hại của nhện nhò: Rất nhiều loại cây trồng bị nhện nhò hại tấn công gây hại. Tùy theo điều kiện canh tác mà thiệt hại có thể lên đến 60 - 70%, thậm chí có trường hợp

mất trắng. Chỉ tính riêng nhện xanh *Mononychus tanajou* hại sắn cùng với rệp sáp trong những năm 1980 ở châu Phi đã gây nên thiệt hại hàng năm lên đến 1,8 tỷ đô la Mỹ.

Tuy nước ta nằm trong vùng khí hậu nhiệt đới gió mùa không thích hợp với những loài nhện hại ưa khô hạn, nhưng đã có nhiều ghi nhận về sự gây hại đáng kể của nhện đỏ trên bông, sắn, chè. Không những thế, trong các tháng nóng ẩm, nhiều loại cây trồng như đậu đỗ, các loại hoa, khoai tây, cây vườn ươm và cây dược liệu,... đã bị “cháy” do nhện nhỏ hại. Có 1 số loài nhện nhỏ hại cây trồng phổ biến là: nhện đỏ son (*Tetranychus cinnabarinus* Boisduval), nhện đỏ hại cam chanh (*Panonychus citri* Michael), nhện rám vàng (*Phyllocoptruta oleivora*), nhện lông nhung (*Eriophyes litchii* Keifer) hại nhãn vải, nhện gié (*Steneotarsonemus spinki* Smiley) hại lúa..

- Tác hại của ốc bươu vàng: Lúa của Đài Loan bị OBV tấn công mạnh từ đầu những năm 1980 đến năm 1986 đã có 103.000ha lúa bị hại nặng và phải chi 30,9 triệu USD để phòng trừ. Đối với nước ta, từ năm 1986 OBV được nhập một vài cặp không qua kiểm dịch vào miền Nam Việt Nam để nuôi thử nghiệm nhằm tăng nguồn protein động vật. Nhưng do không kiểm soát chặt chẽ lại gặp điều kiện thuận lợi, chỉ 3 năm sau OBV đã phát tán và lây lan trên hầu hết tất cả các tỉnh thành trong cả nước gây nên thiệt hại ghê gớm trên cây lúa. Trong năm năm vừa qua (1999 - 2003) OBV vẫn còn là 1 trong 9 nhóm dịch hại quan trọng nhất đối với cây lúa trong cả nước. Trung bình hàng năm diện tích lúa cả nước bị hại là 128.402ha và bị hại nặng là 1.338ha, diện tích lúa bị hại ở miền Nam cao hơn 3 lần diện tích lúa bị hại ở miền Bắc.

- Tác hại của chuột: Chuột gây nên các thiệt hại: Phá hại cây cối, cây lương thực, rau, quả, cây công nghiệp, cây rừng... ăn các sản phẩm là thức ăn của người và gia súc, gia cầm... làm nhiễm bẩn thức ăn; Cắn phá làm hỏng nhà cửa, công trình giao thông, đê kè; Làm hư hỏng các đồ đạc trong nhà, các loại vật liệu linh kiện như đường dây điện thoại... thiệt hại kinh tế lớn nhất là đối với nghề trồng lúa. Chỉ tính riêng ở châu Á, thiệt hại do chuột trên ruộng lúa ước tính nuôi đủ 200 triệu người (Singleton và cs., 2003). Đối với nước ta, nạn chuột khá phổ biến ở vùng trung du miền núi, vụ mùa năm 1953, chúng phá lúa nương, lúa ruộng ở Bắc Cạn, Hà Giang, một số vùng ở Tây Bắc làm thất thu tới 60% sản lượng, có năm hại tới 100% diện tích và được gọi là “giặc” hoặc “nạn giặc”. Trong các năm 1962, 1963 tại nhiều vùng ở tỉnh Nghệ An, Hà Tĩnh, Thanh Hoá, chuột phá hại làm thất thu 50% sản lượng lúa (Lê Vũ Khôi và cs., 1979).

Chuột gây hại mạnh trên lúa tại đồng bằng sông Cửu Long (ĐBSCL) suốt từ năm 1991 đến nay. Chỉ tính riêng vụ đông xuân 1992 - 1993 ở tỉnh Long An, có trên 10.000ha bị thiệt hại 10 - 30%, 4.000ha thiệt hại 50 - 100%. Đến năm 1996, diện tích bị chuột hại của cả vùng ĐBSCL đã lên tới 130.000ha.

- Tác hại của cỏ dại: Cỏ dại xuất hiện ở mọi nơi, mọi lúc và là mối quan tâm của tất cả mọi người. Cỏ dại tranh chấp các điều kiện sinh sống của cây trồng (ánh sáng, nước, dinh dưỡng và cacbon) dẫn đến làm giảm năng suất cây trồng. Tuy nhiên, tùy theo những điều kiện khác nhau mà cỏ dại làm cho năng suất cây trồng giảm nhiều hay ít. Cỏ dại là ký chủ phụ trung gian của nhiều loài vi sinh vật gây bệnh cho cây trồng như cỏ

lồng vực *Echinochloa crus - galli* L. là kí chủ phụ của nấm *Colletotrichum graminicola* gây bệnh thán thư, *Cercospora fujimaculans* gây bệnh đốm lá, *Exserohilum monoceras* gây rụng lá, *Rhizoctonia solani* gây bệnh héo cây con và *Ustilago crus - galli* gây bệnh than đen, rầy nâu hại lúa *Nilaparvata lugens*. Cỏ gà (cỏ chi) *Cynodon dactylon* là kí chủ của nấm *Puccinia graminis* gây bệnh gỉ sắt, *Helminthosporium* sp. gây bệnh đốm lá, *Bipolaris*, *Gaeumannomyces*, *Leptosphaeria* sp., *Marasmius* sp., *Sporisorium*, *Sorosporium* sp., *Ustilago* sp., *Xanthomonas cynodontis*, virus gây bệnh vàng lùn lúa mạch, bệnh virus sọc lá lúa và ngô, các loài tuyến trùng, đặc biệt là tuyến trùng nốt sùng *Meloidogyne* spp., sâu khoang *Spodoptera litura* Fabr., sâu kéo màng *Herpetogramma licarsialis*... Cỏ mồm *Ischaemum rugosum*, cỏ bắc *Leersia hexandra* và cỏ đuôi chồn *Setaria aurea*... là kí chủ phụ của bọ xít đen (*Scotinophora lurida* B.). Cỏ dại là kí chủ phụ của dòi đục rễ cỏ bắp. Cỏ dại làm ảnh hưởng đến chất lượng nông sản. Có một số loài cỏ dại nếu gia súc ăn phải sẽ làm giảm chất lượng sữa và thịt (cỏ *Parthenium*, cỏ dại làm giảm chất lượng thịt và sữa và có thể làm cho sản phẩm không tiêu thụ được). Hạt cỏ *Parthenium* lẫn vào hạt giống cỏ làm thức ăn gia súc làm giảm chất lượng hạt giống và bị cấm trao đổi buôn bán ở những vùng chưa bị nhiễm loài cỏ này. Hạt cỏ lồng vực lẫn trong thóc gạo làm giảm giá trị thương phẩm của gạo. Cỏ dại gây ảnh hưởng đến sức khỏe gia súc. Một số loài cỏ chứa hàm lượng rất cao các chất như: alcaloit, tanin, glucosid, oxalate, nitrate... gây độc cho gia súc khi tiêu hóa chúng.

Các loài cỏ dại cùng họ, bộ với cây trồng là kí chủ rất tốt của sâu bệnh hại trên những cây trồng tương ứng.

Cỏ dại ảnh hưởng đến sức khỏe con người như gây thương tích và dị ứng. Ví dụ: bệnh ngứa do ruồi *Tse - Tse* ở châu Phi gây ra, chúng sống và sinh sản mạnh ở các bụi cỏ. Bệnh sốt rét, sốt xuất huyết và một số bệnh khác do muỗi truyền. Bèo *Pistia lanceolata* cung cấp chỗ đẻ tốt cho muỗi. Lục bình *Eichhornia crassipes* cung cấp oxy qua rễ tạo điều kiện tốt cho lăng quăng này nở và sinh trưởng.

Cỏ dại gây ô nhiễm và cản trở nguồn nước: cỏ làm giảm chất lượng nước, cản trở dòng chảy và giao thông đường thủy, gây khó khăn cho sản xuất thủy sản. Ví dụ: Các cụm bèo cái *Pistia stratioides* cản trở sự trao đổi khí giữa nước và không khí, làm giảm lượng oxy trong nước và giết chết nhiều loài cá (Đỗ Thị Kiều An, 2010).

1.2. ĐỊNH NGHĨA IPM VÀ SỰ KHÁC NHAU GIỮA PC, IPC, IPM

1.2.1. Định nghĩa quản lý dịch hại tổng hợp (IPM)

Định nghĩa thường dùng: “Quản lý dịch hại là sự vận dụng để quản lý số lượng dịch hại ở mức không gây ra những thiệt hại cho con người”.

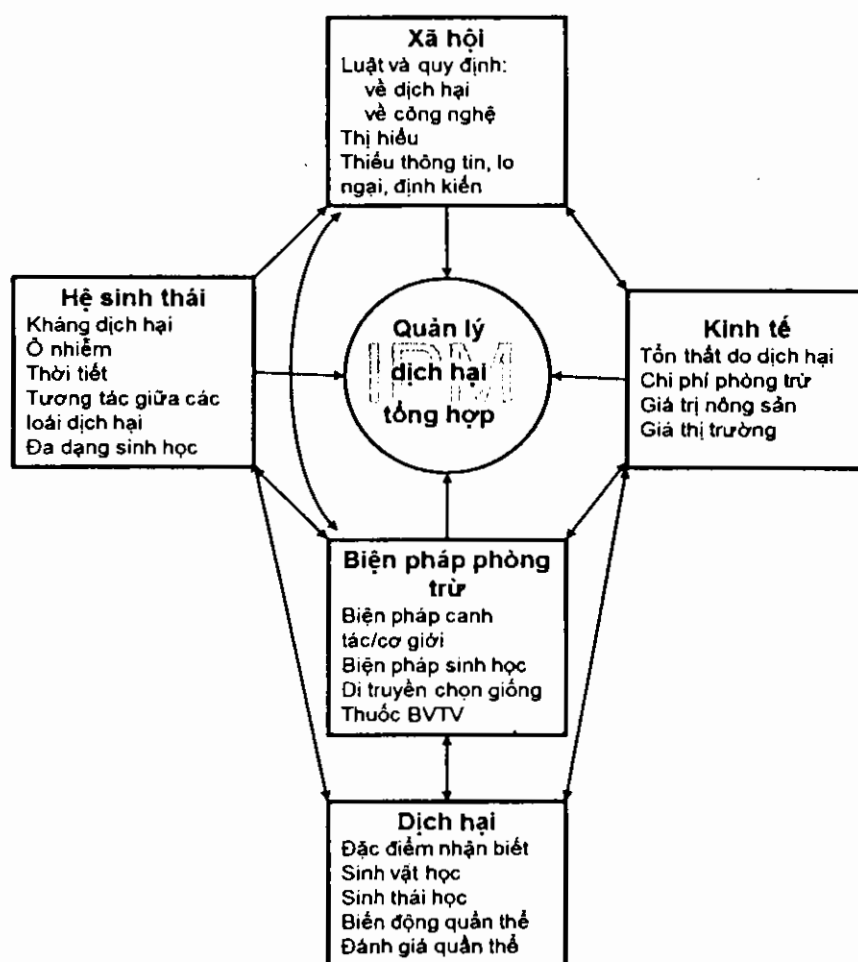
Theo nhóm chuyên gia của Tổ chức Nông lương Thế giới (FAO) thì: Quản lý dịch hại tổng hợp là một hệ thống quản lý dịch hại mà trong khung cảnh cụ thể của môi trường và những biến động quần thể của các loài gây hại, sử dụng tất cả các kỹ thuật và biện pháp thích hợp có thể được, nhằm duy trì mật độ của các loài gây hại ở dưới mức gây ra những thiệt hại kinh tế.

Bajwa & Kogan (2002) đã định nghĩa tóm tắt về IPM:

- IPM là một hệ thống các biện pháp để quản lý dịch hại, trên cơ sở sử dụng tất cả các cách để làm giảm thiểu tới mức thấp nhất ảnh hưởng (thiệt hại) do dịch hại gây ra mà vẫn bảo vệ được môi trường và mang lại được hiệu quả kinh tế ở mức mong muốn (chấp nhận được).

- IPM là sự tổng hợp về mọi lĩnh vực để quản lý dịch hại, bao gồm sự tổng hợp về các phương pháp phòng trừ dịch hại để làm giảm số lượng dịch hại ở mức có thể chấp nhận được mà vẫn duy trì được chất lượng của môi trường.

- IPM là điều khiển sự phối hợp một cách hợp lý giữa các biện pháp BVTV, trong bối cảnh bảo vệ được môi trường và giữ được số lượng dịch hại dưới ngưỡng gây hại kinh tế.



Hình 1.2. Sơ đồ các thành phần của chương trình IPM và mối liên quan

Nguồn: Norris và cs., 2003

Theo Norris (2003), các thành phần của chương trình IPM gồm có: (i) *Hệ sinh thái* (cần hiểu vấn đề ô nhiễm môi trường, tác động của thời tiết tới dịch hại, thiên địch

và cây trồng; tương tác giữa các loài dịch hại; đa dạng sinh học trong hệ sinh thái (HST); (ii) *Kinh tế* (cần xác định được tổn thất do chi phí cho phòng trừ dịch hại, giá trị nông sản, giá thị trường); (iii) *Dịch hại* (cần biết được đặc điểm nhận biết, đặc điểm sinh vật học, sinh thái học, biến động quần thể, đánh giá quần thể dịch hại); (iv) *Các biện pháp phòng trừ dịch hại* (bao gồm biện pháp canh tác, sinh học, giống chống chịu dịch hại, biện pháp vật lý, cơ giới và thuốc BVTV); (v) *Xã hội* (Luật và quy định đối với dịch hại, thị hiếu người tiêu dùng, sự thiếu thông tin và lo ngại của người tiêu dùng). Người làm IPM cần xác định được mối liên quan giữa các thành phần này.

Những định nghĩa được nhắc tới nhiều trong các tài liệu và được cho rằng nó gần đúng nhất với nội dung của IPM là:

IPM là một hệ thống điều khiển dịch hại bằng cách sử dụng những biện pháp riêng biệt thích hợp trên cơ sở sinh thái hợp lý, để giữ cho quần thể dịch hại phát triển dưới ngưỡng gây hại kinh tế (EIL).

Hoặc IPM là sử dụng những nguyên tắc sinh thái hợp lý (mối quan hệ giữa các loài sinh vật trong hệ sinh thái, cân bằng sinh học trong tự nhiên, quy luật tự điều chỉnh, quy luật hình thái số lượng...) để giữ cho quần thể dịch hại phát triển dưới ngưỡng gây hại kinh tế (EIL).

1.2.2. Sự khác nhau giữa PC, IPC, IPM

Trong suốt hơn 1 thế kỷ vừa qua, con người đã từng bước nâng cao nhận thức của mình thông qua những tiến bộ trong phòng trừ dịch hại. Ban đầu chỉ sử dụng thuốc BVTV để diệt dịch hại khi chúng có mặt, cố gắng diệt tất cả dịch hại trên ruộng đó là PC (Pest Control).

Khái niệm Phòng trừ tổng hợp dịch hại IPC (Integrated Pest Control) ra đời vào những năm 1950, ở giai đoạn này nếu chỉ sử dụng biện pháp hóa học sẽ không mang lại hiệu quả diệt trừ dịch hại như con người mong muốn vì vậy đã có sự phối hợp giữa biện pháp hóa học và biện pháp sinh học nhưng mục đích cuối cùng vẫn là diệt tất cả dịch hại trên đồng ruộng.

Quản lý tổng hợp dịch hại (IPM) (Integrated Pest Management) ra đời vào những năm 1970 là điều khiển dịch hại một cách tổng hợp. Bao hàm cả ý tổng hợp về phương pháp, tổng hợp về chuyên ngành khoa học, không phải là hệ thống cố định và mang tính triết học rõ ràng.

Qua quá trình triển khai chương trình IPM trên thế giới (gần 40 năm) và ở Việt Nam (khoảng 20 năm) đã chứng tỏ rằng: biện pháp quản lý dịch hại tổng hợp (IPM) là biện pháp phối hợp tốt nhất, là biện pháp phối hợp hài hòa các biện pháp riêng biệt dựa trên cơ sở hiểu biết nền sinh thái đồng ruộng một cách hợp lý. Phối hợp (Integrated) biện pháp riêng biệt thành bộ phận thống nhất, không tách rời vai trò của thiên địch trong điều khiển tự nhiên. IPM là tập hợp tài năng cho phép người nông dân sử dụng một cách khéo léo lực lượng thiên địch trong mỗi hệ sinh thái đồng ruộng khi họ nhận ra và hiểu chúng.

Quản lý dịch hại tổng hợp (IPM) là biện pháp cho phép người nông dân nhận ra dịch hại cây trồng, dịch hại chủ yếu nào trong nhiều loài dịch hại trên ruộng của họ sẽ trở thành dịch hại cần phòng chống.

Quản lý dịch hại tổng hợp (IPM) là tập hợp tài năng mà người thực hiện IPM phải được học, được trải qua thực tiễn sản xuất để họ dần trở thành chuyên gia IPM. Biện pháp này không phải là hạt giống kỳ diệu hay loại hoá chất thần thông.

Hay theo đánh giá của tác giả Nguyễn Viết Tùng (2012): Có thể thấy IPM là biện pháp BVTV tiến bộ nhất cho đến nay, tuy nhiên đó cũng chỉ là một biện pháp riêng rẽ với đối tượng tác động là dịch hại của cây trồng. Cũng tương tự như vậy, các biện pháp kỹ thuật khác như sử dụng giống mới, bón phân, tưới nước v.v... cũng là những tác động mang tính riêng rẽ với mục tiêu riêng của mỗi lĩnh vực, còn cây trồng chỉ là đối tượng hưởng lợi thụ động mang tính hệ quả. Rõ ràng ở cách làm này, khi các tác động kỹ thuật do từng bộ phận chuyên trách thực hiện riêng rẽ thì người nông dân, người chủ đích thực không phải là người lựa chọn giải pháp và ra quyết định cuối cùng. Do thiếu sự điều phối chung các tác động kỹ thuật này có thể không phù hợp, thậm chí mâu thuẫn với nhau nên khó đạt được mục tiêu chung là tiết kiệm năng lượng, nâng cao hiệu quả sản xuất và bảo vệ môi trường.

Hiệu quả của biện pháp IPM: Hiệu quả kinh tế (chi phí BVTV giảm, lợi nhuận tăng...); Hiệu quả về môi trường (bảo vệ thiên địch, môi trường sống, sản phẩm nông nghiệp an toàn; Hiệu quả về xã hội (thu hút mọi người không kể tuổi, giới tham gia, gắn bó trong cộng đồng, nâng cao dân trí, xoá đói giảm nghèo...).

1.3. SỰ CẦN THIẾT PHẢI ÁP DỤNG BIỆN PHÁP QUẢN LÝ DỊCH HẠI TỔNG HỢP (IPM) TRÊN CÂY TRỒNG

Tới đầu thế kỷ thứ XX, thuốc trừ sâu hữu cơ tổng hợp ra đời làm thay đổi vai trò của biện pháp hóa học trong sản xuất nông nghiệp, cùng với nó, thuốc trừ nấm thủy ngân hữu cơ đầu tiên (Ceresan), các thuốc trừ nấm lưu huỳnh (1940) và đặc biệt là phát hiện khả năng diệt côn trùng môi giới truyền bệnh cho người của DDT vào chiến tranh thế giới thứ II (1939), vào những năm 1940 - 1950, hàng loạt thuốc trừ sâu ra đời như thuốc Clo hữu cơ. Sau những thành công đáng ghi nhận đó, Paul Muller (1948) nhận được giải Nobel cho việc điều chế thành công thuốc BVTV. Sự kiện này đã khai sinh ra một kỷ nguyên mới, kỷ nguyên thuốc trừ dịch hại sản xuất theo phương pháp công nghiệp ra đời. Lúc này loài người cho rằng mọi vấn đề BVTV đều có thể giải quyết được bằng thuốc hóa học, biện pháp hóa học được khai thác ở mức tối đa. Tuy vậy, hầu hết các hợp chất Clo hữu cơ đều là những hợp chất bền vững trong tự nhiên, ít bị phân hủy bởi các yếu tố môi trường, nên chúng thường tích lũy lại trong nông sản, đất và nguồn nước, thậm chí cả trong cơ thể người. Để khắc phục nhược điểm này, tiếp theo các hợp chất lân hữu cơ, cacbamat (1945 - 1950) ra đời. Điểm ưu việt nhất của nhóm hợp chất này là giá rẻ, hiệu lực giết sâu cao, dễ phân giải trong tự nhiên nên ít để lại dư lượng trong nông sản và tự nhiên, nhưng độc với người và động vật có xương sống và

do thời gian phân giải nhanh nên thường phải phun lặp lại trong một vụ. Cũng do hiệu lực cao với nhiều loài sâu, có thể nhanh chóng dập tắt các trận dịch trên đồng ruộng nên ở các nước châu Âu và ở Mỹ đã dần hình thành một thói quen sử dụng thuốc như một biện pháp không thể thiếu trong quá trình canh tác. Các hợp chất trừ sâu tổng hợp đã góp phần không nhỏ trong việc nâng cao sản lượng nông nghiệp trong suốt những năm 1950 - 1960, thuốc hóa học đã giải quyết được hầu hết các vấn đề của bảo vệ thực vật.

Mặt khác, những tiến bộ kỹ thuật mới trong nông nghiệp cũng được chấp nhận một cách dễ dàng như sự ra đời của một số giống cây trồng mới chất lượng tốt, năng suất cao nhưng lại nhiễm với dịch hại và cuộc cách mạng về phân bón đã giúp cho cây trồng đạt được năng suất cao hơn nhưng cũng dễ bị tổn thương bởi dịch hại hơn, trồng độc canh một loại cây trồng trong một vùng rộng lớn để phục vụ cho mục tiêu xuất khẩu. Tất cả những điều này đã làm cho dịch hại phát sinh gây hại với mức độ trầm trọng hơn và số lần sử dụng thuốc trong một vụ cây trồng cũng phải tăng lên rất nhiều.

Mặt khác do sức ép về dân số, năm 1750, dân số thế giới khoảng 400 triệu người, nhưng tới năm 2.000 dân số thế giới tăng lên khoảng 6.000 triệu người có nghĩa là tăng gấp khoảng 15 lần trong khi đó số người tham gia hoạt động sản xuất nông nghiệp tính chung trên toàn thế giới giảm đi khoảng một phần ba. Ví dụ: Mỹ là nước có số dân tham gia vào quá trình sản xuất nông nghiệp giảm nhiều nhất: năm 1775 có 90% dân số Mỹ tham gia vào sản xuất nông nghiệp, tới năm 1875 có nghĩa là 100 năm sau, tỷ lệ người Mỹ tham gia vào hoạt động sản xuất nông nghiệp đã giảm gần một nửa (chỉ còn 50%), tới năm 2000 tỷ lệ người Mỹ còn sản xuất nông nghiệp chỉ là 2 - 3% (nguồn USDA), hoặc Israel hiện nay số người tham gia vào sản xuất nông nghiệp cũng chỉ có 3 - 5% dân số. Tất cả những lý do nêu trên đã buộc con người phải sử dụng nhiều hóa chất BTV hơn để bảo vệ thành quả lao động của mình và đáp ứng nhu cầu lương thực.

Nhưng chỉ sau gần 60 năm sử dụng thuốc hóa học trong sản xuất nông nghiệp thì mọi điều trở nên tồi tệ hơn. Người ta đã nhận thấy việc hình thành các chủng dịch hại chống thuốc. Đến năm 1986 đã biết tới 447 loài côn trùng và nhện chống thuốc, trong đó có 264 loài gây hại trong nông nghiệp. Theo tài liệu của hãng Bayer (1986), có tới 100 loài nấm bệnh, 48 loài cỏ dại, 2 loài tuyến trùng và 5 loài chuột có tính chống thuốc. Nguy hiểm hơn là chúng có hiện tượng chống chéo (Cross resistance) có nghĩa là khi dịch hại đã chống một loại thuốc nào đó thì nhanh chóng trở nên chống với tất cả các thuốc cùng nhóm...

Việc sử dụng thuốc hóa học trong một thời gian dài đã làm dịch hại thứ yếu trở thành chủ yếu, như ở châu Âu trước đây coi loài nhện đỏ (*Tetranychus urticae* Keifer) là loài dịch hại không quan trọng thì nay đã trở thành dịch hại chủ yếu ở nhiều vùng trồng cây ăn quả trên thế giới. Gây ra hiện tượng tái phát của dịch hại nghĩa là trong những năm đầu do tác dụng của thuốc hóa học, mật độ sâu hại trên đồng ruộng có giảm đi, nhưng trong những năm tiếp theo, mặc dù lượng thuốc sử dụng nhiều lên, nhưng mật độ sâu không giảm mà còn tăng hơn trước, thiệt hại năng suất cũng tăng theo. Nguyên nhân trước hết là do dùng thuốc nhiều đã tiêu diệt một lượng lớn các loài thiên địch của dịch hại, mặt khác làm hình thành các chủng dịch hại chống thuốc thì thuốc trừ dịch hại

mất hiệu lực, số lượng dịch hại tăng cao khiến cho thiên địch không còn đủ sức khống chế dịch hại, khiến cho chúng có thể phát triển tự do và nhân lên nhanh chóng. Sử dụng thuốc bảo vệ thực vật còn gây ngộ độc cho người và gia súc, tác động sâu sắc tới đời sống con người. Theo tài liệu điều tra của tổ chức Y tế thế giới năm 1987 đã thống kê tỷ lệ người sử dụng thuốc trừ sâu ở Đông Nam Á như Indonesia, Srilanka, Thái Lan bị ngộ độc thuốc trừ sâu lên tới 11,9 - 19,4%. Hoặc theo Tổ chức quốc tế Liên hiệp Người tiêu dùng thì trong năm 1986 có khoảng 375.000 người ngộ độc thuốc BVTV trong đó làm chết 10.000 người.

Sử dụng thuốc hóa học trong một thời gian dài còn làm nhiễm độc môi trường, ô nhiễm nước và đất vì phần lớn thuốc trừ sâu Clo hữu cơ và một số hợp chất khác có tính độc bền vững, chúng tồn tại và gây nhiễm độc với môi trường trong suốt nhiều năm dài, điều đáng nói là thuốc trừ dịch hại không nằm yên một chỗ mà đã tham gia vào chuỗi dinh dưỡng, nó được vận chuyển đến khắp mọi nơi trên bề mặt trái đất, cứ như vậy, chất độc được cô đặc hơn trong mỗi mắt xích của dây chuyền.

Bài học thấm thía được đúc kết từ thực tiễn về hậu quả của sử dụng thuốc BVTV đã được Rachel Carson (1962) viết trong cuốn “Mùa xuân im lặng” cảnh báo về viễn cảnh trong tương lai, nếu còn tiếp tục sử dụng nhiều hóa chất trong BVTV sẽ không còn tiếng chim hót, ve kêu và đàn đồng ca của các loài côn trùng sẽ biến mất làm cho mùa xuân trở thành im lặng, mùa xuân của sự chết chóc.

Tất cả những điều nêu ở phần trên đã làm cho các nhà khoa học mà trước hết là các nhà côn trùng học và sinh thái học phải lên tiếng, các nhà khoa học đã chỉ ra vấn đề của môi trường liên quan tới thuốc sâu trong sức ép về dân số và đã phát động phong trào hành động vì môi trường (1960), có Ngày của trái đất (1970), những luật mới, điều lệ mới về bảo vệ môi trường ra đời (US EPA formed 2/12/1970) và IPM đã được sinh ra từ đó lan rộng và trở lên mạnh mẽ để khắc phục sự quá lạm dụng thuốc trừ sâu trong BVTV của sản xuất nông nghiệp trên thế giới.

Còn ở Việt Nam, trong *Đề án tăng cường phát triển chương trình Quản lý dịch hại tổng hợp (IPM) trên cây trồng* có nêu lý do cần phải thực hiện IPM ở Việt Nam là do việc lạm dụng hóa chất vật tư đầu vào (phân đạm, thuốc bảo vệ thực vật), do sử dụng cùng một giống nhiễm dịch hại trên diện rộng và liên tục trong sản xuất cây trồng là nguyên nhân cơ bản làm cho dịch hại bùng phát, khó kiểm soát. Trong khi đó, thói quen lệ thuộc vào thuốc hóa học để phòng chống dịch hại của nông dân có xu hướng tăng nhiều trong những năm qua, mặt khác do thiếu hiểu biết về các tác động tiêu cực của hóa chất BVTV như: gây bùng phát các dịch hại nguy hiểm, ảnh hưởng trực tiếp đến sức khỏe người sản xuất và người tiêu dùng, đến môi trường, gây nguy cơ mất an toàn thực phẩm, giảm hiệu quả sản xuất và tiêu thụ sản phẩm. Cụ thể vào năm 1977 - 1979, Việt Nam đứng trước nạn dịch rầy nâu ở đồng bằng sông Cửu Long đã gây thất thu hàng triệu tấn lúa; Rầy tiếp tục gây hại nặng vào các năm 1988 - 1990; Rầy nâu ngoài gây hại trực tiếp, chúng còn truyền bệnh lùn xoắn lá, bệnh lúa cỏ với diện tích nhiễm bệnh có nơi lên đến 40% ở các tỉnh Sóc Trăng, Cần Thơ và Vĩnh Long...), đứng trước khó khăn này, Bộ Nông nghiệp và Phát triển nông thôn (NN&PTNT) đã kêu gọi sự giúp

đỡ từ tổ chức FAO trong việc phát triển chương trình IPM ở Việt Nam, đồng thời chỉ đạo Cục Bảo vệ thực vật tổ chức chương trình đào tạo, huấn luyện nông dân về IPM rộng khắp trên phạm vi cả nước. Tới Năm 1994, được Chính phủ cho phép, Bộ NN&PTNT đã thành lập Ban Điều hành Chương trình IPM Quốc gia (theo Quyết định số 549/NN/BVTV/QĐ ngày 27/5/1994) với đại diện của 9 bộ, ngành, tổ chức xã hội có liên quan (Cục BVTV, 2014). Sau gần 20 năm triển khai chương trình IPM ở Việt Nam đã thể hiện tính đúng đắn của chương trình IPM trong quản lý dịch hại (xem thêm thành tựu của IPM ở mục 1.4.2) và ở Việt Nam vào cuối năm 2014 Bộ NN&PTNT đã viết *Đề án tăng cường phát triển chương trình Quản lý dịch hại tổng hợp (IPM) trên cây trồng* để trình lên cấp trên (Bộ NN&PTNT, 2014). *Tới giữa năm 2015 đã có quyết định: phê duyệt Đề án Đẩy mạnh ứng dụng quản lý dịch hại tổng hợp (IPM) trên cây trồng giai đoạn 2015 - 2020* (Quyết định số 2027/QĐ - BNN - BVTV ký ngày 2/6/2015).

1.4. LỊCH SỬ PHÁT TRIỂN CỦA BIỆN PHÁP QUẢN LÝ DỊCH HẠI TỔNG HỢP

1.4.1. Lịch sử phát triển biện pháp quản lý dịch hại tổng hợp trên thế giới

Theo Uneke (2007); Noris (2003), lịch sử phát triển của IPM trên thế giới đã manh nha hình thành vào khoảng 8000 TCN khi bắt đầu có sản xuất nông nghiệp, trong quá trình trồng trọt, con người đã phải tiến hành một cuộc đấu tranh thường xuyên với sâu bệnh và cỏ dại, ban đầu con người chỉ biết thực hiện các biện pháp phòng trừ đơn giản như: bắt sâu, ngắt bỏ các bộ phận cây bị bệnh hay dùng vợt bắt châu chấu, bọ xít, bọ rầy. Vào thời kỳ 2500 TCN, người Xume đã bắt đầu biết sử dụng sulfur để trừ sâu và nhện nhỏ hại cây trồng. 1500 năm TCN đã có mô tả đầu tiên về áp dụng phòng trừ bằng biện pháp canh tác đặc biệt là việc thay đổi thời gian trồng để giảm sự gây hại của dịch hại. Sau đó, khoảng 1200 năm TCN, thuốc thảo mộc trừ dịch hại đầu tiên được sử dụng để xử lý hạt giống và trừ nấm bệnh hại cây tại Trung Quốc. Trung Quốc còn dùng hỗn hợp đồng và hỗn hợp arsen để phòng trừ châu chấu, rận và để diệt dịch hại trên cây gia vị và cây lấy dầu; 950 năm TCN có miêu tả đầu tiên về đốt các tàn dư cây trồng, đây là biện pháp canh tác trong IPM ngày nay. Khoảng 300 năm TCN, những người nông dân Trung Quốc có nhiều kinh nghiệm biết cấy lúa, trồng ngô, lạc đậu đỗ vào các thời vụ ít bị sâu bệnh hại và đã biết thay đổi thời gian trồng tránh sự trùng lặp giữa thời điểm dịch hại phát sinh mạnh và thời kỳ xung yếu của cây để giảm thiệt hại do dịch hại gây ra và cũng trong thời gian này con người đã biết sử dụng kiến trong trừ sâu hại cam như đã dùng tre bắc cầu cho kiến leo vào cây cam.

Khoảng 200 năm TCN, tại La Mã, luật sư Cato đã sử dụng dầu khoáng trong phòng trừ dịch hại cây và 13 năm TCN, kiến trúc sư Roman lần đầu tiên xây dựng kho chứa nông sản có khả năng chống được chuột.

Đến năm 300, ghi nhận đầu tiên về sử dụng biện pháp sinh học: sử dụng kiến phòng trừ dịch hại cây ăn quả tại Trung Quốc. Loài kiến (*Oecophylla smaragdina*) đã được bắc cầu tre để di chuyển đến diệt sâu non bộ cánh vảy và bộ cánh cứng hại. Năm 400 đã áp dụng nhúng rễ cây lúa vào dung dịch arsen trước khi cấy để chống lại sự gây hại của sâu.

Từ năm 1000 đến năm 1300: tại các nước Ả Rập, rệp lên phong trào nuôi kiến ăn thịt ở vùng gần núi rồi di chuyển chúng tới ốc đảo để trừ loài kiến ăn thực vật vào đúng thời gian loài kiến này gây hại trên cây cọ dừa là ví dụ đầu tiên về con người đã biết di chuyển loài thiên địch của dịch hại cho mục đích phòng trừ sinh học. Năm 650 - 1780, có nhiều nghiên cứu mô tả hình thái và các phát hiện về đặc tính sinh vật học côn trùng (sau Linnaeus) ở thời Phục hưng. Năm 1100, Trung Quốc dùng dịch xà phòng để diệt sâu và tới năm 1600 đã dùng dịch chiết từ cây thuốc lá và thảo mộc để diệt sâu. Ở thời kỳ này, với trình độ canh tác lạc hậu, các giống cây trồng có năng suất thấp, tác hại của dịch hại còn chưa lớn.

Năm 1732, nông dân bắt đầu trồng cây theo hàng để thuận lợi cho việc làm cỏ. Năm 1763, Linnaeus đã giành chiến thắng trong cuộc thi thử thách dưới cái tên của C.N. Nelin đặt ra “làm thế nào để vườn cây ăn quả không nhiễm sâu bướm (Caterpillars) bằng biện pháp cơ giới và phòng trừ sinh học”.

Đầu năm 1800, sự ra đời của cuốn sách đầu tiên và bài báo chuyên đề phòng trừ dịch hại, trong đó các nghiên cứu phòng trừ đã áp dụng các biện pháp canh tác, biện pháp sinh học, giống chống chịu dịch hại, biện pháp vật lý và biện pháp hóa học, tiền thân của biện pháp quản lý dịch hại tổng hợp. Năm 1840, xảy ra dịch bệnh mốc sương khoai tây do nấm (*Phytophthora infestans*) gây ra tại Ireland, Anh và Bỉ dẫn tới nạn đói tại các vùng này. Một lượng lớn bộ chân chạy *Calasoma sycophanta* đã tiêu diệt sâu non của một loài ngài Ấn Độ ăn lá cây. Năm 1848 - 1878, cây nho ở Pháp đã bị lây nhiễm loài rệp hại rễ nho *Phylloxera* từ Mỹ, vì loài dịch hại này mà ngành công nghiệp rượu vang Pháp gần như phá sản. Áp dụng lây thả loài nhện nhỏ bắt mồi *Tyroglyphus phylloxerae* từ Bắc Mỹ vào Pháp năm 1873 đã đáp ứng được việc phòng trừ loài rệp hại nho này. Giai đoạn này, để bảo vệ cây nho, người ta còn dựa vào các biện pháp canh tác và sử dụng các giống nho địa phương sẵn có. Một dấu mốc đáng ghi nhớ là vào năm 1874 - 1888, con người đã biết nhập nội bộ rùa 11 chấm (*Coccinella undecimpunctata*) từ nước Anh vào New Zealand để hạn chế số lượng của rệp muội, năm 1888, Koebele đã gửi bộ rùa *Rodolia cardinalis* từ Úc sang California để trừ rệp sáp *Icerya purchasi* hại cam quýt. Việc nhập thành công bộ rùa là một mốc quan trọng đánh dấu sự phát triển của biện pháp sinh học và được coi là biện pháp có hiệu quả trong phòng chống dịch hại cây trồng ở thời gian đó.

Vào khoảng 1750 - 1880, diễn ra cuộc Cách mạng Nông nghiệp ở châu Âu, đẩy mạnh việc nghiên cứu thuốc trừ sâu thảo mộc được chiết từ hoa cúc. Năm 1870 - 1890, người ta đã sử dụng dung dịch hỗn hợp Bordeaux và Paris green, sử dụng gốc ghép, cành ghép với các giống chống chịu để phòng trừ bệnh phấn trắng trên vườn nho Pháp. Dấu mốc đáng nhớ là năm 1880, máy phun thuốc trừ sâu lần đầu tiên được bán trên thị trường và năm 1883, Hoa Kỳ nhận được ong ký sinh *Cotesia glomerata* (L.) gửi từ nước Anh để phòng trừ loài sâu xanh bướm trắng *Pieris rapae*, loài ong này tạo lập được quần thể và trở thành loài có lợi ở Hoa Kỳ.

Vào đầu kỷ nguyên thuốc trừ sâu, việc phòng trừ dịch hại còn mất rất nhiều công, con người chấp nhận sự thiệt hại lớn và nhiễm bẩn lương thực do dịch hại gây ra, các

biện pháp phòng trừ dịch hại được áp dụng chủ yếu trong giai đoạn này là nhổ cỏ bằng tay, đốt cỏ, phơi ải đất, luân canh cây trồng, sử dụng biện pháp cơ giới, một số nông dân biết lợi dụng các ổ kiến lửa để trừ sâu đục thân cam quýt hoặc giữ gìn cóc nhái ở ruộng để chúng bắt sâu, dùng thuốc thảo mộc (sử dụng cây Neem Ấn Độ), sử dụng ít thiên địch, sử dụng thuốc trừ sâu vô cơ như dùng chất xông hơi HCN để trừ rệp vảy *Aonidiella aurantii* hại cam, vào năm 1887 và 1889 dùng aseto asenat đồng để trừ sâu cánh cứng hại khoai tây *Leptinotarsa decemlineata*.

Năm 1890, các thuốc trừ dịch hại vô cơ, arsen, lưu huỳnh vôi, Nicotine được sử dụng rộng rãi hơn, nhưng biện pháp hóa học phòng trừ dịch hại lúc này vẫn chưa có một vai trò đáng kể trong sản xuất nông nghiệp.

Năm 1901, lần đầu tiên con người đã áp dụng thành công biện pháp sinh học phòng trừ cỏ dại ở đảo Hawaii.

Vào những năm 1899 - 1909, phát triển chương trình tạo các giống bông, đậu, dưa hấu chống bệnh chết héo khô (*Fusarium wilt*), rồi năm 1915 con người đã sử dụng thuốc hóa học để phòng trừ muỗi truyền bệnh sốt rét và sốt vàng da tại vùng kênh đào Panama. Từ năm 1920 - 1930, hơn 30 loài thiên địch được xuất/ nhập khẩu thành công trên toàn thế giới và năm 1921 áp dụng thuốc trừ sâu xông hơi đầu tiên để trừ một *Catalpa sphinx* ở Ohio, Mỹ.

Năm 1929, lần đầu tiên diệt trừ triệt để trên một vùng rộng loài ruồi đục quả phương đông ở Mỹ. Năm 1930, lần đầu tiên áp dụng hợp chất hữu cơ tổng hợp để trừ nguyên nhân gây bệnh cây. Năm 1939, đã ghi nhận đặc tính trừ sâu hại cây trồng của DDT. Năm 1940 đã sử dụng vi khuẩn *Bacillus* để trừ loài bọ cánh cứng Nhật Bản như sự thành công đầu tiên của sử dụng vi khuẩn gây bệnh cho côn trùng.

Năm 1942 đã thực hiện chương trình chọn giống cây trồng chống chịu sâu hại. Giống lúa mỳ chống ruồi *Hessian* ra đời. Khám phá lại đặc tính của thuốc trừ sâu Benzene và DDT, hé mở kỷ nguyên mới của phòng trừ côn trùng hại trong nông nghiệp, hại vườn, sâu hại kho, bảo tồn các di tích làm bằng gỗ và y tế cộng đồng. Năm 1944, lần đầu tiên chất kích thích sinh trưởng dựa trên thuốc trừ cỏ 2,4 - D được sử dụng.

Năm 1946, ghi nhận đầu tiên tại Thụy Điển về ruồi nhà chống thuốc DDT. Từ năm 1950 đến những năm 1960 phát hiện sự lan rộng tính chống DDT và các thuốc trừ sâu khác của sâu hại.

Năm 1950, bắt đầu áp dụng hệ thống phân tích để phòng trừ dịch hại cây trồng ở Mỹ.

Năm 1959, các tác giả Stern, Smith, Bosch và Hagen đã giới thiệu khái niệm ngưỡng kinh tế (Economic Thresholds (ET)), Ngưỡng gây hại kinh tế (Economic Injury Levels (EIL)) và Phòng trừ tổng hợp dịch hại (Integrated Pest Control).

Năm 1960, xác định được thành phần của pheromone giới tính để hấp dẫn côn trùng, việc phân tích được thành phần các chất và tổng hợp được pheromone giới tính đã thu hút rất tốt ngài đục của sâu xanh hại bông.

Smith và Bosch năm 1967 đã có tài liệu giới thiệu về IPM. Nhóm các tác giả Clark, Geier, Hughes và Morris đã tìm ra mối liên quan của sinh thái với IPM qua khái

niệm “Life Systems”. Vào năm 1969, Học viện Khoa học Quốc gia Mỹ chính thức đưa môn học “Quản lý dịch hại tổng hợp (IPM)” vào giảng dạy. Năm 1970, nhiều nước trên thế giới ban bố lệnh cấm sử dụng DDT.

Năm 1973 - 1975, phát triển thuốc trừ sâu nhóm Pyrethroid, Permethrin và Cypermethrin. Năm 1985 có công bố đầu tiên về tính chống *Bacillus thuringiensis* của ngòi hại bột *Plodia interpunctella*. Ấn Độ và Malaysia đã có cơ quan nghiên cứu về các chính sách và tổ chức thực hiện IPM (IPM Official Ministerial Policy). Năm 1986 Đức thành lập một phòng nghiên cứu IPM thuộc Cục Bảo vệ thực vật. Indonesia đã ban bố sắc lệnh thành lập Cơ quan nghiên cứu IPM. Philippines đã ký công bố thành lập Cơ quan chỉ đạo IPM. Năm 1987 ở Đan Mạch, Thụy Điển, chương trình IPM hoàn toàn do quốc hội quyết định.

Năm 1988, đạt được thành công lớn nhất của chương trình IPM lúa ở Indonesia. Tới năm 1991 đã có các ấn phẩm về IPM bảo vệ cây trồng được CABI có trụ sở tại Hà Lan giới thiệu. Năm 1993 đã phát hiện trên 504 loài côn trùng đã có biểu hiện tính chống với ít nhất một hoạt chất của thuốc trừ sâu và ít nhất là 17 loài đã thể hiện tính chống với tất cả các loại thuốc trừ sâu chính.

Năm 1972, ban hành Đạo luật Liên bang của Mỹ về thuốc trừ sâu, nấm, chuột ra đời (FIFRA). Năm 1996, đạo luật Bảo vệ Chất lượng Lương thực ra đời (FQPA). Năm 1999 US EPA và Học viện Khoa học Quốc gia Mỹ công bố báo cáo yêu cầu khi phân tích sự rủi ro của thuốc trừ sâu cần làm lại và xem xét lại tác động trên cơ sở ảnh hưởng tới trẻ em và cần áp dụng trên tất cả thuốc trừ dịch hại (Vera, 2008).

Nhìn lại cả chặng đường lịch sử mà IPM đã trải qua cho thấy: IPM đã được thừa nhận là chiến lược bảo vệ cây trồng trong suốt 5 thập niên qua. Cây bông trồng ở Peru là một trong những ví dụ điển hình về việc áp dụng các biện pháp quản lý của IPM để tránh được sự tàn phá của các loài dịch hại bông. Trước khi áp dụng IPM, nông dân phải phun trung bình tới 16 lần thuốc trừ dịch hại mỗi vụ nhưng dịch hại vẫn tàn phá nặng nề.

Mặc dù vậy, mãi tới năm 1958, khái niệm “Quản lý dịch hại tổng hợp” mới được ra đời tại Mỹ. Năm 1968, công bố các tài liệu chính thức viết về khái niệm IPM của Hội đồng các nhà khoa học thuộc tổ chức FAO.

Việc chấp nhận rộng rãi tiến bộ kỹ thuật được áp dụng trong hệ thống IPM để phát triển chiến lược quản lý dịch hại bền vững ở Mỹ, châu Âu, Úc, châu Á, châu Mỹ La tinh và châu Phi đã không có kết quả chung, tuy nhiên có một số thành công phải công nhận là đã giảm được lượng thuốc BVTV sử dụng trên đồng ruộng của rất nhiều chương trình IPM trên toàn cầu. Tại Mỹ và châu Âu đã có đạo luật của chính phủ và có các quy định cụ thể cho việc thi hành và đánh giá chương trình IPM. Đặc biệt ở châu Âu, việc nghiên cứu và áp dụng các tiến bộ kỹ thuật trong IPM được tiến hành cả trong các tổ chức chính phủ, các nhà nghiên cứu, nông dân, các cơ quan tư vấn và thậm chí cả ở những người kinh doanh thuốc và mọi người tham gia đều hướng tới một mục tiêu chung là nhằm giảm sử dụng thuốc BVTV.

Ở các nước đang phát triển, việc tập huấn nông dân về IPM được xúc tiến từ năm 1989, thông qua các lớp huấn luyện nông dân (Farmer Field School - FFS) đã huấn luyện phương pháp quản lý dịch hại tổng hợp đầu tiên là IPM trên cây lúa. Mô hình lớp huấn luyện nông dân đã lan rộng từ châu Á tới châu Mỹ La tinh, châu Phi và Đông Âu. Ở các nước phát triển, hệ thống đánh giá định kỳ của chương trình IPM đã cung cấp các ý kiến phản hồi cho việc cải tiến và hoàn thiện chiến lược IPM trong tương lai, nhưng ở rất nhiều nước đang phát triển thì không có việc đánh giá định kỳ chương trình IPM cho việc hoạch định quy mô và tác động dài hạn.

Chương này cung cấp một cái nhìn tổng quan về chương trình IPM, các chính sách và sự chấp nhận quá trình thực hiện IPM ở Bắc Mỹ, châu Âu, Úc, châu Á, Mỹ La tinh và châu Phi.

1.4.2. Lịch sử phát triển biện pháp quản lý dịch hại tổng hợp ở Việt Nam

Vào những năm 60 và đầu những năm 70 của thế kỷ trước, rầy xanh đuôi đen cùng với bệnh vàng lụi phát triển mạnh ở các tỉnh miền núi, đồng bằng và trung du Bắc Bộ gây thiệt hại lớn trên lúa. Dịch rầy nâu hại lúa cùng với bệnh xoắn lùn ở các tỉnh Nam Bộ và ven biển miền Trung trong những năm 1977 - 1980 gây thiệt hại khoảng 1 triệu tấn thóc. Bọ xít hại lúa ở các tỉnh Nghệ Tĩnh (nay là Hà Tĩnh và Nghệ An), Thanh Hóa trong những năm 1986 - 1987 cũng gây ra những thiệt hại nặng nề, tổn kém về nhân lực và chi phí phòng trừ. Nhiều loài sâu bệnh khác rất phổ biến trên các cây trồng, tuy không phát triển thành dịch nhưng gây hại thường xuyên làm giảm sút năng suất như: Sâu đục thân lúa, bệnh đạo ôn và khô vằn hại lúa, sâu tơ hại bắp cải, sâu xanh hại bông, bệnh chết éo lác, bệnh xoắn lá cà chua, bệnh mốc sương khoai tây, một đục cành cà phê, bệnh vàng lá cam... Thiệt hại do sâu bệnh phá hoại ước tính ở nước ta khoảng 20% sản lượng cây trồng. Nếu tính cả thiệt hại sau thu hoạch thì con số này còn cao hơn nhiều (Nguyễn Công Thuật, 1996).

Đứng trước thiệt hại do dịch hại và hậu quả của thuốc hóa học gây ra đã được biết đến trong nhiều năm qua, nhiều tài liệu, sách báo trong nước đã đề cập đến khái niệm phòng trừ tổng hợp (PTTH) từ giữa những năm 1960 và đầu những năm 1970. Ngay trong chiến dịch phòng chống rầy nâu ở các tỉnh phía Nam (1977 - 1979), Bộ Nông nghiệp đã cho ban hành quy trình PTTH sâu bệnh hại lúa, tuy vậy kết quả nghiên cứu về lĩnh vực này còn ít, nhiều yếu tố tác động của hệ sinh thái tới dịch hại chưa được hiểu rõ, những nghiên cứu về mối quan hệ giữa sâu bệnh và năng suất cây trồng còn ít được nghiên cứu, phổ cập kiến thức về PTTH cho người nông dân còn ít được chú ý. Do đó việc ứng dụng PTTH vào sản xuất còn nhiều hạn chế. Ngoài lúa và bông, các nghiên cứu về PTTH trên các cây trồng khác chỉ mới được bắt đầu.

Để ứng phó với sự gây hại ngày càng tăng của dịch hại, vào cuối những năm 1970 và đầu những năm 1980 đã có những cuộc trao đổi ý kiến trên tạp chí Bảo vệ thực vật về vấn đề này dưới tên gọi “Biện pháp phòng trừ tổng hợp”.

Năm 1980, tác giả Đường Hồng Dật trong cuốn Tuyển tập các công trình nghiên cứu khoa học và kỹ thuật nông nghiệp đã đưa ra định nghĩa về Tổng hợp bảo vệ cây

(IPM) là: Điều khiển các hệ sinh thái nông nghiệp nhằm đạt tới sản lượng và phẩm chất nông sản cao nhất trong từng điều kiện cụ thể bằng cách phối hợp tác động nhiều biện pháp khác nhau một cách hợp lý, trên cơ sở dự tính dự đoán đúng, nắm sát tình hình sâu bệnh và cây trồng, có phân hóa cho phù hợp với khả năng và điều kiện cụ thể ở từng nơi, đảm bảo hiệu quả kinh tế và năng suất lao động cao, đảm bảo bảo vệ môi trường sống và không ngừng cải tiến các hệ sinh thái.

Khái niệm về *Tổng hợp bảo vệ cây* được đưa vào thực tế hoạt động BVTV nước ta vào cuối những năm 70 của thế kỷ XX và dần trở thành hướng phát triển chủ yếu của công tác BVTV cho đến ngày nay. Vào những năm 90 của thế kỷ XX, thuật ngữ *Quản lý dịch hại tổng hợp* -IPM, được đưa vào nước ta và được phổ biến rộng rãi sang những năm đầu của thế kỷ XXI. IPM cũng có những nội dung tương tự như *Tổng hợp bảo vệ cây* (Đường Hồng Dật, 2004).

Trong giai đoạn 1983 - 1985, một số nhà khoa học BVTV của Việt Nam được đi bồi dưỡng ngắn hạn về IPM ở Philippines và cũng có chuyên gia nước ngoài như M. Watt, B. Napompeth đến Việt Nam thuyết giảng các vấn đề liên quan đến IPM, sau đó khoảng 10 năm, môn học Quản lý dịch hại tổng hợp (IPM) chính thức được đưa vào giảng dạy tại trường Đại học Nông nghiệp I cho tới nay.

Theo tài liệu đã công bố của Cục Bảo vệ thực vật Việt Nam thì Khái niệm Quản lý dịch hại tổng hợp (IPM) ở Việt Nam đã được giới thiệu vào đầu những năm 1990. Năm 1994, được Chính phủ cho phép, Bộ NN&PTNT đã thành lập Ban Điều hành Chương trình IPM Quốc gia với sự tham gia đại diện của 9 bộ, ngành, tổ chức xã hội có liên quan: Bộ NN&PTNT, Bộ Kế hoạch và Đầu tư, Bộ Tài nguyên và Môi trường, Bộ Y tế, Bộ Tài chính, Bộ Giáo dục và Đào tạo, Hội Nông dân Việt Nam, Hội Liên hiệp Phụ nữ Việt Nam, Trung ương Đoàn thanh niên Cộng sản Hồ Chí Minh. Sau khi thành lập Ban Điều hành Chương trình IPM Quốc gia thì nhiều tỉnh, thành phố cũng đã thành lập Ban Điều hành Chương trình IPM của tỉnh, thành phố.

Thống kê chung trên toàn Việt Nam thực hiện IPM lúa từ 1996 - 2006 đã có 15 chương trình/ dự án hỗ trợ cho chương trình IPM Việt Nam trong đó các tổ chức, quốc gia tài trợ chính gồm Tổ chức FAO, Đan Mạch, Na Uy, Úc, Hà Lan, Cộng đồng châu Âu... cụ thể: tổ chức DANIDA hỗ trợ Sản xuất rau an toàn; FAO hỗ trợ cho chương trình IPM lúa, bông, rau an toàn. CIP (Trung tâm Cây có củ quốc tế) hỗ trợ ICM khoai lang; Hà Lan hỗ trợ ICM khoai tây; Chương trình Bảo tồn, ứng dụng và Phát triển đa dạng sinh học châu Á (BUCAP) hỗ trợ IPM trên cây bông vải, IPM trên cây chè, IPM Cộng đồng... Các kết quả đào tạo nông dân được trình bày tại bảng 1.1. (Cục BVTV, 2006).

Chương trình FAO liên quốc gia về phát triển và áp dụng IPM trên rau tại vùng Đông Nam châu Á đã và đang hỗ trợ Việt Nam triển khai nhiều hoạt động IPM trên rau: Chương trình bắt đầu thực hiện từ năm 1996 và được chia làm 2 giai đoạn: Giai đoạn I (1996 - 2000) được thực hiện trên 61 tỉnh thành của Việt Nam với trọng tâm là đào tạo các giảng viên IPM nguồn và mở các lớp huấn luyện nông dân IPM rau tại các tỉnh.

Giai đoạn II (2001 - 2007) xây dựng chiến lược hỗ trợ và gắn kết với chương trình rau an toàn của Việt Nam. Trong nửa đầu của giai đoạn II (2001 - 4/2005) các hoạt

động của chương trình tập trung chủ yếu ở 18 tỉnh trọng điểm trồng rau (Hà Nội, Hải Dương, Hải Phòng, Vĩnh Phúc, Bắc Ninh, Hưng Yên, Lào Cai, Nghệ An, Đà Nẵng, Quảng Nam, Lâm Đồng, Thành phố HCM, Tiền Giang, Sóc Trăng, Cần Thơ, Hậu Giang và An Giang). Bên cạnh đó còn phối hợp với Chi cục BVTV và các nhóm nông dân sử dụng chế phẩm NPV trừ sâu xanh và sâu khoang. Phối hợp với Chi cục BVTV Lâm Đồng nhân nuôi thành công ong ký sinh chuyên tính sâu tơ (*Diadegma semiclausum*) có khả năng khống chế số lượng sâu tơ ở vùng cao, ngoài ra còn kết hợp với Trung tâm BVTV phía Bắc và Đại học Nông Lâm Thủ Đức nhân nuôi loài ong ký sinh sâu tơ (*Diadegma insulare*) có khả năng khống chế sâu tơ ở những vùng đồng bằng có khí hậu nóng ẩm.

Việt Nam đã có chương trình IPM trên cây bông từ năm 1996 - 2006: đã đào tạo được 174 giảng viên cho 14 tỉnh: Sóc Trăng, Đắk Lắk, Gia Lai, Đồng Nai, Bình Dương, Bình Phước, Phan Thiết, Ninh Thuận, Phú Yên, Quảng Ngãi, Quảng Nam, Bình Định, Bà Rịa, Vũng Tàu và Sơn La; Mở được 297 lớp huấn luyện nông dân (FFS), huấn luyện được 7.415 nông dân, sản xuất bông giảm sử dụng 66% lượng thuốc trừ dịch hại, năng suất tăng trung bình 16%, lợi nhuận thu được trên 1ha tăng 30%.

Thực hiện IPM trên cây chè nhận được sự tài trợ từ tổ chức CIDSE bắt đầu hỗ trợ cho sản xuất chè ở tỉnh Thái Nguyên từ năm 1996 và từ 1999 đến nay hỗ trợ thêm cho tỉnh Phú Thọ. Ngoài ra chương trình IPM Quốc gia cũng hỗ trợ cho lớp IPM chè tại Hà Giang, Tuyên Quang, Yên Bái và Lâm Đồng, hoạt động chính là: Đào tạo giảng viên (TOT) và huấn luyện nông dân (FFS), tập trung áp dụng các kỹ thuật mới như: Cải tiến các biện pháp canh tác như bón phân cân đối, tăng cường sử dụng phân ủ, trồng cây che bóng, tưới nước hợp lý... Để cho cây trồng khỏe, tăng năng suất, tăng khả năng chống chịu của cây đối với sâu bệnh, cải thiện môi trường cho các loài thiên địch phát triển từ đó làm giảm khả năng gây hại của sâu, bệnh. Ngoài ra còn áp dụng sản xuất chè hữu cơ, đào tạo được nhiều giảng viên chính và 234 giảng viên nông dân, đã có trên 10.000 nông dân tham gia, nhiều câu lạc bộ, nhóm nông dân được thành lập, giảm số lần sử dụng thuốc BVTV từ 50 - 60%. Giảm chi phí BVTV trung bình 639.400 đồng/ha. Năng suất chè búp tươi tăng trung bình từ 1,2 - 1,8 tấn/ha. Năng mức lãi lớn (3.600.000 - 5.670.000 đồng/1ha).

IPM Cộng đồng hoạt động với mục tiêu nhằm thể chế hóa IPM ở cấp địa phương bằng cách giúp người nông dân làm chủ được quá trình lập kế hoạch và thực hiện các chương trình IPM của chính họ, là một chiến lược phát triển nông nghiệp bền vững, trong đó người nông dân, hành động dựa trên sáng kiến và phân tích của chính họ, xác định và giải quyết những vấn đề phù hợp. Thực hiện chương trình IPM của chính họ bao gồm các nghiên cứu và các hoạt động đào tạo và tuyên truyền, huy động sự hỗ trợ của các tổ chức ở địa phương, thành lập và chấp nhận các tổ chức ở địa phương có tác dụng làm nâng cao ảnh hưởng của người nông dân trong quá trình ra quyết định sản xuất tại địa phương.

Tuy nhiên, nhiều hộ nông dân đã được học nhưng áp dụng kỹ thuật IPM chưa đầy đủ hoặc IPM cụ thể hóa bằng các quy trình thâm canh cây trồng bền vững, ứng phó với biến đổi khí hậu (ba giảm - ba tăng; một phải - năm giảm, canh tác lúa cải tiến (SRI), phòng trừ sinh học, bảo tồn ứng dụng đa dạng nguồn gen cây trồng ở cộng đồng...).

Chương trình IPM thời gian qua chỉ tập trung nhiều vào cây lúa, tiếp đến là cây rau, bông, chè, các cây trồng khác còn hạn chế (như cây cà phê, tiêu, điều, cây ăn quả...).

Sau nhiều năm hoạt động, IPM trên cây lúa được phát triển cụ thể thành các quy trình thâm canh bền vững, ứng phó với biến đổi khí hậu như “Ba giảm, ba tăng”; Hệ thống canh tác lúa cải tiến (viết tắt là SRI), “Một phải, năm giảm”...

Bảng 1.1. Kết quả đào tạo của chương trình IPM Việt Nam

Tên cây trồng được huấn luyện IPM	Số giảng viên chính được đào tạo	Số giảng viên nông dân được đào tạo	Số lớp huấn luyện nông dân	Số nông dân được huấn luyện
Lúa	1.661	5.425	29.097	872.910
Rau	552	266	1.592	47.760
Bông vải	168	42	328	8.355
Chè	58		374	10.095
Ngô	40			
Khoai lang	12			
Cam quýt	10			

Thống kê chung, trên toàn bộ đất nước, IPM lúa của Cục BVTV (2006), cho biết:

Trên 90% số xã trồng lúa đã có lớp IPM;

Trên 10% số hộ ND đã được học IPM;

Lượng thuốc trừ dịch hại trên lúa giảm 40 - 50% (nhiều địa phương đã giảm 70 - 80% so với trước năm 1995);

Những diện tích áp dụng IPM năng suất tăng xấp xỉ 10%;

Hiệu quả kinh tế tăng từ 350.000 - 700.000đồng/ha.

Chương trình IPM ở Việt Nam có hiệu quả về nhiều mặt:

Hiệu quả kinh tế (chi phí BVTV giảm khoảng 50%, năng suất tăng 10 - 15%, lợi nhuận tăng trên 15%);

Hiệu quả về môi trường (bảo vệ thiên địch, môi trường sống, sản phẩm nông nghiệp an toàn);

Hiệu quả về xã hội (thu hút mọi người không kể tuổi, giới tham gia, gắn bó trong cộng đồng, nâng cao dân trí, xoá đói giảm nghèo...).

Bảng 1.2. Kết quả hợp phần IPM do tổ chức Danida tài trợ (2000 - 2005)

Tỉnh	Lớp Huấn luyện nông dân			Lớp nghiên cứu đồng ruộng		
	Số lớp	Số ND được học	% thực hiện	Số lớp	Số ND tham gia	% thực hiện
25 tỉnh mới	2.382	71.226	149	96	6.260	60
4 tỉnh trọng điểm*	6.613	198.773	77	1.606	29.425	219

Bảng 1.3. Kết quả đánh giá tác động của chương trình IPM

Chỉ tiêu	Điều tra cơ bản đầu kỳ	Đánh giá giữa kỳ	Đánh giá do tư vấn độc lập tiến hành
Thuốc trừ sâu	- 63%	- 69%	- 63%
Tất cả các loại thuốc	- 22%	- 40%	- 47%
Tăng năng suất	13%	21%	20%

Ghi chú: (-) là % giảm

Nguồn: Cục BVTV, 2006

Kết quả đánh giá tác động của chương trình IPM từ 1996 - 2013 được thực hiện bởi 2 nhóm: Nhóm 1 đánh giá giữa kỳ và điều tra cơ bản đầu kỳ có sự tham gia của người nông dân và nhóm 2 đánh giá do tư vấn độc lập tiến hành bao gồm các chuyên gia nước ngoài không có nông dân tham gia. Kết quả đánh giá của hai đoàn cho kết quả tương tự cụ thể do được huấn luyện về chương trình IPM mà lượng thuốc sâu nông dân sử dụng giảm từ 63 - 69% so với canh tác truyền thống (FP), tính chung cho tất cả các thuốc trừ dịch hại cây trồng giảm được 40 - 47%, năng suất cây trồng tăng 13 - 21% (Nguồn: Chương trình IPM Quốc gia, 2014).

CÂU HỎI ÔN TẬP CHƯƠNG 1

1. Dịch hại là gì? Hãy cho biết thành phần và những đặc điểm cơ bản của từng nhóm dịch hại và tác hại của chúng đối với cây trồng nông nghiệp?
2. Hãy trình bày sự cần thiết phải áp dụng biện pháp quản lý dịch hại tổng hợp? Phân biệt sự giống và khác nhau giữa PC, IPC và IPM và những thành tựu của IPM Việt Nam đã đạt được.
3. Hãy cho biết lịch sử phát triển của quản lý dịch hại tổng hợp ở Việt Nam và trên thế giới? Những thành tựu đã đạt được.

Phần B

NỘI DUNG CƠ BẢN CỦA QUẢN LÝ DỊCH HẠI TỔNG HỢP

Chương 2

CƠ SỞ KHOA HỌC CỦA QUẢN LÝ DỊCH HẠI TỔNG HỢP

Chương 2 đề cập tới hệ sinh thái tự nhiên, hệ sinh thái nông nghiệp và sự tồn tại tự nhiên của dịch hại cây trồng. Để quản lý được dịch hại thì cần xác định đúng đắn cơ sở khoa học của quản lý dịch hại là gì. Đó chính là đặc điểm sinh học phát triển và các mối quan hệ vô cùng phức tạp của dịch hại đối với các yếu tố môi trường mô sinh và hữu sinh.

2.1. DỊCH HẠI CÂY TRỒNG LÀ TRẠNG THÁI TỰ NHIÊN CỦA HỆ SINH THÁI NÔNG NGHIỆP

2.1.1. Hệ sinh thái tự nhiên

Hệ sinh thái là một hệ thống tự nhiên được hình thành do sự tác động tương tác giữa các yếu tố hữu sinh và vô sinh trong một khu vực xác định. Các yếu tố hữu sinh bao gồm cây, côn trùng (sâu hại, thiên địch), vi sinh vật và các sinh vật khác. Các yếu tố vô sinh gồm các yếu tố thời tiết như: Nhiệt độ, ẩm độ tương đối, gió, nắng, mưa, đất và nước. Mỗi một yếu tố đều có đặc điểm và vai trò riêng trong hệ sinh thái, như một hàm số của thời gian và địa điểm sẽ ảnh hưởng đến quần thể và sự phân bố của các sinh vật. Thuật ngữ hệ sinh thái còn bao hàm cả các nguồn dinh dưỡng và luồng năng lượng trong hệ thống đó.

Các loài sinh vật phân bố trong một sinh cảnh, có những mối tương tác lẫn nhau được gọi là một quần xã sinh vật. Một quần xã sinh vật cùng với môi trường vật lý tạo nên một hệ sinh thái. Hệ sinh thái bao gồm tất cả các sinh vật và các yếu tố vô sinh của một khu vực nhất định có sự tác động qua lại, trao đổi chất và năng lượng với nhau. Có hai hệ sinh thái phổ biến là hệ sinh thái tự nhiên và hệ sinh thái nông nghiệp. Hệ sinh thái tự nhiên được hình thành từ xa xưa, ví dụ như rừng tự nhiên, không bị tác động bởi con người. Đặc điểm chung nhất của hệ sinh thái này là có sự đa dạng loài sinh vật, mối quan hệ giữa các loài là tương đối bền vững, hài hòa, tạo nên một cân bằng sinh học tự nhiên.

Mỗi hệ sinh thái đều diễn biến không ngừng về số lượng, vị trí, vai trò và cường độ của từng yếu tố trong hệ sinh thái. Những yếu tố này liên tục biến đổi và phát triển. Chúng tạo nên một hệ thống sống và luôn thay đổi.

Mỗi hệ sinh thái đều chứa đựng cấu trúc có thứ bậc, chẳng hạn: cây tạo ra nguồn thức ăn là rau, rau lại được dùng để làm thức ăn cho động vật ăn cỏ. Động vật ăn cỏ (trong đó có các loài dịch hại) ăn cây bằng nhiều cách khác nhau. Ngược lại, động vật ăn cỏ lại làm thức ăn cho động vật ăn thịt (trong đó có các loài thiên địch), mà những động vật ăn thịt này một lần nữa lại có thể bị những con khác ăn. Cuối cùng, tất cả các sinh vật đều làm thức ăn cho thể phân huỷ.

Trong hệ sinh thái, nước bốc hơi từ các quần xã sinh vật và từ bề mặt trái đất rồi rơi xuống trở lại dưới dạng mưa hay tuyết, bổ sung nước cho các môi trường cạn và môi trường nước. Đất được tạo thành từ những lớp đá phong hóa và những vật chất hữu cơ thối rữa tạo nên khoáng chất dinh dưỡng cho cây. Thực vật hấp thụ năng lượng ánh sáng mặt trời và khí cacbonic trong quá trình quang hợp và sử dụng các chất vô cơ từ môi trường để cho sự phát triển. Năng lượng tích lũy trong cơ thể thực vật, được động vật sử dụng dưới dạng thức ăn hay được giải phóng dưới dạng nhiệt theo quy luật của chu trình tuần hoàn vật chất của cơ thể sống, hoặc sau khi chúng chết và bị phân hủy. Cây hấp thụ khí cacbonic và giải phóng ôxy trong quá trình quang hợp, trong khi động vật và các loài nấm hấp thụ khí ôxy và thải ra khí cacbonic trong quá trình hô hấp của mình. Các chất khoáng như: nitơ, photpho được trao đổi theo chu trình tuần hoàn giữa các thành phần sống và không sống của hệ sinh thái (Phạm Bình Quyền, 2006).

Trong một quần xã sinh vật, mỗi loài sử dụng một nhóm những tài nguyên nhất định, tạo thành ổ sinh thái của loài đó. Ổ sinh thái cho một loài thực vật có thể bao gồm loại đất mà loài đó sinh sống, lượng ánh sáng mặt trời và độ ẩm mà loài đó cần, kiểu hệ thống thụ phấn của loài và cơ chế phát tán của hạt cây. Ổ sinh thái của một loài động vật có thể bao gồm kiểu của nơi sinh sống của loài, biên độ nhiệt độ mà loài đó có thể sống được, các loại thực phẩm và lượng nước mà chúng cần. Bất cứ thành phần nào của ổ sinh thái đều là nguồn tài nguyên có giới hạn và do đó có ảnh hưởng đến giới hạn kích thước của quần thể. Ví dụ, những quần thể của các loài dơi được đặc trưng bởi nhu cầu có nơi để ngủ, chúng chỉ ngủ trong những hang đá vôi. Như vậy, quần thể của dơi bị giới hạn bởi tổng số hang đá vôi có điều kiện phù hợp, để chúng có thể trú ngụ (Phạm Bình Quyền, 2006).

Ổ sinh thái thường bao gồm các giai đoạn của diễn thế mà loài đó tồn tại. Diễn thế là một quá trình tuần tự về thay đổi thành phần loài, cấu trúc quần xã sinh vật và những đặc tính vật lý xuất hiện khi có những sự xáo trộn do thiên nhiên hay do con người đối với quần xã sinh học. Một loài nhất định nào đó thường gắn liền với một giai đoạn của diễn thế. Ví dụ, những con bướm ưa nắng và những cây hàng năm thường tìm thấy bướm rất nhiều trong những giai đoạn đầu của quá trình diễn thế khi xuất hiện những khoảng trống trong những cánh rừng cổ thụ. Các loài khác, kể cả những loài hoa có thể phát triển trong bóng râm, những loài chim làm tổ trong hốc thân cây đã chết thì thường tìm thấy trong những giai đoạn muộn hơn của quá trình diễn thế.

Hoạt động của con người thường làm trái với kiểu diễn thế của thiên nhiên, những đồi trọc do bị chặt đốn hết cây bụi và những cánh rừng bị khai thác chọn lọc hết những cây gỗ to sẽ không bao giờ có được những loài động vật quý hiếm mà theo quy luật thường có trong giai đoạn diễn thế muộn.

Các bậc dinh dưỡng: Các loài trong một quần xã sinh vật có thể được xếp loại theo cách chúng thu nhận năng lượng từ môi trường, hình thành các bậc dinh dưỡng. Bậc 1 bao gồm các loài quang hợp (được gọi là vật sản xuất sơ cấp), trực tiếp nhận năng lượng từ mặt trời để tổng hợp nên những phân tử hữu cơ cần thiết cho sự sống. Chúng là những thực vật bậc cao, thực vật hạ trần và dương xỉ ở môi trường cạn và các loài cỏ

biển, các loài tảo đơn bào là những vật sản xuất sơ cấp ở môi trường nước. Bậc 2 là các loài động vật ăn cỏ (còn gọi là những sinh vật tiêu thụ sơ cấp) ăn những loài thực vật có khả năng quang hợp. Bậc 3 là các động vật ăn thịt (còn gọi là những vật tiêu thụ thứ cấp hay vật săn mồi) ăn những loài động vật khác. Những động vật ăn thịt sơ cấp (như các loài cáo, mèo) ăn thịt những loài động vật cỡ nhỏ ăn cỏ (như chuột, thỏ), trong khi đó những loài động vật ăn thịt thứ cấp (như một số loài rắn) ăn thịt một số loài động vật ăn thịt khác (như chuột, ếch, nhái). Những loài động vật ăn thịt thường là những vật săn mồi. Trong số này có một số loài là động vật ăn tạp, chúng ăn cả thực vật. Nhìn chung động vật săn mồi thường có kích thước lớn hơn và mạnh hơn những loài vật mồi của chúng, nhưng mật độ thường ít hơn rất nhiều so với mật độ vật mồi. Các loài động vật ký sinh như: muỗi, ve bét, giun sán ký sinh đường ruột và các loài vi sinh vật gây bệnh như vi khuẩn thường nhỏ hơn vật chủ của chúng và chúng không thể giết chết con mồi của chúng ngay lập tức. Các vật ký sinh đóng vai trò quan trọng trong việc kiểm soát mật độ vật chủ của chúng. Khi số lượng cá thể trong quần thể vật chủ đạt mức cao, các vật ký sinh có thể dễ dàng lây lan từ vật chủ này đến vật chủ khác làm cho tỷ lệ vật chủ bị nhiễm bệnh cao hơn và cuối cùng là dẫn đến việc suy giảm mật độ cá thể trong quần thể vật chủ. Bậc dinh dưỡng trên và trên nữa là các loài động vật tiêu thụ thứ cấp hay vật săn mồi.

Sinh vật phân hủy (hoại sinh) là những loài sống trên những xác cây và xác động vật đã chết, cũng như các chất thải, chúng phá vỡ những mô tế bào phức tạp và các phân tử hữu cơ, giải phóng các chất khoáng như nitơ và photpho... những chất này được thực vật và tảo sử dụng trở lại. Sinh vật phân hủy đóng vai trò quan trọng nhất là nấm và vi khuẩn, nhiều loài khác cũng tham gia vào việc phân hủy các chất hữu cơ. Ví dụ, những con chim quạ ăn thịt các động vật đã chết, có một số loài bọ ăn phân động vật, giun đất phân hủy các lá rụng và các chất hữu cơ trong đất. Nếu như không có các vật phân hủy chất hữu cơ và tái chế thành các chất khoáng hoàn trả cho đất thì sự phát triển của thực vật sẽ bị suy giảm nghiêm trọng.

Cơ sở liên hệ giữa các loài sinh vật riêng biệt trong quần xã sinh vật là chuỗi thức ăn hoặc là chuỗi dinh dưỡng, thuật ngữ này lần đầu tiên do Elton đề ra vào năm 1927.



Hình 2.1. Chuỗi thức ăn

Nguồn: Triyanto, Lindsay trong cuốn IPM khoai lang, 2000

Thường mắt xích đầu tiên trong chuỗi thức ăn là thực vật có sinh khối lớn nhất (khối lượng tươi sống) và đỉnh thường là động vật ăn thịt hoặc con người với tổng sinh khối nhỏ nhất. Trong bất kỳ một quần xã nào, những động vật ăn cỏ thường có sinh khối lớn hơn là động vật ăn thịt, hoặc những động vật ăn thịt sơ cấp có sinh khối lớn hơn so với động vật ăn thịt thứ cấp. Nhu cầu thực sự của các loài trong chuỗi thức ăn hay những địa điểm có thể nuôi sống được chúng trong các bậc dinh dưỡng thường bị giới hạn rất nghiêm ngặt. Một số loài côn trùng nhỏ chỉ ăn trên một loại thực vật nhất định và một số loài thiên địch chỉ ký sinh ở một số loài sâu xác định hoặc một số loài côn trùng bắt mồi chỉ ăn một số loài sâu bọ nhất định. Những mối quan hệ trong các cấp bậc dinh dưỡng như vậy tạo thành *chuỗi thức ăn* (Hình 2.1). Nhu cầu sinh thái đặc thù của mỗi loài là yếu tố quan trọng khống chế sự bùng phát số lượng của từng loài trong quần xã. Hiện trạng rất phổ biến trong nhiều quần xã sinh học là một loài có thể sử dụng nhiều loài thức ăn thuộc thành viên của các bậc dinh dưỡng thấp hơn trong chuỗi thức ăn và đồng thời chúng lại là vật mồi của những động vật bắt mồi thuộc bậc dinh dưỡng cao hơn so với chúng. Do vậy mà một sự mô tả chính xác về cơ cấu tổ chức của các quần xã sinh học là *mạng lưới thức ăn*, trong đó các loài liên hệ với nhau bằng mối quan hệ dinh dưỡng phức tạp trong chuỗi. Các loài trong cùng bậc dinh dưỡng hầu như cùng sử dụng những nguồn tài nguyên giống nhau trong môi trường, nên chúng thường có sự cạnh tranh thức ăn (cạnh tranh khác loài).

2.1.2. Hệ sinh thái nông nghiệp

Một hệ sinh thái nông nghiệp (HSTNN) được mô tả đặc điểm theo một thành phần cấu tạo đơn giản hơn nhiều (nếu nói về số loài trong hệ thống và sự đơn giản tương đối của luồng năng lượng) so với hệ sinh thái tự nhiên và HSTNN có tính ổn định cao hơn. Vì vậy hệ sinh thái nông nghiệp cần nguồn năng lượng để duy trì sự cân bằng. Mặc dù hệ sinh thái lúa nước là hệ sinh thái nhân tạo, nhưng có thành phần cấu tạo khá phức tạp, gồm các yếu tố hữu sinh và vô sinh, mang lại cho nó sự bền vững tương đối. Tuy nhiên, việc sử dụng thuốc trừ dịch hại thiếu cân nhắc cũng phá vỡ sự cân bằng này do thuốc BVTV tiêu diệt thiên địch và các sinh vật khác trên ruộng lúa.

Trong hệ sinh thái nông nghiệp, nếu thiên địch không tồn tại, số lượng dịch hại sẽ tăng cao và phá hủy cây trồng. Nhưng nếu không còn cây trồng, dịch hại cũng sẽ chết vì đói. Nhiều loài thiên địch không chuyên tính nên khi không có sâu hại, chúng sẽ ăn những sinh vật khác, chẳng hạn như thể phân huỷ hay là những động vật ăn sinh vật nổi. Vì vậy, chúng hình thành một cơ chế bảo vệ quan trọng trên ruộng.

Tất cả các yếu tố trong hệ sinh thái đều gắn chặt với nhau, sự rối loạn của một yếu tố sẽ xáo trộn toàn bộ sự cân bằng.

Hệ sinh thái nông nghiệp thường trước đây là hệ sinh thái tự nhiên, nhưng do nhu cầu sinh sống con người đã khai thác như đốn chặt cây rừng, lập hệ thống mương máng, cày bừa gieo trồng các loài cây trồng, khi trồng cây con người đã phải sử dụng phân bón, thuốc trừ dịch hại điều này đã làm thay đổi một cách sâu sắc hệ sinh thái tự nhiên.

Điểm khác biệt cơ bản là hệ sinh thái này thường rất nghèo về thành phần loài sinh vật, nhưng mật độ trong quần thể của một số loài như dịch hại trên cây trồng thường rất cao so với các loài tiêu thụ bậc 2 là những loài sinh vật bắt mồi.

Do nghèo nàn về đa dạng loài sinh vật nên hệ sinh thái nông nghiệp thường kém bền vững. Hà Quang Hùng (1998) tóm lược đặc điểm của hai hệ sinh thái như sau:

Bảng 2.1. Đặc điểm của hệ sinh thái tự nhiên và hệ sinh thái nông nghiệp

Hệ sinh thái tự nhiên	Hệ sinh thái nông nghiệp
Sự sống của các cộng đồng sinh vật được kéo dài	Chủ yếu cung cấp sản phẩm cây trồng và vật nuôi cho con người (chu trình vật chất không khép kín vì từng thời gian sinh khối của cây trồng, vật nuôi bị con người lấy đi)
Hệ sinh thái tự phục hồi	Hệ sinh thái thứ cấp do lao động của con người tạo nên. Các vật tư nông nghiệp (hóa chất, máy...) là năng lượng, vật chất đưa thêm vào chu trình trao đổi của hệ sinh thái để bù vào phần năng lượng và vật chất bị lấy đi theo sản phẩm thu hoạch
Hệ sinh thái già, phức tạp về thành phần loài, sinh trưởng chậm, năng suất thấp nhưng ổn định	Là hệ sinh thái trẻ có năng suất cao hơn nhưng kém ổn định

Điểm khác biệt cơ bản giữa 2 hệ sinh thái là thay đổi đa dạng loài sinh vật theo hướng nghèo đi và sự chậm trễ hoặc không thể thiết lập được cân bằng sinh học trong hệ sinh thái nông nghiệp. Hệ sinh thái tự nhiên thường đa dạng và phức tạp về thành phần loài thực vật và động vật hơn hệ sinh thái nông nghiệp. Quan điểm quản lý dịch hại đã được tranh luận cho rằng đa dạng loài trong hệ sinh thái thì ít chịu đựng sự tấn công khốc liệt của các loài dịch hại hơn là trồng thuần. Có rất nhiều ý kiến cho rằng sự đa dạng, bền vững đều dựa trên hệ sinh thái tự nhiên còn hệ sinh thái nông nghiệp không ổn định là do một loạt các hoạt động của con người. Tóm lược lưới thức ăn trong hệ sinh thái nông nghiệp được trình bày tại hình 2.2.

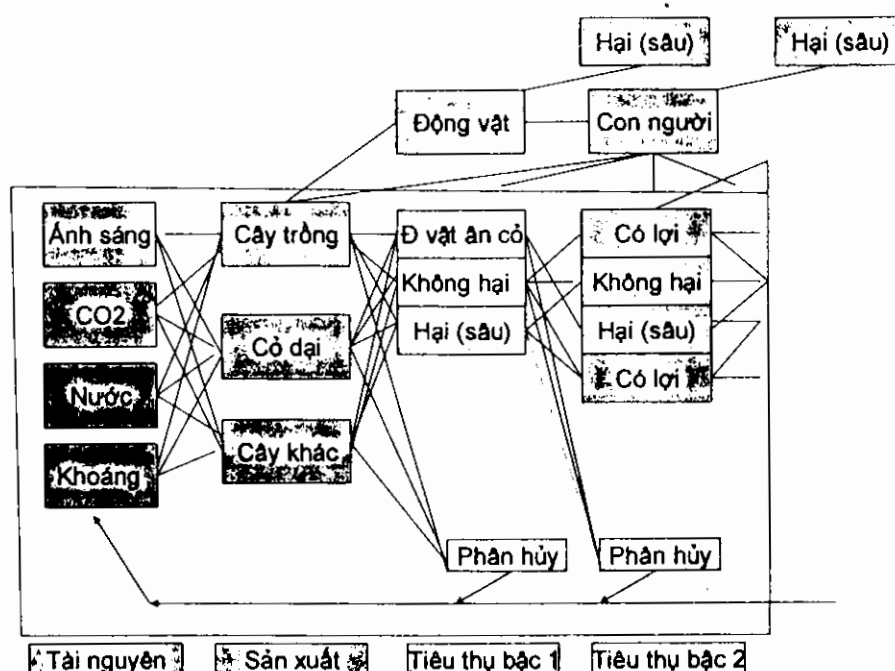
Toàn bộ nguồn tài nguyên và năng lượng chuyển từ trái sang phải, trừ dinh dưỡng khoáng.

Mục tiêu của IPM là làm tăng cường sự đa dạng và lành mạnh hơn HSTNN, giúp cho cân bằng sinh học được giữ vững và ổn định, đảm bảo số lượng các loài thiên địch có đủ khả năng khống chế số lượng dịch hại, giảm sử dụng thuốc BVTV, giảm ô nhiễm môi trường, tăng hiệu quả kinh tế cho sản xuất nông nghiệp, vậy làm thế nào để đạt được điều đó.

Một hệ sinh thái lành mạnh là hệ sinh thái có mức độ đa dạng cao cả về số lượng loài và đa dạng nguồn gen giữa các cá thể trong cùng một quần thể. Thực tế, điều đó có nghĩa là chúng ta có thể nhìn thấy nhiều loại cây và động vật khác nhau trong một hệ sinh thái. Một số động vật có ích bao gồm giun đất giúp tăng độ màu mỡ của đất và thiên địch như: nhện, bọ rùa, bọ chân chạy, ếch, thằn lằn giúp khống chế số lượng của quần thể sâu hại. Nếu chúng ta không tìm thấy nhiều loài có ích này trong hệ sinh thái nông nghiệp thì tức là hệ sinh thái này có vấn đề do một trong những nguyên nhân sau gây ra:

Dùng quá nhiều thuốc trừ dịch hại nên giết chết các loài sinh vật có ích.

Không có đủ thức ăn cho thiên địch. Giai đoạn ấu trùng của hầu hết các thiên địch ăn những động vật khác như sâu và rầy hại lá, trong khi đó các con trưởng thành có thể sống bằng mật hoặc phấn hoa của các cây dại trong môi trường. Con trưởng thành cần ăn loại thức ăn thích hợp để có thể đẻ trứng và sinh ra thế hệ sau. Vì vậy, sự đa dạng của cây là cần thiết để duy trì quần thể của những thiên địch này. Cây trong một hệ sinh thái nông nghiệp càng đa dạng bao nhiêu, quần thể thiên địch càng đa dạng bấy nhiêu. Do vậy, có khả năng là quần thể sâu hại sẽ bị kiểm soát một cách tự nhiên.



Hình 2.2. Lưới thức ăn trong hệ sinh thái nông nghiệp

Nguồn: Norris và cs., 2003

Cấu trúc đất cũng hỗ trợ cho đời sống của giun và các côn trùng sống trong đất: hàm lượng các chất hữu cơ thấp hoặc ruộng bị ngập nước kéo dài, đất trở nên cứng và thiếu oxy là điều kiện không thuận lợi cho sinh vật sống trong đất. Việc các sinh vật trong đất biến mất sẽ làm đất thêm xấu đi. Vì vậy, việc bổ xung các chất hữu cơ thường xuyên và giữ đất ở một ẩm độ thích hợp cũng là một cách làm cho các sinh vật sống trong đất được phong phú hơn, hỗ trợ cho cây trồng khỏe hơn.

2.1.3. Dịch hại cây trồng là trạng thái tự nhiên của hệ sinh thái nông nghiệp

Có nhiều câu hỏi đặt ra trong hệ sinh thái nông nghiệp cũng như trong sản xuất nông nghiệp. Ví dụ: Dịch hại là gì? Có phải lúc nào dịch hại cũng có hại? Để trả lời đúng và đầy đủ hai câu hỏi trên, ta nên nhìn lại lịch sử nghề trồng trọt từ hơn 10.000 năm lại đây, trong cuộc đấu tranh không mệt mỏi với các loài sinh vật hại bao gồm

động vật hại (côn trùng, nhện hại, chim, chuột, ốc, tuyến trùng...); vi sinh vật gây bệnh (nấm, vi khuẩn, virus,...) và cỏ dại. Tất cả chúng được gọi là dịch hại. Từ khóa dịch hại được hiểu là các sinh vật đã lấy đi sản phẩm cây trồng hoặc bộ phận của cây trồng làm cho năng suất và chất lượng sản phẩm bị sụt giảm.

Tùy theo vùng sinh thái, mùa vụ, loại cây trồng, giai đoạn phát triển của cây trồng mà từng nhóm các loài dịch hại gây nên tổn thất cho cây trồng nhiều hay ít.

Tổng hợp của Oerke (2005), cho thấy trong các năm 2001 - 2003 trên thế giới, thiệt hại do dịch hại gây ra cao hơn so với công bố được trích dẫn của Cramer (1967), thiệt hại tiềm năng do dịch hại gây ra với lúa mì là 50%, bông là 80%, trong khi thiệt hại được tính toán thực là 26 - 29% cho đậu tương, lúa mì và bông và 31%, 37% và 40% là thiệt hại tương ứng cho ngô, lúa nước, khoai tây. Chung nhất, trong 3 nhóm dịch hại thì cỏ dại gây hại tiềm năng cao nhất (34%), sau đó đến động vật hại (18%) và cuối cùng là vi sinh vật hại (16%). Mặc dù lượng thuốc trừ dịch hại sử dụng đã tăng rõ rệt nhưng thiệt hại do dịch hại không giảm một cách đáng kể.

Thiệt hại cây trồng trong hệ sinh thái nông nghiệp gồm hai nhóm yếu tố gây ra đó là: vô sinh và hữu sinh.

Nhóm yếu tố vô sinh gồm: Nước (hạn hán, lũ lụt); Nhiệt độ (quá lạnh hay quá nóng); Đất (khô cằn thiếu màu mỡ, thiếu dinh dưỡng); Ánh sáng (thiếu hoặc thừa ánh sáng).

Nhóm yếu tố hữu sinh gồm:

- Vi sinh vật (gây bệnh hại): virus, vi khuẩn, nấm...
- Động vật: côn trùng (sâu hại); ve bét (nhện nhỏ hại), thân mềm (ốc và ốc sên); chim, chuột...
- Cỏ dại: cỏ 1 lá mầm, cỏ 2 lá mầm.

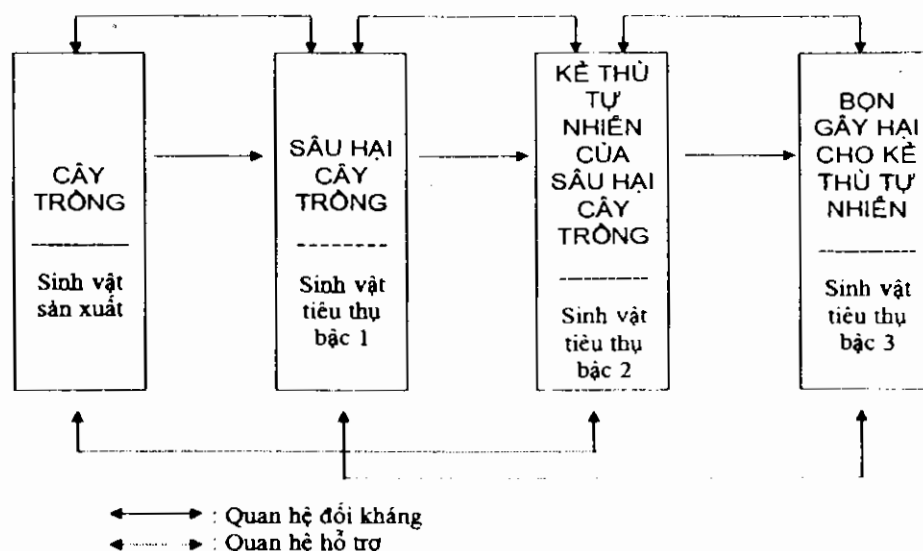
Đối với cây trồng cũng vậy, xung quanh nó là rất nhiều loài sinh vật cùng tồn tại, có loài như vi sinh vật phân hủy chẳng hạn giúp cho cây trồng dễ dàng thu nhận các khoáng chất để phát triển, nhiều loài côn trùng ăn cỏ dại làm cho cỏ dại trở nên yếu thế nên đã làm giảm sự cạnh tranh của cỏ dại đối với cây trồng, tạo cho cây trồng phát triển, nhưng bên cạnh đó cũng có một số loài động vật hoặc vi sinh vật khác lại sử dụng cây trồng làm thức ăn, trực tiếp làm tổn hại đến cây trồng, nhưng chúng cũng đồng thời làm thức ăn cho các loài động vật hay vi sinh vật ký sinh...

Như vậy, trong sinh giới, mỗi một loài sinh vật trong quá trình phát triển đều có các loài tương hỗ hay đối kháng, việc coi loài này là có lợi hay là dịch hại là theo khía cạnh lợi ích của con người, các loài sinh vật đó đều cần thiết cho quá trình phát triển của hệ sinh thái. Vì thế dịch hại cây trồng là điều tất nhiên của hệ sinh thái.

Nói về tác hại của một loài sinh vật nào đó, thực ra đó là xem xét dưới góc độ lợi ích của con người. Trong thiên nhiên không có loài sinh vật nào hoàn toàn có lợi cũng như không có loài sinh vật hoàn toàn có hại, mà tất cả các loài sinh vật đều tham gia và đều có chức năng riêng trong quá trình tuần hoàn vật chất, đảm bảo cho sinh giới phát triển hài hòa. Đó là bản chất của tự nhiên. Trong quá trình phát triển lịch sử, từng loài

đã phát triển thích nghi để có được bên mình các mối quan hệ, tương tác với tập hợp các loài khác. Nhờ đó chúng mới tồn tại và phát triển cho đến ngày nay.

Trong suốt hơn 1 thế kỷ qua, con người đã từng bước nâng cao nhận thức của mình thông qua những tiến bộ trong Phòng trừ dịch hại (PC) đến Phòng trừ tổng hợp dịch hại (IPC) ở những năm 1950 và Quản lý tổng hợp dịch hại (IPM) những năm 1970 cho tới nay.



Hình 2.3. Sơ đồ một chuỗi thức ăn trong sinh quần đồng ruộng

Nguồn: Nguyễn Viết Tùng, 2006

Nhìn vào sơ đồ (Hình 2.3) của một chuỗi thức ăn trong sinh quần đồng ruộng cho thấy: Mỗi loài sinh vật đều có vai trò nhất định trong tự nhiên, con người vì đứng trên quyền lợi của mình nên luôn mong muốn tìm mọi cách, thậm chí dùng cả thuốc độc hại nhất để cắt đi mắt xích dịch hại, nhưng điều gì sẽ xảy ra trong chuỗi thức ăn trên? nếu như không có dịch hại thì cũng không có thức ăn và môi trường sống cho các loài kẻ thù tự nhiên tồn tại và tất nhiên chuỗi thức ăn này lại phải thiết lập lại và mắt xích dịch hại cũng phải có một loài mới thay thế. Quá trình sử dụng thuốc BVTV trong phòng trừ dịch hại ở Việt Nam trong gần 50 năm qua cho thấy hậu quả của việc lạm dụng thuốc BVTV đã làm cho những loài dịch hại có kích thước cơ thể nhỏ, vòng đời ngắn, sinh sản nhiều như: rầy nâu, nhện nhỏ, rệp muội, bọ phấn, bọ trĩ,... đã dần thay thế các loài có kích thước cơ thể lớn, vòng đời dài hơn như: kiến gié, sâu keo, sâu sa... và sự xuất hiện của những loài dịch hại nhỏ với vòng đời ngắn đã làm cho người nông dân phải phun nhiều lần thuốc trong một vụ hơn mà hiệu quả phòng trừ vẫn không được như mong muốn của con người. Từ quan sát các hệ sinh thái cho thấy trong tự nhiên không có sinh vật (SV) nào hoàn toàn có lợi hoặc hoàn toàn có hại, tác hại của 1 loài SV nào đó là xét dưới góc độ lợi ích của loài người, thực ra mỗi loài đều có một vị trí nhất định trong tự nhiên, chúng thực hiện những chức năng riêng trong chu trình chuyển hóa vật

chất trong tự nhiên. Mối quan hệ giữa các loài sinh vật trong hệ sinh thái nông nghiệp thực hiện theo 3 dòng năng lượng chính: Sinh vật sản xuất (cây trồng) - Sinh vật tiêu thụ (dịch hại) - Sinh vật tái sản xuất (thường là nhóm vi sinh vật).

Vì vậy quản lý dịch hại tổng hợp không nhằm mục đích tiêu diệt bất kỳ loài dịch hại nào tới cá thể cuối cùng, chỉ diệt dịch hại khi mật độ dịch hại vượt ngưỡng kinh tế.

2.2. CƠ SỞ KHOA HỌC CỦA QUẢN LÝ DỊCH HẠI TỔNG HỢP

Ruộng cây trồng là một kiểu hệ sinh thái nông nghiệp, tuy thường xuyên biến động và không thật phong phú về thành phần loài sinh vật do bản chất nhân tạo, nhưng vẫn có đầy đủ cấu trúc và cơ chế vận hành của một lưới thức ăn theo các quy luật sinh thái học. Nắm bắt và vận dụng các quy luật này, bằng các tác động kỹ thuật có mục tiêu, con người có thể điều chỉnh tương quan số lượng giữa các mắt xích chính là cây trồng, sâu hại và kẻ thù tự nhiên nhằm thiết lập cân bằng sinh học giữa chúng trên đồng ruộng. Ở trạng thái cân bằng này cây trồng phát triển cân đối, khoẻ mạnh, có sức đề kháng cao; các loài kẻ thù tự nhiên luôn đa dạng và phong phú về thành phần và số lượng góp phần kìm hãm số lượng sâu hại một cách hiệu quả khiến chủng quần của chúng ít khi vượt quá mức gây hại kinh tế. Đây chính là cơ sở khoa học của biện pháp IPM nói trên (Nguyễn Viết Tùng, 2012).

2.2.1. Đặc điểm sinh học, sinh thái học của các nhóm dịch hại cây trồng

Trong tự nhiên, nếu gặp điều kiện lý tưởng về môi trường, thức ăn dư thừa và không bị kìm hãm thì chỉ trong một thời gian rất ngắn một loài sinh vật với tỷ lệ gia tăng quần thể theo cấp số nhân, sẽ sản sinh ra một lượng con cháu đông đảo phủ kín mặt đất. Vậy thời gian rất ngắn đó phụ thuộc vào điều gì? Đó chính là số lượng con sinh ra trong một lần sinh và tần suất sinh cao hay thấp.

Trong thực tế, có nhiều yếu tố kìm hãm làm cho tỷ lệ gia tăng quần thể không giới hạn không bao giờ xảy ra. Đây chính là bản chất của mối quan hệ trong hệ sinh thái tự nhiên và nếu xét về khía cạnh bảo vệ cây thì nhờ có điều này mà dịch hại có tính khốc liệt, hủy hoại mọi thành quả trồng trọt đã không thường xuyên xảy ra. Từng loài một, theo lý thuyết sinh thái về sự gia tăng quần thể, chúng chỉ có thể tăng đến mật độ nào đó mà môi trường có thể chịu đựng được, và giới hạn trên của mật độ quần thể được xác định là khả năng chứa của môi trường với loài đó.

Trong IPM, một loài sinh vật gây hại chỉ trở thành dịch hại khi mật độ của chúng vượt qua một ngưỡng mật độ nào đó, vì tại mật độ đó, cây trồng không thể tự đền bù thiệt hại. Vì vậy, việc nghiên cứu các yếu tố ảnh hưởng tới sự gia tăng quần thể dịch hại là điều rất quan trọng.

Để quản lý dịch hại, cả 3 nhóm dịch hại lớn (động vật hại, vi sinh vật hại và cỏ dại) xét về bản chất di truyền, các đặc tính sinh học sinh thái đều có những điểm cơ bản giống nhau. Để quản lý từng nhóm, việc trước tiên là cần có hiểu biết đầy đủ các yếu tố ảnh hưởng lớn đến gia tăng quần thể của chúng.

a. Sinh sản

Sinh sản là chức năng quan trọng nhất của một loài sinh vật trong cuộc đời của chúng. Có hai phương thức sinh sản chính là sinh sản hữu tính và sinh sản vô tính.

- Sinh sản hữu tính (sexual reproduction): Là sự kết hợp giữa giao tử đực và giao tử cái tạo thành cơ thể mới có bộ gen kết hợp giữa 2 cá thể có sức sống, sự thích nghi, tính chống chịu cao hơn bố mẹ.

Có 4 loại cấu trúc được hình thành bao gồm:

+ Các loại bào tử (zygospores, ascospores, basidiospores) của nấm và vi khuẩn gây bệnh cây.

+ Hạt của cỏ dại.

+ Trứng của côn trùng, ốc, chim, nhện... Chúng có thể được đẻ đơn, đẻ thành cụm hoặc được bọc trong vỏ bọc như trứng gián, hay được cả cơ thể mẹ bọc khi chết của tuyến trùng.

+ Đẻ con phổ biến ở động vật, một số côn trùng (rệp muội) hoặc ở một số tuyến trùng.

Hiện tượng đẻ con (vivipary/ “đẻ ra cá thể sống”) là phổ biến ở động vật bậc cao, một số loài côn trùng và tuyến trùng. Loài ruồi Tse tse, tác nhân gây “bệnh ngủ” ở con người phổ biến ở châu Phi. Ở đó, trứng phát triển và nở ngay trong cơ thể mẹ và ấu trùng tuổi 1 chui ra khỏi cơ thể mẹ. Đây là hiện tượng khá phổ biến đối với nhiều loài ruồi ký sinh.

- Sinh sản vô tính (Asexual reproduction): Việc sinh ra cá thể mới không có sự kết hợp giữa hai giới. Con sinh ra giống mẹ. Chính vì thế, kiểu sinh sản này được coi là nhân bản (clone). Ưu thế của kiểu sinh sản này là nhân nhanh số lượng. Thường thấy ở cây lâu năm, nấm bệnh, tuyến trùng và côn trùng (Côn trùng thì gọi là sinh sản đơn tính).

- Một số loài cỏ dại có sự tiếp hợp vô tính (apomixes) như ở cây bồ công anh.

- Sinh sản bào tử vô tính (spore production): Rất nhiều nấm bệnh sinh sản vô tính ra lượng vô cùng lớn bào tử (conidiospore) như nấm *Rhizoctonia solani*, *Alternaria* spp.

- Sinh sản sinh dưỡng/ nhân bản (clonning): Là từ thân hoặc bộ phận của cây trưởng thành có thể tạo nên cây mới. Sinh sản dinh dưỡng có liên quan rất quan trọng trong IPM, nhất là đối với việc làm cỏ, con người đã vô tình làm đứt rời các bộ phận của cây, từng bộ phận tách rời này dễ dàng tạo thành cây mới có thể phát triển nhanh và mạnh hơn cây mọc từ hạt bởi vì trong từng bộ phận đứt rời có dự trữ năng lượng khá lớn cho cây mới.

- Sinh sản đơn tính (Parthenogenesis): là việc sinh ra cơ thể mới không cần sự tham gia của hợp tử. Được thấy ở côn trùng như một số loài rầy, rệp... hại cây. Khi điều kiện thuận lợi chúng sinh sản theo kiểu đơn tính, khi điều kiện bất lợi chúng sinh sản theo kiểu hữu tính. Có hai hình thức sinh sản đơn tính: đơn tính chu kỳ (rệp muội) và đơn tính bất buộc (một số loài thuộc bộ cánh màng và bộ cánh cứng). Với ong mật hay kiến thì con trưởng thành cái sau khi giao phối, tinh dịch được trữ trong túi trữ tinh, các trứng nếu

được thụ tinh sẽ nở thành con cái (ong chúa hoặc kiến chúa), nếu không được thụ tinh sẽ nở thành con đực. Rất nhiều loài tuyến trùng cũng sinh sản theo kiểu đơn tính.

Khả năng sinh sản và sức sinh sản: Có thể thấy sự khác biệt rất lớn về khả năng sinh sản (số lượng trứng, sâu non có ở trong cơ thể trưởng thành cái) và sức sinh sản (số lượng trứng hoặc sâu non được trưởng thành cái sinh ra). Sức sinh sản càng gần với khả năng sinh sản khi dịch hại sinh sản trong điều kiện thức ăn và môi trường thuận lợi), khả năng sinh sản và sức sinh sản còn có sự sai khác lớn giữa các loài dịch hại.

Động vật có vú: thường đẻ từ 1 - 10 con.

Côn trùng, tuyến trùng và ốc: Sinh từ vài trăm đến hàng nghìn trứng, như bọ hà khoai lang đẻ khoảng 150 trứng, tuyến trùng nốt sừng sinh khoảng 600 trứng, sâu xám sinh khoảng 3.000 trứng.

Cỏ dại và vi sinh vật: Có thể sinh nhiều nghìn cho tới hàng triệu cây con, bào tử.

Chức năng quan trọng của tất cả các cơ thể sống là sản sinh ra thế hệ sau ở mức cao nhất để có thể duy trì nòi giống. Vì vậy trong quản lý chúng, cần biết khả năng gia tăng quần thể đến mức nào. Nhiều loài côn trùng cũng như các loài động vật khác có thể tự điều chỉnh sức sinh sản theo khả năng chịu đựng của môi trường, khi mật độ quần thể thấp chúng sinh sản nhiều, ngược lại khi mật độ quần thể cao chúng sinh sản ít hơn và tỷ lệ cá thể đực cao hơn.

b. Thời gian thế hệ (T)

Là thời gian trung bình của quần thể sinh vật được tính từ khi sinh đến thời điểm sinh cao nhất. Những loài có thời gian T ngắn chúng thường gia tăng quần thể rất nhanh và ngược lại. Theo thời gian thế hệ (T) được tính cho từng nhóm dịch hại như sau:

Nhiều giờ: Vi khuẩn, có nhiều thế hệ trong 1 ngày.

Nhiều ngày: Rệp muội, nhện nhỏ hại, tuyến trùng, nấm. Chúng có nhiều thế hệ trong một vài tháng.

Nhiều tuần: Nhiều côn trùng, tuyến trùng, nấm, động vật nhỏ (chuột). Có nhiều thế hệ trong 1 mùa vụ.

Nhiều tháng: Một số côn trùng, nấm, tuyến trùng, động vật lớn, cỏ dại thường niên. Thường có 1 thế hệ trong 1 mùa vụ.

Nhiều năm: Động vật lớn, cây hàng năm, một số loài chân khớp.

Tùy theo độ dài thời gian thế hệ (T), cần có chiến lược giám sát và phòng chống kịp thời. Đối với nhóm có thời gian thế hệ nhiều giờ như vi khuẩn chẳng hạn việc kiểm soát cần tiến hành kịp thời, thường là hàng ngày hoặc một vài ngày. Các loài nhện nhỏ hại hay nấm có thời gian 1 thế hệ ngắn, chúng sẽ rất nhanh đạt được mật độ cao vì thế việc kiểm soát phải thực hiện thường xuyên hơn những loài có thời gian thế hệ dài hơn.

Đối với các loài có thời gian thế hệ dài thì chiến lược phòng chống theo hướng điều khiển mật độ quần thể ngay từ đầu.

c. Tuổi thọ và tỷ lệ chết

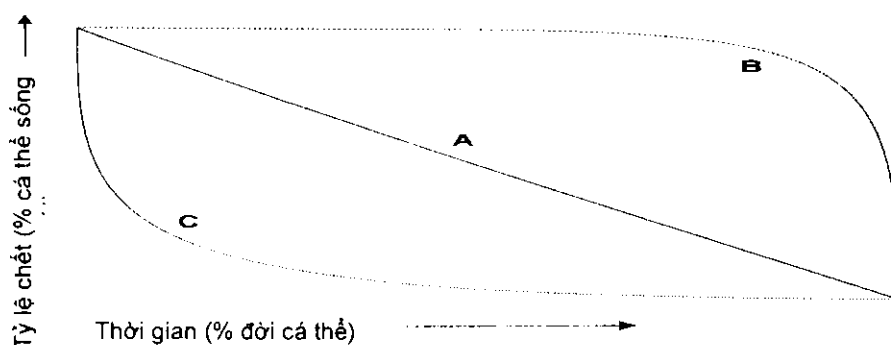
Nhiều loài cỏ dại hoặc động vật lớn có thời gian trưởng thành dài hơn thời gian T, những loài này có hiện tượng gối lứa, khó phân biệt các cá thể thuộc từng thế hệ khác nhau.

Thời gian tuổi thọ của dịch hại được gộp thành các nhóm: Tuổi thọ dùng để chỉ thời gian sinh tồn thường thấy ở một loài sinh vật được tính từ khi một cá thể sinh vật hóa trưởng thành đến khi chết. Tuổi thọ thay đổi tùy theo loài sinh vật:

- Giờ đến một số ngày: Vi khuẩn.
- Nhiều tuần đến vài tháng: Nấm, côn trùng có nhiều thế hệ trong 1 vụ, cỏ dại hàng vụ
- Một năm và hơn một năm: Tuyến trùng, côn trùng có 1 thế hệ trong 1 năm.
- Hơn 1 năm đến một thập niên: Động vật có xương sống, cỏ dại đa niên.
- Thập niên đến thế kỷ: Hạt cỏ dại.

Quá trình phát triển của một sinh vật hại trải qua các giai đoạn: (i) Bào thai; (ii) Sinh trưởng sinh dưỡng; (iii) Thành thực sinh dục, sinh sản; và (iv) Chết sinh lý. Trong quá trình phát triển, có một số giai đoạn chúng không gây hại, một số giai đoạn gây hại rất mạnh. Vì vậy, cần nắm được thời điểm mà sinh vật hại gây hại mạnh.

Trải qua các giai đoạn trong quá trình phát triển cá thể, các loài dịch hại thường có một tỷ lệ chết, tỷ lệ chết của dịch hại thường thay đổi tùy thuộc vào loài, điều kiện thời tiết, nguồn thức ăn...



Hình 2.4. Ba kiểu đường cong về tỷ lệ chết

Nguồn: Norris và cs., 2003

Để mô tả 3 kiểu đường cong về tỷ lệ chết được thể hiện ở hình 2.4: A/ Tỷ lệ chết ổn định theo thời gian (cỏ dại, chim), B/ Tỷ lệ chết thấp cho đến gần cuối tuổi già, kết quả là có sự ổn định gần như tuyệt đối trong quần thể (ở côn trùng 1 lứa trong 1 vụ) và C/ Tỷ lệ chết cao khi còn non và chết thấp khi trưởng thành (rất nhiều loài vi sinh vật, côn trùng, cây hàng năm). Về mặt quản lý, với từng kiểu tỷ lệ chết thì có chiến lược quản lý khác nhau. Chẳng hạn tại kiểu A, biện pháp quản lý cần được thực hiện khi xác định kích thước quần thể và tỷ lệ chết bắt đầu giảm. Với kiểu (B), cần hành động nếu không thấy quần thể tự giảm kích thước. Còn kiểu (C) hành động nên tiến hành khi quần thể bắt đầu ổn định.

d. Nhiệt độ hữu hiệu (K)

Đối với động vật máu lạnh thì nhiệt độ môi trường đóng vai trò to lớn, ảnh hưởng tới tốc độ phát triển, gia tăng quần thể, tỷ lệ sống sót của chúng. Trong khoảng nhiệt độ sống có 2 ngưỡng đó là ngưỡng nhiệt độ thấp (t) và ngưỡng nhiệt độ cao (T), nhiệt độ dưới ngưỡng nhiệt độ thấp và trên ngưỡng nhiệt độ cao làm cho quá trình trao đổi chất, các phản ứng sinh hóa bị rối loạn, chúng không phát triển và có thể dẫn đến chết nếu ở trong tình trạng này quá lâu. Xác định được các ngưỡng nhiệt độ là yếu tố quan trọng giúp cho việc xây dựng chiến lược phòng chống chúng hợp lý. Tốc độ phát triển của dịch hại nhanh hay chậm phụ thuộc vào nhiệt độ môi trường. Dựa vào nhiệt độ môi trường đã biết người ta có thể tính được thời gian các lứa sâu và số lứa trong 1 năm. Cơ sở để tính độ nhiệt hữu hiệu (K) đó là nhiệt độ trung bình ngày trừ đi ngưỡng nhiệt độ thấp. Ví dụ, đối với loài sâu A phát triển trong điều kiện nhiệt độ cao nhất (Max) trong ngày là 32°C và thấp nhất (Min) trong ngày là 16°C, ngưỡng nhiệt độ thấp (t) của sâu A là 13°C ta có phương trình: nhiệt độ hữu hiệu (ngày) = (Max + Min)/2 - ngưỡng nhiệt độ thấp (t); Áp dụng vào phương trình ta có: $(32 + 16)/2 - 13 = 9^{\circ}\text{C}$ ngày, 9°C ngày là nhiệt độ hữu hiệu cho sự phát triển của loài sâu đó trong ngày. Nếu trong ngày có một số giờ nhiệt độ cao hơn T hay thấp hơn t, thì số giờ này sẽ không được cộng vào nhiệt độ hữu hiệu (K).

e. Bảng sống (life tables)

Bảng sống là sự mô tả định lượng quá trình sống của sinh vật. Nó bao gồm tỷ lệ sống sót từng pha phát dục và sức sinh sản. Để thiết lập được bảng sống cần xác định tỷ lệ sống sót của từng pha hay tỷ lệ chết trong từng pha phát dục. Bảng 2.2 trình bày so sánh sơ lược bảng sống của các nhóm dịch hại cây trồng.

Bảng 2.2. Bảng sống của các nhóm dịch hại cây trồng

Nhóm dịch hại	Pha non	Trưởng thành	Sinh sản ra	Qua đông
Nấm	Sợi nấm	Quả thể nấm, sporangium	Bào tử, zygosporos, conidia	Bào tử, zygosporos, conidia
Vi khuẩn	Tế bào	Tế bào	Tế bào	Tế bào
Virus	Hạt virus	Hạt virus	Hạt virus	Tồn tại trong ký chủ phụ ở dạng phân tử virus
Cỏ dại 1 năm	Cỏ non	Cây ra hoa	Hạt	Hạt
Cỏ dại lâu năm	Cỏ non, thân sinh dưỡng	Cây ra hoa	Hạt, đoạn cành	Hạt, đoạn cành
Tuyến trùng	Ấu trùng	Trưởng thành	Trứng	Trứng, tuyến trùng non, trưởng thành
Ốc	Ấu trùng	Trưởng thành	Trứng	Các pha
Côn trùng biến thái không hoàn toàn	Ấu trùng	Trưởng thành	Trứng, con non	Trứng, trưởng thành
Côn trùng biến thái hoàn toàn	Sâu non các tuổi đến nhộng	Trưởng thành	Trứng	Các pha
Động vật có xương sống	Con non	Trưởng thành	Con non	Trưởng thành

Trong thực nghiệm, việc xây dựng bảng sống dựa trên việc theo dõi hàng ngày (hoặc một ngày 2 - 3 lần) của quá trình nuôi sinh học cá thể từ lúc trứng được sinh ra đến khi chúng chết sinh lý. Ghi nhận toàn bộ sự thay đổi của sinh vật. Ví dụ tại bảng 2.3 trình bày bảng sống của loài nhện đỏ hại cam chanh *Panonychus citri*.

Bảng sống bao gồm:

Tuổi nhện đỏ, thường được tính theo ngày tuổi (x).

Tỷ lệ con cái sống sót tự nhiên (l_x), tại thời điểm ban đầu $l_0 = 1$.

Sức sinh sản (m_x) là số con cái được đẻ ra sống sót.

Bảng 2.3. Bảng sống của loài nhện đỏ *Panonychus citri* ở nhiệt độ 30°C

Ngày tuổi (x)	Số cá thể cái (m_x) đẻ ra	Tỷ lệ sống (l_x)	$l_x.m_x$
1 - 6,5	0	1	0
7,0	0,15	1	0,15
7,5	0,25	1	0,25
8,0	0,86	1	0,86
8,5	2,25	1	2,25
9,0	1,60	1	1,60
.....
17	0,8	0,04	0,03
Tổng cộng			23,99

Nguồn: Nguyễn Văn Đình, 1992

Chỉ số sinh học cơ bản của *Panonychus citri* ở 30°C là:

Hệ số nhân của 1 thế hệ (Net reproductive rate) $R_0 = 23,99$

Thời gian của thế hệ (Generation time) $T_c = 10,65$

Tỷ lệ tăng tự nhiên (Intrinsic rate of natural increase) $r = 0,311$

Giới hạn tăng tự nhiên (Finite rate of natural increase) $\lambda = 1,36$

Kết quả trên làm cơ sở xác định tần suất điều tra hoặc các biện pháp phòng chống thích hợp. Các số liệu minh chứng tốc độ gia tăng quần thể phụ thuộc chính vào 2 yếu tố cơ bản là sức sinh sản hay cụ thể là số con cái đẻ ra sống sót và thời gian vòng đời. Trong 2 yếu tố này, đối với các loài động vật nhỏ như côn trùng và nhện nhỏ hại thì yếu tố thời gian vòng đời đóng vai trò quan trọng hơn. Ví dụ nếu rút ngắn thời gian vòng đời đi 10% thì cũng bằng gia tăng sức sinh sản lên 100%.

f. Sự lan truyền, xâm nhập và phát triển của dịch hại

Thông thường để trở thành dịch hại, loài sinh vật gây hại phải có mặt tại nơi gây hại. Nếu bản thân sinh vật không có khả năng di chuyển một cách chủ động hay nhờ vào hoạt động của con người thì cơ hội để trở thành dịch hại nhìn chung là không cao. Có 2 cơ chế lan truyền dịch hại:

- Lan truyền bị động: Nhờ gió, nước hay bám theo công cụ lao động được con người di chuyển. Chúng cũng có thể bám theo các động vật di chuyển hay bám theo công cụ giao thông, hay hàng hóa được con người phát tán đến các điểm, từ vùng này đến các vùng khác xa xôi. Trong hoạt động sống của mình nhất là trao đổi hàng hóa là các vật phẩm trồng trọt như vật liệu nhân giống, hom giống có nhiều loài gây hại đã được phát tán với tốc độ vô cùng nhanh. Ví dụ điển hình như loài rệp sáp hồng hại sắn *Phenococcus manihoti* thông qua hom sắn đến châu Phi từ Nam Mỹ vào những năm 1970. Sau gần chục năm lan truyền ở đây chúng đã trở thành loài côn trùng hại quan trọng nhất trên cây sắn và đã là một trong những nguyên nhân gây nên nạn đói khủng khiếp ở châu lục này vào những năm đó. Theo hom sắn chúng đã được phát tán sang châu Á như Thái Lan năm 2005 và mới đây năm 2012 chúng đã có mặt gây hại khá khốc liệt ở vùng khô nóng Nam Trung Bộ của Việt Nam.

- Lan truyền chủ động: Tự di chuyển từ chỗ này đến chỗ khác (bay, bò, bơi, đi...).

Khi xâm nhập được vào nơi mới, chúng thường được hưởng một điều kiện thuận lợi là các sinh vật kìm hãm số lượng (thiên địch) ít hoặc rất ít nên chúng sẽ nhanh chóng gia tăng quần thể sau một hay vài thế hệ và đạt đến ngưỡng gây hại nhanh nếu các yếu tố kìm hãm số lượng không xuất hiện. Nếu xác định đúng con đường và thời điểm lan truyền sẽ dễ dàng khống chế sự gia tăng mật độ và tác hại của chúng.

Ví dụ điển hình về thành công trong quản lý rầy nâu *Nilaparvata lugens* của biện pháp gieo sạ đồng loạt “né rầy ôm nước” ở đồng bằng sông Cửu Long năm 2009. Tại đó, mỗi tháng có 1 lúa rầy, chỉ có rầy trưởng thành mới có thể phát tán rộng. Tỷ lệ rầy mang bệnh virus vàng lùn lùn xoắn lá rất cao và để tránh cho lúa bị bệnh thì cần tránh rầy nâu tấn công lúa từ khi gieo đến 20 - 30 ngày sau. Để thực hiện được điều đó, cần gieo sạ đồng loạt để “né rầy”, gieo sạ ngay sau khi rầy di trú rộ vào đèn 2 - 3 ngày. Rầy di trú vào ruộng không có lúa, bị chết đói. Còn “ôm nước” là: Thông thường thời gian di trú của rầy kéo dài 5 - 7 ngày, việc né rầy thực hiện được với đợt di trú chính, tuy nhiên nếu trong vùng có thời vụ gieo sạ và chăm sóc không đồng đều, sẽ xuất hiện đợt di trú phụ và lúa vẫn bị tấn công gây hại. Biện pháp ôm nước là trong đợt di trú của rầy, khi lúa đã mọc mầm có 1 - 5 lá, đưa nước vào ruộng ngập thân cây lúa làm cho rầy không bám vào gốc và thân cây lúa được. Ban đêm đưa nước vào ngập cả đợt lúa dầy rầy khỏi khóm lúa, ban ngày rút nước chỉ để ngập thân cây lúa. Hết đợt rầy di trú, chăm sóc bình thường. Trường hợp áp lực rầy cao cần áp dụng biện pháp hóa học theo “4 đúng”. Kinh nghiệm cho thấy ở đâu cộng đồng tổ chức tốt việc gieo sạ đồng loạt né rầy ôm nước thì tác hại của rầy nâu và bệnh vàng lùn, lùn xoắn lá giảm hẳn, giảm được nhiều chi phí về thuốc trừ rầy.

Bên cạnh các đặc tính đã so sánh ở trên về đặc điểm của các nhóm dịch hại, trong BVTV các yếu tố gắn đến sự thiết lập quần thể dịch hại. Chẳng hạn trên đồng ruộng trong các tháng 3 - 4, hàng ngày có tới hàng triệu bào tử bệnh đạo ôn được sinh ra nhưng không phải tất cả các ruộng, tất cả các cây lúa đều bị bệnh như nhau. Hay như trên đồng ruộng rầy nâu thường chỉ gây hại trên một số ruộng lúa ở chân đất trũng nhiều màu, ven làng...

Ngoài ra hiểu biết về đặc điểm di truyền của các nhóm dịch hại đóng vai trò quan trọng trong quản lý chúng.

Trên cơ sở nắm được các đặc điểm đã so sánh về các nhóm dịch hại sẽ tóm lược cơ sở khoa học chính để quản lý một cách tổng hợp 3 nhóm dịch hại quan trọng nhất (động vật hại, vi sinh vật hại và cỏ dại) trong BVTV hiện nay.

2.2.2. Cơ sở khoa học của quản lý động vật (sâu, nhện, tuyến trùng,...) tổng hợp

Như đã trình bày ở phần trên, điểm cốt lõi trong hệ sinh thái là quan hệ dinh dưỡng (nguồn thức ăn - năng lượng) giữa các nhóm sinh vật. Hình 2.5 trình bày sự di chuyển năng lượng đầu tiên là theo chiều từ dưới lên trên. Cây xanh (sinh vật sản xuất) hấp thụ năng lượng từ ánh sáng mặt trời, khí cacbonic trong khí quyển, nước và các nguyên tố dinh dưỡng từ đất thông qua quá trình quang hợp tạo nên nguồn năng lượng ban đầu quan trọng nhất cho mọi hệ sinh thái. Nguồn năng lượng này được cung cấp cho sinh vật ăn cây xanh (sâu hại cây trồng, động vật ăn cỏ...) là động vật tiêu thụ bậc 1. Động vật tiêu thụ bậc 1 lại bị động vật săn mồi, ký sinh là động vật tiêu thụ bậc 2 tiêu diệt và cứ như vậy năng lượng được chuyển từ dưới lên. Theo chiều tăng cao của các bậc dinh dưỡng, sinh khối vật chất (năng lượng) giảm dần. Tại đây sinh khối của cây xanh quyết định số lượng cá thể của các quần thể động vật tiêu thụ bậc 1 và động vật tiêu thụ bậc 1 lại quyết định độ lớn số lượng của động vật tiêu thụ bậc 2. Tuy vậy trong thiên nhiên mỗi quan hệ dinh dưỡng này không phải một chiều mà là hai chiều, các động vật tiêu thụ bậc cao hơn cũng có tác động ngược lại làm suy giảm kích thước quần thể của các mắt xích ngay dưới nó, gián tiếp tạo điều kiện cho mắt xích cách nó 1 mắt xích phát triển, biện pháp sinh học là ví dụ điển hình sức ép từ mắt xích (động vật tiêu thụ bậc 2) trên xuống để làm giảm thiệt hại do mắt xích động vật ăn cây xanh gây nên đối với cây trồng. Như vậy mắt xích có số lẻ hỗ trợ cho mắt xích 1, còn mắt xích có số chẵn hỗ trợ cho mắt xích 2, tức là làm thiệt hại, giảm kích thước quần thể của mắt xích 1. Mắt xích 3 là các loài sinh vật (động vật, vi sinh vật có ích). Trong biện pháp sinh học người ta tìm mọi cách để giúp cho mắt xích 3 gia tăng quần thể. Tuy vậy trong tự nhiên chúng lại bị lực cản rất lớn đó là mắt xích 4 là những sinh vật tiêu thụ bậc 3 (hyperparasite) tấn công.

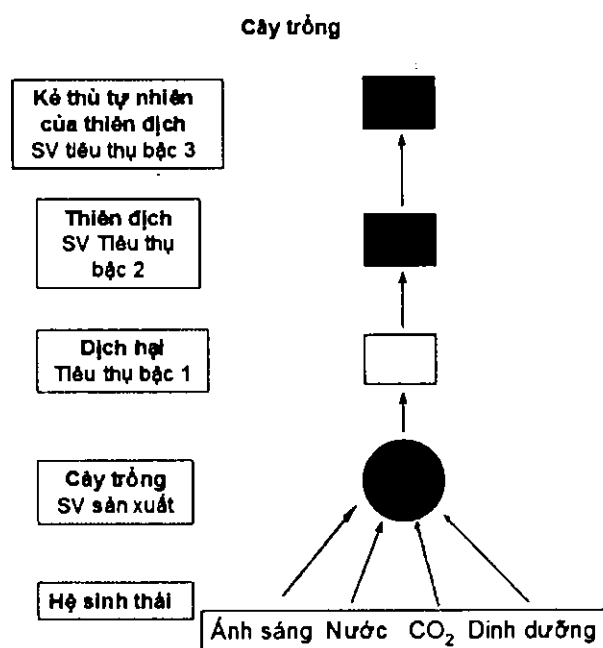
Hình 2.5 phù hợp cho hầu hết các loài côn trùng, động vật hại và một số loài vi sinh vật, nhưng không phù hợp với cỏ dại. Phác thảo trên hình 2.5 chỉ cho thấy mối quan hệ 2 chiều giữa các mắt xích gần nhau, nhưng chưa cho thấy hết mối quan hệ vô cùng phức tạp trong hệ sinh thái, ngay cả hệ sinh thái nông nghiệp.

Ví dụ điển hình về mối quan hệ phức tạp giữa các mắt xích trong hệ sinh thái cụ thể là hệ sinh thái ruộng lúa ở miền Bắc Việt Nam, Vũ Quang Côn (2007 và 2012) đã sơ đồ hóa rõ nét các quan hệ ký sinh - vật chủ rất phức tạp trên nhóm sâu thuộc bộ cánh vẩy hại lúa (Hình 2.6, 2.7).

Cho đến năm 1985 đã ghi nhận 59 loài ký sinh của các loài sâu thuộc bộ cánh vẩy hại lúa. Chúng nằm trong 11 họ của bộ cánh màng và 1 họ của bộ hai cánh. Trong đó, họ Ichneumonidae có 18 loài, họ Braconidae 14 loài, Eulophidae - 5 loài, Scelionidae - 4,

Chalcididae, Trichogrammatidae - 3 loài, Elasmidae - 1 loài, Encyrtidae - 1 loài, Ceraphronidae - 1 loài, Bethylidae - 1 loài, Tachinidae - 6 loài. Riêng trên nhóm sâu đục thân lúa đã xác định được 14 loài ký sinh tạo thành 4 tập hợp chính và trên nhóm cánh vẩy cuốn lá lúa, đã phát hiện được 46 loài ký sinh tạo thành 3 tập hợp chính (Vũ Quang Côn, 2007).

Trong tập hợp ký sinh dù là tập hợp có nhiều loài hay ít loài thì giữa các thành viên trong tập hợp cũng có những vị trí khác nhau. Thông qua các phương pháp tính hệ số tương đồng (Ics) (Hình 2.6) Vũ Quang Côn (2007) đã xác định sự hình thành và phát triển những tập hợp ký sinh bậc 1 ở các nhóm côn trùng thuộc bộ cánh vẩy được nghiên cứu ít phụ thuộc vào chủng loại phát sinh của loài vật chủ nhưng lại thể hiện mối quan hệ rõ nét với phương thức sống hay phương thức gây hại của vật chủ.

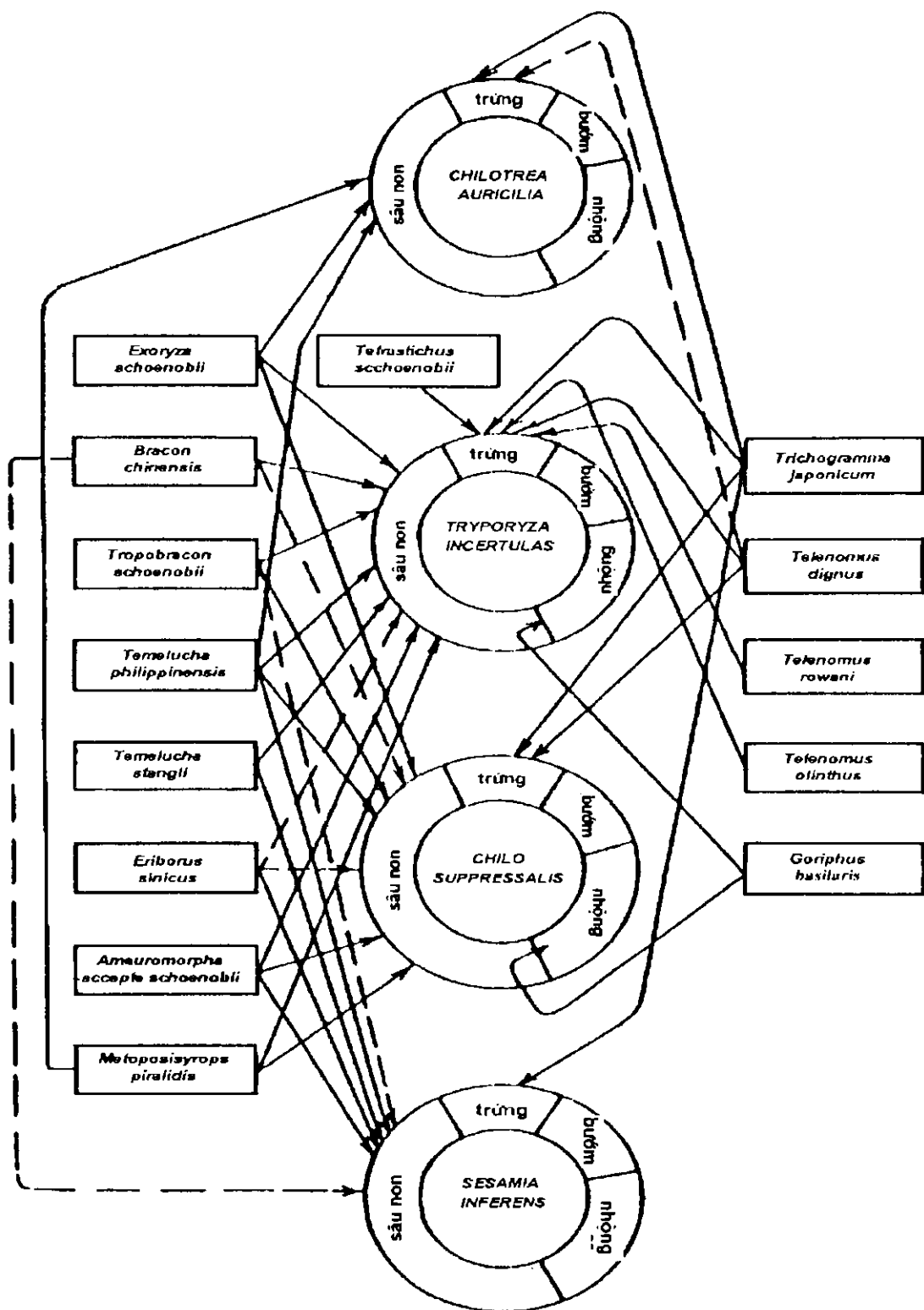


Hình 2.5. Mối quan hệ 2 chiều giữa các mắt xích gần nhau

Nguồn: Norris và cs., 2003

Như vậy, có thể suy rộng ra, bất cứ một loài côn trùng hay động thực vật trong hệ sinh thái cũng luôn luôn bị các loài ký sinh tấn công gây hại. Các loài ký sinh của mỗi loài vật chủ thường tạo thành một tập hợp ký sinh với số lượng, thành phần và vai trò khác nhau.

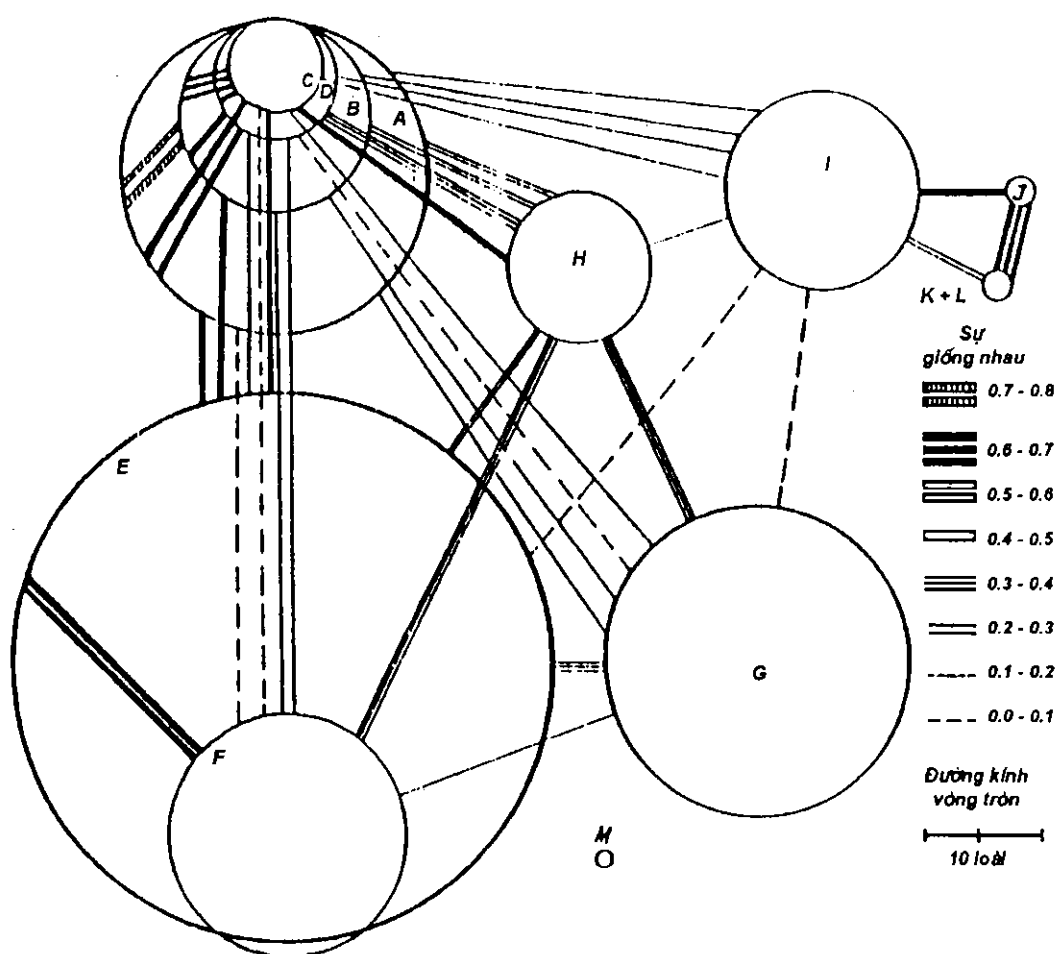
Việc phòng chống sâu hại lúa và sâu hại trên nhiều loài cây trồng khác hiện nay ở các nước đang phát triển thường ít có nghiên cứu đầy đủ, đặc biệt người sản xuất không nắm được các mối quan hệ phức tạp giữa sâu hại và các mắt xích dinh dưỡng, tác động thường thiếu cân nhắc, nhất là việc sử dụng thuốc hóa học BVTV phổ tác dụng rộng một cách tràn lan đã làm suy giảm nghiêm trọng đa dạng sinh học, nhiều loài thiên địch biến mất hoặc bị vô hiệu hóa do mật độ quá thấp.



Hình 2.6. Những tập hợp ký sinh của sâu đục thân lúa thuộc bộ cánh vẩy

Ghi chú: Đường gãy nét --- chưa có đủ số liệu

Nguồn: Vũ Quang Côn, 1985



Hình 2.7. Những mối quan hệ qua lại giữa các tập hợp ký sinh ở các vật chủ khác nhau

Ghi chú: A - tập hợp ký sinh sâu đục thân lúa *Scirpophaga incertulas*, B - *Chilo suppressalis*, C - *Chiloptera auricilia*, D - *Senamia inferens*, E - *Cnaphalocrocis medinalis*, E - *Brachmia* sp., G - *Parnara guttata*, H - *Naranga aenescens*, I - *Mythimna separata*, J - *M. venalba*, K - *M. loreyi*, L - *Spodoptera litura*, M - *Parnara mathiasl*; đường kính hình tròn chỉ số lượng loài

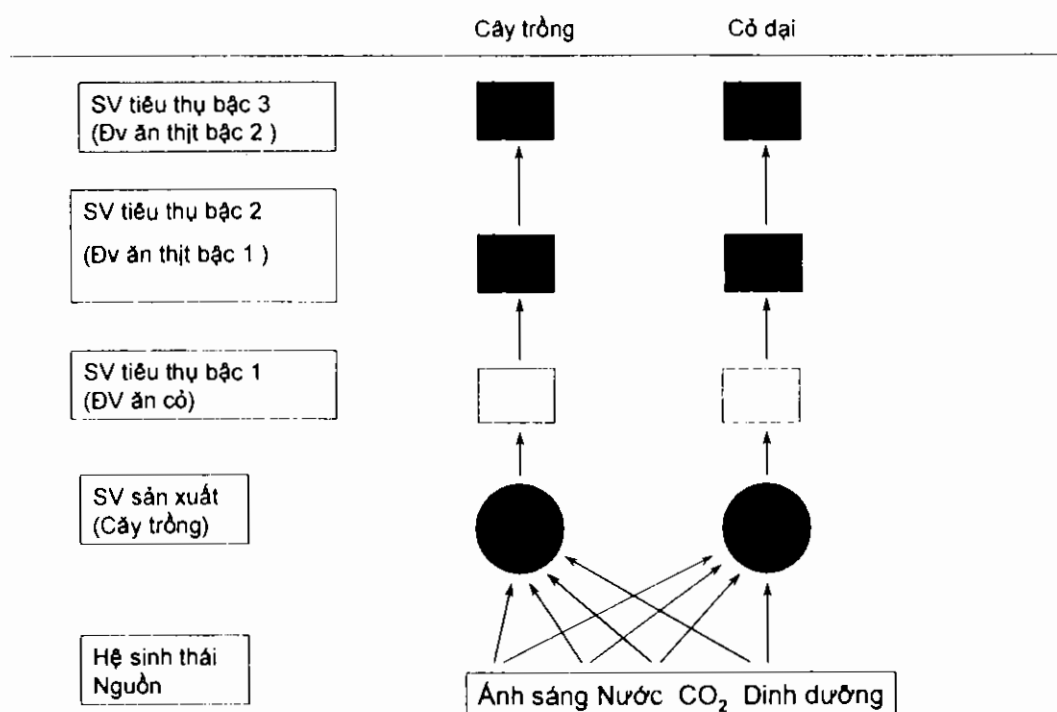
Nguồn: Vũ Quang Côn, 1985

2.2.3. Cơ sở khoa học của quản lý bệnh hại cây trồng tổng hợp

Quan hệ sinh dưỡng giữa cây trồng và các loài VSV gây bệnh về nguyên tắc cũng giống như hình 2.5, nhưng đơn điệu hơn rất nhiều. Lý do đơn giản là trong nhiều trường hợp nhóm nấm bệnh phát triển trên bề mặt có rất ít các loài sinh vật tiêu thụ sử dụng chúng làm thức ăn. Như vậy, dây chuyền thức ăn về cơ bản dừng tại đó. Riêng nhóm nấm ký sinh hại cây có nguồn gốc trong đất có giá trị nhất định trong quản lý bệnh hại. Để quản lý bệnh hại cây, các yếu tố quan trọng cần nắm chắc gồm đặc điểm sinh học sinh thái học, sự cạnh tranh giữa nấm bệnh hại với các loài tiêu thụ bậc 1, các yếu tố ngoại cảnh phù hợp cho loài, tính kháng của cây trồng, sự truyền lan mạnh do sức sinh sản rất cao và hình thành quần thể chớp nhoáng trong điều kiện thuận lợi, giai đoạn miễn cảm của cây trồng...

2.2.4. Cơ sở khoa học của quản lý tổng hợp cỏ dại hại cây trồng nông nghiệp

Khác với các nhóm dịch hại khác, cỏ dại không tác động trực tiếp về mặt cơ lý đến cây trồng, chúng không ăn khuyết lá, cành, hoa, nụ, quả của cây. Cỏ dại làm ảnh hưởng đến cây do chúng trực tiếp làm giảm các nguồn tài nguyên trong hệ sinh thái của cây trồng (Hình 2.8). Thống kê mới đây cho thấy cỏ dại là nhóm dịch hại gây nên tổn thất cao nhất so với động vật hại và vi sinh vật hại (Oerke, 2005). Hiện nay, diện tích trồng các giống cây trồng được chuyển gen kháng thuốc trừ cỏ cao hơn rất nhiều so với cây trồng được chuyển gen kháng sâu và kháng virus.



Hình 2.8. Cỏ dại trực tiếp làm giảm các nguồn tài nguyên trong hệ sinh thái của cây trồng

Nguồn: Norris và cs., 2003

Trong hệ sinh thái thì cỏ dại không có ảnh hưởng trực tiếp đến dây chuyền thức ăn và các sinh vật tiêu thụ của cây trồng. Tác động lớn nhất ở đây là làm thay đổi sự phát triển của cây trồng theo hướng giảm do nguồn đầu vào quan trọng bị giảm (ánh sáng, dinh dưỡng).

Trong BVTV có một số loài tiêu thụ bậc 1 chỉ ăn cỏ dại, không ăn cây trồng là những tác nhân tốt trong biện pháp sinh học phòng chống cỏ dại cần quan tâm nghiên cứu sử dụng. Tuy vậy, để nhập nội sử dụng các loài tiêu thụ bậc 1 trong phòng trừ cỏ dại cần hết sức chú ý xem chúng có thực sự là loài có tính chuyên hóa cao hay không, nếu không có tính chuyên hóa cao, trong 1 điều kiện nào đó chúng có thể trở thành loài ăn thực vật khác thì chúng sẽ trở nên rất nguy hiểm cho hệ sinh thái.

Cũng như quản lý các nhóm dịch hại khác, để quản lý cỏ dại, ngoài các yếu tố quan trọng cần biết như: Đặc điểm sinh học, sinh thái học của cỏ dại, các yếu tố ngoại cảnh phù hợp cho loài, thì đặc điểm phát tán, hình thành quần thể của cỏ dại, sự tồn tại của hạt, sinh sản sinh dưỡng... là những yếu tố cần nghiên cứu đầy đủ. Không chỉ có vậy, các yếu tố kinh tế xã hội liên quan đến phòng chống cỏ dại bằng biện pháp làm đất, thủ công rất cần được coi trọng. Một yếu tố nữa cần thực hiện tốt đó là công tác ngăn ngừa các loài cỏ dại ngoại lai có sức hủy diệt môi trường lớn nếu để xâm nhập vào nước ta sẽ gây nên hậu quả rất nặng nề cho hệ sinh thái.

Ví dụ về việc thu hẹp diện tích canh tác trồng trọt và nuôi trồng thủy sản do cây trinh nữ thân gỗ (mai dương), *Mimosa pigra* hiện đang phổ biến tại nhiều vùng kể cả trung du miền núi và đồng bằng phía Bắc, miền Trung và đồng bằng sông Cửu Long.

CÂU HỎI ÔN TẬP CHƯƠNG 2

1. Hãy trình bày đặc điểm của hệ sinh thái tự nhiên và hệ sinh thái nông nghiệp, so sánh sự giống và khác nhau của hai hệ sinh thái.
2. Hãy nêu vai trò của dịch hại cây trồng trong HST nông nghiệp, từ đó có đề xuất gì trong việc quản lý chúng đúng cách.
3. Hãy trình bày cơ sở khoa học của quản lý tổng hợp sâu, nhện nhò hại, động vật có xương sống, bệnh hại cây trồng và cỏ dại.

Chương 3

ĐA DẠNG HỆ SINH THÁI VÀ MỐI TƯƠNG TÁC GIỮA CÁC NHÓM DỊCH HẠI TRONG HỆ SINH THÁI

Chương 3 đề cập tới sự đa dạng của hệ sinh thái cũng như các mối tương tác giữa các nhóm trong hệ sinh thái và phương pháp điều tra hệ sinh thái, từ đó xây dựng các bước cụ thể trong việc ra quyết định quản lý dịch hại tổng hợp. Trong các thông số cần thiết thì việc xác định ngưỡng kinh tế và ngưỡng thiệt hại là vô cùng quan trọng. Đây là khâu tương đối yếu tại các nước đang phát triển.

3.1. ĐA DẠNG SINH HỌC, ĐA DẠNG HỆ SINH THÁI VÀ QUẢN LÝ DỊCH HẠI TỔNG HỢP

3.1.1. Đa dạng sinh học, đa dạng hệ sinh thái

a. Khái niệm chung về đa dạng sinh học, đa dạng hệ sinh thái

Đa dạng sinh học là sự phong phú các sinh vật và các phức hợp sinh thái mà sinh vật đó là một thành phần. Đa dạng sinh học bao gồm 3 cấp độ: sự đa dạng trong nội bộ các loài (đa dạng gen), đa dạng các loài và đa dạng hệ sinh thái.

Đa dạng sinh học mức độ gen: bao gồm sự thay đổi di truyền trong một loài xảy ra giữa các quần thể giữa các vùng sinh thái địa lý khác nhau và cả bên trong bản thân một quần thể sinh vật.

Đa dạng loài: sự phong phú đa dạng về loài trong một sinh quần hay trong một tập hợp cá thể sống. Ví dụ, trong rừng cây tự nhiên thường có tính đa dạng loài cao hơn so với rừng trồng.

Đa dạng hệ sinh thái: Tập hợp quần xã và sinh cảnh tạo nên một hệ sinh thái. Những biến đổi trong các sinh cảnh, trong đó có các loài sinh vật đang sinh sống đã tạo nên các hệ sinh thái khác nhau, hình thành nên sự đa dạng hệ sinh thái. Đa dạng hệ sinh thái có tính chất trừu tượng hơn so với đa dạng gen và đa dạng loài.

Tuy nhiên tất cả 3 dạng này của đa dạng sinh học là không thể tách rời mà có liên quan chặt chẽ với nhau.

Đa dạng sinh học là nền tảng của nông nghiệp, là nguồn gốc và sự phong phú của mọi giống cây trồng và giống vật nuôi. Đa dạng sinh học nông nghiệp (ĐDSHNN) là bộ phận của đa dạng sinh học, ĐDSHNN còn là kết quả của quá trình chọn lọc tự nhiên và nhân tạo. Đa dạng sinh học là cơ sở trợ giúp cho việc sản xuất lương thực thông qua các hiện tượng như sự thụ phấn, kiểm soát sinh học các loài dịch hại, bệnh và làm đất màu mỡ do chu trình chuyển hóa các chất dinh dưỡng. Tất cả đều có những chức năng quan trọng trong các hệ thống nông nghiệp.

Con người được chuyển từ săn bắn, hái lượm đến canh tác nông nghiệp, vì vậy hệ sinh thái nông nghiệp đã ra đời có số lượng loài cây trồng, vật nuôi đơn giản hơn nhiều

so với hệ thống sinh thái tự nhiên trước đó. Tốc độ đa dạng sinh học giảm khá chậm từ đầu nhưng nó bắt đầu tăng nhanh khoảng 300 năm trước và nhanh nhất vào những năm của thế kỷ XX. Ngày nay, hầu hết các nước công nghiệp trồng các loại cây chủ yếu theo hướng độc canh. Vì sao phổ biến trong nông nghiệp là độc canh lý do chính là do người lao động. Trong hệ thống nông nghiệp khi không sử dụng máy móc, việc làm cỏ và thu hoạch chủ yếu là do người lao động. Ở các nước công nghiệp đã phát triển, máy móc được sử dụng để giảm thiểu lao động chân tay trong thu hoạch sản phẩm nông nghiệp, tương tự như vậy thì việc quản lý cỏ dại đã thay đổi từ việc sử dụng sức vật sang sử dụng máy kéo vào cuối thế kỷ XX. Để sử dụng những máy móc công nghiệp đạt hiệu quả thì yêu cầu trồng các loại cây đơn giản. Máy móc yêu cầu đối với sản xuất các loại cây trồng là khác nhau, do vậy việc trồng hai hoặc nhiều loại cây trồng thường xuyên ngăn cản việc sử dụng máy trong phòng chống cỏ dại, thu hoạch. Bởi vì những hạn chế này mà đa dạng hệ sinh thái nông nghiệp trong những nước công nghiệp hóa dường như duy trì ở mức thấp, việc sản xuất các sản phẩm cây trồng sử dụng máy nông nghiệp thay thế cho người lao động đã làm cho dân số ở những nước phát triển tham gia vào sản xuất nông nghiệp ngày càng giảm đi nhiều. Điều này cũng xảy ra tương tự ở các nước nông nghiệp, cũng tăng sử dụng sản phẩm cây trồng sản xuất từ hệ thống độc canh khi mà dân số chuyển dịch từ nông thôn đến đô thị.

Hệ sinh thái tự nhiên thường đa dạng và phức tạp về thành phần loài thực vật và động vật hơn hệ sinh thái nông nghiệp. Quan điểm quản lý dịch hại đã cho rằng đa dạng hệ sinh thái ít chịu sự tấn công khốc liệt của các loài dịch hại. Có nhiều ý kiến cho rằng sự đa dạng, bền vững đều chỉ có trong hệ sinh thái tự nhiên còn hệ sinh thái nông nghiệp không ổn định là do tác động của con người.

Các kiểu hệ sinh thái hiện có:

- Hệ sinh thái đô thị, thị trấn: là các quận, xã, thị trấn.
- Hệ sinh thái cư dân nông thôn: làng xóm nơi nông dân sinh sống.
- Hệ sinh thái đồng ruộng: đất trồng cây nông nghiệp (cây dài ngày, ngắn ngày).
- Hệ sinh thái ngoài đê ven sông: bãi sông Hồng, bãi sông Thái Bình...
- Hệ sinh thái đồng cỏ.
- Hệ sinh thái rừng: rừng tự nhiên hoặc rừng trồng.
- Hệ sinh thái gò đồi trung du: vùng gò đồi, chân núi (Tam Đảo, Chùa Hương...)
- Hệ sinh thái hang động.
- Hệ sinh thái đất ngập nước ven biển.
- Hệ sinh thái sông: sông Hồng, sông Thái Bình, sông Cửu Long...
- Hệ sinh thái hồ, ao, đầm...
- Hệ sinh thái suối.

Đa dạng alpha, beta và gamma:

Whittaker (1972) phân biệt 3 loại hệ thống sinh thái đa dạng sinh học khác nhau.

- Đa dạng Alpha α (Alpha Diversity): Tổng số loài có trong một vùng.
- Đa dạng Beta β (Beta Diversity): Là mức độ dao động thành phần loài khi các yếu tố môi trường thay đổi ở các sinh cảnh khác nhau trong vùng.
- Đa dạng Gamma γ (Gamma Diversity) hay đa dạng vùng địa lý, những loài phân bố rộng có mặt ở các vùng khác nhau.

Chỉ số đa dạng là một công thức đo lường sự đa dạng loài trong một quần xã. Các chỉ số dùng trong đánh giá đa dạng sinh học như chỉ số Simpson, Berger - Parker, Shannon - Weiner.

b. Các mức độ đa dạng

Tầm quan trọng lợi ích của đa dạng sinh học là mở rộng quy mô phụ thuộc không gian và thời gian. Mức độ quy mô quan trọng dưới đây:

- Quy mô không gian

+ Đa dạng sinh học toàn cầu: Đa dạng sinh học không chỉ được giới hạn trong một vùng, một khu vực một quốc gia mà là ở cấp độ hệ thống sinh thái toàn cầu và nó cũng là một phần quan trọng trong IPM để cung cấp nguồn gen sử dụng cho lai tạo các giống kháng và là nguồn cung cấp tác nhân sinh học trong biện pháp sinh học phòng chống dịch hại.

+ Đa dạng sinh học vùng: Bao gồm các trang trại và thành phố có liên quan ở mức độ sinh cảnh. IPM quan tâm tới các sinh vật gây hại cho cây trồng và có lợi có thể di chuyển giữa các hệ sinh thái khác nhau trong khu vực. Điều này rất có lợi về đa dạng sinh học vùng tại 2 cấp độ:

(i) Mức độ một hộ: Là sự quản lý của một người hay một tổ chức.

(ii) Toàn bộ vùng, khu vực: Trong đó các hộ ổn định dưới sự quản lý của các tổ chức, nhiều người.

+ Đa dạng sinh học trong đồng ruộng: Trong phạm vi đa dạng sinh học đồng ruộng có nhiều khía cạnh tác động của IPM.

- Quy mô thời gian

Các kiểu gen cây trồng khác nhau, các loài cây trồng khác nhau có thể phát triển trong hệ sinh thái qua các thời gian và cung cấp những lợi ích dựa trên tăng sự đa dạng. Để tăng sự đa dạng sinh học theo thời gian có thể áp dụng biện pháp luân canh để quản lý dịch hại.

c. Lợi ích của đa dạng sinh học trong quản lý dịch hại tổng hợp

- Bảo tồn nguồn gen (mức độ toàn cầu);
- Tăng sự ổn định, bền vững của hệ sinh thái (mức độ toàn cầu và vùng);
- Làm giảm bớt hiệu quả của nguồn tập trung (mức độ vùng);
- Nâng cao các quá trình của hệ thống sinh thái (sản xuất ôxy, chống xói mòn, nước chảy (mức độ toàn cầu và vùng);

- Bảo tồn mỹ quan của hệ sinh thái (mức độ vùng);
- Hỗ trợ quần thể các loài động vật hoang dã có thể dựa trên các loài sinh vật dịch hại làm thức ăn (cò, côn trùng và động vật có xương sống) (mức độ đồng ruộng và vùng);
- Nguồn côn trùng có lợi (lý do chính để thúc đẩy đa dạng sinh học trong quản lý động vật chân đốt (mức độ đồng ruộng và vùng);
- Giảm sự thay đổi của của dịch bệnh (mức độ vùng và đồng ruộng);
- Cải thiện đất tốt hơn (mức độ đồng ruộng);
- Tăng năng suất cây trồng từ việc trồng nhiều loại cây (mức độ đồng ruộng).

Ý nghĩa của đa dạng sinh học đối với IPM là cần thiết. Quản lý dịch hại được xem xét chủ yếu ở một vùng và ở mức độ nông hộ. Ảnh hưởng của đa dạng sinh học ở mức độ toàn cầu ít tác động trực tiếp lên IPM nhưng quan trọng để duy trì nguồn gen mà nguồn gen đó có khả năng sử dụng chọn tạo giống cây trồng kháng dịch hại, hoặc nhập nội kẻ thù tự nhiên trong phòng chống sinh học. Ý nghĩa của việc mở rộng đa dạng dựa vào quản lý dịch hại bao gồm các nhân tố như bảo tồn động vật hoang dã, chống xói mòn đất, bảo vệ cảnh quan và duy trì nguồn gen.

Một số cách thức tạo đa dạng trong đồng ruộng và trong vùng:

- Đa dạng cây trồng: Trồng nhiều kiểu gen khác nhau của một loài cây trồng trong cùng một thời gian trên cùng một cánh đồng hay ở vùng nào đó làm tăng sự đa dạng nguồn gen của cây trồng.
- Luân canh cây trồng: Trồng các giống cây trồng có nhiều kiểu gen hoặc các loại cây trồng khác nhau trong cùng một khu đồng nhưng khác nhau về thời gian.
- Xen canh: Trồng hai hoặc nhiều cây trồng trên cùng một thửa ruộng trong cùng một thời gian. Hình thức này có thể giúp nâng cao năng suất cây trồng nhưng có hạn chế trong quản lý cỏ dại và cơ giới hóa trong sản xuất gặp khó khăn. Hệ thống xen canh đạt hiệu quả tốt khi việc làm cỏ và thu hoạch bằng tay.
- Trồng các băng cây: Chọn các cây hàng năm ngăn ngày để trồng xen giữa các hàng cây trồng chính. Những loại cây trồng này cung cấp mật hoa và phần hoa cần thiết thu hút các loài kẻ thù tự nhiên của loài côn trùng gây hại. Các loại cây trồng lựa chọn trồng không cạnh tranh với cây trồng chính và không trở thành cỏ dại.
- Thiết lập khu riêng biệt: Khu vực riêng biệt được trồng thảm thực vật để đem lại lợi ích cho vùng xung quanh, điều này có nghĩa là đất có tiềm năng có thể được sử dụng để trồng cây nhằm duy trì đa dạng hệ sinh thái.

Bất cứ chiến lược nào về đa dạng sinh học cũng đều tốt cho hệ sinh thái và quản lý dịch hại, tuy nhiên cần phải tính toán tới chi phí. Chi phí kinh tế để tăng đa dạng sinh học cần so sánh với hiệu quả kinh tế mà chúng tạo ra. Như vậy phân tích lợi ích kinh tế là thành phần quan trọng của việc ra quyết định trong quản lý dịch hại tổng hợp và tăng đa dạng sinh học. Chỉ khi nào việc tăng đa dạng sinh học trên đồng ruộng tạo nên hiệu quả kinh tế trong quản lý dịch hại trên một số cây trồng thì lúc đó sẽ được chuyển giao cho nông dân áp dụng.

3.1.2. Tầm quan trọng của đa dạng sinh học đến quản lý dịch hại tổng hợp

Hầu hết các nghiên cứu đa dạng sinh học liên quan đến IPM đã được đánh giá trên các sinh vật thuộc ngành chân đốt có ích (Pickett và Bugg, 1998; Landis và cs., 2000), đây là những quan điểm hẹp của quản lý dịch hại. Norris (2003) đã đưa ra những vấn đề quản lý từng loài dịch hại (sâu hại, bệnh cây, cỏ dại, tuyến trùng, động vật không xương sống...).

a. Quản lý tác nhân gây bệnh

Các tài liệu nghiên cứu về bệnh cây nói chung thường không đề cập đến đa dạng sinh học trong quản lý bệnh. Tuy nhiên mức độ nghiêm trọng của sự lây lan bệnh hại cây tăng do sản xuất độc canh một loại cây trồng trên một vùng rộng lớn. Cụ thể cuối thế kỷ XIX đã xảy ra dịch bệnh gỉ sắt cà phê ở Ceylon (nay là Srilanka), dịch bệnh gỉ sắt lúa mì lặp đi lặp lại qua nhiều năm, sự lây lan bệnh nhanh chóng thông qua việc trồng độc canh một loại cây đồng nhất về di truyền. Kanz (1990), đã cho biết sự lây lan của bệnh cây ở vùng trồng độc canh mạnh hơn vùng trồng nhiều loài cây. Tuy nhiên đa dạng sinh học cây trồng có thể chỉ giảm lan truyền bệnh nhưng chưa chắc giảm được sự tác động cuối cùng tới năng suất.

Cũng có nhiều minh chứng cho rằng, đa dạng sinh học các loài thực vật có thể gây bất lợi cho quản lý nhiều tác nhân gây bệnh. Nhiều loại thực vật có thể là ký chủ phụ cho virus và các mầm bệnh khác và đa dạng sinh học cao như vậy có thể làm trầm trọng thêm vấn đề bệnh gây ra bởi những tác nhân gây bệnh. Giảm đa dạng sinh học có thể dẫn đến giảm mức độ nghiêm trọng của nhiều loại bệnh hại cây.

Cải tạo đất là tiêu diệt mầm bệnh trong đất và do đó hạn chế những cây bị bệnh. Cây trồng phát triển trong đất nếu được cung cấp đa dạng các vi sinh vật vào đất thì ít bùng phát dịch bệnh nghiêm trọng. Quản lý dịch hại chưa vận dụng hình thức đa dạng sinh học cho mục đích IPM.

b. Quản lý cỏ dại

Không có bằng chứng thuyết phục nào cho rằng một hệ thực vật, cỏ dại đa dạng sẽ cung cấp nhiều lợi thế hơn hệ thực vật có số lượng loài hạn chế trong việc quản lý cỏ. Mỗi nguy hại mà hệ thực vật đa dạng thành phần loài cỏ dại gây ra là do chúng chứa một số loài cỏ có thể chịu đựng được các hoạt động quản lý và kết quả là số lượng cá thể của quần thể cỏ dại đó sẽ tăng lên. Vì vậy khó nhìn thấy những mặt tích cực của đa dạng sinh học trong quản lý cỏ dại do vị trí dinh dưỡng của cỏ dại trong mạng lưới thức ăn.

Việc trồng nhiều loại cây trồng trên một ruộng với các khoảng thời gian khác nhau (luân canh cây trồng) có giá trị trong quản lý cỏ dại. Tiêu diệt cỏ dại trên ruộng còn phục vụ cho việc quản lý côn trùng.

c. Quản lý tuyến trùng

Nhiều loài cây có thể là ký chủ phụ của tuyến trùng. Tăng sự đa dạng sinh học nghĩa là có khả năng tăng quần thể tuyến trùng, thậm chí khi cây trồng là ký chủ chính

không có mặt. Tuy nhiên, có một vài loại cây có khả năng làm giảm số lượng tuyến trùng như cúc vạn thọ châu Phi khi sử dụng để tăng đa dạng sẽ có khả năng tăng quản lý tuyến trùng, nhưng sẽ khó áp dụng vì loại cây này lại rất thích hợp cho loài bộ phận phát sinh và gây hại.

Việc cải tạo đất tiêu diệt tuyến trùng cũng giống như sự hạn chế tác nhân gây bệnh khác có trong đất, bón thêm vào đất một số loài VSV có thể làm tăng đa dạng sinh học của vi sinh vật trong đất có lợi cho việc quản lý tuyến trùng tốt hơn.

d. Quản lý động vật chân đốt

Ở những ruộng, vùng mức đa dạng sinh học thấp thì thường có sự bùng phát dịch côn trùng gây hại nhiều hơn.

Một vài điểm cần xem xét trong mối quan hệ đa dạng sinh học và IPM:

- Tăng độ đa dạng sinh học ở đồng ruộng có thể phát triển đa dạng kiểu gen hoặc đa dạng cây trồng. Dưới đây là một vài cách thức tăng đa dạng sinh học đã được thực hiện.

- + Xen canh hoặc đa canh như trồng 2, hoặc nhiều loại cây trồng cùng với nhau. Ở những vùng này việc làm cỏ và thu hoạch sử dụng sức người. Từ phương thức trồng đa canh, xen canh có thể giảm tác hại của các loài sâu, nhện nhỏ hại;

- + Khuyến khích nhô bỏ cỏ dại trên cánh đồng bằng tay;

- + Không canh tác, không phun thuốc một số băng ruộng ở trong vụ trồng để tăng đa dạng sinh học. Có vấn đề nguy hiểm có thể xảy ra có một số loài bắt mồi có thể nguy hiểm bởi vì chúng có thể ăn vật mồi là các loài có ích khác hoặc các băng ruộng này có thể tăng số lượng sinh vật gây hại di chuyển đến từ các loại cây trồng khác trên vùng đất canh tác;

- + Tăng đa dạng sinh học ở cấp độ trang trại có thể đạt được thông qua việc: không phun thuốc ở bờ ruộng và gần bờ ruộng có thể lựa chọn trồng thêm cây, hoa hoặc cỏ. Hệ thống này có thể áp dụng tốt trong chương trình mà chính phủ hỗ trợ tiền cho những sản phẩm bị mất và chương trình này có ý nghĩa cho sự duy trì đa dạng sinh học.

- Tăng đa dạng sinh học vùng có thể đạt được theo hai cách:

- + Tại cấp độ địa phương, đa dạng sinh học có thể tăng thông qua việc trồng nhiều ruộng nhỏ cây trồng khác nhau trong cùng một thời gian (trồng giống kiểu áo vớ). Tuy nhiên có rất nhiều ý kiến cho rằng phương pháp này tốt cho việc quản lý dịch hại là côn trùng nhưng trở ngại cho cơ giới hóa;

- + Tại cấp độ vùng, tăng đa dạng sinh học bằng việc hình thành các vùng cách ly, như trồng theo kiểu hàng rào, vùng rừng... chi phí để duy trì vùng cách ly và lượng sản phẩm nông nghiệp mất đi, phải được cân nhắc so sánh với lợi ích của việc quản lý côn trùng mang lại.

Vào năm 1977, Way rút ra kết luận từ việc nghiên cứu đánh giá tác động của đa dạng sinh học đến quản lý động vật chân đốt trong đó đi sâu vào tìm hiểu các loài có khả năng tương tác với nhau từ ảnh hưởng của thay đổi đa dạng sinh học và có một vài nhận xét như sau:

- Giảm đa dạng sinh học có thể làm gián đoạn vòng đời của loài gây hại chân đốt làm giảm sự gây hại của chúng đến cây trồng.

Giảm đa dạng sinh học thì các loài dịch hại chân đốt bị mất nguồn cung cấp thức ăn, nơi trú ngụ khi cây trồng không có mặt;

Phần lớn ruộng độc canh ít bị các loài động vật chân đốt gây hại trên diện rộng vì các loài thường tập trung gây hại ở các vùng rìa của cánh đồng;

Gieo trồng đúng thời vụ (đúng ngày), cây trồng có thể tránh sự gây hại của động vật chân đốt nếu trên cánh đồng không có mặt của cỏ;

Cây trồng nếu chỉ chịu sự gây hại của các loài động vật chân đốt sẽ bị thiệt hại ít hơn khi không cùng lúc phải chịu thêm sự cạnh tranh của cỏ dại.

- Giảm đa dạng sinh học có thể có lợi hoặc có tác động tới các loài kẻ thù tự nhiên (KTTN)

Giảm đa dạng sinh học thì các loài kẻ thù tự nhiên có thể giảm được tác hại từ mối quan hệ giữa các loài KTTN với các loài ký sinh bậc 2;

Giảm cỏ dại là giảm nguy hiểm cho các loài kẻ thù tự nhiên tìm kiếm vật mồi, vì các loài bắt mồi của chúng có thể ẩn nấp trên các loại cây cỏ đó;

Giảm cỏ sẽ làm giảm sâu hại trên cỏ tạo điều kiện cho các loài KTTN tập trung khống chế số lượng sâu hại trên cây trồng chính;

Giảm đa dạng sinh học là kết quả của trồng độc canh cây hàng năm tạo ra sự cân bằng giữa các loài thiên địch và các con mồi của chúng.

- Tăng đa dạng sinh học một cách hợp lý có thể làm giảm sự tấn công của các loài sâu nhện nhỏ hại cây bởi một số phương pháp sau đây:

Hình thành sự nguy trang, làm ít đi khả năng gây rủi ro của sâu nhện nhỏ hại cho các loại cây trồng;

Có vai trò như hàng rào chắn các loài gây hại;

Có thể chuyển hướng các loài gây hại từ cây trồng sang cây khác.

Lợi ích của tăng đa dạng sinh học tới các loài thiên địch thông qua những khía cạnh sau:

Cung cấp thức ăn cho thiên địch giai đoạn không phải là ký sinh (cung cấp mật hoa cho ong ký sinh trưởng thành, ruồi ăn rệp), không phải là bắt mồi của thiên địch;

Cung cấp thức ăn thay thế cho con mồi (là sâu hay nhện nhỏ hại), làm cho các sinh vật ký sinh hay bắt mồi tồn tại được lâu hơn trong tự nhiên;

Cung cấp nơi trú ẩn cho các loài thiên địch.

Stanton (1983) đã có nhận xét: mật độ quần thể dịch hại ở những nơi có sự đa dạng cây trồng thường thấp hơn so với ở những nơi chỉ có cây ký chủ.

Tóm lại đa dạng thực vật và ổn định cần phải được xem xét trong mối quan hệ của các loài đối với bất cứ sinh cảnh nông nghiệp riêng biệt nào.

e. *Quản lý các loài gây hại có xương sống*

Vai trò của đa dạng sinh học trong quản lý các loài sâu bệnh là thường xuyên được thảo luận. Chúng ta không tìm thấy một bằng chứng nào liên quan đến nâng cao đa dạng sinh học trong kiểm soát các loài gây hại có xương sống. Trong thực tế việc tăng đa dạng sinh học đã được xem xét lợi ích cho việc duy trì quần thể các loài động vật hoang dã. Một trong những tiêu chuẩn xem xét cho việc kiểm soát các loài gây hại như sóc đất và chuột đồng là tập tính di chuyển.

3.1.3. Sử dụng đa dạng sinh học trong hệ thống IPM

a. *Cách tiếp cận chi phí lợi nhuận*

Phân tích lợi nhuận phải được áp dụng trong việc sử dụng đa dạng sinh học trong IPM. Có nghĩa là lợi ích đạt được phải cân bằng với những cái mất đi trước khi cố gắng thay đổi đa dạng sinh học. Đánh giá lợi ích phải bao gồm sự thiệt hại của cả các loài dịch hại gây ra và các tác động đến môi trường.

Vì vậy, việc loại bỏ hay đưa thêm cây vào cần phải trả lời được một số câu hỏi sau:

- Việc trồng thêm các loại cây trồng tại từng vùng, đồng ruộng có phải là ký chủ phụ đối với vi sinh vật gây bệnh cây (ví dụ nấm, virus, vi khuẩn) và các tác nhân gây bệnh trên cây đó có phải là nguyên nhân gây bệnh cho cây trồng bản địa ở vùng hay không.

- Trồng thêm cây trồng vào ruộng có phải cũng là đưa thêm ký chủ phụ cho tuyến trùng ở bất cứ cây trồng nào trong hệ thống luân canh không.

- Có thể trồng thêm cây trồng vào trong ruộng hoặc cạnh ruộng sẽ là tạo thêm nơi trú ngụ cho các loài dịch hại có xương sống hoặc thân mềm không.

- Trong một vài trường hợp, cây trồng vụ trước (rau dền) ra hoa, đậu quả và hạt rơi trên đất, tới vụ sau người ta trồng cây trồng khác (cây đậu cô ve) nhưng cây vụ trước (rau dền) lại tự mọc lên vậy trong trường hợp này cây tự mọc ấy có được coi là cỏ dại không? Cần sử dụng 2 câu hỏi dưới đây để trả lời câu hỏi này.

- + Nếu là cỏ dại thì cây tự mọc sẽ là nguyên nhân trực tiếp ảnh hưởng đến năng suất hoặc gây thiệt hại đến các cây trồng khác.

- + Cỏ dại sinh sản làm tăng hạt cỏ bởi vậy tăng chi phí quản lý cỏ dại trong luân canh cây trồng.

Nếu trả lời bất cứ câu hỏi nào ở trên là đúng thì sử dụng thảm thực vật trong mục đích quản lý các loài gây hại phải được đánh giá trong mối quan hệ tác động kinh tế của các loài sinh vật gây hại khác, các loài này sẽ được thay đổi. Sự đánh giá ảnh hưởng của cỏ dại như là ký chủ phụ cho sinh vật gây bệnh và các động vật có xương sống luôn luôn là cần thiết từ khía cạnh quản lý dịch hại.

Nếu tăng đa dạng sinh học là để sử dụng cho mục đích IPM thì không nên bao gồm cỏ dại, nhưng tốt hơn nên phân loại cây và các đặc điểm mà đã được yêu cầu rồi sau đó gieo trồng ví dụ như cây *Phacelia tanacetifolia* là loài cỏ nhưng ở Mỹ đã sử dụng trồng để cung cấp phấn hoa cho trưởng thành ruồi ăn rệp. Hiện nay ở Việt Nam

chương trình “Công nghệ sinh thái” áp dụng trên ruộng lúa ở các tỉnh phía Nam (gọi tắt “ruộng lúa, bờ hoa”) là hình thức trồng các loại hoa quanh bờ ruộng để thu hút thiên địch có ích, phòng chống rầy nâu truyền bệnh virus trên cây lúa. Hoạt động của mô hình này là trồng các loài hoa dại (soi nhái, hoa xuyên chi, cúc mặt trời, cẩm tú, lạc dại, hoa mười giờ, hoa cúc lợn...) trên bờ ruộng để dẫn dụ, tạo nơi trú ngụ và nguồn thức ăn cho các loài thiên địch khi cây lúa được thu hoạch đồng loạt trên cánh đồng, mặt khác đây là nơi để thiên địch tăng số lượng đủ để khống chế số lượng rầy, nhện gié... hại sau khi gieo trồng vụ lúa mới, giữ cân bằng hệ sinh thái ruộng lúa.

b. Sự cân nhắc, xem xét đặc biệt/ khả năng áp dụng

Sự khác nhau giữa các hệ thống cây trồng được sử dụng để tạo nên đa dạng sinh học đồng ruộng cần phải cân nhắc cẩn thận để chúng trở thành có lợi cho IPM. Đa dạng sinh học là một “con dao hai lưỡi” trong mối quan hệ với IPM. Phương hướng sử dụng để tăng cường đa dạng sinh học cho quản lý của một loài dịch hại này có thể gây bất lợi cho việc quản lý một loài dịch hại khác. Nỗ lực để xác định ảnh hưởng của đa dạng sinh học với quản lý dịch hại đòi hỏi phải có các phương pháp tiếp cận, bố trí các nghiên cứu và quan tâm đến các yếu tố tương tác của các loài sinh vật trong hệ thống. Xem xét sự tương tác giữa đa dạng sinh học thực vật và sự đa dạng sinh học dịch hại để xác định hướng đi cho quản lý dịch hại trong bất cứ hệ thống sinh thái nông nghiệp nào là điều cần thiết. Bên cạnh việc áp dụng có chọn lọc, cân nhắc những tiến bộ của nền nông nghiệp tiên tiến, cần thiết phải mô phỏng theo kiểu của hệ sinh thái rừng tự nhiên; Thực hiện đa dạng sinh học (trồng nhiều loại cây khác nhau, luân canh, xen canh, lai tạo giống mới, trồng theo phương thức nông - lâm kết hợp, bảo tồn và giữ gìn các giống vật khác loài); Nuôi dưỡng, cải tạo đất (thường xuyên bón phân hữu cơ, che phủ mặt đất để chống xói mòn, rửa trôi, tìm biện pháp loại trừ các yếu tố gây hư hại); Đảm bảo tái sinh vật chất tạo ra mối quan hệ đúng đắn giữa các thành phần và tác nhân của hệ sinh thái nông nghiệp; Thiết kế cây trồng theo cấu trúc nhiều tầng giống như hệ sinh thái tự nhiên.

Như vậy, biện pháp trồng xen, trồng gối có chọn lọc là sự vận dụng hiệu ứng sinh quần giàu và cân bằng sinh học để góp phần hạn chế dịch hại trên đồng ruộng một cách chủ động và hiệu quả, do đó cần được quan tâm nghiên cứu và ứng dụng (Nguyễn Viết Tùng, 2012).

3.2. MỐI TƯƠNG TÁC GIỮA CÁC NHÓM DỊCH HẠI TRONG HỆ SINH THÁI

Các loài dịch hại như: Cò dại, sâu nhện nhỏ hại, tuyến trùng hại, ốc hại cây và vi sinh vật gây bệnh cây không tồn tại biệt lập mà nhiều loài trong số chúng có thể cùng tồn tại trong một thời điểm. Đây là điều cần quan tâm trong việc quản lý chúng. Việc một số nhóm dịch hại cùng tồn tại một lúc, trong lưới thức ăn và mối quan hệ tương tác giữa chúng có thể là trực tiếp hay gián tiếp là điều thường thấy. Chẳng hạn như cò dại, trong lưới thức ăn, chúng có thể là thức ăn cho nhiều loại sâu hại và cả thiên địch của sâu hại. Côn trùng, tuyến trùng hay nấm có thể là những loài thể hiện tương tác ở mức độ rất yếu, mờ nhạt đến mức độ rất mạnh.

Có rất nhiều kiểu tổng hợp tương tác có thể xuất hiện trong hệ sinh thái nông nghiệp. Như đã đề cập, cỏ dại có thể được sử dụng như những ký chủ thay thế cho nhiều loài sâu hại, thiên địch, virus và giúp cho các tác nhân gây bệnh phát tán thuận lợi. Cây đang bị nấm tấn công làm cho phát triển yếu ớt sẽ cạnh tranh với cỏ dại kém đi. Tuyến trùng là môi giới truyền bệnh virus và vi khuẩn, ốc sên còn là vật trung gian của nhiều loài nấm gây bệnh cây chuyên tính.

Sự tương tác xuất hiện trong một nhóm dịch hại, nhưng thường thì xuất hiện nhiều hơn giữa hơn hai nhóm dịch hại.

Tương tác đa chiều giữa 3 nhóm dịch hại là thông dụng: Cỏ dại là ký chủ của virus, sâu hại có thể là môi giới lan truyền virus. Có rất nhiều ví dụ về sự tương tác đa chiều này.

Tương tác giữa các nhóm dịch hại dựa trên 4 cơ chế khác nhau (không gồm tương tác được xếp trong nhóm biện pháp sinh học):

- Tương tác là kết quả của mối quan hệ dinh dưỡng;
- Tương tác do sự biến đổi môi trường;
- Tương tác cơ học;
- Tương tác do các biện pháp đã sử dụng, có thể chia ra:
 - + Tương tác xuất hiện do không sử dụng thuốc trừ dịch hại;
 - + Tương tác xuất hiện khi sử dụng thuốc trừ dịch hại.

Ba tương tác đầu tiên là do dịch hại hoặc hệ sinh thái.

3.2.1. Năng lượng/ dòng tương tác thông qua lưới thức ăn (thay đổi dinh dưỡng)

Sự chuyển dời năng lượng và thức ăn thông qua lưới thức ăn giải thích vì sao một số quan hệ giữa các loài dịch hại cần được phân tích.

Tương tác có thể là kết quả khi mà có 2 cơ thể dịch hại trong cùng mức dinh dưỡng khai thác trên cùng vật chủ. Tương tác như vậy được gọi là sự tấn công nhiều loài, hay ảnh hưởng của nhóm dịch hại. Dịch hại có thể gồm các loài trong 1 lớp (như bộ xít, rệp) hay là từ nhiều lớp khác nhau như (rầy và bệnh chết éo, hay tuyến trùng và bệnh chết éo).

Tương tác xuất hiện từ các mức dinh dưỡng khác nhau như cỏ dại và dịch hại khác. Thêm vào đó là tương tác quan trọng giữa các mức dinh dưỡng khác nhau như là giữa động vật và vi sinh vật.

Tương tác trực tiếp xuất hiện khi một loài dịch hại sử dụng một ký chủ ở mức dinh dưỡng thấp hơn; cỏ dại được sử dụng như 1 ký chủ cho rất nhiều loài dịch hại ăn thực vật (cỏ dại và động vật ăn cỏ). Tương tác giữa các mức khác nhau của nhóm động vật tiêu thụ cấp cao cũng xuất hiện và đây là tương tác có ý nghĩa lớn trong IPM có liên quan đến biện pháp sinh học.

Tương tác gián tiếp xuất hiện khi có cơ thể trung gian giữa dịch hại mục tiêu hoặc sinh vật có lợi và cơ thể phát sinh tương tác này. Các loài có lợi chẳng hạn, cỏ tương tác

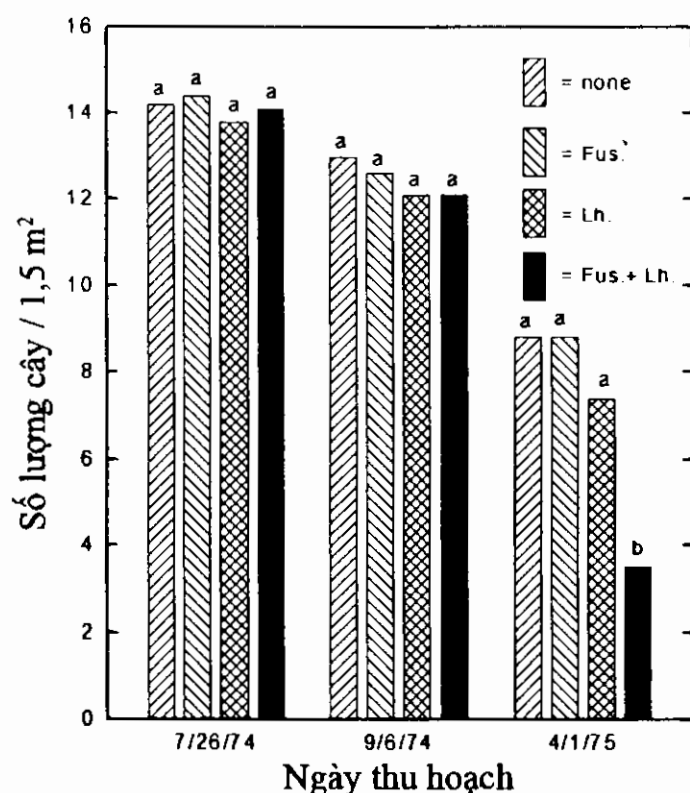
với cỏ dại nếu cỏ dại cung cấp thức ăn cho loài có lợi. Tương tự loài có lợi ảnh hưởng tới sự phát triển của cây bằng việc giảm sự gây hại của sâu và nhện nhỏ hại cỏ.

Nhiều loài có ích có tập tính ăn trên nhiều mức dinh dưỡng trong đời của mình tạo nên các tương tác bổ sung.

Sự tấn công nhiều mặt của sinh vật tiêu thụ sơ cấp:

Khi hai hay nhiều loài dịch hại cùng tấn công lên một cây chủ, chúng chia sẻ nguồn dinh dưỡng. Tương tác này hay xuất hiện trên đồng ruộng; tuy nhiên, các nghiên cứu đánh giá hệ quả của sự tấn công này thường là rất khó và mới chỉ thực hiện được trên một số ít cây trồng.

Theo dõi trên rầy hại lá và bệnh thối rễ do nấm *Fusarium* trên cây cỏ 3 lá minh chứng sự gây hại nhiều mặt quan trọng như thế nào khi có từ 2 trở lên nguồn gây hại trên 1 ký chủ. Rầy hại lá khi không có nấm gây hại chỉ gây hại rất nhẹ, không có ý nghĩa (Hình 3.1). Nấm gây thối rễ *Fusarium* khi không có rầy hại lá cũng vậy, gây nên tác hại không có ý nghĩa. Nhưng khi cả 2 loài này đồng thời tấn công trên cùng cây thì tác hại đã vượt đến 50%.



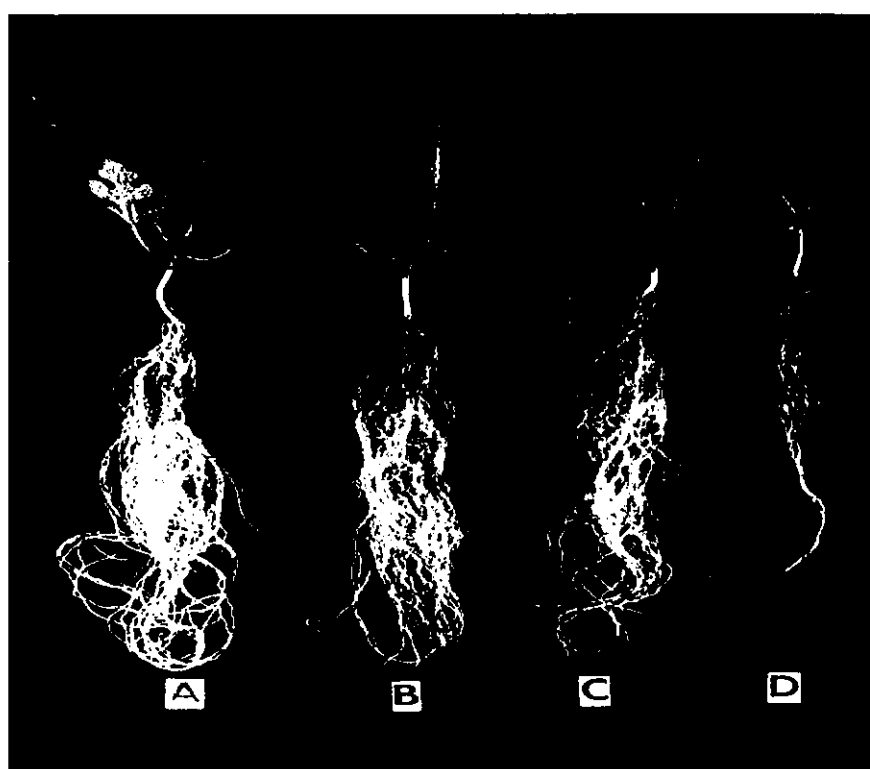
Hình 3.1. Số lượng cây cỏ 3 lá bị hại bởi các loài dịch hại

Ghi chú: None: Không bị dịch hại tấn công; Fus: Bị nấm *Fusarium* tấn công; Lh: Bị tấn công bởi rầy; Fus+Lh: Bị tấn công bởi rầy và nấm *Fusarium*

Nguồn: Leath và Byers, 1977

Nhìn vào hình 3.1 cho thấy: Đầu vụ khi mới gây hại thì không thấy có sự sai khác về thiệt hại giữa sự tấn công riêng rẽ của rầy hoặc nấm *Fusarium* và sự gây hại của cả nấm *Fusarium* và rầy. Nhưng sau 6 tháng gây hại thì có sự sai khác rất rõ giữa sự gây hại riêng rẽ của từng dịch hại và tương tác gây hại cùng một lúc của hai tác nhân nấm và rầy.

Tương tác trong nhóm gây bệnh thường thấy như giữa nấm và tuyến trùng. Tuyến trùng nốt sùng và nấm *Fusarium* trên cây dưa hấu chẳng hạn, gây nên tác hại chung cao hơn rất nhiều so tác hại riêng rẽ của từng loài. Tương tự, sự có mặt gây hại của tuyến trùng nốt sùng đã làm hồng tính kháng của cây bông đối với nấm *Fusarium*. Khi không có tuyến trùng ở băng ngoài cùng, cây bông phát triển bình thường, nhưng khi có tuyến trùng tại băng ở giữa thì cây bông bị nấm hại nặng hơn (Hình 3.2).



Hình 3.2. Tương tác sự gây hại giữa các loài dịch hại

Ghi chú: A: Không bị dịch hại (ĐC); B: Chỉ bị tuyến trùng hại; C: Chỉ bị nấm *Fusarium* hại; D: Tuyến trùng và nấm *Fusarium* cùng gây hại

Nguồn: Norris và cs., 2003

Tương tác nhiều loài sẽ làm cho việc tính toán ngưỡng gây hại kinh tế khó khăn hơn so với chỉ có một loài gây hại. Tương tác gây hại giữa các loài dịch hại có thể đi đến kết quả làm cho sự gây hại mạnh hơn hay ngưỡng gây hại kinh tế thấp hơn. Những tương tác này dẫn đến kết quả các quyết định của IPM không sát thực tế.

Dịch hại có thể cùng tấn công cây trồng nhưng tác hại của chúng có thể là độc lập với nhau.

Các nhà khoa học nông nghiệp nghiên cứu về IPM nhận ra rằng: Tương tác của nhiều loài là có ý nghĩa, cần có nhiều nghiên cứu hơn nữa. Trong khi hầu hết những người quản lý dịch hại bắt buộc phải dựa trên kinh nghiệm của riêng mình.

Tiếc rằng đa số các chương trình IPM lại dựa trên kiến thức và hiểu biết tác hại của một loài đơn lẻ mà không có những hiểu biết đầy đủ về tương tác của nhiều loài trong cùng một hệ sinh thái.

3.2.2. Tương tác trực tiếp

Tương tác trực tiếp xuất hiện khi một động vật gây hại hoặc một loài nấm tấn công trên cả hai loài cây trồng và cỏ. Cỏ dại được gọi là ký chủ thay thế, hay là ký chủ dự trữ. Hầu hết tương tác này là giữa cỏ dại và các loài dịch hại, bởi vì cỏ dại được dùng như nguồn thức ăn thêm thay thế thức ăn sơ cấp là cây trồng. Khi động vật sử dụng cỏ dại như là nguồn thức ăn thì cần tách biệt giữa động vật là dịch hại của cây trồng và động vật không phải là dịch hại, bởi vì dịch hại thay đổi tầm quan trọng của tương tác.

Một số VSV, côn trùng và tuyến trùng có tính chọn lọc thức ăn, chúng có thể tấn công một loài cỏ dại, nhưng không tấn công cây trồng, và chúng không xếp vào nhóm gây hại, thực tế chúng là thuộc nhóm có lợi. Những vấn đề nảy sinh khi động vật và VSV tấn công và sống trên cỏ dại, nhưng nó cũng tấn công cây trồng. Nếu cây trồng là ký chủ ưa thích, lúc đó vấn đề trở nên nghiêm trọng hơn.

Tương tác trực tiếp: Không phải dịch hại cây

Nếu một loài ăn trên cỏ dại, nhưng không phải là dịch hại cây, lúc đó ít nhất có được biện pháp sinh học đối với cỏ dại. Trong trường hợp này, cỏ dại được sử dụng như là cây ký chủ sơ cấp. Bộ rùa ăn hạt cỏ dại là một ví dụ tốt về mối tương tác này.

Tương tác trực tiếp: Là dịch hại cây

Nếu một loài sinh vật ăn cỏ dại và lại là dịch hại cây, lúc đó kết quả của tương tác này cần được phân tích kỹ lưỡng. Có 3 khả năng xảy ra:

- Loài sinh vật có thể là kẻ thù tự nhiên của cỏ dại.
- Cỏ dại là ký chủ thay thế hay dự trữ cho dịch hại khi mà cây trồng ký chủ chính của dịch hại không có mặt, như vậy chúng đã hỗ trợ sự sống sót của dịch hại trong chu kỳ phát triển trên đồng ruộng. Tương tác này là quan trọng, đặc biệt trong mối liên quan đến vi sinh vật, tuyến trùng hay nhiều loài côn trùng hại. Dịch hại phát triển quần thể trên cỏ dại và rồi chuyển sang tấn công cây trồng với mật độ cao hơn.

Ký chủ thay thế bắt buộc là những mối quan hệ đặc biệt mà ở đó cỏ dại là thành phần của chu chuyển vòng đời của dịch hại. Đây là tương tác đặc biệt đối với nhiều loài nấm bệnh.

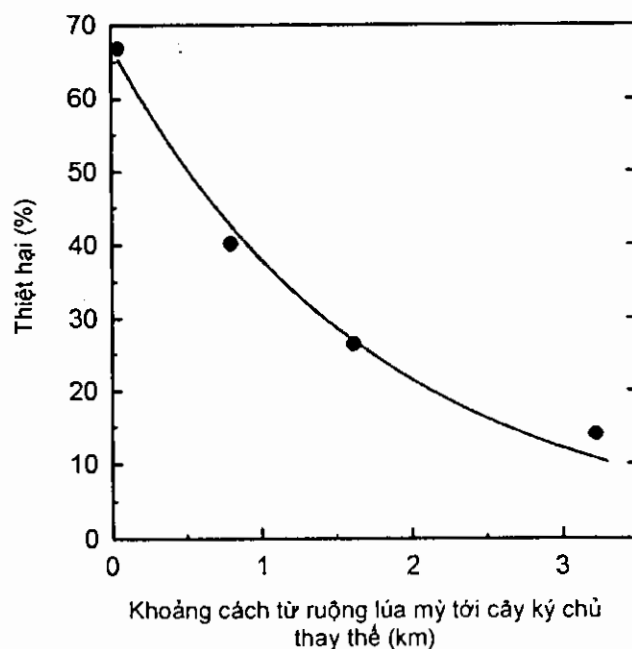
- Những dịch hại trên cỏ dại có thể được sử dụng như là vật chủ hoặc con mồi của côn trùng có ích.

Khi dịch hại sử dụng cỏ dại làm ký chủ thay thế, sự gây hại trên cỏ dại thường thấp hoặc rất thấp.

Nhiều loài dịch hại cây trồng không làm hại cỏ dại, sự có mặt của chúng thường không được xác định. Nếu mật số của dịch hại tăng trên cỏ dại, khi chúng tiếp cận được cây trồng ký chủ, lúc đó số lượng của chúng đủ lớn để gây hại cây. Trên phương diện quản lý cây trồng, điều cần thiết là phải xác định được tầm quan trọng của cả các loài cỏ dại bên ngoài cây trồng (cropping system).

Cỏ dại bên ngoài hệ thống

Ở bên ngoài ruộng, dịch hại sử dụng cỏ dại làm nguồn thức ăn, rồi sau đó di chuyển vào trong ruộng cây trồng. Kiểu tương tác này xảy ra với các loài dịch hại di chuyển được hay các loài có thể phát tán nhờ gió (bào tử nấm, rệp muội bông hay nhện nhỏ hại). Thiệt hại thấy được do bộ xít hôi chuyển từ cỏ dại đến các ruộng lúa mỳ ở Canada là một ví dụ (Hình 3.3). Việc sử dụng cỏ dại của nấm gỉ sắt ngũ cốc là ví dụ cho nhóm nấm hại. Một số nấm có tính chọn lọc cao có thể sử dụng cỏ dại như là ký chủ thay thế, lúc này cần có trung gian để truyền bệnh từ cỏ dại sang cây trồng. Các ví dụ điển hình thấy trên nấm hại nho.



Hình 3.3. Mối liên quan giữa sự thiệt hại do bộ xít gây ra với khoảng cách từ ruộng lúa mỳ tới cây ký chủ thay thế

Nguồn: Norris và cs., 2003

Thường gặp là tương tác giữa dịch hại và cây xanh bên ngoài ruộng, gồm bộ xít *Lygus*, rầy xanh, rệp muội bông sử dụng cỏ dại như thức ăn thay thế và rất nhiều loài virus sống trên cỏ dại. Cỏ dại là nguồn tồn tại của virus được xem là rất quan trọng trong chương trình quản lý virus. Việc loại bỏ cỏ dại là ký chủ thay thế của virus đóng vai trò quan trọng trong chiến lược quản lý bệnh hại. Nếu cứ để cỏ dại là ký chủ thay thế của virus phát triển sẽ làm sụp đổ các chương trình quản lý bệnh virus tổng hợp.

Cỏ dại bên trong hệ thống

Trong ruộng, cỏ dại có thể được sử dụng như thức ăn thêm hoặc thức ăn thay thế cho nhiều loài dịch hại khác. Trong năm, khi trên ruộng không có cây trồng thì thức ăn của nhiều loài dịch hại là cỏ dại, chúng có thể gia tăng số lượng, cỏ dại có thể được coi là cầu nối giữa các vụ cây trồng, cung cấp năng lượng cho các loài dịch hại khi cây trồng không có mặt hay trong giai đoạn phát triển ban đầu của cây trồng.

Ví dụ: Nấm gây bệnh: Nhiều loài nấm hại như: *Verticillium*, *Botrytis* và *Sclerotium rolfsi* có khả năng tấn công và sinh sản trên nhiều loài cỏ dại. Loài nấm *Rhizoctonia solani* gây bệnh khô vằn có thể lan truyền trên nhiều loài cỏ dại khi không có cây trồng.

Nấm gây bệnh

Tuyệt đại đa số tương tác giữa nấm và các loài sâu hại khác là âm trong chương trình IPM; Sự có mặt của một loài sâu hại làm tăng mức độ nghiêm trọng của sự gây hại. Việc phòng chống một loài sâu hại sẽ làm tăng hiệu lực phòng trừ bệnh hại. Điều này chủ yếu ám chỉ đến các côn trùng môi giới truyền bệnh.

Cỏ dại thường không biểu hiện triệu chứng bệnh. Ví dụ về các loài cỏ dại là ký chủ của VSV hại bao gồm:

- Virus xoắn ngọn, trung gian là rầy xanh: Ký chủ bao gồm cỏ *Russian thistle* và các loài cỏ khác.
- Virus khảm lá dưa chuột: Trung gian là rệp bông (*A. Gosypii*), bộ phần; ký chủ bao gồm cỏ *Chicweed (Stellaria media)* và các loài cỏ khác. Virus có thể truyền qua hạt.
- Virus gây bệnh vàng cù cải đường phương tây: Trung gian là rệp đào *Myzus persicae*; ký chủ bao gồm nhiều loài cỏ.
- Bệnh Pierce cây nho: Trung gian là rầy xanh (*Graphocephala atropunctata*); ký chủ bao gồm cỏ (*Sorghum halepense*) và nhiều loài khác.
- Nấm *Rhizoctonia solani* hại khoai tây, có nhiều loài cỏ dại là ký chủ của nấm.
- Nấm chết éo *Verticillium* hại trên bông và cây khác: nấm có 300 ký chủ phụ, trong đó có nhiều loài là cỏ dại.

Tuyến trùng

Tương tự như nấm gây bệnh cây, tuyệt đại đa số tương tác giữa tuyến trùng và các loài sâu hại khác là âm trong chương trình IPM. Quản lý tuyến trùng trong hệ thống nông nghiệp, mà ở đó cỏ dại không được kiểm soát tốt, được coi là sẽ rất khó khăn bởi vì tuyến trùng sẽ sử dụng cỏ dại làm thức ăn thay thế, làm cho mật độ của chúng luôn cao trên đồng ruộng. Trừ trường hợp sử dụng cây ký chủ thay thế làm “cây bẫy” và khi một số loại cỏ dại thải ra chất trừ tuyến trùng.

Ốc (Nhuyễn thể)

Tương tác giữa ốc (ốc sên) và các loài sâu bệnh khác là quan trọng và đều ảnh hưởng âm đến quản lý dịch hại tổng hợp. Cỏ dại luôn làm tăng số lượng ốc. Một số

trường hợp, so với cây trồng, cỏ dại có thể là ký chủ ưa thích hơn và có thể vì điều này sự có mặt của cỏ dại làm giảm thiệt hại cho cây trồng. Ít khi truyền virus hại cây.

Côn trùng

Tương tác giữa côn trùng và cỏ dại có thể là theo hướng có lợi và ngược lại tùy thuộc vào hệ thống canh tác và các loài tham gia quá trình này. Ví dụ dưới đây về tương tác có lợi khi mà cỏ dại cung cấp nguồn dinh dưỡng cho các loài côn trùng có ích:

- Cây ăn quả: Các loài nhện nhỏ hại tấn công trên cây mọc ở dưới tán cây ăn quả cung cấp nguồn dinh dưỡng cho các loài nhện có ích.

- Cây nho: Các loài nhện nhỏ hại tấn công trên cây cỏ (*Sorghum halepense*) là vật mồi cho nhện có ích.

- Cải dầu: Các loài vật mồi sống trên cỏ dại hỗ trợ cho một số loài ong và thiên địch bắt mồi khác.

- Đậu đỗ: Cỏ dại có thể hỗ trợ các loài thiên địch bắt mồi của rầy hại.

- Cây nho: Loài *Anagrus epos* ký sinh rầy hại nho, loài ký sinh này có thể ký sinh cả rầy gây hại các loài quả mâm xôi trong cùng hệ sinh thái ruộng nho.

- Ngũ cốc: Các loài bắt mồi rệp muội có thể tấn công con mồi sống trên cỏ hàng năm.

- Nhiều loài cây trồng: Một số loài ong ký sinh ăn các loài thức ăn là dịch tiết của cây hay phấn hoa giàu dinh dưỡng của cỏ dại mọc bên ngoài ruộng.

Những ví dụ trên có thể kết luận rằng việc quản lý tốt cỏ dại sẽ làm giảm số lượng sâu hại, tuy vậy hầu hết các ví dụ không chỉ ra mối quan hệ rõ rệt với các loài có ích. Mặc dù vậy, số liệu minh chứng rằng, cỏ dại làm tăng số lượng các loài có ích trong một số trường hợp. Vì vậy, sử dụng cỏ dại để nâng cao vai trò của biện pháp sinh học đối với sâu hại cần được đánh giá một cách thận trọng.

Ví dụ rất rõ ràng ở đồng bằng sông Cửu Long, Việt Nam các mô hình “ruộng lúa bờ hoa” đã chứng minh rõ rệt việc sử dụng bờ có hoa dại hoặc cây trồng có hoa như vùng, hướng dương đã làm giảm đáng kể sự có mặt gây hại của sâu cuốn lá nhỏ, rầy nâu trong khi số lượng các loài thiên địch chính như bọ xít mù xanh, nhện bắt mồi tăng.

Cần phải đề cập rằng, cỏ dại có thể cung cấp thức ăn làm tăng số lượng của dịch hại chân đốt. Theo quan điểm IPM, cỏ dại có thể tạo nên nhiều vấn đề sâu hại và cũng có nhiều điểm tốt cần được quan tâm phát huy.

Động vật có xương sống

Tuyệt đại đa số các tương tác với động vật có xương sống là có liên quan đến cỏ dại. Các tương tác đó là không có lợi cho IPM vì cỏ dại là cây che phủ và nguồn thức ăn, hoặc động vật có thể phát tán hạt cỏ dại, nấm bệnh hay tuyến trùng từ nơi này sang nơi khác.

3.2.3. Tương tác có nguồn gốc cơ học

Tương tác giữa các cá thể thuộc các nhóm dịch hại chỉ xuất hiện khi có sự gây hại (cơ học) của dịch hại này đến dịch hại khác hay trên cơ thể cây chủ. Mỗi tương tác này

dựa trên tác hại cơ học đến cây trồng ký chủ bởi một loài dịch hại mà nó lại làm tăng tính nhiễm của cây ký chủ đối với một dịch hại khác, hoặc là đến các loài dịch hại là ký chủ trung gian.

Tác hại cơ học đến cây ký chủ

Rất nhiều vi sinh vật, như vi khuẩn chẳng hạn không thể đâm xuyên được tầng cutin, mà nó phải dựa vào các vết thương cơ giới để di chuyển vào trong thân cây. Tương tự nhiều loài côn trùng không thể chui vào thân cây nếu không có các vết hại do các động vật khác.

Ví dụ:

- Sâu non khi tấn công cây nho làm tăng bệnh thối xám.
- Sâu xám tấn công trên củ cải đường làm tăng bệnh vi khuẩn thối rễ *Erwinia*.
- Tuyến trùng nốt sưng khi tấn công cây bông kháng bệnh *Fusarium* phá vỡ tính kháng bệnh này của cây bông kháng.

Sự phát tán

Nhiều sản phẩm sinh sản (vi khuẩn, bào tử, hạt) của nhiều loài dịch hại có thể được vận chuyển và phát tán nhờ nhiều loài dịch hại. Ví dụ điển hình là việc phát tán bào tử bệnh cây đu (elm) Hà Lan trên cây gỗ trong rừng nhờ loài côn trùng ăn vỏ thân cây đu. Côn trùng ăn vỏ, thân, tạo nên vết hờ cho nấm xâm nhập.

Rất nhiều loài côn trùng kể cả ong và ruồi ăn mật mang vi khuẩn gây bệnh xám quả lê truyền từ hoa này sang hoa khác.

Rất nhiều loài động vật mang theo trên mình hạt cỏ dại, hay tuyến trùng trên móng vuốt. Có nhiều ví dụ về sự tương tác đặc biệt giữa chim và cây tầm gửi, là những thực vật ký sinh nguy hiểm trên cây. Hạt cây tầm gửi thường dính, nếu chim ăn vào sau khi đi hết đường tiêu hóa, chúng sẽ thải qua phân lên các cây ở các vị trí khác.

Con người là nhóm phát tán có ý thức hoặc vô thức các loài dịch hại vô cùng quan trọng.

Côn trùng có thể phát tán tuyến trùng từ ký chủ này sang ký chủ khác. Bọ dừa có thể phá hủy trong vùng trồng dừa rộng lớn. Tầm quan trọng của chúng là ở chỗ chúng có thể vận chuyển tuyến trùng từ khoảng cách xa. Tuyến trùng này có thể tiêu diệt cây dừa và cọ dừa trong một vài tháng, diện tích gây hại ngày một tăng. Tương tự xảy ra với bệnh chết éo cây thông do tuyến trùng. Loài tuyến trùng này được bọ xén tóc thuộc giống *Monochamus* di chuyển từ cây này sang cây khác.

Rất nhiều loài vi sinh vật không thể sống được ngoài tế bào ký chủ sống, đó là các loài vi sinh vật khó tính. Đây là nhóm vi sinh vật bao gồm tất cả virus và viroid, nhiều loài vi khuẩn và đa số Phytoplasma. Để các loài vi sinh vật này phát tán, chúng phải được cơ thể sống mang chúng từ vật chủ này sang vật chủ khác. Quá trình này cần một sự trung chuyển và cơ thể trung chuyển gọi là môi giới (vector). Môi giới đòi hỏi là vật khi ăn vật chủ bị nhiễm, chuyển sang ăn vật chủ không bị nhiễm bệnh và các vi sinh vật

được chuyển vào cây mới trong quá trình ăn của môi giới. Việc truyền lan vi sinh vật được xảy ra nhờ tổ hợp của việc vận chuyển cơ học vi sinh vật và “môi trường” phù hợp để vi sinh vật sống và trong một số trường hợp chung còn sinh sản nữa.

Sự truyền lan vi sinh vật thực tế gồm tương tác 3 chiều của nhiều hiện tượng. Cơ chế làm thế nào vi sinh vật truyền được phụ thuộc vào VSV, môi giới và cây ký chủ. Các loài môi giới đã được trình bày tại phần trên. Cò đại, như đã nêu trước, được sử dụng như là ký chủ thay thế mà ở đó môi giới có thể tiếp nhận vi sinh vật gây bệnh. Cò đại lan truyền chủ động vi sinh vật là hiếm gặp. Có một ví dụ như cây tơ hồng có thể lan truyền bệnh virus từ cây này sang cây khác.

Các ví dụ về sự lan truyền VSV gồm:

- Vi sinh vật: Một số loài virus được lan truyền nhờ nấm, như bệnh *Rhizomania* củ cải đường do virus đốm vàng gân lá củ cải đường gây nên và chúng được loài nấm đất *Polymyxa betae* truyền.

- Tuyến trùng: Nhiều loài virus được tuyến trùng lan truyền, loài tuyến trùng *Xiphenema index* mang và vận chuyển virus lá dạng quạt, khi không có tuyến trùng bệnh này không có.

- Ốc: Nhóm này có nhiều ví dụ về tương tác 3 chiều phức tạp. Ốc mang tuyến trùng và tuyến trùng mang trong mình virus có 3 lá, tuyến trùng là môi giới nhưng ốc sên là phương tiện vận chuyển tuyến trùng từ cây này sang cây khác.

- Côn trùng: Là nhóm môi giới của nhiều loài virus, phytoplasma và vi khuẩn khó tính.

- Động vật có xương sống: Chúng không phải là môi giới như một số loài sâu hại khác gây hại cây trồng, nhưng chúng có liên quan đến việc lan truyền vi sinh vật gây hại.

Việc lan truyền mang tính toàn cầu của hạt cò đại được chim và động vật khác ăn, ít quan trọng bằng việc lan truyền vi sinh vật hại. Trong một số trường hợp, có tương tác xảy ra trong việc phát tán rộng rãi của hạt cò đại. Nhiều minh chứng về việc di chuyển của tuyến trùng trong đường tiêu hóa của động vật và chúng được thải ra trong phân đến những địa điểm mới.

3.2.4. Môi tương tác: ứng dụng trong IPM và phân tích kinh tế

Điều cần nêu ra là tất cả môi tương tác đã được thảo luận trong chương này là độc lập với các chiến thuật áp dụng trong quản lý dịch hại. Không có sự khác biệt nào trong quan điểm sinh thái học, mà theo đó một loài dịch hại được phòng chống sinh học, cơ học, canh tác hay hóa học, bởi vì đó là sự thay đổi mật độ dịch hại ảnh hưởng đến các môi tương tác này.

Tuy vậy, các tương tác đã được thảo luận trước có thể xuất hiện khi không có IPM được áp dụng. Tầm quan trọng của các tương tác này cần được đánh giá đúng theo các mặt:

- Tích cực: Các tương tác làm giảm toàn bộ vấn đề dịch hại;
- Trung lập: Các tương tác không làm tăng thêm vấn đề dịch hại;

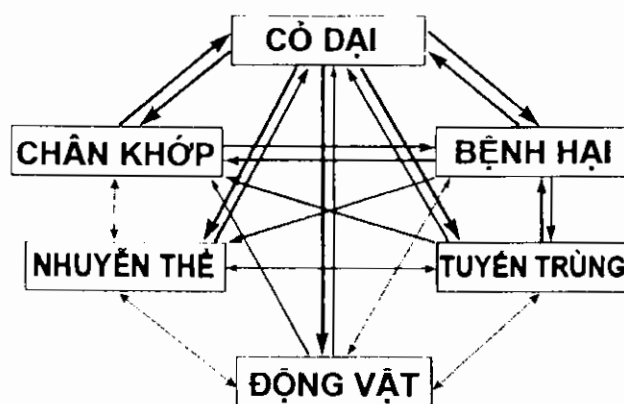
- Tiêu cực: Các tương tác làm vấn đề dịch hại trở nên trầm trọng hơn.

Cũng cần phải biết được tác động phụ của những tương tác này và điều cần thiết là phải biết được nó liên quan như thế nào đến IPM cây trồng.

Những thông tin về tầm quan trọng của các tương tác sinh thái giữa dịch hại với nhau không cho phép chúng ta có kết luận rõ ràng mối quan hệ giữa từng nhóm này là tích cực hay tiêu cực. Mỗi một tương tác là một hệ thống và chuyên biệt, nó cần được đánh giá đúng trong mối liên quan với từng hệ thống canh tác cụ thể và mục tiêu của từng chương trình IPM.

Hiện tại, ta cần phải biết rằng các tương tác vẫn xảy ra, để có quyết định hợp lý ta cần kết hợp những hiểu biết này ở mức cao nhất có thể.

Điều cần nêu trước là mỗi quyết định quản lý đều có tác động tiềm năng đến các mối tương tác thông qua lưới thức ăn và toàn bộ hệ sinh thái (Hình 3.4). Theo quan điểm IPM, tầm quan trọng tương đối của tất cả các loài dịch hại cần được quan tâm, những tương tác có thể xuất hiện phải được đánh giá. Thiếu sự quan tâm thích đáng về ảnh hưởng của một nhóm dịch hại hoặc tương tác đã xuất hiện, có thể dẫn tới thiệt hại mùa màng một cách hoàn toàn.



Hình 3.4. Mối tương tác giữa các nhóm dịch hại trong hệ sinh thái

Nguồn: Norris và cs., 2003

3.3. PHƯƠNG PHÁP ĐIỀU TRA HỆ SINH THÁI VÀ RA QUYẾT ĐỊNH QUẢN LÝ DỊCH HẠI TỔNG HỢP

3.3.1. Phương pháp điều tra hệ sinh thái

Quan sát đồng ruộng (điều tra hệ sinh thái) là chìa khoá để đưa ra các quyết định canh tác cây trồng thích hợp (bao gồm cả biện pháp chăm sóc và BVTV). Bằng cách quan sát đồng ruộng và môi trường xung quanh một cách kỹ lưỡng và thường xuyên, người làm sẽ biết chính xác tình trạng của ruộng như thế nào. Vì vậy, họ không phải lo lắng về những vấn đề không mong đợi sẽ xảy ra, chẳng hạn như sự bùng phát dịch hại. Họ có thể giải quyết đúng lúc mọi vấn đề nảy sinh.

Đối với một cây trồng, việc quan sát đồng ruộng hàng tuần được coi là đủ để lường trước các vấn đề, trừ khi thời tiết hay các điều kiện cung cấp nước không thuận lợi, hoặc khi quần thể dịch hại tăng quá nhanh. Dựa vào tình trạng ruộng, sau mỗi lần quan sát người ta cần xác định khi nào cần quan sát tiếp. Khoảng thời gian tốt nhất để quan sát đồng ruộng là trước 10 giờ sáng, vì sau đó trời sẽ quá nắng, nóng, khiến hầu hết các côn trùng nấp vào những nơi kín và mát.

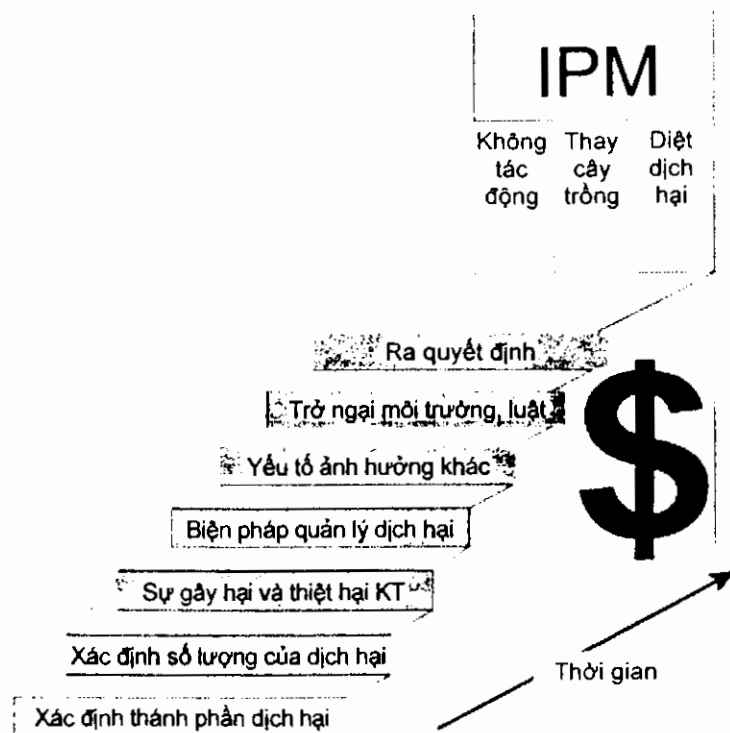
Quan sát môi trường: Việc quan sát môi trường xung quanh ruộng giúp chúng ta nhận biết và hiểu nguồn gốc của các vấn đề xuất hiện trên ruộng. Nếu không có vấn đề gì rõ ràng, có thể quan sát môi trường tổng thể bằng cách xem xét: (i) Điều kiện thời tiết, (ii) Điều kiện đất đai, (iii) Điều kiện bên rìa ruộng (bờ ruộng, rãnh, đường xung quanh ruộng) về các cây và động vật có tiềm năng gây hại (cỏ dại, sâu hại) hoặc những loài có ích (thiên địch), cây cung cấp thức ăn và nơi cư trú cho thiên địch. Sự thiệt hại của các ruộng xung quanh, lấy đó làm chỉ tiêu đánh giá sự tồn tại của nguồn dịch hại.

Quan sát cây trồng: Để rút ra kết luận về tình trạng cây trồng và các hoạt động cần làm, chúng ta không cần quan sát cả ruộng mà chỉ cần quan sát mẫu đại diện là đủ. Dựa trên số mẫu đó chúng ta có thể quyết định những việc phải làm. Mẫu đại diện này bao gồm ít nhất 10 điểm quan sát ngẫu nhiên theo hai đường chéo trên diện tích 1.000 m². Việc điều tra chéo qua ruộng quan trọng vì cả hai rìa ruộng và vùng trung tâm ruộng đều được đại diện trong mẫu, do các điều kiện (chẳng hạn như nước, sự xuất hiện của dịch hại) có thể thay đổi từ chỗ này sang chỗ khác trên ruộng. Một số sâu hại chỉ ăn ở rìa ruộng (chẳng hạn như dế nhảy), trong khi các loài khác lại thích ăn ở giữa ruộng hơn (ví dụ như chuột).

Để xác định vị trí của từng điểm quan sát theo cách ngẫu nhiên, chúng ta có thể bước theo đường chéo một số bước nhất định từ điểm này đến điểm khác và quan sát điểm ngay trước mũi chân của bước chân cuối cùng. Chẳng hạn như nếu chiều dài của đường chéo cắt qua ruộng là khoảng 60m (100 bước chân) thì khoảng cách giữa các điểm quan sát phải là 6,0m hay 10 bước chân. Chúng ta không nên chỉ quan sát tại những điểm mà tại đó cây trồng trông có vẻ tốt hay xấu. Đối với ruộng trồng theo luống, một điểm quan sát cần bao phủ một diện tích 0,5m² dọc theo chiều rộng của luống, hoặc diện tích 0,5 × 0,5m trong trường hợp luống được vun cao. Nên quan sát tại một điểm theo trình tự sau:

- Điều tra bất kỳ loài nào bay trên tán lá (chẳng hạn như chuồn chuồn, bướm...) và ở trên tán lá (chẳng hạn như bọ rùa, kiến ba khoang, nhện lưới, châu chấu...).
- Vạch các cành, tán lá một cách cẩn thận để xem có thể tìm được gì ở trong tán lá và trên mặt đất (chẳng hạn như nhện lớn bắt mồi, kiến, bọ ba khoang, bọ rùa...).
- Kiểm tra từng lá và từng cành một để tìm côn trùng (chẳng hạn sâu ăn lá, rệp muội, bọ trĩ...), các bệnh hại và các triệu chứng thiếu dinh dưỡng (phương pháp xem cụ thể ở phần phụ lục 2).
- Gạt bỏ một ít đất để lộ ra một phần và quan sát giai đoạn sinh trưởng của rễ củ. Kiểm tra thiệt hại do bọ hà hay các côn trùng khác gây ra trên củ (xem cụ thể ở phụ lục 6).

Quan sát điều kiện đất (cấu trúc và độ ẩm xem ở phụ lục 3 và 4).



Hình 3.5. Các bước để ra quyết định quản lý dịch hại tổng hợp

Nguồn: Norris và cs., 2003

3.3.2. Các bước để đưa ra quyết định quản lý dịch hại

Bước 1. Xác định được thành phần dịch hại

Cần xác định chính xác tên loài dịch hại, muốn vậy cần tổ chức khóa học về định loại dịch hại dưới sự giúp đỡ và hướng dẫn của các chuyên gia phân loại.

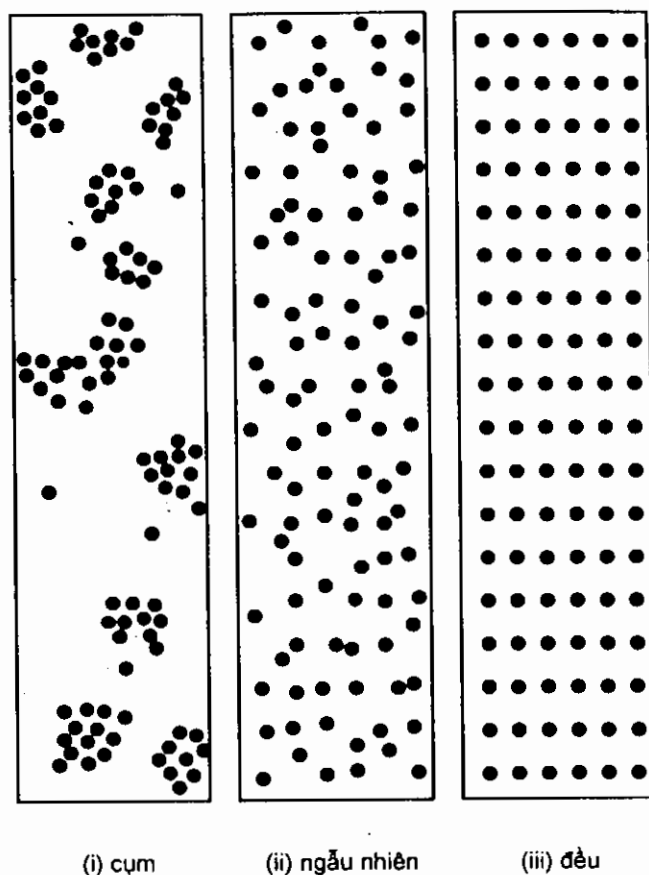
Bước 2. Xác định mật độ dịch hại chính

Bao gồm việc: Xác định giai đoạn sinh trưởng của cây ký chủ, và xác định kích thước của quần thể dịch hại chính bao gồm: (i) Xác định số lượng tuyệt đối của dịch hại ($\text{Số lượng}/\text{m}^2$), (ii) Xác định số lượng tương đối (tỷ lệ cây, lá, hoa, quả... nhiễm dịch hại), (iii) Xác định độ thường gặp (số điểm có loài dịch hại A trong tổng số điểm điều tra - phân bố mẫu theo không gian).

- Đặc điểm phân bố dịch hại theo không gian, gồm 3 kiểu:

(i) Tập hợp thành cụm thường của các loài dịch hại là động vật: đây là kiểu phân bố chủ yếu của động vật hại cây. Các ấu trùng sâu hại sau nở từ trứng thường tuổi 1 sống gần ổ trứng, mặt khác trưởng thành cái thường chọn nơi thuận lợi cho con sinh sống sau này nên thường đẻ ở nơi có điều kiện môi trường thuận lợi, hoặc do sự hấp dẫn nhau của các cá thể dịch hại nên chúng có khả năng di chuyển gần nhau. Kiểu thứ hai là

(ii) Phân bố ngẫu nhiên: số lượng quần thể lớn nhưng không tác động lẫn nhau. Kiểu thứ ba là (iii) Phân bố đều: Số lượng quần thể dịch hại lớn, nhưng các cá thể không hợp tác với nhau (Hình 3.6).



Hình 3.6. Các kiểu phân bố dịch hại theo không gian

Nguồn: Norris, 2003

Tuy nhiên sự phân bố của dịch hại thường chịu ảnh hưởng của một số yếu tố sau: khoảng cách với nguồn lây nhiễm: rìa cánh đồng khác với giữa cánh đồng, hướng gió (gió thổi thẳng khác với thổi vuông góc), tác động của máy làm đất, của phương pháp tưới tiêu, loại đất, độ màu mỡ, độ pH,...

Mật độ dịch hại thường thay đổi theo giai đoạn sinh trưởng của cây, giống cây, thời vụ trồng...

Dụng cụ lấy mẫu và kỹ thuật lấy mẫu: Việc chọn lựa dụng cụ lấy mẫu phụ thuộc vào loài dịch hại và giai đoạn sinh trưởng của cây trồng. Để điều tra trực tiếp (đếm trực tiếp bằng mắt) có thể sử dụng: khung điều tra 1m^2 (khung $1 \times 1\text{m}$) hoặc $\frac{1}{4}\text{m}^2$ (khung $50 \times 50\text{cm}$), điều tra theo cây, đập vào khay (điều tra rầy nâu, rầy lưng trắng hại lúa khay $20 \times 20 \times 5\text{cm}$ đáy có tráng một lớp dầu lynn), dùng vợt để điều tra các loài hay bay nhảy, hoặc sử dụng máy hút mẫu côn trùng (Hình 3.7a).



Khung điều tra



Vợt điều tra



Bẫy bả từ

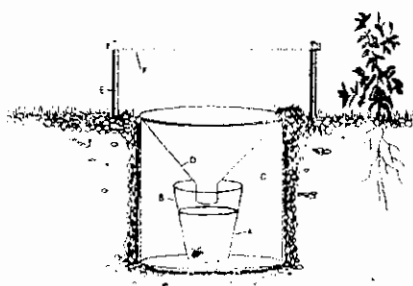


Máy hút côn trùng

Hình 3.7a. Các dụng cụ điều tra hệ sinh thái và thu mẫu dịch hại

Nguồn: Norris và cs., 2003

Đối với một số loài trưởng thành có xu hướng với nguồn kích thích có thể sử dụng phương pháp bẫy bắt như: bẫy màu sắc (màu vàng: bẫy rệp muối, bọ phấn, ruồi đục lá, bọ trĩ; bẫy màu xanh da trời bẫy bọ trĩ...) với loại bẫy này bề mặt bẫy thường được phết chất dính; với côn trùng còn có thể sử dụng bẫy ánh sáng (bẫy trưởng thành họ ngài sáng bộ cánh vảy và một số loài khác), bẫy hố với các loài bọ chân chạy; bẫy tanh hôi để như bọ xít dài, bẫy chua ngọt để hấp dẫn một số trưởng thành họ ngài đêm bộ cánh vảy, bẫy pheromone thường rất đặc trưng cho từng loài như bẫy pheromone đối với bọ hà khoai lang, sâu xanh..., bẫy bả: sử dụng bẫy chuột hoặc bẫy bả protein để bẫy ruồi đục quả (Hình 3.7b).



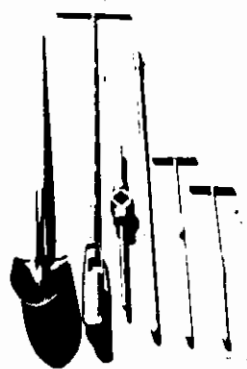
Bẫy màu và bẫy hồ



Bẫy pheromone



Bẫy ánh sáng



Dụng cụ lấy mẫu đất

Hình 3.7b. Các dụng cụ điều tra hệ sinh thái và thu mẫu dịch hại

Nguồn: Norris và cs., 2003

- Thông tin cần ghi chép khi đi điều tra: (1) Ngày và thời gian điều tra (giờ); (2) Địa chỉ cánh đồng; (3) Giai đoạn sinh trưởng cây trồng; (4) Các kỹ thuật canh tác có liên quan (bón phân, tưới nước, làm cỏ, vun luống..); (5) Thời tiết ngày điều tra; (6) Định tên các loài dịch hại và thiên địch; (7) Mật độ dịch hại và thiên địch hiện có trên cánh đồng; (8) Giai đoạn sinh trưởng của dịch hại (trứng, sâu non...); (9) Sự phân bố của dịch hại trên cánh đồng; (10) Thông tin đặc biệt khác (ngày mai sẽ thu hoạch hoặc vừa phun thuốc trừ loài dịch hại hôm qua...).

Những điều cần xem xét khi điều tra: Kiểu số liệu yêu cầu, thời gian trong ngày điều tra, thời tiết ngày điều tra, điều kiện đất đai, giai đoạn sinh trưởng của cây trồng, vị trí sống của dịch hại: dịch hại sống trong đất, sống trên cỏ dại, hay sống xung quanh cây trồng.

- Phương pháp điều tra:

Cần phải thu thập được những thông tin đại diện (vì cánh đồng rất rộng không thể điều tra hết được nên cần phải lấy điểm). Trình độ tối thiểu của người điều tra cũng phải là cử nhân nông nghiệp, hiểu biết về sinh vật học, sinh thái học của dịch hại. Được huấn luyện phương pháp điều tra trên cánh đồng, cần ghi chính xác tất cả các giai đoạn sinh trưởng của dịch hại. Cần tiến hành điều tra trong suốt cả vụ hoặc cả năm.

Sau khi điều tra cần tính thống kê kết quả mẫu lấy: Xác định giá trị trung bình hay số lượng bình quân dịch hại (mật độ); Xác định độ tin cậy của kết quả quan sát (được xác định bằng số lượng và kích thước mẫu lấy). Nên cân nhắc giữa độ chính xác cần thiết và chi phí cho việc lấy mẫu. Đánh giá mật độ quần thể dịch hại bằng phương pháp điều tra (đi bộ trên cánh đồng).

Bước đầu khi điều tra là chọn “ruộng đại diện” theo các giống cây trồng, thời vụ gieo cấy, mật độ cây trồng, ruộng có áp dụng quy trình IPM (ruộng IPM) và ruộng sản xuất theo truyền thống của nông dân (FP) không áp dụng IPM để so sánh.

Mỗi ruộng đại diện điều tra theo 10 điểm phân bố đều hoặc phân bố trên hai đường chéo của ruộng (Hình 3.8). Ở mỗi điểm quan sát trực tiếp, đếm số lượng dịch hại trên khung vuông ($1/4$ hoặc khung $1m^2$) hoặc đếm số lượng dịch hại có trên cây. Với một số loài sâu hại, người ta dùng phương pháp đập cho sâu rơi vào khay (VD: Xác định số lượng rầy nâu, rầy lưng trắng hoặc rầy xanh hại chè...) hoặc rung cho bộ xít nhả rơi vào vải hứng, có thể dùng vợt tiêu chuẩn (cán vợt dài 1m; đường kính miệng vợt 30cm; độ sâu túi vợt 60cm) vợt mỗi điểm 10 vợt để xác định số lượng con trên 1 vợt. Phương pháp này thường áp dụng với các loài sâu hay bay nhảy như trưởng thành một số loài côn trùng và thiên địch, hoặc có thể sử dụng ống hút với những côn trùng có kích thước nhỏ như bộ phận trưởng thành, rầy, rệp muội trưởng thành có cánh, bộ trĩ trưởng thành... Với các loài có kích thước cơ thể nhỏ như bộ trĩ, rầy, rệp muội, bộ phận thì mỗi điểm điều tra 10 lá (phân đều cho 4 hướng của cây và các tầng tán (bao gồm 3 lá, búp non, 4 lá bánh tẻ và 3 lá già) sau đó hái cho vào túi nilon miết miệng mang về phòng thí nghiệm, nhúng lá trong dung dịch cồn loãng 30% để sâu rơi ra khỏi lá, gạn lấy mẫu sâu và đưa vào đếm dưới kính lúp có độ phóng đại khoảng 40 lần.

Bước 3. Xác định sự thiệt hại và tổn thất về kinh tế

Để đưa ra quyết định quản lý dịch hại thì ngoài xác định số lượng dịch hại còn cần đánh giá thiệt hại do dịch hại gây ra theo phương pháp: dựa vào dấu vết (bằng chứng của dịch hại (vết chân chuột, phân rơi...), dựa vào triệu chứng gây hại của dịch hại để lại trên cây (cắn lỗ chỗ của bộ nhai, cắn từ mép lá vào của sâu khoang, châu chấu, cuốn mép của 1 lá lúa thành tổ của sâu cuốn lá nhỏ, cuốn 2 - 3 lá thành tổ là vết hại của sâu cuốn lá lúa loại lớn...) hoặc dựa vào các quan sát từ xa nhờ các thiết bị như: Phêto màu, phêto IR, Quang phổ kế kết quả phân tích qua vệ tinh, chỉ số diện tích lá.

- Điều tra năng suất: Năng suất cây trồng được tính toán và vẽ trên đồ thị đường.

Hoặc qua hệ thống đánh giá qua thiết bị quan sát GPS/GIS.

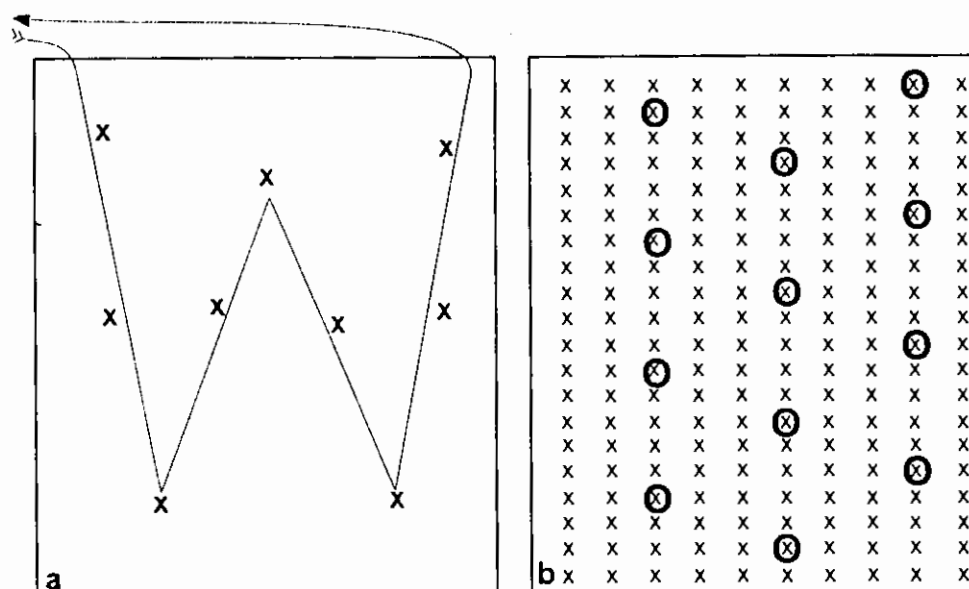
Kỹ thuật điều tra đánh giá cần phải đưa lại những thông tin chính xác nhưng phải nhanh, chi phí thấp. Mặc dù vậy cũng có rất nhiều quyết định được đưa ra dựa trên kinh nghiệm.

- Các kiểu lấy mẫu dịch hại gồm: (i) Lấy mẫu đơn lẻ, (ii) Lấy mẫu liên tiếp theo không gian (lấy mẫu nhắc lại cho tới khi đạt một ngưỡng nào đó), Lấy mẫu liên tiếp theo thời gian và (iii) Điều tra mật độ dịch hại theo giai đoạn sinh trưởng của cây ký chủ (đây là phương pháp thường áp dụng trong IPM nhất).

- Lấy mẫu cây trồng: để xác định khả năng của cây trồng chống chịu lại với sự gây hại của dịch hại theo giai đoạn sinh trưởng của cây có thể điều tra trực tiếp hoặc sử dụng bản đồ khi điều tra qua các kỳ.

- Những điều cần xem xét khi lấy mẫu: (i) Kích thước cánh đồng; (ii) Giá trị kinh tế của cây, (iii) Loại cây trồng và phương pháp canh tác: trồng theo hàng, cây ăn quả, cây gieo hạt, (iv) Mật độ dịch hại, (v) Yêu cầu kích thước mẫu lấy, (vi) Mục tiêu quản lý, (vii) Độ linh động của dịch hại; (viii) Thời gian lấy mẫu, Tần suất các kỳ lấy mẫu (5 ngày/1 lần; 1 tuần/1 lần; hoặc theo giai đoạn sinh trưởng của cây).

- Phân bố mẫu trên cánh đồng:



Hình 3.8. Phân bố mẫu: ziczac (a), bàn cờ (b)

Nguồn: Norris và cs., 2003

- Phương pháp tính thiệt hại:

Có thể tính thiệt hại dựa vào việc quan sát trực tiếp trên cây bị hại hoặc đánh giá thông qua kết quả cuối cùng là sản lượng bị tổn thất.

- Căn cứ vào tình hình cây bị hại: Đối với dịch hại gây hại trên toàn cây, khi tính thiệt hại người ta thường tính tỷ lệ cây bị hại hoặc chỉ số hại.

Phương pháp tính tỷ lệ thiệt hại: Ví dụ: sâu xám cắn khuyết cây hoặc bệnh virus là bệnh toàn thân. Để tính được chỉ tiêu này ta đếm tổng số cây điều tra tại 10 điểm trên 2 đường chéo của ruộng và đếm số cây bị hại. Tỷ lệ cây (hoặc bộ phận) bị hại là:

$$F\% = \frac{n}{N} \times 100$$

Trong đó: F: Tỷ lệ cây bị hại (%); n: Số cây bị hại.

N: Tổng số cây điều tra.

Phương pháp tính chỉ số hại (%): Muốn tính được chỉ số hại, cần phải phân mức độ bị hại của cây hoặc bộ phận cây ra nhiều cấp. Cách phân cấp đơn giản nhất được áp dụng từ lâu là phân thành 5 cấp như sau:

Mức độ nặng nhẹ ở đây có thể căn cứ vào diện tích lá bị hại hoặc mật độ sâu trên cây và tùy theo mỗi loại sâu mà có một quy ước riêng do Cục Bảo vệ thực vật quy định (Phụ lục 6). Chỉ số hại C (%) được tính theo công thức sau:

$$C (\%) = \frac{Z(n \times a)}{N \times B} \times 100$$

Trong đó: n: Số cá thể theo dõi bị gây hại ở cùng một cấp;

a: Trị số đại diện cho mỗi cấp bị hại;

N: Tổng số cá thể điều tra;

B: Cấp bị hại cao nhất.

- Căn cứ vào sản lượng bị tổn thất:

Chỉ tiêu này phản ánh cụ thể mức độ tổn thất về sản lượng do dịch hại gây nên, do đó nó còn được dùng cả khi tính hiệu quả của các biện pháp phòng trừ. Để tính được chỉ tiêu này cần: Điều tra tỉ lệ sản lượng bị giảm (hoặc điều tra tỉ lệ tổn thất) trên ruộng thí nghiệm. Muốn vậy cần bố trí ruộng thí nghiệm gồm hai công thức: Một công thức có phòng trừ triệt để và một diện tích không phòng trừ (làm đối chứng).

Ví dụ: Phun thuốc đủ để cây không bị sâu hại, một công thức không phòng trừ để mặc sâu cắn phá, mỗi công thức nhắc lại ít nhất 3 lần, ghi chép sản lượng và áp dụng công thức sau đây để tính hệ số tổn thất.

$$N (\%) = \frac{(S - S')100}{S}$$

Trong đó: N: Tỷ lệ thiệt hại (%); S: sản lượng cây trồng không bị hại (do được phòng trừ)

S': Sản lượng cây trồng bị hại (do không được phòng trừ).

Nếu trên cùng một diện tích có nhiều loại dịch hại thì mức độ tác hại không phải tăng lên theo số lượng loại dịch hại. Thí dụ: Một loài sâu phá 20%, một loài sâu khác phá 30%, như thế không phải tỉ lệ thiệt hại là 50%. Trong trường hợp này phải điều tra có hệ thống các loại sâu phá hoại trong các thời gian sinh trưởng của cây trồng rồi tổng hợp lại để tính tỷ lệ thiệt hại

- Phương pháp đánh giá tác hại của chuột:

Trên cánh đồng để theo dõi thiệt hại do chuột gây ra cần tiến hành trước khi thu hoạch. Trên ruộng điển hình người ta đo diện tích một hecta ($200 \times 50\text{m} = 10.000\text{m}^2$) trong đó đếm các đám đất có chuột làm tổ đùn lên.

Ví dụ: Đếm được 12 đám với tổng diện tích là 1.200m^2 , như vậy mức độ bị chuột hại là 12% diện tích trồng trọt. Sau đó tiến hành đánh giá bằng mắt tình trạng cây bị hại trong vùng có tổ chuột để xem cây có bị hại hoàn toàn hay chỉ bị hại một phần nào đó thôi. Có thể đánh giá bằng cách so sánh số cây hoàn toàn nguyên vẹn ở 1m^2 trong vùng tổ chuột với số cây ở 1m^2 trong vùng không bị chuột phá.

Tiếp theo là xác định tổng diện tích bị chuột phá hoại trên cánh đồng. Sau đó có thể tính phần năng suất cây trồng bị thất thu, nếu ta biết được phần sản lượng ở phần cánh đồng không bị chuột phá.

Thí dụ: Tính được sản lượng bị chuột phá là 12%, trong khi đó năng suất thu hoạch là 20 tạ/1ha. Như vậy thiệt hại do chuột gây ra là:

$$\frac{20 \times 12}{88} = 2,72 \text{ tạ/ha}$$

Có 100 phần thì chuột phá mất 12 phần, như vậy còn 88 phần không bị chuột phá.

Nếu chuột chỉ phá hoại một phần năng suất thì trước hết phải tính diện tích bị chuột phá, sau đó tính phần trăm thiệt hại. Muốn vậy phải chia thành hai giai đoạn để tính:

Đầu tiên tính phần trăm cây bị phá bằng cách tính số cây bị phá trong 100 cây.

Sau đó tính năng suất bị hại hoặc đánh giá thiệt hại về mặt kinh tế.

Thí dụ: trên 10ha trồng khoai lang, tỉ lệ cây bị hại là 5%, trong đó năng suất bị hại là 30%. Nếu năng suất bình quân của khoai lang trên cánh đồng là 100 tạ/ha thì thiệt hại do chuột gây ra sẽ là :

$$\frac{10.000\text{kg} \times 5 \times 30}{100 \times 100} = 150 \text{ kg/ha}$$

Bước 4. Dự kiến các biện pháp phòng trừ có thể áp dụng trong quy trình IPM (IPM giả định)

Các ghi chép cần thiết để làm cơ sở đưa ra các quyết định IPM: Xem xét lịch sử của cánh đồng (bằng cách truy cập vào mạng để tìm các thông tin ở cơ sở dữ liệu có sẵn, nâng cao khả năng dự báo các vấn đề trong tương lai), dựa vào đặc tính sinh học, sinh thái của dịch hại để từ đó xác định các biện pháp: Vệ sinh đồng ruộng, luân canh

cây trồng, sử dụng giống chống chịu, biện pháp vật lý, cơ giới, sinh học và nếu mật độ dịch hại vượt ngưỡng kinh tế sẽ sử dụng biện pháp hóa học (cần chọn thuốc ít độc, thời gian phân giải nhanh, có tính chọn lọc cao và cần sử dụng thuốc theo 4 đúng, cần luân phiên thuốc để hạn chế hình thành tính kháng của dịch hại).

- Xác định các yếu tố ảnh hưởng khác:

Những yếu tố khác ảnh hưởng việc ra quyết định IPM như:

(1) Lịch sử trồng trọt cần cung cấp các thông tin về các loài dịch hại hiện đang có mặt (đặc biệt là nguồn dịch hại trong đất), những ảnh hưởng do việc sử dụng thuốc trừ dịch hại để lại.

(2) Vị trí và kích thước cánh đồng: Cần xem xét các cây trồng xung quanh vì đây có thể là nguồn lây nhiễm dịch hại, hoặc các cây trồng xung quanh có thể dễ bị tổn thương bởi thuốc trừ dịch hại. (i) Vùng nhạy cảm sinh thái: ký chủ phụ là nơi ẩn náu của dịch hại, đang có mặt của những loài dịch hại nguy hiểm; Ruộng cần quản lý gần đường dẫn nước của cộng đồng và những con sông, tiềm năng làm ô nhiễm mực nước ngầm (nếu áp dụng biện pháp hóa học); (ii) Khu vực con người sinh sống như nhà ở, trường học... (iii) Kích thước cánh đồng và mô hình trồng trọt. Cánh đồng nhỏ lại trồng nhiều loại cây trồng có thể sẽ không xác định được số liệu ngưỡng thiệt hại.

(3) Số liệu thời tiết là cần thiết để ra quyết định IPM: Số liệu thời tiết không thể thiếu để phát triển quy trình IPM, nó cung cấp các dữ liệu để thiết lập các mô hình.

- Các thiết bị quan trắc khí hậu (Hình 3.9):



Hình 3.9. Thiết bị quan trắc khí hậu

Nguồn: Noris, 2003

Mô hình Dự báo:

- Sử dụng nhiệt độ ngày để dự báo thời gian phát triển của động vật chân đốt;
- Sử dụng nhiệt độ và độ ẩm môi trường để dự báo thời kỳ nhiễm bệnh của cây.

Bước 5. Xác định sự phù hợp với luật và môi trường:

Ví dụ ở Mỹ luật quy định chỉ được sử dụng thuốc trừ dịch hại cách nơi ở của con người tối thiểu 1,5km.

Bước 6. Ra quyết định IPM và những khuyến cáo cụ thể:

Dựa vào tất cả các số liệu tại các phần đã nêu ở trên để đưa ra quyết định. Việc quyết định sẽ lựa chọn 1 trong 3 chiến lược sau: (1) Không phòng trừ khi mật độ dịch hại chưa vượt ngưỡng kinh tế; (2) Tác động vào cây trồng (thông qua biện pháp canh tác); (3) Nếu mật độ dịch hại vượt ngưỡng kinh tế thì trực tiếp tiêu diệt dịch hại (sử dụng biện pháp hóa học, cơ giới, vật lý, hoặc phòng trừ dựa vào tập tính dịch hại (các loại bẫy).

3.4. PHƯƠNG PHÁP XÁC ĐỊNH NGƯỠNG KINH TẾ VÀ MỨC THIẾT HẠI KINH TẾ

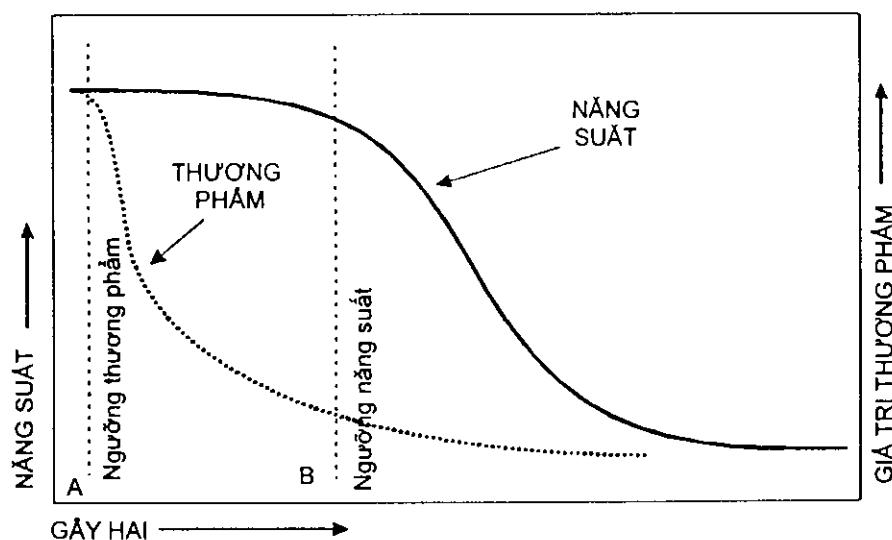
Trong IPM việc xác định ngưỡng kinh tế (ET) là điều cần thiết và không thể thiếu được khi chúng ta xác lập một quy trình quản lý dịch hại tổng hợp, chỉ khi có ngưỡng kinh tế (ET) chúng ta mới có mốc mật độ dịch hại để quyết định việc sử dụng thuốc BVTV, vì vậy mặc dù còn nhiều điều phải tranh cãi về độ chuẩn xác và sự phù hợp của ngưỡng kinh tế, nhưng cho tới nay, nhiều chương trình IPM trên thế giới vẫn phải sử dụng ngưỡng kinh tế để ra quyết định phun thuốc.

Khái niệm về mức thiệt hại kinh tế và ngưỡng kinh tế

- Gây hại là sự làm giảm năng suất do dịch hại so với cây trồng trong cùng môi trường giống nhau nhưng không bị dịch hại gây hại; nó được gọi là năng suất cây trồng bị mất do dịch hại.

- IPM phải định rõ phần thiệt hại năng suất có thể chấp nhận được (chỉ đề cập năng suất cây trồng bị mất do dịch hại).

Sự gây hại khác với gây hại năng suất và khác với giá trị thương phẩm của nông sản (Hình 3.10).



Hình 3.10. Ngưỡng thương phẩm và ngưỡng năng suất

Nguồn: Noris, 2003

Khoảng AB gây hại không ảnh hưởng năng suất mà chỉ ảnh hưởng tới giá trị thương phẩm của nông sản.

Vào năm 1950, Stern, Van den Bosch, Smith và một số người khác đã cho ra đời khái niệm về “ngưỡng”. Một số thuật ngữ về ngưỡng như: (1) Ngưỡng (có thể là ngưỡng 0); (2) Ngưỡng cạnh tranh/thống kê; (3) Ngưỡng thiệt hại kinh tế (EIL); (4) Ngưỡng kinh tế (ET); (5) Ngưỡng an toàn; (6) Ngưỡng danh nghĩa hay ngưỡng đánh giá bằng mắt; (7) Ngưỡng hoạt động; (8) Ngưỡng kinh tế tốt nhất; (9) Ngưỡng hỗn hợp.

Trong IPM chúng ta thường sử dụng 2 ngưỡng chính để ra quyết định quản lý đó là ngưỡng kinh tế (ET) và Mức gây hại kinh tế (EIL).

Định nghĩa ngưỡng kinh tế (ET = Economic Threshold) hay ngưỡng phòng trừ là mức quần thể dịch hại, mà ở đó các biện pháp phòng chống cần bắt đầu tiến hành để giữ cho mật độ quần thể dịch hại phát triển dưới ngưỡng thiệt hại kinh tế.

Định nghĩa ngưỡng thiệt hại kinh tế (EIL = Economic Injury Level) hay ngưỡng gây hại kinh tế là mức quần thể dịch hại gây ra những thiệt hại đáng kể về mặt kinh tế (giảm phẩm chất, năng suất) làm ảnh hưởng đến quyền lợi của người nông dân hay người ta còn định nghĩa ngưỡng EIL là mật độ chúng quần thể dịch hại thấp nhất gây thiệt hại kinh tế cho cây trồng.

Việc sử dụng ngưỡng để ra quyết định phun thuốc có lý hơn và gần gũi hơn với quản lý các loài chân đốt (nhện, côn trùng), còn đối với các VSV gây bệnh và động vật có xương sống thì ngưỡng ít khi được nhắc tới.

Phương pháp xác định mức thiệt hại kinh tế (EIL)

EIL được tính từ công thức:

$$C = V \times P \times I \times D (*)$$

Trong đó: C: Chi phí phòng trừ

V: Đơn giá sản phẩm

P: Mật độ dịch hại

I: Thiệt hại do một cá thể dịch hại gây ra

D: (Đơn vị diện tích mà ta tính chi phí phòng trừ cũng như tính thiệt hại có thể là mét vuông, sào bắc bộ (360 m²), mẫu (= 10 sào) hay hecta (=10.000 m²).

Từ công thức (*), suy ra mật độ dịch hại (ngưỡng gây hại kinh tế) sẽ là:

$$P (EIL) = C / V \times I \times D$$

Như vậy, để xác định ngưỡng gây hại kinh tế (EIL) cần phải xác định được các chỉ tiêu sau:

Để xác định thiệt hại do 1 cá thể dịch hại gây ra (I) cần lấy nhiễm dịch hại trong nhà lưới và xác định trên đồng ruộng: (i) Nhiễm với các mật độ sâu khác nhau (thường mật độ sâu sai khác ở các công thức lây nhiễm là tăng dần theo cấp số nhân (2, 4, 8, 16 con/m² mật độ lây nhiễm tùy theo loài dịch hại và tùy theo mật độ dịch hại thường gây

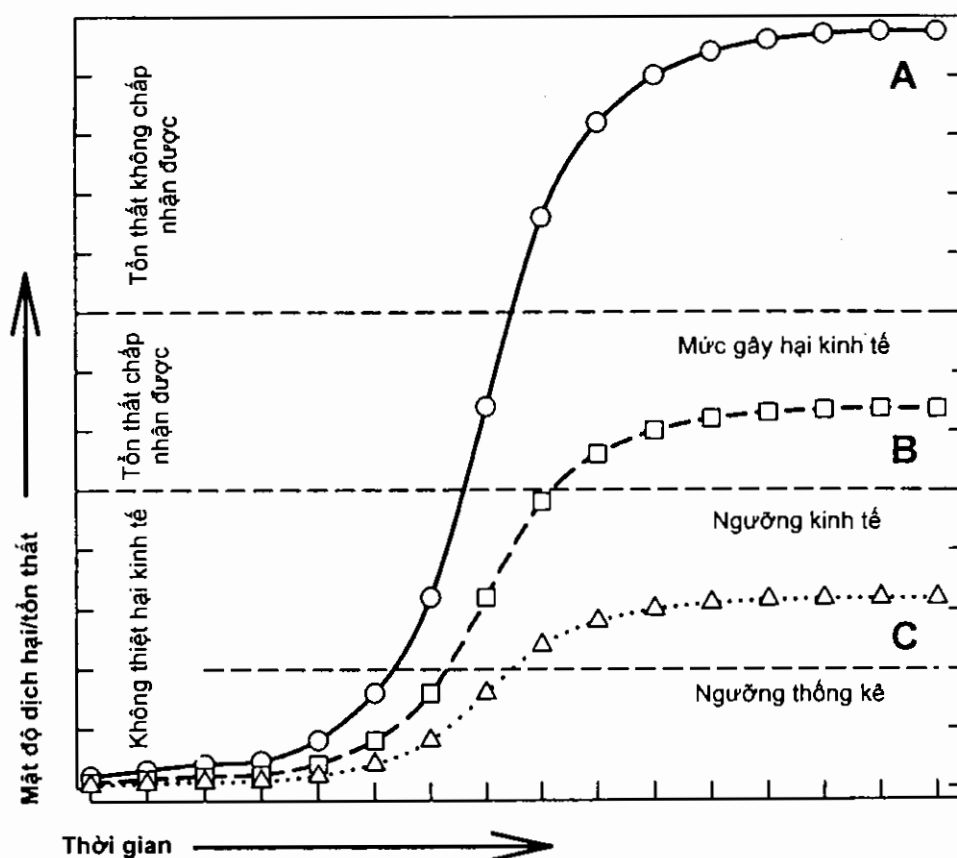
hại trên đồng ruộng như mật độ nhện gié > mật độ rầy nâu > mật độ cuốn lá nhỏ hại lúa...). (ii) Nhiễm sâu ở các giai đoạn sinh trưởng khác nhau của cây trồng. Sau khi lây nhiễm dịch hại thì cần điều tra mật độ dịch hại và tỷ lệ hại theo 7 ngày/1 lần hoặc theo giai đoạn sinh trưởng của cây (hồi xanh, đẻ nhánh, làm đòng, trổ bông, chín sữa, chín sấp...); (iii) Sau đó xác định năng suất cây trồng (iv) Xác định sự thiệt hại năng suất do dịch hại gây ra (bằng cách so sánh năng suất ở công thức đã lây nhiễm dịch hại và công thức đối chứng không có mặt dịch hại).

Xác định chi phí phòng trừ để đạt được hiệu lực diệt dịch hại 100%: tính cả tiền thuốc và tiền công thuê phun (ở một số nước còn bắt buộc phải tính thêm cả phí môi trường).

Xác định đơn giá sản phẩm (khảo sát giá sản phẩm trên thị trường).

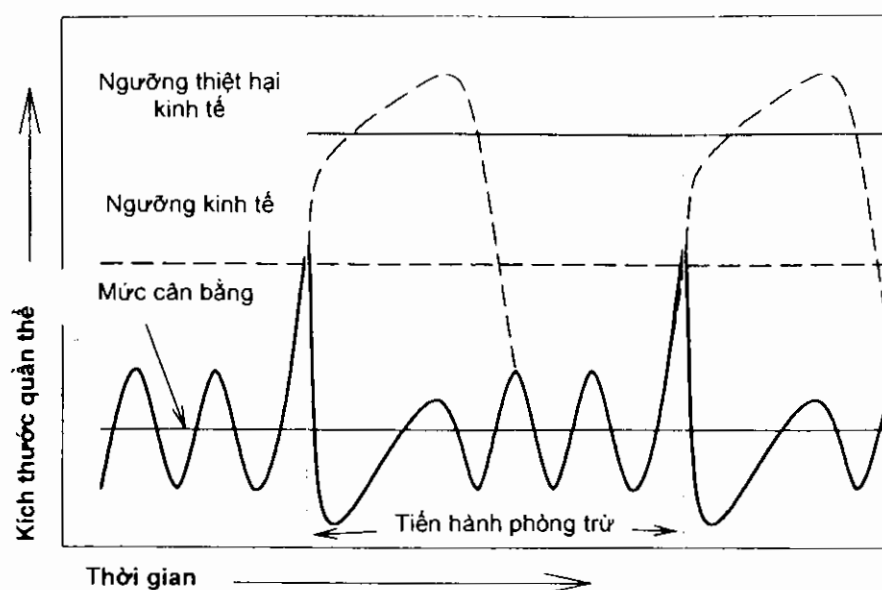
Phương pháp xác định ngưỡng kinh tế (ET): Sau khi đã xác định được ngưỡng gây hại kinh tế người ta xác định được ngưỡng ET; Ngưỡng ET thường tính bằng 75% ngưỡng EIL.

Một số ví dụ về ngưỡng kinh tế (ngưỡng phòng trừ) của dịch hại chủ yếu trên cây lúa, ngô, rau, quả ở Việt Nam (Phụ lục 1).



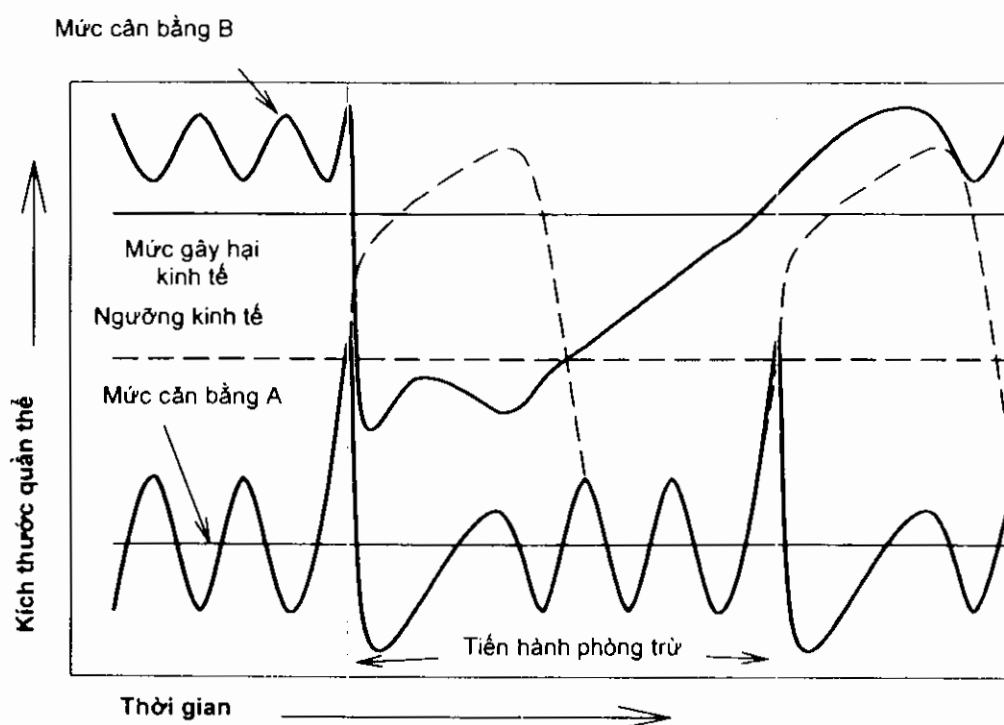
Hình 3.11. Mật độ dịch hại ở mức gây hại kinh tế (EIL) > ngưỡng kinh tế (ET) > ngưỡng thống kê

Nguồn: Noris, 2003



Hình 3.12. Lý thuyết ví dụ mức cân bằng (GEP) về biến động số lượng của quần thể một loài dịch hại luôn ở mức thấp hơn ngưỡng gây hại kinh tế (EIL)

Nguồn: Noris, 2003



Hình 3.13. Lý thuyết ví dụ mức cân bằng (GEP) về biến động số lượng của quần thể của một loài dịch hại luôn ở mức cao hơn mức gây hại kinh tế (EIL) (IPM cân quản lý sao cho GEP chuyển từ B xuống Mức A)

Nguồn: Noris, 2003

Nếu biến động số lượng của quần thể một loài dịch hại có Mức cân bằng (GEP) luôn ở mức thấp hơn mức gây hại kinh tế (EIL) thì chiến lược của IPM là không cần phải phòng trừ bằng thuốc BVTV (Hình 3.11; 3.12).

Nếu biến động số lượng của quần thể của một loài dịch hại có Mức cân bằng (GEP) luôn ở mức cao hơn mức gây hại kinh tế (EIL) thì chiến lược của IPM là cần quản lý sao cho GEP chuyển từ B xuống Mức A) (Hình 3.13).

Ví dụ về ngưỡng kinh tế của một số loài dịch hại ở Mỹ:

Sâu đục quả cà chua: 8 trứng/60 lá dưới chùm hoa cuối;

Sâu đục quả bông: 20 sâu non tuổi nhỏ/ 100 cây;

Rệp bắp cải: 1 - 2% cây nhiễm rệp;

Tuyến trùng nốt sùng rễ củ cải đường: 1 trứng/ 1gram đất;

Chuột đồng hại cây atisô: dựa vào dấu vết gây hại quan sát;

Bệnh: Dự báo sự rủi ro dựa vào điều kiện môi trường đặc biệt là ẩm độ.

Qua quan sát sự gây hại của động vật chân đốt, ốc, và một vài động vật hại khác, người ta có giả định tuyệt đối về ngưỡng kinh tế, các nhà quan sát đều cho rằng: có mối liên quan trực tiếp giữa số lượng dịch hại (trên một diện tích hoặc cây) với lượng thiệt hại do chúng gây ra và số lượng thiệt hại của một cá thể dịch hại gây ra thì hầu như không đổi. Tuy nhiên, giả định này thì không đúng với cỏ dại và phần lớn các VSV gây bệnh hại.

Những hạn chế của việc sử dụng ngưỡng kinh tế: (1) Sự thiệt hại liên quan tới số lượng dịch hại rất khó xác định (tổn công và rất tốn tiền); (2) Tính khả thi và chi phí của việc đánh giá; (3) Cần có biện pháp trừ dịch hại có hiệu quả (đạt 100% là rất khó); (4) Thường có sự biến động giữa dịch hại có một lứa và có nhiều lứa trong năm; (5) Phải nghĩ đến những thiệt hại chỉ ảnh hưởng tới mẫu mã mà không ảnh hưởng tới năng suất; (6) Phải nghĩ tới những loài dịch hại có mật độ luôn trên ngưỡng ET; (7) Sự gây hại không phải chỉ riêng một loài nghiên cứu mà của nhiều loài dịch hại cùng gây ra (VD: rầy xanh và nấm *Fusarium* cùng gây hại trên cây đậu); (8) Môi trường có liên quan làm thay đổi sự gây hại của dịch hại; (9) Ngưỡng ET rất thấp; (10) Giá trị kinh tế của cây trồng rất nhạy cảm và dễ bị biến đổi.

CÂU HỎI ÔN TẬP CHƯƠNG 3

1. Hãy trình bày về đa dạng sinh học, đa dạng hệ sinh thái và quản lý dịch hại tổng hợp?
2. Hãy nêu ảnh hưởng qua lại (mối tương tác) giữa các loài trong hệ sinh thái?
3. Hãy trình bày phương pháp điều tra hệ sinh thái và các bước để đưa ra quyết định quản lý dịch hại?
4. Hãy trình bày phương pháp xác định ngưỡng kinh tế và ngưỡng thiệt hại kinh tế?

Chương 4

NHỮNG NGUYÊN TẮC CƠ BẢN CỦA QUẢN LÝ DỊCH HẠI TỔNG HỢP

Chương 4 đề cập tới các nguyên tắc cơ bản của quản lý dịch hại tổng hợp (IPM). Đối với vùng Đông Nam Á và Nam Á, dựa trên canh tác lúa từ những năm 70 của thế kỷ trước đã hình thành 4 nguyên tắc cơ bản của IPM. Những nguyên tắc này đã được vận dụng một cách rộng rãi và khá thành công ở Việt Nam, Indonesia và một số nước khác. Việc nắm chắc và vận dụng 4 nguyên tắc cơ bản của IPM là vô cùng quan trọng, nó giúp cho người sản xuất từng bước hiểu được sâu sắc hơn cây trồng của mình và dịch hại trên đó, đồng thời nhờ vận dụng kiến thức của mình họ có thể tự tin ra quyết định biện pháp quản lý phù hợp với điều kiện của nông hộ và địa phương, giúp cho họ bảo vệ thành công mùa màng, góp phần tích cực bảo vệ môi trường.

Kể từ khi tham gia Chương trình IPM liên quốc gia năm 1992 đến nay, Việt Nam đã áp dụng 4 nguyên tắc IPM. Các nguyên tắc này phù hợp với điều kiện kinh tế xã hội của Việt Nam và của các nước thuộc chương trình IPM liên quốc gia trong vùng Nam và Đông Nam Á, 4 nguyên tắc đó là:

Trồng cây khỏe.

Thăm đồng thường xuyên.

Bảo vệ thiên địch.

Nông dân trở thành chuyên gia.

Nội hàm cơ bản của từng nguyên tắc sẽ được trình bày dưới đây:

4.1. TRỒNG CÂY KHỎE

Nguyên tắc đầu tiên của Quản lý dịch hại tổng hợp là “*Trồng cây khỏe*”. Đòi hỏi chủ yếu để có được một cây trồng khỏe là phải duy trì đất tốt và dùng giống khỏe. Cần phải thực hiện những biện pháp canh tác thích hợp và đúng lúc, phù hợp với các giai đoạn sinh trưởng cụ thể của cây trồng. Nếu có một cây trồng khỏe thì bản thân cây trồng đó có khả năng tự bảo vệ trước sự tấn công của dịch hại và tự đền bù thiệt hại, để cuối cùng cho người nông dân một năng suất vừa ý. Muốn có cây khỏe phải có: (i) đất khỏe (đất phù hợp với nhu cầu của cây, đất có kết cấu tơi xốp, đủ thành phần dinh dưỡng và chất hữu cơ, chứa lượng nước phù hợp với yêu cầu của cây và có sự hoạt động mạnh mẽ của các sinh vật, sạch nguồn dịch hại); (ii) giống khỏe; (iii) chăm sóc đúng kỹ thuật; (iv) gieo cấy và thu hoạch đúng thời hạn và kỹ thuật.

Nguyên tắc trồng cây khỏe phải được thực hiện ngay từ giai đoạn hạt giống cho tới khi gieo cấy trong vườn ươm (giai đoạn cây con), tới gieo trồng trên ruộng, chăm sóc cây sinh trưởng phát triển và thu hoạch để tiếp tục chuẩn bị hạt giống cho vụ kế tiếp, đó là các giống thích nghi tốt với điều kiện môi trường. Đối với cây gieo hạt thì

giống tốt có nghĩa là giống có tỷ lệ này mầm cao, không có dịch hại, còn với cây trồng bằng cây giống thì giống tốt là có phẩm chất nông học tốt, (giống có phẩm chất tốt, năng suất cao, kích thước và khối lượng quả đúng yêu cầu...) đạt tiêu chuẩn quy định về cây giống (mật, số lá, chiều cao...), sạch dịch hại.

Ở giai đoạn cây sinh trưởng phát triển trên đồng ruộng: (i) Gieo cây đúng thời vụ, né tránh giai đoạn xung yếu của cây khi sâu bệnh phát triển xâm nhập; (ii) Mật độ gieo trồng phù hợp, đốn (tỉa) đúng cách và đúng thời gian; (iii) Đảm bảo đủ dinh dưỡng: bón phân cân đối giữa phân đạm, phân lân, phân kali và các loại phân vi lượng phù hợp với nền đất và điều kiện thời tiết; (iv) Tưới nước đủ ẩm để cây phát triển; (v) Quản lý dịch hại kịp thời với các biện pháp phù hợp; (vi) Các kỹ thuật chăm sóc khác như ngắt nhánh, tỉa cành, nhắc dây phải kịp thời, đúng kỹ thuật.

Ở giai đoạn thu hoạch: Lựa chọn giống đúng tiêu chuẩn chất lượng, không bị nhiễm dịch hại, cất giữ theo quy trình hợp lý.

Ngoài ra còn cần áp dụng các kỹ thuật canh tác phù hợp để cây phát triển khỏe mạnh bao gồm: Luân canh hợp lý để phục hồi độ phì của đất và loại bỏ nguồn sâu bệnh tồn lưu. Trong sản xuất hiện nay mật tồn tại lớn nhất là sử dụng phân hóa học không cân đối, bón quá nhiều phân đạm hóa học, không luân canh làm cho đất giảm nhanh độ phì. Còn khá nhiều nông hộ không sử dụng giống xác nhận mà tự để giống. Việc sử dụng giống kém chất lượng và sử dụng lượng giống quá mức cần thiết làm cho cây bị yếu ngay từ đầu, giảm sức chống chịu với điều kiện bất lợi như thời tiết và dịch hại.

Ví dụ, áp dụng nguyên tắc trồng cây khỏe trong quy trình quản lý tổng hợp bộ hạ khoai lang *Cylas formicarius*:

Đất tốt đối với khoai lang: đất có thành phần cơ giới là đất cát pha, hoặc đất thịt nhẹ vì các loại đất này tơi xốp và sự chênh lệch nhiệt độ ngày/đêm lớn thuận lợi cho củ lớn lên. Hàm lượng mùn > 2%, đất giàu chất mùn có màu nâu sẫm và kết cấu tơi xốp. Độ ẩm đất phù hợp khoảng 70 - 85 %. Phương pháp xác định Độ ẩm đất (Phụ lục 4).

Thành phần các khí: Thay đổi phụ thuộc vào độ sâu trong lòng đất. Càng gần bề mặt thành phần càng giống với khí trong không gian. Đất không bí, chặt, cứng có nhiều khoảng không (đất xốp) thể hiện đất khỏe phù hợp cho rễ và củ khoai lang phát triển. Ở tầng đất sâu, không khí kém lưu thông, củ sẽ ít. Đất tốt sẽ có nhiều động vật (giun đất, côn trùng), thực vật, nấm và vi khuẩn. Nấm, vi khuẩn và một số động vật giữ vai trò quan trọng trong quá trình phân huỷ chất hữu cơ trong đất. Sinh vật chết trong đất sẽ phân huỷ theo thời gian thành mùn. Mùn là chất hữu cơ có cấu trúc hoá học đơn giản mà sau này sẽ được phân huỷ thành chất dinh dưỡng, nước và khí. Cát hay thể sét chỉ có thể được gọi là “đất” nếu nó chứa chất hữu cơ và sinh vật. Trong hầu hết các loại đất, chúng ta có thể tìm thấy chất hữu cơ và các sinh vật tập trung nhiều nhất ở lớp trên cùng. Đó là vì đa số nguồn nguyên liệu cây chết và xác động vật đến từ phần trên của đất và quá trình phân huỷ bắt đầu trên mặt đất. Rễ cây hấp thụ chất dinh dưỡng và nước mạnh nhất trong những lớp đất trên cùng giàu dinh dưỡng và tơi xốp. Lớp đất xốp càng sâu, đất càng có khả năng nuôi dưỡng cây lớn lên khỏe mạnh.

Giống khoẻ: chất lượng dây giống tốt, dây khoẻ là dây có thân và cuống lá mập, đốt thân ngắn, không có rễ phụ trên dây, dây bánh tẻ, không bị héo hay vàng úa khi trồng. Giống sạch sâu, bệnh: Khoai lang được nhân giống bằng bộ phận sinh dưỡng, do đó mang cả nguy cơ truyền sâu và bệnh cho vụ sau. Nhược điểm này có thể khắc phục bằng cách chọn giống kỹ lưỡng. Để có thể chọn được giống khoẻ, nông dân cần biết các triệu chứng của sâu và bệnh trên dây và củ khoai lang. Bệnh khoai lang truyền qua giống là bệnh virus và bệnh ghè. Một số loài sâu có thể truyền qua hom giống gồm có sâu đục dây và bọ hà, riêng bọ hà không đẻ trứng trên dây ngọn.

4.2. THĂM ĐỒNG THƯỜNG XUYÊN

Thăm đồng thường xuyên là nguyên tắc quan trọng để giúp nông dân xác định được sự phát sinh gây hại của dịch hại, sự hiện diện của thiên địch và sự phát triển của cây trồng trong điều kiện thời tiết trên đồng ruộng cụ thể. Việc kết hợp quan sát sự phát triển của cây trồng và sự xuất hiện gây hại của dịch hại với việc ghi chép và so sánh tình hình phát triển của dịch hại (côn trùng, bệnh hại, cỏ dại, chuột, ốc...) và cây trồng trong những năm trước, tuần trước cho phép người nông dân xác định rõ hơn mức độ gây hại của dịch hại và sự phát triển của cây trồng để từ đó ra quyết định chính xác cần phải làm gì để hỗ trợ cây trồng phát triển cũng như kìm hãm sự phát triển của dịch hại. Việc quan sát ruộng được tiến hành trong thời gian ngắn. Quan sát đồng ruộng và so sánh kết quả của những năm trước, vụ trước, tuần trước giúp cho người nông dân nâng cao nhận thức và hiểu biết về đặc tính sinh học và sự gây hại của loài dịch hại, cũng như khả năng tự đền bù thiệt hại của cây trồng một khi điều kiện canh tác hợp lý và giống tốt. Từ việc nâng cao kinh nghiệm và nâng cao kiến thức sẽ giúp cho người dân ra quyết định đúng đắn cần phải làm gì trong điều kiện (thời tiết, phân bón, đất trồng) cụ thể. Kỹ năng quan sát các yếu tố thời tiết, sinh học sinh lý cây trồng, quần thể dịch hại, thiên địch là những kỹ năng rất quan trọng được nâng lên qua những lần đi thăm đồng. Như vậy thăm đồng thường xuyên còn được coi như việc tự huấn luyện.

Đối với từng loài dịch hại việc xác định chi phí quản lý phụ thuộc vào rất nhiều yếu tố biến động như mật độ dịch hại, giai đoạn phát triển của dịch hại, giai đoạn phát triển của cây trồng, thời tiết, mật độ thiên địch chính và mật độ của các loài thiên địch thứ yếu. Ngoài ra không phải cứ hề có dịch hại là có thiệt hại vì trong nhiều trường hợp một số giống kháng sẽ không bị thiệt hại gì, thậm chí có trường hợp (như bón quá phân đạm) khi có dịch hại lại giữ được năng suất cao hơn so với những phần ruộng bị lép. Những biến động trên cho thấy đa số ngưỡng kinh tế đã công bố là những thông số đơn giản, chưa tính hết những biến động điều kiện tự nhiên, điều kiện kinh tế xã hội của địa phương và điều kiện kinh tế của nông hộ. Người dân cần xử lý ra quyết định trong điều kiện kinh tế xã hội cụ thể ở địa phương và gia đình, với giá cả đầu vào, đầu ra thay đổi. Không những vậy kinh nghiệm của chính bản thân họ sẽ giúp cho họ ra quyết định có sử dụng biện pháp BVTV đối với một loài dịch hại hay không.

Tuy vậy, nếu người nông dân tham khảo được ngưỡng kinh tế đối với loài dịch hại, thì họ sẽ có thêm 1 dữ kiện để so sánh với mật độ hiện có trên đồng ruộng và kinh

nghiệm những năm trước về thiệt hại hoặc hiệu quả phòng trừ loài dịch hại đó để ra quyết định chính xác hơn. Tuy có nhiều điều còn phải thảo luận về độ chuẩn xác và sự phù hợp của ngưỡng kinh tế với từng vùng sản xuất, tuy nhiên việc xác định ngưỡng vẫn rất quan trọng giúp cho người sản xuất ra quyết định phun thuốc, góp phần làm giảm lượng thuốc BVTV sử dụng trên đồng ruộng, giảm ô nhiễm môi trường, giảm chi phí cho người sản xuất.

Để đưa ra quyết định phòng trừ dịch hại cần phải dựa trên số liệu điều tra dịch hại thường kỳ hàng tuần trên ruộng, trên cơ sở số liệu quan sát tiến hành *vẽ bức tranh sinh thái - phân tích, đưa ra quyết định* cần hay không cần phòng chống dịch hại và sử dụng biện pháp nào cho hợp lý, đồng thời cũng ra quyết định các biện pháp chăm sóc như bón phân, tưới nước, làm cỏ để cây sinh trưởng phát triển tốt (phương pháp xác định độ ẩm đất xem thêm ở phụ lục 4).

4.3. BẢO VỆ THIÊN DỊCH

Trong các hệ sinh thái, đặc biệt trong hệ sinh thái nông nghiệp có 2 nhóm có số lượng tương đối lớn các loài sinh vật là dịch hại và thiên địch của chúng. Vậy thiên địch là gì và chúng có vai trò như thế nào đối với dịch hại cây trồng?

Một trong những quy luật của tự nhiên là những động vật lớn có vòng đời dài hơn và đẻ ít con trong khi các động vật nhỏ lại có vòng đời ngắn hơn và đẻ nhiều hơn. Chẳng hạn, một trưởng thành cái sâu đục dây khoai lang trung bình đẻ được từ 150 - 300 trứng. Giả sử, một cặp sâu đục dây khoai lang sau khi đẻ trứng nở thành sâu non được khoảng 100 con và tất cả đều trưởng thành. Nếu mỗi tháng đẻ một lứa, mỗi con cái lại đẻ 100 con khỏe và có khả năng sinh sản thì sự phát triển của quần thể côn trùng này sẽ như sau: đầu tiên chỉ có 1 cặp sâu bố mẹ, sau 1 lứa sẽ có 100 con, (tỷ lệ đục: cái của loài này là 1:1, tương đương với 50 cặp) từ 50 cặp này sang lứa 2 sẽ có 2500 cặp; sang lứa 3 sẽ sinh ra được 125.000, sang lứa 4 sẽ sinh ra được 6.250.000 cặp; sang lứa 5 sẽ sinh ra được 312.500.000 cặp và sang lứa 6 sẽ sinh ra được 15.625.000.000 cặp, tương đương trên 31 tỷ cá thể. Giả sử mỗi côn trùng nặng 0,5g thì tổng khối lượng của số côn trùng được sinh ra từ cặp đầu tiên và sống sau 6 tháng sẽ là 15.625 tấn. Hãy so sánh khối lượng này với một vụ khoai lang có năng suất cao 30 tấn/ha. Như vậy, sẽ cần hơn 500ha để sản xuất được khối lượng khoai lang ngang bằng với trọng lượng con cháu của một cặp côn trùng sau 6 tháng. (Elske, 2000).

Nhiều côn trùng như rệp và rầy, một con cái còn có thể sinh nhiều hơn 100 con và vòng đời của chúng ít hơn một tháng rất nhiều (khoảng 1 tuần). Vậy thì câu hỏi đặt ra là tại sao hành tinh của chúng ta không bị côn trùng lấn át? Câu trả lời là vì có rất nhiều yếu tố gây chết làm giảm sự sinh trưởng, phát triển của côn trùng nói riêng và tất cả các sinh vật nói chung. Ngoài những điều kiện bất thuận của môi trường thì sự phát triển của tất cả các sinh vật bị điều chỉnh bởi thiên địch. Vậy, thiên địch là sinh vật tiêu diệt, làm bị thương hay gây bệnh cho các sinh vật khác. Có ba nhóm thiên địch lớn: (i) Nhóm bắt mồi; (ii) Nhóm ký sinh; (iii) Nhóm vi sinh vật gây bệnh.

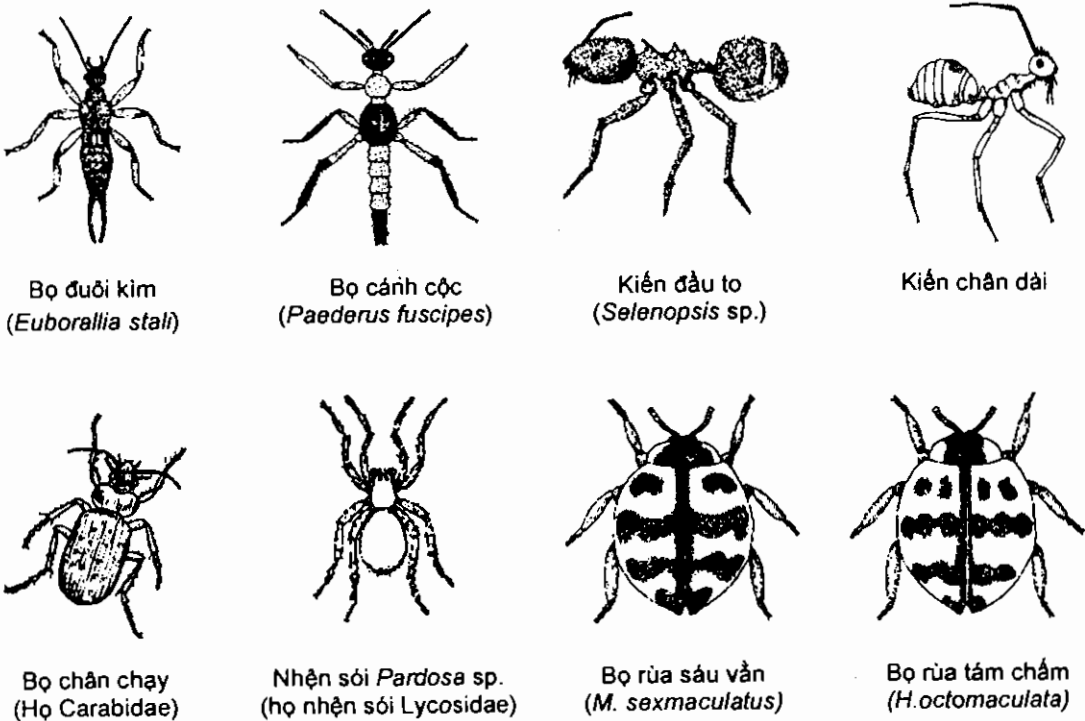
Thiên địch bắt mồi: là những động vật săn bắt và ăn thịt động vật khác. Ví dụ như hổ, rắn, nhện, bọ rùa. Thiên địch bắt mồi phải tiêu thụ nhiều con mồi để đảm bảo nhu cầu về thức ăn hàng ngày của chúng. Cơ thể của thiên địch bắt mồi được cấu tạo để làm chức năng săn, bắt, giết và ăn mồi. Nhìn chung, thiên địch bắt mồi có bộ phận miệng rất khoẻ, tinh mắt và chân khoẻ. Các loài côn trùng bắt mồi thường thuộc các bộ chuồn chuồn, bọ ngựa, cánh thẳng (một vài loài trong họ Sắt sành), bộ cánh da, cánh nửa, cánh cứng, hai cánh. Trong đó, bộ có số loài bắt mồi nhiều nhất là bộ cánh cứng và bộ cánh nửa. Các loài bắt mồi có hai kiểu ăn mồi: Chúng có thể nhai nghiền con mồi nhờ kiểu miệng nhai như: chuồn chuồn, bọ ngựa, bọ rùa, bọ cánh cộc, bọ 3 khoang... Hoặc chúng có thể hút dịch dinh dưỡng từ con mồi nhờ kiểu miệng chích hút (như các loài bọ xít, dòi ăn rệp, nhện nhỏ bắt mồi...) những loài này thường có kiểu tiêu hoá ngoài, nghĩa là chúng tạo một vết thương trên cơ thể con mồi, qua vết thương đó, đưa dịch tiêu hoá vào con mồi, sau đó hút phần dịch đã thủy phân, bỏ lại xác con mồi.

Hầu hết chức năng bắt mồi có ở cả pha trưởng thành và ấu trùng, vì vậy trong cả đời chúng có thể tiêu diệt một số lượng lớn sâu hại: một số loài bắt mồi ăn thịt như nhện lớn, bọ chân chạy, bọ rùa thường săn bắt các loại rầy, sâu non của sâu ăn lá để làm thức ăn. Nhện lớn ưa bắt các con mồi di động, một số loài nhện lớn thì chăng lưới để bắt mồi. Các loài chuồn chuồn thường bay để săn bắt các loài sâu hại đang bay để di chuyển. Bọ xít mù xanh thích ăn trứng các loài rầy hại. Muồm muồm nhỏ thích ăn trứng các loài bọ xít, trứng một số loài sâu đục thân.

Ký sinh cũng ăn các sinh vật khác nhưng bằng cách xâm nhập vào cơ thể sâu hại lấy chất dinh dưỡng từ dịch và mô của sâu hại làm yếu và thậm chí giết chết sâu hại. Chúng ta gọi sâu hại này là một “vật chủ”. Các ký sinh tấn công các côn trùng thường là các loài ong hoặc ruồi. Trưởng thành có cánh có khả năng tìm vật chủ rồi đẻ trứng vào bên trong hoặc lên trên cơ thể vật chủ. Các ký sinh được phân loại theo vị trí sinh sống của các ký sinh ở bên trong hay bên ngoài cơ thể vật chủ, có thể phân biệt thành kí sinh trong hoặc kí sinh ngoài: Ký sinh trong (gọi là nội kí sinh) gồm các loài ký sinh phát triển ở bên trong cơ thể vật chủ (ong đen kén trắng, ong vàng ký sinh nhộng). Ký sinh ngoài (gọi là ngoại ký sinh) gồm các ký sinh phát triển ở trên bề mặt cơ thể vật chủ (ong ngoại ký sinh sâu cuốn lá). Hoặc theo pha phát triển của vật chủ có thể phân biệt thành các loại ký sinh sau: Ký sinh trứng đẻ trứng của chúng vào trong trứng của côn trùng khác. Ký sinh sâu non đẻ trứng của chúng vào trong hoặc trên sâu non của côn trùng khác. Ký sinh nhộng phát triển trong nhộng của các côn trùng khác. Một số ký sinh phát triển trong giai đoạn thiếu trùng hay giai đoạn trưởng thành của vật chủ của chúng.

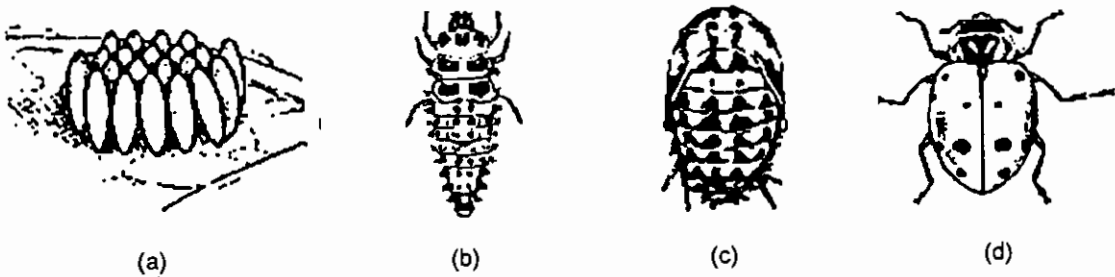
Ấu trùng của côn trùng ký sinh sống trong hay trên trứng hay cơ thể của vật chủ. Chúng làm côn trùng vật chủ yếu dần và như vậy vật chủ không thể cạnh tranh với sự phát triển của chúng. Tuy nhiên, ấu trùng của loài ký sinh có khả năng chuyển sang giai đoạn nhộng trước khi giết chết vật chủ. Một số nhộng được hình thành trong cơ thể vật chủ trong khi những ký sinh khác lại hoá nhộng trên hay gần cơ thể vật chủ. Trưởng thành của côn trùng ký sinh sau khi vũ hóa từ nhộng thì thường sống bằng mật hoa hay phấn hoa. Các hoa dại là nguồn thức ăn chính cho trưởng thành của loài ký sinh.

Tác nhân gây bệnh là các vi sinh vật gây bệnh. Chúng xâm nhập vào cơ thể vật chủ, sống và nhân lên ở bên trong vật chủ. Do vậy, chúng làm vật chủ yếu đi và cuối cùng làm vật chủ chết. Vi khuẩn, nấm và virus là các tác nhân gây bệnh. Các côn trùng bị tác nhân gây bệnh tấn công cơ thể thường bị phình to, màu sắc thay đổi, di chuyển chậm, rồi ngừng ăn và có thể có một lớp chất bột bao phủ bên ngoài. Loài vi khuẩn *Bacillus thuringiensis*, gọi tắt là Bt được sản xuất và sử dụng như là thuốc trừ sâu sinh học (Dipel WP là một nhãn hiệu của Bt). Bt diệt được một vài loại sâu non thuộc bộ cánh vảy nhưng chúng không ảnh hưởng tới thiên địch.



Hình 4.1. Một số thiên địch bắt mồi thường gặp trên đồng ruộng

Nguồn: Elske và Braun, 2000

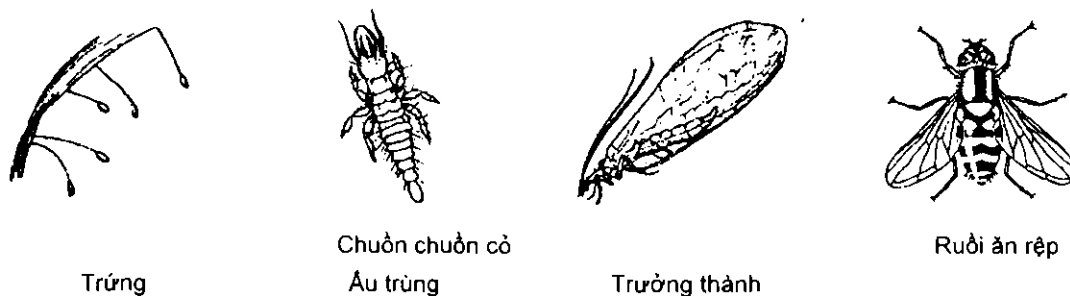


Hình 4.2. Vòng đời của bộ rùa

Ghi chú: (a) Trứng, (b) Ấu trùng, (c) Nhộng, (d) Trưởng thành

Nguồn: Elske và Braun, 2000

Ruồi ăn rệp thường thấy bay lượn quanh hoa. Ấu trùng ăn thịt. Ấu trùng di chuyển chậm nhưng ăn nhiều. Trong quá trình phát triển một con ấu trùng có thể ăn tới 420 con rệp.



Hình 4.3. Các loài thiên địch bắt mồi sâu hại

Nguồn: Elske và Braun, 2000

Đặc điểm của một số loài thiên địch và mối liên quan giữa chúng và sâu hại

- Chuồn chuồn kim: *Agriocnemis* spp. (Họ chuồn chuồn kim Ceonagrionidae)

Ấu trùng sống trong ruộng nước và cũng như trưởng thành có kiểu sống bắt mồi ăn thịt. Chúng săn bắt các côn trùng bay và di chuyển trên đồng ruộng.

- Bọ xít nước: *Microvelia* sp. (Họ bọ xít vai rộng Veliidae)

Cơ thể dài 1,5 - 1,8mm, màu xám đen có nhiều lông, mật độ quần thể loài này thường xuyên cao. Chúng thường săn bắt con rầy non, một con bọ xít mỗi ngày tiêu diệt được 4 - 7 rầy non.

- Bọ xít mù xanh: *Cyrtorhinus lividipennis* (Họ bọ xít mù Miridae)

Cơ thể dài 3 - 3,5mm, có màu xanh lá cây trừ phần đầu và ngực có nhiều chỗ màu đen. Trứng đẻ rời và lẫn trong ổ trứng vật chủ. Thời gian trứng 4 - 9 ngày. Ấu trùng 3 - 5 tuổi kéo dài 14 - 25 ngày, vòng đời 18 - 34 ngày. Trưởng thành sống 4 - 30 ngày, trưởng thành cái đẻ 20 trứng. Chúng ăn trứng rầy xanh, rầy xanh đuôi đen, rầy lưng trắng... Bọ non ăn 10 trứng rầy/ 1 ngày, trưởng thành ăn trung bình 18 trứng/ 1 ngày.

- Bọ xít hoa: *Eocanthecona furcellata* (Họ bọ xít 5 cạnh Pentatomidae)

Cơ thể dài 10 - 15mm. Thời gian vòng đời: trứng 5 - 20 ngày; bọ xít non 14 - 39 ngày, vòng đời 20 - 59 ngày. Bọ xít trưởng thành sống 15 - 56 ngày và đẻ được 132 - 192 trứng, bọ xít non tuổi 1 - 2 chỉ uống nước lã, nước sương; Bọ xít non tuổi 3 đến tuổi 5 và bọ xít trưởng thành mới có tập tính bắt mồi ăn thịt. Con mồi là sâu non của nhiều loài bộ cánh vảy (sâu gập lá, cuốn lá...), bọ xít non tuổi 4 một ngày có thể ăn 6 - 8 sâu non tuổi 1, 2 hoặc 4 - 5 hoặc sâu non tuổi 3 - 4 và cả đời có thể tiêu diệt 43 - 47 sâu non tuổi 1 - 2.

- Bọ xít gai cánh viền trắng: *Andrallus spinidens* (họ bọ xít 5 cạnh Pentatomidae)

Cơ thể dài 13mm, cả bọ trưởng thành và bọ xít non đều có kiểu sống bắt mồi ăn thịt, con mồi của chúng là sâu non bộ cánh vảy, khả năng ăn mồi tương tự bọ xít hoa.

- Bọ 3 khoang: *Ophionea* spp. (họ chân chạy Carabidae)

Có chiều dài thân 6,6 - 7,8mm. Cơ thể màu nâu đỏ, đầu dài màu xanh đen. Mắt kép đen gần hình tròn ở vị trí rộng nhất của đầu. Phần đầu sau mắt kép khá dài, thu hẹp dần về phía sau. Ngực trước màu nâu hồng, kéo dài gần thành hình trụ tròn, nở ở gần giữa, gốc cánh có vân màu xanh đen.

Các loài bọ 3 khoang đều hoạt động rất nhanh nhẹn để bắt mồi, thức ăn của chúng là rầy và sâu non bộ cánh vảy...

- Bọ cánh cộc: *Paederus fuscipes* (họ cánh cộc Staphylinidae)

Cơ thể có màu nâu, đầu đen bóng, dẹt, chiều dài đầu dài hơn chỗ rộng nhất của đầu, ngực trước màu vàng nâu, hình ô van, dài hẹp hơn phần gốc cánh trước, mặt lưng ngực trước nhẵn bóng, cánh trước màu xanh cánh chày, cánh trước phủ hết đốt bụng thứ nhất. Bụng màu nâu vàng, cuối bụng có 2 đuôi có lông cứng dài. Con mồi của bọ cánh cộc là rầy non, bọ trĩ, trứng sâu hại, sâu non tuổi nhỏ, một ngày có thể tiêu diệt 3 - 4 sâu non cuốn lá tuổi 1 - 3 hoặc 7 - 10 sâu khoang tuổi 1 - 2.

- Bọ rùa đỏ: *Micraspis discolor* (họ bọ rùa Coccinellidae)

Bọ rùa trưởng thành có hình bán cầu nhỏ và nhẵn bóng màu da cam hoặc đỏ. Pha trứng 2 - 3 ngày, ấu trùng 6 - 10 ngày, nhộng 3 - 5 ngày, vòng đời 26 - 35 ngày. Trưởng thành sống 18 - 23 ngày, đẻ 140 trứng/1 trưởng thành cái. Chúng có 2 mùa sinh sản rõ là tháng 3 - 5 và tháng 9 - 10. Cả trưởng thành và bọ rùa non một ngày đêm có thể tiêu diệt 1 - 4 rầy non hoặc 20 - 26 rệp muội tuổi 3.

- Nhện sói: *Pardosa* sp. (họ nhện sói Lycosidae)

Nhện trưởng thành có chiều dài thân 8,5mm. Phần đầu ngực màu nâu có lông xám, chính giữa có vân hình thành 3 hướng về phía sau của vùng mắt giống hình đỉnh ba, phần bụng màu nâu đen. Trứng 11 - 17 ngày; nhện non 7 - 8 tuổi kéo dài 76 - 167 ngày. Vòng đời 123 - 219 ngày, trưởng thành đẻ 2 - 3 bọc trứng, một bọc trứng nở 74 - 115 nhện non. Cả nhện non và trưởng thành đều ăn rầy và các côn trùng nhỏ. Trưởng thành đục ăn 9 - 10 rầy non, trưởng thành cái không có bọc trứng ăn 26 con rầy non/1 ngày đêm; 1 nhện cái mang bọc trứng ăn 125 rầy non tuổi 4/1 ngày đêm.

Các ký sinh phổ biến trên sâu hại bao gồm: một số loại ong và ruồi, chúng tấn công giai đoạn trứng và sâu non của các loài sâu hại. Các loài ong ký sinh thường rất nhỏ và khó phát hiện.

Thiên địch được coi là là “bạn của nhà nông”, chúng giúp nhà nông kiểm soát tự nhiên các dịch hại đặc biệt là các loài sâu hại. Đây là mắt xích quan trọng tự nhiên. Hiểu và giữ gìn được mắt xích này sẽ đảm bảo được cân bằng sinh học. Một khi do yếu tố nào đó thiên địch không tồn tại, sâu hại sẽ phát triển bùng phát rất mạnh do chúng có tỷ lệ gia tăng quần thể cao. Việc bùng phát số lượng trong nhiều năm của rầy nâu, sâu cuốn lá nhỏ và nhện gié hại lúa ở Việt Nam trong 10 năm qua (2004 - 2013) là minh chứng rõ ràng nhất về việc thiếu vắng thiên địch trên đồng lúa. Chính vì vậy, hiểu biết về sự hiện diện của thiên địch, quản lý cây trồng sao cho thiên địch phát triển là trọng tâm của chương trình IPM.

Việc quản lý cây trồng là phải luôn nghĩ tới hoạt động đó không chỉ không ảnh hưởng tới thiên địch mà còn tạo cơ hội tốt hơn cho thiên địch phát triển. Những hoạt động này bao gồm: giảm tới mức thấp nhất diện tích độc canh. Trên bờ ruộng trồng ngô ở Khối Thị trường chung châu Âu (EU) trong Hướng dẫn Nguyên lý IPM bắt đầu từ năm 2014 đến năm 2020 (ENDO, 2014) đề xuất bờ ruộng ngô có hoa dại mọc. Ở Đồng bằng sông Cửu Long, Việt Nam có mô hình “ruộng lúa bờ hoa” minh chứng mật độ rầy nâu và sâu cuốn lá nhỏ thấp hơn từ 2 - 3 lần so với ruộng đối chứng không có bờ hoa, trong khi 4 loài thiên địch chính trên ruộng lúa có mật độ cao hơn ruộng đối chứng 1,5 - 2 lần.

Thuốc BVTV hóa học là biện pháp cuối cùng trong IPM và chỉ nên sử dụng các thuốc ít độc với môi trường, thuốc có tính chọn lọc cao.

Trong vòng nửa thế kỷ qua, tại châu Âu biện pháp thủ công phòng chống sâu hại cây ăn quả đã thay đổi theo hướng có lợi cho thiên địch. Cụ thể, trước khi vào mùa đông, người ta thường lấy tấm cácton có chiều dài bằng hoặc lớn hơn chu vi thân cây, chiều rộng 30 - 40cm, dùng 2 dây buộc vào thân cây, cách mặt đất 60 - 80cm. Khi vào mùa đông, các loài sâu hại bò theo cành, xuống thân để chui xuống mặt đất và qua đông tránh rét ở dưới đó. Khi chui vào tấm cácton, chúng làm tường đó là đất, chúng ở lại trên đó. Đến gần giữa mùa đông người ta cắt dây buộc để tấm cácton tự rơi xuống mặt đất, lúc này đây tuyết nên sâu hại và cả thiên địch của chúng bị chết do quá lạnh. Trong một số năm gần đây, đã có một sự thay đổi lớn, thay vì để tấm cácton trên mặt đất người ta mang tấm cácton với sâu hại đã nhiễm các loài thiên địch về cất trong kho, đảm bảo nhiệt độ cho thiên địch phát triển qua đông.

4.4. NÔNG DÂN TRỞ THÀNH CHUYÊN GIA

- Nguyên tắc nông dân trở thành chuyên gia là một nguyên tắc quan trọng đảm bảo việc sự thành công trong việc áp dụng biện pháp quản lý dịch hại tổng hợp cho một loại cây trồng.

- Nguyên tắc nông dân trở thành chuyên gia thể hiện tính quần chúng, tính cộng đồng trong việc áp dụng biện pháp quản lý dịch hại tổng hợp.

Nền nông nghiệp bền vững tiên tiến chỉ có thể thành công khi mọi thành phần, nhất là thành phần chủ chốt làm nên nó là người nông dân có đủ trình độ, tự quyết định hoàn toàn mọi hoạt động có liên quan dựa trên việc sử dụng đầy đủ mọi yếu tố cũng như năng lực hiện có của họ.

Khác với các nước phát triển, nông dân vùng Đông Nam Á thường thiếu tự tin về hiểu biết của mình, ngoài ra các nhà hoạch định chính sách cũng như người làm công tác khuyến nông trước đây không xem trọng kiến thức của họ, thường hay làm thay họ, suy nghĩ thay họ, nên kết quả của khuyến nông trong nông nghiệp mang tính hình thức, áp đặt từ trên xuống (up - down), ít có đột phá về kết quả. Chỉ khi các lớp nông dân (FFS) của IPM được thực hiện rộng rãi, đã thay đổi cách nghĩ về người nông dân, thực ra người nông dân nắm rất chắc thửa ruộng của họ, nắm rất chắc họ có những gì để sản

xuất và bảo vệ sản xuất. Rất nhiều nông dân khi tham gia các lớp FFS ban đầu rụt rè, nhưng với các công cụ thân thiện của chương trình IPM họ đã tự tin áp dụng thành công nhiều thao tác kỹ thuật trong BVTV, trong sản xuất lúa, ngô, khoai tây... và hào hứng chia sẻ kinh nghiệm trong cộng đồng. Thậm chí, chỉ sau một thời gian ngắn, họ được tin nhiệm bầu vào các chức vụ quan trọng tại cộng đồng, họ lại có điều kiện tốt hơn giúp làng xóm làm tốt khâu BVTV cũng như phát triển đời sống ở địa phương.

Thành công của IPM cao hay thấp phụ thuộc vào việc nông dân có hiểu biết và kỹ năng như thế nào. Trong tương lai, nền nông nghiệp bền vững vẫn sẽ càng phụ thuộc vào trình độ và năng lực của nông dân. Do vậy, nông dân trở thành chuyên gia là một nguyên tắc cần nhấn mạnh.

Mục tiêu của chương trình IPM của các vùng khác nhau trên thế giới là giống nhau. Tuy vậy, do mức độ thâm canh khác nhau và điều kiện kinh tế xã hội khác nhau nên các nguyên tắc IPM của các vùng trên thế giới là không giống nhau.

Các nguyên tắc IPM của các nước trong EU và Bắc Mỹ có một số nét khác biệt. Chẳng hạn tại Hướng dẫn thực hiện nguyên tắc IPM của EU đến năm 2020 có ghi 8 nguyên tắc (ENDURE, 2014). Các nguyên tắc đó bao gồm: (1) Sử dụng giống và vật liệu nhân giống xác nhận kháng/ chống chịu và bảo vệ, khuyến khích các sinh vật có lợi chính, (2) Các sinh vật có hại cần được giám sát, kiểm soát bằng các công cụ và phương pháp thích hợp hiện có, (3) Trên cơ sở kết quả giám sát, người sử dụng chuyên nghiệp cần quyết định có sử dụng các biện pháp BVTV hay không và khi nào, (4) Các biện pháp sinh học, vật lý hay phi hóa chất cần được ưu tiên trước biện pháp hóa học nếu những biện pháp này cho kết quả hài lòng, (5) Thuốc trừ dịch hại sẽ được áp dụng một cách chọn lọc đối với loài dịch hại chính và thuốc phải ít ảnh hưởng nhất đến sức khỏe con người và môi trường, (6) Sử dụng thuốc BVTV ở mức thấp nhất có thể, (7) Có sẵn chiến lược chống tính kháng thuốc để duy trì hiệu quả của sản phẩm; (8) Kiểm tra hiệu quả của biện pháp BVTV đã thực hiện.

Trong khi đó ở Bắc Mỹ, IPM có 4 nguyên tắc: (1) Nắm chắc đặc điểm dịch hại và cây trồng, (2) Phòng là chính, (3) Né tránh việc dựa vào 1 biện pháp và (4) Tổng hợp các biện pháp. Trong IPM có 5 thành phần: (1) Hiểu rõ cây trồng và dịch hại chính, (2) Giám sát, (3) Nguyên tắc quyết định: Ngưỡng kinh tế và ngưỡng kháng, (4) Tổng hợp các biện pháp và (5) Đánh giá thiệt hại.

Điều dễ nhận thấy sự khác biệt của các nguyên tắc là IPM vùng Nam và Đông Nam Á nhấn mạnh tới yếu tố con người, trong khi đó EU và Bắc Mỹ đề cập đến biện pháp tổng hợp. Cả Bắc Mỹ và EU đều đề cập tới ngưỡng và giám sát, riêng Bắc Mỹ đề cập tới ngưỡng kháng trong khi đó ở EU và Nam và Đông Nam Á không đề cập. EU đề cập đến sử dụng các biện pháp phi hóa học trước. EU và Bắc Mỹ cùng đề cập đến đánh giá kết quả trong khi vùng Nam và Đông Nam Á không đề cập đến hoạt động này.

Để thực hiện nguyên tắc này nông dân phải: (i) Được huấn luyện để nâng cao hiểu biết; (ii) Thông qua quan sát ghi chép các kết quả thực nghiệm trong phòng thí nghiệm, ngoài ruộng để thấy rõ từng công việc cần tác động trong mối quan hệ biện chứng giữa

cây trồng - dịch hại - điều kiện ngoại cảnh; (iii) Làm thực nghiệm áp dụng biện pháp quản lý dịch hại tổng hợp trên ruộng. Nông dân quan sát, so sánh và đánh giá hiệu quả ruộng sản xuất theo quy trình IPM và theo tập quán của nông dân (FP); (iv) Nông dân được nâng cao hiểu biết thông qua ti vi, đài, sách, báo và các phương tiện thông tin đại chúng khác; (v) Nông dân cần ghi chép chi, thu và tính toán hiệu quả kinh tế để sản xuất có lãi nhất và tránh được rủi ro; (vi) Nông dân cần truyền bá hiểu biết, kinh nghiệm áp dụng biện pháp IPM trên một cây trồng nhất định cho nông dân khác trong cộng đồng.

CÂU HỎI ÔN TẬP CHƯƠNG 4

1. Hãy nêu 4 nguyên tắc của chương trình IPM và trình bày về nguyên tắc trồng cây khỏe?
2. Hãy trình bày mục tiêu và phương pháp thăm đồng thường xuyên?
3. Hãy nêu các loài thiên địch phổ biến trên đồng ruộng và trình bày phương pháp bảo vệ thiên địch?
4. Làm thế nào để giúp nông dân trở thành chuyên gia?

Chương 5 **CHIẾN LƯỢC** **VÀ CÁC BIỆN PHÁP TRONG QUẢN LÝ DỊCH HẠI TỔNG HỢP**

Chương 5 đề cập tới chiến lược quản lý dịch hại tổng hợp (IPM) và biện pháp (IPM), sự khác biệt của hai thuật ngữ quan trọng này là gì. Ngoài ra chương này liệt kê các nội dung của những biện pháp nằm trong IPM, trên cơ sở nắm chắc mặt mạnh và mặt yếu của từng biện pháp, dựa vào điều kiện môi trường và điều kiện kinh tế xã hội của hộ nông dân, người dân sẽ ra quyết định sử dụng IPM như thế nào cho phù hợp vừa mang lại hiệu quả kinh tế, hiệu quả môi trường.

5.1. CHIẾN LƯỢC QUẢN LÝ DỊCH HẠI TỔNG HỢP

5.1.1. Mục tiêu của IPM

- Phải mang lại hiệu quả kinh tế;
- Phải giảm thiểu tới mức thấp nhất thiệt hại cho cây trồng;
- Phải quan tâm tới vấn đề tính kháng và giảm thiểu áp lực chọn lọc;
- Phải cố gắng để duy trì chất lượng môi trường và tránh làm hại tới hệ sinh thái, đây là mục đích đặc biệt quan trọng.

5.1.2. Sự khác nhau giữa “Chiến lược quản lý dịch hại tổng hợp” và “Biện pháp quản lý dịch hại tổng hợp”

Chiến lược (Strategy) quản lý dịch hại tổng hợp là: “Kế hoạch thực hiện, hướng tới đạt được mục tiêu IPM đã đề ra”. Chiến lược là sự phối hợp một cách hợp lý giữa các biện pháp trong hệ thống IPM. Chiến lược là các phương hướng triển khai các biện pháp quản lý dịch hại tổng hợp trong chương trình IPM bao gồm: (a) Ngăn chặn dịch hại từ xa: từ khi chúng bắt đầu đến; (b) Làm giảm tạm thời bằng cách khoanh vùng dịch hại tăng cao để diệt trong trường hợp mật độ dịch hại tăng cao cục bộ; (c) Quản lý trong một cánh đồng: Phần lớn các chương trình IPM đều ứng dụng chiến lược này; (d) Quản lý trong một vùng rộng hơn; (e) Diệt trừ khi mật độ dịch hại vượt ngưỡng kinh tế.

Chiến thuật (Tactics) quản lý dịch hại tổng hợp là các biện pháp hay “phương kế để thực hiện cho tới kết thúc chương trình IPM”. Hoặc nói khác đi là các phương pháp (cách thức) có thể áp dụng để quản lý dịch hại tổng hợp: Có 3 hướng tác động chính là: (1) Tác động vào cây ký chủ, (2) Tác động vào dịch hại và (3) Tác động vào môi trường. Các biện pháp tác động gián tiếp lên dịch hại thông qua tác động vào cây ký chủ như biện pháp canh tác kỹ thuật, biện pháp giống chống chịu. Biện pháp tác động trực tiếp lên dịch hại sẽ tác động theo 2 hướng: một là không sử dụng thuốc bao gồm: biện pháp sinh học, biện pháp vật lý, cơ giới, biện pháp phòng trừ dựa trên tập tính của dịch hại, và hướng thứ hai là sử dụng thuốc BVTV trong đó sử dụng thuốc theo hướng phòng

(áp dụng đối với bệnh hại và biện pháp phòng trị áp dụng đối với côn trùng, động vật hại và cỏ dại). Biện pháp tác động vào môi trường có thể tác động vào nơi dịch hại sinh sống hoặc tác động vào cây trồng xung quanh.

Một số khái niệm khác:

Dịch hại kháng thuốc: Sử dụng lặp lại nhiều lần một loại thuốc bảo vệ thực vật sẽ dẫn tới chọn lại những dịch hại có tính kháng trong quần thể. Như rầy nâu, sâu tơ kháng thuốc.

Thuốc BVTV có tính chọn lọc: như thuốc trừ dịch hại chọn lọc là thuốc đó chỉ trừ một loài dịch hại (dịch hại mục tiêu) không ảnh hưởng tới các loài khác.

Cần thận trọng với sự “khái quát hóa”:

Biện pháp đó chỉ áp dụng tốt cho một loài dịch hại hoặc cho một hệ sinh thái nhưng có thể không thích hợp cho một loài dịch hại khác hoặc một hệ sinh thái khác vì vậy tránh sử dụng tuyên bố như: biện pháp ‘x’ hoặc ‘y’ là tốt nhất; luôn phải định rõ nó tốt nhất với loài dịch hại và hệ sinh thái cụ thể nào đó mà không phải là tất cả.

Nếu chỉ áp dụng từng biện pháp riêng biệt của IPM không cân nhắc tới tất cả các loài dịch hại và hệ sinh thái thì không được gọi là chương trình IPM. Trong IPM, từng biện pháp riêng biệt phải được phối hợp một cách hợp lý trong chiến lược thực hiện một chương trình IPM và chính chương trình IPM còn phải phối hợp một cách hài hòa với hệ thống canh tác cây trồng.

5.2. NHỮNG BIỆN PHÁP TRONG QUẢN LÝ DỊCH HẠI TỔNG HỢP

5.2.1. Biện pháp canh tác

Biện pháp canh tác quản lý dịch hại là sử dụng các biện pháp kỹ thuật trồng trọt quen thuộc như: cày, bừa, gieo cấy, bón phân, tưới nước, luân canh cây trồng, xen canh cây trồng, điều chỉnh thời vụ... để tạo ra điều kiện thuận lợi nhất cho cây trồng sinh trưởng khỏe mạnh, bảo vệ và kích lệ được thiên địch nhưng đồng thời gây bất lợi cho sự phát sinh, phát triển, lây lan gây hại của dịch hại trên đồng ruộng. Với cách tác động như vậy, có thể gọi đó là biện pháp canh tác bảo vệ thực vật (Phạm Văn Lâm, 2007). Biện pháp này khá đơn giản, dễ thực hiện, dễ áp dụng rộng rãi, mang lại hiệu quả chủ động và rất thân thiện với môi trường nên rất được coi trọng trong hệ thống quản lý dịch hại tổng hợp (IPM). Tạo ra cây trồng khỏe là một trong những cách tốt nhất của quản lý dịch hại.

Biện pháp được coi là “Xương sống” của chương trình IPM, thường không cung cấp đầy đủ cách giải quyết các vấn đề về dịch hại, nhưng nó đã hạn chế được căn bản số lượng dịch hại cho các biện pháp BVTV khác, đặc biệt là đối với biện pháp hóa BVTV. Việc thực hiện các kỹ thuật trong biện pháp canh tác được coi là thực hiện “rất nhiều cú đấm nhỏ”, việc thực hiện từng biện pháp canh tác riêng biệt sẽ không có hiệu quả lớn, nhưng nếu biết kết hợp chúng một cách hợp lý sẽ góp phần tạo nên sức mạnh lớn.

Biện pháp canh tác có thể tác động gián tiếp lên dịch hại thông qua cây trồng, nên thường không cung cấp tác động điều trị nhanh, mục tiêu của biện pháp là giảm mật độ chùng quần dịch hại nhưng chi phí thường thấp và không yêu cầu máy móc đặc biệt, tuy nhiên, yêu cầu những người thực hiện có sự am hiểu sâu sắc.

Dưới đây trình bày các kỹ thuật trong biện pháp canh tác:

- Kỹ thuật làm đất

Đất là môi trường sinh sống và tồn tại của nhiều loài dịch hại, là nơi tích lũy hạt cỏ dại và những mầm mống của các vi sinh vật gây bệnh, của tuyến trùng và động vật hại và đặc biệt là môi trường sống quan trọng với nhiều loài côn trùng, vì vậy nếu tác động có định hướng vào đất có thể gây ảnh hưởng rất lớn đến đời sống của nhiều loài dịch hại làm giảm sự phát triển của dịch hại. Khi tác động vào đất có thể làm thay đổi độ ẩm trong đất gây bất lợi cho một số loài dịch hại ưa ẩm sống trong đất, cày lật đất sẽ vùi sâu hạt cỏ dại, tàn dư cây bệnh, sâu và nhộng hại, nhưng cũng đồng thời làm lộ các sinh vật hại từ các lớp đất dưới lên trên làm cho chúng bị khô hoặc tạo điều kiện thuận lợi cho các loài thiên địch tiếp cận và tiêu diệt chúng.

Cày ải phơi đất ngay sau vụ thu hoạch có thể hạn chế rõ rệt sự phát sinh gây hại của loài sâu xám hại rau, bọ nhảy hại rau họ Hoa thập tự. Đất ráo nước giảm phần lớn nguồn bệnh hại cây trong đất. Các hoạt động làm đất như cày, bừa, trục, san phẳng mặt ruộng đều trực tiếp hoặc gián tiếp tiêu diệt cỏ dại đặc biệt là cỏ đa niên. Thông qua các hoạt động cày đất, hạt cỏ cũng như các cơ quan sinh sản bị vùi xuống tầng đất sâu làm cho chúng bị chết hoặc mất sức nảy mầm.

Cày dầm ruộng lúa sau thu hoạch có thể vùi chết hầu hết sâu đục thân lúa sống trong đốt cuối cùng của gốc rạ, làm chết nguồn nhện gié tồn tại trong các ống thân. Việc cày bừa, xới xáo đất trong quá trình trồng trọt đều gây bất lợi cho nhóm côn trùng sống trong đất và cả nhóm sống trên bề mặt đất. Đặc biệt một số lượng lớn sâu bị chết do công cụ làm đất va đập. Tuy nhiên đối với bệnh hại cây đất ẩm có thể làm cho một số bệnh gây hại tăng như bệnh mốc sương *Phytophthora infestans*.

Việc cày sâu bừa kỹ làm cho đất tơi xốp rễ cây phát triển, hút dinh dưỡng nuôi cây tốt, cây khỏe chống chịu tốt với dịch hại. Nhưng cần làm đúng lúc, đúng kỹ thuật như đối với sâu đục thân lúa 2 chấm cần phải cày lật gốc rạ và vùi sâu ngay sau khi thu hoạch lúa để giảm nguồn sâu tồn tại trên lúa chết.

Khi nói tới tác động vào đất để làm giảm dịch hại còn cần nghĩ tới việc thay đổi pH đất cũng góp phần làm giảm dịch hại như giảm pH < 5,3 để trừ bệnh ghè củ khoai tây (*Streptomyces*) hoặc trồng lúa miến ở đất có pH thấp thì giai đoạn vươn cao của thân kéo dài hơn dẫn tới muối vằn gây hại nặng hơn, thông qua việc bón vôi để nâng pH đất lên trên 7,0 có tác dụng phòng trừ bệnh sưng rễ cải bắp (*Plasmidiophora*), pH cũng có thể làm thay đổi thành phần loài tuyến trùng trong đất.

Bón vôi làm thay đổi pH đất, làm giảm cỏ dại, thích hợp với đất chua: cói lác, rong rêu ở ruộng ngập nước. Bón vôi khi cỏ chưa mọc sẽ làm giảm tỷ lệ nảy mầm của

cỏ. Bón vôi khi cỏ đã mọc làm cỏ bị chết nhưng không hoặc ít gây hại cho cây trồng. Nên bón sớm lúc cỏ còn ít, bón rải đều, tránh rơi vào cây trồng.

- Sử dụng phân bón hợp lý

Tình trạng dinh dưỡng của cây trồng có thể làm thay đổi dịch hại tấn công và khả năng chịu đựng sự gây hại của cây với dịch hại. Sử dụng phân bón một cách hợp lý là khả năng tốt nhất để nâng cao khả năng chống chịu dịch hại của cây. Phân đạm phân lớn có liên quan tới sự thay đổi sự gây hại của dịch hại theo chiều hướng tăng lên. Bón nhiều đạm cây mọc xanh tốt làm tăng tính nhiễm của cây với bệnh, đạm có thể làm thay đổi sự cạnh tranh giữa cỏ với cây trồng, nếu bón đạm cao sẽ làm tăng tính cạnh tranh của yến mạch dại trong ruộng lúa mỳ, còn bón lân cao sẽ làm cỏ *Amaranthus retroflexus* có tính cạnh tranh cao hơn. Đối với các loài côn trùng có tốc độ phát triển nhanh hơn khi gây hại trên cây trồng được bón nhiều phân đạm hơn, được tưới nhiều nước hơn, mặt khác khi cây trồng được bón nhiều đạm hơn làm cho bộ lá xanh tốt hơn, hấp dẫn hơn đối với phần lớn các loài côn trùng như: sâu xanh, sâu khoang, bọ xít, bọ trĩ, sâu cuốn lá... đến đẻ trứng và gây hại.

Cả cỏ dại và cây trồng đều sử dụng phân bón làm nguồn dinh dưỡng, do đó việc bón phân, đặc biệt là phân đạm có ảnh hưởng lớn đến quần thể cỏ dại. Chế độ phân bón hợp lý có thể hạn chế cỏ dại cũng như khả năng cạnh tranh của chúng. Chế độ phân bón hợp lý khi gieo trồng các giống mới là khâu hết sức quan trọng vì những giống này yêu cầu phân bón nhiều hơn các giống cổ truyền. Cỏ dại có khả năng cạnh tranh dinh dưỡng tốt hơn cây trồng, do đó, trong trường hợp ruộng nhiều cỏ, việc sử dụng nhiều đạm không những không đền bù được thiệt hại về mặt năng suất do cỏ sinh ra mà còn kích thích cỏ sinh trưởng, làm tăng khả năng cạnh tranh dinh dưỡng của cỏ với cây trồng. Như vậy, việc bón phân cho cây trồng chỉ nên tiến hành trong điều kiện quản lý tốt cỏ dại, ngược lại sẽ bị phản tác dụng. Bón nhiều đạm tạo điều kiện cho cỏ hòa thảo phát triển nhưng ít ảnh hưởng đến cỏ lá rộng và cỏ lác. Trong điều kiện cỏ dại không được quản lý tốt thì không nên bón phân hoặc bón ít khi cỏ dại đã giảm khả năng sử dụng đạm (sau khi cỏ đã ra hoa).

Việc sử dụng phân bón hợp lý còn tùy thuộc vào từng loại cây trồng (cây bí xanh nên bón nặng vào giai đoạn đầu và nhẹ vào giai đoạn cuối để giảm thối quả trong bảo quản, nhưng ngược lại cây cà chua nên bón nhẹ giai đoạn đầu để giảm bệnh hại và nặng vào giai đoạn cuối để kéo dài thời gian thu hoạch quả), phụ thuộc vào loại đất trồng vào thời gian sinh trưởng của cây và đặc biệt là cây trồng vụ trước (cây lúa được trồng sau vụ rau thì nên bón ít đạm hơn so với trồng 2 vụ lúa liên tiếp).

Cần bón cân đối giữa 3 nguyên tố đa lượng đạm, kali và lân, khi thiếu phân kali cây trồng thường bị nhiễm nhiều loại bệnh nặng hơn vì quá trình tổng hợp chất đạm trong cây bị cản trở, phân kali còn làm giảm sự gây hại của côn trùng với cây, bón đủ kali giúp cho cây chè chống bệnh phòng lá do nấm *Exobasidium vexans* tốt hơn và giúp cây cao su chống bệnh phấn trắng do nấm *Oidium hevae* tốt hơn (Lê Lương Tê, 2007).

Việc áp dụng quy trình IPM vào vùng đất mới nên có thí nghiệm thăm dò các mức phân bón để xác định được lượng phân bón hợp lý nhất giúp cho cây sinh trưởng khỏe cho năng suất cao và tăng khả năng chống chịu với dịch hại.

- Tưới tiêu nước hợp lý

Nước là một yếu tố rất quan trọng đối với sự sinh trưởng và phát triển của cây trồng (nhất nước, nhì phân, tam cần, tứ giống). Tuy nhiên nước cũng có ảnh hưởng lớn đến sự phát sinh gây hại của một số loài dịch hại cây trồng. Một vài loài dịch hại có thời gian phát dịch gắn liền với mưa bão, ruộng ngập nước như sâu cắn gié hại lúa. Trong thực tế sản xuất, nông dân đã biết lợi dụng nước để hạn chế một số loài dịch hại như đã rút cạn nước để cho bọ xít đẻ thấp dưới thân, sau đó cho nước vào để làm ung trứng, hoặc đã tưới phun mưa lên tán cây táo, cây quất để rửa trôi một số dịch hại sống trên bề mặt tán cây như rệp muội, bọ trĩ và nhện nhò. Hoặc để ngăn cản bọ hà tiếp xúc với củ khoai lang để đẻ trứng lên vỏ củ thì trong quy trình IPM bọ hà đã đề xuất một biện pháp rất hữu hiệu là tưới ẩm thường xuyên cho ruộng khoai lang để tránh đất bị nứt. Mặt khác, tưới ẩm còn làm tăng hiệu quả của áp dụng nấm *Beauveria bassiana* phòng trừ bọ hà, hoặc trong quy trình IPM với rệp xơ trắng hại mía đã đề ra tưới nước vào mùa khô hạn để hạ thấp nồng độ Brix trong cây mía nhằm ngăn chặn sự phát tán của loài rệp xơ trắng. Việc giữ nước ngập luống trong một thời gian cũng có tác dụng giết chết một số loài sâu sống trong đất như sâu non, trứng và nhộng bọ nhảy ở trong đất, diệt bọ hung, sâu xám, dế...

Đối với các VSV gây bệnh cây, phần lớn các loại bệnh thường gây hại nặng hơn cho cây trồng cạn khi độ ẩm đất và độ ẩm không khí cao như: bệnh sương mai trên cây cà chua, khoai tây, bệnh héo xanh vi khuẩn khoai tây, bầu bí, ngược lại có một vài loại bệnh đặc biệt gây hại nặng trong điều kiện thiếu nước, ruộng bị hạn trầm trọng như bệnh đốm nâu hại lúa hoặc trong ruộng không thường xuyên đủ nước như bệnh đạo ôn lúa, khô vằn.

Cho nước ngập ruộng là một biện pháp thường được sử dụng để kiểm soát cỏ trong ruộng lúa. Điều chỉnh chế độ tưới tiêu hợp lý vẫn có thể hạn chế được sự sinh trưởng và phát triển của các loài cỏ ưa ẩm trong ruộng lúa. Cơ quan sinh sản của các loài cỏ đa niên thân bò cũng có thể bị tiêu diệt khi ngâm nước ruộng. Biện pháp này chỉ có thể thành công nếu tăng để cày đủ chặt để giữ nước. Với những ruộng có nhiều cỏ đa niên thì việc giữ ruộng ngập trong 15 - 25cm nước liên tục trong vòng 3 - 8 tuần trong mùa hè sẽ hạn chế được nhiều loài cỏ dại và chỉ có thể thực hiện được ở những nơi có đủ nước. Phương pháp này không thể áp dụng được với tất cả các loài cỏ dại sinh sản vô tính vì mầm ngủ của nhiều loài cỏ dại sống tiềm sinh vẫn có thể sống sót sau khi bị ngâm ngập trong nước một thời gian dài.

Việc tưới tiêu nước một cách hợp lý bằng cách tưới nước bổ sung vào mùa khô và thoát nước vào mùa mưa, cung cấp nước theo yêu cầu của từng giai đoạn sinh trưởng của cây trồng là một biện pháp rất hữu hiệu giúp cho cây trồng phát triển khỏe mạnh sẽ tăng khả năng chống chịu với dịch hại giảm thiệt hại do dịch hại gây ra.

- *Vệ sinh đồng ruộng tiêu diệt cây ký chủ thay thế*

Kỹ thuật này có tác dụng giới hạn mật độ chùng quần dịch hại qua đồng, làm giảm mật độ dịch hại phát sinh trước khi trồng vụ kế tiếp, điều cần quan tâm trong vệ sinh đồng ruộng là quan tâm tới thảm thực vật xung quanh cánh đồng hơn là ở bên trong cánh đồng, đặc biệt áp dụng với dịch hại di chuyển gồm tác nhân gây bệnh, động vật chân đốt và một số loài có xương sống. Việc tiêu diệt nguồn thức ăn và môi trường sinh sống như là một biện pháp quản lý hiệu quả nhất với chuột túi và sóc.

Quản lý các nguồn bệnh: Biện pháp này có tác dụng làm giảm nguồn lây nhiễm cho nhiều nguồn bệnh, đặc biệt đối với virus. Diệt các cây ký chủ thay thế bắt buộc như biện pháp ngăn chặn bệnh gi sắt lúa mỳ.

Quản lý các loài tuyến trùng: Ở rìa cánh đồng và các diện tích xung quanh có thể có nguồn tuyến trùng hại, do vậy nếu để các cây ký chủ thay thế tồn tại trong cùng cánh đồng thì rất nguy hiểm và sẽ hạn chế tới hiệu quả của luân canh.

Quản lý các loài động vật chân khớp: Ai cũng biết hai mặt của sự cạnh tranh, cả dịch hại và thiên địch đều có thể sống trên các cây ký chủ thay thế vì vậy việc tiêu diệt cây ký chủ thay thế sẽ ít nhiều ảnh hưởng tới nơi cư trú của thiên địch, tuy nhiên con người cần phải cân nhắc trong từng trường hợp cụ thể. Ví dụ bọ nhảy hại cây họ Hoa thập tự ở châu Âu, nơi có mùa đông lạnh đều sống ở cây có lá rộng, hoặc bọ xít (*Lygus* sp.) tích lũy số lượng trên nhiều loại cỏ, bọ phấn trắng sống và gây hại trên rất nhiều loài cỏ lá rộng khi cây trồng vắng mặt, thậm chí cả ở trong nhà kính, hoặc trên 80% ruồi đục lá ở hệ thống sản xuất rau tại Florida là từ cây ký chủ thay thế chuyển sang, vì vậy việc tiêu diệt các cây ký chủ thay thế là việc làm bắt buộc. Diệt trừ cây ký chủ thay thế là một nội dung của chương trình IPM trên vùng lãnh thổ rộng lớn để quản lý sâu hại.

Hạn chế của việc diệt cây ký chủ thay thế: Hiệu quả của kỹ thuật này thường phụ thuộc vào điều kiện cụ thể của vùng. Thực hiện kỹ thuật này khó vì diệt cây ký chủ thay thế có thể sẽ ảnh hưởng tới nguồn thức ăn cho vật nuôi, có thể sẽ làm giảm nguồn thực phẩm dự trữ cho nhiều loài côn trùng thiên địch, diệt mất nguồn thức ăn và nơi ở của động vật hoang dã. Hiện nay chưa có số liệu chính xác về lợi ích mang lại của kỹ thuật này đối với chương trình IPM.

Ngăn chặn sự lan truyền của dịch hại, qua giống, qua các công cụ sản xuất, trong đất.. việc làm này thường tốt hơn khi chúng đã nhiễm rồi mới “chữa” bằng cách sử dụng hạt giống và cây giống sạch bệnh, cỏ, tuyến trùng và sâu nhện hại như sử dụng giống xác nhận hay hạt giống sạch là một kỹ thuật IPM hợp lý, tuy nhiên hạt giống được chứng nhận thường có giá cao hơn bình thường; Ngăn chặn dịch hại lây lan từ vụ trước sang vụ sau bằng cách vệ sinh đồng ruộng như: dọn cỏ, dọn cây ký chủ phụ và tàn dư cây trồng để loại bỏ nơi ẩn náu, vị trí qua đông và nguồn lây nhiễm dịch hại. Loại bỏ cây bắp cải bị thối, cây cà chua bị tuyến trùng hại, ngô bị sâu đục thân... việc làm này cũng đồng nghĩa với việc loại bỏ nơi trú ngụ và nguồn thức ăn của chuột và ốc hại. Tuy nhiên thực hiện vệ sinh đồng ruộng có ý nghĩa trong phần lớn các quy trình IPM nhưng lại có thể mâu thuẫn với hệ thống sản xuất không làm đất.

- Luân canh cây trồng hợp lý

Luân canh là việc thực hiện trồng các cây trồng khác nhau luân phiên trong một hệ thống canh tác. Luân canh cây trồng sẽ làm thay đổi phức hợp dịch hại và thực hành quản lý. Nó có thể giảm hoặc dừng việc tích lũy số lượng của dịch hại trong một vụ cây trồng. Đặc biệt quan trọng để quản lý những dịch hại không di chuyển và đất là nơi trú ngụ của chúng. Nguyên tắc quan trọng là lấy đi nguồn thức ăn của dịch hại, làm cho chúng bị chết đói hoặc buộc chúng phải di chuyển sang nơi khác.

Luân canh quản lý nguồn bệnh: Trong điều kiện vắng mặt cây ký chủ phù hợp, nguồn lây nhiễm bệnh giảm hoặc hoàn toàn biến mất (nấm *Phytophthora* sp. gây thối rễ, nấm *Verticillium* sp. và nấm *Fusarium* sp. gây chết rũ cây). Kỹ thuật này không hiệu quả nếu như nấm gây bệnh có thể sống hoại sinh, ví dụ như nấm hại rễ sồi (*Armillaria*).

Luân canh quản lý cỏ dại: Các loại cây trồng khác nhau có khả năng cạnh tranh khác nhau với cỏ như ngô cạnh tranh với cỏ khác. Phòng chống có sự khác nhau giữa cỏ trên vườn cây lưu niên và vườn cây trồng hàng năm và đặc biệt là việc quản lý cỏ giữa cây trồng gieo vãi khác với cây trồng theo hàng. Đặc biệt luân canh giữa cây trồng cạn và cây trồng nước sẽ làm giảm rất nhiều sự gây hại của cỏ dại, đây là biện pháp rất quan trọng trong quản lý cỏ dại hiện nay ở Việt Nam. Việc luân canh với cây trồng không phải là ký chủ đã quản lý tốt các loại cỏ ký sinh như *Striga* và *Orobanche*.

Luân canh cây trồng trong quản lý tuyến trùng: Luân canh với cây trồng không phải là ký chủ của dịch hại là một biện pháp có hiệu quả cao trong việc quản lý các loài tuyến trùng hại cây, tuy nhiên không hiệu quả đối với loài tuyến trùng có phổ ký chủ rộng. Đặc biệt để lại các loài cỏ dại (là ký chủ của tuyến trùng) mọc trong vùng đã áp dụng biện pháp luân canh với cây không phải là ký chủ của tuyến trùng thì việc luân canh không có tác dụng hạn chế tuyến trùng. Vì vậy, việc phòng trừ các loài cỏ là cây ký chủ thay thế là rất cần thiết khi thực hiện kỹ thuật luân canh. Thời gian luân canh thường vài năm, không phải là vài tháng, thường phải luân canh 4 năm để quản lý tuyến trùng nốt sần trên cây củ cải đường và luân canh 6 năm không đủ để quản lý tuyến trùng nốt sần cây đậu Hà Lan.

Luân canh trong quản lý các loài chân khớp và động vật có xương sống: Rất hữu hiệu đối với việc quản lý các loài động vật chân khớp sống trong đất và ít di chuyển. Ở Mỹ đã áp dụng luân canh 2 năm giữa cây ngô với đậu tương loại trừ được sâu hại rễ ngô. Mặt khác việc luân canh làm giảm dịch hại nên giảm lượng thuốc sử dụng, vì vậy giảm sự hình thành tính kháng của dịch hại với thuốc hóa học. Tuy nhiên, việc lựa chọn loại cây trồng luân canh có tính quyết định sự thành công hay thất bại của biện pháp, như khi luân canh khoai tây với cỏ 3 lá đã làm tăng sâu ăn lá khoai tây.

Với các loài động vật có xương sống, việc luân canh giữa cây hàng năm và cây lưu niên có thể coi là kỹ thuật phòng trừ ngắn hạn.

Hạn chế của luân canh: Áp dụng luân canh làm cho IPM có ý nghĩa phòng trừ dịch hại tốt hơn, nhưng luân canh làm cho IPM có thể không đạt được hiệu quả kinh tế tốt nhất.

Bỏ hoang hóa: Là một trường hợp đặc biệt của luân canh có nghĩa là không trồng cây trồng trong một khoảng thời gian mặc dù trong thời gian đó cây trồng có khả năng phát triển. Nó cho phép sử dụng một số biện pháp mà biện pháp này không thể sử dụng được nếu như cây trồng đang có mặt như làm ải, làm đất, làm dầm. Hạn chế chính của bỏ hoang đất là không có thu nhập kinh tế.

- Thời gian vắng mặt cây ký chủ

Áp dụng kỹ thuật tạo thời gian không có mặt cây ký chủ để làm cho dịch hại không thể tồn tại và tích lũy số lượng. Có nghĩa là cần phải loại bỏ tất cả các cây ký chủ trong một cánh đồng (đối với dịch hại không di chuyển) hoặc một vùng (đối với dịch hại di chuyển) và ngoài ra cần có vùng đệm không có cây ký chủ. Biện pháp này rất có ý nghĩa trong quản lý sâu và nhện hại (như bọ xít xanh phương Nam ở Ấn Độ; sâu hồng hại bông) và đặc biệt là quản lý các bệnh truyền lan nhờ côn trùng thì đây là biện pháp then chốt như quản lý phần lớn các bệnh virus: Khảm rau xà lách, vàng hỗn hợp củ cải... Thời gian không có mặt cây ký chủ có thể là nhiều tuần, một tháng hoặc 2 tháng, nhưng kỹ thuật này không dùng để quản lý các loài động vật có xương sống vì chúng di chuyển mạnh.

Để quản lý tuyến trùng, việc luân canh với cây trồng không phải là cây ký chủ đã làm giảm đáng kể mật độ tuyến trùng trong đất, khoảng thời gian cần vắng mặt cây ký chủ phụ thuộc vào tốc độ chết của tuyến trùng, thường vài năm, không phải là vài tháng. Ví dụ luân canh với lúa nước hoặc với cây không phải là ký chủ thay thế (kể cả ký chủ là cỏ dại) trong thời gian dài hơn 4 năm.

Những mặt hạn chế của thời gian vắng mặt cây chủ gồm: Cỏ dại (là trở ngại chính); Không thể áp dụng với cây lâu năm; Rất ít giá trị với những loài dịch hại đa ký chủ; Cần có sự phối hợp giữa nông dân trong vùng thì việc quản lý các loài dịch hại di chuyển mới có hiệu quả; Không có thu hoạch khi đất bị bỏ hoang.

- Thay đổi thời gian trồng trong IPM

Trồng cây đúng thời gian trong năm là lý tưởng nhất cho cây sinh trưởng nhưng ít lý tưởng đối với dịch hại. Việc thay đổi thời gian trồng nhằm tránh thời gian dịch hại phát sinh số lượng lớn trùng với thời gian miễn cảm của cây để tránh hoặc giảm tới mức thấp nhất ảnh hưởng của dịch hại tới cây trồng. Sự thay đổi thích hợp phụ thuộc vào từng loại cây trồng cụ thể, vào khí hậu của từng vùng và đặc tính sinh vật học của dịch hại. Kỹ thuật này không áp dụng đối với động vật có xương sống do chúng có khả năng thích nghi cao hơn.

Thay đổi thời gian trồng sớm hoặc muộn để tránh thời gian nguồn bệnh và tuyến trùng hoạt động mạnh như trồng cà chua vụ đông sớm sẽ nhiễm bệnh sương mai nhẹ hơn. Đối với cỏ dại trồng đúng thời gian sẽ tránh được phần lớn sự mọc lần 1 của cỏ như: trồng lúa mỳ vào mùa xuân tránh được cỏ dại, trồng cỏ linh lăng vào đầu mùa mưa ở California sẽ cạnh tranh tốt hơn với các loại cỏ. Khác với nhiều loài côn trùng có thời gian phát triển trùng với thời gian phát triển của cây, việc trồng lệch thời điểm sẽ tránh được phần lớn côn trùng có khả năng bay như nếu trồng lúa mỳ vào thời điểm loài ruồi

Hessian không phát tán trong năm sẽ tránh được sự gây hại của ruồi hoặc trồng bông sớm và tác động để cây bông rụng lá sớm sẽ tránh sâu đục quả bông hại nặng cuối vụ.

Tuy nhiên, trong thực tế việc thay đổi thời gian trồng cũng gặp một số tình huống khó xử như việc xác định thời gian trồng củ cải đường ở California: để quản lý tuyến trùng gây sưng rễ củ cải đường cần trồng sớm trước khi nhiệt độ đất tăng, nhưng để quản lý bệnh virus gây vàng cây lại cần trồng muộn sau khi rệp (vector truyền bệnh) ngừng bay.

Để điều chỉnh thời gian trồng cho phù hợp đặc biệt cần hiểu rõ đặc tính sinh vật học của dịch hại.

Những hạn chế của việc thay đổi thời gian trồng cây trong IPM: (i) Cây trồng và dịch hại đều có những yêu cầu gần giống nhau về sinh thái; nên trong cùng điều kiện sinh thái thì thời gian phát triển vòng đời gần giống nhau; (ii) Nếu thay đổi thời gian trồng thì có thể sẽ có loài dịch hại khác thích nghi với thời gian mới; (iii) Có thể làm lỡ cơ hội bán được giá cao do thay đổi thời gian bán; (iv) Cây trồng không phải chỉ bị một loài dịch hại tấn công; việc thay đổi thời gian trồng để quản lý một loài dịch hại có thể làm cho nhiều loài dịch hại khác tấn công khốc liệt hơn.

- Thay đổi thời gian thu hoạch

Việc thay đổi thời gian thu hoạch có thể làm giảm sự tấn công của dịch hại, thường áp dụng kỹ thuật thu hoạch sớm hơn bình thường như thu hoạch ngô sớm có thể tránh được sâu đục bắp, cắt sớm cỏ linh lăng tránh được phần lớn sự gây hại của bọ cánh cứng, thu hoạch bông sớm quản lý sâu đục quả bông, thu hoạch sớm đôi khi tránh được sự gây hại của chim; Thu hoạch luân phiên để duy trì bọ xít bắt mồi và các loài thiên địch trên ruộng cỏ linh lăng. Nhưng biện pháp này không liên quan tới quản lý cỏ dại. Kỹ thuật này có thể làm tốt với cây công nghiệp, tuy nhiên không khả thi với các sản phẩm thu hoạch tiêu thụ tươi yêu cầu một thời kỳ thu hoạch dài (mở rộng), các cây trồng chế biến vì thời gian thu hoạch đã được định trước theo cả một quá trình, tăng chi phí cho các biện pháp khác như chi phí thu hoạch cỏ linh lăng gấp 2 lần so với bình thường do phải thay đổi lịch tưới nước.

- Trồng xen

Là việc thực hiện trồng 2 hoặc nhiều loại cây trồng cùng lúc trên một luống, kỹ thuật này được áp dụng khá phổ biến ở nhiều nước trên thế giới. Xen canh là biện pháp tốt nhất để đồng thời sử dụng tối ưu các điều kiện đất đai, ánh sáng, nước, chất dinh dưỡng trong đất, góp phần làm tăng thu nhập cho nông dân. Đây là những hình thức trồng trọt khá phổ biến trong thực tế sản xuất nhất là ở các vùng sản xuất rau hữu cơ hiện nay hoặc ở các vùng trồng cây ăn quả ở giai đoạn kiến thiết cơ bản và lúc này cây chưa giao tán nên có thể trồng xen để có thêm thu nhập, trồng xen là thêm nguồn thức ăn, nơi ẩn náu cho thiên địch, có tác dụng bảo vệ và kích lệ thiên địch của sâu hại trong tự nhiên. Ở nước ta nông dân thường trồng xen đậu cove với bông, ngô với khoai lang, đậu tương với mía hoặc cảm quýt; xen hành, tỏi, xả lách với rau họ Hoa thập tự. Đặc biệt hiện nay ở đồng bằng sông Cửu Long, nông dân còn trồng xen các băng hoa

trên cánh đồng lúa nhằm duy trì lực lượng thiên địch của sâu hại lúa, biện pháp này đã được đánh giá rất tốt với việc hạn chế số lượng rầy nâu ngay từ đầu vụ.

Phần lớn vì mục tiêu nông học hoặc mục tiêu kinh tế, xen canh làm tăng đa dạng sinh học và tăng các loài côn trùng thiên địch, việc quản lý cỏ dại sẽ khó khăn hơn; sẽ cản trở việc sử dụng thuốc trừ cỏ và cơ giới hóa, làm tăng sự gây hại của nhuyễn thể, tuyến trùng và động vật có xương sống và tăng chi phí. Kỹ thuật này không sử dụng tại các nước công nghiệp.

- Mật độ trồng/ khoảng cách trồng

Trồng cây với mật độ cao hoặc trồng đồng đều hơn thì sẽ làm giảm cỏ dại, tuy nhiên cũng có thể gặp một vài tình huống khó xử trong quyết định mật độ hợp lý, nếu tăng mật độ cây trồng thì có thể đền bù sự thiệt hại do dịch hại gây ra (bệnh, sâu hại), nhưng nếu giảm mật độ cây trồng sẽ giảm được sự lây lan của bệnh và tuyến trùng trong ruộng.

Còn đối với cỏ dại, việc tăng mật độ cây trồng có tác dụng rõ rệt để hạn chế cỏ dại. Tạo cây trồng khỏe là cách tốt nhất để phòng trừ cỏ. Cây trồng mọc yếu hoặc chết khoảng là nơi đó cỏ dại phát triển rất mạnh, mật độ cây trồng đúng ngăn chặn sự xâm chiếm của cỏ dại (tạo ra sự cạnh tranh mạnh với cỏ dại). Ví dụ tăng lượng hạt giống lúa mỳ từ 100 kg/ha tới 160 kg/ha sẽ giảm khoảng 50% mật độ cỏ dại. Việc thay đổi mật độ trồng để thay đổi việc cạnh tranh giữa cỏ dại và cây thể hiện rõ hơn và hiệu quả cao hơn ở cây trồng không theo hàng so với cây trồng theo hàng.

Những hạn chế của việc sử dụng mật độ trồng và khoảng cách trồng trong IPM: Tăng chi phí cho lượng hạt giống tăng thêm và là vấn đề khó khăn nhất với cây có củ. Kỹ thuật này chỉ áp dụng mang tính phòng ngừa.

- Trồng hoặc cấy cây

Áp dụng biện pháp trồng hoặc cấy cây thay cho việc sạ hạt sẽ giúp cho sự thiết lập của cây trồng nhanh hơn, cây mọc nhanh hơn, rút ngắn thời gian sinh trưởng của cây trên đồng ruộng và có tác dụng chủ yếu là làm giảm thiệt hại do ngăn chặn chim ăn mầm. Mặt khác trồng thường, rễ cây ăn sâu hơn là gieo hạt giúp cho cây vững chắc hơn. Tuy nhiên, chi phí trồng cây thường cao hơn sạ hạt và thường không thích hợp với cây có củ.

- Trồng cây cách ly và cây bẫy

Cây cách ly: có thể là những băng cây trồng có thân cao như ngô, mía, hoặc cũng có thể là cây hoa, cây cảnh trồng xung quanh cây trồng cần bảo vệ nhằm ngăn cản sự phát tán lây lan của của một số loại sâu (rệp muội, bọ phấn, bọ trĩ v.v...) và động vật hại như nhện nhỏ hại, chuột đến các ruộng cây trồng.

Cây bẫy: là duy trì các loài cây ký chủ ưa thích của dịch hại hoặc chính là loài cây trồng cần bảo vệ nhưng dùng giống ngắn ngày hoặc giống nhiễm dịch hại gieo trồng thời vụ sớm hơn thời vụ đại trà nhằm thu hút dịch hại đến đó để tiêu diệt trước khi chúng có xâm hại sang vùng sản xuất cần bảo vệ.

Thường trồng cây lớn (gieo trồng sớm hơn) để thu hút (nhử) dịch hại từ xa đến để có thể phòng trừ chúng. Cây bẫy có thể là các giống cây trồng hoặc không phải là cây trồng, hoặc cỏ dại, dịch hại có thể được lưu giữ trong cây trồng hoặc để giết chết; cây bẫy có thể trồng xung quanh cây trồng mục tiêu hoặc khi cây trồng mục tiêu vắng mặt. Chủ yếu để bẫy các loài động vật chân khớp và động vật có xương sống như trồng các hàng cỏ linh lăng trong cánh đồng bông để hấp dẫn bọ xít; trồng sớm đậu tương, trồng viền xung quanh cánh đồng để thường xuyên thu hút bọ xít dài sau đó giết bọ xít hoặc duy trì chúng để duy trì các loài ký sinh. Cây bẫy có hoa màu vàng như bắp cải Trung Quốc, cải dầu, hoa hướng dương, cúc vạn thọ đã được trồng để bảo vệ súp lơ ở Phần Lan khỏi sự gây hại của bọ cánh cứng ăn hoa. Một số ví dụ về trồng cây bẫy ở Việt Nam: Ở những ruộng lúa gần rừng người ta thường trồng lúa nhưng với thời vụ sớm hơn để thu hút bọ xít dài đến gây hại rồi tổ chức phòng trừ trên diện tích ruộng bẫy này nhằm giảm lượng thuốc phun; hoặc người ta trồng bằng cây nguyệt quế quanh khu nhà lưới trồng cây cam giống, (nguyệt quế là cây ký chủ mà rầy chổng cánh truyền bệnh Greening rất ưa thích nên chúng tập trung đến nguyệt quế gây hại mà không hại trên cây cam), làm giảm đáng kể cây cam bị nhiễm bệnh Greening.

Đối với dịch hại là động vật có xương sống: nên chọn cây bẫy (nguồn thức ăn thay thế) là loại mà động vật ưa thích hơn và lúc đó cây bẫy thường là thức ăn cho động vật mục tiêu. Nông dân vùng đồng bằng sông Hồng thường áp dụng kỹ thuật trồng cây bẫy kết hợp với rào cản để bắt chuột.

Trồng cây bẫy để kích thích các loài ký sinh rầy nờ (trứng nờ) hoặc này mầm khi vắng mặt cây ký chủ phù hợp. Ví dụ trồng đậu đũa và cây bông đã kích thích cho cỏ *Striga* này mầm hoặc trồng lúa miến và lúa mạch đã kích cho cỏ *Orobanche crenata* này mầm.

Trồng cải dầu và mù tạt sẽ kích thích cho trứng tuyến trùng nốt sùng củ cải đường nờ. Kỹ thuật này không áp dụng với các nhóm dịch hại khác.

Những hạn chế của việc sử dụng cây bẫy trong IPM: cần có đất để trồng cây bẫy, chi phí để trồng cây bẫy với những cây trồng cần bảo vệ có giá trị kinh tế thấp có thể sẽ không chi phí; sẽ không thực hiện được với những dịch hại không di chuyển hoặc những loài dịch hại có phổ cây ký chủ hẹp.

Những ưu điểm và nhược điểm của biện pháp canh tác trong IPM

Qua thực tế áp dụng biện pháp canh tác cho thấy biện pháp này góp phần đáng kể trong việc ngăn chặn dịch hại thông qua tác động chủ yếu lên cây ký chủ, phần lớn các biện pháp canh tác đều tác động có ý nghĩa và được coi là nền tảng của chương trình IPM. Đây là biện pháp đơn giản dễ thực hiện, tiết kiệm chi phí (phân bón, hạt giống) không gây ô nhiễm môi trường, tạo ra các sản phẩm nông nghiệp sạch, góp phần bảo vệ và khích lệ các loài thiên địch, hiệu quả mang tính tích lũy nếu như kiên trì áp dụng biện pháp này trong một thời gian dài tại một hệ sinh thái ổn định thì hiệu quả năm sau thường cao hơn năm trước, rất thân thiện với môi trường nên rất được coi trọng trong hệ thống quản lý dịch hại tổng hợp. Tuy nhiên người thực hành IPM cũng cần phải nhận thức về những hạn chế của biện pháp canh tác như: chỉ có hiệu quả ngăn ngừa, né tránh

dịch hại là chính và thường tác động chậm nên biện pháp này ít có tác dụng không chế dịch hại tức thì hoặc trực tiếp tiêu diệt chúng, thường không đạt được hiệu quả phòng trừ dịch hại cao và muốn có những biện pháp canh tác thật hiệu quả trong từng quy trình IPM cụ thể thì yêu cầu người thực hiện phải có hiểu biết sâu sắc về đặc điểm sinh học, sinh thái của loài dịch hại chính.

5.2.2. Biện pháp giống chống chịu

a. Khái niệm

Trong mạng lưới dinh dưỡng thì thực vật là nhóm sinh vật sản xuất chính và là nền tảng của chuỗi thức ăn. Thực vật không thể di chuyển và trốn thoát khi bị tấn công bởi các loài dịch hại, vì thế qua thời gian, quá trình chọn lọc tự nhiên có những loài thực vật tiến hóa sống sót để chống lại sự tấn công nhiều loài sinh vật nhờ các đặc điểm cấu trúc và chức năng di truyền.

Trong sản xuất nông nghiệp tính kháng sâu hại là đặc tính của giống cây trồng có khả năng chống lại sự tấn công của một loài sâu hại nào đó hoặc làm giảm tác hại do sâu hại gây ra. Tính kháng bệnh hại là khả năng của cây trồng chống đối, ngăn chặn sự xâm nhập, lây lan của tác nhân gây bệnh vào trong cây. Tính kháng bệnh hại sẽ biểu hiện cây trồng không bị nhiễm bệnh hay có thể bị nhiễm bệnh ở mức rất thấp, không gây ảnh hưởng tới sinh trưởng, năng suất của cây trồng. Tính kháng sâu bệnh của cây trồng còn gọi là tính miễn dịch của cây trồng (Nguyễn Văn Đĩnh và cs., 2007).

b. Ưu điểm và nhược điểm tính kháng của cây đối với dịch hại

- Ưu điểm:

Sự kháng của cây chỉ có đối với 1 loài dịch hại cụ thể;

Tính kháng có thể kéo dài trong suốt mùa vụ;

Có ảnh hưởng đến giai đoạn miễn cảm nhất của dịch hại;

Sự kháng của cây không phụ thuộc vào thời tiết;

Chỉ những loài dịch hại chủ đích tiếp xúc ăn cây trồng bị kiểm soát, hầu hết những loài không phải là chủ đích là không bị ảnh hưởng, điều đó có nghĩa là tính kháng của cây có xu hướng chọn lọc đến các loài dịch hại chủ đích. Tuy nhiên cơ chế kháng có thể ảnh hưởng đến những loài có ích có quan hệ trong mạng lưới dinh dưỡng;

Tính kháng của cây phù hợp với tất cả các biện pháp quản lý khác, bao gồm cả sử dụng thuốc trừ sâu. Vì thế kỹ thuật này đặc biệt phù hợp với IPM;

Nếu sử dụng lâu dài qua nhiều năm giống kháng ở địa phương, dịch hại sẽ bị giảm số lượng đáng kể;

Sử dụng cây kháng dịch hại thân thiện với môi trường, giảm đáng kể việc sử dụng thuốc hóa học BVTV;

Dùng giống kháng sâu bệnh vừa cho hiệu quả kinh tế cao, ít tổn kém, dễ áp dụng trong các điều kiện và mọi trình độ sản xuất.

- Nhược điểm

Tính kháng của cây do một hoặc nhiều gen quy định cũng chỉ có thể kháng được một vài đối tượng dịch hại ở mức độ nhất định. Giống cây trồng kháng với sâu bệnh này nhưng không kháng với sâu bệnh khác. Chưa có giống cây trồng cùng một lúc kháng nhiều loài sâu bệnh. Chẳng hạn giống lúa CR - 203 kháng rầy nâu, nhưng nhiễm bệnh khô vằn và rầy lưng trắng. Khó kết hợp đặc tính kháng sâu bệnh với đặc tính nông học tốt. Các giống kháng sâu bệnh thường chỉ có năng suất ở mức khá;

Việc dùng giống kháng sâu bệnh thì dễ, nhưng tạo ra một giống kháng sâu bệnh phải mất thời gian dài và chi phí đầu tư cao để tạo ra được một giống kháng;

Trong một số trường hợp chọn tạo giống kháng dịch hại làm giảm chất lượng sản phẩm. Sàng lọc tính kháng dịch hại là một khâu vô cùng khó khăn trong công tác tạo giống. Đòi hỏi phải có sự phối hợp chặt chẽ giữa các nhà tạo giống với các nhà côn trùng học, các nhà bệnh học, hóa sinh và sinh lý;

Sử dụng giống kháng sâu bệnh rộng rãi làm xuất hiện biotyp/ nòi mới của sâu bệnh hại, nếu dịch hại hình thành tính kháng đối với các loài cây kháng này sẽ làm mất sự ổn định của chương trình IPM đang sử dụng cây kháng;

Hiểu biết về hệ gen của cả dịch hại và cây trồng cho phép chúng ta phát triển quản lý dịch hại dựa trên mức độ kháng của dịch hại.

c. Cơ chế và các loại tính kháng sâu bệnh của cây

Tính kháng sâu được chia làm 4 nhóm: Không ưa thích; Kháng sinh; Chống chịu; Cơ chế trốn tránh (Hoàng Trọng Phán và cs. 2008).

(1) Cơ chế không ưa thích: Cơ chế này có liên quan đến nhiều thuộc tính hình thái sinh lý hoặc sinh hóa của cây chủ. Cây ký chủ tạo ra sự không hấp dẫn cho sâu chính làm cho sâu không sử dụng ký chủ là cây trồng làm thức ăn dẫn đến chúng không đẻ trứng hoặc trú ngụ trên đó. Ví dụ giống bông nhiều lông tơ (giống Bari 1007, DHY 286) trên lá có tính kháng cao đối với rầy xanh hai chấm.

(2) Cơ chế kháng sinh: Các chất kháng sinh có tác dụng kháng lại sự ăn cây chủ của sâu để bảo tồn sự phát triển và tái sinh của cây trồng. Trong một số trường hợp, côn trùng bị tiêu diệt khi chúng tàn phá cây trồng đó. Chất kháng sinh có liên quan đến: đặc tính hình thái; đặc tính sinh lý; đặc tính hóa sinh; và có thể là tổng hợp của 3 đặc tính trên. Ví dụ, giống lúa kháng sâu đục thân có nhiều axit benzoic và xalilic sẽ kìm hãm sâu đục thân lúa mặt khác cây còn có hàm lượng silic cao, cây cứng hơn, sâu khó đục vào thân hơn (Hoàng Trọng Phán và cs., 2008; Nguyễn Văn Đĩnh và cs., 2007).

(3) Cơ chế trốn tránh: Cây trồng tránh sâu, đó không phải là tính kháng thực. Tất cả các trường hợp cây trốn tránh được sâu thực chất là hiện tượng cây ký chủ không có mặt khi côn trùng đang ở đỉnh cao mật độ. Chẳng hạn một số giống cây trồng có thời gian sinh trưởng ngắn hoặc thời kỳ xung yếu nhất không trùng khớp với thời điểm sâu hại phát sinh cao trong vụ hay trong năm. Do đó, cây trồng tránh được tổn thất do sâu hại gây ra. Ví dụ: giống bông ngắn ngày có thể tránh được sự phá hại của sâu vào cuối vụ.

(4) Cơ chế chống chịu: Một số giống bị một sâu hại sống trên đó và gây hại, nhưng vẫn sinh trưởng phát triển và cho năng suất bình thường. Trong một số trường hợp, giống chống chịu phục hồi nhanh hơn sau khi bị côn trùng tàn phá.

Cơ chế kháng các bệnh hại: Tính kháng bệnh bẩm sinh của cây trồng có nhiều cơ chế khác nhau. Các cơ chế khác nhau tạo ra những tính miễn dịch với bệnh khác nhau. Tính miễn dịch thụ động của cây trồng được tạo nên bởi 3 nhóm cơ chế: Cơ chế giải phẫu - hình thái, cơ chế chức năng - sinh lý và cơ chế hóa học. Tính miễn dịch chủ động của cây trồng được tạo nên bởi 4 nhóm cơ chế: vết hoại tử bảo vệ, hoạt hóa men, tạo thành chất kháng độc tố và các thể thực bào.

Các loại tính kháng sâu bệnh của cây trồng: Bản chất di truyền của tính kháng có thể do gen đơn điều khiển, có thể do nhiều gen điều khiển. Tính kháng dịch hại của cây trồng chia thành tính kháng không di truyền và tính kháng di truyền.

Tính kháng không di truyền: Không do gen di truyền quyết định và không truyền lại cho đời sau. Bao gồm tính kháng sinh thái và tính kháng tạo được.

Tính kháng di truyền: Là tính kháng do vật liệu di truyền (gen) quyết định và được chia thành tính kháng ngang và tính kháng dọc.

d. Các phương pháp tạo giống kháng sâu bệnh

Chọn lọc: là để phân lập được các kiểu gen kháng. Dùng gen kháng có nguồn gốc từ cây. Dùng gen từ tác nhân gây bệnh để tạo tính kháng (tính kháng có nguồn gốc từ bệnh). Đối với cây tự thụ phấn, sử dụng phương pháp chọn hỗn hợp hoặc chọn dòng thuần để chọn giống kháng. Đối với cây giao phấn, thường dùng phương pháp chọn lọc hỗn hợp và chọn lọc hồi quy. Cây giao phấn có hiệu quả chọn lọc cao hơn cây tự thụ phấn vì nó có hệ số biến dị cao hơn.

Lai hữu tính: Thường cho lai giữa một giống có các đặc tính nông học tốt nhưng mẫn cảm với sâu với một giống hoang dại nhưng kháng sâu.

Biến nạp gen: Sử dụng kỹ thuật tách DNA của nguồn bệnh, tách các gen kháng quý hiếm và thực hiện biến nạp các gen này vào các giống cây trồng bằng phương pháp lai tế bào trần, phương pháp xung điện hoặc súng bắn gen.

Ngoài ra việc nhập nội giống kháng với một loại sâu nào đó có thể sử dụng để gieo trồng trong điều kiện môi trường mới nhưng nó vẫn thể hiện các đặc tính nông học quý.

e. Cây trồng biến đổi gen (Genetical modified crops - GMC)

Sinh vật biến đổi gen là những sinh vật chứa vật liệu di truyền (gen) đã bị thay đổi bằng kỹ thuật của công nghệ gen. Công nghệ này còn gọi là công nghệ sinh học hiện đại. Năm 1996 được coi là năm đầu tiên áp dụng trồng cây chuyển gen thương mại, hiện nay diện tích cây chuyển gen ngày càng được mở rộng ở các nước đã trồng và mở rộng sang nhiều nước khác trên thế giới. Một số cây trồng chuyển gen mới được đưa vào trồng thương mại trên thế giới đặc biệt mía chuyển gen; khoai tây chuyển gen, đậu tương, cải dầu, ngô chuyển gen chịu hạn...

Theo Sharma và cs. (2002) (dẫn theo Phạm Văn Lâm, 2012), sự phát triển và sử dụng cây chuyển gen với tính kháng để phòng chống sâu hại sẽ giảm phun thuốc trừ sâu, làm tăng hoạt động của thiên địch.

Cụ thể, từ năm 1996 đến 2012, cây trồng biến đổi gen đã đem lại hơn 100 tỷ USD lợi ích kinh tế lũy kế cho toàn cầu và góp phần giảm 503 triệu kilôgam thuốc trừ sâu.

Ở Việt Nam, ngày 27/8/2014, Bộ Tài nguyên Môi trường chính thức cấp giấy chứng nhận An toàn sinh học cho giống ngô biến đổi gen MON 89034. Đây là giống ngô đầu tiên tại Việt Nam được cấp giấy chứng nhận này. Quy trình thẩm định này cũng tuân thủ các chuẩn mực về đánh giá hồ sơ và chứng nhận an toàn sinh học đã được tiến hành trên thế giới trước khi được cấp giấy chứng nhận an toàn sinh học tại Việt Nam, sự kiện MON 89034 đã được cấp phép phóng thích vào môi trường tại 8 quốc gia trên thế giới, bao gồm: Canada (2008), Hoa Kỳ (2008), Nhật Bản (2008), Brazil (2009), Argentina (2010), Nam Phi (2010), Phillipines (2010) và Honduras (2010) (nguồn <http://vietnamnet.vn>).

Mặc dù có quan điểm tích cực đối với cây chuyển gen nhưng cũng không thể bỏ qua các khía cạnh về rủi ro tiềm ẩn to lớn của cây chuyển gen đối với môi trường, đa dạng sinh học. Cần hành động một cách thận trọng và tiến hành đánh giá rủi ro một cách khoa học trước khi chấp nhận trồng cây chuyển gen.

f. Sử dụng giống kháng sâu bệnh

Biện pháp sử dụng giống kháng sâu bệnh được xác định là một trong những trụ cột không thể thiếu trong hệ thống quản lý dịch hại tổng hợp. Biện pháp sử dụng giống kháng sâu bệnh phải kết hợp cùng với các biện pháp khác trong hệ thống quản lý dịch hại tổng hợp IPM như thực hiện đúng kỹ thuật canh tác đang khuyến cáo như thời vụ, mật độ gieo trồng, chế độ phân bón hợp lý (Nguyễn Viết Tùng, 2012).

Sử dụng luân phiên các giống kháng mang gen chính có nghĩa không gieo trồng liên tục trên diện rộng một giống kháng sâu bệnh mang gen chính, chỉ sử dụng giống kháng ở một tỷ lệ diện tích thích hợp để tránh gây sức ép chọn lọc tự nhiên quá lớn dẫn đến hình thành nhanh chóng những chủng sinh học mới có thể vượt qua giống kháng đang dùng. Cần có 2 - 3 giống kháng sâu bệnh mang gen chính để thay thế nhau trong các vụ.

Kết hợp các gen chính kháng sâu bệnh.

Sử dụng giống cây trồng có tính kháng ngang. Những giống với cơ chế kháng đa gen (kháng ngang) sẽ có tính kháng sâu bệnh ổn định lâu dài trong sản xuất.

Dùng giống kháng sâu bệnh nhiều dòng. Chiến lược này nhằm phối hợp một số gen chính trên một nền di truyền tạo được dòng lai có đặc điểm nông học giống nhau, nhưng mang gen kháng sâu bệnh khác nhau. Giống kháng nhiều dòng có khả năng ngăn cản sự phát triển nhanh các biotyp hay nói mới ở dịch hại.

Cơ cấu giống đa dạng về di truyền. Hệ sinh thái có sự phong phú về di truyền sẽ ổn định hơn (Phạm Văn Lâm, 2012).

5.2.3. Biện pháp sinh học

a. Tại sao cần phòng trừ sinh học

Phòng trừ sinh học là biện pháp quan trọng chủ lực trong hệ thống quản lý dịch hại tổng hợp (IPM). Quản lý dịch hại hiện đại phụ thuộc nhiều vào biện pháp sinh học (BPSH), theo Van Lenteren (2005) thì đến năm 2050, xu thế chung là BPSH ngày càng được sử dụng nhiều, chiếm 30 - 40% các biện pháp phòng trừ dịch hại (dẫn theo Nguyễn Văn Đĩnh và cs., 2007). Phòng trừ sinh học có các ưu điểm khi so sánh với các biện pháp phòng chống khác.

Nếu quần thể các tác nhân phòng chống sinh học có hiệu quả đã được thiết lập ở một vùng thì chi phí cho quản lý dịch hại sẽ rẻ hơn.

Các chương trình phòng trừ sinh học thành công thì dịch hại không bao giờ vượt quá mức gây hại kinh tế. Khi mật độ dịch hại tăng thì các tác nhân phòng chống sinh học tăng theo nhưng không tăng vô hạn và làm giảm quần thể dịch hại phát triển trong mối quan hệ phụ thuộc mật độ.

Biện pháp phòng trừ sinh học không để lại dư lượng thuốc trừ dịch hại ở cây trồng, sản phẩm, không gây ô nhiễm môi trường.

Biện pháp phòng trừ sinh học không làm ảnh hưởng đến các biện pháp phòng chống dịch hại khác.

Biện pháp phòng trừ sinh học không phá vỡ hệ sinh thái.

b. Định nghĩa và cơ sở khoa học phòng trừ sinh học

Định nghĩa: Biện pháp phòng trừ sinh học là sử dụng kẻ thù tự nhiên để kìm hãm số lượng chủng quần sinh vật gây hại làm cho chúng giảm mật độ và tác hại.

Kẻ thù tự nhiên bao gồm: các loài động vật bắt mồi, côn trùng ký sinh, vi sinh vật ký sinh, vi sinh vật đối kháng (antagonist).

Các thuật ngữ biện pháp sinh học, phòng trừ sinh học, đấu tranh sinh học (Biological control) và phòng trừ tự nhiên (Natural control) đều có chung một nghĩa là sử dụng sinh vật và các sản phẩm của chúng để làm giảm sự gây hại của sinh vật khác. Như vậy, biện pháp sinh học, phòng trừ sinh học là để chỉ việc sử dụng biện pháp này trong bảo vệ thực vật của ngành trồng trọt, trong khi đó đấu tranh sinh học (ĐTSH) là để chỉ mối quan hệ đối kháng trong tự nhiên của các sinh vật trong hệ sinh thái (Nguyễn Văn Đĩnh và cs., 2007).

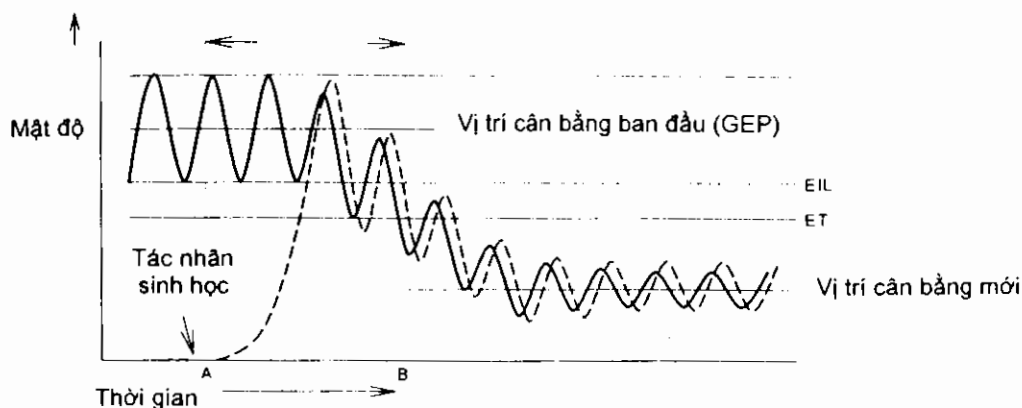
Biện pháp sinh học thích hợp và tập trung phòng chống đối với các dịch hại là côn trùng hoặc nhện nhỏ hại, còn đối với bệnh hại cây (bệnh hại lá, bệnh có nguồn gốc trong đất), cỏ dại hàng năm tác động của biện pháp này rất hạn chế. Biện pháp này có ý nghĩa hơn đối với cỏ dại lâu năm, còn đối với tuyến trùng thì biện pháp phòng trừ này thường có hạn chế.

Cơ sở khoa học của biện pháp phòng trừ sinh học: Trong tự nhiên, các loài thực vật và động vật không tồn tại độc lập mà luôn ở cạnh nhau chủ yếu là do quan hệ dinh

duỡng và chúng đều tham gia vào chu trình tuần hoàn vật chất sinh học. Một tập hợp như vậy được gọi là dây chuyền dinh dưỡng hay chuỗi thức ăn. Trong một sinh quần đồng ruộng không phải chỉ có một chuỗi thức ăn đơn lẻ mà bao giờ cũng đồng thời tồn tại nhiều chuỗi thức ăn. Các chuỗi thức ăn này không phải tách biệt nhau mà có quan hệ đan xen với nhau do có một số mắt xích chung tạo nên một lưới thức ăn (Nguyễn Việt Tùng, 2006).

Cân bằng sinh học: Là tương quan số lượng diễn hình phù hợp với nhu cầu của từng loài, để các loài cùng có cơ hội tồn tại trong tự nhiên. Trong trạng thái cân bằng sinh học các loài sinh vật kiểm soát lẫn nhau nên thường không có loài sâu nào có thể bùng phát số lượng để gây hại cho cây trồng. Cân bằng sinh học cũng luôn luôn dao động và được điều chỉnh trong một biên độ nào đó, trước hết là do điều kiện môi trường thường xuyên biến đổi. Mặt khác bản thân các quần thể cũng luôn có những biến động đặc thù của riêng mình. Trong quá trình thích ứng để tồn tại mỗi quần xã có một phương thức thích ứng đặc trưng, nhằm duy trì sự cân bằng sinh học với độ ổn định tương đối. Hiện tượng mật độ của một quần thể được duy trì trong một phạm vi giới hạn biến động tương đối trong suốt cả một thời gian dưới tác động của các yếu tố sinh học và vật lý của môi trường được gọi là sự điều chỉnh tự nhiên. Trong số những nhân tố điều chỉnh mật độ thì các nhân tố sinh học thường giữ một vai trò quan trọng, nhiều khi có tác dụng quyết định. Sự điều chỉnh mật độ trung bình của các quần thể do tác động của các vật kí sinh, vật ăn thịt hoặc các vật gây bệnh xuống mức độ thấp hơn gọi là điều chỉnh sinh học. Như vậy, về bản chất, điều chỉnh sinh học là một bộ phận của điều chỉnh tự nhiên. Điều chỉnh sinh học là việc lợi dụng nguồn thiên địch tự nhiên có sẵn hoặc nhân nuôi phóng thích các loài ký sinh, loài bắt mồi hoặc vật gây bệnh của sâu hại theo sự bố trí của con người với mục đích làm giảm số lượng cá thể của loài dịch hại đó đến mức không có ý nghĩa về mặt kinh tế (dưới ngưỡng gây thiệt hại kinh tế) (Nguyễn Văn Đĩnh và cs., 2007).

Một số khái niệm: Các tác nhân phòng chống sinh học sau khi được đưa vào ruộng hoặc một khu vực tại điểm A (Hình 5.1), số lượng của chúng dần dần tăng lên, thậm chí tăng đến điểm mà tại điểm đó bắt đầu thấy sự giảm tỷ lệ tăng trưởng của quần thể dịch hại, quần thể dịch hại giảm gây nên sự giảm mật độ của tác nhân sinh học. Đây chính là mối quan hệ phụ thuộc mật độ của tác nhân sinh học hay còn gọi là kẻ thù tự nhiên (KTTN), số lượng KTTN tăng sau khi số lượng của dịch hại tăng. Khi số lượng KTTN tăng thì mật độ quần thể của dịch hại bị tiêu diệt cũng tăng và như vậy làm cho số lượng của chúng giảm, kéo theo số lượng của KTTN cũng bị giảm. Sự phụ thuộc mật độ của KTTN của mật độ thể dịch hại thấy được ở mật độ cân bằng nào đó. *Quần thể tại vị trí cân bằng* (General Equilibrium Position/GEP) là điểm mà có số lượng KTTN và dịch hại tương đối ổn định. Hiệu quả của phòng chống sinh học không yêu cầu phải can thiệp để làm GEP xuống mức thấp hơn mật độ dịch hại gây nên mức gây hại kinh tế (EIL).



Hình 5.1. Mô hình biến động quần thể dịch hại và các tác nhân sinh học

Nguồn: Norris và cs., 2003

Mô hình 5.1. cho thấy một số thuộc tính quan trọng của phòng chống sinh học.

Có khoảng thời gian tác động xảy ra chậm giữa việc các tác nhân sinh học được đưa vào ở thời điểm A và thời gian giảm số lượng dịch hại đạt hiệu quả ở thời điểm B. Khoảng thời gian nhanh hay chậm khác nhau có thể là 1 tuần hoặc 2 tuần đối với sinh vật có thời gian thế hệ ngắn (ví dụ nhện nhỏ và nhện lớn bắt mồi) hoặc kéo dài vài năm đối với sinh vật có thời gian thế hệ dài (ví dụ như cò lưu niên). Hầu hết các trường hợp phòng chống sinh học không thể giảm mật độ quần thể dịch hại nhanh chóng.

Phòng chống sinh học không bao giờ đạt được hiệu quả giảm quần thể dịch hại 100% nhưng thay vào đó là giảm quần thể đến khi cân bằng với các tác nhân sinh học (vị trí cân bằng mới). Trong một số trường hợp vị trí cân bằng mới vẫn trên ngưỡng kinh tế.

Để phòng chống sinh học có hiệu quả trong thời gian dài hơn, KTTN phải tăng mật độ quần thể của chúng khi mật độ dịch hại bắt đầu tăng (thời gian sau điểm B). Sự tăng mật độ của KTTN phải xuất hiện nhanh và sự tăng này phải đồng bộ hoặc tăng nhanh hơn dịch hại.

Cần duy trì dịch hại ở một mật độ nào đó để duy trì được KTTN, nếu không khi dịch hại tái xuất hiện, KTTN không còn thì dịch hại có cơ hội phát triển mạnh mẽ gây nên thiệt hại to lớn.

c. Các nguyên lý cơ bản để thiết lập chương trình phòng trừ sinh học

Phân loại chính xác các đối tượng dịch hại

Phân loại chính xác đối tượng dịch hại là cần thiết nếu không thì các sinh vật có ích được lựa chọn sử dụng sẽ không ăn hoặc ký sinh các đối tượng dịch hại. Nhiều tác nhân phòng chống sinh học rất chuyên tính, sự phân loại không chính xác các đối tượng dịch hại có thể dẫn đến sự thất bại của việc nhập nội sinh vật có ích. Ví dụ ở Kenya rệp sáp hại rễ cà phê do phân loại sai dẫn đến nhập nội kẻ thù tự nhiên không ăn loài rệp sáp

này. Chỉ sau khi đã phân loại chính xác dịch hại thì mới nhập được tác nhân sinh học thích hợp. Nắm được sự khác nhau về đặc điểm sinh học của các loài có liên quan có thể quyết định sự thành công hoặc thất bại của chương trình phòng trừ sinh học.

Nguồn sinh vật có ích (kẻ thù tự nhiên)

Loài kẻ thù tự nhiên thích hợp phải được sử dụng để thực hiện chương trình phòng trừ sinh học. Hiện nay các tác nhân sinh học có thể là ngoại lai hoặc là bản địa. Trong tương lai kẻ thù tự nhiên có khả năng được kích lệ hoặc sản xuất với hỗ trợ của công nghệ kỹ thuật gen.

Đặc điểm của tác nhân sinh học

Phạm vi ký chủ của tác nhân sinh học phải được xác định, sự quan tâm cơ bản cho phòng chống sinh học là các tác nhân sinh học không tấn công các sinh vật có ích đối với con người hoặc các sinh vật bản địa đối trong hệ sinh thái tự nhiên.

Tính lựa chọn là điểm quan trọng của các tác nhân sinh học cho phòng trừ sinh học đối với cỏ dại vì tác nhân là nhóm ăn thực vật hoặc gây bệnh cho cỏ dại hoặc cây. Có khi tác nhân sinh học phòng chống cỏ dại lại chuyển sang tấn công cây trồng sẽ gây ra những thiệt hại kinh tế lớn hơn. Ngoài ra, lưu ý khi nhập nội các tác nhân sinh học là các loài động vật chân đốt thì loài đó không được tấn công ong mật vì đây là nhóm côn trùng thụ phấn quan trọng.

Lý tưởng nhất là chọn được loài có ích có phạm vi ký chủ hẹp. Điều này đồng nghĩa với loài có ích sẽ chết khi ký chủ không có sẵn hoặc chúng phải đi vào giai đoạn ngừng hoạt động khi đối tượng dịch hại không có mặt. Phóng thích kẻ thù tự nhiên vào các vùng mới chỉ được chấp nhận khi đã được đánh giá và cho là không có nguy cơ đối với các sinh vật không phải là mục tiêu. Vì vậy, nhân thả bất cứ tác nhân sinh học ngoại lai nào cần phải đánh giá nguy cơ rủi ro.

Nhân nuôi và cung cấp kẻ thù tự nhiên

Nếu cần nhân thả với số lượng lớn kẻ thù tự nhiên thì phải có phương pháp thích hợp. Kỹ thuật nhân nuôi nhân tạo KTTN có thể gặp nhiều khó khăn. Ví dụ loài vi khuẩn *Pasteuria penetrans* kí sinh tuyến trùng hại cây, loài này có triển vọng lớn trong phòng trừ sinh học tuyến trùng trên một số cây trồng bao gồm cả tuyến trùng hại rễ, nhưng hiện nay chưa có phương pháp nhân nuôi có hiệu quả với số lượng lớn loài này. Không chỉ cần có khả năng nhân nuôi mà còn cần phải có các kỹ thuật thích hợp cho việc vận chuyển và phóng thích các tác nhân sinh học vào hệ sinh thái mục tiêu mà không làm thay đổi các tác nhân này.

Những hạn chế của hệ sinh thái

Tác nhân phòng trừ sinh học kinh điển sẽ chỉ thành công khi điều kiện hệ sinh thái thích hợp cho quần thể phát triển nhanh chóng. Cần phải đánh giá đúng điều kiện môi trường và nơi cư trú thích hợp trước khi nhập và nhân thả tác nhân sinh học này. Nếu điều kiện không phù hợp, KTTN sẽ không phòng chống được dịch hại theo như mong muốn và không thiết lập được quần thể ở những nơi mà con người mong muốn.

Môi trường: Phạm vi nhiệt độ môi trường, nơi mà tác nhân sinh học sẽ được thả phải thích hợp. Nhiệt độ thấp hạn chế sự sống sót của các tác nhân phòng chống sinh học. Ẩm độ tương đối không khí cũng rất quan trọng cho sự thiết lập tác nhân gây bệnh trong phòng trừ sinh học, ẩm độ thấp hạn chế nghiêm trọng đến khả năng nảy mầm và xâm nhiễm vào cơ thể vật chủ của VSV gây bệnh.

Nơi cư trú thích hợp: Hầu hết các tác nhân phòng chống sinh học đều yêu cầu có nơi cư trú ổn định cho sự phát triển và sống sót của quần thể. Tình trạng thiếu sự ổn định trong hầu hết các hệ sinh thái nông nghiệp do hoạt động trồng trọt và thu hoạch theo thời vụ. Nếu tác nhân sinh học không thể thiết lập tại một vùng thì phải được đưa lại vào hệ sinh thái đó theo định kỳ. Sự ổn định hệ sinh thái là lý do chính của phòng chống sinh học ở các vườn cây ăn quả và hệ thống thâm canh thường thành công hơn với các cây trồng hàng năm có thời vụ ngắn.

Ký sinh bậc 2

Nếu tác nhân phòng chống sinh học được lây thả vào một vùng, trước khi phóng thích tác nhân sinh học thì cần thiết phải đánh giá mức độ ký sinh bậc 2 của chúng.

Kiểm soát

Kiểm soát sự có mặt và hoạt động của các loài có ích trong hệ sinh thái nông nghiệp là một thành phần quan trọng của IPM. Xác định số lượng dịch hại và tỷ lệ của các loài kẻ thù tự nhiên, nếu kỹ thuật phòng chống sinh học đạt hiệu quả cao thì có thể không cần thiết áp dụng các kỹ thuật khác để phòng chống dịch hại.

d. Các hạn chế của biện pháp sinh học

Tác động tiêu diệt dịch hại thường chậm vì quần thể loài có ích chỉ tăng sau khi dịch hại tăng và khi đã có những thiệt hại xuất hiện đối với cây trồng ngắn ngày.

Nghiên cứu và nhân nuôi tác nhân sinh học tốn kém, cần trang thiết bị và kinh phí cao. Giá thành của biện pháp này cao hơn dùng thuốc trừ sâu hoá học rất nhiều nên chưa thực sự hấp dẫn người sử dụng.

Chất lượng của sản phẩm sinh học thường chịu ảnh hưởng của điều kiện môi trường. Qui trình áp dụng khắt khe, đòi hỏi người sử dụng có trình độ nhất định.

Nhận thức của con người đối với từng nhóm các loài dịch hại khác nhau.

Hệ sinh thái nông nghiệp thường thay đổi không có tính ổn định.

Tính tương thích của biện pháp sinh học với các biện pháp khác trong IPM. Trong hệ thống IPM sử dụng thuốc trừ dịch hại có những vấn đề không tương thích với biện pháp sinh học. Hóa chất có thể làm gián đoạn sự phát triển hoặc tiêu diệt các tác nhân sinh học, biện pháp sinh học thường là có tính chuyên hóa đối với dịch hại mục tiêu trong khi đó còn có các loài dịch hại khác cần phải quản lý.

Nhiễm bẩn sản phẩm sau thu hoạch đặc biệt trên rau quả tươi, chẳng hạn biện pháp sinh học sử dụng Polyhedrosis virut có thể rất hiệu quả nhưng xác chết của sâu bọ trên sản phẩm trong nhiều ngày làm ảnh hưởng tới tâm lý của người tiêu thụ.

e. Biện pháp phòng trừ sinh học

Mục đích chung của biện pháp sinh học là giảm mật độ và tác hại của dịch hại thông qua tăng kẻ thù tự nhiên. Theo Greathead và cs. (1982) (dẫn theo Waterhouse và Norris, 1987) thiên địch bản địa thường có vai trò hạn chế dịch hại lớn hơn các loài nhập nội. Bảo vệ, duy trì lợi dụng quần thể thiên địch sẵn có trong tự nhiên, nhân nuôi và bổ sung thiên địch vào sinh quần nông nghiệp là những vấn đề quan trọng trong chương trình IPM.

Có các loại biện pháp sinh học (BPSH) sau:

- *BPSH kinh điển* (Classical) “nhập nội và thuần hóa 1 loài thiên địch ngoại lai để khống chế 1 loài dịch hại ngoại lai” thường có hiệu quả và có nhiều thành công.

Nhà khoa học Albert Koebele, năm 1888 đã gửi hơn 500 con bọ rùa *Rodolia cardinalis* từ châu Úc sang California (Mỹ) để trừ rệp sáp hại cam và chỉ sau 3 năm nạn rệp sáp hại cam chanh *Icerya purchassi* đã giảm đáng kể. Ong ký sinh *Encarsia inaron* ký sinh bọ phấn đã được nhập vào California từ Italy và Israel năm 1989 đã thành công trong việc hạn chế mật độ bọ phấn.

- *BPSH tăng cường* (Augmentation): nhân nuôi và thả thiên địch vào tự nhiên để chúng tìm hãm số lượng dịch hại bản địa hoặc ngoại lai. Biện pháp này áp dụng theo 2 cách:

+ *Lây nhiễm sớm* (inoculative) là việc thả thiên địch sớm khi mật độ dịch hại thấp ở thời điểm thích hợp để chúng phát triển quần thể và thế hệ sau có đủ số lượng khống chế dịch hại vào lúc cần thiết. Chú ý cách này chỉ thành công khi thiên địch được bảo đảm về điều kiện khí hậu, thức ăn, nơi ở thuận lợi và không gặp phải sự cạnh tranh quá lớn ngoài ra nguồn thiên địch ban đầu cũng phải đủ lớn để chúng có thể được thiết lập ở vùng lãnh thổ mới.

+ *Thả tràn ngập* (inundative) là việc thả với số lượng lớn thiên địch vào tự nhiên ngay từ đầu vụ cây trồng để chúng đủ sức kiểm soát quần thể dịch hại ngay mà không cần chờ nhân lên ở thế hệ tiếp theo. Ở cách này tác nhân sinh học được coi như là thuốc trừ sâu sinh học. Thả tràn ngập này có thể thực hiện ở cấp độ vùng hoặc quản lý trên từng cây trồng bởi các cơ quan của chính phủ. Theo Nguyễn Viết Tùng (2012) nhân thả ong *Trichogramma* trên cây trồng hàng năm với quy mô lớn coi như thuốc trừ sâu sinh học ở một số nước, cách sử dụng thiên địch này ít được áp dụng vào sản xuất và ở một số nước đã sử dụng.

- *BPSH bảo tồn* (Conservation) là bảo vệ và duy trì sự tồn tại KTTN trong hệ sinh thái nông nghiệp, bên cạnh biện pháp nhập nội, thuần hóa, thả thiên địch được nhân nuôi vào tự nhiên thì việc khai thác lợi dụng nguồn tài nguyên thiên địch có sẵn ở địa phương, nghiên cứu tạo điều kiện thuận lợi về nơi cư trú, dinh dưỡng... cho thiên địch bản địa phát huy tiềm năng sinh học khống chế dịch hại là một hướng cần được coi trọng trong các quy trình IPM ở VN hiện nay.

Một số kỹ thuật phổ biến để bảo vệ và duy trì sự tồn tại KTTN:

Thay đổi quản lý dịch hại hoặc phương pháp canh tác trồng trọt để tránh tiêu diệt kẻ thù tự nhiên.

Chỉ sử dụng thuốc hóa học khi dịch hại đến ngưỡng kinh tế và dùng loại thuốc trừ dịch hại có tính chọn lọc cao, có thời gian phân giải nhanh ưu tiên sử dụng chế phẩm sinh học.

Đề lại các khu vực không xử lý thuốc trừ dịch hại như một nơi trú ẩn cho thiên địch.

Đa dạng hóa môi trường sống để duy trì nguồn thức ăn như trồng xen một số loại cây trồng được sử dụng như là nơi nhân nuôi nguồn thiên địch của sâu hại trên đồng ruộng. Ở một số công thức xen canh như đậu cô ve với ngô, bông; xen lạc, đậu xanh, đậu tương với mía, cam quýt; hành tỏi, xả lách với rau họ Hoa thập tự đều làm tăng đáng kể mật độ thiên địch dẫn đến mật độ sâu hại trên các các loại cây trồng này thường thấp hơn so với trồng thuần một loại cây.

Mô hình ruộng lúa bờ hoa (Công nghệ sinh thái) ở An Giang, Tiền Giang... trồng hoa dại hoặc cây trồng có hoa như cây vừng, hướng dương, đậu đỗ... tạo điều kiện tốt hơn về nơi sinh sống, phấn hoa và dịch mật cây hoa là thức ăn tốt cho nhiều loài thiên địch phát triển (Nguyễn Văn Đình và Nguyễn Thị Kim Oanh, 2014).

5.2.4. Biện pháp vật lý, cơ giới

Là biện pháp dùng sức người, dụng cụ thô sơ, máy móc cơ giới và các tác nhân vật lý để ngăn chặn, hoặc giết chết dịch hại. Biện pháp này tác động trực tiếp đến dịch hại, các tác động có tính chọn lọc cao, có hiệu quả rõ rệt, dễ thực hiện và không gây ô nhiễm môi trường nên là biện pháp cần ưu tiên khi thiết kế quy trình IPM. Tuy nhiên, đây là biện pháp tốn công lao động và có thể phải sử dụng tới một số vật tư thiết bị nên khá tốn kém khi áp dụng trên diện rộng, vì vậy có thể sẽ ảnh hưởng tới mục tiêu đem lại hiệu quả kinh tế của IPM nhưng đổi lại đây lại là biện pháp bảo đảm vệ sinh, an toàn thực phẩm tốt nhất, nên cũng cần xem xét trong từng trường hợp cụ thể để áp dụng.

Biện pháp vật lý cơ giới có thể tác động tới dịch hại theo 3 hướng chính là: (1) Làm thay đổi môi trường; (2) vật lý là sự ngăn chặn và (3) cơ giới là trừ dịch hại trực tiếp.

Thay đổi môi trường sống của dịch hại: nhằm tạo những điều kiện bất lợi cho dịch hại, để ngăn chặn mật độ dịch hại tăng cao. Việc thay đổi môi trường sống của dịch hại phải dựa trên việc hiểu biết các yêu cầu sinh thái của dịch hại để từ đó điều khiển cho phù hợp (tạo ra những điều kiện không phù hợp với dịch hại). Có thể có nhiều hướng tác động khác nhau tuy nhiên trên thế giới hiện nay thường tác động lên dịch hại theo 2 hướng chính là thay đổi nhiệt độ, hoặc điều khiển ánh sáng.

Thay đổi nhiệt độ môi trường: Là nâng cao hoặc hạ thấp nhiệt độ xuống quá mức chịu đựng của dịch hại và gây chết cho chúng, nhưng cần lựa chọn nhiệt độ thích hợp để

không ảnh hưởng tới chất lượng của nông sản bảo quản cũng như phẩm chất hạt giống. Biện pháp xử lý nhiệt thường chỉ áp dụng đối với dịch hại gây hại nông sản bảo quản trong kho còn đối với dịch hại sống trên cây đang sinh trưởng thì biện pháp này khó áp dụng. Người ta có thể xử lý nhiệt độ cao bằng cách phơi nắng hoặc sấy nóng nông sản trong đó có chứa dịch hại như việc phơi hạt đậu, ngô, thóc... dưới trời nắng để hạn chế một (với 2 tác động là nhiệt độ cao làm cho một bộ ra khỏi hạt và bị sức nóng mặt trời gây hại, mặt khác khi hạt bị phơi làm cho thủy phần hạt giảm tạo điều kiện sống bất lợi cho sâu mọt) hoặc người ta có thể cho nông sản vào lò sấy cũng làm giảm đáng kể số lượng sâu mọt trong hạt và nấm bệnh bám trên mặt ngoài của hạt. Bên cạnh việc sử dụng nhiệt độ cao thì người ta còn sử dụng bảo quản nông sản trong nhiệt độ thấp trong kho lạnh như bảo quản khoai tây giống để giảm sự gây hại của rệp sáp hại mầm khoai tây hoặc bảo quản một số củ giống ly, lay ơn để ngăn chặn sự gây hại của nhện nhỏ hoặc sử dụng hơi nước nóng để khử trùng củ giống trước khi trồng.

Trong trường hợp không có cây trồng trên đồng ruộng, người ta còn có thể sử dụng việc phóng lửa đốt cỏ và các tàn dư cây trồng mang nguồn dịch hại trên cánh đồng. Tuy nhiên, biện pháp này cũng có nhiều hạn chế như: (i) Không khả thi trong nhiều điều kiện (cánh đồng gần khu dân cư); (ii) Tiêu tốn một lượng lớn nhiên liệu, nên phải trả nhiều tiền cho mua nhiên liệu, không phù hợp với nguyên tắc sử dụng tiết kiệm năng lượng; (iii) Tiềm ẩn sự nguy hiểm và rất khó chịu cho người điều khiển máy; (iv) Gây ô nhiễm không khí; (v) Diệt hết lực lượng thiên địch và sinh vật có ích trong hệ sinh thái.

Có thể sử dụng nước: Là dùng nước có áp lực cao để tưới lên bề mặt tán lá có tác dụng rửa trôi các loài dịch hại có kích thước cơ thể nhỏ như rệp muội, bọ trĩ, rầy xanh, nhện hại...

Ánh sáng

Phần lớn các loài dịch hại (trừ cỏ) thì đều không thích ánh sáng trực xạ, vì vậy biện pháp để ánh sáng chiếu trên tán cây nhiều hơn cũng là phương pháp làm giảm sự gây hại của nhiều loài dịch hại như rệp muội, rệp sáp...

Ngăn cản ánh sáng bằng cách sử dụng màng phủ nhân tạo hoặc che phủ tự nhiên như trồng cây muồng để che bớt ánh sáng trên nương cà phê sẽ hạn chế sự gây hại của bọ cà phê hoặc dùng rơm rạ phủ mặt luống cây ăn quả sẽ làm giảm cỏ dại đồng thời giữ độ ẩm và giữ ấm cho cây vào mùa rét.

Biện pháp cơ giới: là biện pháp dùng sức người và dụng cụ thô sơ để ngắt ổ trứng, bắt giết sâu trực tiếp để thu nhặt và tiêu hủy dịch hại như ngắt ổ trứng và sâu non (sâu khoang, sâu róm, sâu ăn lá bông và nhiều loài côn trùng khác), nhổ cỏ bằng tay và cuốc cỏ..., săn bắt động vật hại (chim, chuột...) đây là biện pháp tốn nhiều công tuy nhiên trong một chừng mực nhất định, khi mật độ dịch hại chưa cao tới ngưỡng gây hại kinh tế thì có thể áp dụng biện pháp này làm giảm mật độ dịch hại một cách hữu hiệu và an toàn, biện pháp này đang được áp dụng nhiều trong các quy trình sản xuất rau hữu cơ ở nước ta.

Biện pháp ngăn chặn: Thực tế cho thấy trong quá trình sản xuất nông dân đã áp dụng một số biện pháp ngăn chặn dịch hại như: che màn cho cả luống cây (gieo mạ trong màn để tránh rầy nâu hại lúa); trồng cây cam giai đoạn vườn ươm ở trong nhà lưới để tránh rầy chổng cánh lây nhiễm bệnh greening, bao quả bằng túi (bao quả ổi, quả xoài) để tránh ruồi đục quả, đào rãnh ngăn sự lây lan của dịch hại như đối với sâu keo hại lúa, hoặc bôi mỡ xung quanh gốc nhỏ để ngăn kiến cống rệp sáp lên cây nhỏ. Để ngăn chặn động vật có xương sống người ta dùng lưới bao cây chống chim (bao cây hồng quả đỏ, bao cây nhãn), dùng nylon bao quanh ruộng lúa kết hợp với bẫy hom, bẫy sập để chống chuột, quây hàng rào để chống động vật có vú.

Những vấn đề khó giải quyết: Điều trở ngại chính của nhô cò bằng tay là chi phí cao cho cộng đồng, yêu cầu lực lượng lao động lớn, nông dân sẽ so sánh chi phí này với việc áp dụng các biện pháp khác như sử dụng thuốc diệt cỏ.

5.2.5. Biện pháp phòng trừ dựa vào các giác quan và tập tính của dịch hại

Tập tính là chuỗi các phản ứng của các cơ thể sống trả lời các kích thích của môi trường sống của nó. Có thể phân biệt thành hai nhóm tập tính: tập tính bẩm sinh và tập tính thứ sinh. Tập tính bẩm sinh: là những hoạt động cơ bản của cơ thể động vật mà ngay từ khi sinh ra đã có, không cần qua học hỏi, rèn luyện, mang tính bản năng, được di truyền từ bố mẹ, không thay đổi và không chịu ảnh hưởng của điều kiện và hoàn cảnh sống, chúng được quyết định bởi yếu tố di truyền. Tập tính thứ sinh (*tập tính học được trong đời sống*): là loại tập tính được hình thành trong quá trình sống do học tập hoặc do có sự chia sẻ giữa các cá thể cùng loài.

Một số tập tính phổ biến của động vật: (1) Tập tính cư trú; (2) Tập tính kiếm ăn & săn mồi; (3) Tập tính ghép đôi, giao phối; (4) Tập tính sinh sản và chăm sóc con; (5) Tập tính bảo vệ vùng lãnh thổ.

Trong IPM, biện pháp phòng trừ dựa trên xu tính và tập tính chỉ áp dụng với tuyến trùng, động vật chân khớp và động vật có xương sống, đây là những loài dịch hại có hệ thống thần kinh, có phản ứng đáp lại những kích thích từ bên ngoài và rất linh động. Biện pháp này không áp dụng được với cỏ dại và các tác nhân gây bệnh vì chúng có phản ứng đáp lại rất chậm chạp.

Ưu và nhược điểm của biện pháp:

Ưu điểm: Biện pháp phòng trừ không ảnh hưởng đến các biện pháp khác của IPM, giữ được môi trường ôn hòa, được coi là biện pháp làm giảm sử dụng thuốc BVTV nên sẽ hạn chế hình thành tính kháng thuốc của dịch hại.

Nhược điểm: Nếu sử dụng lặp lại các biện pháp này trong một thời gian dài thì các loài động vật có xương sống có thể học để tránh né nên hiệu quả phòng trừ thấp.

Là biện pháp không thể thực hiện được với cỏ và bệnh hại cây.

Cơ sở khoa học của biện pháp: Là lợi dụng sự cảm nhận qua các giác quan của động vật để tìm cách bẫy bắt tiêu diệt hoặc xua đuổi dịch hại bao gồm: Thị giác là khả

năng nhận và diễn giải thông tin từ ánh sáng đi vào mắt; Khứu giác có tác dụng cảm nhận mùi hóa học khuếch tán trong không gian; Vị giác là một hình thức cảm nhận hóa học trực tiếp, khả năng phát hiện mùi vị của các chất như thức ăn, một số khoáng chất và các chất độc (độc tố); Xúc giác là những cảm giác có được khi đụng chạm, tiếp xúc bằng da (qua chân), râu...; Thính giác là khả năng tiếp thu âm thanh bằng cách phát hiện các dao động qua một cơ quan ví dụ như tai ở động vật có xương sống; lỗ thính giác ở côn trùng. Dựa vào sự hiểu biết về các giác quan này để hình thành lên các biện pháp phòng trừ dịch hại được gọi là biện pháp phòng trừ dựa vào giác quan và tập tính của của dịch hại. Trong IPM, biện pháp hướng tới một số tập tính sau của dịch hại: (i) Tập tính chọn lựa cỏ hoặc cây ký chủ để sinh sống và gây hại (rau nào sâu ấy); (ii) Sự phòng thủ và trốn thoát khỏi thiên địch; (iii) Chọn lựa nơi ẩn náu; (iv) Tập tính ghép đôi giao phối và sinh sản; (v) Sự định hướng chung (chuyển động tới nguồn sáng hoặc ẩn nấp vào bóng tối, hoặc chuyển động tới nguồn kích thích (mùi, màu sắc mà loài dịch hại đó thích). Để thực hiện được một số các hoạt động kể trên thì động vật có xương sống chủ yếu là sử dụng các giác quan nhìn và nghe; còn các động vật không xương sống chủ yếu là nhờ sự kích thích hóa học.

Động vật thường có tập tính nhìn thấy kẻ thù mạnh hơn mình sẽ sợ hãi và lẩn trốn hoặc tránh xa (một số loài bắt mồi nhìn thấy bướm giả dạng ong sẽ không dám tấn công vì sợ nọc độc của ong).

Các xu tính của động vật bao gồm: Định hướng chuyển động (hướng tới nguồn sáng hoặc bóng tối; theo sức hút của trái đất; theo hướng gió, theo mùi hoặc theo tiếp xúc; các phản xạ hoặc tiếp xúc.

Dựa vào các giác quan như: *Thị giác* (nhìn) từ kết quả nghiên cứu về xu tính ở côn trùng mà người ta đã sử dụng các loại bẫy màu sắc (có phết chất dính hoặc đi kèm với chậu nước) để bẫy một số loài sâu hại: bẫy màu vàng hoàng yến để thu hút rệp muội hại khoai tây, thuốc lá, hoa hồng, thu bắt bọ phấn, ruồi đục lá; bẫy màu xanh da trời để bẫy bọ trĩ hại bí xanh, bẫy màu trắng để bẫy bọ nhày... Biện pháp phủ mặt luống để ngăn chặn côn trùng đi xuống đất để hóa nhộng. Các loại bẫy ánh sáng, thường bẫy côn trùng có xu tính với ánh sáng đèn, bay vào ban đêm (như trường thành các loài thuộc họ ngài sáng bộ cánh vảy và một số loài thuộc bộ cánh nửa, bộ cánh đều...) với nguồn ánh sáng đa dạng từ đèn măng sông, đèn sợi đốt, đèn neon, đèn compact đến đèn tia cực tím, thường dùng để dự báo thời điểm dịch hại xuất hiện rõ. Trước đây, ở vùng lúa thuộc đồng bằng sông Hồng đã tổ chức hoa đăng bắt trường thành sâu đục thân hai chấm, hay như ở đồng bằng sông Cửu Long dùng bẫy đèn để xác định thời điểm rầy nâu xuất hiện rõ, sau đó 3 - 5 ngày mới sạ lúa để né rầy. Tuy nhiên bẫy đèn có một số mặt hạn chế như thu bắt mất nhiều loài côn trùng thiên địch có xu tính với ánh sáng đèn (bọ xít mù xanh, ong ký sinh...), mặt khác nơi gần bẫy đèn thường bị sâu gây hại nặng hơn do trước khi vào đèn thì một số trường thành cái đã kịp đẻ trứng ở gần đó, bẫy đèn còn làm ảnh hưởng tới quá trình trổ (nơi đặt bẫy đèn lúa thường không trổ được do suốt ngày đêm đều có ánh sáng), hơn nữa hiện nay khắp nơi đều có ánh sáng đèn điện nên hiệu quả thu bắt côn trùng của bẫy đèn bị ảnh hưởng nhiều.

Đối với động vật có xương sống, con người đã biết lợi dụng giác quan nhìn của chúng để xua đuổi như treo các động vật chết hoặc làm mô hình của các loài động vật ăn thịt rồi cắm trên ruộng để xua đuổi chim đến ăn hạt, ví dụ chim săn mồi ngồi trên đầu mô hình của con cú, bù nhìn người trên ruộng lúa gieo sạ để xua đuổi chim.

Giác quan cảm thụ âm thanh (thính giác): Con người đã dùng máy siêu âm, hoặc dùng súng nổ để xua đuổi thú rừng, tuy nhiên biện pháp này gây khó chịu lớn cho con người, người ta cũng đã ghi âm lại những tiếng kêu đau đớn của các loài thú rồi phát lại để xua đuổi chính đồng loại của chúng.

Bên cạnh việc lợi dụng các giác quan cảm thụ ánh sáng và tiếng động của dịch hại để tìm ra các biện pháp bẫy bắt hoặc xua đuổi chúng thì con người còn lợi dụng các giác quan khác như:

Giác quan cảm thụ hóa học (khứu giác): Là cơ sở đặc biệt quan trọng trong IPM để quản lý các loài côn trùng và động vật khác tuy nhiên không áp dụng được với tuyến trùng vì chúng không thể phát hiện được mùi.

Cảm thụ hóa học: Tên chung cho bất kỳ loại hóa chất nào mà chất đó tác động như nguồn kích thích đối với các loài động vật. Đã tổng hợp được pheromone giới tính (sex pheromone) đầu tiên ở ngài tằm, cho tới nay trên thế giới đã tổng hợp được trên dưới 1.000 loại pheromone giới tính khác nhau có tác dụng tương tự chất hấp dẫn sinh dục để thu bắt các trưởng thành khác giới của từng loài ở những khoảng cách khác nhau để tiêu diệt, làm giảm bớt số lượng dịch hại.

Kỹ thuật đặt bẫy pheromone: nên treo bẫy liên tục (nếu có thể), có thể thay đổi lượng bẫy cho phù hợp (thường đặt khoảng 3 - 5 bẫy/ha), cần đặt cách đều nhau, cần bảo vệ pheromone khỏi sự giảm chất lượng nhanh (cất trữ pheromone trong giấy bạc, bọc kín và giữ trong ngăn mát của tủ lạnh), khi treo bẫy cần có nón che để làm giảm tác động của ánh sáng và mưa tới bẫy, thời gian đặt phải phù hợp với cây trồng và dịch hại (đặt bẫy khi trưởng thành vừa vũ hóa, trước khi chúng giao phối), cần áp dụng phương pháp treo bẫy đơn giản, treo trên ruộng. Có 2 loại bẫy pheromone: bẫy cho dự báo thời gian phát sinh và dự báo số lượng của sâu hại và bẫy pheromone tập trung rồi giết trưởng thành hoặc gây nhiễu quá trình giao phối của chúng. Rất nhiều loại bẫy pheromone đã được sử dụng để thu bắt trưởng thành của một số loài sâu như: sâu hồng hại bông "Gossyplure", ngài Ấn Độ gây hại cây rừng lá rộng; ngài đục hạt quả táo và quả óc chó, ngài đục quả phượng Đông, ngài sâu xanh đục quả cà chua...

Mặt hạn chế của bẫy pheromone: Pheromone khuếch tán và duy trì nồng độ trên một vùng rộng lớn vì vậy không phù hợp với cây trồng đơn lẻ hoặc cánh đồng nhỏ; pheromone giới tính thường rất đặc trưng với từng loài vì vậy trong cùng một hệ sinh thái nếu đã áp dụng pheromone để bắt một loài dịch hại nào đó thì các loài dịch hại khác sẽ không thể áp dụng pheromone giới tính được nữa và để giảm lượng thuốc trừ sâu sử dụng thì có thể cho phép sử dụng pheromone đối với loài dịch hại chủ yếu, còn các loài dịch hại thứ yếu khác tốt hơn cả là sử dụng biện pháp sinh học.

Vị giác là cơ sở của biện pháp sử dụng bẫy thức ăn để bẫy bắt dịch hại. Mỗi loài dịch hại ưa thích một vị thức ăn nhất định, do đó người ta có thể pha chế và sử dụng những loại mùi vị mà chúng thích để làm mồi bẫy bắt chúng. Các mồi bẫy được trộn thêm chất gây độc đường tiêu hóa như Dipterex (thuốc độc phải không có mùi) để giết chết côn trùng khi vào bẫy nên các loại bẫy thức ăn còn gọi là bả độc. Dùng bẫy chua ngọt được pha chế từ hỗn hợp 4 phần mật mía + 4 phần dấm + 1 phần rượu + 1 phần nước lã và 1% chất độc có khả năng thu hút rất nhiều ngài đêm (họ Noctuidae) như ngài sâu xám, sâu keo, sâu cắn gié v.v... Hoặc loại bả protein hấp dẫn nhiều loại ruồi hại quả thuộc họ Tephritidae, sử dụng bẫy bả có tên thương phẩm Vizubon - D hoặc Ruvaco 901 là hỗn hợp chứa 75% ME và 25% dibrom được sử dụng rộng rãi ở nhiều nơi trên thế giới. Việc dùng bẫy bả để điều tra, thu bắt côn trùng là biện pháp khá đơn giản, ít tốn kém mà hiệu quả cao và an toàn đối với môi trường. Thức ăn được tẩm thuốc độc (cua rang trộn thuốc chuột, lúa được ngâm ủ cho nảy mầm rồi trộn thuốc chuột), sử dụng chủ yếu để trừ các loài dịch hại là động vật có xương sống như bả chuột để trừ chuột gây hại trên các cây trồng. Nhược điểm của biện pháp là loài động vật nhút nhát sẽ không dám tới để ăn bả, các loài vật nuôi (kể cả người) nếu ăn phải bả sẽ bị chết hoặc chim ăn thịt có thể bị chết do ăn phải con mồi bị chết sau khi ăn bả độc.

5.2.6. Biện pháp kiểm dịch thực vật

a. Định nghĩa

Kiểm dịch thực vật là “hoạt động ngăn chặn, phát hiện, kiểm soát đối tượng kiểm dịch thực vật, đối tượng phải kiểm soát và sinh vật gây hại lạ” (Luật Bảo vệ và Kiểm dịch thực vật 2013).

Đối tượng kiểm dịch thực vật là sinh vật gây hại có nguy cơ gây thiệt hại nghiêm trọng đối với thực vật, chưa có hoặc có nhưng phân bố hẹp ở Việt Nam và phải được kiểm soát nghiêm ngặt.

Đối tượng phải kiểm soát là sinh vật gây hại không phải là đối tượng kiểm dịch thực vật nhưng sự có mặt của chúng trên vật liệu dùng để làm giống có nguy cơ gây thiệt hại lớn về kinh tế, phải được kiểm soát ở Việt Nam.

Sinh vật gây hại lạ là sinh vật gây hại chưa xác định được tên khoa học và chưa từng được phát hiện ở Việt Nam.

Sinh vật gây hại là sinh vật gây ra thiệt hại trực tiếp hoặc gián tiếp đối với thực vật bao gồm vi sinh vật gây bệnh, côn trùng gây hại, cỏ dại và các sinh vật có hại khác.

Tầm quan trọng của công tác Kiểm dịch thực vật

Kiểm dịch thực vật là một trong các biện pháp rất quan trọng mà không có biện pháp nào có thể thay thế được trong hệ thống bảo vệ thực vật của mỗi quốc gia vì mục tiêu của kiểm dịch thực vật là nhằm ngăn chặn sinh vật gây hại nguy hiểm xâm nhập vào trong nước hoặc lây lan sang nước khác, góp phần bảo vệ an toàn nền sản xuất trong nước, an ninh lương thực quốc gia và uy tín hàng hoá trên trường quốc tế.

Các loài sinh vật gây hại nguy hiểm xâm nhập vào khu mới gây nên tác hại nguy hiểm chủ yếu thông qua con người để lan truyền. Khi lây lan đến khu vực mới gặp điều kiện thuận lợi làm cho chúng tồn tại, phát triển, sinh sản lại thiếu vắng thiên địch nên gây ra tác hại nghiêm trọng. Rệp hại rễ nho (*Viteus vitifolii*) nguồn gốc đầu tiên ở Bắc Mỹ theo hạt giống nho nhập vào châu Âu ở thế kỷ XIX lan rộng và nhanh chóng gây hại nặng nề cho các vườn nho. Bệnh sương mai (*Plasmopara viticola* Berl.et De Toni) hại nho được lan truyền từ Hoa Kỳ sang Pháp vào những năm 1874, kết quả là nền công nghiệp rượu vang của Pháp gần như bị phá sản.

Ốc bươu vàng đã du nhập vào các nước Đông Nam châu Á từ năm 1980 như là nguồn thức ăn giàu protein nhưng hiện nay là loại dịch hại nguy hiểm cho các vùng trồng lúa. Ở Philippines, ước tính thiệt hại hàng năm do ốc bươu vàng dao động từ 425 triệu - 1,2 tỷ đô la Mỹ.

Nhiều loài thực vật được nhập khẩu vào khu vực mới bắt nguồn từ mục đích nông nghiệp, hoặc trang trí, sau đó chúng trở thành cỏ dại. Người ta ước tính rằng có khoảng 60% trong số 500 loài thực vật được coi là cỏ dại ở Hoa Kỳ được đưa vào bởi các hoạt động của con người (Norris và cs., 2003).

Vì vậy, công tác Kiểm dịch thực vật là hoạt động bắt buộc mang tính trách nhiệm của mỗi quốc gia và được chỉ đạo thống nhất bởi hệ thống quy chế luật pháp chung nhằm tăng cường sự hợp tác giữa các nước về công tác kiểm dịch thực vật, bản Công ước quốc tế về Bảo vệ thực vật (International Plant Protection Convention - IPPC) được FAO chấp thuận tháng 12 năm 1951. Sau nhiều lần sửa đổi bổ sung, Chủ tịch FAO đã phê chuẩn bản dự thảo Công ước sửa đổi mới vào tháng 12 năm 1997. Đến năm 2014, đã có 181 nước thành viên tham gia vào Tổ chức Bảo vệ thực vật quốc tế. Khi tham gia vào IPPC, các nước phải có Tổ chức Bảo vệ thực vật quốc gia (National Plant Protection Organization - NPPO) là cơ quan chính thức được chính phủ thành lập để thực hiện những nhiệm vụ được quy định bởi Công ước quốc tế về Bảo vệ thực vật. Để đảm bảo sự quản lý thống nhất theo công ước quốc tế, mỗi khu vực địa lý trên thế giới có tổ chức Bảo vệ thực vật vùng (Regional Plant Protection Organizations - RPPOs) là tổ chức liên Quốc gia có thể hoạt động như các cơ quan phối hợp ở cấp độ khu vực để đạt được mục tiêu của IPPC. Trên thế giới, có 10 tổ chức BVTV khu vực. Tổ chức BVTV quốc gia của Việt Nam chính là Cục Bảo vệ thực vật. Về hoạt động chuyên môn, Cục BVTV Việt Nam thuộc Ủy ban Bảo vệ thực vật vùng châu Á Thái Bình Dương (Asia and Pacific Plant Protection Commission - APPPC).

Hệ thống kiểm dịch thực vật Việt Nam luôn được kiện toàn và đặt dưới sự quản lý trực tiếp của Cục Bảo vệ thực vật với các đơn vị trực thuộc: Phòng Kiểm dịch thực vật, Trung tâm Giám định kiểm dịch thực vật, 2 Trung tâm Kiểm dịch thực vật sau nhập khẩu và 9 Chi Cục kiểm dịch thực vật vùng đóng tại các tỉnh, thành phố: Lào Cai, Lạng Sơn, Hải Phòng, Hà Nội, Nghệ An, Đà Nẵng, Bình Định, TP. Hồ Chí Minh, Cần Thơ. Các chi cục kiểm dịch thực vật vùng có các trạm kiểm dịch thực vật (KDTV) thực thi nhiệm vụ tại các cửa khẩu đường bộ, đường thủy và hàng không, Chi cục KDTV vùng phụ trách các tỉnh thành trong cả nước về công tác KDTV.

Sự lây lan của sinh vật gây hại:

- Do sinh vật đó tự lây lan (bay, nhảy, bò, bơi...);
- Do ngoại lực tự nhiên hỗ trợ (gió, mưa, nước chảy...);
- Do con người làm lây lan:

+ Sinh vật gây hại nằm cùng thực vật, hạt giống, cây con, bằm ở ngoài hoặc lẫn bên trong mà di chuyển theo người.

+ Bao bì, đồ đựng, các vật chèn, công cụ vận chuyển.

+ Thiếu thông tin và thiếu kiểm soát: Ốc bươu vàng nhập về do thiếu thông tin nên có thời điểm, người ta coi việc nuôi ốc bươu vàng xuất khẩu như là hướng đi mới để phát triển kinh tế hộ gia đình, do không kiểm soát khu nhân nuôi chặt chẽ, ốc đã thoát ra ngoài gây ra những tác hại đáng kể đối với sản xuất lúa ở Việt Nam (Dương Minh Tú, 2010).

Để tăng cường hiệu quả quản lý nhà nước, nâng cao hiệu quả phòng, trừ sinh vật gây hại, góp phần phát triển sản xuất nông nghiệp hiện đại, bền vững, bảo vệ sức khỏe nhân dân, bảo vệ môi trường và giữ gìn cân bằng hệ sinh thái, công tác KDTV phải đảm bảo kiểm tra “phát hiện sớm, kết luận nhanh chóng, chính xác; xử lý triệt để, ngăn chặn kịp thời sự xâm nhập, lan rộng của đối tượng kiểm dịch thực vật, đối tượng phải kiểm soát, sinh vật gây hại lạ” và “Kiểm dịch thực vật được thực hiện đối với vật thể thuộc diện kiểm dịch thực vật nhập khẩu, xuất khẩu, quá cảnh và kiểm dịch thực vật nội địa theo quy định tại Luật”.

b. Các biện pháp xử lý kiểm dịch thực vật

Theo Luật Bảo vệ và Kiểm dịch thực vật (2013): xử lý vật thể thuộc diện kiểm dịch thực vật là việc áp dụng các biện pháp nhằm ngăn chặn hoặc diệt trừ triệt để đối tượng kiểm dịch thực vật, đối tượng phải kiểm soát và sinh vật gây hại lạ.

- Vật thể thuộc diện kiểm dịch thực vật phải xử lý trong các trường hợp sau đây:

Vật thể bị nhiễm đối tượng kiểm dịch thực vật của Việt Nam, đối tượng phải kiểm soát hoặc sinh vật gây hại lạ; vật thể có nguy cơ cao mang theo đối tượng kiểm dịch thực vật của Việt Nam;

Vật thể phải xử lý để đáp ứng quy định kiểm dịch thực vật của nước nhập khẩu;

Vật thể vô chủ, không rõ nguồn gốc.

- Các biện pháp xử lý: Xông hơi khử trùng, xử lý nhiệt, xử lý hơi nước nóng, chiếu xạ, tái xuất, tiêu hủy, tạm ngừng xuất khẩu, tạm ngừng nhập khẩu, cấm xuất khẩu, cấm nhập khẩu và các biện pháp khác.

Như vậy, hoạt động kiểm dịch thực vật là việc sử dụng có hiệu quả pháp luật để thực hiện nhiệm vụ kỹ thuật. Pháp chế giữ vai trò quyết định, con người cần nhận thức được những vấn đề mà dịch hại có thể gây ra và chương trình kiểm dịch nhằm bảo vệ và ngăn chặn sự xâm nhập, lan rộng của các loài dịch hại nhằm giảm thiểu sự tổn thất về sản lượng và sản phẩm ô nhiễm là hết sức cần thiết.

5.2.7. Biện pháp hóa học, tính chống thuốc và biện pháp quản lý tính chống thuốc của dịch hại

a. Định nghĩa

Biện pháp hoá học là biện pháp sử dụng những hợp chất hoá học có chứa một lượng độc tố nhằm ngăn chặn tiêu diệt dịch hại cây trồng.

Chất độc là những chất khi xâm nhập vào cơ thể sinh vật một lượng nhỏ cũng có thể gây biến đổi sâu sắc về cấu trúc hay chức năng trong cơ thể sinh vật, phá huỷ nghiêm trọng những chức năng của cơ thể, làm cho sinh vật bị ngộ độc hoặc bị chết (Nguyễn Trần Oánh và cs., 2007).

Thuốc trừ dịch hại (Pesticide): Là những chất hay hỗn hợp các chất dùng để ngăn ngừa, tiêu diệt hay phòng trừ các loài dịch hại gây hại cho cây trồng, nông lâm sản, thức ăn gia súc, hoặc những loài dịch hại gây hại cản trở quá trình chế biến, bảo quản, vận chuyển nông lâm sản, hoặc những tác nhân gây hại cho người và gia súc. Thuật ngữ này còn bao gồm cả các chất điều hoà sinh trưởng cây trồng, chất làm rụng hay khô lá hoặc các chất làm cho quả sáng đẹp hay ngăn ngừa rụng quả sớm và các chất dùng trước hay sau thu hoạch để bảo vệ sản phẩm không bị hư thối trong bảo quản và chuyên chở. Thế giới cũng quy định thuốc trừ dịch hại còn bao gồm thuốc trừ ruồi muỗi trong y tế và thú y (Nguyễn Trần Oánh và cs., 2007).

Thuốc bảo vệ thực vật là chất hoặc hỗn hợp các chất hoặc chế phẩm vi sinh vật có tác dụng phòng ngừa, ngăn chặn, xua đuổi, dẫn dụ, tiêu diệt hoặc kiểm soát sinh vật gây hại thực vật; điều hòa sinh trưởng thực vật hoặc côn trùng; bảo quản thực vật làm tăng độ an toàn, hiệu quả khi sử dụng thuốc (Luật Bảo vệ thực vật và Kiểm dịch thực vật, 2013).

Như vậy, giữa thuốc trừ dịch hại và thuốc BVTV có sự giống nhau: chúng đều là các loại chất độc, có hoạt tính trừ dịch hại. Nhưng thuốc trừ dịch hại rộng hơn, trừ được tất cả các loài dịch hại, còn thuốc BVTV chỉ tiêu diệt các loài dịch hại gây hại cho thực vật. Thuốc BVTV là một bộ phận của thuốc trừ dịch hại.

Thuốc bảo vệ thực vật kỹ thuật (thuốc kỹ thuật) là sản phẩm có hàm lượng hoạt chất cao, đạt tiêu chuẩn chất lượng theo quy định được dùng để sản xuất thuốc thành phẩm.

Thuốc bảo vệ thực vật thành phẩm (thuốc thành phẩm) là sản phẩm được sản xuất từ thuốc kỹ thuật với dung môi, phụ gia theo quy trình công nghệ nhất định, đạt tiêu chuẩn kỹ thuật quốc gia.

Hoạt chất thuốc bảo vệ thực vật là chất hoặc thành phần hữu hiệu có hoạt tính sinh học của thuốc bảo vệ thực vật.

b. Ưu điểm

Phòng chống một số loài sâu hại nơi mà các biện pháp đã sử dụng trước không đạt hiệu quả;

Chi phí thấp hơn một số biện pháp quản lý khác đặc biệt là thuốc diệt cỏ có thể thay thế lao động thủ công;

Có hiệu lực trừ dịch hại mạnh và nhanh chóng (có thể thấy kết quả tức thì) áp dụng đồng loạt trên diện rộng, thích hợp cho việc khống chế, dập tắt các ổ dịch mà không biện pháp nào có thể thay thế được;

Đa dạng về sản phẩm với tính năng tác dụng và cách dùng khác nhau, khối lượng gọn nhẹ, dễ bảo quản, pha chế nên khá thuận lợi khi sử dụng;

Có thể sử dụng các trang thiết bị phun hiện đại, hoặc trộn với phân bón, các loại thuốc trừ dịch hại khác nên năng suất lao động cao, giảm được chi phí BVTV;

Khi sử dụng đúng cách trong điều kiện thích hợp, thuốc trừ dịch hại dự đoán trước được mức độ kiểm soát một cách tương đối;

Việc sử dụng thuốc trừ dịch hại có thể cho phép sản xuất nông nghiệp ở một số vùng không thể sản xuất được nếu không sử dụng thuốc trừ dịch hại;

Với những thực phẩm dễ bị thối rửa bởi vi sinh vật, thuốc có tác dụng trừ các VSV làm giảm độc tố trong thực phẩm.

c. Nhược điểm

Từ khi con người biết trồng trọt thì đã biết bảo vệ cây trồng của mình khỏi sự gây hại của dịch hại. Người nông dân cố gắng tìm mọi cách để hạn chế tổn thất do dịch hại gây ra.

Tuy nhiên, do áp dụng thuốc hoá học trừ dịch hại không hợp lý nên đã để lại hậu quả không lường cho môi trường và con người. Nhiều vấn đề phát sinh từ việc sử dụng thuốc trừ dịch hại không đúng và việc lạm dụng thuốc đã gây hậu quả xấu của việc sử dụng biện pháp hóa học bao gồm:

- Ảnh hưởng đến các sinh vật không chủ đích (nontarget pests) với 2 mức ảnh hưởng:

+ Trong hệ sinh thái nông nghiệp: Có thể gây suy giảm tính đa dạng sinh học của hệ sinh thái. Dùng thuốc trừ sâu phổ rộng đã phá vỡ cân bằng sinh thái, làm thay đổi khu hệ côn trùng và tiêu diệt những loài sinh vật có lợi như ong hoặc các loài chân khớp là thiên địch của sâu hại, một số thuốc trừ dịch hại còn gây độc tới động vật hoang dã. Sử dụng thuốc hoá học trừ dịch hại sẽ ảnh hưởng đến môi trường. Sử dụng thuốc bảo vệ thực vật hoá học bừa bãi thì sẽ tăng dư lượng thuốc bảo vệ thực vật trong đất, nước ngầm, ao, hồ và không khí.

+ Ngoài hệ sinh thái nông nghiệp: Thuốc bị cuốn trôi từ những vùng sử dụng thuốc đến bề mặt nước hoặc nước ngầm và thuốc trừ dịch hại tích lũy trong chuỗi thức ăn.

- Tăng chi phí cho sản xuất. Giá công lao động bằng tay thường rẻ hơn so với thuốc trừ dịch hại ví dụ làm cỏ bằng tay, thu bắt sâu trên các cây trồng.

- Dư lượng thuốc trừ dịch hại còn lại trong đất hoặc là trong các sản phẩm thu hoạch trong thời gian dài có thể dẫn đến ảnh hưởng xấu đến sức khỏe người tiêu dùng.

- Hầu hết các loại thuốc hoá học trừ dịch hại là độc và rất độc đối với người. Vì vậy ảnh hưởng đến sức khoẻ của người trực tiếp sử dụng. Ảnh hưởng của thuốc trừ dịch hại đến sức khoẻ con người có thể là cấp tính hay mãn tính. Các triệu chứng như chóng mặt, buồn nôn, mắt mờ và run rẩy xuất hiện khi bị ngộ độc cấp tính. Các tác hại khi bị ngộ độc cấp tính thường gặp là bông mắt, tổn thương da, tác hại thần kinh và gan. Khi tiếp xúc thuốc hoá học trừ dịch hại trong một thời gian dài sẽ bị nhiễm độc mãn tính. Các tác hại mãn tính đó là tổn thương tuỷ xương, ung thư, vô sinh, tổn thương thể nhiễm sắc, độc tính thần kinh, tình trạng miễn dịch, các bệnh về da (viêm da tiếp xúc và mẫn cảm dị ứng), huyết áp, bệnh tim mạch... Theo Tổ chức Y tế thế giới (WHO), hàng năm trên thế giới có ít nhất 3 triệu và có thể lên đến 25 triệu nông dân bị ngộ độc thuốc trừ dịch hại và trong đó có khoảng 20 ngàn người chết (Lee, 2007). Thuốc còn ảnh hưởng tới sức khoẻ của người tiêu dùng do dư lượng thuốc hoá học trừ dịch hại trong nông sản phẩm. Dư lượng thuốc hoá học trong nông sản nhiều hay ít là tùy thuộc việc sử dụng thuốc hoá học của người nông dân, đặc biệt là thời gian cách ly sau phun thuốc.

- Sau một thời gian dài sử dụng thuốc trừ dịch hại và sử dụng lặp lại, các quần thể dịch hại đã phát triển, thúc đẩy dịch hại phát triển và làm xuất hiện các loài dịch hại mới. Nhiều loại thuốc trừ sâu, trừ nấm đã làm thay đổi hoạt động sinh lý của cây trồng nên đã thúc đẩy dịch hại tăng nhanh. Hơn nữa việc sử dụng thuốc trừ dịch hại đã tiêu diệt các loài sinh vật có ích (thiên địch), điều này cũng làm cho dịch hại có điều kiện tăng nhanh. Hoặc sử dụng các loại thuốc trừ cỏ chọn lọc có thể làm cho một số loại cỏ phát triển trên diện rộng.

Dịch hại kháng thuốc (Pesticide resistance): Sự lặp lại việc sử dụng một loại thuốc trừ sâu trong thời gian dài, quần thể dịch hại liên tục tiếp xúc với thuốc đó dẫn đến sự thay đổi chức năng lựa chọn trong gen dưới tác động của chất độc, làm giảm hiệu quả phòng trừ dịch hại trên đồng.

Tái phát dịch hại (Pest resurgence): là sự tăng bất thường hay sự phục hồi nhanh của quần thể dịch hại (thường là côn trùng, nhện nhỏ) sau khi bị thuốc BVTV tác động loài gây hại chủ đích, nhưng cũng đồng thời giết chết những loài thiên địch. Khi hiệu lực tồn dư của thuốc trừ dịch hại bị suy giảm, quần thể dịch hại còn sống sót sau khi xử lý thuốc sẽ phát triển trở lại và chúng sẽ bắt đầu sinh sản, phát triển tăng nhanh theo cấp số nhân.

Sự thay thế và bùng phát dịch hại thứ yếu (Replacement): là sử dụng thuốc trừ dịch hại giết chết những loài chủ yếu và thiên địch, nhưng không giết chết những loài thứ yếu vì vậy số lượng những loài thứ yếu này có thể tăng và trở nên quan trọng thay thế những dịch hại chủ yếu.

- Tiêu diệt thiên địch: Nhìn chung thiên địch mẫn cảm với thuốc hoá học trừ dịch hại hơn các con mồi hay kí chủ của chúng. Thuốc hoá học có thể trực tiếp tiêu diệt thiên địch hoặc gián tiếp giết do chúng ăn phải con mồi hay phát triển trong ký chủ đã hấp thụ hoặc ăn phải thuốc trừ dịch hại. Thiên địch thường sống lâu hơn và đẻ ít hơn dịch hại, Điều đó làm chúng dễ bị ảnh hưởng bởi thuốc trừ dịch hại hơn. Vì chúng có ít hơn về số

lượng nên chúng phải có thời gian lâu hơn để khôi phục lại sau khi phun thuốc. Hơn nữa trong hệ sinh thái đồng ruộng thì đặc điểm đặc trưng của sự tác động qua lại trong hệ thống thiên địch - dịch hại là sự chậm trễ (hay phản ứng chậm trễ) của thiên địch đối với sự thay đổi mật độ dịch hại. Vì vậy hoạt động của thiên địch là *yếu tố chậm, phụ thuộc vào mật độ quần thể kí chủ (dịch hại)*. Điều này có nghĩa là sau khi phun thuốc thì hầu hết dịch hại và thiên địch bị tiêu diệt và khả năng phục hồi của thiên địch luôn luôn chậm hơn với dịch hại.

Thực tế hầu hết nông dân đều thấy rằng khi họ sử dụng các loại thuốc hoá học trừ sâu thì phải đối đầu với sự gây hại của các loại sâu hại ngày càng tăng. Có hai nguyên nhân:

- + Thuốc trừ dịch hại không bao giờ tiêu diệt được tất cả các cá thể sâu hại trên đồng ruộng. Các côn trùng sống sót trở nên kháng thuốc và di truyền tính kháng thuốc cho con cháu đời sau. Nếu thuốc được dùng thường xuyên với nồng độ cao thì các côn trùng có tính kháng thuốc sẽ xuất hiện nhanh chóng. Đặc biệt là côn trùng như rệp muội có vòng đời ngắn có thể phát triển tính kháng thuốc rất nhanh.

- + Thuốc trừ dịch hại tiêu diệt thiên địch. Thiên địch miễn cảm với thuốc hơn dịch hại. Thời gian hoàn thành vòng đời của hầu hết các loài thiên địch (các loài bắt mồi ăn thịt) dài hơn vòng đời của sâu hại. Điều đó có nghĩa là thiên địch sẽ mất nhiều thời gian hơn để khôi phục quần thể sau mỗi lần phun thuốc. Không có thiên địch khống chế số lượng, sâu hại có thể tăng rất nhanh về số lượng.

d. Các loại thuốc trừ dịch hại

Có nhiều cách phân loại thuốc BVTV.

- Theo mục đích sử dụng: Dựa vào đối tượng phòng chống gồm có nhóm thuốc trừ: sâu, chuột, ốc hại, sên trần, tuyến trùng, trừ bệnh (nấm, vi khuẩn, virus...), nhện nhò hại, cỏ dại...

- Phân loại độ độc: Theo Bộ NN&PTNT (2013) những thông tin về độ độc của thuốc bảo vệ thực vật có thể nhận biết tính độc của thuốc BVTV theo vạch màu trên bao bì thuốc như sau:

- + Rất độc (nhóm độc Ia, Ib): Vạch màu đỏ và hình tượng biểu thị độ độc là đầu lâu xương chéo trong hình vuông.

- + Độc cao (nhóm độc II): Vạch màu vàng và hình tượng biểu thị độ độc là chữ thập chéo trong hình vuông.

- + Nguy hiểm (nhóm độc III): Vạch màu xanh nước biển và hình tượng biểu thị độ độc là đường đứt quãng trong hình vuông đặt lệch.

- + Cẩn thận (nhóm độc IV): Vạch màu xanh lá cây không có hình tượng biểu thị độ độc được đặt ở phía trên tên thương phẩm của nhãn thuốc.

- Theo nguồn gốc sản xuất và cấu trúc hoá học (vô cơ, hữu cơ, thảo mộc, sinh học...): Thuốc có nguồn gốc thảo mộc là thuốc BVTV làm từ cây cỏ hay các sản phẩm

chiết xuất từ cây cỏ. Thuốc có nguồn gốc sinh học gồm các sản phẩm có nguồn gốc sinh vật (như các loại kháng sinh...). Thuốc có nguồn gốc vô cơ làm từ các loại nguyên tố khác ngoài cacbon như dung dịch boocđô, lưu huỳnh và lưu huỳnh vô cơ...). Thuốc có nguồn gốc hữu cơ gồm các hợp chất hữu cơ tổng hợp (như các hợp chất clo hữu cơ, lân hữu cơ, cacbamat...).

Thuốc có nguồn gốc khác nhau có cơ chế tác động khác nhau (thuốc tác động đến hệ thần kinh kìm hãm men cholinesterase, GABA, kìm hãm hô hấp...) hay theo phương thức tác động (thuốc điều khiển sinh trưởng côn trùng, thuốc triệt sản, chất dẫn dụ, chất xua đuổi, chất gây ngán...).

- Dựa theo các dạng thuốc (hạt, bột, bột thấm nước,...), phương pháp sử dụng (thuốc dùng để phun lên cây, thuốc xử lý giống):

- Dựa vào con đường xâm nhập của thuốc vào cơ thể dịch hại: tiếp xúc (xâm nhập qua da côn trùng), vị độc (xâm nhập qua miệng khi ăn), xông hơi (vào cơ thể khi thở), thấm sâu nội hấp (hấp thụ qua rễ cây và lan toả khắp cây, lá, cành, côn trùng chích hút dịch cây sẽ bị nhiễm độc).

e. Khái niệm liên quan tới chất độc

Tính độc (độc tính): là khả năng gây độc của một chất đối với cơ thể sinh vật ở một lượng nhất định của chất độc đó.

Độ độc: biểu thị mức độ của tính độc, là liều lượng nhất định của chất độc cần có để gây được một tác động nào đó trên cơ thể sinh vật khi chúng xâm nhập vào cơ thể sinh vật.

Liều lượng: là lượng chất độc cần thiết được (tính bằng mg hay g) để gây được tác động nhất định trên cơ thể sinh vật.

Liều gây chết trung bình (Medium Lethal Dose), MLD = LD50: là liều lượng chất độc gây chết cho 50% số cá thể đem thí nghiệm.

Nồng độ gây chết trung bình (Medium Lethal Concentrate) - LC50: là nồng độ gây chết cho một nửa (50%) số cá thể dùng trong thí nghiệm, trong một thời gian xác định. LC50 được tính bằng mg/l, g/m³ hay ppm.

Ngộ độc - Trúng độc (poison): là kết quả của sự tương tác giữa chất độc và sinh vật. Hiện tượng sinh vật bị trúng độc thuốc BVTV hay chất độc, khi chúng xâm nhập vào cơ thể sinh vật qua ăn uống, hít thở hoặc bằng các con đường khác, làm cho sinh vật bị ốm, chết thậm chí làm chậm sự phát triển hay rút ngắn thời gian sống của sinh vật.

Tùy theo mức độ ngộ độc, chúng có thể gây:

+ Ngộ độc cấp tính (acute toxicity): chất độc xâm nhập vào cơ thể, phá huỷ mạnh các chức năng sống, được thể hiện bằng các triệu chứng rõ ràng, quyết liệt, đặc trưng của mỗi loại chất độc, thậm chí gây chết sinh vật.

+ Ngộ độc mãn tính (chronic toxicity): chất độc xâm nhập vào cơ thể với liều lượng nhỏ, nhiều lần, trong thời gian dài, được tích lũy lại trong cơ thể sinh vật (tích lũy

hoá học), những triệu chứng thể hiện chậm, lâu dài, gây tổn thương cho các cơ quan của cơ thể, làm cho sinh vật bị ốm, yếu (ảnh hưởng đến sức khoẻ của sinh vật, gây đột biến, ung thư, quái thai, thậm chí ảnh hưởng đến sự phát triển của thế hệ sau) và có thể dẫn đến tử vong (Nguyễn Trần Oánh và cs., 2007).

f. Các dạng thuốc bảo vệ thực vật và phương pháp sử dụng

* Các dạng thuốc BVTV thông dụng:

- Những dạng thuốc dùng ngay không cần hoà với nước: Dạng bột (Dust - D, DP); Dạng hạt (Granules - G, H, GR); Dạng bột - hạt (Dust - granule): dạng trung gian của dạng thuốc bột và hạt; Dạng bột cải tiến = Thuốc bột dễ bay hơi (Flo - dust - GP): Thuốc bột rất mịn; Dạng dùng cho bình xịt phun mưa (Aerosol); Dạng phun với thể tích nhỏ hay cực nhỏ (Ultra Low Volume - ULV hay Ultra Ultra Low Volume - UULV); Thuốc dạng lỏng, hỗn hợp với dung môi dễ bay hơi, dùng để phun mưa; Thuốc xông hơi, khử trùng (ở thể rắn, lỏng hay khí).

- Những dạng thuốc khi dùng phải hoà với nước: Dạng bột thấm nước (Wettable powder - WP); Dạng bột pha nước (Soluble powder - SP) và hạt tan trong nước (Water soluble granule - SG); Dạng hạt phân tán trong nước (Water dispersible granule - WG); Dạng viên nang (Encapsulated Granule - CG); Dạng thuốc đậm đặc tan trong nước (Soluble concentrate - SL); Dạng phân tán đậm đặc (Dispersible concentrate - DC); Dạng thuốc nhão (Past - PA); Dạng thuốc sữa đậm đặc (Emulsifiable concentrate - EC); Dạng sữa dầu trong nước (Emulsion oil in water - EW); Dạng sữa nước trong dầu (Emulsion water in oil - EO); Dạng vi sữa (Micro emulsion - ME); Dạng huyền phù đậm đặc cải tiến (Suspension/ flowable concentrate - SC); Dạng nhũ tương - huyền phù (Suspo - emulsion - SE).

- Thuốc đậm đặc phải hoà loãng với dung môi: Dạng lỏng trộn dầu (Oil miscible liquid - OL); Dạng huyền phù cải tiến đậm đặc trộn với dầu (Oil miscible suspension - OF); Dạng bột khuếch tán trong dầu (Oil dispersible powder - OP).

- Dạng xử lý hạt giống (DS, WS, LS, FS):

+ Bột xử lý khô hạt giống (DS = Powder for dry seed treatment): bám trộn.

+ Bột nhão hoà nước xử lý hạt (WS = Water - slurryable powder for seed treatment): Dung dịch khung nước xử lý hạt (LS=Non - aqueous solution for seed treatment).

+ Huyền phù cải tiến/ huyền phù chảy xử lý hạt (FS = Flowable suspension for seed treatment): an toàn cho môi trường hơn dạng bột và dạng lỏng.

* Các phương pháp sử dụng thuốc bảo vệ thực vật

Phun bột: Là phương pháp dùng các thuốc ở dạng bột, đưa thuốc đến bề mặt vật phun bằng các máy phun thuốc bột. Thuốc phải được phun đều, bao phủ đều và bám tốt trên bề mặt vật phun (hiện nay hầu như không còn sử dụng).

Rắc hạt: Thuốc ở dạng hạt, được rắc vào đất để xử lý đất hoặc rắc lên cây để bảo vệ cây.

Phun lỏng: Là các thuốc BVTV phun dưới dạng hạt nhỏ lên bề mặt cây (dung dịch thật, dung dịch keo, huyền phù, nhũ tương).

Phun sol khí (aerosol): Thuốc BVTV phân tán dưới dạng keo trong không khí. Nếu pha phân tán là những hạt rắn thì đó là sự phun khói; còn pha phân tán là những giọt chất lỏng là sự phun mù. Thuốc phun khói là dạng sol khí dùng trừ sâu mọt trong kho, trong nhà kính và trong rừng.

Xử lý giống: Tiết kiệm chi phí, giảm lượng thuốc dùng, hiệu lực trừ dịch hại cao.

Có ba phương pháp xử lý giống: Xử lý khô, xử lý ướt, xử lý nửa khô hay nửa ướt:

Xông hơi: Là cách tác động đến sinh vật gây hại bằng con đường hô hấp thông qua việc sử dụng các chất có khả năng bay hơi, đầu độc bầu không khí bao quanh dịch hại, khiến chúng bị nhiễm độc.

Nội liệu pháp thực vật: Phương pháp chữa bệnh cho cây bằng cách đưa vào cây những chất hoá học không độc với cây, nhưng lan truyền được trong cây, làm cho cây độc với dịch hại hay trung hoà những độc tố do dịch hại gây ra hoặc do những nguyên nhân khác. Những chất này có thể bảo vệ cây, chống lại sự gây hại của những loài dịch hại chuyên tính và không chuyên tính.

Bả độc: Hỗn hợp chất độc và mồi, để bả có hiệu quả cao thì phải có mồi hấp dẫn, thích hợp với từng loài dịch hại. Mồi có thể là cám, hạt ngũ cốc, các loại bột, chất ngọt, chất chua, chất hôi tanh, cây cỏ...

Hỗn hợp thuốc BVTV: Trong thực tế, nhiều khi phải hỗn hợp các thuốc với nhau hay sử dụng các thuốc hỗn hợp có sẵn.

Nguyên tắc: Khi hỗn hợp, phải giữ nguyên nồng độ thuốc khi dùng riêng. Chỉ nên hỗn hợp các thuốc khi hiểu rõ đặc tính của từng loại thuốc và đảm bảo các loại thuốc không ảnh hưởng lẫn nhau, thuốc sau khi hỗn hợp phải dùng ngay, nếu để lâu, các thuốc sẽ phản ứng với nhau.

g. Khái niệm danh mục thuốc BVTV được phép sử dụng, hạn chế sử dụng và cấm sử dụng ở Việt Nam

Theo Thông tư số 03 /2013/TT - BNNPTNT tất cả thuốc bảo vệ thực vật dùng để phòng, trừ dịch hại hoặc điều hòa sinh trưởng cây trồng; khử trùng kho tàng, bến bãi; bảo quản nông lâm sản không dùng làm thực phẩm và dược liệu; trừ mối hại công trình xây dựng, đê điều; xử lý hạt giống đều phải được đăng ký tại Việt Nam.

- Những thuốc BVTV bị cấm sử dụng ở Việt Nam: Thuốc có độ độc cấp tính quá cao, khả năng gây ung thư, gây quái thai, sảy thai cao, tồn lưu lâu trong môi trường, gây nguy hiểm lớn cho môi sinh, môi trường không được đăng ký, không được nhập, không được buôn bán và sử dụng ở Việt Nam. Mặc dù thuốc này có thể có hiệu lực phòng trừ dịch hại cao, giá rẻ.

- Những thuốc BVTV bị hạn chế sử dụng ở Việt Nam: Thuốc có hiệu lực trừ dịch hại cao, độc cho sinh vật có ích, nhưng cần dùng cho một số cây trồng đặc thù hay dùng với mục đích đặc biệt (xử lý gỗ, khử trùng nông sản) mặc dù chúng có độ độc cao với động vật máu nóng, nhưng chưa có thuốc thay thế nên vẫn phải sử dụng. Khi sử dụng phải tuân theo những hướng dẫn nghiêm ngặt.

- Những thuốc BVTV được phép sử dụng ở Việt Nam: Thuốc có độ độc thấp và trung bình đối với động vật máu nóng, dễ bị phân huỷ và không tồn lưu lâu trong môi trường. Thuốc được đăng ký, nhập khẩu, buôn bán, phân phối và sử dụng ở Việt Nam.

h. Tính kháng thuốc

Khái niệm: Tính kháng thuốc là sự giảm tính mẫn cảm của quần thể động hay thực vật đối với một loại thuốc BVTV sau một thời gian dài (trong sản xuất, bảo quản) quần thể này liên tục tiếp xúc với thuốc đó, khiến cho những loài sinh vật ấy chịu được lượng thuốc lớn có thể tiêu diệt hầu hết các cá thể cùng loài chưa chống thuốc. Khả năng này của dịch hại được di truyền cho đời sau, dù cá thể đời sau có hay không tiếp xúc với thuốc (WHO, 1976) (Dẫn theo Nguyễn Trần Oánh, 2015).

Theo IRAC (2007), tính kháng thuốc trừ sâu là sự thay đổi tính mẫn cảm và di truyền trong quần thể dịch hại, biểu hiện bằng sự thiệt hại lặp lại, khi phòng trừ dịch hại bằng thuốc bảo vệ thực vật theo đúng khuyến cáo ghi trên nhãn sản phẩm. Tính kháng thuốc trừ sâu là một hiện tượng tiến hoá (Rosell, 1997). Đó là kết quả của quá trình chọn lọc gen kháng liên tiếp của các thế hệ qua việc sử dụng thuốc trừ sâu (Johansen, 2001).

Hiện tượng kháng thuốc được phát hiện hầu hết ở các nhóm sinh vật gây hại. Côn trùng và nhện nhỏ sinh sản nhiều và nhanh, có thời gian vòng đời ngắn dẫn đến nhiều thế hệ được sinh ra trong 1 vụ/năm vì vậy chúng hình thành tính kháng thuốc mạnh nhất và được nghiên cứu nhiều nhất. Đầu những năm 80 của thế kỷ XX đã phát hiện được 447 loài côn trùng và nhện nhỏ trong đó 264 loài loài côn trùng và nhện nhỏ hại nông nghiệp, 100 loài nấm và vi khuẩn, khoảng 50 loài cỏ dại đã hình thành tính kháng thuốc. Đến năm 1990 đã thống kê hơn 500 loài chân khớp (gồm 375 loài côn trùng và nhện nhỏ hại cây trồng, 125 trường hợp dịch hại trong y tế và thú y, 31 loài bắt mồi, ký sinh), hơn 150 loài bệnh hại cây, hơn 270 loài cỏ dại, 6 loài chuột đã kháng thuốc (Nguyễn Trần Oánh, 2015).

Quá trình hình thành tính kháng thuốc của dịch hại có nhiều bước: Giai đoạn đầu tính kháng thuốc tăng chậm, khó nhận biết, kéo dài thậm chí trong nhiều năm rồi tăng dần từng bước và cuối cùng là tăng đột biến. Tùy thuộc vào đặc tính của dịch hại và thuốc BVTV, khả năng phát triển tính kháng thuốc sẽ hình thành do sử dụng liên tục một loại thuốc hoặc sử dụng các loại thuốc nhưng có cùng cơ chế tác động giống nhau.

Chỉ số kháng thuốc (R_t) được dùng để chỉ mức độ kháng thuốc. Chỉ số R_t là tỷ số của liều gây chết trung bình của chủng dịch hại bị nghi kháng thuốc với chủng mẫn cảm của cùng loài dịch hại ấy nhưng chưa từng tiếp xúc với bất kỳ loại thuốc nào.

$$R_i = \frac{\text{LD50 của chủng bị nghi kháng thuốc}}{\text{LD50 của chủng mẫn cảm}}$$

Nếu $R_i < 10$: Chủng sâu hại chưa xuất hiện tính kháng thuốc

Nếu $R_i > 10$: Chủng sâu hại đã kháng thuốc

R_i càng lớn mức độ kháng thuốc càng cao.

- Cơ chế kháng thuốc:

Cơ chế kháng sinh hóa: Các cá thể kháng thuốc theo cơ chế này có khả năng giải độc bằng cách phân giải các thuốc trừ sâu trước khi đến được vị trí tác động dưới tác động của 1 hay nhiều men (enzyme), nhanh hơn các cá thể mẫn cảm.

Cơ chế kháng sinh lý: Thay đổi một hay nhiều chức năng sinh lý để làm giảm độ độc của thuốc BVTV và tính kháng thuốc được hình thành.

Cơ chế kháng hành vi: Sự thay đổi hành vi của sâu hại trong tập tính né tránh được liều chết của hóa chất. Những thay đổi bao gồm sự giảm xu hướng bay vào vùng sử dụng hoá chất hay tránh xa khỏi bề mặt có hoá chất.

- Các loại tính kháng thuốc:

Tính kháng thuốc chéo: là kháng hai hoặc nhiều thuốc trừ dịch hại có cùng cơ chế kháng.

Tính kháng thuốc nhiều mặt: là kháng hai hoặc nhiều thuốc trừ dịch hại có cơ chế kháng khác nhau.

Tính kháng thuốc nối tiếp: Các thuốc BVTV dùng luân phiên nối tiếp nhau để chống một loài dịch hại. Trình tự sử dụng các loại thuốc ảnh hưởng đến tốc độ hình thành tính kháng thuốc của một quần thể cũng như mức độ rộng hẹp của phổ kháng thuốc.

- Điều kiện để phát triển tính kháng thuốc: Khả năng phát triển tính kháng hoá chất phụ thuộc vào các yếu tố: đặc điểm di truyền và sinh vật học của loài dịch hại.

i. Sử dụng thuốc và quản lý tính kháng thuốc

Thuốc trừ dịch hại phát triển trong nông nghiệp. Một số chất hóa học vô cơ như lưu huỳnh, asen (thạch tím) đã được sử dụng trong nhiều thế kỷ trước, nhưng các hợp chất hóa học hữu cơ mới được sử dụng như thuốc trừ dịch hại từ giữa thế kỷ XX. Hiện nay biện pháp hóa học chính là sử dụng thuốc bảo vệ thực vật vẫn không thể thiếu trong sản xuất nông nghiệp và vẫn được xem là biện pháp đóng vai trò quan trọng là thành phần của biện pháp quản lý dịch hại tổng hợp (IPM). Phải kết hợp sử dụng thuốc bảo vệ thực vật với các biện pháp khác trong quản lý dịch hại tổng hợp.

Nguyên tắc chung về sử dụng thuốc BVTV

Bộ NN&PTNT ban hành thông tư số 03/2013/TT - BNNPTNT cho các tổ chức, cá nhân trong nước và nước ngoài có hoạt động liên quan đến thuốc bảo vệ thực vật tại Việt Nam. Trong chương 7 về sử dụng thuốc quy định:

1. Chỉ được sử dụng thuốc bảo vệ thực vật trong danh mục thuốc bảo vệ thực vật được phép sử dụng hoặc Danh mục hạn chế sử dụng ở Việt Nam do Bộ trưởng Bộ Nông nghiệp và Phát triển Nông thôn ban hành.

2. Sử dụng thuốc bảo vệ thực vật đúng với hướng dẫn đã được ghi trên nhãn thuốc.

3. Việc sử dụng thuốc bảo vệ thực vật phải đảm bảo nguyên tắc bốn đúng: đúng thuốc, đúng lúc, đúng liều lượng và nồng độ, đúng cách; phải tuân thủ thời gian cách ly đã được ghi trên nhãn.

4. Nghiêm cấm sử dụng các loại thuốc bảo vệ thực vật trong Danh mục thuốc bảo vệ thực vật cấm sử dụng ở Việt Nam, các loại thuốc ngoài Danh mục được phép sử dụng, ngoài Danh mục hạn chế sử dụng ở Việt Nam, các loại thuốc không rõ nguồn gốc, xuất xứ; các loại thuốc không có nhãn hoặc có nhãn chỉ ghi bằng tiếng nước ngoài.

Phương pháp quản lý tính kháng thuốc

Để khắc phục những nhược điểm của biện pháp thuốc BTVT, cần có sự nhìn nhận đầy đủ về biện pháp hoá học: Không thể xem biện pháp hoá học là sự lựa chọn hàng đầu mà chỉ là giải pháp cuối cùng khi các biện pháp phòng chống khác không mang lại hiệu quả. Khi sử dụng thuốc BTVT cần dựa vào ngưỡng kinh tế của từng loài dịch hại, không sử dụng biện pháp hóa học riêng lẻ mà cần phối hợp với các biện pháp khác trong hệ thống IPM.

- Khi sử dụng thuốc, người sử dụng phải xác định được chính xác loài dịch hại, pha phát triển đang phá trên ruộng để chọn mua đúng loại thuốc thích hợp được chỉ định cho đối tượng cần phòng chống. Ưu tiên mua loại thuốc có tác dụng chọn lọc, ít độc với môi trường không gây hại cho cây trồng, hiệu lực trừ dịch hại cao, phù hợp với trình độ sử dụng và điều kiện tự nhiên. Nắm được các cơ chế tác động của thuốc và có hiểu biết đầy đủ về cơ chế tác động của các nhóm thuốc thì có thể chủ động làm chậm sự phát triển tính kháng thuốc. Có thể phun một loại thuốc một vài lần để quản lý dịch hại nhưng không phun liên tục lên nhiều thế hệ dịch hại bằng các thuốc cùng nhóm hoạt chất, không nên sử dụng cùng một nhóm thuốc trong suốt vụ hoặc từ năm này qua năm khác. Không nên sử dụng loại thuốc tồn lưu lâu, có hiệu lực dài. Bảo đảm mức dư lượng tối đa cho phép. Bảo đảm thời gian cách ly phù hợp với thời gian thu hoạch.

- Luân phiên các thuốc trừ sâu có cơ chế tác động khác nhau để tránh hình thành tính kháng chéo. Luân phiên cần thực hiện trong 1 - 2 lứa sâu hại. Tránh luân phiên giữa các thuốc trong cùng một nhóm hoạt chất hay giữa các thuốc khác nhóm nhưng cùng một cơ chế tác động. Khi luân phiên thuốc cần chú ý đến tác động xấu đến thiên địch, phải dùng đúng hướng dẫn trên bao bì, thời gian giữa các lần phun. Khi lựa chọn thuốc nên cân nhắc chọn thuốc có phổ tác động hẹp và có tính chọn lọc cao, ưu tiên lựa chọn các thuốc sinh học, thuốc có tác dụng xua đuổi và gây ngán cho dịch hại.

- Tránh dùng thuốc hỗn hợp để quản lý một loài dịch hại (Nguyễn Trần Oánh, 2012). Bởi vì, hỗn hợp các thuốc có cơ chế kháng khác nhau có thể làm tăng hiệu lực của thuốc và mở rộng phổ tác động đối với dịch hại, tuy nhiên khi hỗn hợp sẽ gây độc

cho các côn trùng và nhện nhỏ nhiều hơn dùng đơn do nhiều cơ chế tác động hoạt động cùng lúc. Dùng các chất hợp lực (synergist), chất phá vỡ tính chống thuốc (resistance breaker), chất phản chống chịu (anti - resistance). Những chất này khi tạo hỗn hợp với các thuốc đã bị dịch hại kháng có thể khôi phục lại hiệu lực của thuốc. Nhưng những chất này chỉ có tác dụng ức chế riêng biệt với từng cơ chế chống thuốc nên chúng không kìm hãm được tính chống chịu nhiều mặt. Có nhiều trường hợp, dịch hại đã hình thành luôn cả tính kháng đối với các chất này.

- Chỉ sử dụng thuốc khi cần thiết sau khi điều tra được hiện trạng của dịch hại và kẻ thù tự nhiên. Hiểu biết được đặc điểm sinh học, sinh thái của dịch hại. Thuốc trừ dịch hại chỉ sử dụng khi dịch hại đạt đến ngưỡng kinh tế. Vì vậy trong IPM, xác định ngưỡng kinh tế là quan trọng và cần thiết cho mỗi loài dịch hại trên từng cây trồng cần phải được nghiên cứu một cách có hệ thống.

Sử dụng thuốc theo 4 đúng: Thời điểm sử dụng thuốc phải đúng vào vào thời điểm dịch hại mẫn cảm, dễ bị tác động nhất. Khi pha và sử dụng thuốc phải đọc kỹ hướng dẫn sử dụng trên nhãn, tính toán đúng lượng thuốc cần dùng theo khuyến cáo, pha thuốc đúng theo dạng thuốc, tùy theo đối tượng phòng chống và loại cây trồng giai đoạn sinh trưởng của cây trồng. Dùng thuốc đúng kỹ thuật, đúng cách, phun đúng nơi dịch hại cư trú. Chọn đúng công cụ phun rải phù hợp. Công cụ phun thuốc phải được kiểm tra thường xuyên (xác định độ rộng đường phun, kiểm tra vòi phun, áp suất khi sử dụng). Đa dạng công cụ phun rải. Ngừng phun khi bình phun rò rỉ. Không phun thuốc ngược chiều gió. Bảo hộ và an toàn lao động cho người sử dụng thuốc. Thu dọn bao bì, chai thuốc và tiêu hủy đúng cách. Không đổ thuốc thừa và nước rửa bơm xuống ruộng.

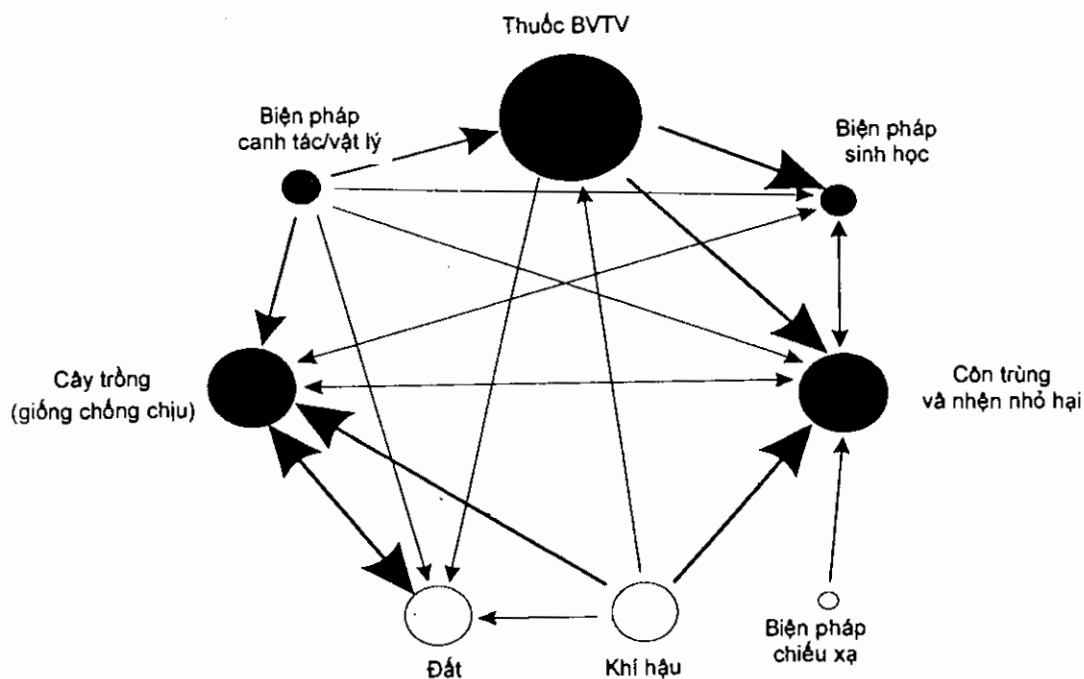
Điểm quan trọng trong sử dụng thuốc trừ dịch hại là không còn dư lượng trên nông sản. Hiện nay ở Việt Nam, Bộ NN&PTNT giao cho Cục BVTV là cơ quan quản lý nhà nước có thẩm quyền thực hiện việc đánh giá và chỉ định phòng thử nghiệm về kiểm dịch thực vật, thuốc bảo vệ thực vật, dư lượng thuốc bảo vệ thực vật trong nông, lâm sản. Dư lượng thuốc bảo vệ thực vật trên sản phẩm là dựa trên dư lượng thuốc cho phép trên sản phẩm an toàn cho người sử dụng. Dư lượng thuốc trừ dịch hại trên thực phẩm cho người hay cho vật nuôi không được vượt quá dung lượng thuốc cho phép.

Kết luận

Trong thực tế, không có chương trình IPM nào có thể phù hợp với tất cả các vùng, nó thay đổi và tùy thuộc vào cách thức sản xuất (SX hữu cơ hay sản xuất theo truyền thống), vào kiểu hệ sinh thái (khu vực rộng lớn có thể có cả núi... khác với trang trại, khác với vườn ...) và vào điều kiện sản xuất (chủ động nước tưới khác với vùng sản xuất phụ thuộc nước trời), tùy thuộc loài dịch hại phải quản lý: đặc điểm sinh học của dịch hại chính (sống trong đất khác với sống trên không, ít di chuyển với loài di chuyển mạnh), tùy thuộc vào giá trị kinh tế của cây trồng quản lý.

IPM là một hệ thống hoàn thiện, vừa giữ cho cây trồng khỏi bị thất thu do dịch hại, vừa liên quan tới kinh tế, xã hội và môi trường. Sự phối hợp các biện pháp riêng biệt trong IPM cần dựa trên cơ sở nghiên cứu mối quan hệ giữa các cá thể loài dịch hại và mối quan hệ các loài trong hệ sinh thái.

Sơ đồ về sự phối hợp giữa thuốc BVTV với các biện pháp khác trong quản lý côn trùng tổng hợp (sản xuất bình thường) được Hoy (1994) trình bày lại hình 5.2 và trong chương trình IPM tại bảng 5.1



Hình 5.2. Sơ đồ về sự phối hợp giữa thuốc BVTV với các biện pháp khác trong quản lý sâu hại tổng hợp

Nguồn: Hoy, 1994

Bảng 5.1. Mối liên quan về tầm quan trọng của các biện pháp được sử dụng trong chương trình IPM tùy thuộc vào từng nhóm dịch hại

Dịch hại	IPM trong hệ thống sản xuất	Giống chống chịu	Canh tác/Vật lý	Hóa học	Sinh học	Tập tính	Sinh học - hợp lý	Khí hậu	Đất
Bệnh cây	Sản xuất bình thường	+++	+++	++	+	NA	+	++	++
	Sản xuất hữu cơ	+++	+++		+	NA	+	+++	+++
Cỏ dại	Đất trồng trọt, conv.	-	+++	+++	-	NA	-	+	+
	Sản xuất hữu cơ	+	+++		+	NA	-	+	++
Tuyến trùng	Cây trồng theo hàng	+	++	+	++	NA	-	+	+
	Sản xuất bình thường	+++	++	++	+	?	-	-	++
Sâu hại	Sản xuất bình thường	++	++	+++	+	-	+	-	-
	Sản xuất hữu cơ	++	+++		+++	++	++	-	+
ĐV hại	Sản xuất bình thường	-	+++	+	++	++	NA	-	-

Ghi chú: càng nhiều dấu (+) thì vai trò của biện pháp đó trong IPM càng lớn, (-): Không có ý nghĩa; NA: không áp dụng

Nguồn: Hoy, 1994

Người ta chia IPM thành 3 mức như (1) Phối hợp các biện pháp, (2) Mức quản lý tổng hợp hệ sinh thái và (3) Mức quản lý tổng hợp cả thảm thực vật từ riêng biệt tới phức hợp.

CÂU HỎI ÔN TẬP CHƯƠNG 5

1. Hãy trình bày chiến lược quản lý dịch hại tổng hợp.
2. Hãy trình bày định nghĩa, nội dung, ưu nhược điểm của biện pháp canh tác, giống chống chịu, sinh học, vật lý, cơ giới, phòng trừ dựa trên giác quan và tập tính của dịch hại, kiểm dịch, hóa học.
3. Hãy nêu phương pháp sử dụng thuốc và quản lý tính kháng thuốc.

Phần C **XÂY DỰNG VÀ THỰC HIỆN QUẢN LÝ DỊCH HẠI TỔNG HỢP**

Chương 6 **THỰC HÀNH THIẾT LẬP** **VÀ THỰC HIỆN CHƯƠNG TRÌNH QUẢN LÝ DỊCH HẠI TỔNG HỢP**

Chương 6 đề cập tới các kỹ thuật cần thiết trong thiết lập và thực hành chương trình IPM. Thực chất đây là cách tiếp cận tương đối mới, tiếp cận có sự tham gia trong việc nâng cao trình độ của nông dân và cán bộ kỹ thuật cơ sở. Ngoài ra chương này còn đề cập tới IPM trong tương lai, nhấn mạnh tới sự phát triển của IPM trong tương lai và từ đó giúp cho người đọc có thể rút ra những mặt mạnh, mặt yếu của chương trình này tại địa phương hay trong từng vùng lãnh thổ hay một quốc gia. Từ đó định hướng hoàn thiện IPM.

6.1. CÁC BƯỚC THỰC HÀNH THIẾT LẬP CHƯƠNG TRÌNH IPM

6.1.1. Các thí nghiệm trong IPM

Quan tâm tới sự đa dạng về các điều kiện kinh tế, xã hội và môi trường của nông trại trong vùng trồng, chương trình Quản lý dịch hại tổng hợp (IPM) nhấn mạnh việc điều chỉnh tập quán canh tác phù hợp với điều kiện đặc thù của từng nông trại, HTX nhằm đạt được hiệu quả về mặt kinh tế và cân bằng về sinh thái. Để áp dụng chương trình IPM có hiệu quả trên đồng ruộng, nông dân cần có kỹ năng giải quyết vấn đề và ra quyết định hợp lý. Phần này thảo luận một số công cụ và phương pháp tiến hành thí nghiệm trong IPM là cơ sở để ra quyết định đúng và là kỹ năng không thể thiếu khi nghiên cứu xây dựng và thực hiện một chương trình IPM.

Tiến hành thí nghiệm

Tiến hành thí nghiệm ở cấp nông trại là một phương pháp chủ yếu để kiểm tra và điều chỉnh các kỹ thuật cho phù hợp với các điều kiện của địa phương. Phần này đưa ra một số gợi ý cho việc bố trí thí nghiệm có khả năng cung cấp những thông tin tin cậy để ra quyết định:

- Ưu tiên và xác định chủ đề chính của nghiên cứu. Chỉ nên kiểm tra một chủ đề trong một thí nghiệm (còn gọi là thí nghiệm một yếu tố), như giống cây trồng, thời gian bón phân lân, liều lượng phân hữu cơ, mật độ cấy trồng hợp lý...

- Xác định mục đích chi tiết, rõ ràng cho thí nghiệm. Mong muốn kiểm tra điều gì và kết quả mong đợi là gì?

- Xác định các công thức cần kiểm tra. Quá nhiều hay quá ít công thức đều không giúp thu được thông tin hữu ích. Khoảng 3 - 5 công thức trong mỗi thí nghiệm là tốt

nhất. Trước hết phải xác định công thức đối chứng. Công thức đối chứng có thể là công thức chuẩn mà kết quả đã được biết trước, như tập quán canh tác của nông dân, hoặc các khuyến cáo quy chuẩn của các trung tâm khuyến nông. Các công thức khác là các biến thể của công thức đối chứng, trong đó có chú ý đến các điều kiện thực tế đồng ruộng và năng lực của chủ nông trại.

- Để đảm bảo độ tin cậy của thí nghiệm, mỗi công thức cần được nhắc lại. Việc nhắc lại này giúp giảm ảnh hưởng của các nhân tố biến thiên trên ruộng (yếu tố phi thí nghiệm) như đất, nước và ánh nắng mặt trời. Đối với các thí nghiệm ở cấp nông trại, mỗi công thức được nhắc lại hai lần là đủ (nếu để nghiên cứu thiết lập quy trình IPM thì cần nhắc lại 3 lần để đảm bảo số lượng mẫu phục vụ cho việc tính thống kê so sánh sai khác).

Để bố trí thí nghiệm, có thể bố trí theo kiểu thí nghiệm 1 yếu tố hoặc kiểu 2 hay nhiều yếu tố. Tuy nhiên, trong nghiên cứu IPM thường là có sự tham gia của nông dân và họ sẽ cùng đánh giá và quan sát kết quả thí nghiệm, vì vậy để dễ so sánh, chúng ta nên tách thí nghiệm nhiều yếu tố thành các thí nghiệm 1 yếu tố. Thí nghiệm 1 yếu tố có thể bố trí theo 3 kiểu chính là: Khối ngẫu nhiên hoàn chỉnh (RCB); Ngẫu nhiên hoàn chỉnh (CRD) và ô vuông La tinh (Sử dụng công thức thí nghiệm bằng số lần lặp lại). Tùy theo độ đồng đều về lịch sử sử dụng đất và độ cao thấp, độ rộng hay hẹp của khu đất, mà quyết định chọn kiểu bố trí thí nghiệm cho phù hợp, giảm những ảnh hưởng không đáng có. Nếu khu đất đáp ứng được độ đồng đều và đủ rộng, có thể chọn bố trí thí nghiệm theo ô vuông La tinh hoặc RCD, nếu đất không đồng đều và không đủ rộng thì nên chọn kiểu RCB. Hiện nay, với điều kiện đất đai của Việt Nam (nhất là vùng đồng bằng sông Hồng) đất thường không đồng đều về lịch sử sử dụng đất, vì vậy nên bố trí thí nghiệm theo kiểu RCB. Để hiểu rõ hơn, chúng ta xem cụ thể ở ví dụ dưới đây.

Ví dụ: Xác định liều lượng bón phân urê hợp lý cho cây khoai lang tại HTX Đồng Sơn

Mục đích	Kiểm tra xem liều lượng phân urê có thể giảm tới mức nào mà không làm giảm năng suất khoai lang.
Chủ đề nghiên cứu	Xác định liều lượng bón phân urê phù hợp
Các công thức	50kg urê/ha (A) 100kg urê/ha (B) 150kg urê/ha(C) 200kg urê/ha (tập quán của nông dân = công thức đối chứng) (D)
Số lần nhắc lại	3 lần (I, II, III)

Các công thức được xác định dựa theo liều lượng đối chứng là 200 kg urê/ha là liều lượng mà nông dân vẫn thường bón. Lưu ý rằng mục đích nghiên cứu là để giảm liều lượng phân urê vì nông dân không đủ tiền để bón nhiều như thế và do đó tất cả các

công thức khác đều có liều lượng bón thấp hơn so với đối chứng. Một thí nghiệm kế tiếp có thể xem xét những chênh lệch nhỏ hơn về liều lượng phân urê giữa các công thức trong phạm vi các liều lượng đã cho năng suất cao nhất trong thí nghiệm này.

(i) Chuẩn bị ruộng rồi chia nhỏ thành các ô có diện tích tối thiểu là 10m^2 cho mỗi lần nhắc lại. Hình dáng các ô ruộng càng gần với hình vuông càng tốt. Chẳng hạn, trên ruộng trồng khoai lang, có thể tạo các ô rộng 3 luống (rộng 1,2m) và dài 4m. Nếu hình dáng ruộng không cho phép chia thành các ô nhỏ hình vuông có cùng kích thước thì cần phải đo diện tích (m^2) của từng ô thật chính xác và sau đó phải điều chỉnh các công thức thí nghiệm cho tương ứng. Các công thức khác nhau phải được bố trí sao cho hai lần nhắc lại của công thức đó không được ở cạnh nhau (bằng cách viết tên các công thức và bỏ thăm ngẫu nhiên vào từng lần nhắc lại của thí nghiệm).

Sơ đồ thí nghiệm 1 yếu tố (xác định các mức bón urê hợp lý); bố trí theo kiểu thí nghiệm khối ngẫu nhiên hoàn chỉnh (RCB), xung quanh có dải bảo vệ rộng khoảng 1m.

Một cách chia khác đơn giản hơn nhưng cũng kém chính xác hơn là chia sao cho mỗi ô có số lượng cây như nhau, chẳng hạn như một luống, một hàng có 60 cây tạo thành một ô. Tuy nhiên, trong cách chia này, khoảng cách trồng có thể khác nhau và vì vậy có thể tạo thuận lợi cũng như gây bất lợi cho một số cây. Khi đánh giá kết quả, chúng ta phải xác định sản lượng theo đầu cây. Tốt nhất là tạo nên những ô có cùng diện tích và cùng số cây.

(ii) Mỗi ô được đánh dấu (tên bằng một cọc tre chẳng hạn) và có nhãn ghi rõ ràng công thức và lần nhắc lại (A hoặc B) bằng bút không xóa được.

(iii) Quan sát các ô này thường xuyên trong suốt thời gian thí nghiệm và ghi lại những dấu hiệu liên quan đến sự phát triển của cây và tình trạng ruộng. Điều này rất cần thiết cho việc giải thích kết quả của thí nghiệm sau này.

(iv) Đo tất các biến số vào thời điểm cần thiết.

(v) Xử lý dữ liệu bằng cách tính giá trị trung bình của các lần nhắc lại cho từng công thức, phân tích các kết quả và rút ra kết luận.

Các thí nghiệm trong IPM thường tập trung vào một số nội dung sau:

- Nghiên cứu xây dựng quy trình: Như nghiên cứu thử nghiệm các biện pháp quản lý dịch hại (vệ sinh đồng ruộng: thu nhặt hết bộ phận nhiễm dịch hại và không vệ sinh đồng ruộng; Làm sạch nguồn dịch hại trong đất bằng luân canh hoặc xen canh cây trồng, bón vôi, phơi ải đất; Thử nghiệm các loại thuốc trừ dịch hại (ưu tiên sử dụng thuốc sinh học và hóa học ít độc để đưa vào quy trình, có một công thức sử dụng thuốc hóa học mà nông dân thường sử dụng nhưng độ độc cao để khuyến cáo nông dân không tiếp tục sử dụng; Thử nghiệm thu bắt trưởng thành bằng các loại bẫy: pheromone, màu sắc, bẫy ánh sáng...; Bao quả để giảm sự gây hại của ruồi đục quả; Khảo nghiệm tính kháng dịch hại của các giống đang sản xuất để từ đó tìm ra những giống có triển vọng đưa vào quy trình; Xác định ngưỡng phòng trừ...).

- Nghiên cứu thực hiện quy trình IPM: Sau khi quy trình IPM đã hoàn thiện, triển khai áp dụng quy trình ở một số địa phương cụ thể. Do điều kiện đất đai ở mỗi vùng có độ màu mỡ khác nhau nên thường phải bố trí thêm các thí nghiệm xác định lượng phân bón hợp lý hoặc xác định mật độ cây trồng hợp lý, trồng thử nghiệm một số giống mới có triển vọng; Ruộng làm theo quy trình IPM (ruộng IPM) và ruộng sản xuất theo tập quán của nông dân (ruộng FP)...

6.1.2. Phương pháp tính hiệu quả kinh tế

Trong quá trình xây dựng và huấn luyện chương trình IPM, phải so sánh hiệu quả kinh tế của ruộng áp dụng quy trình IPM gọi là ruộng IPM và ruộng sản xuất theo canh tác đại trà (ruộng FP) sau 1 vụ sản xuất.

Vậy, để tính được hiệu quả kinh tế, nông dân cần bố trí hai ruộng: (i) ruộng sản xuất theo quy trình IPM và (ii) ruộng sản xuất theo quy trình FP, sau đó ghi chép chi tiết trong suốt vụ ở cả 2 ruộng về các khoản chi phí bằng tiền (mua giống, phân bón, thuốc trừ dịch hại, thuê đất...) và chi phí công lao động (được tính chi tiết bằng giờ) (công theo nước, công làm đất, công bón phân, làm cỏ...) sau đó tính 8 giờ/ 1 công và nhân với đơn giá khoảng 150.000đ/ công (tùy theo giá công lao động của từng địa phương). Sau đó khi thu hoạch cần cân cụ thể khối lượng nông sản thu hoạch để tính: (i) Giá thành; (ii) Thu nhập và (iii) Lợi nhuận.

Việc tính hiệu quả kinh tế được thực hiện như sau:

- Phương pháp tính toán chi phí cụ thể cho từng khoản mục

Đối với nhóm 1 (chi phí trực tiếp): các khoản chi mua giống, phân bón, thuốc sâu, thuê ruộng... đối với các khoản này cần lập bảng bao gồm: tên vật tư, số lượng, đơn giá và tổng chi phí.

Đối với nhóm 2 (vật rẻ tiền mau hỏng): tiền mua quang gánh, liềm, cào cỏ, bình ô doa... để tính tiền khấu hao cần lấy tổng số tiền mua dụng cụ đó chia cho khối lượng công việc.

Ví dụ, 1 bộ quang gánh trị giá 30.000đ, sử dụng được 2 năm cho mọi hoạt động sản xuất trồng trọt (làm khoảng 5 mẫu ruộng). Vậy phân bổ chi phí đôi quang gánh đó bình quân cho 1 sào ruộng là 30.000đ : 50 sào = 600 đ/sào).

Đối với nhóm 3 (Khấu hao tài sản cố định): Khấu hao theo thời gian hoặc theo khối lượng công việc.

Tính giá trị khấu hao tài sản cố định theo công thức:

$$\text{Giá trị khấu hao} = \frac{\text{Giá trị ban đầu} + \text{Chi phí trong thời gian tồn tại} - \text{Giá trị thanh lý}}{\text{Thời gian làm việc hoặc Khối lượng công việc hoàn thành}}$$

VD: Tính khấu hao bình bơm thuốc sâu động cơ. Giá trị ban đầu của bình bơm: 1.000.000 đồng. Sau khi bơm cho 40ha thì bán thanh lý được 100.000 đồng. Để bơm hoạt động, cần phải bảo dưỡng, sửa chữa, thay phụ kiện (chi phí trong thời gian sử dụng): 300.000 đồng.

$$\text{Giá trị khấu hao bình} = \frac{1.000.000 \text{ đ} + 300.000 \text{ đ} - 100.000 \text{ đ}}{40 \text{ ha}} = 30.000 \text{ đ/ha}$$

Tính chi phí sản xuất (C):

Khi thực hiện sản xuất lúa, người nông dân phải bỏ tiền ra để mua giống, phân bón, thuốc trừ sâu, chi cho làm đất, khấu hao tài sản cố định, chi cho các hoạt động dịch vụ... chi thuê mướn lao động (Các khoản chi này gọi là chi phí vật chất viết tắt là Cv).

Công lao động của gia đình cũng được tính thành tiền (chi phí lao động viết tắt là Cl).

Cộng tổng chi phí vật chất với chi phí lao động gọi là chi phí sản xuất (C).

$$C = C_v + C_l$$

Tính giá thành sản phẩm (P):

Khi thu hoạch người ta thu được một khối lượng sản phẩm chính (thóc), viết tắt là Q và sản phẩm phụ (rơm, rạ).

Các loại sản phẩm này được đem bán hoặc sử dụng tiêu dùng cho gia đình qui thành giá trị gọi là giá trị sản lượng hoặc gọi là doanh thu viết tắt là D.

Giá thành sản phẩm bình quân 1kg lúa chính là mức chi phí sản xuất phải chi ra để sản xuất ra được 1kg lúa - gọi tắt là P:

$$P = \frac{C}{Q} \text{ (đ/kg)}$$

Tính thu nhập (Tn) và lợi nhuận(Ln):

Thu nhập từ sản xuất nông nghiệp: là phần còn lại của doanh thu (D) trừ đi chi phí vật chất (Cv). Như vậy, thu nhập là phần tính cả lao động mà gia đình đã bỏ ra gọi tắt là Tn:

$$T_n = D - C_v$$

Lợi nhuận hay gọi là lãi do sản xuất nông nghiệp là phần còn lại của doanh thu trừ đi chi phí sản xuất. Lợi nhuận gọi tắt là Ln.

$$L_n = D - C$$

Thu nhập lớn hơn lợi nhuận chính bằng phần giá trị lao động của gia đình bỏ ra:

Ví dụ 1. Thu nhập thuần, hay lợi nhuận, của việc trồng khoai được tính bằng cách lấy tổng thu nhập từ sản xuất trừ đi những chi phí thực tế (Bảng 6.1).

**Bảng 6.1. Thu nhập và chi phí trong sản xuất khoai lang
tại hợp tác xã Đông Xuân vụ đông năm 2015**

Thu nhập	Chi phí
<ul style="list-style-type: none"> - Từ việc thu hoạch củ = tổng khối lượng củ (kg) nhân với đơn giá của một kg; hoặc bằng giá trị cơ hội; hoặc bằng giá trả cho cây trồng còn trên ruộng. - Từ việc thu hoạch dây khoai để làm giống hoặc làm thức ăn; hoặc bằng giá trị cơ hội nếu được sử dụng tại nông trại 	<ul style="list-style-type: none"> - Tiền thuê đất - Giống - Phân hữu cơ - Hoá chất nông nghiệp (phân bón, thuốc trừ dịch hại v.v.) - Dụng cụ - Lao động - Thuê nhân công - Chi phí cơ hội cho lao động của gia đình - Chi phí đi lại, vận chuyển khi mua nguyên liệu - Chi phí thu hoạch (chi phí giao dịch, tiếp thị, lao động, vận chuyển, công cụ...) - Các chi phí khác

Thu nhập sẽ phụ thuộc vào khối lượng thu hoạch và vào mức giá bán tại thời điểm thu hoạch, trong khi tổng chi phí lại phụ thuộc vào khối lượng vật tư đầu vào và các dịch vụ sử dụng và đơn giá của chúng. Khi tính thu nhập và chi phí, nông dân có xu hướng chỉ xem xét những hoạt động cần phải chi tiền. Hầu như họ không bao giờ tính các giá trị cơ hội của các sản phẩm hay dịch vụ, như của các lao động trong gia đình, hoặc của dây khoai lang làm thức ăn cho động vật nuôi của nông trại. Điều này có nghĩa như họ không tự trả lương cho mình. Tuy nhiên, điều quan trọng là cần phải nhận thức được giá trị của những cơ hội này để có thể đưa ra được những quyết định quản lý nông trại đúng đắn, đặc biệt khi có các cơ hội thay thế khác, chẳng hạn như cơ hội có thể tìm được việc làm ở ngoài nông trại, hoặc khi có một thị trường giống khoai lang.

Tại các lớp huấn luyện nông dân của chương trình IPM, các học viên sẽ thực hiện hạch toán kinh tế cho các ruộng của lớp huấn luyện IPM theo mẫu ghi chép về việc trồng, và họ cũng được khuyến khích thực hiện các phân tích tương tự cho các ruộng của mình trong suốt vụ. Vì các mục tiêu học tập, phân tích này đầu tiên sẽ chỉ xem xét các khoản chi tiêu bằng tiền, chẳng hạn như:

Các hoạt động: các biện pháp canh tác được thực hiện;

Lao động: tiền trả cho việc thuê nhân công;

Mua vật tư đầu vào: chi phí vật tư đầu vào, chi phí giao dịch (nhân công, vận chuyển);

Ghi chú: Các quan sát cần chú ý;

Đến cuối vụ, hai cột lao động và vật tư đầu vào được cộng lại và kết quả được điền vào cột tổng chi phí. Sau khi bán sản phẩm có thể tiến hành hạch toán kinh tế bằng cách điền và tính các chi tiêu như:

Tổng chi phí: bằng tổng của tất cả các cột chi phí;

Khối lượng thu hoạch: tính theo kilôgam;

Giá: tổng mức giá của cây trồng đang trên ruộng;

Tổng thu: giá thị trường của một kg sản phẩm nhân với tổng khối lượng (kg) thu hoạch (bao gồm cả phần bán ra thị trường và phần tiêu dùng của gia đình được quy ra tiền);

Thu nhập thuần: Tổng thu nhập từ sản xuất trừ đi tổng chi phí.

Ví dụ 2: Hạch toán kinh tế sản xuất khoai tây.

Sau khi tính được tổng chi phí cho ruộng thí nghiệm (... đồng/điện tích) và tổng thu khi bán hết sản phẩm thu được (... đồng/điện tích), sản lượng thu được trên diện tích thí nghiệm (... kg/điện tích) ta sẽ tính được giá thành, thu nhập và lợi nhuận như sau:

$$\text{Giá thành bình quân 1kg khoai tây} = \frac{261.300 \text{ đồng}}{240\text{kg}} = 1.050 \text{ đồng/kg}$$

Toàn bộ sản phẩm thu được, người trồng có thể tiêu thụ theo 3 phương án khác nhau:

- *Phương án 1:* Sản lượng thu được gia đình đem bán cho tiêu dùng là 200kg với giá 1.600 đ/kg, thu được 320.000đ và để lại sử dụng 40kg củ nhỏ hơn giá 1.000 đ/kg. Như vậy, tổng giá trị sản lượng = 360.000đ

Vậy thu nhập là: 360.000 - 161.300 = 198.700đ

Lợi nhuận: 360.000 - 251.300 = 108.700đ

- *Phương án 2:* Sản lượng thu được gia đình sử dụng như sau :

Bán cho tiêu dùng : 100kg giá 1.700 đ/kg (Củ to nhất)

Đẻ giống: 80kg (giá 2.000 đ/kg)

Đẻ ăn: 50kg (giá 1.200 đ/kg) (Củ vừa)

Dùng làm thức ăn chăn nuôi: 10kg (giá 800 đ/kg) (Củ xấu)

Giá trị sản lượng: 170.000 + 160.000 + 8.000 = 338.000đ

Vậy thu nhập là: 338.000 - 161.300 = 176.700đ

Lợi nhuận: 338.000 - 251.300 = 86.700 đ

- *Phương án 3:* Nếu gia đình giữ khoai lại để bảo quản, sau 3 tháng mới bán khoai tây, tỉ lệ hao hụt là 5% (như vậy cứ 100kg khoai bảo quản sẽ còn lại 95kg sau bảo quản). Giá bán là 3.000 đ/kg và chi phí cho bảo quản khoai tây là 30.000đ.

Khối lượng khoai tây còn lại sau bảo quản là: (240kg - 240 × 5/100) = 228kg

Giá trị sản lượng: 228kg × 3.000 đ/kg - 30.000đ (chi phí bảo quản) = 654.000đ

Vậy tổng thu nhập là: 654.000 - 161.300 = 492.700đ

Lợi nhuận: 654.000 - 251.300 = 402.700đ

Từ việc nghiên cứu các phương án, sẽ cho thấy phương án nào có hiệu quả nhất.

6.1.3. Các bước thiết lập chương trình IPM

Để phát triển một chương trình IPM, thường có sự tham gia của các nhà khoa học thuộc các lĩnh vực: côn trùng, bệnh cây, động vật học (BVTV); nông học; khí tượng học; sinh thái học; kinh tế học; mô hình toán học và các chuyên gia lập trình máy tính...

Nguyên tắc thiết lập chương trình IPM: (i) Thực hiện IPM không chỉ quản lý được dịch hại mà còn phải mang lại hiệu quả kinh tế và môi trường; (ii) Cho phép các loài dịch hại ngay cả dịch hại chủ yếu tồn tại trong hệ sinh thái dưới ngưỡng gây hại kinh tế; (iii) Bảo vệ và khích lệ các loài thiên địch trong tự nhiên; (iv) Cần phối hợp hài hòa các biện pháp BVTV dựa trên sự hiểu biết đồng ruộng một cách hợp lý.

Thiết lập chương trình IPM bao gồm 4 bước: Bước 1: Nghiên cứu và xây dựng; Bước 2: Mô hình; Bước 3: Huấn luyện, mở rộng; Bước 4: Hậu IPM.

a. Giai đoạn nghiên cứu và xây dựng

Trong giai đoạn này cần điều tra, bố trí thí nghiệm để thu thập các thông tin cần thiết làm cơ sở cho việc xây dựng chương trình IPM giả định.

Xác định được thành phần dịch hại từ đó xác định loài dịch hại chính, xác định thành phần thiên địch và xác định loài thiên địch có vai trò khống chế số lượng của dịch hại chính.

Xác định đặc điểm sinh vật học (đặc điểm sinh vật học từng pha phát dục của dịch hại; chu kỳ phát triển của dịch hại, sức sinh sản, tỷ lệ sống sót trong tự nhiên, hành vi tập tính của dịch hại...) và đặc tính sinh thái học của dịch hại chính (thời gian dịch hại xuất hiện gây hại, quy luật phát sinh phát triển dưới ảnh hưởng của một số điều kiện sinh thái (khí hậu thời tiết, cây trồng, sinh vật có ích, kỹ thuật canh tác của người sản xuất,...)).

Tìm hiểu về hệ thống sản xuất cây trồng: Kỹ thuật canh tác đang áp dụng tại địa phương (giống, mật độ cấy, phân bón tưới nước, kỹ thuật chăm sóc...).

Các biện pháp BVTV đã áp dụng và hiệu quả của chúng.

Các trở ngại của môi trường (hạn hán, lũ lụt, xói lở đất, đất nghèo dinh dưỡng).

Các yêu cầu của cộng đồng và của địa phương.

Mối liên quan giữa giai đoạn sinh trưởng của cây và giai đoạn phát triển của dịch hại.

Thông tin về giá cả và lợi nhuận của cây trồng và chi phí phòng trừ. Ngoài ra còn tính cả chi phí gián tiếp và lợi nhuận của xã hội và môi trường để từ đó xác định hiệu quả kinh tế.

Nghiên cứu xác định ngưỡng kinh tế cho dịch hại chính.

Cần quản lý tốt dịch hại ở một khu vực hay một vùng rộng lớn.

Yêu cầu lấy mẫu và kiểm tra định lượng: Những ghi chép cần thiết ở mức tối thiểu cho mỗi một khu đồng (địa phương) bao gồm: (i) Tên loài dịch hại, kích thước

quần thể, giai đoạn phát triển; (ii) Các biện pháp đã áp dụng làm giảm số lượng dịch hại: Thuốc BTVT (hóa chất đã sử dụng, thời gian phun, liều lượng sử dụng), các loài thiên địch đã nhân thả, bẫy pheromone; các biện pháp khác quản lý tính kháng; (iii) Kết quả của các biện pháp BTVT đã áp dụng; (iv) Các giống cây trồng và năng suất; (v) Phân bón đã sử dụng; (vi) Thời tiết; (vii) Giá công lao động (giờ).

Cuối giai đoạn này cần xác định được các kỹ thuật quản lý dịch hại có thể áp dụng trong quy trình và hình thành được *Quy trình IPM giả định*.

b. Giai đoạn mô hình

Thử nghiệm quy trình IPM giả định được thiết lập ở cuối giai đoạn 1, hoàn thiện qua 2 - 3 vụ cây trồng để hình thành một *Quy trình IPM chính thức*, các nội dung thực hiện trong giai đoạn này bao gồm: (i) Thử nghiệm quy trình IPM giả định và các thí nghiệm riêng biệt (thông qua lớp nông dân tham gia nghiên cứu); (ii) Trình diễn hội nghị đầu bờ để nông dân đánh giá kết quả, rút kinh nghiệm và tin tưởng làm theo; (iii) Bổ sung hoàn thiện quy trình IPM; (iv) Xây dựng tài liệu huấn luyện cho các lớp nông dân FFS (Farmer Field School) về IPM.

Một trong các tiêu chí đánh giá quy trình IPM là thực hiện IPM phải mang lại hiệu quả về kinh tế: vậy phương pháp xác định hiệu quả kinh tế của quy trình được xác định.

c. Giai đoạn mở rộng

Sau khi có quy trình IPM chính thức và xây dựng được tài liệu huấn luyện thì bắt đầu tổ chức huấn luyện cho huấn luyện viên (TOT) đây sẽ là lực lượng huấn luyện cho các lớp nông dân (FFS). Lực lượng giảng viên có thể là kỹ sư nông nghiệp hoặc những nông dân sản xuất tiên tiến. Việc huấn luyện thường kéo dài ít nhất 1 vụ và ở một trung tâm huấn luyện của quốc gia. Sau khóa huấn luyện, huấn luyện viên sẽ về địa phương để huấn luyện mở rộng cho các lớp nông dân ở đó. Sau khi chương trình IPM được huấn luyện trong 1 vài vụ thì tổ chức Hội thảo khoa học nhằm đánh giá và trao đổi thông tin giữa cơ quan nghiên cứu và chỉ đạo sản xuất (về kết quả nghiên cứu xây dựng quy trình IPM).

d. Giai đoạn hậu IPM

Nông dân sau khi được huấn luyện IPM có thể tiếp tục tham gia vào 1 trong 3 hoạt động (i) Câu lạc bộ IPM; (ii) IPM cộng đồng hoặc (iii) Thực hiện mô hình IPM vừa được huấn luyện.

Các vấn đề cần xem xét thêm khi thiết lập một chương trình IPM:

Việc lập kế hoạch là yếu tố cần thiết nhất: Khi lập kế hoạch cần ưu tiên xem xét các thông tin liên quan tới cây trồng như: (i) Thông tin về lịch sử trồng trọt; (ii) Vấn đề nguồn dịch bệnh trong đất như (ví dụ: nấm gây thối cây hoặc phần lớn các loài tuyến trùng); (iii) Khoảng thời gian cho một vụ cây trồng: ngắn hoặc dài, cây hàng năm khác cây lưu niên, cây thân thảo khác với cây thân bụi; (iv) Mối liên quan giữa dịch hại và cây trồng; (v) Mục đích sử dụng sản phẩm (bán tươi khác với chế biến).

Xây dựng kế hoạch bao gồm:

Thực hiện các thí nghiệm trước khi trồng (nếu cần);

Kiểm tra định lượng tiến hành trong suốt vụ cây trồng cần (sinh trưởng cây trồng, mật độ dịch hại, thiên địch);

Thời điểm và phương pháp thu hoạch (làm bằng tay khác với thu bằng máy);

Tiêu hủy tàn dư cây trồng, vệ sinh đồng ruộng sau khi đã thu hoạch sản phẩm và áp dụng những biện pháp đặc biệt khả thi trong lúc bỏ hoang đất.

6.1.4. Một số chương trình IPM đã được thực hiện ở Mỹ và châu Âu

a. Chương trình IPM rau họ Hoa thập tự

Thành phần loài dịch hại chính trên: (i) Bệnh hại bao gồm: khảm lá rau, hóa bần rể, to gân, bệnh phấn trắng; bệnh thối lá rau; (ii) Cỏ dại gồm cỏ hàng năm, chịu lạnh, nhiều loài cỏ khác. (iii) Tuyến trùng: tuyến trùng nốt sưng (Root knot) có thể là loài gây hại chính; tuy nhiên chúng phát triển trong mùa lạnh là điều kiện không thuận lợi; (iv) Côn trùng hại gồm các loài như rệp đào, ruồi đục lá, sâu non của nhiều loài thuộc bộ cánh vảy; (v) Động vật có xương sống và nhuyễn thể không thường xuyên có vấn đề trong sản xuất rau hàng hóa.

Thông tin liên quan tới sản xuất rau: Một vụ rau kéo dài khoảng 45 ngày nếu trời ẩm và kéo dài tới 75 ngày nếu trời rét. Thu hoạch bằng tay. Cây trồng có giá trị cao nhưng chi phí đầu vào cao, tuy vậy giá bán lại phụ thuộc vào thị trường chủ yếu là tiêu thụ tươi, bán trực tiếp ra thị trường, cần đảm bảo yêu cầu về mẫu mã sản phẩm, thị trường khó tính, giá cả, lợi nhuận.

Những hạn chế khi thực hiện IPM trên cây rau họ Hoa thập tự: Thường thất bại do dư lượng thuốc BVTV, dư lượng tồn tại trong cây cao (gây nhiễm độc cho người thu hoạch và người tiêu thụ, cây trồng vụ sau cũng bị ảnh hưởng, có vấn đề về luân canh); Phòng trừ sinh học bị giới hạn sử dụng do: Tác động rất chậm trong khi một vụ cây trồng ngắn; Tiêu chuẩn mẫu mã: không cho phép có vết bần, vết hại trên nông sản, tiêu chuẩn mẫu mã cho sự có mặt của tác nhân sinh học; Giá cả thay đổi thất thường làm cho việc áp dụng ngưỡng kinh tế trong phòng trừ rất khó khăn.

Một số khó khăn gặp phải trong quá trình thực hiện IPM trên cây rau họ Hoa thập tự: Nếu như cả sâu và bệnh đều có mặt trên rau thì không thể chấp nhận được vì vậy cần phải tính toán làm sao để làm giảm nhẹ ngay lập tức. Do khả năng gối nhau của cây, mà IPM trên cây rau lại cần có thời gian không có mặt trong hệ thống luân canh để quản lý bệnh virus nên gặp khó khăn. Cần tiêu diệt cây ký chủ phụ ở trong vùng lớn để quản lý bệnh virus và rệp muội lây lan.

b. Chương trình IPM bông

Các loài dịch hại chính trên cây bông: (i) Các loại bệnh như bệnh héo khô, bệnh đen rể (*Thielaviopsis*); (ii) Cỏ dại gồm các loài cỏ hàng năm mọc ở vùng khí hậu ẩm (ví

dụ: *Amaranthus* spp., *Solanum* spp.) và cỏ lâu năm (*Cyperus* spp. và *Convolvulus*, *Sorghum halapense*); (iii) Tuyến trùng bao gồm tuyến trùng nốt sưng (Root - knot) là loài rất nguy hiểm; ngoài ra tuyến trùng dạng thân và lưới giáo cũng có thể gây hại; (iv) Các loài động vật chân khớp gồm sâu đục quả bông, sâu hồng và một số loài sâu thuộc bộ cánh vảy, rệp bông, bọ xít xanh, bọ phấn trắng, một số loài bọ trĩ, nhện nhỏ và một số loài khác; (v) Động vật có xương sống và nhuyễn thể thường không gây hại lớn đối với sản xuất bông thương mại.

Một số trở ngại chính trên cây bông: Là cây lâu năm, nhưng thường được gieo trồng như cây hàng năm; thời gian một vụ trồng thường kéo dài 6 tháng, có thể trồng liên tục nhiều năm nên tạo điều kiện cho dịch hại tồn tại từ năm này sang năm khác; tất cả các loài dịch hại không xuất hiện cùng lúc trên tất cả các các vùng trồng, sản phẩm được thương mại trong phạm vi rộng là cơ hội để dịch hại có khả năng lây lan cao; thu hoạch bằng máy, cần phải có máy tĩa hạt bông...

Thực hiện IPM trên cây bông: Việc tiêu hủy cây trồng sau thu hoạch được coi là một phần không thể thiếu trong quy trình IPM bông, ngoài ra biện pháp phòng trừ sinh học cũng cho hiệu quả phòng trừ cao. Công cụ đường thời gian rất hữu ích cho việc phát triển chương trình IPM trên bông.

Những ưu tiên khi sử dụng giống bông: Đối với bệnh hại nên sử dụng giống chống chịu hoặc luân canh với các cây trồng khác; Với tuyến trùng: cần sử dụng các giống kháng, hoặc luân canh với cây không phải ký chủ (cần làm sạch cỏ dai); nên sử dụng giống mới chống chịu các loài côn trùng như sâu xanh, rầy xanh lá mạ, rệp muội, nhện đỏ hai chấm vì các giống truyền thống thường nhiễm, các giống bông đã được chuyển nạp gen (Bt) có khả năng chống chịu cao với sâu thuộc bộ cánh vảy; Sử dụng giống chuyển nạp gen (HR) có khả năng chống chịu cao với thuốc trừ cỏ.

Trong quá trình cây bông sinh trưởng, phát triển cần lập bản đồ gieo trồng bông, tính toán số quả giữ được, đánh giá mức độ hại của tán lá, xác định độ phong phú và hoạt động của thiên địch, sử dụng độ nhiệt ngày và ra quyết định thực hiện mô hình, kèm theo kiểm tra xung quanh cánh đồng.

Sau khi thu hoạch bông: Cắt nhỏ tàn dư cây bông để quản lý sâu đục quả bông và sâu hồng.

Bảng 6.2. Đường thời gian (Time line) của cây bông tại thung lũng miền trung California

	Tháng 1	Tháng 2	Tháng 3	Tháng 4	Tháng 5	Tháng 6	Tháng 7	Tháng 8	Tháng 9	Tháng 10	Tháng 11	Tháng 12
Giai đoạn nảy mầm			A									
Giai đoạn cây con												
Giai đoạn nụ												
Giai đoạn hoa nở												

	Tháng 1	Tháng 2	Tháng 3	Tháng 4	Tháng 5	Tháng 6	Tháng 7	Tháng 8	Tháng 9	Tháng 10	Tháng 11	Tháng 12
Giai đoạn quả non												
Giai đoạn quả nở												
Thu hoạch												
Cắt nhỏ cây/ cây đất												
Lập kế hoạch												
Phân tích đất, nước												
Lấy mẫu tuyến trùng nốt sùng												
Phân tích nấm héo xanh												
Kế hoạch tưới tiêu												
Lên luống												
Tưới tiêu												
Điều tra cỏ dại												
Trồng dặm, thuốc cỏ tiền nảy mầm												
Thuốc cỏ hậu nảy mầm												
Vun luống												
Hạn chế sinh trưởng												
Ngắt lá												
Chạy chương trình dự báo dịch hại												
Theo dõi sự phát triển cây trồng												B
Xác định dinh dưỡng qua phân tích cuống lá												
Sâu xám												
Nhện hại												
Bọ xít												
Bọ phấn và rệp muội												
Sâu đục quả												

Ghi chú: Thời vụ chỉ mang tính tương đối, chúng phụ thuộc vào điều kiện từng địa phương, từng năm, thời tiết...

c. Chương trình IPM cây ăn quả (lê và táo)

Dịch hại chính trên cây ăn quả gồm có: (i) Các loại bệnh: bệnh ghè (*Venturia*), bệnh phấn trắng, bệnh héo xanh..., mốc sương (*Phytophthora infestans*); (ii) Cò đại: Phần lớn các loài cò; đặc biệt cò lưu niên; (iii) Tuyến trùng: Sưng rễ, gây tổn thương rễ, tuyến trùng chĩa nhọn (dagger) và tuyến trùng vòng (ring nematodes); (iv) Sâu hại cần quan tâm tới ngài đục hạt (Codling moth) là loài dịch hại chính; Ngoài ra còn có một số sâu thuộc bộ cánh vảy, một số loài rệp muội (rosy apple and wooly apple), giòi đục quả táo (apple maggot), bọ xít dài (stinkbugs), rầy (pear psylla); (v) Các loài động vật có xương sống và nhuyễn thể: Trong các hệ sinh thái ổn định thì động vật hại gồm chuột đồng, chuột và sóc (squirrels); Hươu nai chỉ hại trong một vài sinh cảnh cụ thể.

Khi thiết lập IPM trên cây ăn quả cần xem xét đây là cây lưu niên; thời gian sinh trưởng kéo dài trong nhiều năm, việc quyết định không chính xác thời điểm trồng có thể sẽ gây ra tổn kém, cây có mặt liên tục trên đồng ruộng nên rất khó có thể phòng trừ dịch hại trong đất, việc sử dụng giống sạch là điều ưu tiên số một bằng cách sử dụng gốc ghép kháng dịch hại nếu có thể, thực hiện việc bảo vệ lâu dài và khích lệ thiên địch; việc phòng trừ sinh học một số loài dịch hại trên cây ăn quả là sự lựa chọn đúng. Sử dụng một số biện pháp BVTV vào thời gian cây đang ngủ đông có thể đem lại hiệu quả hơn.

Sự trở ngại với IPM trên cây táo: Cây có thời gian sinh trưởng dài, sự gây hại của động vật có xương sống thường mạnh hơn so với cây trồng khác, những năm đầu mới trồng có thể không có lợi nhuận, không thể áp dụng luân canh cây trồng. Trong thời kỳ cây chưa giao tán, việc phòng trừ cỏ là trở ngại lớn. Nếu bán trực tiếp sản phẩm không qua chế biến cần lưu ý dịch hại làm ảnh hưởng tới mẫu mã quả. Là cây lâu năm nên việc xây dựng đường thời gian sẽ rất hữu ích cho việc phát triển chương trình IPM.

6.2. NỘI DUNG CẦN LÀM TRONG QUÁ TRÌNH THỰC HIỆN CHƯƠNG TRÌNH IPM

Không có một chương trình IPM nào có thể phù hợp cho tất cả và thực tế thì nông dân ở các nước trên thế giới đều đã áp dụng một số phương pháp quản lý dịch hại (vệ sinh đồng ruộng, luân canh cây trồng, sử dụng thuốc BVTV khi dịch hại vượt ngưỡng ET...).

Tuy nhiên, mức độ tổng hợp có sự thay đổi khác nhau. Một số câu hỏi cần được trả lời đó là điều gì cần thiết phải đưa thêm vào quy trình IPM và đối tượng nên áp dụng IPM.

Các tiêu chí được đưa ra cho sự áp dụng một chương trình IPM

Muốn thiết lập được hệ thống IPM cần phải có sự “am hiểu sâu sắc”, vậy thì ai có sự am hiểu này? Ai sẽ đưa ra được các quyết định khách quan? Đó là các nông dân, chủ trang trại hay những người đang làm trong ngành công nghiệp sản xuất thuốc hóa học, thuốc sinh học, hay ban quản lý hợp tác xã và những người đồng cấp, hoặc các trường

đại học và chính phủ? Và nếu thực hiện quản lý dịch hại theo IPM thì ai sẽ trả cho những chi phí phụ trội phát sinh khi thực hiện các quy trình này?

Người thực hiện IPM: Người làm việc trong các trung tâm dịch vụ ra quyết định về IPM hiểu biết về phòng trừ dịch hại. Họ có thể là chủ trang trại/ chủ đất; nhà nông học được các chủ trang trại thuê làm; nhà công nghiệp hóa chất; người bán thuốc; công ty dịch vụ trộn gói; hợp tác xã; cố vấn độc lập; cơ quan, đoàn thể; trường đại học; cơ quan khuyến nông; chính quyền địa phương; chính phủ.

Thông tin về IPM được in trên ấn phẩm đã xuất bản, được công bố bởi các tổ chức quốc tế: FAO, Ngân hàng Thế giới..., hoặc ở cấp quốc gia (Bộ NN&PTNT, Hội Khoa học kỹ thuật BVTV, Tổ chức IPM: Cơ quan điều phối IPM quốc gia, các tỉnh; hoặc thông qua những buổi hội họp cộng đồng, thăm quan đầu bờ mô hình IPM hoặc qua các phương tiện truyền thông đại chúng.

Thông tin về IPM được đăng tải trên mạng hoặc máy tính với các nội dung: (i) Dự báo: gồm Mô hình dự báo, hệ thống chuyên gia và ảnh viễn thám hoặc (ii) đăng tải các mô hình cây trồng: Các mô hình phát triển của các loài dịch hại, thậm chí là dự báo (đặc biệt đối với bệnh cây), sự giúp đỡ quyết định sử dụng thuốc trừ cỏ của hệ thống chuyên gia thuộc nhiều lĩnh vực; Qua (iii) mạng Internet và các trang mạng phủ sóng ở cấp độ quốc gia và thế giới, tuy nhiên cũng nên quan tâm về sự tin cậy của nguồn thông tin.

Số liệu về IPM có thể có trên mạng internet với các nội dung có thể tra cứu bao gồm các nội dung chính như: Phân loại dịch hại (giúp nhận biết dịch hại); Đặc tính sinh vật học, sinh thái học của dịch hại (giúp cơ sở cho việc đề xuất biện pháp quản lý dịch hại); Ghi chép trên đồng ruộng; Nhãn thuốc; Các mô hình dự báo; Các mô hình liên quan giữa cây trồng và dịch hại; Số liệu thời tiết (Hiện tại và trong thời gian trước) và gợi ý về biện pháp phòng trừ dịch hại.

Sự chấp nhận (Adoption) chương trình IPM: Nếu chương trình IPM nâng cao được hiệu quả kinh tế hoặc làm giảm bớt sự ô nhiễm thì chương trình IPM được chấp nhận ở mức thấp:

- IPM rất khó áp dụng đối với những cây trồng có giá trị kinh tế thấp.
- Chương trình IPM thường chi phí cao hơn so với sử dụng thuốc BVTV vì dựa trên cơ sở là quản lý mà không phải là phòng trừ, nhưng nếu cộng đồng bằng lòng hỗ trợ cho chương trình thì IPM sẽ được áp dụng nhiều hơn (đổi lại cộng đồng sẽ được sống trong môi trường an toàn hơn và sản phẩm cũng sạch hơn).
- Người sản xuất nhận thức rằng chương trình IPM là rủi ro hơn (so với sử dụng thuốc).
- Những người sản xuất cho rằng phần lớn các chương trình IPM là tập trung đối với các loài động vật chân đốt còn nông dân thì cần phải quản lý tất cả các loài dịch hại trong đó bệnh hại cây trồng và cỏ dại cũng rất quan trọng.

- Một số chương trình IPM chỉ có hiệu quả khi có sự phối hợp trong một vùng rộng. Nhưng sự phối hợp tất cả mọi người trong một vùng rộng lớn là công việc rất khó.

So sánh sự chấp nhận của hai hệ thống sản xuất sử dụng thuốc và IPM

Hệ thống sản xuất sử dụng thuốc: Có hợp đồng kỹ thuật để áp dụng; Dễ dàng áp dụng với kiểu trang trại mở thường xuyên; Xúc tiến do các công ty tư nhân; Quyền lợi kinh tế mạnh; kinh phí cho nghiên cứu và phát triển dồi dào; Chiến dịch quảng cáo bán hàng được thực hiện bởi đội ngũ chuyên nghiệp trong các chiến dịch quảng cáo và phát triển thuốc; Sự khéo léo trong việc sử dụng phương tiện truyền thông đại chúng; Có khả năng cung cấp, thúc đẩy cho “sự chấp nhận” (Tư vấn miễn phí, tài liệu in ấn đẹp, có tiền thưởng và những món quà nhỏ); Hiệu quả phòng trừ nhanh; Do đó: thuốc BVTV được chấp nhận nhanh.

Hệ thống sản xuất áp dụng IPM: Phổ biến kỹ thuật với nhiều thành phần phức tạp. Hiện tại, khó phù hợp với trang trại mở thường xuyên; Không có quyền lợi kinh tế; kinh phí cho nghiên cứu và phát triển bị hạn chế; Được xúc tiến bởi chính phủ và hệ thống khuyến nông, người tập huấn chỉ thuần túy truyền thụ kiến thức chứ không có chức năng bán hàng; Kinh phí cho quảng cáo bị giới hạn và nhân lực cũng hạn chế; Không có chương trình khuyến mại. Hỗ trợ kỹ thuật hạn chế hoặc không tương xứng; Hiệu quả của chương trình thể hiện chậm hơn và có thể rất khó để xác định (biện pháp phòng trừ sinh học); Do đó: chương trình IPM được chấp nhận chậm.

Tóm lại:

Sự chấp nhận chương trình IPM có tính logic.

Không có người nông dân nào muốn tàn phá cơ sở sinh kế của chính bản thân họ.

Nông dân cần quan tâm đến các vấn đề môi trường rộng lớn.

Người tiêu dùng cần nhận thức rõ ràng về việc cần đẩy mạnh thực hiện chương trình IPM trong sản xuất nông nghiệp. Ví dụ:

- Sản phẩm sạch và không có dịch hại;
- Cảnh quan nông thôn sạch;
- Sản xuất hướng tới đạt tiêu chuẩn của châu Âu;
- Giá của sản phẩm cao, tương đương với sản phẩm từ sản xuất hữu cơ.

Lớp huấn luyện nông dân trên đồng ruộng là phương tiện cơ bản và là bước thực hiện đầu tiên trong quá trình học tập của nông dân. Lớp học nông dân (FFS) trang bị cho họ những kiến thức, kỹ năng cơ bản và toàn diện về trồng trọt đối với mỗi loại cây trồng. Đây là nền tảng vững chắc để nông dân có thể tự nghiên cứu, tìm hiểu điều kiện sản xuất của gia đình, tìm giải pháp cải tiến sản xuất và tiếp thu ứng dụng khoa học một cách chủ động và có chọn lọc.

Lớp học nông dân tăng cường sự hợp tác giữa các hộ, làm cơ sở cho việc hình thành và duy trì nhóm sở thích sau này.

Thời gian lớp học kéo dài trong suốt vụ sản xuất để nông dân có điều kiện nghiên cứu đầy đủ các giai đoạn phát triển của cây trồng và có điều kiện thực hiện đầy đủ các biện pháp kỹ thuật từ làm đất, gieo cấy, bón phân, chăm sóc, phòng trừ sâu bệnh, thu hoạch, hạch toán kinh tế.

Sau khi học, ngoài việc áp dụng trên chính mảnh ruộng của họ, học viên cũng có thể giúp các nông dân khác làm theo. Những người đó sẽ trở thành lực lượng nòng cốt trong các hoạt động ứng dụng khoa học kỹ thuật ở địa phương. Do được tiếp thu kiến thức, kỹ năng đầy đủ, nông dân đó trở nên tự tin, mạnh dạn và sẵn sàng tham gia đóng góp ý kiến cho địa phương về chủ trương chỉ đạo sản xuất cũng như chiến lược phát triển nông nghiệp bền vững.

Những hoạt động ứng dụng IPM thường được nông dân thực hiện là: nghiên cứu đồng ruộng (chọn giống chống chịu, phục tráng giống, mật độ gieo cấy, liều lượng phân bón thích hợp, tổ chức cộng đồng diệt chuột, ốc bươu vàng, nông dân huấn luyện nông dân...).

Câu lạc bộ IPM là tổ chức do nông dân tự nguyện thành lập, được địa phương cho phép, được duy trì ở nhiều địa phương, là diễn đàn để nông dân chia sẻ, học hỏi kinh nghiệm và giúp đỡ nhau trong sản xuất và các vấn đề khác liên quan đến phát triển cộng đồng.

IPM Cộng đồng

Mục tiêu của “IPM cộng đồng” là nhằm thể chế hóa quy trình IPM ở cấp địa phương bằng cách giúp người nông dân làm chủ được qui trình, lập kế hoạch và thực hiện chương trình IPM của chính họ.

“IPM cộng đồng” là một chiến lược phát triển nông nghiệp bền vững, trong đó người nông dân hành động dựa trên sáng kiến và phân tích của chính họ; Xác định và giải quyết những vấn đề phù hợp; Thực hiện chương trình IPM của chính họ bao gồm các nghiên cứu và các hoạt động đào tạo và tuyên truyền; Huy động sự hỗ trợ của các tổ chức ở địa phương; Thành lập và chấp nhận các tổ chức ở địa phương có tác dụng nâng cao ảnh hưởng của người nông dân trong quá trình ra quyết định sản xuất tại địa phương; Ứng dụng các quá trình giải quyết khó khăn và ra quyết định theo tinh thần cởi mở và bình đẳng; Tạo cơ hội để cho tất cả những người dân trong cộng đồng có thể tự phát triển; Xây dựng một hệ thống nông nghiệp bền vững.

“IPM cộng đồng” là một chiến lược trong đó lớp huấn luyện nông dân là bước đầu tiên để phát triển phương thức quản lý nguồn lực nông nghiệp và sinh thái một cách bền vững. Mục tiêu của chiến lược này là thể chế hóa IPM ở cấp địa phương.

IPM cộng đồng bao gồm 3 yếu tố chính là: Huấn luyện, Phát triển kiến thức và Tổ chức. Trong thực tế 3 yếu tố này có phần chồng gối lên nhau nhưng IPM cộng đồng bắt đầu với hoạt động huấn luyện, đó là huấn luyện nông dân, bước tiếp theo là các hoạt động sau huấn luyện tạo điều kiện để nông dân có thể tăng cường hơn nữa những kỹ năng mà họ được học. Các hoạt động này đẩy mạnh hơn nữa việc học tập của nông dân để họ có thể: Tự học các kiến thức mới thông qua nghiên cứu; Tổ chức thành các nhóm

và các hoạt động nhóm. Mục tiêu của các hoạt động sau huấn luyện là tăng cường khả năng của người nông dân trong việc tự xây dựng các cơ chế để quản lý các nguồn lực chung.

IPM cộng đồng làm tăng sức mạnh cho người nông dân.

6.3. HẠN CHẾ VỀ MẶT XÃ HỘI VÀ MÔI TRƯỜNG ĐẾN CHIẾN THUẬT IPM VÀ IPM TRONG TƯƠNG LAI

6.3.1. Hạn chế về mặt xã hội và môi trường đến chiến thuật IPM

Nhịp độ tiến triển nhanh của các tiến bộ kỹ thuật (TBKT) trong 30 năm qua đã mở ra nhiều vận hội để hoàn thiện sách lược và chiến thuật về IPM. Tuy nhiên những bước đi trong việc áp dụng TBKT cần được đánh giá cẩn thận về tính an toàn đối với con người và môi trường. Hơn nữa những đòi hỏi và mối quan tâm của các tầng lớp xã hội thay đổi theo thời gian và những mối quan tâm này còn hướng đến những mặt hạn chế của việc áp dụng các sáng kiến về chiến thuật IPM.

Những hạn chế về mặt xã hội và thái độ của cộng đồng

Sự chấp nhận và mong muốn của cộng đồng thường ảnh hưởng đến chiến thuật IPM và mức độ áp dụng các chiến thuật đó. Chính sách được áp dụng có thể thay đổi tùy theo từng vùng, khu vực.

Trong lịch sử liên quan đến việc áp dụng các ý tưởng khoa học mới, nếu được xã hội chấp nhận có thể có tỷ lệ thành công rất cao nhưng nếu lòng tin của xã hội thấp, việc áp dụng ý tưởng mới có thể gặp thất bại hoặc thành công ở mức thấp.

Cho đến giữa thế kỷ XIX, người ta vẫn tin rằng bệnh hại cây trồng là do ý Chúa, nấm và vi khuẩn song hành với bệnh là kết quả của bệnh chứ không phải là nguyên nhân gây bệnh. Tương tự, ý tưởng về các cá thể được sinh ra do sự nhầm lẫn đồng thời về khoa học; ví dụ ý tưởng về con giòi xuất hiện từ rác bần là sự nhầm lẫn trong nhiều thế kỷ chứ không phải là một pha trong vòng đời của ruồi.

Sự liên quan của cộng đồng tới sản xuất nông nghiệp

Ở các nước nông nghiệp mà cụ thể là Việt Nam, dân số (khoảng 80%) liên quan trực tiếp đến sản xuất lương thực và hầu hết mọi người hiểu rằng kết quả phụ thuộc vào năng lực của họ trong phòng trừ dịch hại, đặc biệt là cỏ dại, hay trong một chừng mực nào đó buộc họ phải trồng thêm để bù vào lượng lương thực mất đi do sâu và bệnh hại gây nên.

Ở các nước công nghiệp thì khác, ví dụ ở Mỹ, chỉ khoảng 2% dân số liên quan trực tiếp đến sản xuất nông nghiệp, cho nên, họ dễ dàng đánh giá thấp tầm quan trọng của quản lý dịch hại trong việc duy trì sản xuất lương thực. Ở các nước công nghiệp, người dân hiểu biết không đầy đủ về tầm quan trọng của thiệt hại mùa màng do sâu bệnh gây nên; giá thành sản xuất lương thực và vai trò của thuốc trừ dịch hại trong chương trình IPM để duy trì và đảm bảo an toàn và an ninh lương thực; những tổ hợp khó khăn trong bảo vệ thực vật.

Tại các nước đang phát triển, ngoài những vấn đề nêu trên, việc thiếu hiểu biết cụ thể về dịch hại, nhất là ngưỡng thiệt hại kinh tế, thậm chí ngay cả khi có sự can thiệp của cơ quan chuyên ngành trong phòng trừ dịch hại cũng vẫn còn một tỷ lệ thiệt hại nhất định, nhưng trong chỉ đạo sản xuất vẫn tiến hành theo kiểu phòng trừ càng triệt để càng tốt, khiến cho ô nhiễm môi trường và sự giảm đa dạng sinh học ngày càng nghiêm trọng cũng như công tác phòng trừ một loài sâu hại không mang lại hiệu quả kinh tế vẫn xảy ra trong thực tế.

Vì thế, trên toàn thế giới hiện nay, việc nâng cao nhận thức của toàn xã hội là vô cùng cần thiết để giảm thiểu những hiểu biết nhầm lẫn hoặc chưa đầy đủ, không mang tính khoa học về phòng chống dịch hại theo quan điểm IPM. Ngoài ra cần quan tâm tới các vấn đề lớn sau:

- Dịch hại ngoại lai

Rất nhiều người không quan tâm, không biết đến hậu quả của việc xuất hiện một loài sinh vật ngoại lai (là những sinh vật không có nguồn gốc bản địa). Nhiều ví dụ minh chứng tính khốc liệt của sinh vật ngoại lai, khi nó có mặt ở môi trường mới, mà ở nơi đó không có tập đoàn thiên địch khống chế, gặp điều kiện môi trường thuận lợi, chúng sẽ bùng phát với số lượng vô cùng lớn, khống chế số lượng của sinh vật bản địa, làm mất mùa nhiều loài cây bản địa. Ốc bươu vàng được nhập vào Việt Nam năm 1990 đã lan rộng, bùng phát thành dịch gây hại nghiêm trọng cây lúa trong cả nước vào năm 1995, hay rệp sáp hồng sần mới xuất hiện ở Việt Nam năm 2012 là những ví dụ điển hình.

Ở Mỹ, việc nhập lậu không khai báo hạt giống, các bộ phận của cây như: thân cây nho để làm giống có thể mang theo nhiều loài virus hay rệp rầy nho, mà những loài dịch hại này có thể phát sinh vấn đề cực kỳ nghiêm trọng trong sản xuất nông nghiệp.

Trong thời đại ngày nay, giao thông quốc tế tiến bộ không ngừng nên việc trao đổi hàng hóa từ nước này sang nước khác diễn ra nhanh chóng và thường xuyên. Nếu cộng đồng không tuân thủ Luật Kiểm dịch thực vật thì nhiều loài dịch hại dễ dàng xâm nhập vào trong nước, kéo theo việc phòng trừ chúng rất tốn kém và có thể đe dọa đến an ninh lương thực của bất cứ quốc gia nào.

- Các tiêu chuẩn về mẫu mã và vệ sinh thực phẩm

Hầu hết người tiêu thụ ở các nước phát triển đều mong muốn sản phẩm nông nghiệp phải lành lặn, đẹp và không có sâu bệnh (nhất là sâu hoặc vết hại của sâu trên sản phẩm). Mong muốn này là hạn chế chính mà vì vậy chương trình IPM cần phải thực hiện để làm sao các sản phẩm của cây trồng đạt được mẫu mã đẹp khi tiêu thụ.

Khi bị sâu hại tấn công, nông sản có thể không bị giảm năng suất, nhưng các vết hại có thể làm giảm giá trị thương phẩm rất nhiều, do tâm lý người tiêu thụ “ghê sợ” các sản phẩm như vậy. Một vài vết ghê trên quả cam hay một vài con rệp có trên lá rau cải không thể làm giảm năng suất, nhưng có thể làm cho sản phẩm khó tiêu thụ do tâm lý người tiêu dùng thích mẫu mã đẹp. Tiêu chuẩn về mẫu mã đẹp làm cho việc sử dụng thuốc bảo vệ thực vật phòng trừ sâu bệnh hại cần được thực hiện ngay cả trước khi thu hoạch. Rất ít người tiêu dùng lựa chọn nông sản có mẫu mã không đẹp, có vết hại của

sâu hay bệnh. Nếu người tiêu dùng biết chấp nhận mẫu mã ít đẹp hơn, chấp nhận ở mức thấp sự gây hại của sâu bệnh thì lượng thuốc bảo vệ thực vật phải sử dụng để đảm bảo mẫu mã đẹp có thể đã giảm được nhiều. Khi lượng thuốc bảo vệ thực vật sử dụng quá nhiều, sẽ gây hậu quả xấu để có thể thực hiện các bước tiếp theo của chương trình IPM.

Trái ngược với tâm lý này, ở Việt Nam, một số người tiêu dùng do quá sợ sự ô nhiễm thuốc bảo vệ thực vật có mặt trên nông sản mà lựa chọn nông sản có vết sâu hại hay sự hiện diện của một vài con sâu trên sản phẩm, khi đó họ an tâm rằng sản phẩm trong quá trình sản xuất đã không dùng hoặc dùng ít thuốc trừ sâu.

- Sở thích, chất lượng thực phẩm và sử dụng thuốc BVTV trong IPM

Sử dụng thuốc BVTV là chiến thuật quan trọng trong rất nhiều chương trình IPM, nhưng vẫn còn mối quan ngại khi sử dụng thuốc bảo vệ thực vật.

Chấp nhận rủi ro: Con người thường không đánh giá đầy đủ các mối hiểm họa. Chẳng hạn, người ta thường đánh giá mối hiểm họa cao khi đi tàu bay hơn khi đi xe ô tô của mình, nhưng thực tế thì ngược lại. Đi ô tô riêng, dù có chuẩn bị tốt như thế nào đi chăng nữa thì vẫn không an toàn bằng đi tàu bay. Sự chấp nhận rủi ro đóng vai trò chính trong việc người dân phản ứng đối với thuốc bảo vệ thực vật và dư lượng thuốc bảo vệ thực vật trong thực phẩm.

Sợ hãi và quen dần với rủi ro: Nỗi sợ hãi gia tăng với nhiều lý do, trong đó có sự xa lạ, thiếu hiểu biết, sự diễn đạt không rõ hay hiểu lầm các thông tin so với những rủi ro đã biết. Do thiếu hiểu biết về công nghiệp hóa chất và độc chất có thể làm tăng sự chấp nhận rủi ro và vì thế nỗi sợ hãi về dư lượng thuốc bảo vệ thực vật trong thực phẩm là không cao. Do thiếu hiểu biết, cho nên sẽ rất khó khăn cho mọi người công nhận mức độ rủi ro đi kèm với dư lượng thuốc bảo vệ thực vật.

Mối đe dọa thế hệ tương lai: Mối đe dọa thế hệ tương lai xuất hiện khi rủi ro xảy ra trong thời gian dài. Những ảnh hưởng có thể xảy ra từ dư lượng thuốc bảo vệ thực vật như tồn dư dài lâu trong môi trường, sự di chuyển các chất độc trong dây chuyền dinh dưỡng, ngoài ra tác hại lớn khi không nhận biết được do phơi nhiễm lâu trong môi trường độc hại có thể di truyền cho thế hệ mới.

Lợi ích: Lợi ích từ thuốc bảo vệ thực vật làm giảm giá thành lương thực. Có sự nhầm lẫn là chỉ có một nhóm nhỏ trong xã hội hưởng lợi ích từ việc sử dụng thuốc bảo vệ thực vật là các nhà công nghiệp hóa chất và có thể một số nông dân và các đại lý bán thuốc.

Thảm họa tiềm năng: Sự lo sợ về rủi ro thảm họa tiềm năng thường dẫn đến việc thiếu tin tưởng vào việc sử dụng thuốc bảo vệ thực vật. Trên cơ sở chấp nhận rủi ro, một số người không quan tâm nhiều đến thuốc BVTV và thích nghi (quen) với việc không chống đối thuốc bảo vệ thực vật.

Thuốc bảo vệ thực vật và sức khỏe cộng đồng: Thuốc bảo vệ thực vật là những chất độc và cần phải được sử dụng theo quy định nghiêm ngặt. Việc sử dụng thiếu thận trọng có thể dẫn đến kết quả làm tổn thương nghiêm trọng hoặc làm chết người. Một

người bị nhiễm lần đầu thường bị tổn thương nặng hơn so với người thường xuyên tiếp xúc với độc chất. Tuy vậy, cần nói rõ là thời gian và mức độ thường xuyên tiếp xúc với chất độc cần được quy định rõ để tránh việc tiếp xúc quá mức, gây ảnh hưởng xấu đến sức khỏe.

Các nước đang phát triển cần nâng cao nhận thức về các bệnh liên quan đến thuốc bảo vệ thực vật. Báo cáo của Tổ chức Y tế thế giới (WHO) đề cập đến nhiều trường hợp ngộ độc và tử vong do thuốc bảo vệ thực vật, chủ yếu là người làm nông nghiệp. Nguyên nhân có nhiều, nhưng quan trọng là hiểu biết chưa đầy đủ của người sử dụng thuốc, thiếu dụng cụ bảo hộ lao động, không có các quy định cụ thể về an toàn lao động. Khi thuốc bảo vệ thực vật được bán cho người không biết sử dụng, thiếu dụng cụ sử dụng cần thiết, gây hại cho chính người sử dụng. Chính quyền địa phương thường không giám sát chặt chẽ khía cạnh an toàn cho con người khi sử dụng và làm việc với thuốc bảo vệ thực vật.

An toàn vệ sinh thực phẩm: Thuốc bảo vệ thực vật là những hợp chất độc và luôn kèm theo nguy cơ gây hại khi sử dụng. Nếu sử dụng lâu dài và thường xuyên nhưng đúng thì tác hại thường thấp. Viện công nghệ thực phẩm Mỹ (IFT) kết luận rằng nguy cơ của dư lượng thuốc bảo vệ thực vật thường được làm nhỏ lại ở một số khía cạnh trong việc cung cấp thực phẩm và sử dụng dinh dưỡng. Những vấn đề trong an toàn thực phẩm được sắp xếp theo thứ tự tầm quan trọng dưới đây:

Bệnh *Salmonella* từ thực phẩm hoặc các bệnh đường ruột khác;

Suy dinh dưỡng (do không được cung cấp đủ hay sử dụng thức ăn không cân đối);

Nhiễm bẩn môi trường (do con người hay môi trường, không bao gồm thuốc bảo vệ thực vật);

Chất độc tự nhiên (từ hạt lạc bị thối có độc tố *Aflatoxin*);

Dư lượng thuốc bảo vệ thực vật.

Độc tính và mối nguy hiểm tiềm tàng của thuốc bảo vệ thực vật không được bỏ qua, nhưng mối nguy hiểm tiềm tàng của dư lượng thuốc bảo vệ thực vật cần đặt đúng chỗ trong các mối hiểm họa an toàn thực phẩm.

Mối lo ngại chính của cộng đồng là dư lượng thuốc bảo vệ thực vật có thể gây nên ung thư. Ung thư không phải là bệnh chỉ có một nguyên nhân. Sự xuất hiện một số bệnh ung thư có liên quan đến sử dụng thuốc bảo vệ thực vật. Việc xác định chính xác nguyên nhân bệnh là không dễ dàng, vì có nhiều yếu tố tác động. Bruce Ames (Đại học California, Berkeley), trong hàng loạt bài viết năm 1990 - 1993 đề cập về các yếu tố chính gây nên bệnh ung thư gồm: thuốc lá, ăn uống mất cân đối, hormone, sự lây nhiễm và phơi nhiễm chất độc. Thuốc bảo vệ thực vật theo quan điểm của họ không phải là chất gây ung thư quan trọng đối với cộng đồng nếu được sử dụng đúng trong chương trình IPM.

Quản lý dịch hại thay đổi cách sử dụng thuốc bảo vệ thực vật: IPM khuyến khích cách tiếp cận sinh thái học và kinh tế học trong việc điều chỉnh mật độ quần thể dịch

hại. Trong nền nông nghiệp hiện đại, có nhiều lúc việc sử dụng thuốc bảo vệ thực vật là cần thiết. Như trong quản lý cỏ dại hay trong phòng chống các loài chân khớp, tuyến trùng hay vi sinh vật gây bệnh.

Đối kháng lợi ích: Mâu thuẫn là khi người khuyên nên sử dụng thuốc bảo vệ thực vật như thế nào thì chính họ lại là người bán thuốc. Việc tách biệt thương mại thuốc bảo vệ thực vật ra khỏi cơ quan chỉ đạo phòng trừ dịch hại là cần thiết.

- Những vấn đề về môi trường và các biện pháp của IPM

+ Xói mòn đất: Biện pháp canh tác được sử dụng rộng rãi để phòng chống cỏ dại trong IPM nhưng lại làm tăng độ xói mòn đất. Việc giảm cây bừa sẽ làm giảm đáng kể xói mòn đặc biệt là ở những nơi có lượng mưa lớn.

+ Ô nhiễm không khí.

+ Nguy cơ bụi bẩn: Việc cày bừa, phơi ải đất trong biện pháp canh tác của IPM, biện pháp này đã làm giảm đáng kể nguồn dịch hại trong đất (nguồn VSV gây bệnh, tuyến trùng, sâu non, nhộng của nhiều loài sâu hại sống trong đất và đặc biệt có vai trò quan trọng trong việc diệt trừ cỏ). Tuy nhiên, nếu biện pháp này được thực hiện trong mùa khô hoặc những vùng khí hậu khô có thể dẫn đến xói mòn do gió và phát sinh bụi. Người thành thị cho rằng mây bụi như vậy là không chấp nhận được. Do đó, để hạn chế các hạt bụi, có ý kiến cho rằng cần tăng việc sử dụng thuốc trừ cỏ để thay thế.

+ Khói lửa: Lửa đã được sử dụng trong phòng chống dịch hại qua hàng thế kỷ và việc đốt tàn dư cây trồng để loại bỏ nơi ở hoặc thức ăn của sâu hại hay ký chủ phụ của nhiều loại vi sinh vật gây bệnh đã gây nên ô nhiễm khói cho môi trường đặc biệt là đô thị, mặt khác việc đốt tàn dư cũng đồng thời với việc đã tiêu diệt một số lượng rất lớn các loài thiên địch đang sống ở trên đó. Mấy năm qua ở Hà Nội và nhiều tỉnh khác có hiện tượng như vậy, nhưng người dân cho rằng chỉ có thể đốt rơm rạ mới tạo điều kiện canh tác vụ sau nhanh hơn, đảm bảo thời vụ cây trồng cho vụ sau. Bỏ đốt rơm rạ là điểm cần thuyết phục để có sự chấp nhận của cộng đồng. Vì vậy IPM phải tính đến các biện pháp để loại trừ các thao tác gây khói ô nhiễm bằng cách phun chế phẩm sinh học để phân hủy rơm rạ nhanh hơn.

+ Các hợp chất hữu cơ dễ bay hơi: Nhiều thuốc bảo vệ thực vật sử dụng các chất hữu cơ dễ bay hơi để sản xuất. Sau khi thuốc đã được chế biến, các chất hòa tan sẽ bay hơi gây nên ô nhiễm không khí. Hợp chất bay hơi lúc đó kết hợp với ôxít nitơ làm ô nhiễm không khí. Vì lo ngại đến hợp chất bay hơi nên nhiều loại thuốc bảo vệ thực vật sản xuất không sử dụng chất hòa tan nữa. Tuy vậy, việc sản xuất như vậy sẽ có thể ảnh hưởng đến hiệu lực của thuốc.

+ Sự trôi dạt: Khi phun thuốc ta thấy sự lan tỏa của thuốc rất mạnh sang những vị trí không mong muốn. Nhiều trường hợp người ta quy định không cho phép để thuốc trôi dạt khi phun, tiềm ẩn những rủi ro sang cây trồng hoặc hệ sinh thái bên cạnh. Chẳng hạn người ta cấm phun vào một số thời gian và thời điểm trong năm, hoặc yêu cầu sử dụng công cụ chuyên biệt. Nhiều nước đã cấm không phun thuốc bằng máy bay do sự trôi dạt thuốc quá lớn.

+ Các loài có nguy cơ: IPM không làm tổn hại đến các loài sinh vật ngoài mục tiêu trong hệ sinh thái. Tại Mỹ, người ta đã xây dựng đạo luật về các loài có nguy cơ bị mất, yêu cầu các hoạt động nông nghiệp kể cả IPM không được làm ảnh hưởng đến các loài này. Sự có mặt của những loài có nguy cơ bị mất trong trang trại địa phương dẫn đến việc lựa chọn các biện pháp trong IPM như giảm việc sử dụng thuốc bảo vệ thực vật, dừng việc triển khai biện pháp sinh học và thậm chí là giảm việc làm đất. Việc bảo vệ các loài có nguy cơ bị mất là quan trọng, do vậy IPM phải giải quyết dịch hại trên cơ sở không làm ảnh hưởng đến các loài có nguy cơ.

+ Quan tâm đến dây chuyền dinh dưỡng: Nếu một hóa chất hay một hợp chất hóa học có đặc tính là ít chuyển hóa hay không bị đào thải mà tích lũy trong mỡ động vật, thì chúng có thể có ảnh hưởng lớn đến các cá thể sống. Khi phun thuốc lên cây, cây hấp thụ một phần nhỏ thuốc bảo vệ thực vật. Một động vật ăn cỏ khi tiêu thụ cây đó thì thuốc được nạp vào trong cơ thể, do thuốc đó không bị phân hủy, nó tích lũy trong mỡ của loài động vật này. Trong đời sống, loài động vật này không chỉ ăn một cây mà ăn nhiều cây nên nó lại tích lũy càng nhiều hơn chất không bị phân hủy. Loài động vật ăn thịt ăn loài động vật ăn cỏ, cơ thể chúng lại tích lũy hàm lượng những chất này cao hơn và cứ theo chu trình như vậy, thuốc bảo vệ thực vật được tích lũy ở những mắt xích trên lại càng cao, nó có thể gây rối loạn quá trình trao đổi chất hoặc gây chết.

Trùng của nhiều loài chim có vỏ mỏng dần do tích lũy DDT, kết quả là nhiều chim non bị chết, Richard Carson đã đưa hình tượng này trong cuốn sách *Silent Spring* viết năm 1962. Hầu hết các thuốc BVTV hiện nay không có đặc tính tích lũy, tuy thế còn một số thuốc như bifenthrin (trừ chuột chẳng hạn) vẫn còn đặc tính đó nên phải thận trọng khi sử dụng.

DDT và hầu hết các thuốc trừ sâu Clo có đặc tính bền vững trong môi trường và tích lũy trong mỡ động vật. Khi thế giới nhận thức được các đặc tính này đã đi đến hạn chế và cấm sử dụng chúng ở rất nhiều nước. Do đó, khi đăng ký thuốc trừ sâu mới người ta rất quan tâm xem loại thuốc mới này có đặc tính tích lũy trong mỡ động vật hay không.

+ Đất ngập nước: Rất nhiều diện tích đất được bảo tồn trong đó có vùng đất ngập nước. Tuy vậy tiềm năng nhóm đất này có sự tồn đọng hay sự trôi giạt thuốc bảo vệ thực vật là rất lớn. Do đó cần có định hướng kế hoạch sử dụng các vùng đất phụ cận để tránh hiện tượng ô nhiễm thuốc bảo vệ thực vật như đã nêu trên.

+ Ô nhiễm nước ngầm: Một trong những ảnh hưởng quan trọng và nguy hiểm nhất do thuốc bảo vệ thực vật gây nên là ô nhiễm nước ngầm. Sự di chuyển của thuốc bảo vệ thực vật xuống mực nước ngầm và được nước mang đi từ vùng này đến vùng khác rất dễ xảy ra. Chúng có thể làm ô nhiễm nước ngầm mà nhiều nguồn nước ngầm lại được sử dụng để uống và việc loại trừ thuốc bảo vệ thực vật trong đó là rất tốn kém. Do đó việc ngăn chặn để nước ngầm không bị ô nhiễm là ưu tiên cao. Ở Mỹ, kết quả điều tra cho thấy giếng nước ở 43 bang bị ô nhiễm. Người ta đã liệt kê có tới 143 loại thuốc bảo vệ thực vật và 21 hợp chất tương tự có mặt trên nhiều giếng nước uống.

Sự ô nhiễm nước ngầm được xuất hiện bởi: gần vị trí đặt kho thuốc, thuốc bị rò rỉ hay được sử dụng nhiều lần, đất có các đặc tính làm cho sự di chuyển của thuốc bảo vệ thực vật nhanh và dễ dàng, ngập lụt tràn lan, giếng nước không được kết cấu đúng quy cách.

Việc giảm sự ô nhiễm nước ngầm chủ yếu cần có quy trình sử dụng chuẩn. Khi bị ô nhiễm, cần có chiến lược ngăn sự tiếp tục ô nhiễm.

Tại một số vùng ở Hà Lan, nếu các loại thuốc không đáp ứng tiêu chuẩn về sự phân hủy nhanh cần được sử dụng theo quy trình nghiêm ngặt hay bị cấm sử dụng. Tại bang California, Mỹ người ta đã cấm sử dụng thuốc trừ cỏ Bentazon trên lúa vì gây ô nhiễm nước ngầm.

+ Ý nghĩa của việc trôi gen: Xã hội không lo lắng về việc phát triển các loài cây trồng kháng dịch hại thông qua các biện pháp truyền thống. Nhưng lại lo lắng khi sử dụng biện pháp công nghệ sinh học để tạo giống kháng dịch hại.

Công nghệ gen cho phép chuyển một số gen mà phương pháp lai truyền thống không thể thực hiện được. Gen có thể được chuyển trong một loài, trong một giống, hay giữa các cá thể trong các giới. Điều này gây nên mối lo lắng theo các điểm sau:

Sự phát triển của dịch hại kháng các gen kháng. Việc này có thể xảy ra và việc lan truyền rộng rãi các dịch hại kháng gen kháng đặt ra mối lo ngại vô cùng lớn. Việc chạy đua giữa các chương trình phòng chống dịch hại ngày một khốc liệt hơn, đe dọa đến an toàn sinh học và an toàn lương thực.

Trôi gen từ cây được chuyển gen sang cây dại. Thuật ngữ “cỏ dại khổng lồ” được sử dụng để chỉ những cây trồng đột biến mang gen chống chịu thuốc trừ cỏ dại, và nếu những cây cỏ dại này xuất hiện thì rất khó có thể có được nhóm thiên địch (côn trùng và vi sinh vật) nào có thể khống chế được những cây cỏ dại khổng lồ này.

Phá vỡ hệ sinh thái. Nếu một gen được chuyển sang cây trồng lại trôi sang cây dại như các nhà sinh thái lo lắng, có thể chúng sẽ làm ảnh hưởng đến tính ổn định của hệ sinh thái do có sự thay đổi về độ lớn của cây mới được gen trôi giạt. Việc xác định được sự mất ổn định sinh thái là quá muộn.

Thay đổi khu hệ côn trùng. Nếu gen kháng sâu hại như gen Bt bị trôi ra ngoài cây trồng sang cây dại sẽ kéo theo ảnh hưởng đến các cá thể sử dụng cây dại và hệ thống mất xích dinh dưỡng cao hơn.

- Ảnh hưởng của việc thất thoát các tác nhân sinh học

Các nhà sinh thái lo lắng đến ảnh hưởng lâu dài trong việc thất thoát các tác nhân sinh học không có nguồn gốc địa phương ra hệ sinh thái. Có nguy cơ khó lường xảy ra trong mối tương tác giữa các cá thể. Việc nhập nội các tác nhân sinh học như vi sinh vật, bắt mồi hoặc ký sinh là có nguy cơ ảnh hưởng đến biến động quần thể của các loài không phải là mục tiêu.

Có rất nhiều ví dụ về những vấn đề nảy sinh khi sử dụng các loài sinh vật không phải là bản địa trong đấu tranh sinh học trên thế giới (ốc, ruồi bắt mồi, ong ký sinh...).

Khả năng có nhiều tương tác không xác định được trong môi trường mới đối với một tác nhân sinh học nhập nội là khó đánh giá chính xác tác động và khi biết thì đã quá muộn để hành động ngăn chặn. Một số nước đã có quy định ngăn chặn trước việc sử dụng thiên địch nhập nội trong phòng trừ sinh học.

- Ảnh hưởng đa dạng sinh học

Rất nhiều hoạt động của con người ảnh hưởng tới đa dạng sinh học. Con người ngày càng có nhận thức đầy đủ hơn về vai trò của đa dạng sinh học trong hệ sinh thái và đã áp dụng các nguyên tắc bảo tồn đa dạng sinh học trong nông nghiệp, tuy rằng nó rất phức tạp và cũng chỉ là mới bắt đầu được chú ý tại hầu hết các hệ thống canh tác.

Trong IPM và mới đây là phát triển nông nghiệp bền vững người ta nhấn mạnh tới việc khuyến khích duy trì một khu hệ động và thực vật đa dạng.

Trong hầu hết các hệ thống nông nghiệp thì hầu hết cỏ dại và sâu hại là ngoại lai. Có thể một số loài có ích cũng là ngoại lai. Ở Mỹ chẳng hạn, rất nhiều ký sinh là ngoại lai và chúng nhiều hơn các loài thiên địch bản địa. Nhóm thiên địch bắt mồi bao gồm chủ yếu là từ các loài bản địa. Nhóm chức năng chính có lợi trong IPM là bảo tồn thiên địch bắt mồi bản địa. Nhóm bắt mồi này sống nhờ vật mồi bản địa và ngoại lai, tạo nên số lượng quần thể hợp lý.

Một phương án khác là giảm cạnh tác cây trồng ngoại lai để bảo tồn đa dạng sinh học bản địa thông qua các tác nhân sinh học. Phòng chống sinh học cỏ dại, tuy vậy lại vẫn phải sử dụng các sinh vật ngoại lai vào trong hệ sinh thái (côn trùng hay vi sinh vật gây bệnh) là những mối lo cho những loài không phải là mục tiêu. Hiện nay có thể áp dụng việc tăng đa dạng hệ thống canh tác (Multiple Cropping System) và sử dụng cây trồng cạnh tranh với cỏ dại. Cây phủ đất hoặc phủ dưới tán cây bằng vật liệu hữu cơ ngày càng được chấp nhận, nếu những cây đó lại là cây bản địa thì đa dạng sinh học sẽ được cải thiện. Tuy vậy, một số điều kiện thực tiễn không cho phép phát triển cây bản địa mà việc tăng đa dạng sinh học côn trùng bản địa phải thông qua việc sử dụng cây bản địa để làm nơi ở và thức ăn cho chúng. Khi khu hệ bắt mồi tăng, sẽ kéo theo gia tăng nhóm bắt mồi đa năng có hiệu quả hơn là dựa vào một vài loài bắt mồi ngoại lai đã được lựa chọn để phòng chống một loài côn trùng hại.

Việc sử dụng chiến lược tăng đa dạng sinh học cần phải được nghiên cứu kỹ lưỡng hệ sinh thái trước khi áp dụng trong chương trình IPM.

6.3.2. IPM trong tương lai

Là một trong những khái niệm chặt chẽ và có tính kiên định cao trong khoa học nông nghiệp xuất hiện từ cuối những năm 1960 đầu những năm 1970, khái niệm IPM đã trải qua chặng đường có cả những phê phán, đề xuất chuyển sang tên khác hay được bổ sung hoàn thiện trong suốt nửa thế kỷ qua.

Cho đến nay, về cơ bản thuật ngữ IPM được chấp thuận, mặc dù không phải mọi nơi trên thế giới hay trên mọi cây trồng đã được áp dụng, nhưng IPM không phải là một phương án thay thế mà là một sự đòi hỏi cao nếu nền nông nghiệp cần thỏa mãn đầy đủ nhu cầu ngày một tăng của con người.

IPM là sự phát triển, mặc dù IPM lý tưởng vẫn chưa xác lập được trên một cây trồng hay hệ thống cây trồng cụ thể nào, nhưng đã có những bước tiến rất dài trên rất nhiều hệ thống canh tác.

Trong thực tế, người quản lý phải vận hành tổng hợp mọi khía cạnh để quản lý dịch hại trong khuôn khổ hệ thống sản xuất nông nghiệp. Toàn bộ mọi thành phần của hệ thống sản xuất: từ việc lựa chọn cây trồng, giống, làm đất, kế hoạch phòng chống dịch hại trước gieo trồng, cho đến thu hoạch và bảo quản đều có liên quan chặt chẽ và ảnh hưởng đến bản chất tự nhiên và mức độ trầm trọng của dịch hại.

Thách thức trong tương lai bao trùm đến việc các nhà khoa học nông nghiệp, người sản xuất và người thực hành IPM có thể xây dựng hoặc áp dụng những kiến thức khoa học ngày một tăng về sinh học dịch hại và chức năng của hệ sinh thái để đạt đến sức sản xuất bền vững của hệ sinh thái nông nghiệp nhưng ảnh hưởng thấp nhất đến môi trường và đạt được hiệu suất cao nhất cho người sản xuất và toàn xã hội.

Sản xuất ngày một phát triển sôi động hơn, các mối tương tác ngày một phức tạp hơn, do đó như nhà vật lý Niels Bohr đã nói: “Thật rất khó để dự đoán, đặc biệt là dự đoán tương lai”.

Quản lý dịch hại có mong muốn để làm sao hệ sinh thái có lợi hơn cho lợi ích của con người. Mục tiêu của IPM cần đạt đến mức mong muốn can thiệp vào trong quá trình vận hành của hệ sinh thái để có thể điều chỉnh ảnh hưởng ở mức thấp nhất của dịch hại. Trong tương lai là cần phải dừng ngay các hành động có tác động xấu quá lớn. Ví dụ, như việc dừng sử dụng thuốc trừ sâu DDT và thuốc trừ tuyến trùng DBCP.

a. Làm thế nào để xác định tiến độ trong IPM

Kế hoạch của chính phủ Mỹ đến năm 2000, khuyến khích áp dụng IPM đạt khoảng 75% quá trình sản xuất nông nghiệp. Vấn đề đặt ra là làm sao để xác định được mức độ áp dụng IPM khi thiếu tiêu chí chung cho IPM và cơ sở dữ liệu về áp dụng IPM trong từng cây trồng.

Nhiều mặt của tiêu chí chung cho IPM và các câu hỏi được đặt ra là đến mức như thế nào thì gọi là *quản lý dịch hại tổng hợp* được thiết lập, do đó việc đầu tiên là cần xác định được Bộ các tiêu chí.

Như đã nêu, việc quản lý dịch hại tổng hợp được thực hiện trong tương lai (dự đoán) là người ta sẽ thực hành một số dạng IPM theo hiểu biết của mình, trong đó chủ yếu là IPM sẽ phải quản lý tổng hợp dịch hại nằm trong mối tương tác đa chiều của hệ sinh thái nông nghiệp; Quản lý dịch hại theo cây trồng mà không phải là quản lý một loài dịch hại chính và tiến tới là quản lý dịch hại trên một vùng, khu vực rộng hơn; Quản lý cây trồng tổng hợp.

b. Hướng thay đổi

Chương 5 đã giới thiệu các biện pháp (công cụ) hình thành cơ sở của IPM. Có rất nhiều cách mà IPM có thể thay đổi trong tương lai như: hoàn thiện và phát triển các biện

pháp hiện có ở mức cao hơn, áp dụng những tiến bộ khoa học vào IPM, hoàn thiện cách tổ chức IPM, ứng dụng công nghệ thông tin để nâng cao sự hỗ trợ cho hệ thống IPM.

- Sinh vật học và sinh thái học dịch hại

Hiểu biết về sinh vật học và sinh thái học dịch hại là nền móng của IPM. Tuy điều này có vẻ rõ ràng nhưng nó vẫn chưa được đề cao đúng mức. Sự tiếp tục nâng cao hiểu biết về sinh vật học, sinh thái học dịch hại là cần thiết cho phép tổng ở hợp mức cao hơn của IPM. Những hiểu biết về sinh vật học, sinh thái học như vậy được coi là thập vàng, nhưng việc ứng dụng những thông tin này trong quản lý dịch hại không được quá cường điệu. Hiểu biết các tương tác đa chiều và của các tác nhân sinh học với môi trường dẫn đến việc nâng cao các chiến lược quản lý và làm phức tạp hơn quá trình ra quyết định.

Vai trò và ảnh hưởng của đa dạng sinh học trong hệ sinh thái, trong mối quan hệ với IPM ngày một rõ ràng hơn, cho phép nâng cao các chương trình IPM vùng. IPM ở mức này đòi hỏi một sự thay đổi chiến lược và IPM trong một vùng rộng lớn là một trong những thay đổi đó.

- Giám sát và ra quyết định đối với dịch hại

Sự phát triển về mặt kỹ thuật đã làm thay đổi cách tiếp cận trong kiểm soát và ra quyết định phòng chống sâu hại từ những năm 1980. Những tiến bộ trong định loại, làm tinh khiết và sử dụng pheromone, kairomone như những chất trong bẫy dẫn dụ là những kết quả to lớn làm tăng tính chính xác của việc kiểm soát sâu hại.

Những phát triển quan trọng là việc sử dụng máy tính và thông tin toàn cầu được phát triển vào những năm 1980. Việc nâng cao năng lực của máy tính đã đóng góp nhiều trong lĩnh vực dự tính dự báo trên đồng ruộng và thời gian ra quyết định. Cơ sở dữ liệu được thu thập, các mô hình, và các phần mềm làm tăng hiệu quả sử dụng máy tính xách tay. Do lượng thông tin đồ sộ nên việc xử lý và đánh giá nó để đạt được mức quản lý tổng hợp là cần thiết. Những thay đổi chính sẽ bao gồm:

+ Định loại dịch hại: Tiếp cận đến hệ thống chuyên gia định loại sẽ là công việc thường nhật, có thể bao gồm hình ảnh của loài dịch hại. Thông qua cơ sở dữ liệu máy tính sẽ nhanh chóng định loại được loài gây hại và việc sử dụng các marker phân tử trong định loại sẽ trở thành thao tác chuẩn, đặc biệt với những cá thể rất nhỏ.

+ Dự báo: Việc hoàn thiện năng lực chạy các mô hình để dự báo là lĩnh vực quan trọng trong quản lý dịch hại. Tiến bộ trong dự báo sự xuất hiện cỏ dại ở một số vùng có thể cung cấp công cụ quý giá để quản lý cỏ dại.

+ Cải thiện ngưỡng và kiểm soát: Việc phát triển các hệ thống phần mềm thân thiện với người sử dụng cài trong máy tính xách tay sẽ cải thiện một cách đáng kể năng lực sử dụng ngưỡng kinh tế. Mặt khác việc sử dụng mô hình nhiệt độ - ngày như là một thông số cần thiết trong hệ thống hỗ trợ cho IPM ngay cả trên thực địa. Những chương trình như vậy hiện có trên mạng internet với số liệu chính xác về thời tiết được tải xuống ngay tại thời điểm sử dụng với các mô hình.

+ Bảo quản và sử dụng dữ liệu để khuyến cáo. Năng lực tiếp cận khối lượng lớn các dữ liệu một cách nhanh chóng và dễ dàng ở bất cứ đâu, bao gồm ghi chép về lịch sử

đồng ruộng, đặc điểm sinh vật học của dịch hại, các khuyến cáo phòng chống, thông tin về thuốc bảo vệ thực vật sẽ cho phép nâng cấp khả năng ra quyết định nhanh.

+ Kỹ thuật đồ họa máy tính số. Những thành tựu đó sẽ cho phép xác định sự phát triển của cây trồng và định loại dịch hại (đặc biệt là cỏ dại) bằng máy. Và việc sử dụng các chương trình robot trong vận hành phun thuốc hay các công việc cơ khí khác sẽ cho phép giảm sử dụng thuốc bảo vệ thực vật và giảm ô nhiễm cho người sử dụng.

- Nông nghiệp chính xác

Việc sử dụng máy tính trong nông nghiệp chính xác thông qua hệ thống định vị toàn cầu (GPS) và hệ thống thông tin địa lý (GIS) cho phép áp dụng các biện pháp một cách kịp thời. Nông dân áp dụng các biện pháp quản lý dịch hại trên diện tích nhỏ hơn trên cơ sở phân bố theo điểm của dịch hại. Nó cho phép chỉ sử dụng các biện pháp trên một diện tích mà thực tế là cần thiết. Sơ đồ hóa năng suất được thực hiện:

+ Sơ đồ hóa sự phân bố dịch hại nhất là các nhóm ít di động như cỏ dại, vì sinh vật có nguồn gốc trong đất và tuyến trùng;

+ Kiểm soát sự lan truyền của các loài gây bệnh di động và các loài sâu hại ngoại lai;

+ Kiểm soát sự di chuyển của các tác nhân sinh học sau khi phóng thích trên đồng ruộng.

Những thông tin đó được sử dụng để dự tính sự phát triển của dịch hại và sự lan truyền của chúng tốt hơn.

- Phòng chống theo pháp luật

Luật và các quy định có mục tiêu là ngăn chặn sự xâm nhập của các loài sinh vật ngoại lai. Theo quan điểm lịch sử, thực tế minh chứng điều này không hoàn toàn thành công trong việc ngăn chặn các loài ngoại lai trừ khi nhận thức của cộng đồng được nâng lên. Để đạt được điều này cần có sự giáo dục cộng đồng. Các quy định quản lý thuốc bảo vệ thực vật và sử dụng sản phẩm cây chuyển gen đang là mối quan tâm thường xuyên trong quá trình phát triển các quy định và các thông tin hiện hữu.

- Thuốc trừ dịch hại

Sử dụng thuốc bảo vệ thực vật sẽ vẫn tiếp tục nhưng nó tính đến hiệu quả sử dụng, sử dụng an toàn, bản chất và kiểu sử dụng (đặc biệt là thuốc trừ sâu) sẽ thay đổi trong tương lai. Sự phát triển các loại thuốc tổng hợp sẽ chậm hơn ở nửa cuối thế kỷ trước. Việc sử dụng thuốc bảo vệ thực vật chọn lọc và có thành phần sinh học sẽ ngày một tăng. Trong thuốc bảo vệ thực vật thì thuốc trừ cỏ sẽ được sử dụng nhiều nhất, trên diện tích lớn nhất.

Kỹ thuật rải thuốc bảo vệ thực vật đang thay đổi và các “bình phun thông minh” có thể xác định được sự có mặt của cỏ dại sau này mầm sẽ được sử dụng hoặc giảm áp lực lên dịch hại. Những bình thuốc này sẽ đóng hoặc mở khi không hoặc có mặt của cỏ dại, sẽ làm giảm đáng kể lượng thuốc trừ cỏ. Bình phun cây ăn quả có thể nhận biết được độ cao của cây, độ lớn của tán cây và tự động xác định kiểu phun như thế nào. Đầu vòi phun và kỹ thuật phun sẽ được nâng cấp để làm giảm sự nguy hại của thuốc đến các cá thể không phải mục tiêu.

- Quản lý tính kháng thuốc bảo vệ thực vật

IPM dài lâu và bền vững đòi hỏi sự nâng cao nhận thức của con người, từ đó các kỹ thuật sử dụng sẽ làm tăng áp lực lựa chọn dịch hại và cùng lúc sẽ tăng cường quản lý 3T (Tính kháng, Tái phát và Thay thế dịch hại). Trước đây, thao tác đơn lẻ được cho là sẽ mở hơn vì nó có các thao tác khác thay thế để chống lại sự kháng của dịch hại. Trong tương lai, rào cản về kỹ thuật và kinh tế ngăn cản sự phát triển kỹ thuật mới, nhất là thuốc. Quan điểm đa kỹ thuật IPM sẽ trở thành quy chuẩn cho việc quản lý 3T trong quản lý dịch hại.

- Biện pháp sinh học

Phòng chống sinh học sẽ tiếp tục là chương trình trụ cột để quản lý hầu hết các loài chân khớp. Tiến tới sẽ phát triển biện pháp sinh học đối với vi sinh vật, tuyến trùng, và có thể ở mức độ nào đó đối với cỏ dại. Sẽ có cái nhìn rõ hơn về hiệu quả không mong muốn của các loài thiên địch nhập nội và dĩ nhiên các quy định về nhập khẩu thiên địch sẽ được ban hành. Những quy định như vậy sẽ làm ảnh hưởng đến cố gắng phòng chống sinh học các loài dịch hại ngoại lai.

Sử dụng các chất bán tự nhiên, đặc biệt chất pheromone giới tính để quản lý dịch hại sẽ gia tăng. Việc áp dụng các kỹ thuật hóa học hiện đại để xác định thành phần các chất bán tự nhiên bao gồm cả pheromone và phát triển các kỹ thuật để rải chúng trong chương trình IPM sẽ mở ra một thời kỳ mới, quản lý các loài chân khớp ít ô nhiễm hơn và hiệu quả hơn.

- Biện pháp canh tác

Hai lĩnh vực canh tác có sự thay đổi để quản lý dịch hại từ giữa thập niên 1970 là: tưới nước tiết kiệm và không làm đất hay làm đất tối thiểu sẽ còn tiếp tục có ảnh hưởng đến quản lý dịch hại.

+ Quản lý nước: Ở những vùng mà tưới tiêu là một phần của hệ thống nông nghiệp, thay đổi biện pháp tưới tiêu có thể ảnh hưởng đến một số mặt của IPM. Việc sử dụng biện pháp tưới nhỏ giọt sẽ làm tăng khả năng quản lý dịch hại. So sánh với tưới phun hay tưới tràn thì tưới nhỏ giọt sẽ giảm những vấn đề của nấm bệnh, tuyến trùng, và cỏ dại cần nước để nảy mầm.

+ Làm đất tối thiểu: Làm đất tối thiểu hay không làm đất đã được áp dụng trên nhiều vùng rộng lớn trên thế giới, nhất là vùng phía tây của nước Mỹ. Canh tác đó có mục đích giảm xói mòn đất. Thay đổi hệ thống làm đất sẽ ảnh hưởng đến biến động quần thể và quản lý các loại dịch hại có nguồn gốc trong đất và ăn cây phủ đất. Do đó, phát triển IPM cho những diện tích này là cần thiết.

- Biện pháp cơ giới và vật lý

Quản lý chặt chẽ làm đất sẽ làm giảm xói mòn đất, đặc biệt là ô nhiễm không khí. Những kỹ thuật này có thể ảnh hưởng đến các chương trình IPM. Hơn thế nữa việc quản lý chặt chẽ việc đốt đồng cũng có thể cần quan tâm để sử dụng nhằm tạo ra năng lượng hoặc giảm ô nhiễm không khí.

Kỹ thuật ảnh vi tính kết hợp với GPS sẽ phát triển cho phép các công cụ theo dõi chính xác hơn các băng cây trồng và xác định nhanh vị trí gây hại của dịch hại.

- Giống kháng/ lai tạo:

Lai tạo truyền thống, sử dụng nguyên lý di truyền của Mendel tiếp tục đóng vai trò quan trọng để phát triển giống kháng dịch hại trong IPM. Những cố gắng lai tạo đó sẽ được hoàn thiện hơn với sự hỗ trợ của kỹ thuật di truyền phân tử. Di truyền phân tử xác định gen và chức năng gen trong genome là rất phức tạp. Việc nâng cao hiểu biết về chức năng gen trong cây và cả trong dịch hại có thể cho phép việc cải biến cây trồng theo hướng định sẵn kháng dịch hại hay chọn lọc các cá thể, phá vỡ tính kháng.

Công nghệ di truyền mở ra khả năng to lớn về tạo ra các giống cây trồng kháng dịch hại. Công nghệ này đã sử dụng việc chuyển gen mang các tính trạng mong muốn sang cây trồng, điều này thể hiện ưu thế to lớn của phương pháp này so với phương pháp lai tạo truyền thống trong việc tạo ra một giống cây trồng mới. Kỹ thuật này sẽ ảnh hưởng sâu rộng tới sự phát triển của biện pháp quản lý sâu bệnh và tuyến trùng. Tuy vậy, việc mở rộng diện tích trồng cây chuyển gen sẽ làm thay đổi hiểu biết về hệ quả lâu dài của việc chuyển các gen đến người sử dụng (theo quan điểm sinh thái học) và môi trường và sự chấp nhận kỹ thuật này của cộng đồng. Những sáng kiến như vậy cần được sử dụng với sự giám sát thích hợp đảm bảo sự an toàn tránh những vấn đề tương tự đã xảy ra như đối với thuốc bảo vệ thực vật. Ban đầu, người ta đã cho rằng đây là cuộc cách mạng, rằng an toàn, và rất nhiều vấn đề đã được đơn giản hóa không đề cập. Khác với thuốc bảo vệ thực vật, nếu sử dụng cây chuyển gen, mà sau này mới phát hiện ra những gen nguy hiểm phát sinh trong quá trình sử dụng thì sẽ là vô cùng khó khăn hoặc không thể chỉnh lý được.

- Hệ thống IPM:

Mức độ tinh tế hoặc sự tổng hợp thực sự trong chương trình IPM sẽ tăng một cách chậm rãi, sẽ tiến tới sự tổng hợp các kỹ thuật đối với tất cả các nhóm dịch hại.

- Lời khuyên về phòng trừ dịch hại:

Những người làm công tác khuyến nông sẽ được huấn luyện tốt hơn, đặc biệt là ở các nước đang phát triển. Một vài trường đại học đã có các học vị về quản lý dịch hại. Do sự phức tạp hóa của việc ra quyết định trong IPM, dường như nông dân hoặc người chủ trang trại không được phép ra những quyết định liên quan đến thuốc bảo vệ thực vật vì họ không có kinh nghiệm và không được huấn luyện đầy đủ. Có thể thành lập hội đồng chuyên môn để hướng dẫn (như bác sỹ cây trồng), tương tự như các quy trình chữa bệnh ngành y tế. Ví dụ như Hội Côn trùng học Mỹ tài trợ cho việc cấp chứng nhận về khuyến nông.

c. Chiến lược phát triển IPM

Từ đầu, IPM đã phát triển và thực hiện trên từng ruộng đơn lẻ. Hầu hết các thông số như ngưỡng gây hại và hệ thống giám sát được xây dựng dựa trên các ruộng đơn lẻ. Rất nhiều dịch hại có tính linh hoạt, tuy xuất hiện ở ruộng này nhưng ảnh hưởng ngay

sang ruộng bên cạnh. Tiến bộ trong IPM ở mức cao hơn đòi hỏi việc lập kế hoạch và thực hiện IPM trên diện tích rộng lớn hơn. Theo hướng này, IPM sẽ chuyển sang thực hiện trên diện tích rộng hơn, như IPM tập trung cho một cánh quan, rộng hơn nữa là việc thực hiện trên cả vùng sinh thái. Mức độ tổ chức và tính phức tạp của những chương trình này vượt xa bất cứ những chương trình nào hiện nay.

d. Tóm lược

Bổ sung cho những tiến bộ kỹ thuật thuần túy mang tính nội tại của IPM, hướng đi tương lai cho IPM có thể sâu sắc hơn, chịu ảnh hưởng của các nhân tố bên ngoài. Hệ thống IPM chịu ảnh hưởng của quá trình tự nhiên sôi động toàn cầu, cũng như là quá trình phát triển của xã hội.

Sự thay đổi các quy định và điều luật hoặc nhu cầu của người tiêu dùng sẽ ảnh hưởng đến một số biện pháp nhất định và cũng có ảnh hưởng mạnh mẽ mà qua đó tác động đến chiến lược của IPM.

Con người trên thế giới có thể khác nhau về tôn giáo, quan điểm chính trị, văn hóa, kinh nghiệm, tiềm lực kinh tế, nhưng đều thống nhất với nhau trong sự cần thiết là được ăn thực phẩm chất lượng cao, giàu dinh dưỡng. Để thỏa mãn nhu cầu ngày càng tăng hàng năm với 1,8% lương thực và sợi là thách thức đối với các nhà quản lý dịch hại, không ngừng nâng cao IPM để giảm thiệt hại do dịch hại gây nên. Những thiệt hại đó hàng năm, theo ước tính vẫn chiếm 30%, ngoại trừ sự phát triển kỹ thuật mới.

Kinh nghiệm với thuốc bảo vệ thực vật, đầu tiên là sự lạc quan vô cùng về sự tuyệt diệu trong phòng trừ dịch hại, sau đó là tâm trạng bất an, đã dạy một bài học là không có một kỹ thuật tuyệt hảo nào có thể giải quyết được vấn đề dịch hại. Tuy vậy, kinh nghiệm 30 năm của IPM, đã minh chứng sự tổng hợp các biện pháp quản lý dịch hại là biện pháp duy nhất đạt đến quản lý dịch hại bền vững. Các điển hình IPM đã và đang trở thành mô hình cho các thành phần của nông nghiệp bền vững trên thế giới cũng như của Việt Nam.

CÂU HỎI ÔN TẬP CHƯƠNG 6

1. Hãy trình bày các bước thực hành thiết lập chương trình IPM.
2. Hãy trình bày những nội dung cần làm trong quá trình thực hiện một chương trình IPM.
3. Hãy nêu những hạn chế về mặt xã hội và môi trường đến chiến thuật IPM.
4. Hãy trình bày hướng phát triển của IPM trong tương lai.

Phần D

QUẢN LÝ DỊCH HẠI TỔNG HỢP TRÊN CÂY TRỒNG CHÍNH Ở VIỆT NAM

Chương 7

QUẢN LÝ DỊCH HẠI TỔNG HỢP TRÊN MỘT SỐ CÂY TRỒNG CHÍNH Ở VIỆT NAM

Chương 7 đề cập tới kết quả thực tiễn của IPM trên 4 nhóm cây trồng chủ lực của Việt Nam (Cây lương thực, Cây rau, Cây ăn quả có múi và Cây công nghiệp) với 25 loài sinh vật gây hại. Đây là các nghiên cứu điển hình về cách giải quyết áp dụng IPM đối với một loài dịch hại. Bản chất của công việc vẫn là nắm được các yêu cầu ngoại cảnh của sinh vật gây hại, đặc điểm sinh vật học và phát tán của chúng, mối quan hệ của sinh vật gây hại và các yếu tố môi trường... từ đó xác định các “điểm yếu” nhằm quản lý chúng một cách có hệ thống, phù hợp với điều kiện môi trường hiệu quả và bền vững.

7.1. IPM TRÊN CÂY LƯƠNG THỰC

7.1.1. Quản lý tổng hợp dịch hại cây lúa

a. Biện pháp canh tác

- Làm đất sớm và vệ sinh đồng ruộng: Làm đất sớm và vệ sinh đồng ruộng sau mỗi vụ gieo trồng có thể diệt được nhiều sâu non và nhộng sâu đục thân lúa sống trong rạ và gốc rạ; đồng thời làm mất nơi trú ngụ và nguồn thức ăn của rầy nâu, rầy xanh... là những môi giới truyền các bệnh siêu vi trùng nguy hiểm cho lúa như bệnh vàng lùn, bệnh lúa lùn xoắn lá và bệnh lại mạ. Nguyên lý tác động của biện pháp vệ sinh đồng ruộng và xử lý tàn dư cây trồng sau vụ thu hoạch là cắt đứt được vòng chu chuyển của sâu bệnh từ vụ này sang vụ khác và hạn chế nguồn sâu bệnh tích lũy, lây lan ngay từ đầu vụ.

- Luân canh: Luân canh lúa với các cây trồng khác tránh được nguồn bệnh tích lũy trên lúa từ vụ này sang vụ khác

- Thời vụ gieo trồng thích hợp: Thời vụ gieo trồng thích hợp đảm bảo cho lúa sinh trưởng, phát triển tốt, đạt được năng suất cao, tránh được rủi ro về thời tiết. Việc xác định thời vụ thích hợp còn phải dựa vào đặc điểm phát sinh gây hại của các loài sâu bệnh quan trọng, đảm bảo cho lúa tránh được các đợt cao điểm của dịch bệnh.

- Sử dụng hạt giống khỏe, giống chống chịu sâu bệnh, giống ngắn ngày: hạt giống khỏe, sạch bệnh giúp cho cây lúa phát triển thuận lợi; sử dụng giống chống chịu giảm

sử dụng thuốc hoá học phòng trừ sâu bệnh; giảm ô nhiễm môi trường, bảo vệ được thiên địch; giữ được cân bằng hệ sinh thái nông nghiệp; giống lúa ngắn ngày với thời gian sinh trưởng khoảng 100 - 110 ngày, trồng trong vụ sớm có thể tránh được sâu đục thân, sâu cắn gié. Giống lúa cực ngắn với thời gian sinh trưởng 80 - 90 ngày cũng là biện pháp phòng trừ rầy nâu hiệu quả, vì rầy nâu không kịp tích lũy số lượng đủ gây hại nặng trên những giống cực ngắn ngày.

- Gieo trồng với mật độ hợp lý: Mật độ và kỹ thuật gieo, cấy phụ thuộc vào giống lúa, thời vụ, đất và dinh dưỡng, tuổi mạ, chất lượng mạ, trình độ thâm canh... Mật độ quá dày hoặc quá thưa đều ảnh hưởng đến năng suất, đồng thời còn ảnh hưởng đến sự phát sinh và phát triển của sâu bệnh, cỏ dại. Các ruộng lúa gieo quá dày thường khép hàng sớm, gây nên ẩm độ cao, tạo điều kiện cho rầy nâu và bệnh khô vằn phát sinh phá hại mạnh vào cuối vụ.

- Sử dụng phân bón hợp lý: Bón phân quá nhiều hoặc bón phân không hợp lý sẽ làm cho cây phát triển không bình thường và dễ bị sâu bệnh phá hại. Ruộng lúa bón quá nhiều phân dễ bị lốp và nhiễm các bệnh đạo ôn, khô vằn, bạc lá...

b. Biện pháp thủ công

Bẫy đèn bắt bướm, ngắt ổ trứng, dùng rào chà tưới lá phun sâu cuốn lá, đào hang bắt chuột...

c. Biện pháp sinh học

- Tạo môi trường thuận lợi cho các loại sinh vật có ích là kẻ thù tự nhiên của dịch hại phát triển nhằm góp phần tiêu diệt dịch hại:

Bảo vệ thiên địch tránh khỏi độc hại do dùng thuốc hoá học bằng cách sử dụng những loại thuốc chọn lọc, thuốc có phổ tác động hẹp, dùng thuốc khi thật cần thiết và phải dựa vào ngưỡng kinh tế...

Tạo nơi cư trú cho thiên địch sau vụ gieo trồng bằng cách trồng xen, trồng cây họ đậu trên bờ ruộng, làm bờ rạ cho thiên địch ẩn nấp...

Áp dụng các kỹ thuật canh tác hợp lý tạo điều kiện cho thiên địch phát triển.

- Ưu tiên sử dụng các loại thuốc Bảo vệ thực vật sinh học:

Các loại thuốc sinh học chỉ có tác dụng trừ dịch hại, không độc hại với các loại sinh vật có ích.

d. Biện pháp hoá học

- Sử dụng hợp lý thuốc hoá học BVTV:

Sử dụng thuốc theo ngưỡng kinh tế: Tiết kiệm được chi phí, giữ cân bằng sinh học trên đồng ruộng, hạn chế ô nhiễm môi trường.

Sử dụng thuốc an toàn với thiên địch: Lựa chọn thuốc ít độc hại, chọn thời gian và phương thức xử lý ít ảnh hưởng với thiên địch.

Sử dụng thuốc theo nguyên tắc 4 đúng:

+ Đúng chủng loại: Mỗi loại sâu hay bệnh đều có những loại thuốc thích hợp để phòng trừ. Dùng không đúng thuốc sẽ không diệt được sâu bệnh mà còn gây lãng phí và ảnh hưởng tới thiên địch và môi trường.

+ Đúng liều lượng và nồng độ: Liều lượng: Là lượng thuốc quy định cho một đơn vị diện tích (ha, sào hay công đất... mét khối kho tàng...). Nồng độ sử dụng: Là độ pha loãng của thuốc dạng lỏng, dạng bột để phun lên cây, lượng đất bột, cát để trộn với thuốc hạt rắc vào đất. Dùng thuốc không đủ liều lượng và nồng độ hiệu quả sẽ kém, dịch hại dễ nhờn thuốc. Sử dụng quá liều lượng và nồng độ (lạm dụng thuốc) vừa lãng phí, vừa độc hại. Phun rải thuốc không đúng cách hiệu quả sẽ kém, thậm chí không có hiệu quả.

+ Đúng thời điểm (đúng lúc): Tác hại của dịch hại cây trồng chỉ có ý nghĩa khi mật độ quần thể đạt tới số lượng nhất định, gọi là ngưỡng kinh tế. Do vậy, chỉ sử dụng thuốc đối với sâu hại khi mật độ của chúng đạt tới ngưỡng kinh tế. Các biện pháp “phun phòng” chỉ nên áp dụng trong những trường hợp đặc biệt. Phun thuốc định kỳ theo lịch có sẵn hoặc phun theo kiểu cuốn chiếu là trái với nguyên tắc của phòng trừ tổng hợp.

+ Đúng kỹ thuật (đúng cách): Dùng thuốc phải căn cứ vào đặc điểm của sâu bệnh hại. Ví dụ khi phun thuốc trừ rầy nâu phải rẽ hàng lúa để đưa vòi phun vào phần dưới của khóm lúa, nơi rầy tập trung chích hút bẹ lá.

- Sử dụng thuốc có chọn lọc:

Trong quản lý dịch hại tổng hợp, người ta chủ trương ưu tiên dùng các loại thuốc có phổ tác động hẹp hay còn gọi là thuốc có tác động chọn lọc. Tuy nhiên, cho đến nay những nghiên cứu về tác động chọn lọc và độ an toàn của thuốc đối với thiên địch còn rất ít.

7.1.2. Quản lý tổng hợp rầy nâu

- Tên khoa học: *Nilaparvata lugens* (Stal) (Homoptera: Delphacidae).

- Triệu chứng gây hại: Rầy trưởng thành và rầy non chích vào thân cây lúa để hút dịch cây. Bị hại nhẹ các lá dưới có thể bị héo. Bị hại nặng gây nên hiện tượng “cháy rầy”, cả ruộng bị khô héo. Nếu gặp mưa, chỗ bị hại có thể bị thối nhũn. Lúa ở thời kỳ làm đòng và trổ rầy hút nhựa ở cuống đòng non, đồng thời rầy cái chích rách mô thân cây để đẻ trứng. Các vết thương cơ giới đó tạo điều kiện cho nấm bệnh xâm nhập làm cho cây lúa thối, đổ rạp, gây nên hiện tượng bông lúa bị lép một nửa hoặc lép toàn bộ. Rầy còn là môi giới truyền bệnh lùn xoắn lá làm cho cây lúa tuy vẫn giữ màu xanh nhưng bị thấp lùn, có những lá bị xoắn nhiều vòng, trổ bông muộn nhưng không thoát, ít hạt và hạt bị lép.

- Đặc điểm sinh học, sinh thái:

+ Tập tính sống: Rầy trưởng thành thường tập trung thành đám ở trên thân cây lúa phía dưới gốc để hút nhựa. Khi bị khuấy động thì lẩn trốn bằng cách bò ngang, nhảy sang

cây khác, nhảy xuống nước hoặc bay đi chỗ khác. Ban ngày trưởng thành ít hoạt động ở trên lá lúa. Chiều tối bò lên phía trên thân lúa hoặc lá lúa. Khi lúa ở thời kỳ chín, phần dưới của thân lúa đã cứng khô thì ban ngày chúng tập trung phía trên cây lúa hoặc gần chỗ non mềm của cuống bông để hút nhựa. Rầy trưởng thành có xu hướng ánh sáng mạnh (trừ rầy trưởng thành dạng cánh ngắn) do đó đêm tối trời, lặng gió, trời nóng bức, rầy, bay vào đèn, nhiều nhất là khoảng 20 - 23 giờ.

+ Thời gian phát triển: Sau khi vũ hóa từ 3 - 5 ngày, trưởng thành cái bắt đầu đẻ trứng bằng cách rạch bẹ lá hoặc gân chính của phiến lá, gần cổ lá, khi mật độ cao, đẻ vào bên trong mô thành từng hàng. Rầy cái tập trung đẻ trứng ở gốc cây lúa, cách mặt nước từ 10 - 15cm. Thời gian trứng từ 6 - 8 ngày, rầy non có 5 tuổi thời gian phát triển 12 - 14 ngày, ít di động, Thời gian rầy trưởng thành sống khoảng 20 - 30 ngày. Thời gian phát dục các giai đoạn của rầy nâu biến động phụ thuộc vào các yếu tố ngoại cảnh. Rầy nâu có vòng đời ngắn trung bình từ 20 - 30 ngày. Trong vụ xuân thời gian vòng đời là 25 - 30 ngày còn trong vụ mùa là 20 - 25 ngày. Rầy cái cánh dài đẻ khoảng 200 - 300 trứng, rầy cái cánh ngắn đẻ từ 300 đến 400 trứng. Nếu điều kiện thích hợp, một rầy cái có thể đẻ trên 500 trứng. Nhiệt độ thích hợp để rầy nâu phát triển là từ 25 - 30°C. Mưa lớn và liên tục trong nhiều ngày sẽ làm rầy trưởng thành bị suy yếu, rầy cảm bị rửa trôi, đồng thời rầy cũng dễ bị nấm bệnh tấn công; trong khi mưa nhỏ hoặc mưa nắng xen kẽ, trời âm u rất thích hợp để rầy phát triển. Ẩm độ thích hợp đối với rầy nâu là từ 80 - 86%.

+ Ký chủ: Ngoài cây lúa, rầy nâu có thể phá hại trên các cây ngô, lúa mì, mạch, kê, cỏ gấu, cỏ lồng vực trên các loài lúa hoang như *Oryza rufipogon*, *O. minuta* và *Leersia hexandra*.

+ Thiên địch phổ biến: rầy nâu bị nhiều loài côn trùng, nhện lớn ăn thịt: bọ rùa, bọ 3 khoang *Paederus fuscipes* (Curtis), bọ xít mù xanh (*Cyrtorhinus lividipennis* Reuter); phổ biến là loài nhện lớn *Pardosa (Lycosa) pseudoannulata* (Boes. - Strand), các loài ký sinh trứng ký sinh rầy non hay trưởng thành. Các loài nấm gây bệnh cho rầy nâu thường gặp trên đồng ruộng là *Metarhizium* sp. và *Beauveria bassiana*.

- Ngưỡng kinh tế của loài rầy nâu: Cho tới nay, ở nước ta chưa có nghiên cứu nào mang tính hệ thống xác định ngưỡng kinh tế của sâu hại. Các chỉ đạo phòng trừ sâu hại thường dựa vào Phụ lục 1 (Quy định mật độ, tỷ lệ dịch hại để thống kê diện tích nhiễm dịch hại), Quy chuẩn Việt Nam 01 - 38 của Bộ NN&PTNT năm 2010. Đối với rầy nâu: Giai đoạn đẻ nhánh - đòng: 2.000 con/m²; giai đoạn đòng - trổ, chín: 3.000 con/m².

- Đề xuất quy trình IPM: Đảm bảo đa dạng sinh học trên ruộng lúa, trồng thêm các loài cây hoa dại, cây trồng có hoa để tạo điều kiện về thức ăn (mật và phấn hoa) và nơi ở cho thiên địch đồng thời giảm đến mức thấp nhất việc phun thuốc BVTV hóa học, chỉ phun khi thật cần thiết và sử dụng các loại thuốc ít độc, có tính chọn lọc cao và ít gây độc đối với thiên địch và động vật thủy sinh. Sử dụng giống kháng rầy nâu, kể cả các giống kháng cao và các giống kháng vừa. Mật độ gieo cấy hợp lý, bón phân cân đối, tránh bón quá nhiều đạm. Nếu có điều kiện, nên áp dụng kiểu canh tác lúa cá. Khi lúa đẻ nhánh có thể đưa vịt nhỏ 4 - 5 tuần tuổi (100 - 150 con/ha) vào ruộng vừa có tác dụng

làm sục bùn, vớt con còn có thể ăn rầy nâu, làm giảm khả năng tích lũy mật độ của rầy. Trên những ruộng lúa có nước, có thể sử dụng biện pháp rắc cát có tẩm dầu kèm theo khua động làm cho rầy “già chết” rơi xuống nước, khi bò lên bị dầu vớt lỗ thở của chúng làm cho chúng bị chết. Lượng dầu sử dụng là 5 - 7 lít/ha. Khi rầy vượt qua ngưỡng có thể sử dụng các loại thuốc có tác động chọn lọc, ít độc hại đối với thiên địch, sử dụng thuốc 4 đúng; các hợp chất hoá học có thể sử dụng như: fipronil (Regent), Etofenprox (Trebon 10 EC), Buprofezin (Applaud, buttyl, Encofezin), Benfuracab (Oncol), sử dụng theo liều khuyến cáo.

7.1.3. Quản lý tổng hợp sâu đục thân hai chấm

- Tên khoa học: *Scirpophaga incertulas* (Walker) (Lepidoptera: Pyralidae).

- Triệu chứng gây hại: Nếu lúa đang ở thời kỳ mạ hoặc đẻ nhánh, sâu đục qua bẹ vào đến nõn phá hại làm cho đánh lúa bị (héo nõn), Nếu lúa sắp trổ hoặc mới trổ, sâu đục qua lá bao của bông chui vào giữa rồi bò xuống đục ăn điểm sinh trưởng, cắt đứt các mạch dẫn dinh dưỡng làm cho bông lép trắng (bông bạc).

- Đặc điểm sinh học, sinh thái:

+ Tập tính sống: Ngài thường vũ hoá về đêm và có thể giao phối ngay, đêm thứ 2 có thể bắt đầu đẻ trứng. Ổ trứng thường được đẻ ở mút ngọn lá trong thời kỳ mạ và khoảng gần giữa mặt trên hay dưới lá lúa, đẻ trong 2 - 6 đêm liền, nhiều nhất là đêm thứ 2 và thứ 3. Ngài thích đẻ trứng ở những ruộng lúa mọc xanh non, rậm rạp. Mỗi ngài cái có thể đẻ 1 - 5 ổ. Số lượng trứng của mỗi ổ thay đổi tùy theo các lúa (50 - 90 quả/ổ) (Theo tài liệu Trạm BVTV vùng đồng bằng). Ban ngày ngài nấp trong khóm lúa rậm rạp gần mặt nước, lúc bị khua động có thể bay 1 - 2m sang cây khác. Ngài có xu tính mạnh với ánh sáng. Sâu non khi nở gặm ăn chất keo và lông phủ trên ổ trứng hoặc đáy ổ trứng rồi chui ra. Sâu non mới nở có hai phương thức để phân tán đi gây hại chúng bò lên lá nhà tơ rồi nhờ gió đưa mà bò sang cây khác, hoặc bò trực tiếp xuống dưới lá đục vào thân lúa.

+ Thời gian phát triển: Trong điều kiện nhiệt độ 19 - 30°C, thời gian trứng là 7 - 13 ngày; sâu non có 5 tuổi phát triển trong khoảng 25 - 39 ngày, thời gian nhộng là 8 - 16 ngày. Thời gian trước đẻ trứng là 2 - 3 ngày. Thời gian vòng đời đối với cá thể không qua đông kéo dài trung bình 43 - 71 ngày. Mỗi trưởng thành cái đẻ tổng số 100 - 150 trứng (Hồ Khắc Tín, 1982).

Đối với sâu đục thân hai chấm, điều kiện thời tiết thuận lợi là nhiệt độ 24 - 30°C và ẩm độ cao hơn 90%. Ở vùng đồng bằng sông Hồng, những đêm có sương, không gió, vừa mưa xong, ẩm độ cao thích hợp cho trưởng thành giao phối. Vụ lúa xuân muộn thường bị phá hại nặng hơn xuân sớm, chính vụ; mùa chính vụ hại nặng hơn mùa sớm. Giống lúa nếp bị hại nặng hơn lúa tẻ. Giống lúa bông to, chịu phân tốt, bản lá rộng, xanh đậm có tỷ lệ bị hại cao hơn. Lúa bón nhiều phân lá và thân mềm lứt, xanh đậm, rậm rạp bị hại nặng hơn.

Một năm có 6 - 7 lứa. Quan trọng nhất là lứa 2, lứa 5 phát sinh vào tháng 5 và 9. Đây là hai lứa cần chú ý phòng trừ vì nó ảnh hưởng trực tiếp đến năng suất.

+ Ký chủ của sâu đục thân hai chấm là lúa, lúa dại *Oryza rufipogon*, *O. nivara*, *O. latifolia*, *O. glaberrima*, cỏ *Léptochloa panicoides* (Dale, 1994).

+ Thiên địch của sâu đục thân hai chấm: ong ký sinh trứng ong *Trichogramma japonicum* Ashmead, *T. Dendrolimi*, *T. Chilonis*, *Telenomus rowani* Gahan; *T. Dignus*, *Tetrastichus schoenobii* Ferriere.

- Ngưỡng kinh tế của sâu đục thân hai chấm: Xem phụ lục 1.

- Đề xuất quy trình IPM:

Đảm bảo đa dạng sinh học trên ruộng lúa, trồng thêm các loài cây hoa dại, cây trồng có hoa để tạo điều kiện về thức ăn (mật và phấn hoa) và nơi ở cho thiên địch đồng thời giảm đến mức thấp nhất việc phun thuốc BVTV hóa học, chỉ phun khi thật cần thiết và sử dụng các loại thuốc ít độc, có tính chọn lọc cao và ít gây độc đối với thiên địch và động vật thủy sinh. Phát huy tác dụng của nhóm thiên địch nhất là ong ký sinh trứng.

Cày lật gốc rạ kèm theo ngâm nước, làm dầm kịp thời (đối với vụ xuân) hoặc cày lật gốc rạ rồi phơi ải ngay sau khi gặt (đối với lúa vụ mùa). Khi thu hoạch lúa cần cắt sát gốc rạ, những vùng chưa có tập quán gặt lúa cắt sát gốc, cần cắt rạ kịp thời và xử lý tiêu hủy ngay. Cần bố trí gieo mạ tập trung theo từng khoảnh, từng giống. Ruộng mạ nên gieo thành từng băng để tiện chăm sóc, quản lý và phòng trừ sâu bệnh nói chung và sâu đục thân lúa hai chấm nói riêng. Điều chỉnh thời vụ để lúa trở lệch thời gian trưởng thành lúa 5 ra rộ. Bón phân cân đối giữa các loại theo qui trình kỹ thuật được qui định cho từng vụ, từng chân đất, từng giống lúa. Hạn chế sử dụng phân đạm quá liều lượng và bón không đúng cách tạo nên tình trạng lúa lép hoặc để lại rai, sâu có thể phá hại mạnh. Sử dụng bẫy đèn để dự báo thời gian trưởng thành rộ. Tổ chức ngắt các ổ trứng và lưu giữ lại một thời gian để bảo vệ ong và xác định thời gian sâu nở rộ để xác định thời điểm phun thuốc.

+ Biện pháp sử dụng thuốc hóa học: Chỉ phun thuốc khi mật độ đã vượt ngưỡng kinh tế.

Ở vùng đồng bằng Bắc Bộ, với lúa xuân muộn, khi ngàai lúa 2 ra rộ, cần tập trung phòng trừ triệt để để hạn chế bông bạc và nguồn sâu qua vụ mùa. Vụ mùa, cần tập trung phòng trừ sâu trên mạ mùa nhất là mạ mùa sớm. Trường hợp cần thiết, tiến hành phun thuốc khi lúa trở 1 - 3%, nếu mật độ quá cao có thể phun lần hai ngay sau khi lúa trở xong.

7.1.4. Quản lý tổng hợp nhện gié hại lúa

- Tên khoa học: *Steneotarsonemus spinki* Smiley (Acari: Tarsonemidae).

- Triệu chứng gây hại: Trên bẹ, các vết hại tập trung thành từng đám màu nâu nhạt, nâu đậm đến thâm đen giống như vết “cạo gió”. Nếu bị hại nặng toàn bộ bẹ lá, thân cây có màu nâu đen đậm, lúa không trở. Trên bông lúa, nhện thường tấn công theo

chiều từ cuống bông đến đuôi bông lúa, bông lúa hoặc thân bông bị cong queo, toàn bộ cuống bông lúa và hạt lúa bị biến sang màu nâu, vỏ trấu có màu nâu đen. Nếu bị nặng, toàn bộ hạt trên bông lúa biến màu nâu đen. Khi chín, bông lúa không cong bình thường mà thẳng đứng. Ngoài ra còn thấy hiện tượng toàn bộ bông lúa bị hại có màu trắng giống như bông bạc do sâu đục thân gây hại.

- Đặc điểm sinh học, sinh thái: Nhện gié có 3 pha phát dục: trứng - nhện non (đi động, không đi động) - trưởng thành. Các pha phát triển của nhện thường ở trong bẹ lúa.

Nhện gié có sức tăng quần thể rất cao, có thể tăng gấp đôi số lượng trong thời gian 4 - 5 ngày. Vòng đời là ngắn đến rất ngắn, từ 4 - 11 ngày, tùy theo nhiệt độ môi trường. Sức đẻ trứng cao, trung bình 50 trứng/con cái, thời gian đẻ tập trung trong 7 ngày đầu. Trưởng thành có thể sống được 15 - 30 ngày. Trong một quần thể, thường thấy tỷ lệ 3 con cái: 1 con đực và khi điều kiện sống thuận lợi tỷ lệ này là 8 cái: 1 đực. Chúng có khả năng sinh sản đơn tính.

Nhện gié phát triển mạnh ở nhiệt độ 28 - 30°C, ẩm độ cao 96%. Nhiệt độ thấp hơn, chúng phát triển chậm hơn. Nhện gié có khả năng sống sót ở nhiệt độ thấp 5 - 7°C và nhiệt độ cao 41°C.

Trong năm, ở miền Bắc nhện gié gây hại nặng trên lúa hè thu và lúa mùa sớm. Ở miền Nam, nhện gié gây hại quanh năm, nhưng nặng nhất là lúa vụ hè thu, khi nguồn tích lũy trên lúa chết hoặc lúa ở trên bờ ruộng hay gò cao nhiều. Trong một vụ, mật độ nhện gié tăng và đạt đỉnh cao là khi lúa trổ và sau trổ một tuần. Tuy nhiên, trên đồng ruộng, mật độ nhện gié và biểu hiện triệu trứng bên ngoài trong khá nhiều trường hợp ít liên quan với nhau.

Trên các chân đất thì chân đất trũng bị hại nhẹ hơn chân vằn cao thiếu nước. Ruộng bón nhiều đạm bị hại nặng hơn ruộng bón ít đạm. Ruộng cây dày thường bị hại nặng. Trên các giống lúa khác nhau, mức độ bị hại cũng khác nhau.

Nhện gié có thể truyền lan nhờ hạt giống, gió, nước, côn trùng, chuột, công cụ sản xuất nông nghiệp, đặc biệt là lúa chết từ vụ trước... Nhện gié có khả năng lây lan rất mạnh qua vết thương cơ học, sau 10 ngày tạo vết thương nhân tạo, tỷ lệ hại tại các vết thương là 100% (Nguyễn Thị Nhâm và cs., 2010).

+ Ký chủ chính của nhện gié là lúa *Oryza sativa* L. (Hummel và cs., 2009), đã ghi nhận nhện gié có mặt trên 19 loài cây, trong đó có mặt chính trên lúa, lúa đại *O. latifolia* D. và cỏ lồng vực *Echinochloa* sp.

+ Thiên địch phổ biến là các loài nhện bắt mồi trong bộ ve bét Acarina có khả năng khống chế được nhện gié *S. spinki*. Ở châu Á có hai loài thiên địch quan trọng là *Amblyseius taiwanicus* và *Lasioseus parberiesei* Bhattacharya (Lo và Ho, 1979). Nghiên cứu ban đầu của Nguyễn Văn Đĩnh và cs. (2012), cho thấy tại đồng bằng sông Hồng, loài nhện bắt mồi *Lasioseus chauharii* có vai trò lớn trong việc khống chế số lượng nhện gié. Các chế phẩm sinh học từ *Hirsutella nodulosa*, *Bacillus thuringiensis*, *Beauveria bassiana*, *Verticilium lecanii* và *Metarhizium anisopliae* có giá trị phòng trừ nhện gié.

- Ngưỡng kinh tế của nhện gié: 5% số dành có bẹ lá xuất hiện vết cạo gió (hoặc 5% bẹ lá đồng có vết thâm).

- Quy trình IPM nhện gié đã được Bộ NN & PTNT công nhận tháng 4/2013. Nội dung cơ bản của quy trình bao gồm:

+ Làm đất và vệ sinh đồng ruộng: Cày và lồng vùi gốc rạ (vùi hết tàn dư cây lúa để tránh lúa chết mọc) ngay sau thu hoạch, làm sạch lúa chết, cỏ lồng vực ven bờ ruộng và ở đường dẫn nước tưới để nhện gié không có nơi trú ngụ. Trên các khu ruộng bị nhện gié hại nặng vụ trước, khi phát hiện thấy triệu chứng gây hại của nhện gié trên lúa chết và cỏ lồng vực mọc ở mương nước, bờ ruộng, gò đất cao, thì phải phun thuốc trừ nhện gié trên đó và phun vào sâu trong ruộng 2m, phun đầm và kỹ trước khi gieo cấy vụ hè thu hoặc vụ mùa. Cho đất nghỉ từ 2 - 3 tuần. Đất ruộng làm kỹ, san phẳng mặt ruộng.

+ Hạt giống: Sử dụng giống lúa xác nhận (có bao gói và địa chỉ rõ ràng), không sử dụng các giống thường bị nhện gié hại nặng. Lượng giống (sử dụng theo khuyến cáo): Đồng bằng sông Cửu Long: 80 - 120 kg/ha, Bắc Trung Bộ: 28 - 42 kg/ha (lúa cấy), 50 - 70kg (lúa sạ), Đồng bằng sông Hồng: 26 - 30kg/ha (lúa lai cấy), 45 - 55kg/ha (lúa thuần cấy), 50 - 65 kg/ha (lúa sạ). Gieo cấy tập trung trong một thời gian ngắn.

+ Kỹ thuật chăm sóc:

Phân bón: Bón phân cân đối. Lưu ý, nếu bón thừa đạm sẽ tăng mức độ gây hại của nhện gié.

Quản lý nước: Theo quy trình tưới nước tiết kiệm.

Cần chú ý phát hiện các vết nhện gié hại trên bẹ lá từ khi lúa làm đồng đến trổ (35 - 60 ngày sau gieo, cấy), đặc biệt 5 - 7 ngày trước trổ.

Không phun thuốc sớm và không phun ngừa để tạo điều kiện cho thiên địch nhện gié phát triển như: bọ trĩ (bù lạch) đen và nhện nhỏ bắt mồi phát triển.

Phun thuốc trừ nhện gié nếu trước khi lúa trổ 5 - 7 ngày phát hiện triệu chứng gây hại của nhện gié (5% số dành có bẹ lá xuất hiện vết cạo gió hoặc 5% bẹ lá đồng có vết thâm). Khi thấy triệu chứng trên, phun trừ nhện gié bằng các loại thuốc có trong danh mục thuốc trừ nhện gié như: *Quinalphos* (Kinalux 25EC), *Propargite* (Comite 73EC), *Hexythiazox* (Nissorun 5EC)... Lưu ý tránh phun các loại thuốc có độ độc cao đối với động vật thủy sinh. Cần sử dụng thuốc theo nguyên tắc “4 đúng”. Luân phiên thuốc để tránh nhện gié nhờn thuốc. Lượng nước phun là 600 lít/ha, nồng độ như khuyến cáo.

7.1.5. Quản lý tổng hợp chuột hại cây trồng

Khu hệ chuột ở Việt Nam thuộc nhóm *Rattus* gồm 3 loài đặc hữu là Chuột đồng lớn *R. Hoxanensis*, Chuột gecme *R. Rattus germaini* và Chuột đàn *R. Flavipectus moliculus*. Chuột đồng lớn chỉ phân bố ở miền Bắc, chuột gecme *R. Rattus germaini* chỉ phân bố ở miền Nam, chuột đàn *R. Flavipectus moliculus* phân bố trong cả nước.

- Triệu chứng hại: Phá hại cây cối, cây lương thực, rau, quả, cây công nghiệp, cây rừng... Ăn các sản phẩm là thức ăn của người và gia súc, gia cầm, ăn hại gia cầm, và

gia súc nhỏ...; Làm nhiễm bẩn và rơi vãi thức ăn; Cẩn phá làm hỏng nhà cửa, công trình giao thông, đê kè; Làm hư hỏng các đồ đạc trong nhà, các loại vật liệu linh kiện như đường dây điện thoại... Thiệt hại kinh tế lớn nhất do chuột hại là đối với nghề trồng lúa.

- Đặc điểm sinh học, sinh thái:

+ Tập tính sống: Các loài chuột có thể sống khoảng 1 năm, dài nhất đến 3 năm. Khi mới đẻ, cơ thể màu đỏ và mềm, không có lông, bị mù, lỗ tai bị che kín do vành tai gắn liền với đầu. Miệng là khe hở nhỏ không có răng. Chân nhỏ và yếu, các ngón chân đã phân tách, nhưng chưa có vuốt. Chúng có thể chuyển động bằng cách kết hợp giữa trườn và co duỗi toàn thân.

+ Thời gian phát triển: Sau 3 ngày, lỗ tai mở nhưng phải tới ngày 12 mới có khả năng nghe. Sau 5 ngày bắt đầu mọc lông và sau 15 - 16 ngày, chuột mở mắt. Trong 1 tháng đầu chúng dinh dưỡng hoàn toàn nhờ vào sữa mẹ. Từ ngày thứ 25 - 30 chúng có thể tự đi kiếm ăn. Thời gian từ khi được đẻ ra đến khi chuột trưởng thành khoảng 2,5 - 3 tháng.

Hàng năm chúng có thể đẻ 2 - 3 lứa, tối đa 50 con, trung bình 30 con.

Chuột là nhóm động vật ăn tạp. Thức ăn chính là thực vật. Nhóm sống trong nhà ăn hầu hết các loại thực phẩm của con người, kể cả gia vị. Nhưng thức ăn mà chúng ưa thích là ngũ cốc, thức ăn đã chế biến. Chúng ít tấn công các sản phẩm rau quả có nhiều nước. Nhóm sống ngoài thiên nhiên ăn hạt lúa, ngô, cỏ, trái cây, côn trùng, tôm cua, gia cầm nhỏ, thậm chí cả phân. Lượng thức ăn trong một ngày của chuột rất lớn, chiếm 10% khối lượng cơ thể. Nước uống đối với chuột không thực sự quan trọng vì chúng có thể hấp thu nước từ thức ăn.

Khả năng nhịn ăn của chuột không cao, thông thường, thiếu nước và thức ăn chúng chỉ có thể sống được từ 3 - 5 ngày.

Điều đặc biệt cần lưu ý là khi có thức ăn mới, chúng thử ăn một ít, nếu không có vấn đề gì chúng mới tiếp tục ăn.

Chuột có thính giác rất nhạy, xúc giác phát triển, lông mũi, lông trên người đều có cảm ứng tốt đối với môi trường, vì thế trong đêm tối chúng có thể chạy rất nhanh mà không va vấp. Khứu giác của chuột rất phát triển. Vì vậy, rất nhiều trường hợp như đánh thuốc, đánh bả hoặc bẫy có tỷ lệ thành công thấp hoặc thất bại. Lý do là chuột rất nhát và nhạy cảm với sự thay đổi hoàn cảnh.

Chuột thường sống trong hang để tránh các điều kiện bất lợi, vật săn mồi. Hang chuột ở nơi kín đáo, chân tường, góc nhà, gầm tủ, góc ruộng, chân đê... Một bên cửa hang có thể có đồng đất.

Chuột có khả năng leo trèo rất giỏi, chúng dễ dàng bò qua dây điện, tường gạch, tường đất, đường ống... Chúng có thể nhảy cao tới 70 - 80cm và nhảy xa tới 1,2m.

Ở nhiệt độ 18°C, chuột sinh sản rất mạnh nhưng khi nhiệt độ tăng quá 31°C, sức sinh sản của chúng giảm xuống. Mùa đông, khi nhiệt độ thấp hoặc mùa hè nhiệt độ quá

nóng ảnh hưởng xấu tới quá trình sinh tinh và quá trình rụng trứng của chuột. Ở miền Bắc nước ta, vào mùa đông nhiều loài chuột giảm cường độ sinh sản. Trong mùa lũ lụt chuột đồng di chuyển thành đàn lên chỗ gò cao, chân đê hoặc vào trong làng xóm. Mùa khô, chúng có thể đào hang làm tổ ngay trên bờ ruộng hoặc trong ruộng lúa.

- Ngưỡng kinh tế của chuột hại: Chưa có, tham khảo Phụ lục 1.

- Đề xuất quy trình IPM:

Phát động cộng đồng phòng chống chuột và phòng trừ liên tục;

Khuyến khích và hỗ trợ nông dân nuôi mèo để diệt chuột;

Nuôi và huấn luyện chó săn chuột nhằm giúp nông dân phát hiện những hang có chuột;

Nghiêm cấm săn bắt các loại động vật là thiên địch của chuột như rắn, chim cú mèo,...

Sử dụng bả diệt chuột sinh học;

Dùng các loại bẫy bắt thủ công như bẫy kẹp, bẫy bàn, bẫy lồng, bẫy dính và một số các loại bẫy khác có trong dân gian;

Dùng bẫy hàng rào cản và bẫy cây trồng (TBS+TC);

Biện pháp hoá học chỉ áp dụng trong trường hợp mật độ quần thể chuột cao. Tuân thủ nghiêm ngặt qui trình an toàn như trước khi đặt bả phải thông báo cụ thể thời gian địa điểm sử dụng cho toàn dân trong vùng biết, đặt bả độc xa nguồn nước sinh hoạt, bãi chăn thả gia súc và gia cầm, không nên sử dụng trong khu vực dân cư, hàng ngày phải thu nhặt hết bả và xác chuột đem chôn xa nguồn nước. Tuyệt đối không dùng các loại thuốc ngoài danh mục;

Nắm chắc các đặc điểm sinh học của chuột và nguyên vật liệu cũng như phát huy kỹ năng của cộng đồng trong phòng chống chuột: Đặt bẫy, bả ở những nơi có mật độ chuột cao, đường đi của chuột, những nơi chuột gây hại nặng. Xác định đúng thời điểm phòng chống có hiệu quả cao như thời kỳ đổ nước chuẩn bị gieo cấy cho vụ tiếp theo, khi chuột di cư lên các bờ mương lớn, bờ mương nhỏ các khu vực đất hoang vào mùa mưa nước ngập; Phòng trừ chuột trước các giai đoạn sinh sản mạnh.

+ Phương pháp bẫy hàng rào cản (TBS) kết hợp với bẫy cây trồng (TC):

Bẫy cây trồng là ruộng cấy lúa hoặc các cây trồng khác với mục đích hấp dẫn chuột về mặt thức ăn, khiến chúng di cư đến ruộng bẫy cây trồng càng nhiều càng tốt. Thông thường, có thể dùng lúa gieo thẳng hoặc lúa cấy nhưng cần cấy sớm hơn đại trà từ 35 - 40 ngày tạo nên sự hấp dẫn của nguồn thức ăn.

Hệ thống bẫy hàng rào cản bao gồm bẫy cây trồng xung quanh có rào nilon cao 60 - 70cm đặt cách bờ 1m. Các cọc giữ hàng rào nilon phải dựng thẳng đứng và cắm phía trong ruộng để tránh chuột leo theo cột vào bên trong bẫy cây trồng. Mỗi bẫy cây trồng đặt từ 8 - 10 bẫy hom cách nhau 3 - 5m. Khoét nilon tạo lối vào bẫy cây trồng để

đặt bẫy hom phía trong rào cản nylon. Bẫy hom có giá đỡ cao hơn mặt nước ruộng. Bẫy hom được đan bằng dây thép và có kích thước $60 \times 30 \times 30\text{cm}$. Cửa bẫy có hom dài xiên lên phía trên, sao cho chuột vào mà không ra được, phía sau bẫy hom có cửa để dễ dàng thu chuột vào bẫy. Đắp bờ nhỏ phía dưới rào cản nylon sao cho đủ kín để chuột không tự do vào trong ruộng mà phải men theo bờ để đi vào bẫy hom.

7.1.6. Quản lý tổng hợp ốc bươu vàng

- Tên khoa học: *Pomacea canaliculata* Lamarck.

- Triệu chứng hại: Ốc bươu vàng thường cắn ngang cây lúa non hay chồi non từ ngay sau khi sạ cho đến khi cây lúa được 30 ngày tuổi, chúng hoạt động chủ yếu vào sáng sớm, chập tối và ban đêm. Trên ruộng lúa, các dấu hiệu nhận thấy ốc bươu vàng gây hại là: mất cây hoặc làm cho lá, thân cây lúa nổi trên mặt nước hoặc cây lúa đứt ngang thân. Khi ốc phát triển mật độ cao có thể làm ruộng mất trắng, làm thiệt hại về giống, phải sạ lại nhiều lần, ruộng lúa sinh trưởng không đồng đều, khó khăn cho việc chăm sóc và thu hoạch, ảnh hưởng đến năng suất lúa. Các nghiên cứu cho thấy một con ốc bươu vàng ($2 - 3\text{cm}$)/ m^2 gây hại trong giai đoạn 3 - 20 ngày sau sạ sẽ làm giảm 15 - 20% năng suất lúa. Nếu mật độ 6 - 10 con ốc bươu vàng/ m^2 thì ruộng lúa sạ sẽ mất trắng sau 1 ngày đêm.

- Đặc điểm sinh vật học và sinh thái học:

Ốc cái 2 - 3 tháng tuổi bắt đầu sinh sản. Ốc thường ghép đôi giao phối từ 10 đến 18 giờ, ốc cái đẻ trứng 1 - 2 ngày sau đó vào chiều tối và nhiều nhất vào ban đêm trên bất cứ vật thể nào trên mặt nước, cách mặt đất từ 0,3 - 0,5m trở lên. Trứng có màu đỏ hồng đậm khi mới đẻ và màu hồng nhạt khi gần nở, trứng bám thành chùm trên nhánh cây hay vật cứng.

Ốc bươu vàng có tốc độ sinh sản rất nhanh. Chúng đẻ trứng thành từng ổ, mỗi ổ khoảng 200 - 300 trứng trong khoảng 3 giờ. Nếu điều kiện thích hợp, số lượng trứng có thể lên tới 500 - 600 trứng/ổ. Mỗi đợt chúng đẻ 10 - 12 ổ, khoảng 1.000 - 1.200 trứng/ tháng. Sau 7 - 15 ngày, trứng sẽ nở thành ốc non. Giai đoạn ốc non từ 15 - 25 ngày, sau đó là giai đoạn ốc lớn (26 - 59 ngày). Vòng đời trung bình là 60 ngày và ốc bươu vàng có thể sống 4 - 6 năm.

Ốc non nở, rơi xuống nước, nổi lập lờ trên mặt nước, 2 ngày sau thì vỏ cứng, lớn rất nhanh và phàm ăn. Giai đoạn phá hoại mạnh nhất khi ốc đạt 10 - 40mm.

Ốc bươu vàng có thể sống dưới nước hay trên cạn nhờ có khe mang và cơ quan giống phổi. Chúng có thể sống nhiều tháng trong điều kiện khô hạn bằng cách đóng nắp và vùi sâu trong đất, nên giai đoạn này còn gọi là thời gian ngủ của ốc. Khi gặp nước, chỉ cần một đêm là chúng hoạt động trở lại bình thường. Đặc biệt, chúng có thể tồn tại trong môi trường ô nhiễm, thiếu oxy nhờ có ống thở. Ốc bươu vàng con cũng có thể sống trong nước ở nhiệt độ từ 0 - 32°C và sống trong đất khô đến 6 tháng khi điều kiện tự nhiên thiếu nước. Trong điều kiện nước mặn 0,5 - 0,6‰, ốc bươu vàng vẫn gây hại; khi độ mặn lên 0,8‰ thì ốc sẽ chết 100% trong vòng 3 ngày.

- Ký chủ: Là loài đa ký chủ.

Ở Việt Nam, một số nghiên cứu cho thấy ốc bươu vàng ăn khoảng 20 loài thực vật, trong đó có lúa non, tảo, bèo, cây mọng nước... và các chất hữu cơ mục nát, nhưng thức ăn ưa thích nhất là lúa non và rau muống.

- Ngưỡng phòng trừ: Chưa có, tham khảo Phụ lục 1.

- Đề xuất quy trình IPM:

Làm đất kỹ bằng phẳng, tránh chỗ trũng nước;

Bắt ốc và ỏ trứng bằng tay vào buổi sáng sớm;

Có thể sử dụng thức ăn như lá đu đủ, xơ mít, lá rau muống... dẫn dụ tập trung ốc bươu vàng để dễ thu gom. Các loại lá bó thành từng bó để ở góc ruộng, gần bờ; sau 12 - 24 giờ, dùng rổ, rá xúc lên để bắt ốc;

Đánh rãnh thoát nước (25 × 5cm) cách nhau 10 - 15m giúp ốc bươu vàng tập trung để thu gom bằng tay hay xử lý thuốc ốc thuận tiện hơn.

Đặt lưới, phen tre chặn mương nước vào ruộng, ngăn ốc xâm nhập và bắt ốc dễ dàng.

Giai đoạn từ khi gieo sạ đến 21 ngày sau sạ:

Cắm các cọc tre, sây ở những chỗ ngập nước, mương kênh tưới để thu hút ốc để trứng, thu lượm (7 - 10 ngày/lần) và phá các ổ trứng dễ dàng.

Thả vịt vào ruộng lúa ở giai đoạn lúa đẻ nhánh - đứng cái, cho ăn ốc non và trứng ốc. Thu lượm ốc bươu vàng trưởng thành để làm thức ăn cho cá, vịt.

Nếu ruộng nhiều ốc, nhất là ở vụ Đông Xuân, cần xử lý sớm trước khi sạ: bằng Milax 100GB. Sau khi làm đất lần cuối, để lắng bùn, giữ mức nước 3 - 10cm; rải Milax 100GB (0,4 - 0,5 kg/1.000 m²). Giữ nước trong 1 - 2 ngày cho ốc chết hết, sau đó xả nước cạn rồi tiến hành sạ lúa như bình thường.

7.1.7. Quản lý tổng hợp sâu đục thân ngô

- Tên khoa học: *Ostrinia furnacalis* (Guenée) (Lepidoptera: Pyralidae).

- Triệu chứng gây hại: Sâu đục thân ngô chỉ gây hại ở pha sâu non, sâu non tuổi 1 - 3 thường gặm ăn thịt lá nõn hoặc cắn xuyên thủng lá nõn. Sâu non từ tuổi 3 trở lên mới đục phá vào thân, bắp non cây ngô bị sâu đục lúc nhỏ có thể bị gãy nõn; không ra được bắp hoặc cây ngừng phát triển. Cây ngô đã lớn, sâu đục trong thân để lại những đường đục có phân dùn ra. Thân cây ngô bị đục ít khi bị chết, nhưng nếu gặp gió to có thể bị gãy ngang. Bắp ngô non có thể bị sâu đục từ cuống bắp vào lõi bắp, ăn hại trong lõi và hạt non, đồng thời cũng mở đường cho các bệnh trên hạt phát triển. Nếu bắp đã cứng thì sâu có thể đục từ đầu bắp xuống giữa bắp.

- Đặc điểm sinh học, sinh thái:

+ Tập tính sống: Ngài hoạt động nhiều từ chập tối đến nửa đêm. Ban ngày, ngài ẩn nấp trong bẹ lá hoặc trong nõn ngô. Ban đêm có tính hướng ánh sáng đèn khá mạnh

và phần nào thích mùi vị chua ngọt. Trưởng thành sau khi vũ hoá một ngày thì giao phối và sau đó 1 - 2 ngày thì đẻ trứng. Thời gian đẻ trứng kéo dài 2 - 7 ngày hoặc lâu hơn. Ngài có tính chọn lọc nơi đẻ trứng. Trứng đẻ thành ổ (30 - 100 quả) xếp liền với nhau như vảy cá, ít khi đẻ rải rác thành từng quả riêng lẻ. Ngài thường tìm đến những ruộng ngô xanh tốt, nhất là những ruộng ngô vào giai đoạn sắp trổ cờ. Mỗi ngài cái đẻ trung bình từ 300 - 500 trứng, có khi lên tới hơn 1.000 trứng.

Nhộng thường ở trong thân cây (ở giữa các đường đục, đầu nhộng luôn hướng về phía lỗ đục) hoặc trong bẹ lá, lõi bắp lá bao, đôi khi lột nhộng ngay ở bên ngoài gần chỗ bộ phận bị hại khi mưa nhiều.

+ Thời gian phát triển: Thời gian phát dục của trứng, sâu non (có 5 tuổi), nhộng và vòng đời ở điều kiện nhiệt độ 24 - 25°C tương ứng là 3 - 5 ngày, 17 - 22 ngày, 7 - 10 ngày và 29 - 40 ngày (Đặng thị Dung, 2003).

Ở miền Bắc nước ta, nhiệt độ trong mùa hè và mùa thu từ 23 - 28,5°C, rất thích hợp cho sâu đục thân ngô phát triển. Mùa đông, nhiệt độ thường xuống thấp dưới 17,5°C, không thuận lợi cho trứng nở và sâu non phát dục, tỷ lệ sâu chết tăng lên.

Sâu đục thân ngô có mặt và gây hại trên đồng ruộng suốt cả năm (nếu có mặt cây ký chủ), nhưng nhiều nhất vào mùa hè và mùa thu. Số lứa sâu hàng năm ở từng vùng phụ thuộc nhiều vào thời gian gieo trồng các vụ ngô ở địa phương. Trong vụ ngô đông xuân thường có 3 lứa. Ở những vùng gieo trồng liên tiếp nhiều vụ trong năm, sâu đục thân có 7 - 8 lứa/năm. Từ lứa thứ 4, sâu phá hại trên ngô hè và ngô thu nặng nhất.

+ Ký chủ là loài ăn rộng, sâu phá hại hơn 50 loài cây trồng và 500 loài cây dại, thuộc 40 họ thực vật khác nhau. Ở nước ta, sâu phá hại chủ yếu trên ngô, ngoài ra còn hại trên bông, kê, cao lương, đay, cà, một số loại cây thức ăn gia súc họ hoà thảo.

+ Các thiên địch phổ biến: Theo dõi trên một số vùng trồng ngô ở đồng bằng và trung du Bắc Bộ của Việt Nam, sâu đục thân ngô bị một số loài ký sinh như ong mắt đỏ, ong bụng vàng (*Xanthopimpla* sp.) ký sinh trên sâu non và nhộng, ong đuôi to (*Brachymeris* sp.) ký sinh trên sâu non và nhộng và một số loài ruồi ký sinh ở sâu non và nhộng. Ở nhiều nước trên thế giới, người ta đã phát hiện hàng chục loài ong và ruồi ký sinh sâu đục thân ngô, một số loài đã được nghiên cứu nhân nuôi phóng thích để trừ sâu đục thân ngô như ong mắt đỏ, nấm *Beauveria* sp. và vi khuẩn *Bacillus thuringiensis*.

- Ngưỡng kinh tế của sâu đục thân ngô: Tham khảo Phụ lục 1.

- Đề xuất quy trình IPM:

Gieo trồng ngô tập trung thành những vùng sản xuất lớn, đúng thời vụ thích hợp. Ở mỗi vùng nên căn cứ vào điều kiện đất đai và khí hậu mà xác định một hoặc hai vụ ngô chính, không nên gieo trồng ngô liên tiếp, rải rác quanh năm, tạo điều kiện cho sâu đục thân tồn tại, phá hại liên tục từ vụ này sang vụ khác.

Thời vụ gieo ngô đông xuân có thể chia làm 2 đợt, ngô sớm gieo từ trung tuần tháng 10 đến đầu tháng 11. Ngô đại trà gieo từ 20/11 - 20/12. Ngô gieo muộn vào tháng 1 thường bị sâu đục thân phá hại nặng ở giai đoạn cây bắt đầu trổ cờ. Ngô đông sớm gieo từ tháng 8 đến đầu - cuối tháng 9.

Ngắt ổ trứng khi trứng xuất hiện rõ; tiêu hủy thân cây ngô đông trước tháng 2.

Chọn và trồng những giống ngô chống chịu sâu đục thân.

Bảo vệ và lợi dụng ong ký sinh, ở những nơi có điều kiện có thể tiến hành thu thập ong ký sinh, nhân thả ong ký sinh trên đồng ruộng khi trưởng thành phát sinh rộ.

Bố trí cơ cấu cây trồng hợp lý. Không nên gieo trồng nhiều vụ ngô liên tiếp trong năm hoặc bố trí xen kẽ, gối tiếp cây ngô và cây bông, kê, cao lương trong cùng một vùng.

Phòng trừ bằng thuốc hóa học: sử dụng thuốc có tính chọn lọc để tránh ảnh hưởng tới thiên địch.

7.1.8. Quản lý tổng hợp bộ hà khoai lang

- Tên khoa học: *Cylas formicarius* Fabr. (Coleoptera: Curculionidae).

- Triệu chứng gây hại:

Cả sâu non và trưởng thành đều gây hại, song chủ yếu là sự gây hại củ khoai lang của sâu non. Trưởng thành ăn biểu bì thân, lá và bề mặt củ tạo nên các lỗ thủng hình tròn nhỏ. Sâu non đục phá trong dây và củ không những cản trở sự phình to của củ, ảnh hưởng đến sản lượng, nguy hại hơn là chất bài tiết của chúng thải ra trong đường đục, tạo điều kiện cho nấm gây bệnh thối đen phát triển làm cho thịt củ bị thối khô và có mùi khó chịu.

- Đặc điểm sinh học, sinh thái:

Trưởng thành có phản ứng giả chết như nhiều loài cánh cứng khác, sau khi vũ hoá được 6 - 8 ngày thì bắt đầu giao phối và sau đó 2 - 3 ngày mới đẻ trứng. Bộ hà đẻ trứng chủ yếu trên củ, ngoài ra có thể đẻ vào đoạn sát gốc của thân chính hoặc thân giả, nhưng không đẻ trứng trên ngọn non. Khi đẻ trứng, chúng dùng miệng đục một lỗ nhỏ trên mặt củ rồi đẻ trứng vào đấy, thông thường một lỗ chỉ đẻ một trứng, sau đó dùng keo lấp kín mặt củ. Thời kỳ đẻ trứng của bộ hà có thể kéo dài từ 15 - 115 ngày, số trứng dao động 30 - 200 quả, trung bình 80 quả. Trưởng thành có thời gian sống tương đối dài, ngắn nhất khoảng 16 - 35 ngày, dài nhất là 115 - 133 ngày, chúng có khả năng nhịn đói rất lâu. Ở nhiệt độ cao khoảng 30°C, bộ hà hoạt động mạnh nhất. Trong những ngày mưa, trưởng thành thường ít hoạt động. Bộ hà di chuyển chủ yếu bằng hình thức bò, nhiệt độ càng cao, bộ hà bò càng nhanh và mạnh. Khi thời tiết nóng nực cũng có thể bay một quãng ngắn. Ban đêm bộ hà có xu hướng yếu đối với ánh sáng, ban ngày lẫn trốn các tia nắng trực xạ.

Sâu non bộ hà có 5 tuổi, thời gian phát dục khoảng 15 - 35 ngày, nếu sống trong thân có thể kéo dài đến 37 - 50 ngày, sau khi nở, sâu non đục ngay vào phần thịt củ, đường đục thường ngoằn ngoèo, không theo hướng nhất định, sâu đục ăn đến đâu, bài tiết phân đến đó. Nếu sống trong thân khoai lang, đường đục của sâu thường hướng về phía gốc. Trong một củ khoai lang có khi chỉ có vài sâu non, có lúc có trên 150 con. Khoai lang bảo quản trong kho là điều kiện hết sức thuận lợi cho loài sâu này sinh sôi nở rộ, số lượng cá thể của chúng tăng rất nhanh, có thể phải huỷ bỏ hoàn toàn.

Khi đầy sức, sâu non hoá nhộng ngay trong củ hoặc thân khoai lang, thời gian phát dục của nhộng trung bình từ 7 - 17 ngày (Nguyễn Văn Đĩnh và cs. 1995).

Ở điều kiện nhiệt độ 25°C và 30°C thời gian vòng đời của bọ hà là 46 và 31 ngày.

Tại Mỹ, vòng đời của bọ hà từ 35 - 40 ngày, 1 năm có từ 5 - 8 thế hệ, không phát hiện thấy bọ hà có hiện tượng qua đông (John, 2009).

Thời tiết khô và nóng là điều kiện thích hợp cho bọ hà phát sinh phát triển mạnh. Bọ hà là loài sâu hại dưới đất, điều kiện khô hạn rất thuận lợi cho sự hoạt động của chúng. Khô hạn còn làm đất nứt nẻ, trường thành có thể tìm đến các củ khoai để đẻ trứng một cách dễ dàng. Cũng chính do hiện tượng này nên các ruộng khoai lang trồng ở chân đất cát pha hoặc thịt nhẹ, có bón nhiều phân hữu cơ, được chăm sóc giữ ẩm tốt, đất không bị nứt nẻ, ít bị bọ hà phá hại so với chân đất thịt nặng, nghèo mùn.

Sau khi thu hoạch khoai lang, bọ hà vẫn có thể tiếp tục sinh sống trên tàn dư của cây khoai lang (củ, thân) và trở thành nguồn sâu cho vụ sau. Chính vì vậy, những ruộng trồng khoai lang liên tục nhiều năm, thường bị bọ hà hại rất nặng. Nói chung trên các chân đất mới trồng khoai lang vụ đầu thường ít bị loài sâu này phá hại.

+ Ký chủ chính là cây khoai lang, ngoài ra loài sâu này còn phá hại trên một số loại cây trồng và cây dại thuộc họ Bìm bìm.

+ Thiên địch phổ biến: Vì giai đoạn sâu non và nhộng nằm trong củ khoai nên đây là loài sâu hại ít bị thiên địch khống chế. Trong nhiều tài liệu công bố trên thế giới cũng như kết quả nghiên cứu ở Việt Nam thì bọ hà trưởng thành thường chỉ bị nấm *Beauveria bassiana* ký sinh là chính.

- Ngưỡng kinh tế của loài sâu hại: Tham khảo Phụ lục 1.

- Quy trình IPM bọ hà đã được Bộ NN&PTNT công nhận, cho phép áp dụng trong sản xuất từ năm 2005. Nội dung chủ yếu của quy trình bao gồm:

Vệ sinh đồng ruộng: tiêu diệt ký chủ phụ của bọ hà là các cây thuộc họ Bìm bìm. Những ruộng khoai lang bị bọ hà phá hại, khi thu hoạch, cần thu nhặt triệt để các tàn dư trên ruộng sau đó đào hố rồi lấp đất dày 20 - 30cm. Củ khoai lang thu từ ruộng bị hại nên sử dụng ngay, không cất giữ chung với khoai lang không bị hại.

Nên thực hiện luân canh với các cây không thuộc họ họ bìm bìm, tốt nhất là với lúa nước.

Sử dụng dây giống không nhiễm bọ hà, nên dùng hom ngọn. Nên trồng các giống khoai lang hình thành củ ăn sâu xuống đất làm cho bọ hà trưởng thành không tiếp xúc để đẻ trứng.

Ruộng trồng khoai lang cần tưới nước giữ ẩm và vun luống đúng lúc ít nhất 2 lần trong 1 vụ tránh để ruộng bị khô hạn, nứt nẻ.

Có thể sử dụng bẫy Pheromone để thu bắt trưởng thành đực rồi phun chế phẩm nấm *Beauveria bassiana* sản xuất theo quy mô hộ gia đình (Nguyễn Văn Đĩnh và Nguyễn Thị Kim Oanh, 2001) lên cơ thể, sau đó thả lại chúng vào ruộng khoai lang để

trong quá trình tiếp xúc giao phối chúng sẽ lây nhiễm nấm cho bộ hạ cái hoặc nhúng hom giống trong dung dịch nấm *Beauveria bassiana* hoặc thuốc trừ sâu trong vòng 30 phút trước khi đem trồng.

Vào thời kỳ bộ hạ trưởng thành bắt đầu xuất hiện, dùng các lát khoai lang tươi đặt rải rác trong ruộng và xung quanh bờ, trên có phủ cỏ khô để dẫn dụ chúng đến ăn rồi bắt giết (gạt vào thùng chứa nước thuốc). Cũng có thể dùng bã độc bằng cách ngâm các lát khoai lang tươi vào dung dịch thuốc trong khoảng 12 - 24 giờ, sau khi vớt ra hong khô rồi đem đặt trên ruộng.

Khoai lang tươi nếu cần bảo quản lâu dài cần thu hoạch trong thời tiết nắng ráo, đất ruộng khô, chọn củ trên ruộng không bị bộ hạ hại, không bị xây xát đưa vào bảo quản trong nhà theo từng lô, Dùng phương pháp quay cọt, mỗi lớp củ khoai 1 lớp đất bột khô hay cát khô dày 3 - 5cm (Nguyễn Văn Toàn và cs., 1997; Nguyễn Văn Đĩnh và cs., 1995).

7.2. IPM TRÊN CÂY RAU

7.2.1. Quản lý tổng hợp sâu hại rau họ Hoa thập tự

Đề xuất quy trình IPM (là Kết quả nghiên cứu của đề tài “Nghiên cứu áp dụng quản lý tổng hợp dịch hại trên rau họ Hoa thập tự” (Nguyễn Trường Thành, 2004)).

- Biện pháp kiểm dịch thực vật:

Đối với rau họ Hoa thập tự, biện pháp kiểm dịch nhằm không cho các đối tượng kiểm dịch trên rau xâm nhập vào nước ta hoặc một vùng lãnh thổ nhất định theo các con đường sản phẩm, hạt giống rau...

- Biện pháp canh tác bảo vệ thực vật:

+ Thời vụ: Chọn thời vụ thích hợp nhất cho cây rau họ Hoa thập tự phát triển tốt nhất, nhiều vùng ở Việt Nam chủ yếu là vụ Đông Xuân. Là cây cho sản phẩm tươi, rau họ Hoa thập tự cần phát triển cả khi trái vụ. Khi trồng rau họ Hoa thập tự trái vụ, cần có lưới bảo vệ để tránh mưa lớn làm cây sinh trưởng yếu và nhiễm bệnh hại nguy hiểm.

+ Chọn đất và làm đất: Cần chọn đất đủ dinh dưỡng và có thành phần cơ giới phù hợp (cát pha thịt nhẹ), đảm bảo giữ được độ ẩm, thoát nước tốt, tạo điều kiện thuận lợi cho cây sinh trưởng và hạn chế bệnh hại.

Làm đất trồng rau kỹ, có điều kiện phơi ải làm giảm quần thể sâu hại (sâu xám, bộ nhày...) và nấm bệnh qua đông hoặc cư trú trong đất (như bệnh thối hạch, chết rạp cây con). Lên luống đủ cao (20 - 25cm) để tránh ngập úng và thoát nước khi có mưa. Với rau ăn lá ngắn ngày (như cải xanh, cải ngọt) có thể trồng theo công nghệ “khay bầu” (Plug - System) với giá thể phù hợp. Cách làm này chia sự phát triển cây rau thành hai giai đoạn, hạn chế sự phát dịch của dịch hại, đặc biệt là bộ nhày và bệnh có nguồn gốc trong đất.

Giống rau nên gieo trên đất sạch hoặc đất mới (2 năm liền không trồng rau họ Hoa thập tự), nhằm hạn chế nguồn bệnh trong đất dễ gây hại cho cây con như nấm *Pythium*,

Fusarium và vi khuẩn. Nếu có điều kiện, nên gieo giống ở xa vùng sản xuất rau họ Hoa thập tự để hạn chế sâu bệnh hại lây nhiễm.

+ Vệ sinh đồng ruộng: Phòng trừ cỏ dại trên đồng ruộng, đặc biệt với cỏ thuộc họ Hoa thập tự (cải dại, cải củ dại...).

Thu gom, tiêu hủy tàn dư cây trồng và phần cây trồng mang mầm bệnh nguy hiểm cho rau họ Hoa thập tự như các bệnh thối nhũn vi khuẩn, vàng lá vi khuẩn, thối hạch, sương mai...

+ Sử dụng giống khỏe, sạch sâu bệnh: Chỉ sử dụng hạt giống khỏe, có độ nảy mầm cao, sạch sâu bệnh nguy hiểm. Chỉ trồng các cây giống khỏe, sạch sâu bệnh nguy hiểm.

Không xếp đồng cây con giống rau họ Hoa thập tự lên nhau, không cắt tia cây giống, tránh làm tổn thương cây để hạn chế nhiễm các bệnh vi khuẩn, thối hạch...

Nếu có điều kiện, gieo giống trên khay nhựa có giá thể phù hợp, cây giống không bị tổn thương bộ phận rễ khi chuyển sang ruộng sản xuất, giảm thời gian trên ruộng, hạn chế nhiều dịch hại.

+ Sử dụng giống chống chịu: Với các bệnh hại nguy hiểm rau họ Hoa thập tự như bệnh sương mai, bệnh chết cây con, bệnh thối nhũn, bệnh thối hạch... cần chú trọng chọn giống chống chịu bên cạnh việc đảm bảo các chỉ tiêu nông học khác. Chẳng hạn, sử dụng giống cải bắp NN Cross, phẩm chất lượng tốt, năng suất khá và tỷ lệ bệnh thối nhũn thấp hơn hẳn giống KK Cross.

+ Phân bón và cách bón phân: Bón phân vừa đủ và cân đối, đúng thời kỳ, tùy thuộc vào từng giống rau, loại đất, mùa vụ sao cho cây khỏe, tăng sức đề kháng với sâu bệnh. Chú trọng phân chuồng hoai mục, phân hữu cơ khoáng, phân lân vi sinh. Có thể dùng phân qua lá khi cần thiết. Không bón quá mức đạm vô cơ và đừng bón trước khi thu hoạch 10 - 15 ngày. Với các loại rau ăn lá ngắn ngày (như cải xanh, cải ngọt...) có thể bón lót hầu hết các loại phân và chủ yếu là phân chuồng, phân lân.

Bảng 7.1. Bón phân cho rau họ Hoa thập tự

Loại phân	Cải bắp	Su hào, Súp lơ	Cải ăn lá ngắn ngày
Phân chuồng (tấn/ha)	20 - 30	20 - 25	15 - 20
Phân đạm (kg N/ha)	100 - 120	60 - 100	10 - 20
Phân lân (kg P ₂ O ₅ /ha)	80 - 100	60 - 80	25 - 30
Phân kali (kg K ₂ O/ha)	60 - 90	50 - 70	20 - 25
Cách bón	+ Bón lót toàn bộ phân chuồng, phân lân, 20% đạm và 30% kali. + Lượng đạm và kali còn lại bón thúc 2 - 3 lần sau trồng khoảng 15 - 20 ngày, 30 - 40 ngày và 45 - 60 ngày tùy theo giống và mùa vụ.		+ Bón lót toàn bộ phân chuồng, lân, 50% kali, 50% đạm. + Lượng đạm và kali còn lại bón thúc một lần sau trồng 12 - 15 ngày

Mật độ: Tùy theo loài và giống rau, không trồng quá dày, đảm bảo mật độ hợp lý để độ ẩm trên ruộng không quá cao, không khí lưu thông tốt nhằm hạn chế sâu bệnh phát dịch.

Tưới nước: Luôn đảm bảo ruộng rau họ Hoa thập tự đủ ẩm nhưng không đọng nước. Nếu ruộng có bệnh, không tưới nước lên lá cây. Chỉ vào ruộng chăm sóc khi lá rau đã khô. Nếu ruộng nhiều sâu tơ mới nở nhưng không có bệnh nguy hiểm, có thể tưới phun vào buổi chiều nhằm hạn chế sâu non mới nở và bướm giao phối đẻ trứng.

Xen canh: Xen canh rau họ Hoa thập tự với cây trồng khác nhằm làm gián đoạn nguồn thức ăn và có thể xua đuổi sâu hại. Nên xen 2 - 3 luống rau họ Hoa thập tự với luống cây cà chua hoặc cây thì là (trồng trước rau họ Hoa thập tự) nhằm hạn chế đáng kể mật độ sâu tơ trên đồng ruộng.

Luân canh: Luân canh rau họ Hoa thập tự với cây trồng khác họ và không có cùng những bệnh hại nguy hiểm như bệnh thối nhũn, thối hạch... Có điều kiện nên luân canh rau họ Hoa thập tự với lúa nước nhằm hạn chế nguồn sâu bệnh hại, nhất là bệnh có nguồn gốc từ trong đất.

Bẫy cây trồng: Trồng xen cây khác không thu hoạch trên diện nhỏ để hấp dẫn sâu hại và phòng trừ chúng. Chẳng hạn, trồng cây bắp cải đại hấp dẫn sâu tơ hơn nhiều so với cải bắp và làm giảm sự gây hại của sâu tơ trên cây trồng.

+ Biện pháp thủ công giới:

Ngắt ổ trứng sâu khoang chưa hoặc mới nở, bóp chết nhộng sâu hại, bắt sâu khoang, sâu xám, sâu xanh bướm trắng tuổi lớn trên rau họ Hoa thập tự.

Khi ruộng rau đã tốt, vào những ngày khô, ngắt những lá già trên ruộng để ruộng thông thoáng, hạn chế sâu bệnh hại phát triển. Thường xuyên ngắt các lá bệnh, nhỏ và tiêu hủy cây bệnh.

Sử dụng bẫy dính màu vàng để hạn chế trưởng thành của nhiều sâu hại trên ruộng rau họ Hoa thập tự.

+ Biện pháp sinh học:

Bảo vệ và tạo điều kiện thúc đẩy sự phát triển của thiên địch điển hình như ong ký sinh sâu tơ *Cotesia plutellae*, giòi ăn rệp *Episyrphus balteatus*, bọ cánh cộc *Paederus tamsulus* ăn sâu tơ, bọ rùa đỏ *Micraspis discolor* ăn rệp và sâu tơ... bằng cách hạn chế phun thuốc hóa học nhất là giai đoạn đầu vụ, thiên địch đang hình thành quần thể. Chú trọng sử dụng thuốc ít gây độc với thiên địch và môi trường, trồng cây họ đậu xung quanh ruộng...

Nhập nội, nhân nuôi và thả những loại ký sinh có ý nghĩa điều hòa số lượng sâu hại nguy hiểm như ong ký sinh *Diadegma semiclausum* trên sâu tơ (đã áp dụng thành công ở vùng cao).

Sử dụng bẫy Pheromone giới tính để thu hút côn trùng trưởng thành vào bẫy rồi tiêu diệt, hoặc để lan tỏa trên đồng ruộng cho chúng bị nhiễu loạn Pheromone và không giao phối bình thường được (trưởng thành sâu khoang, sâu xanh bướm trắng, sâu xanh da láng, sâu tơ...).

Sử dụng thuốc sinh học và thuốc thảo mộc để phòng trừ sâu bệnh hại nhất là giai đoạn đầu vụ, giai đoạn gần thu hoạch nhằm ít ảnh hưởng đến thiên địch và không để tồn dư lượng chất độc trên sản phẩm. Thuốc sinh học điển hình là thuốc vi khuẩn *Bacillus thuringiensis* (var. *kurstaki*, var. *aizawai*...) phòng trừ sâu tơ, sâu xanh bướm trắng.

Thuốc thảo mộc điển hình là *Azadirachtin* (từ cây *Neem*), *Rotenone* (từ cây *Derris* spp.) được dùng phòng trừ, xua đuổi, gây ngán, có hiệu quả với nhiều sâu hại trên rau họ Hoa thập tự.

+ Biện pháp hóa học

Là biện pháp sử dụng các chất hóa học để phòng trừ sâu bệnh hại cây. Theo hướng IPM sử dụng theo nguyên tắc 4 đúng: đúng thuốc, đúng lúc, đúng nồng độ và liều lượng, đúng cách đối với từng loại sâu bệnh trên mỗi cây rau họ Hoa thập tự nhằm đảm bảo hiệu quả phòng trừ cao, hạn chế tính chống thuốc và ô nhiễm môi trường. Cần chú trọng những điểm mấu chốt sau đây:

Tăng cường việc xử lý cây con, hạt giống trước khi trồng để hạn chế nguồn dịch hại đầu vụ (như nhúng rễ cây con hoặc nhúng phần thân lá cây con rau họ Hoa thập tự trong dung dịch thuốc trừ sâu bệnh hại rau). Cách làm này thường cho hiệu quả cao về kinh tế và môi trường.

Sử dụng thuốc sau khi dự báo trên cơ sở điều tra phân tích tình hình cây trồng, dịch hại, thiên địch, thời tiết và chỉ sử dụng thuốc khi mức độ dịch hại cao hơn ngưỡng kinh tế.

Ngưỡng kinh tế là một vấn đề mấu chốt của IPM (A.P. Gutierrez, 2002) vì nó là cơ sở để ra quyết định sử dụng biện pháp phòng trừ dịch hại. Nó đảm bảo việc phòng trừ dịch hại đem lại lợi ích về kinh tế, xã hội, sức khỏe con người và môi trường. Tuy nhiên, không nên hiểu ngưỡng kinh tế là một con số cứng nhắc. Nó có thể được lập nên như một ngưỡng trung bình trong một điều kiện phổ biến nhất. Khi vận dụng cần thay đổi chỉ số ngưỡng kinh tế theo các yếu tố về tuổi và tình trạng cây trồng, các dịch hại khác, thiệt hại trước đó, thời tiết khả năng phát triển sắp tới của dịch hại.

Khi cần thiết, chú trọng sử dụng các loại thuốc có nguồn gốc tự nhiên (*Spinosad*, *Evermectin*...) và những thuốc có tính chọn lọc cao (như thuốc điều hòa sinh trưởng côn trùng: *Lufenuron*, *Chlorfluazuron*, *Tebufenozide*...). Chỉ sử dụng thuốc phù hợp cho sản xuất rau an toàn và tuân thủ thời gian cách li của chúng.

Luân phiên thuốc thuộc các nhóm thuốc có cơ chế tác động khác nhau nhằm hạn chế tính chống thuốc của dịch hại như: trừ sâu tơ: *BT* - *Abamectin* - *Fipronil* - *Diafenthiuron* - *Idoxacarb* - *Lufenuron*... trừ bọ nhày: *Fipronil* - *Thiamethoxam* - *Profenofos* - *Cartap* - *Flufenoxuron*...

7.2.2. Quản lý tổng hợp sâu tơ hại rau họ Hoa thập tự

- Tên khoa học: *Plutella xylostella* (Linnaeus) (Lepidoptera: Yponomeutidae).

- Đặc điểm gây hại: Sâu non tuổi 1 đục lá chui đầu vào ăn nhu mô lá, để lại biểu bì. Sâu non tuổi 2 gặm ăn mặt dưới lá, để lại lớp biểu bì mặt trên lá, tạo thành những

đốm trong mờ. Cuối tuổi 2 trở đi sâu gặm thủng lá. Bị hại nặng thì lá còn trơ cuống lá, bấp cải không cuốn bấp, su hào củ nhỏ và hoá gỗ. Cây con còi cọc chậm lớn.

- Đặc điểm sinh học, sinh thái:

Trưởng thành sau khi vũ hoá, chúng có thể giao phối và đẻ trứng ngay trong ngày vũ hóa, thời gian đẻ trứng kéo dài khoảng 8 - 10 ngày. Ngài có tính chọn lọc nơi đẻ trứng, trứng đẻ phân tán từng quả hoặc thành cụm từ 3 - 5 quả chủ yếu ở mặt dưới lá, dọc hai bên gân lá hoặc chỗ lõm trên lá, rất ít ở mặt trên lá. Thời gian sống trung bình của trưởng thành cái là 2 tuần. Số trứng đẻ trung bình của sâu tơ từ 141,3 - 160,6 trứng (Lê Văn Trịnh, 1999). Sức sinh sản của trưởng thành sâu tơ phụ thuộc nhiều vào điều kiện dinh dưỡng và chất lượng cây thức ăn ở thời kỳ sâu non. Cụ thể, nếu sâu non sống trên cải bắp ở giai đoạn trước khi cuốn bấp có thể đẻ 160,6 trứng, trên giai đoạn trái lá 145,0 trứng, sâu non sống trên rau cải Đông Du (40 - 55 ngày sau trồng) là 150,8 trứng. Trưởng thành hoạt động ban đêm, mạnh nhất từ sẩm tối tới nửa đêm, ban ngày, thường ẩn náu ở dưới lá và những nơi kín đáo trong ruộng rau, khi bị khuấy động mới bay từng quãng ngắn.

Sâu non có 4 tuổi, gần 90% ở dưới mặt lá, chúng thích ăn lá non và lá bánh tẻ. Khi bị khuấy động, sâu non nhanh nhẹn lẩn trốn hoặc dong tơ buông mình xuống.

Khi đầy sức, sâu non nhả tơ dệt kén trên lá để hoá nhộng bên trong.

Sâu tơ có tính dẻo sinh thái cao về nhiệt độ, chúng có thể sinh trưởng phát dục và sinh sản trong khoảng nhiệt độ từ 10 - 40°C. Nhiệt độ thích hợp nhất là 20 - 30°C. Ở nhiệt độ đó, vòng đời của sâu tơ là 21 - 30 ngày. Độ ẩm ảnh hưởng rõ rệt đến khả năng đẻ trứng của trưởng thành. Ẩm độ dưới 70% kèm theo nhiệt độ thấp dưới 10°C thì ngài không đẻ trứng. Độ ẩm không khí cao hoặc mưa dầm thì sâu non bị bệnh nhiều do nấm *Beauveria basiana* và vi khuẩn *Bacillus thuringiensis*.

Ở miền Bắc Việt Nam, sâu tơ phát sinh nhiều lứa trong năm. Thời gian phát triển lứa sâu có thể thay đổi từ 2 tuần tới 6 tuần, trung bình là 3 tuần. Mỗi năm có 17 đỉnh cao mật độ, từ tháng 9 năm trước đến tháng 3 năm sau với xu thế mật độ tăng dần, sau đó giảm dần vào những tháng mùa nóng (từ tháng 6 - 9).

Sâu tơ là loài có phạm vi ký chủ hẹp, chúng sống trên gần 40 loài rau thuộc họ Hoa thập tự, nhiều nhất là cải xanh, su hào, cải bắp, súp lơ.

Thiên địch có vai trò quan trọng trong việc điều hòa số lượng sâu tơ (Lim, 1986). Ở vùng Đồng bằng sông Hồng ghi nhận nhiều loài ong ký sinh, trong đó loài ong *Cotesia plutellae* ký sinh sâu non sâu tơ và tỷ lệ sâu tơ bị ký sinh lúc cao điểm đạt 22 - 24% trên đồng ruộng. Loài ong *Diadromus collaris* Gravenhorst, *Phaogenes* sp., *Xanthopimpla flavolineata* Cameron ký sinh pha nhộng của sâu tơ. Các loài côn trùng bắt mồi ăn thịt như bọ rùa đỏ (*Micraspis discolor* Fabr.), bọ rùa 6 chấm (*Menochilus sexmaculatus* Fabr.), bọ rùa chữ nhân (*Coccinella transversalis* Fabr.), bọ cánh cộc (*Paederus fuscipes* Curt.) và một số loài nhện lớn bắt mồi có vai trò nhất định trong việc tấn công sâu non tuổi nhỏ (Hồ Thị Thu Giang, 2002). Tuy nhiên, theo số liệu của Chi cục BVTV tỉnh Lâm Đồng thì loài ong ký sinh *Diadegma semiclausum* sau khi nhập nội 10 trước có tác dụng kìm hãm sâu tơ khá tốt.

Ngoài ra, còn có thể sử dụng bẫy pheromone bẫy sâu tơ.

- Ngưỡng kinh tế của loài sâu hại:

Quy định thống kê diện tích hại của sâu tơ là 20 con/m² ở giai đoạn cây con và 30 con/m² ở giai đoạn cây lớn (Bộ NN&PTNT, 2010).

Trở ngại lớn nhất trong sản xuất vẫn là sử dụng thuốc BVTV hóa học nhiều lần, nồng độ quá cao và thường trộn lẫn nhiều loại thuốc làm cho nhóm thiên địch sâu tơ bị ảnh hưởng nghiêm trọng, không phát huy được vai trò, đồng thời làm cho tính kháng thuốc của sâu tơ hình thành ngày một nhanh. Việc nhân nuôi thiên địch cần nhiều thời gian và chi phí cao, phóng thích thiên địch có tác động kìm hãm số lượng sâu tơ chậm.

- Đề xuất quy trình IPM:

Đảm bảo đa dạng sinh học trên ruộng rau, trồng thêm các loài cây hoa dại, cây trồng khác có hoa để tạo điều kiện về thức ăn (mật và phấn hoa) và nơi ở cho thiên địch đồng thời giảm đến mức thấp nhất việc phun thuốc BVTV hóa học, chỉ phun khi thật cần thiết và sử dụng các loại thuốc ít độc, có tính chọn lọc cao và ít gây độc đối với thiên địch.

Nên trồng xen rau họ Thập tự với các loại rau màu khác họ như hành tỏi, cà chua, hoặc luân canh với cây lúa nước. Kinh nghiệm cho thấy trồng cà chua xen cải bắp, cà chua trồng trước 3 - 4 tuần sẽ giảm rõ rệt tác hại của sâu tơ.

Sử dụng bẫy pheromone đặt cao hơn mặt ruộng rau từ 5 - 10cm với mật độ 100 bẫy/ha sử dụng bẫy dính màu vàng để bẫy trưởng thành sâu tơ (Rushtapakornchai và cs., 1992; Lê Văn Trịnh và cs., 1999).

Sử dụng ong ký sinh *Diadegma semiclausum*, *Cotesia plutellae* (Talekar và Shelton, 1993; Hồ Thị Thu Giang, 2002).

Sử dụng các chế phẩm sinh học như: chế phẩm nấm *Beauveria bassiana* và chế phẩm vi khuẩn *Bacillus thuringiensis*...

Sử dụng luân phiên các loại thuốc hóa học có các gốc khác nhau (có tác dụng xua đuổi, chống lột xác, tiêu diệt sâu tơ) và thuốc sinh học (vi sinh, thảo mộc).

7.2.3. Quản lý tổng hợp bộ nhảy sọc cong hại rau họ Hoa thập tự

- Tên khoa học: *Phyllotreta striolata* Fabricius (Coleoptera: Chrysomelidae).

- Đặc điểm gây hại: Trưởng thành bộ nhảy sọc cong ăn lá tạo thành những lỗ nhỏ li ti hoặc vết răng cưa trên lá, khi bị hại nặng chúng làm cho lá rau xơ xác, cây còi cọc phát triển kém, đặc biệt ở giai đoạn cây con. Sâu non ăn hại rễ phụ, đục vào gốc rễ chính và củ tạo thành những đường lõm ngoằn ngoèo, gây ảnh hưởng nghiêm trọng tới sự sinh trưởng của cây.

- Đặc điểm sinh học, sinh thái:

Bộ nhảy sọc cong trưởng thành thường hoạt động lúc sáng sớm và chiều mát. Khi có nắng, chúng thường ẩn nấp vào nơi râm mát, sát mặt đất. Bộ trưởng thành ăn lá và

giao phối ngay trên cây. Đẻ trứng chủ yếu trong đất, cách rễ chính khoảng 3cm, khi đất ướt thì đẻ trứng ngay trên thân cây chổ sát mặt đất. Một con cái đẻ 25 - 200 trứng, thời gian sống của trưởng thành khá dài, có thể kéo dài từ 79 ngày tới 1 năm. Thời gian đẻ trứng kéo dài 30 - 45 ngày.

Sâu non sống trong đất, ăn rễ cây, sâu có 3 tuổi, phân bố chủ yếu ở tầng đất mặt từ 0 - 5cm. Đẩy sức, sâu hóa nhộng trong đất ở độ sâu 3 - 7cm.

Nuôi sinh học bộ nhảy sọc cong trong tủ định ôn ở 25°C, ẩm độ 85%, Nguyễn Hồng Anh và cs. (2013) xác định thời gian phát dục trung bình của trứng $5,30 \pm 0,28$ ngày, sâu non $31,19 \pm 2,25$ ngày, nhộng $4,4 \pm 0,32$ ngày, thời gian tiền đẻ trứng là $9,32 \pm 0,68$ ngày và vòng đời là $51,74 \pm 3,82$. Tỷ lệ đực: cái là 1:0,83, tỷ lệ tăng tự nhiên (r) = 0,093 và thời gian tăng đôi quần thể (DT) là 7,46 ngày.

Bộ nhảy sọc cong phát sinh và phá hoại mạnh trong điều kiện thời tiết nóng và khô, mật độ giảm đi khi mưa nhiều. Nếu ẩm độ không khí dưới 80% kéo dài sẽ ảnh hưởng rõ rệt đến sức đẻ trứng và tỉ lệ chết (Đặng Thị Cúc, 2005). Trong vụ hè thu chúng có mật độ thấp do thời gian này có mưa nhiều, mật độ của chúng cao lên rõ rệt vào tháng 10 trở đi. Xu thế gây hại của bộ nhảy ngày một tăng do nhu cầu về rau trái vụ ngày một cao.

Ký chủ: Bộ nhảy sọc cong hại chủ yếu trên các loại rau thuộc họ hoa thập tự bao gồm: rau cải xanh, cải chíp, cải ngồng, su hào, bắp cải, súp lơ và cải đại.

- Ngưỡng kinh tế của loài sâu hại: Quy định thống kê diện tích hại của các loại bộ nhảy *Phyllotreta* spp. là 20 con/m² ở các giai đoạn sinh trưởng của cây rau (Bộ NN&PTNT, 2010).

- Đề xuất quy trình IPM:

Đảm bảo đa dạng sinh học trên ruộng rau, trồng thêm các loài cây hoa dại, cây trồng khác có hoa để tạo điều kiện về thức ăn (mật và phấn hoa) và nơi ở cho thiên địch đồng thời giảm đến mức thấp nhất việc phun thuốc BVTV hóa học, chỉ phun thuốc khi thật cần thiết và sử dụng các loại thuốc ít độc, có tính chọn lọc cao và ít gây độc đối với thiên địch.

Không nên trồng cải nhiều vụ, nhiều năm liên tục trong một khu vực, nên luân canh một vài vụ rau cải với một số loài khác họ như: ngô, hành, dưa chuột, bầu, bí, mướp hoặc tốt nhất là với lúa nước. Đất cần được chuẩn bị kỹ, dọn sạch tàn dư vụ trước; phơi thật khô tối thiểu từ 10 - 15 ngày để diệt sâu non và nhộng còn trong đất. thường xuyên diệt trừ cây cải đại.

Phương pháp tưới rãnh ẩm liên tục đã hạn chế mật độ bộ nhảy thấp hơn so với biện pháp tưới ẩm bằng ô doa, biện pháp làm rào chắn nilon đã có tác dụng không chế mật độ bộ nhảy tương đương biện pháp hóa học (Nguyễn Hồng Anh và Nguyễn Thị Kim Oanh, 2013).

Khi thu hoạch có thể để lại một diện tích nhỏ ở giữa ruộng, dụ cho bộ nhảy tập trung vào rồi dùng thuốc phun để hủy diệt (Đặng Thị Cúc, 2005). Có thể sử dụng thuốc gốc cúc kết hợp thuốc thể hệ mới và cần bảo đảm thời gian cách ly của thuốc để tránh

ngộ độc cho người tiêu dùng (Phạm Văn Biên, 2003). Khi phun thuốc phải phun bao vây, phun từ xung quanh vào giữa. Thuốc sinh học Delfin WG và Crymax 35WP tuy hiệu lực ngay sau khi phun không cao nhưng hiệu lực mang tính tích lũy, không làm giảm quần thể kẻ thù tự nhiên của bọ nhảy trên đồng ruộng (Nguyễn Thị Kim Oanh và Hồ Thị Xuân Hương, 2005).

Trở ngại lớn nhất trong sản xuất vẫn là sử dụng thuốc BVTV hóa học nhiều lần, nồng độ quá cao và thường trộn lẫn nhiều loại thuốc làm cho nhóm thiên địch bị ảnh hưởng nghiêm trọng, không phát huy được vai trò. Hiện nay, vẫn chưa tìm ra được thiên địch hữu hiệu để nhân nuôi phóng thích trên đồng ruộng. Chưa có công bố nào về hiệu lực của bẫy pheromon trên đồng ruộng đối với bọ nhảy.

7.2.4. Quản lý tổng hợp bệnh sưng rễ cải bắp

Bệnh do nấm *Plasmidiophora brassicae* Wor gây ra.

- Triệu chứng hại: Bệnh gây hại nặng trên nhiều vùng rau của Việt Nam như Đông Anh (Hà Nội), Đà Lạt (Lâm Đồng). Bệnh hại trên bộ rễ của cây (rễ chính và rễ bên). Rễ bị bệnh hại sưng phồng lên, có các kích cỡ khác nhau tùy thuộc thời kỳ và mức độ nhiễm bệnh. Cây dần dần biểu hiện các triệu chứng sinh trưởng chậm, cằn cỗi, lá biến màu xanh bạc, có biểu hiện héo vào lúc trưa nắng, sau đó phục hồi vào lúc trời mát. Khi bị nặng, toàn thân cây héo rũ kể cả khi trời mát, lá chuyển màu xanh bạc, nhợt nhạt, héo vàng và cây bị chết hoàn toàn. Bệnh tấn công vào vùng rễ, làm giảm khả năng hút nước, dinh dưỡng và khả năng chống chịu của cây, dẫn đến việc xâm nhập dễ dàng của một số loài nấm, vi khuẩn gây nên sự thối đen toàn bộ rễ cây. Khi cây bị nhiễm bệnh sớm (giai đoạn vườn ươm, hồi xanh) cây khó phục hồi và chết, nhưng nếu cây bị nhiễm ở giai đoạn muộn hơn (giai đoạn hình thành bắp, phân hoá hoa) cây có thể cho thu hoạch nhưng năng suất giảm, chất lượng kém.

- Đặc điểm phát sinh, phát triển của bệnh: Nấm gây bệnh là loài nấm cổ sinh đơn bào (không có nhánh, sợi nấm) và là loài nấm ký sinh bắt buộc. Chúng chỉ phát triển và sinh sản trong tế bào ký chủ còn sống mới hoàn tất vòng đời. Nấm có thể tồn tại trong đất 7 - 10 năm ở dạng bào tử tĩnh, cũng có thể lâu hơn. Bệnh phát triển thích hợp trong đất chua và khoảng nhiệt độ từ 18 - 25°C. Tuy nhiên, bệnh chỉ tấn công gây hại cây khi mật độ bào tử trong đất đạt $>10^4$ bào tử/1 g đất.

Khi phát triển trong cây, bào tử động tiếp tục được hình thành ở pha thứ cấp và tấn công những cây bên cạnh hoặc di chuyển, phát tán xa hơn. Bào tử tĩnh được hình thành rất nhiều trong tàn dư cây bệnh và giải phóng ra đất khi rễ cây bị phân huỷ (thối đen, mục). Nấm bệnh không lây lan qua hạt giống nhưng lây nhiễm gián tiếp qua hạt giống trong quá trình sản xuất và vận chuyển hạt giống.

- Ngưỡng phòng trừ: Tham khảo Phụ lục 1.

- Đề xuất quy trình IPM: (là Kết quả nghiên cứu của đề tài “Nghiên cứu áp dụng quản lý tổng hợp bệnh sưng rễ cải bắp đông Dư tại HTX Tầng My, Đông Anh, Hà Nội” (Dưới sự tài trợ của Đức (Nguyễn Văn Hội, Nguyễn Thị Kim Oanh và cs., 2003)).

Thu gom toàn bộ rễ cây họ thập tự sau thu hoạch để tiêu huỷ bằng phương pháp đốt hoặc chôn sâu trong đất. Thực hiện tốt chế độ luân canh với lúa hoặc trồng cây rau khác họ thập tự như cà rốt, khoai tây, bó xôi, xà lách...

Sử dụng nguồn nước tưới không bị nhiễm bệnh (sử dụng nước giếng khoan, nước máy...). Làm mương tiêu thoát nước tốt, không để đất ngập úng. Tưới nước đủ ẩm trong giai đoạn cây phát triển thân lá. Khử trùng cẩn thận các dụng cụ lao động trước khi đưa vào ruộng.

Bón vôi là biện pháp hữu hiệu nhất để phòng trừ bệnh sưng rễ nhằm nâng cao độ pH để hạn chế bệnh phát triển (nâng pH > 6.5). Nên sử dụng các loại vôi có hàm lượng CaO cao. Liều lượng vôi bón tùy thuộc vào độ pH hiện tại của đất, loại đất và loại vôi (cho 1.000m² đất có pH 4.5 nên bón 748kg vôi; pH 5,5 nên bón 488kg vôi; pH 6.5 nên bón 244kg vôi; pH 7 nên bón 195kg vôi).

Trồng cây con sạch bệnh và khoẻ mạnh. Thường xuyên kiểm tra đồng ruộng, phát hiện sớm và nhổ bỏ rồi tập trung các cây nhiễm bệnh để tiêu huỷ. Dùng dầu gasoil đốt các rễ (củ), tàn dư cây bệnh, chôn vào hố đào sẵn (hố đào xa nguồn nước, rải vôi vào hố, vào chỗ cây đã nhổ bỏ). Không để cây bị nhiễm bệnh thối mục trên ruộng (nhổ sớm trước khi củ thối đen).

Phun chất kích kháng Exin 4,5HP liều lượng 0,5 - 0,75 lít/ha sau khi cây bén rễ hồi sinh, hoặc dùng nấm *Trichoderma* với liều lượng 80 – 150 kg/ha trước khi trồng.

Nếu đất đã nhiễm bệnh nên xử lý đất trước khi trồng bằng Nebijin 0,3DP (Flusulfamide) liều lượng 300 kg/ha (Lưu ý: thực hiện xử lý thuốc đúng kỹ thuật: cày bừa tơi đất, rải đều thuốc). Không nên xử lý trên đất ướt, ngập úng, kém thoát nước trong mùa mưa.

7.2.5. Quản lý tổng hợp sâu xanh

- Tên khoa học: *Helicoverpa armigera* Hübner (Lepidoptera: Noctuidae).

Ngoài ra quả cà chua thường bị 2 loài sâu nữa tấn công gây hại là sâu khoang *Spodoptera litura* (Fabricius) và sâu xanh *Helicoverpa assulta* Guenée.

- Triệu chứng gây hại:

Sâu non ăn hầu hết các bộ phận của cây như lá non, nụ, hoa, quả, riêng sâu khoang ăn cả lá già. Trên quả, chúng đục khoét vỏ, chui đầu vào trong ăn ruột quả. Mật độ giữa 3 loài thường biến động trong các vụ trồng cà chua, do đó tác hại của mỗi loài ở mức độ khác nhau khá rõ.

Triệu chứng gây hại của 3 loài trên cà chua có những điểm khác nhau để phân biệt.

Sâu xanh (*H. armigera*) phá hại búp non, nụ, hoa, quả; chúng có thể cắn đứt cuống quả, làm rụng quả. Ngoài ra, sâu còn có thể đục vào thân cây, cắn điểm sinh trưởng. Trên quả cà chua xanh thì sâu thường đục từ giữa quả vào, vết lỗ đục gọn. Sâu thường chui một nửa cơ thể vào bên trong quả, ăn phần ruột, còn một nửa cơ thể ở bên ngoài quả, phần sâu bám bên ngoài quả. Khi quả đã già và chín thì sâu thường đục từ

cuồng quả và chui vào nằm gọn bên trong. Khi đó phân không đùn ra bên ngoài. Những quả cà chua bị hại có thể bị rụng, hoặc gặp trời mưa thì bị thối nhanh chóng, chất lượng quả giảm sút, ăn có mùi hôi khó chịu. Một sâu non có thể phá hại 2 - 8 quả cà chua.

Sâu khoang (*S. litura*) hại lá cây cà chua là chính. Đến cuối tuổi 3 chúng phân tán, cắn thủng lá hoặc khuyết lá thành mảng. Khi cà chua có quả, sâu đục vào quả để ăn. Sâu thường đục từ cuồng quả vào bên trong ăn phần thịt quả. Còn sâu xanh (*H. assulta*): Triệu chứng gây hại trên cây cà chua rất giống với loài (*H. armigera*), chỉ khác là vết lỗ đục vào quả không gọn mà nham nhở, có những vết bần khi sâu đã chui vào bên trong quả.

- Đặc điểm sinh học, sinh thái:

Sâu xanh *H. armigera* có vòng đời trung bình từ 28 đến 34 ngày. Trong đó giai đoạn trứng kéo dài 2 - 3 ngày, sâu non: 10-18, nhộng: 7 - 12 ngày. Trưởng thành sau khi vũ hóa 2 - 3 ngày bắt đầu đẻ trứng, mỗi trưởng thành cái có thể đẻ 800 - 1.400 trứng, thời gian đẻ kéo dài 3 - 14 ngày, trung bình là 7 ngày.

Trứng được đẻ ở búp non, mặt trên các lá non phần ngọn, ở nụ, tai đài hoa, quả. Sâu non mới nở ăn một phần vỏ trứng rồi đi tìm thức ăn thích hợp. Khi cây có nụ, hoa, quả thì sâu non tuổi 2 mới tấn công nụ, hoa, quả. Chúng có tập tính ăn thịt lẫn nhau. Vì vậy, mỗi nụ, hoa, quả bị hại chỉ có thể tìm thấy một sâu. Sâu non có 5 tuổi. Khi đầy sức, sâu ngừng ăn và bò theo thân cây để chui xuống đất làm nhộng.

Sâu phá hại mạnh cà chua xuân hè và bị giảm mật độ sau những trận mưa to.

Sâu xanh tấn công trên 182 loài cây ký chủ, có thể phá hỏng 88% số quả trên cây cà chua (Amutha and Manisegaran, 2006).

Thiên địch của sâu xanh đục quả cà chua bao gồm các loài virus NPV - P, NPV - H; vi khuẩn Bt và các loài ong, ruồi ký sinh; Trứng bị ong mắt đỏ (*Trichogrammatidae*), sâu non bị ký sinh bởi ong thuộc họ (*Braconidae*, *Ichneumonidae*, *Tachinidae*), nhộng bị ký sinh bởi ong thuộc họ (*Ichneumonidae*, *Chalcidae*). Trong đó, đáng kể nhất là ong mắt đỏ (*Trichogramma* spp). Mùa mưa, sâu xanh còn bị ký sinh bởi các loài vi sinh vật như: nấm trắng (*Beauveria basiana*), vi khuẩn (*Bacillus thuringiensis*) và đặc biệt là virus đa diện nhân (Nuclear Polyhedrosis virus). Ngoài ra, nhiều loài côn trùng bắt mồi cũng đóng vai trò quan trọng trong việc khống chế sự bùng phát của sâu xanh trong tự nhiên như: bọ xít cổ ngỗng, bọ xít đỏ, bọ xít hoa (*Eocanthecona furcellata*), bọ xít nâu, các loài bọ rùa ăn thịt, nhện bắt mồi... Nguyễn Văn Đĩnh và Nguyễn Thị Kim Oanh (2004) xác định hiệu quả của một số biện pháp phòng chống sâu xanh đục quả trong quản lý tổng hợp cây cà chua ở Hà Nội.

- Ngưỡng kinh tế của loài sâu hại: Quy định thống kê diện tích hại của sâu xanh hại cà chua là 10 con/m² (Bộ NN & PTNT, 2010).

- Đề xuất quy trình IPM: (là Kết quả nghiên cứu của đề tài “Nghiên cứu áp dụng quản lý tổng hợp cây cà chua (ICM) tại Hà Nội” (Nguyễn Văn Đĩnh và cs., 2003).

Các kết quả nghiên cứu cho thấy không thể quản lý sâu xanh bằng những biện pháp đơn lẻ. Vì vậy, biện pháp quản lý tổng hợp (IPM) được khuyến cáo để quản lý sâu xanh gồm:

Đảm bảo đa dạng sinh học trên ruộng rau, trồng thêm các loài cây hoa dại, cây trồng khác có hoa để tạo điều kiện về thức ăn (mật, phấn hoa) và nơi ở cho thiên địch đồng thời giảm đến mức thấp nhất việc phun thuốc BVTV hóa học, chỉ phun khi thật cần thiết và sử dụng các loại thuốc ít độc, có tính chọn lọc cao và ít gây độc đối với thiên địch.

Có thể trồng cây dẫn dụ để thu hút loài sâu hại này đến để tiêu diệt chúng, nhằm giảm bớt mật độ trên cây cà chua. Cây dẫn dụ là những loài cây khác mà 3 loài sâu hại này ưa thích như cây hoa hướng dương và cây hoa cúc.

Luân canh cà chua - lúa nước, xen canh với ngô hoặc đậu.

Thường xuyên thu nhặt và hái những quả cà chua bị sâu đục để giảm bớt sự lây lan và sự tích lũy số lượng sâu trên đồng ruộng.

Làm bả độc để thu hút và tiêu diệt trưởng thành theo công thức 4 : 4 : 1 : 1 (4 phần mật mía : 4 phần dấm : 1 phần rượu : 1 phần nước). Sau khi lên men bốc mùi chua ngọt thì cho thêm thuốc trừ sâu vị độc pha với tỷ lệ 1%.

Sử dụng bẫy pheromone để thu bắt và tiêu diệt trưởng thành.

Với các loài sâu xanh thì sử dụng các chế phẩm *Bacillus thuringiensis* (Bt) chế phẩm NPV rất hiệu quả. Tuy nhiên, phải phát hiện kịp thời và phun khi sâu tuổi nhỏ để đạt hiệu quả cao. Với sâu khoang, hiệu lực trừ sâu của Bt kém hơn (ngoài đồng diệt được 30 - 50% số lượng sâu), nhưng khi phun phối hợp với thuốc trừ sâu khác thì hiệu quả tốt hơn. Thí nghiệm dùng NPV - P để trừ sâu khoang đem lại kết quả tốt. Sử dụng chế phẩm NPV cho hiệu quả tốt trong phòng trừ sâu xanh.

Biện pháp hóa học không cho hiệu quả cao vì đặc tính gây hại của loài này là đục vào bên trong nụ, hoa và quả. Vì vậy, phải xử lý khi sâu ở tuổi 1 - 2. Một số nhóm thuốc hóa học hiện đang sử dụng để trừ sâu xanh trong trường hợp dập dịch là Abamectin, Pyrethroid...

7.3. IPM TRÊN CÂY ĂN QUẢ CÓ MÚI

7.3.1. Quản lý dịch hại tổng hợp trên cây ăn quả có múi

- Những dịch hại chính trên cây ăn quả có múi:

Sâu hại phổ biến: Sâu vẽ bùa (*P. citrella*), rầy chổng cánh (*D. citri*), nhện rám vàng (*P. oleivora*), nhện đỏ cam (*P. citri*), các loài rệp muội (*T. aurantii*, *A. gosypii*), rệp sáp giả cam (*P. citri*), rệp vảy đỏ cam (*A. aurantii*), sâu đục cành cam (*C. argentatum*), ngài hút quả (*O. fullonia*), ruồi đục quả (*B. dorsalis*), bọ xít xanh hại cam (*R. humeralis*), sâu nhót (*C. metallica*), châu chấu xanh (*H. squamosus*).

Bệnh hại phổ biến: Bệnh vân vàng lá Greening (*L. asiaticum*), bệnh Tristeza (virus), bệnh loét (*X. axonopodis* pv. *citri*), bệnh chảy gôm (*Phytophthora* spp.), bệnh sọc (*E. fawcettii*), bệnh đốm dầu (*Mycosphaerella citri*), bệnh lốm loét đen (*Capnodium citri*), bệnh đốm muội đen (*Meliola citri*).

- Biện pháp quản lý dịch hại tổng hợp trên cây ăn quả có múi: (Dựa trên cuốn sách Sâu bệnh hại phổ biến và thiên địch trên cây ăn quả có múi của các tác giả: Oleg Nicetic, Phạm Văn Lâm, Ngô Tiến Dũng, Đinh Văn Đức, 2008).

+ Biện pháp canh tác:

Chỉ trồng ở nơi có điều kiện tự nhiên thích hợp cho cây ăn quả có múi (mực nước ngầm không cao quá,...).

Trồng mới vườn cây ăn quả có múi: cày bừa kỹ lớp đất trên mặt, đào hố trồng ít nhất trước 2 tháng, đào hố để riêng đất ở trên mặt, khi trồng dùng đất này lấp trực tiếp vào rễ cây được trồng. Vườn trồng mới phải dọn sạch cỏ dại, tàn dư thực vật đem phơi khô và đốt.

Mùa khô cần tưới nước để cây ra lộc đồng đều.

Vệ sinh đồng ruộng: thường xuyên dọn sạch cỏ ở vùng gốc cây, tiêu hủy, dọn các cành, quả rụng trong vườn vì chúng chứa nhiều nguồn dịch hại.

Xen canh: khi cây nhỏ chưa giao tán cần trồng xen cây ngắn ngày (đậu tương, lạc,...) để vừa tăng thu nhập, vừa hạn chế cỏ dại, tạo điều kiện làm giàu khu hệ thiên địch tự nhiên của dịch hại.

Mật độ trồng hợp lý với từng vùng và từng chủng loại cây ăn quả có múi.

Dùng phân hữu cơ hoai mục, phân bón cân đối, tránh bón nhiều phân đạm. Nơi có bệnh sưng rễ mà đất chua cần bón vôi.

+ Biện pháp thủ công:

Đốn tia cành già cỗi không còn khả năng ra quả, cắt bỏ cành bị sâu bệnh nặng. Ngắt bỏ lộc không cần thiết nhằm hạn chế nguồn thức ăn của rầy chổng cánh và sâu vẽ bùa hại cam. Để những cành khỏe phân bố đều trong tán cây. Đốn tia tạo tán đúng cách tạo thuận lợi cho cây sinh trưởng phát triển tốt, không thuận lợi cho dịch hại phát triển.

Thu bắt ổ trứng, sâu non, nhộng của một số sâu hại bắt gặp trong quá trình chăm sóc cây.

Bẫy lờng với mùi có mùi vị (quả mít) đặt xung quanh vườn về phía có rừng để thu bướm hút quả.

Dùng bẫy bả protein hoặc bẫy bằng Methyl eugenol để trừ ruồi đục quả.

+ Dùng giống kháng sâu bệnh/ sạch bệnh:

Sử dụng giống sạch bệnh được sản xuất theo công nghệ vi ghép đỉnh sinh trưởng. Đây là giải pháp rất quan trọng để phòng chống bệnh vân vàng lá Greening và các bệnh khác do siêu vi trùng gây nên.

Với bệnh do nấm *Phytophthora* cần gốc ghép có tính chống chịu bệnh (Poncirus) trong sản xuất cây giống, chỗ ghép phải cao trên cổ rễ 40 - 50cm.

+ Biện pháp sinh học:

Bảo vệ, duy trì và phát triển quần thể thiên địch tự nhiên trong vườn cây ăn quả có múi.

Nuôi kiến vàng *Oecophylla smaragdina* và duy trì chúng trong vườn cây ăn quả có múi. Biện pháp này hiệu quả trong hạn chế một số sâu hại chính trên cây ăn quả có múi.

Sử dụng chế phẩm sinh học/ có nguồn gốc sinh học, thảo mộc để trừ sâu ăn lá, chế phẩm nấm *Beauveria* trừ sâu cầu xanh,...

Sử dụng chế phẩm nấm *Trichoderma* để hạn chế bệnh có nguồn gốc từ trong đất.

+ Biện pháp hóa học:

Đối với vườn trồng mới bằng giống sạch bệnh cần phòng trừ triệt để côn trùng môi giới để chống tái nhiễm bệnh vằn vàng lá Greening. Cần đặt bẫy màu vàng ở xung quanh vườn mới trồng để phát hiện sự xuất hiện của trưởng thành rầy chổng cánh. Khi có trưởng thành rầy chổng cánh tiến hành phun thuốc Confidor hoặc Abamectin.

Sử dụng dầu khoáng hoặc dầu khoáng hỗn hợp thuốc hóa học để phòng chống nhện đỏ cam, nhện rậm vàng, các loài rệp sáp, sâu vẽ bùa cam. Để có hiệu quả cao trong phòng trừ nhện rậm vàng cần phun khi đường kính quả không quá 2cm. Đối với sâu vẽ bùa cam thì tiến hành phun khi lộc mới nhú.

Trên cây ăn quả có múi, có thể phun thuốc Bóocđô để trừ bệnh loét bệnh sẹo; Aliette, Ridomil trừ bệnh do nấm *Phytophthora*.

Trong chiến lược quản lý dịch hại tổng hợp trên cây ăn quả có múi cần nhấn mạnh các biện pháp canh tác kết hợp với sử dụng giống sạch bệnh, dùng dầu khoáng kết hợp với bẫy bả protein hoặc bẫy bằng Methyl eugenol để trừ ruồi đục quả.

7.3.2. Quản lý tổng hợp nhện rậm vàng

- Tên khoa học: *Phyllocoptruta oleivora* Ashmead (Acarina: Eriophyidae).

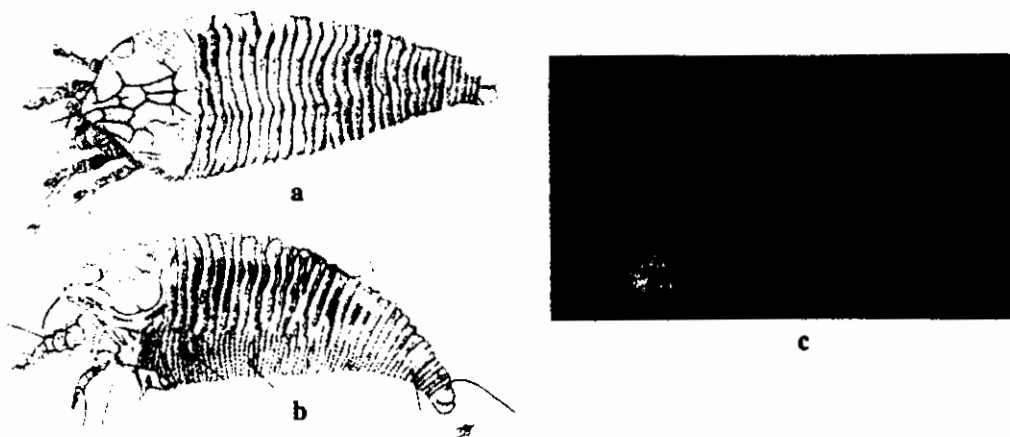
Hiện tượng rậm quả do nhện rậm vàng (NRV) nhiều hơn là do nhện trắng *Polyphagotarsonemus latus* (Nguyễn Văn Đĩnh, 1994).

- Triệu chứng gây hại: Cả trưởng thành và nhện non tập trung chích hút dịch vỏ quả, làm cho vỏ quả biến màu, chuyển sang màu xỉn, màu xỉ mặng hoặc màu nâu đen, thường được gọi là “rậm/nám quả”. Triệu chứng hại điển hình là khi quả đủ lớn, vỏ quả có màu xám bạc, mất màu xanh hoặc vàng đặc trưng, toàn bộ vỏ quả hay một diện tích lớn phía dưới quả có màu thâm hơi nâu hoặc thâm đen, làm giảm đáng kể giá trị thương phẩm. Nếu bị hại từ lúc quả nhỏ, quả không lớn được, có khi bị khô nứt và rụng. Những quả bị hại thường tập trung ở chỗ rậm rạp trong tán lá và là nơi ít ánh sáng. Khi bị hại nặng, mặt dưới lá thường có màu nâu hơi đen hoặc hơi vàng. Cành nhỏ màu nâu hơi tím hoặc thâm đen. Cây còi cọc, ít quả và quả nhỏ.

- Đặc điểm sinh học, sinh thái:

Theo Nguyễn Thị Phương và Nguyễn Văn Đĩnh (2000), NRV có thời gian các pha phát triển ngắn: nuôi nhện ở nhiệt độ 25°C và 30°C thì thời gian phát triển các pha

tương ứng của nhện là trứng: 4,88 và 3,68 ngày; nhện non tuổi 1: 3,96 và 2,14 ngày; nhện non tuổi 2 là 3,84 và 1,57 ngày; vòng đời tương ứng là 13,88 và 8,24 ngày; đời con đực là 20,4 và 13,4 ngày; đời con cái là 25,07 và 17,5 ngày. Tỷ lệ nở của trứng và tỷ lệ sống sót của con cái rất cao ở cả 2 nhiệt độ 25°C và 30°C. Số lượng trứng đẻ trong ngày cao nhất là ở ngày thứ 4 và ngày thứ 5 sau khi đẻ quả trứng đầu tiên. Sau đó số lượng trứng đẻ giảm dần và dừng hẳn ở thời điểm 32 ngày và 22 ngày tương ứng đối với nhiệt độ 25°C và 30°C. Khi cây chưa ra hoa kết trái, nhện sống ở tầng lá bánh tẻ là chính. Sau khi quả đậu, chúng di chuyển từ các lá dưới lên các lá trên và lên trên quả.



Hình 7.1. Nhện rám vàng *Phyllocoptruta oleivora* Ash.

Ghi chú: a. Nhìn từ mặt lưng; b. Nhìn từ mặt bên; c. Quả cam bên trái bị hại nặng, quả bên phải bình thường

Nguồn: Meyer, 1981

Trên quýt cảnh vùng Hà Nội, từ khi hình thành quả (5/8) cho tới khi toàn bộ quả chín vàng (25/12) mật độ NRV trên 1cm² quang trường vỏ quả liên tục tăng và đạt trung bình 2 - 3,5 con/1cm². Nhiều nghệ nhân trồng quýt cảnh cho rằng trong những năm có mùa hè, thu ít mưa, khó giữ được mã quả đẹp. Trong vườn nhà, tỷ lệ hại cao hơn ở ngoài đồng. Tuổi cây cam càng cao thì chỉ số hại và tỷ lệ hại của NRV càng cao. Mật độ của NRV có liên quan nghịch và khá chặt đối với lượng mưa; Tỷ lệ và chỉ số quả rám bên trong tán cây cao hơn hẳn bên ngoài rìa tán cây.

Các kết quả nghiên cứu về phòng chống NRV trên thế giới là khá phong phú: có thể sử dụng lưu huỳnh hoặc nhiều loại thuốc trừ nhện. Một số nơi trên thế giới vẫn sử dụng Zineb để trừ NRV kết hợp với phòng trừ nấm bệnh, tuy nhiên từ những năm 1975, Jeppson và cs. đã đề cập tới hiện tượng NRV kháng Zineb ở Mỹ và Israel. Ở Israel, Argov và cs., (2002) cho rằng có 5 loài nhện bắt mồi: *Amblyseius herbicolus* Chant, *Euseius victoriensis* (Womersley), *Euseius elinae* (Schicha), *Typhlodromus rickeri* Chant và *Euseius stipulatus* (Athias - Henriot), đã được nhập để cải thiện biện pháp sinh học đối với NRV, các loài bắt mồi này đã được phóng thích nhưng chỉ có loài *E. victoriensis* tồn tại ở miền bắc Israel.

- Ngưỡng kinh tế của loài nhện hại:

Quy định thông kê diện tích hại của Bộ NN&PTNT (2010) không đề cập tới tác hại của loài nhện này, trong khi đề cập tới tác hại trong các giai đoạn sinh trưởng của cây dổi với nhện trắng *Polyphagotarsonemus latus* (Banks) là 10% số lá quả bị nhện hại.

- Đề xuất quy trình IPM:

Đảm bảo đa dạng sinh học trên vườn cam quýt bằng cách giảm đến mức thấp nhất việc phun thuốc BVTV hóa học trên vườn cam quýt, chỉ phun khi thật cần thiết và luân phiên sử dụng các loại thuốc ít độc, có tính chọn lọc cao và ít gây độc đối với thiên địch và môi trường.

Cần chú ý các điểm sau đây:

Trồng và chăm sóc đúng kỹ thuật để cây phát triển tốt, tạo cành và tán cây thông thoáng trong suốt đời cây và bón phân cân đối;

Tưới phun với áp lực mạnh trên tán lá sẽ làm giảm mật độ NRV rõ rệt, nhất là vào tháng trước khi cây nở hoa kết trái.

Khi áp dụng các loại thuốc hoá học cần chú ý: phun ướt đều 2 mặt lá và quả với lượng nước thuốc 800 lít/ha. Ở những nơi tỷ lệ hại cao trong các năm trước nên tiến hành phun 2 lần thuốc trừ NRV vào các thời điểm khi hoa nở xong và quả có đường kính 1 - 2cm.

Trở ngại lớn nhất trong sản xuất cây có múi là sử dụng thuốc BVTV hóa học ngày một tăng, sử dụng nhiều lần với nồng độ cao và thường trộn lẫn nhiều loại thuốc làm cho nhóm thiên địch của sâu hại nói chung và của NRV nói riêng bị ảnh hưởng nghiêm trọng, không phát huy được vai trò. Ở Việt Nam vẫn chưa tìm ra được thiên địch hữu hiệu để nhân nuôi phóng thích trên đồng ruộng. Kinh nghiệm phòng chống róm quả trên bưởi Diễn ở ngoại thành Hà Nội cho thấy những vườn được tia cành tạo tán thông thoáng và không phun thuốc hóa học trừ NRV thì tỷ lệ quả bị vết nám vẫn còn nhưng thấp hơn nhiều so với những vườn áp dụng nhiều thuốc BVTV hóa học.

7.4. IPM TRÊN CÂY BÔNG

7.4.1. Quản lý tổng hợp rệp muội bông

- Tên khoa học: *Aphis gossypii* Glover (Homoptera: Aphididae).

- Triệu chứng gây hại: Rệp muội bông hút dịch cây, gây ảnh hưởng đến sinh trưởng phát triển của cây bông. Lá bông bị hại có biểu hiện xoắn lại, cong lên, ảnh hưởng đến quang hợp, sinh trưởng và phát triển của cây. Nếu bị hại nặng, cây sẽ bị héo rũ, quả bị rụng. Ngoài ra, trong quá trình tiêu hóa rệp tiết ra sương mật tạo điều kiện cho nấm muội đen phát triển, ảnh hưởng đến quang hợp của lá. Khi bông có quả, sương mật do rệp tiết ra làm xơ bông bị kết dính làm giảm chất lượng xơ. Chúng còn là vectơ truyền virus gây bệnh xanh lùn cho cây bông.

- Đặc điểm sinh học, sinh thái:

Trong điều kiện Việt Nam, rệp muội bông phát dục qua 2 giai đoạn: rệp non và trưởng thành. Trưởng thành có 2 dạng có cánh và không có cánh. Dạng có cánh xuất hiện nhiều vào điều kiện chất lượng thức ăn không tốt và cần phải di chuyển tới nơi ở mới. Rệp muội bông trưởng thành sinh sản đơn tính và có thể đẻ con sau khi hóa trưởng thành 0,5 - 1 ngày. Rệp muội bông non có 4 tuổi, thời gian phát dục của mỗi tuổi kéo dài từ 1 - 2 ngày. Thời gian phát dục của rệp non chỉ khoảng 5 - 6 ngày. Trong điều kiện khí hậu ở Việt Nam, rệp muội bông gây hại trên cây trồng nông nghiệp đều là rệp cái. Mỗi rệp trưởng thành đẻ khoảng 30 - 35 rệp non. Rệp trưởng thành sống khoảng 12 ngày. Sức sinh sản và thời gian phát dục của rệp muội bông bị ảnh hưởng rõ rệt bởi nguồn thức ăn. Nếu nuôi bằng lá bông được ngắt từ cây có bón bổ sung đạm chúng có thời gian phát dục ngắn hơn, sức sinh sản cao hơn so với nhóm sống trên lá bông được bón bình thường.

Rệp muội bông là loài dịch hại nguy hiểm trên cây bông vì ngoài ảnh hưởng đến sinh trưởng, phát triển của cây, chúng còn là môi giới truyền virus gây bệnh xanh lùn cho cây bông. Chúng tấn công cây bông ngay từ giai đoạn cây con và phát triển số lượng nhanh cả trong vụ khô lẫn vụ mưa. Những trận mưa lớn có thể rửa trôi một số lượng rệp muội bông trên cây bông.

Ngoài tự nhiên, rệp muội bông bị khống chế bởi nhiều loài bắt mồi và ký sinh. Có hơn 63 loài thiên địch của rệp muội bông đã được thu thập trên đồng bông ở các tỉnh phía Nam. Trong đó, phổ biến nhất là các loài bọ rùa bắt mồi (họ Coccinellidae) chuẩn chuẩn cò (*Chrysopa* spp.) và đặc biệt là ong *Aphelinus* sp. và *Aphidius* sp. Nấm *Neozygites fresenii* xuất hiện trong vụ mưa cao hơn hẳn so với trong vụ khô. Mức độ phổ biến của thiên địch trong vụ mưa cao hơn so với trong vụ khô, là một trong những lý do khiến mật độ rệp muội trong vụ mưa thấp hơn hẳn so với trong vụ khô.

Ký chủ: Rệp muội bông là loài côn trùng đa thực, gây hại trên nhiều loài cây trồng và cây dại như dưa hấu, bầu, bí, cà chua, khoai nước... Ở Việt Nam, ngoài các cây thuộc họ bông, Trần Thế Lâm (2007) đã xác định được 25 loài cây ký chủ khác của rệp muội bông.

- Ngưỡng kinh tế của loài rệp muội bông: Tham khảo Phụ lục 1.

- Đề xuất quy trình IPM:

Biện pháp canh tác tỏ ra có hiệu quả trong việc phòng chống rệp muội bông. Trong điều kiện vụ khô, phủ mặt luống bông bằng màng trắng hoặc màng đen ánh bạc có hiệu quả rõ rệt làm giảm mật độ rệp muội bông. Gieo bông gọn vụ; gôl hoặc xen canh bông với ngô, đậu, bón phân cân đối, tránh bón thừa đạm, tiêu hủy thân cây bông sau khi thu hoạch... không những làm giảm áp lực rệp mà còn tránh được thiệt hại do bệnh xanh lùn gây ra cho cây bông.

- Biện pháp hóa học: Một số loại thuốc hóa học được khuyến cáo dùng để phun khi mật độ rệp muội bông vượt ngưỡng phòng trừ: Thiamethoxam, Imidacloprid, Acetamiprid, Diafenthiuron. Việc lạm dụng thuốc hóa học trừ rệp muội bông đầu vụ

bông thường dẫn đến sự bùng phát của sâu xanh vào giữa và cuối vụ. Vì vậy, chỉ phun thuốc khi thật cần thiết.

7.4.2. Quản lý tổng hợp sâu xanh hại bông

- Tên khoa học: *Helicoverpa armigera* Hübner (Lepidoptera: Noctuidae).

- Triệu chứng gây hại: Sâu xanh đục vào nụ, làm cho nụ không phát triển và nở hoa được. Nụ bị hại, tai đài nụ bị xòe ra gọi là hiện tượng nụ xòe. Nếu hại ở giai đoạn quả, sâu ăn hết phần ruột và chui một phần thân vào bên trong quả. Lỗ đục của sâu xanh khá to, tạo điều kiện cho nước mưa đi vào bên trong gây thối quả.

- Đặc điểm sinh học, sinh thái:

Trong điều kiện khí hậu Việt Nam, vòng đời của sâu xanh kéo dài từ 28 - 34 ngày. Trong đó: Trứng: 2 - 3 ngày; Sâu non: 10 - 18; Nhộng: 7 - 12 ngày.

Trưởng thành: Sau khi vũ hóa 2 - 3 ngày trưởng thành bắt đầu đẻ trứng. Mỗi trưởng thành cái có thể đẻ từ 800 - 1.400 trứng. Thời gian đẻ kéo dài từ 3 - 14 ngày, trung bình là 7 ngày.

Trứng được đẻ ở búp non, mặt trên các lá non phần ngọn, ở rìa nụ, tai đài hoa, quả. Sâu non mới nở ăn một phần vỏ trứng rồi đi tìm thức ăn thích hợp. Nếu cây bông còn nhỏ, chúng chủ yếu ăn ở phần búp non, lá non nhưng không đục vào ngọn, cành như sâu loang vệt xanh. Khi cây lớn, có nụ, hoa, quả thì sâu non mới nở ra nếu ở trên búp non, chúng ăn ở đó cho tới khi tuổi 2 mới tìm nụ, hoa, quả để đục vào. Sâu xanh có tập tính ăn thịt lẫn nhau. Vì vậy, mỗi nụ, hoa, quả bị hại chỉ có thể tìm gặp 1 sâu. Sâu non có 5 tuổi, chỉ có một tỷ lệ nhỏ trải qua 6 tuổi. Khi đầy sức, sâu ngừng ăn và bò theo thân cây để chui xuống đất làm nhộng.

Kết quả theo dõi quy luật diễn biến của sâu xanh trên cây bông cho thấy, sâu xanh thường xuất hiện khi cây bông bắt đầu có nụ và tồn tại cho đến khi cây bắt đầu có quả nở. Trong điều kiện vụ khô, mật độ sâu xanh thường cao hơn hẳn so với vụ mưa. Số lứa sâu trong vụ mưa cũng cao hơn so với trong vụ khô. Các nghiên cứu cũng cho thấy, những trận mưa to có hiệu quả tốt trong việc làm giảm mật độ trứng và sâu non tuổi nhỏ.

Trong tự nhiên, sâu xanh bị kìm hãm bởi nhiều loài thiên địch. Trong đó, đáng kể nhất là ong mắt đỏ (*Trichogramma* spp.). Tỷ lệ trứng sâu xanh bị ong mắt đỏ ký sinh tự nhiên lên đến 30% trong điều kiện phun thuốc hóa học hợp lý. Các loài côn trùng ký sinh sâu non chỉ có nhóm ruồi lớn (họ Tachinidae) là phổ biến hơn cả. Trong điều kiện vụ mưa, sâu xanh còn bị ký sinh bởi các loài vi sinh vật như: nấm trắng (*Beauveria basiana*), vi khuẩn (*Bacillus thuringiensis*) và đặc biệt là virus đa diện nhân (*Nuclear Polyhedrosis virus*). Ngoài ra, nhiều loài côn trùng bắt mồi cũng đóng vai trò quan trọng trong việc không chế sự bùng phát của sâu xanh trong tự nhiên như: bọ xít cổ ngỗng, bọ xít đỏ, bọ xít hoa (*Eocanthecona furcellata*), bọ xít nâu, các loài bọ rùa ăn thịt, nhện bắt mồi... Việc lạm dụng thuốc hóa học để trừ sâu chích hút dễ gây hại đến quần thể thiên địch của sâu xanh hại bông dẫn đến sự bùng phát của sâu xanh vào giữa và cuối vụ bông.

- Ngưỡng kinh tế của loài sâu xanh hại bông: Tham khảo phụ lục 1.

- Đề xuất quy trình IPM:

Các kết quả nghiên cứu cho thấy, không thể quản lý sâu xanh bằng những biện pháp đơn lẻ. Vì vậy, biện pháp quản lý tổng hợp (IPM) được khuyến cáo để quản lý sâu xanh hại bông gồm:

Sử dụng giống: Sử dụng giống kháng rầy xanh nhằm làm giảm áp lực của sâu chích hút, hạn chế sử dụng thuốc trừ sâu chích hút nhằm bảo tồn quần thể thiên địch, tránh sự bùng phát sớm của sâu xanh hại bông. Các giống bông chuyển gen kháng sâu (bông Bt) có hiệu quả cao trong việc quản lý sâu xanh đến tận 70 - 80 ngày sau khi gieo.

Biện pháp canh tác: Luân canh bông - lúa nước, trồng gối bông với ngô, xen canh với ngô hoặc đậu đỗ.

Biện pháp sinh học: Sử dụng chế phẩm NPV cho hiệu quả tốt trong quản lý sâu xanh. Tuy nhiên, phải phát hiện kịp thời và phun khi sâu tuổi nhỏ thì hiệu quả mới cao.

Biện pháp hóa học: Biện pháp hóa học không cho hiệu quả cao trong quản lý sâu xanh hại bông vì đặc tính gây hại của loài này là đục vào bên trong nụ, hoa, quả. Vì vậy, phải phun khi sâu ở tuổi 1 - 2. Một số nhóm thuốc hóa học hiện đang sử dụng để trừ sâu xanh trong trường hợp dập dịch là: Abamectin, Pyrethroid.

7.5. QUẢN LÝ TỔNG HỢP RỆP XƠ TRẮNG TRÊN CÂY MÍA

- Tên khoa học: *Ceratovacuna lanigera* Zehntner (Homoptera: Aphididae)

- Triệu chứng gây hại: Trưởng thành và rệp non chích hút dịch cây. Lá bị hại dễ úa vàng, cây bị hại sinh trưởng cằn cỗi. Chất bài tiết của rệp xơ trắng là môi trường tốt cho nấm muội đen phát triển phủ kín lá và thân cây mía phía dưới, ảnh hưởng tới sự quang hợp của cây mía.

- Đặc điểm sinh học, sinh thái:

Tập tính sống: rệp xơ trắng sinh sản theo hình thức đẻ ra con. Rệp trưởng thành và rệp non sống thành từng đám dọc hai bên gân chính mặt sau của lá mía. Rệp không ưa ánh sáng trực xạ. Rệp non hoạt động nhanh nhẹn hơn trưởng thành.

Thời gian phát triển: rệp xơ trắng non có 4 tuổi. Rệp non có mầm cánh sẽ phát triển thành rệp trưởng thành có cánh, thời gian rệp non 30 - 40 ngày. Rệp non không có mầm cánh phát triển thành rệp trưởng thành không có cánh, thời gian rệp non 15 - 30 ngày. Sau khi hóa trưởng thành được 2 ngày thì bắt đầu sinh sản. Mỗi trưởng thành không cánh đẻ 33 - 63 rệp non; mỗi trưởng thành có cánh đẻ 14 - 20 rệp non (Nguyễn Đức Khiêm, 2006; Hồ Khắc Tín, 1982; Lê Văn Ninh và Nguyễn Thị Kim Oanh, 2011).

Nhiệt độ thích hợp: 20 - 29°C và ẩm độ 75 - 95% là điều kiện thích hợp cho rệp xơ trắng gia tăng nhanh số lượng. Rệp hoạt động kém tại nhiệt độ dưới 15°C. Thời tiết khô hanh thuận lợi cho rệp xơ trắng phát triển mạnh. Mưa ảnh hưởng tới sinh trưởng của rệp xơ trắng vì mưa lớn có thể rửa trôi chúng. Giống mía có bản lá dày, góc độ lá so

với thân nhỏ thì ít bị nhiễm rệp xơ trắng. Ngược lại, giống mía có bản lá mỏng, rộng, góc lá lớn bị rệp hại nặng hơn.

Sự xuất hiện của các loại hình rệp xơ trắng trưởng thành có cánh và không có cánh phụ thuộc vào điều kiện nước, thức ăn và thời tiết. Tại miền Bắc, trưởng thành có cánh xuất hiện nhiều vào tháng 4 - 6 và tháng 10 - tháng 1 năm sau.

Rệp xơ trắng hại mía có thể hoàn thành 20 - 30 lứa trong một năm. Trong năm, vào các tháng 6 - 7 và tháng 9 - 10 rệp xơ trắng phát triển khá nhanh (Nguyễn Đức Khiêm, 2006).

Rệp xơ trắng hại mía phá hại trên cây mía từ cây con và gây hại nặng nhất vào thời kỳ mía chín. Nhìn chung rệp xơ trắng xuất hiện ở hầu hết các tháng trong năm. Phát sinh gây hại mạnh là từ tháng 7 đến tháng 11. Ở Lam Sơn, Thanh Hoá rệp xơ trắng phát sinh từ 16 - 20 lứa trong năm, các tháng trong năm đều có thể sinh sản mạnh (Lê Văn Ninh, 2012).

Ký chủ: Chủ yếu gây hại trên cây mía, ngoài ra rệp xơ trắng có thể sống trên cỏ lông vục, cỏ mần trầu, cây lau...

Thiên địch quan trọng gồm: bọ rùa 13 chấm *Synonyma grandis*, bọ rùa hai mảng đỏ *Lemnia biplagiata*, ruồi ăn rệp *Syrphus* spp.,...

- Ngưỡng kinh tế: Tham khảo phụ lục 1.

- Đề xuất quy trình IPM: Theo kết quả nghiên cứu của Lê Văn Ninh (2012) diêm chính của quy trình IPM rệp xơ trắng mía bao gồm:

Trồng mía mới cần cày sâu, làm kỹ đất, tiêu huỷ tàn dư cây trồng vụ trước để hạn chế nơi cư trú của rệp.

Mía lưu gốc cần dọn sạch cỏ, bóc lá già tạo sự thông thoáng cho ruộng mía. Tiêu huỷ lá mía bị rệp xơ trắng nhằm tránh lây lan và cày vùi tàn dư cây mía của vụ trước cùng với phân bón vào rãnh giữa hai hàng mía.

Sau mỗi chu kỳ sản xuất, nếu có thể nên luân canh cây mía với các cây trồng khác 1 - 2 vụ để hạn chế tích lũy của nguồn rệp xơ trắng hại mía. Nên xen canh mía với một số loại cây họ đậu để tăng dinh dưỡng trong đất, tăng số lượng các loài thiên địch có trên cây họ đậu.

Trồng mới mía nên sử dụng hom giống khỏe.

Bố trí mật độ trồng hợp lý với từng chân đất, độ dốc với đất đồi trồng với khoảng cách 0,8 - 1m, đất bãi trồng khoảng cách 1 - 1,2m.

Đảm bảo ruộng mía thông thoáng, tăng cường chăm sóc vun luống cao, bón phân đầy đủ cân đối, dọn sạch cỏ, tia bỏ lá già, thu gom những lá bị rệp xơ trắng đưa đi tiêu huỷ để tránh sự lây lan của rệp xơ trắng hại mía.

Tăng cường tưới nước giữ ẩm đặc biệt vùng khô hạn, phải tưới nước định kỳ, làm cỏ, phủ gốc giữ ẩm hạn chế rệp xơ trắng phát tán.

7.6. IPM TRÊN CÂY CHÈ

7.6.1. Quản lý tổng hợp dịch hại chè

Theo tác giả Nguyễn Văn Hùng và cs. (2006), Quản lý tổng hợp dịch hại chè không có mẫu hình chung sẵn để áp dụng rập khuôn. Đây là một hệ thống biện pháp quản lý dịch hại mang tính nguyên tắc định hướng cần tuân theo trong điều kiện cụ thể dịch hại ở dưới mức gây hại kinh tế. Để áp dụng linh hoạt, hài hòa các biện pháp trong PTTH cần quán triệt mấy vấn đề sau:

Để cho các loài dịch hại tồn tại ở mật độ thấp có thể chấp nhận được. Ở mật độ đó, dịch hại không những không gây hại kinh tế mà còn là nguồn thức ăn để duy trì các thiên địch của chúng.

Hệ sinh thái cây chè là đối tượng chịu mọi tác động của hoạt động sản xuất, nghĩa là khi tiến hành bất kỳ một biện pháp kỹ thuật nào trong sản xuất chè cũng đều gây ảnh hưởng lên toàn bộ hệ sinh thái cây chè, trong đó có dịch hại chè.

Lợi dụng tối đa các tác nhân gây chết tự nhiên cho dịch hại chè. Trong hệ sinh thái cây chè tồn tại nhiều yếu tố gây chết tự nhiên cho dịch hại. Nắm đầy đủ các yếu tố này nhằm duy trì và làm tăng tỷ lệ chết tự nhiên của dịch hại chè là điều cần thiết trong PTTH trên cây chè.

Bất cứ biện pháp nào dùng để phòng trừ dịch hại chè cũng đều có hai mặt: tích cực và tiêu cực. Muốn có hiệu quả cao và bền vững trong phòng trừ dịch hại chè cần kết hợp hài hòa, hợp lý các biện pháp sẵn có.

- Biện pháp sinh học:

Biện pháp sinh học có ưu điểm là an toàn đối với người, động vật máu nóng, hiệu quả bền vững lâu dài và mở rộng dần, không gây ô nhiễm môi trường. Tuy vậy, biện pháp sinh học cho hiệu quả chậm, các chế phẩm sinh học khó sản xuất lượng lớn do đó không dễ sử dụng được trên diện tích rộng, nhiều chế phẩm sinh học (NPV, GV) có tính chuyên hóa cao nên phổ tác dụng hẹp...

Áp dụng biện pháp sinh học trên cây chè theo hai hướng sau:

+ Bảo vệ duy trì và phát triển quần thể thiên địch có sẵn trong tự nhiên trên nương chè:

Trên cây chè ở nước ta đã phát hiện được khá nhiều loài thiên địch (khoảng 100 loài). Những thiên địch này đóng vai trò đáng kể trong hạn chế số lượng sâu chính hại chè. Bảo vệ thiên địch tự nhiên trên cây chè chính là áp dụng các nguyên lý sinh lý, sinh thái trong phòng chống dịch hại trên cây chè và cũng nhằm bảo vệ các mối quan hệ qua lại giữa các loài có hại và có ích trong hệ sinh thái cây chè. Mục đích làm tăng tỷ lệ chết tự nhiên của các loài dịch hại do thiên địch gây hại. Đây là biện pháp rẻ tiền, không tốn kém về mặt kinh tế, chỉ đòi hỏi những hiểu biết về hệ sinh thái cây chè.

Để bảo vệ, duy trì và phát triển quần thể thiên địch tự nhiên trên cây chè, cần tuân thủ các nguyên tắc sau:

Để cho các loài gây hại tồn tại ở mật độ thấp dưới mức gây hại kinh tế. Trong điều kiện như vậy, tác hại của chúng hầu như không ảnh hưởng tới năng suất chè; ngược lại chúng là nguồn thức ăn quan trọng để duy trì quần thể thiên địch của chúng.

Áp dụng các biện pháp canh tác hợp lý tạo điều kiện thuận lợi cho cây chè sinh trưởng phát triển, làm tăng khả năng chống chịu dịch hại của cây chè, góp phần giảm nguy cơ phải dùng thuốc hóa học. Đồng thời tạo điều kiện thuận lợi cho thiên địch đến cư trú, sinh trưởng và phát triển, góp phần hạn chế dịch hại.

Bảo đảm tính đa dạng thực vật trong hệ sinh thái cây chè. Nương chè có cây che bóng hoặc cây trồng xen nên thành phần các loài thiên địch phong phú hơn. Để những loài cỏ dại hoặc trồng những loài cây hoa có mật xung quanh nương chè để hấp dẫn thiên địch đến cư trú và phát triển.

Sử dụng thuốc hóa học hợp lý: chỉ dùng thuốc hóa học khi cần thiết, dùng thuốc đặc hiệu và có phổ tác dụng hẹp hoặc có phổ tác động hẹp, chỉ phun vào nơi dịch hại có mật độ cao.

+ Thả bổ sung thiên địch vào hệ sinh thái cây chè:

Việc thả bổ sung thiên địch vào hệ sinh thái cây chè chưa được nghiên cứu ở nước ta, tuy nhiên đã được nghiên cứu ở một số nước trên thế giới.

Có thể nuôi lượng lớn một số loài bắt mồi ăn thịt (một số loài bọ rùa, cánh cứng ngắn *Oligota* sp., nhện nhỏ *Ambloseiys* sp.,...) thả vào hệ sinh thái cây chè để trừ rầy xanh, bọ xít muỗi, bọ cánh tơ, nhện đỏ.

Thu lượm những cá thể sâu hại chè bị chết bệnh đem nghiền nát vào hòa với nước lã sạch đem phun lên những nơi có loài sâu hại đó nhằm cung cấp nguồn vật gây bệnh của sâu hại.

Sản xuất chế phẩm sinh học từ nấm *Beauveria bassiana* để trừ rầy xanh, bọ xít muỗi,... Nghiên cứu áp dụng chế phẩm BT để trừ các sâu miệng nhai (sâu cuốn lá chè, bọ nẹt chè, sâu chùm,...) hoặc Bitadin để trừ nhện đỏ nâu, rầy xanh.

Nghiên cứu sử dụng chế phẩm sinh học từ nấm đối kháng *Trichoderma* spp. để trừ một số vi sinh vật ở trong đất gây bệnh cho chè.

- Nhóm các biện pháp canh tác: Những biện pháp thủ công không gây ô nhiễm môi trường, ít tốn kém về mặt chi phí nhưng lại tốn nhiều công sức. Đối với chè có thể tiến hành có thể tiến hành các biện pháp thủ công sau:

Thu bắt sâu chùm, sâu non tuổi 1 - 2 của khóm chè và con non của bọ xít hoa khi còn sống tập trung, nhỏ cò tay ở gốc chè 1 tuổi.

Hái những lá chè, búp chè bị sâu cuốn lá non, sâu cuốn tổ gây hại, sâu xếp lá, các loại sâu kền.

Cắt tỉa những cành bị sâu đục thân đỏ, rệp sáp, bệnh loét cành, đào bỏ những cây chè bị bệnh chết loang, đánh gốc cây dại, phát cỏ dại trong nương chè và ven đường lô.

Đặt bẫy vừa để dự báo sự xuất hiện của sâu hại, vừa để thu diệt chúng, có thể dùng bẫy đèn thu bắt các loài rầy trưởng thành, một số loài cánh vảy hại chè, hoặc bẫy hổ để thu bắt các loài côn trùng hại hoạt động ban đêm khi bò trên mặt đất, hoặc bẫy dính màu vàng để bẫy trưởng thành của rệp muội, bọ phấn, bọ cánh tơ. Tuy nhiên, khi đặt bẫy mà thu hút nhiều côn trùng có ích thì phải di chuyển bẫy đến nơi khác hoặc ngừng đặt bẫy.

- Sử dụng thuốc thảo mộc: Nghiên cứu phát triển chế phẩm thảo mộc và sinh học để trừ dịch hại chính trên cây chè.

- Biện pháp hóa học: Biện pháp hóa học có ưu điểm tiêu diệt dịch hại rất nhanh, ngăn chặn sự bùng dịch của nhiều đối tượng hại đem lại hiệu quả nhanh, rõ rệt, dễ thấy và hiệu quả kinh tế cao (khi dùng đúng kỹ thuật).

Tuy nhiên, hầu hết các thuốc hóa học bảo vệ thực vật đều gây độc cho người, động vật máu nóng, tiêu diệt nhiều loài sinh vật trong hệ sinh thái (kể cả thiên địch), làm mất cân bằng sinh thái trên cây chè, gây tính chống thuốc của dịch hại, để lại dư lượng trên sản phẩm chè. Mặc dù vậy, biện pháp hóa học là phương tiện duy nhất để dập dịch khi dịch hại bùng phát về số lượng.

Biện pháp hóa học IPM phải được sử dụng hợp lý. Quyết định phun thuốc hóa học phải căn cứ vào các thông tin thu thập được trong khi thăm đồng như mật độ sâu hại chính hiện tại, xu hướng thay đổi mật độ quần thể của chúng, hiện trạng sinh trưởng phát triển của cây chè, sự hiện diện của các thiên địch, tình hình thời tiết theo dự báo. Trong IPM thuốc hóa học phải được sử dụng theo nguyên tắc 4 đúng.

- Thăm đồng thường xuyên:

Đây không phải biện pháp kỹ thuật của PTTH, song rất quan trọng. Hàng tuần phải thăm nương (vườn) chè, quan sát kỹ từ tán đến gốc cây chè và đánh giá hiện trạng hệ sinh thái chè. Khi thăm đồng, cần ghi nhận các thông tin về hiện trạng và xu thế phát triển của dịch hại, của thiên địch, tình hình tăng trưởng, mức gây hại kinh tế. Việc đánh giá về hiện trạng và tác hại của sâu bệnh chính hại chè được tiến hành theo quy định trong tiêu chuẩn này.

7.6.2. Quản lý tổng hợp rầy xanh hại chè

- Tên khoa học: *Empoasca flavescens* Fabricius (Homoptera: Cicadellidae).

- Triệu chứng gây hại: Rầy trưởng thành và rầy non chích hút dịch từ cây chè ở cuống lá, gân chính, gân phụ, phía dưới mặt lá non. Các vết chích của chúng tạo thành những chấm nhỏ li ti, lúc đầu có màu hơi nâu, sau trở nên sẫm dần, lá bị hại có màu đồng thau. Khi bị hại nặng, lá chè non bị khô từ chóp lá, lan dần theo 2 bên mép xuống giữa lá, có màu thâm đen. Khi bị hại nặng chúng gây nên hiện tượng “cháy rầy”. Lá non bị hại nặng có thể rụng, còn trơ cuống. Chè mới trồng được 4 - 5 tháng, rầy xanh có thể làm khô đọt, cây cằn cỗi, chậm lớn và có thể bị chết. Trưởng thành cái dùng móng để trứng châm vào búp chè để đẻ trứng, gây ra vết biến màu.

- Đặc điểm sinh học, sinh thái: Tập tính sống: Rầy trưởng thành thường lột xác vào buổi sáng (8 - 10 giờ), đẻ trứng trên gân chính của lá hoặc cuống búp. Cả rầy non và trưởng thành đều sợ ánh sáng trực xạ, thường đậu ở mặt dưới lá non, búp và cuống búp chèn, có xu hướng yếu đối với ánh sáng đèn, di chuyển theo kiểu bò ngang, thấy động chúng nhảy khỏi nơi đang đậu.

Thời gian phát triển: pha trứng là 5 - 8 ngày; rầy non có 5 tuổi, phát triển trong khoảng 7 - 16 ngày (mùa xuân 9 - 11 ngày; mùa thu 7 - 8 ngày, mùa đông 14 - 16 ngày). Thời gian tiền đẻ trứng của rầy trưởng thành từ 1 - 4 ngày. Thời gian vòng đời là 13 - 23,9 ngày tùy thuộc vào nhiệt độ ở các mùa khác nhau. Mỗi trưởng thành cái đẻ trung bình 30 - 32 trứng. Trưởng thành có thể sống được 2 - 21 ngày (Nguyễn Văn Hùng, 2001; Nguyễn Văn Thiệp, 2006; Hồ Khắc Tín, 1982).

Điều kiện thích hợp cho rầy xanh phát sinh mạnh là trời râm mát, nhiệt độ 25 - 26°C, ẩm độ không khí khoảng 80% hoặc có nắng mưa xen kẽ, cùng với nguồn thức ăn phù hợp. Khi có mưa lớn kéo dài hoặc khô hạn, không thuận lợi cho rầy xanh phát triển. Nương chè non bị hại nặng hơn nương chè già. Nương chè có nhiều cỏ dại, chăm sóc kém, khuất gió bị hại nặng hơn.

Rầy xanh bị nhiều thiên địch tấn công. Những loài quan trọng là *Paederus fuscipes*, *Coccinella transversalis*, *Harmonia octomaculata*, *Menochilus sexmaculatus*, *Micraspis discolor*, nhện lớn bắt mồi (Phạm Văn Lâm, 2002).

Rầy xanh phát sinh, gây hại trên chè quanh năm. Rầy xanh có thể hoàn thành 10 - 14 lứa. Tại các tỉnh phía Bắc, rầy xanh phát sinh mạnh vào hai thời điểm là tháng 4 - 5 và tháng 9 - 10. Tại Lâm Đồng, rầy xanh phát sinh và gây hại nhiều trong thời gian từ tháng 5 đến tháng 12 hàng năm.

Ký chủ: ngoài cây chè, rầy xanh *E. flavescens* còn phá hại trên nhiều loài thực vật khác như: cà phê, thuốc lá, khoai tây, khoai lang, cà, đậu các loại,...

- Ngưỡng kinh tế: Tham khảo phụ lục 1.

- Đề xuất quy trình IPM:

Khi trồng mới cần trồng những giống chè ít bị nhiễm rầy xanh hoặc nhiễm trung bình (PH₁, Trung Du, Shan Tham Vè), trồng với mật độ cây vừa phải, bón phân cân đối, tránh trồng xen với các cây là ký chủ của rầy xanh, trồng cây muồng lá nhọn che bóng.

Chăm sóc cho nương chè phát triển tốt, dọn sạch cỏ. Đốn chè đúng kỹ thuật và không đốn quá sớm hoặc quá muộn để tránh búp chè ra trùng thời điểm trưởng thành rầy vũ hóa rộ. Thu hái kỹ búp chè và rút ngắn thời gian giữa 2 lần hái khi trưởng thành vũ hóa rộ để giảm mật độ trứng.

Bảo vệ các thiên địch trên nương chè.

Khi mật độ rầy xanh đạt cao hơn 5 con/khay thì cần phun thuốc bảo vệ thực vật, ưu tiên sử dụng các chế phẩm sinh học, thảo mộc và những loại thuốc có tính chọn lọc cao, không để dư lượng trên sản phẩm.

7.7. QUẢN LÝ TỔNG HỢP SÂU VÀ NHỆN HẠI HOA

7.7.1. Quản lý tổng hợp sâu và nhện hại hoa hồng

- Thành phần, đặc điểm sinh học, sinh thái:

Thành phần sâu nhện hại trên hoa hồng tại Mê Linh, Hà Nội năm 2010 và 2011 khá phong phú, gồm 23 loài thuộc 6 bộ côn trùng và 1 bộ nhện nhỏ. Sâu xanh *H. armigera*, nhện hai chấm *T. urticae*, rệp muội *M. rosae*, bọ trĩ *F. intosa*, là những loài gây hại chính. Thành phần thiên địch thu được 16 loài, trong đó, xuất hiện phổ biến nhất là loài bọ rùa sáu vằn *M. sexmaculatus*, bọ rùa Nhật Bản *P. Japonica*, bọ cánh cộc *P. fuscipes* và nhện nhỏ bắt mồi *A. victoriensis*.

Vòng đời của nhện hai chấm *T. urticae* ở điều kiện nhiệt độ 24,4°C, ẩm độ 82,1%, trung bình 10,57 ± 0,20 ngày; sức đẻ trứng 66,3 ± 6,31 quả/con cái, đẻ trong khoảng 13 - 14 ngày. Tỷ lệ trứng nở đạt 91,38%, tỷ lệ cái đạt 56,25%. Sâu xanh *H. armigera* có vòng đời 38,6 ± 1,47 ngày; sức đẻ trứng trung bình 376,25 ± 32,103 quả/cái. Bọ trĩ *F. intosa* có vòng đời 18,11 ± 0,49 ngày ở 25°C và 16,38 ± 0,42 ở 30°C. Rệp hoa hồng *M. rosae* có vòng đời 6,28 ± 0,40 ngày ở 30°C và 7,07 ± 0,43 ngày ở 25°C.

Mật độ nhện 2 chấm, sâu xanh, bọ trĩ và rệp muội đều biến động mạnh tùy thuộc vào yếu tố thời tiết. Mật độ thường thấp vào các tháng mùa đông, sau đó tăng dần vào các tháng mùa xuân. Mật độ cao vào các tháng cuối xuân và giảm vào mùa hè.

- Ngưỡng kinh tế: Tham khảo phụ lục 1.

- Đề xuất quy trình Quản lý tổng hợp sâu và nhện hại hoa hồng:

Theo Nguyễn Thị Kim Oanh, Đặng Thị Dung, Hồ Thị Thu Giang, Trần Đình Chiến, Nguyễn Đức Tùng (2011) đã viết: Quy trình quản lý tổng hợp sâu nhện hại hoa hồng, hoa cúc trong báo cáo tổng kết đề tài “Nghiên cứu thành phần và biện pháp quản lý tổng hợp sâu nhện hại hoa hồng hoa cúc tại Hà Nội và vùng phụ cận” (Mã số B2010 - 11 - 167).

+ Biện pháp canh tác: Vệ sinh đồng ruộng: Diệt trừ, tiêu hủy các loại cây dại và cây ký chủ phụ của nhện hại chấm, bọ trĩ, sâu xanh trên đồng và khu vực lân cận vào thời điểm trước khi sâu nhện hại gây hại mạnh (đặc biệt cuối tháng 2 và tháng 8 cần cắt triệt để các bông hoa hồng đã nở để giảm bọ trĩ)...

Cắt tỉa tạo tán: Vào đầu mùa xuân và cắt cành khô sau mùa hè kết thúc để tạo độ thông thoáng nhằm giảm sự lây lan của sâu và nhện hại.

Tuổi cây: Không nên trồng hồng quá già (hồng 7 - 9 tuổi) nên trồng hồng 3 - 5 tuổi.

Mật độ: 1.500 - 1.600 cây/sào; khoảng cách: 0,25 × 0,3m.

Xen canh: Xen giữa hoa hồng và đậu tương

Phân bón: Bón thúc sau mỗi đợt cắt hoa với phân NPK tổng hợp 18:18:9 (bón 30 kg/1 sào), rạch giữa luống rồi rắc sau đó tưới nước.

Tưới nước đủ ẩm: Vào mùa khô hạn (cuối tháng 9 - 11), cần tưới phun thường xuyên vào mặt dưới lá nhất là vào những thời điểm nhện nhỏ gây hại nặng.

- Giống hồng: Những giống thường bị sâu nhện hại nặng như: giống hồng vàng, phấn hồng thường bị bọ trĩ, sâu xanh hại nặng, giống hồng đỏ bị nhện và rệp hại nặng hơn.

- Biện pháp sinh học: Sử dụng thuốc theo 4 đúng để bảo vệ nhện bắt mồi vàng (*Amblyseius victoriensis* Womersley) và bọ rùa Nhật Bản.

- Biện pháp vật lý:

Kết hợp việc bao hoa với miết trứng sâu xanh (trứng nằm ở nụ hoa) làm giảm tỷ lệ hoa bị hại từ 56 - 63%.

Treo bẫy màu vàng để ngăn chặn sự phát sinh quần thể rệp hoa hồng vào khoảng đầu tháng 3 - 4, treo 24 bẫy/sào; treo cao hơn mặt tán 5 - 10cm.

Vào thời điểm hanh khô, tưới phun vào mặt dưới tán lá hàng ngày sẽ làm giảm mật độ nhện xấp xỉ 40% so với tưới rãnh.

- Biện pháp hóa học BVTV:

Phun thuốc khi mật độ nhện hai chấm trưởng thành đạt 3 con/lá, mật độ trứng và nhện non các tuổi có chiều hướng gia tăng vào tháng 4,5 và cuối tháng 10 - 11.

Phun kịp thời vào các ổ sâu nhện hại, phun kỹ vào mặt dưới của lá của phần nửa trên cây hoa hồng (có thể sử dụng TP thần tốc phun 0,7 lít/ha trừ nhện hai chấm). Hai thuốc sinh học thuộc nhóm hoạt chất Abamectin 1 (Tập kỳ 1,8EC) và (BT + chùng AV36 (TP thần tốc) có hiệu lực trừ nhện hai chấm thấp hơn thuốc hóa học có hoạt chất Fenpyroximate (Ortus) và Nissorum (90,04% và 90,44%).

Không cần phun thuốc BVTV khi có mưa lớn hoặc từ cuối tháng 11 cho tới tháng 3 năm sau.

Áp dụng tổng hợp các biện pháp kỹ thuật quản lý sâu nhện hại hoa hồng giảm được 4 - 5 lần phun thuốc trừ nhện, bọ trĩ, sâu xanh và rệp (30% số lần phun trong 1 năm), hạn chế được tác hại của sâu nhện, tăng được một lứa hái (15%), tăng số hoa được thu hoạch trên một đơn vị diện tích, lợi nhuận tăng 20% so với ruộng canh tác theo tập quán của nông dân (FP). Quy trình để thực hiện và mang lại hiệu quả rõ ràng.

7.7.2. Quản lý tổng hợp sâu và nhện hại hoa cúc

- Thành phần, đặc điểm sinh học, sinh thái:

Thành phần sâu hại hoa cúc trong 2 năm 2010, 2011 tại Tây Tựu, Từ Liêm, Hà Nội thu được 27 loài. Sâu hại chính có 3 loài (Rệp xanh đen *Pleotrichophorus chrysanthemi*, Bọ trĩ *Frankliniella occidentalis* và Sâu khoang *Spodoptera litura*). Thành phần thiên địch thu được 26 loài. Ba loài có triển vọng trong khống chế sâu hại chính là Bọ rùa 6 vằn *Menochilus sexmaculatus*, Bọ rùa Nhật Bản *Popylea japonica* và Ong ký sinh sâu khoang *Microplitis prodeniae*.

Rệp xanh đen *P. chrysanthemi* có vòng đời ngắn (8,45 ngày); Sức sinh sản 95,8 con/ cái ở điều kiện nhiệt độ - ẩm độ trung bình 26,4°C, 75,8%. Bọ trĩ có vòng đời

16,6 - 18,6 ngày, sức sinh sản 16,4 - 36,0 trứng/cái, tỷ lệ sống sót 45 - 70% tùy thuộc vào thức ăn ở điều kiện nhiệt độ - ẩm độ trung bình 25°C và 80%. Sâu khoang có vòng đời 49,5 - 52,2 ngày, sức sinh sản 854,7 trứng/cái điều kiện nhiệt độ - ẩm độ trung bình 27,6°C, 78,5%.

Sâu khoang, bọ trĩ, rệp xanh đen đều xuất hiện và gây hại trong 2 năm 2010, 2011 tại Tây Tựu, Từ Liêm, Hà Nội. Bọ trĩ gây hại đáng kể hơn rệp xanh đen và sâu khoang. Vụ trồng hoa cúc có ảnh hưởng đến mật độ sâu hại chính. Nền phân bón cho ruộng IPM có mật độ sâu hại chính trên cây cúc thấp hơn trên nền phân bón ruộng nông dân.

- Ngưỡng kinh tế: Tham khảo phụ lục 1.

- Đề xuất quy trình Quản lý tổng hợp sâu hại hoa cúc:

Theo Nguyễn Thị Kim Oanh, Đặng Thị Dung, Hồ Thị Thu Giang, Trần Đình Chiến, Nguyễn Đức Tùng (2011) đã viết Quy trình quản lý tổng hợp sâu nhện hại hoa hồng, hoa cúc trong báo cáo tổng kết đề tài “Nghiên cứu thành phần và biện pháp quản lý tổng hợp sâu nhện hại hoa hồng hoa cúc tại Hà Nội và vùng phụ cận” (Mã số B2010 - 11 - 167):

+ Biện pháp canh tác:

Làm đất kỹ để đất có kết cấu tơi xốp: Cày sâu 18 - 20cm, bừa 2 lần kết hợp thu gom tàn dư cỏ dại và tiêu hủy.

Bón phân: Phân chuồng cần được ủ hoai mục (phân tươi đổ đống 300 - 500 kg/đống, lấy bùn mương phủ lên với độ dày 2 - 3cm, cắm ống nứa hoặc ống nhựa 3 - 5cm để thông hơi, khoảng 3 - 4 ống cho một ụ phân). Sau 2 tháng, dỡ ụ phân ra để sử dụng. Bọt đậu tương nghiền nhỏ (50 - 100 kg/sào) trộn đều với phân chuồng trước khi đem bón lót.

Chọn cây giống khỏe, đều: Cây giống cần được cắt từ những cây mẹ khỏe, không mang bệnh. Đường kính cây cần đạt 3 - 4mm. Cắt cây vào buổi sáng sớm.

Trước khi giâm, nhúng cây giống vào dung dịch kích thích mọc rễ 5%. Giâm cây giống vào buổi sáng. Các luống cây giống sau giâm cần được che nắng, tưới đủ ẩm.

Trồng cây giống: Cây giống sau khi giâm 18 - 20 ngày, mỗi cây đã mọc 3 - 4 rễ dài 1 - 2cm thì nhổ đem trồng. Cây giống nên trồng với mật độ 10 × 10cm (100 cây/m²) hoặc 10 × 12cm (83 cây/m²).

Chăm sóc: làm cỏ 2 tuần 1 lần kết hợp tia bỏ cành phụ. Khi cây hoa cúc cao đến 20 - 25cm, tiến hành đóng cọc chằng lưới chống đổ, phân bố đều mật độ cây. Lưới cần có kích thước mắt lưới 10 × 10cm.

Bón thúc đạm: Khi cây bắt đầu có nụ, bón thúc đạm dạng tưới (hòa đạm vào bình tưới ô doa), tưới vào buổi sáng hoặc chiều mát.

+ Biện pháp vật lý:

Sử dụng bẫy dính màu vàng để thu bắt rệp muội có cánh, bẫy màu xanh da trời để thu bắt bọ trĩ. Các bẫy nên đặt sau trồng khoảng 2 tuần cho tới cuối vụ.

+ Biện pháp sinh học:

Hạn chế phun thuốc hóa học để bảo vệ các loài thiên địch, đặc biệt vào giai đoạn trước khi cây hoa cúc có nụ.

+ Biện pháp phun thuốc BVTV:

Thuốc thuộc nhóm hoạt chất Fipronil (Rigell 800WG) có hiệu lực trừ bọ trĩ cao nhất (79,31% sau 36 giờ). Tiếp đến là thuốc thuộc nhóm hoạt chất Thiamethoxam (Actara). Hai loại hỗn hợp thuốc hóa học *Selecron 500 EC* và *Polytrin 440 EC* (hoạt chất Cypermethrin + Profenofos) và hỗn hợp thuốc sinh học *Etimex 2,6 EC* và *Acplant 1,9 EC* (hoạt chất Emamectin Benzoate và Avermectin B) phòng chống sâu hại chính trên hoa cúc đều cho hiệu lực rất cao (92,67% và 94,33%).

Áp dụng mô hình quản lý tổng hợp sâu hại hoa cúc có tác động hạn chế tác hại của sâu hại chính, nâng chất lượng hoa cúc, tăng số bông hoa hữu hiệu trên đơn vị diện tích, tăng lợi nhuận 7,5 triệu đồng/sào so với ruộng đối chứng.

Tham khảo thêm Phụ lục 8 về quản lý tổng hợp sâu cuốn lá nhỏ hại lúa; Đạo ôn trên cây lúa; Rệp muội ngô; Bệnh đốm lá nhỏ ngô; Bệnh xoắn lá cà chua; Rệp muội xanh hại cây ăn quả có múi; Bọ trĩ hại cây ăn quả có múi; Bệnh vân vàng hại cây có múi.

CÂU HỎI ÔN TẬP CHƯƠNG 7

1. Hãy trình bày đặc điểm gây hại, sinh học, quy luật phát sinh phát triển của một số loài dịch hại chính trên cây lương thực và quy trình quản lý dịch hại tổng hợp đã được xây dựng và thực hiện tại Việt Nam.
2. Hãy trình bày đặc điểm gây hại, sinh học, quy luật phát sinh phát triển của một số loài dịch hại chính trên cây rau và quy trình quản lý dịch hại tổng hợp đã được xây dựng và thực hiện tại Việt Nam.
3. Hãy trình bày đặc điểm gây hại, sinh học, quy luật phát sinh phát triển của một số loài dịch hại chính trên cây ăn quả và quy trình quản lý dịch hại tổng hợp đã được xây dựng và thực hiện tại Việt Nam.
4. Hãy trình bày đặc điểm gây hại, sinh học, quy luật phát sinh phát triển của một số loài dịch hại chính trên cây bông, mía, chè và quy trình quản lý dịch hại tổng hợp đã được xây dựng và thực hiện tại Việt Nam.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

Tài liệu tiếng Việt

1. Nguyễn Hồng Anh và Nguyễn Thị Kim Oanh (2013). Một số kết quả nghiên cứu về diễn biến phát sinh và phân bố của bộ nhày sọc cong vò lạp (*Phyllotreta striolata* Fabr.) trên rau họ Hoa thập tự ở ngoại thành Hà Nội. Tạp chí BVTV, 3.
2. Nguyễn Hồng Anh, Lưu Thị Hằng và Nguyễn Thị Kim Oanh (2013). Đặc điểm sinh học của bộ nhày sọc cong vò lạp *Phyllotreta striolata* Fabr. (Coleoptera: Chrysomelidae) hại rau họ Hoa thập tự ở vùng Hà Nội, Tạp chí BVTV, 1.
3. Bộ môn Côn trùng (2004). Giáo trình côn trùng chuyên khoa. Nhà xuất bản Nông nghiệp, Hà Nội.
4. Bộ NN&PTNT (2010). QCVN 01 - 38. Phương pháp điều tra phát hiện sâu bệnh hại cây trồng.
5. Bộ NN&PTNT (2014). Đề án tăng cường phát triển chương trình Quản lý dịch hại tổng hợp (IPM) trên cây trồng.
6. Cao Văn Chí, Lương Thị Huyền và Nguyễn Văn Đĩnh (2009). Thành phần rệp muội hại cây ăn quả có múi, một số đặc điểm sinh thái của loài rệp muội xanh *Aphis spiraecola* Patch trên cây ăn quả có múi vụ xuân 2008 tại Xuân Mai (Hà Nội) và Cao Phong (Hoà Bình). Tạp chí Bảo vệ thực vật, 3.
7. Chương trình IPM Quốc gia Việt Nam (1999). Các nghiên cứu trường hợp IPM Cộng đồng tại Việt Nam.
8. Vũ Quang Côn (2007). Mối quan hệ ký sinh - ký chủ ở côn trùng. Nhà xuất bản Khoa học và Kỹ thuật.
9. Cục BVTV (1992). Phòng trừ tổng hợp sâu bệnh hại lúa ở Việt Nam.
10. Cục Bảo vệ thực vật (2006). Quản lý dịch hại tổng hợp cây có múi
11. Đặng Thị Thu Cúc (2005). Những câu hỏi thường gặp trong sản xuất rau an toàn. Truy cập ngày 20/10/2015, tại: <http://agpps.com.vn>.
12. Đỗ Kim Chung (2002). Đánh giá kinh tế - xã hội của Quản lý dịch hại trong sản xuất lúa của Việt Nam. Nhà xuất bản Nông nghiệp.
13. Đỗ Ngọc Diệp và Cao Anh Dương (2012). Nghiên cứu nhóm sâu đục thân mía ở vùng đồng bằng Nam Bộ và biện pháp phòng trừ. Sách Côn trùng và động vật hại cây trồng nông nghiệp Việt Nam do Nguyễn Văn Đĩnh, Hà Quang Hùng, Nguyễn Thị Thu Cúc và Phạm Văn Lâm (Chủ biên). Nhà xuất bản Nông nghiệp.
14. Đường Hồng Dật (1980). Phần trồng trọt. Tuyển tập các công trình nghiên cứu khoa học và kỹ thuật nông nghiệp. Nhà xuất bản Nông nghiệp Hà Nội.
15. Đường Hồng Dật (2004). Tổng hợp bảo vệ cây IPM, Nhà xuất bản Lao động - Xã hội.
16. Nguyễn Văn Đĩnh (1994). Nghiên cứu đặc điểm sinh học và khả năng phòng chống một số loài nhện hại cây trồng ở Hà Nội và vùng phụ cận. Luận án PTS khoa học nông nghiệp. Trường Đại học Nông nghiệp I.
17. Nguyễn Văn Đĩnh (2004). Giáo trình Nhện nhỏ hại cây trồng. Nhà xuất bản Nông nghiệp Hà Nội.
18. Nguyễn Văn Đĩnh, Nguyễn Thị Kim Oanh (2004). Nghiên cứu phòng trừ sâu xanh đục quả cà chua *Heliothis assulta* ở Lũng Nỗ, Đông Anh. Tạp chí BVTV, 1.

19. Nguyễn Văn Đĩnh (2005). Giáo trình Động vật hại cây trồng nông nghiệp. Nhà xuất bản Nông nghiệp Hà Nội.
20. Nguyễn Văn Đĩnh (2005). Nghiên cứu thành phần sâu hại khoai lang và kỹ thuật mới phòng ngừa bộ hại khoai lang (*Cylas formicarius* F.). Tạp chí Bảo vệ thực vật 5/2005.
21. Nguyễn Văn Đĩnh, Hà Quang Hùng, Nguyễn Thị Kim Oanh, Đỗ Tấn Dũng, Nguyễn Đức Khiêm, Nguyễn Minh Mậu, Nguyễn Thị Sâm, Trần Đăng Hoà, Lê Muộn, Phạm Đình Thành, Ann Brawn và Elske van de Fliert (2005). Nghiên cứu áp dụng biện pháp quản lý dịch hại tổng hợp (IPM) đối với bộ hại *Cylas formicarius* F. trên cây khoai lang. Báo cáo Hội đồng nghiệm thu tiến bộ kỹ thuật Bộ Nông nghiệp và PTNT.
22. Nguyễn Văn Đĩnh (2007). Giáo trình Biện pháp sinh vật học bảo vệ thực vật. Nhà xuất bản Nông nghiệp, Hà Nội.
23. Nguyễn Văn Đĩnh, Hà Quang Hùng, Nguyễn Thị Thu Cúc và Phạm Văn Lâm (2012). Côn trùng và động vật hại Nông nghiệp Việt Nam. Nhà xuất bản Nông nghiệp, Hà Nội.
24. Nguyễn Văn Đĩnh và cs. (2012). Nghiên cứu biện pháp phòng trừ tổng hợp nhện gié (*Steneotarsonemus spinki* Smiley) hại lúa ở Việt Nam. Báo cáo tổng kết đề tài: Mã số: 20/2010 ĐT ĐL.
25. Nguyễn Văn Đĩnh và Nguyễn Thị Kim Oanh (2014). Quản lý dịch hại tổng hợp (IPM) trong tương lai. Giải pháp giảm thiểu thuốc BVTV độc hại trong sản xuất Nông nghiệp. Liên hiệp các hội khoa học và Kỹ thuật Việt Nam.
26. Hồ Thị Thu Giang (2002). Nghiên cứu thiên địch sâu hại rau họ Hoa thập tự; đặc điểm sinh học, sinh thái của hai loài ong *Cotesia plutellae* (Kurdjumov) và *Diadromus collaris* Gravenhorst ký sinh trên sâu tơ *Plutella xylostella* (Linnaeus) ở ngoại thành Hà Nội”. Luận án Tiến sĩ Nông nghiệp, Trường Đại học Nông nghiệp Hà Nội.
27. Hà Quang Hùng (1998). Giáo trình Phòng trừ tổng hợp dịch hại cây trồng nông nghiệp. Nhà xuất bản Nông nghiệp, Hà Nội.
28. Hà Quang Hùng (2005). Giáo trình Kiểm dịch thực vật và Dịch hại nông sản sau thu hoạch. Nhà xuất bản Nông nghiệp, Hà Nội.
29. Hà Quang Hùng (Chủ biên) (2005). Giáo trình Dịch học bảo vệ thực vật. Nhà xuất bản Nông nghiệp, 144 trang.
30. Hà Quang Hùng và Hà Quang Dũng (2012). Bộ trĩ hại cây ăn quả có múi. Sách Côn trùng và Động vật hại nông nghiệp Việt Nam. Nguyễn Văn Đĩnh, Hà Quang Hùng, Nguyễn Thị Thu Cúc và Phạm Văn Lâm (chủ biên). Nhà xuất bản Nông nghiệp, Hà Nội, tr. 592 - 616.
31. Nguyễn Thị Hai (1996). Nghiên cứu một số đặc tính sinh học, sinh thái của một số loài sâu hại chính và thiên địch trên cây bông ở Đồng Nai và Ninh Thuận, Luận án Phó Tiến sĩ Khoa học Nông nghiệp.
32. Nguyễn Thị Ngọc Huệ, Nguyễn Thị Yến, Đào Thế Anh, Phạm Văn Lâm, Nguyễn Tất Cảnh, Lã Tuấn Nghĩa và Lê Văn Hưng (2008). “Hướng dẫn bảo tồn đa dạng sinh học nông nghiệp tại Việt Nam. Tổ chức Bảo tồn Thiên nhiên Quốc tế IUCN Việt Nam.
33. Nguyễn Văn Hùng (2001). Phòng trừ tổng hợp rầy xanh, bộ cánh tơ, nhện đỏ, bộ xít muỗi hại chè. Nhà xuất bản Nông nghiệp.
34. Nguyễn Văn Hùng (2006). Quản lý cây chè tổng hợp. Nhà xuất bản Nông nghiệp Hà Nội.
35. Iakhontov I.V. (1972). Sinh thái học Côn trùng (Bản dịch tiếng Việt). Nhà xuất bản Khoa học và Kỹ thuật, Hà Nội.
36. Nguyễn Đức Khiêm (2006). Giáo trình Côn trùng nông nghiệp. Nhà xuất bản Nông nghiệp, Hà Nội.
37. Phạm Văn Lâm (2002). Tài nguyên thiên địch của sâu hại: nghiên cứu và ứng dụng. Nhà xuất bản Nông nghiệp, Hà Nội.

38. Phạm Văn Lâm (2012). Cây trồng chuyển gen và nguy cơ tiềm ẩn đối với hệ sinh thái Nông nghiệp. Sách Côn trùng và động vật hại cây trồng nông nghiệp Việt Nam do Nguyễn Văn Đĩnh, Hà Quang Hùng, Nguyễn Thị Thu Cúc và Phạm Văn Lâm (Chủ biên). Nhà xuất bản Nông nghiệp, Hà Nội.
39. Lê Văn Ninh và Nguyễn Thị Kim Oanh (2011). Nghiên cứu xây dựng hệ thống quản lý tổng hợp rệp xơ trắng *Ceratovacuna lanigera* Zehntner hại mía tại vùng Lam Sơn, Thanh Hóa. Hội nghị Côn trùng học toàn quốc lần thứ 7.
40. Nguyễn Thị Kim Oanh (1993). Nghiên cứu đặc điểm phát sinh phát triển của rệp ngô *Rhopalosiphum maydis* hại cây trồng vùng Hà Nội và đề xuất các biện pháp phòng chống. Kết quả nghiên cứu khoa học khoa trồng trọt, Đại học Nông nghiệp Hà Nội, 1992 - 1993, Tr. 204 - 207.
41. Nguyễn Thị Kim Oanh (1996). Nghiên cứu thành phần, đặc điểm sinh học sinh thái của một số loài rệp muỗi (*Homoptera: Aphididae*) hại cây trồng vùng Hà Nội, Luận án Phó tiến sỹ Nông nghiệp. Trường Đại học Nông nghiệp Hà Nội.
42. Nguyễn Thị Kim Oanh và Hồ Thị Xuân Hương (2005). Nghiên cứu đặc điểm sinh vật học, sinh thái học và biện pháp phòng chống bọ nhày *Phyllotreta striolata* F. hại cải Đông dư năm 2003 - 2004 tại Đông Anh, Hà Nội. Hội nghị côn trùng học toàn quốc lần thứ 5, tr. 452 - 456.
43. Nguyễn Trần Oánh (2012). Những hậu quả xấu của thuốc bảo vệ thực vật đối với động vật chân khớp. Sách Côn trùng và động vật hại cây trồng nông nghiệp Việt Nam do Nguyễn Văn Đĩnh, Hà Quang Hùng, Nguyễn Thị Thu Cúc và Phạm Văn Lâm (chủ biên). Nhà xuất bản Nông nghiệp, Hà Nội, Tr. 508 - 525.
44. Nguyễn Trần Oánh, Nguyễn Văn Viên và Bùi Trọng Thủy (2007). Giáo trình sử dụng thuốc bảo vệ thực vật. Nhà xuất bản Nông nghiệp.
45. Hoàng Trọng Phán và Trương Thị Bích Phượng (2008). Giáo trình cơ sở chọn giống di truyền thực vật. Nhà xuất bản Đại học Huế.
46. Phạm Bình Quyền (2006). Sinh thái học côn trùng. Nhà xuất bản Giáo dục
47. Hồ Khắc Tín (Chủ biên) (1982). Giáo trình côn trùng Nông nghiệp - tập II. Nhà xuất bản Nông nghiệp, Hà Nội.
48. Hoàng Trung (2010). Công tác kiểm dịch thực vật trong tiến trình hội nhập quốc tế. Hội nghị khoa học công nghệ toàn quốc về Bảo vệ thực vật lần thứ 3. Nhà xuất bản KHTN và Công nghệ.
49. Lê Lương Tề (2007). Giáo trình bệnh cây nông nghiệp. Nhà xuất bản Nông nghiệp Hà Nội.
50. Lê Văn Trịnh (1999). Nghiên cứu đặc điểm sinh học, sinh thái của một số sâu hại rau họ thập tự vùng đồng bằng sông Hồng và biện pháp phòng trừ. Luận án tiến sỹ nông nghiệp Việt Nam, Viện Khoa học Kỹ thuật nông nghiệp Việt Nam.
51. Luật Bảo vệ thực vật và kiểm dịch thực vật. Luật số 41/2013/QH13.
52. Nguyễn Công Thuật (1996). Phòng trừ tổng hợp sâu bệnh hại cây trồng nông nghiệp nghiên cứu và ứng dụng. Nhà xuất bản Nông nghiệp Hà Nội.
53. Nguyễn Minh Tuyên (2001). Biến động của sâu xanh hại bông (*Heliothis armigera*) và biện pháp phòng trừ, Luận án tiến sỹ Nông nghiệp.
54. Elske van de Fliert, Ann R. Braun, Nguyễn Thị Kim Oanh (2001). Quản lý dịch hại tổng hợp cây khoai lang.
55. Nguyễn Văn Toàn, Nguyễn Văn Đĩnh và Nguyễn Thị Bích Thủy (1997). Kết quả bước đầu sử dụng vật liệu ngăn ngừa bọ hà (*Cylas formicarius*) trong bảo quản khoai lang tươi. Tạp chí BVTV, 1: 26 - 28.

56. Nguyễn Văn Thiệp (2006). Nghiên cứu cơ sở khoa học phòng trừ rầy xanh và bọ trĩ hại chè. Kết quả nghiên cứu khoa học và chuyển giao công nghệ giai đoạn 2001 - 2005. Viện KHKT NLN miền núi phía Bắc. Nhà xuất bản Nông nghiệp, Hà Nội, tr. 293 - 309.
57. Nguyễn Văn Tuất và Nguyễn Hữu Huân (2005). Quản lý chuột hại lúa. Nhà xuất bản Nông nghiệp TP Hồ Chí Minh.
58. Nguyễn Viết Tùng (Chủ biên) (2006). Giáo trình Côn trùng đại cương. Nhà xuất bản Nông nghiệp Hà Nội.
59. Nguyễn Viết Tùng (2012). Nguyên lý và biện pháp phòng chống sâu hại bảo vệ mùa màng. Sách Côn trùng và động vật hại cây trồng nông nghiệp Việt Nam do Nguyễn Văn Đĩnh, Hà Quang Hùng, Nguyễn Thị Thu Cúc và Phạm Văn Lâm (chủ biên). Nhà xuất bản Nông nghiệp, tr. 401 - 419.

Tài liệu tiếng Anh

60. Australian Cotton Research and Development Corporation (2008). Integrated Pest Management Guidelines for Cotton Production Systems in Australia.
61. Blackman R.L. and Eastop V.F. (1984). Aphid on the Worl's Crops, A wiley - Interscience publication.
62. Chung, D. K. and Dung, K. T. (1996). Pest Management in Rice Production in Vietnam: A socio - economic Assessment, A research funded by IDRC through International Rice Research Institute (IRRI), Manila.
63. Cedric Gillot (1982). Entomology. Plenum Press. New York .
64. Đỗ Kim Chung (2008). Impact asesment on pesticide risk reduction in Vietnam, under Project on Pesticide Risk reduction in Southeast Asia, FAO, Bangkok, Thailand.
65. Elske van de Fliert, Ann R. Braun (2000). Farmer field School for Integrated Crop Management of Sweet potato - Field guides and technical manual.
66. Fleisher, G., Jungbluth, H. Waibel, and J. G. Zadoks (1999). A field Practitioner's Guide to Economic Evaluation of IPM, Pesticide Policy Project, Publication Series, Special issue No. 9, Hannover.
67. Kanz, J. (1990). Tansley review n° 28. Fungal diseases in multispecies plant communities. New. Phytol, 116: 383 - 405.
68. Landis, A. D., F. D. Menalled, J. C. lee, D. M. Carmona and A. Pérez_Valdéz (2000). Habitat management to enhance biological control in IPM. In G. C. Kennedy and T.B. Sutton eds., Emerging technologies for intergrated pest management. St. Paul, Minn: APS Press, American Phytopathological Society.
69. Lenteren J.C. van (ed) (2005). IOBC internet book of biological control. [www.IOBC - Global.org](http://www.IOBC-Global.org).
70. Matteson, Patricia (2001). Vietnam Experience: Strengths and Challenges / Weakness of Different Approaches to IPM Evaluation in Proceedings Regional Workshop on IPM Impact Assessment Methods in Ho Chi Minh City, Vietnam, 25 - 31 March, 2001 organised by FAO - EU Integrated Pest Management Program for Cotton in Asia.
71. Nguyen Van Dinh and Nguyen Thi Kim Oanh (2001). Preliminary results of using Beauveria bassiana for control Sweet Potato Weevil (Cylas formicarius) in Vietnam. In: Development of New Bio - agent for alternative farming system. Tokyo University of Agriculture.
72. Oerke, E.C. (2005). Crop production and crop protection: Estimated losses in major food and cash crops. Amsterdam; New York: Elsevier.

73. Pedigo, L.P., Rice, M.E. (2006). Entomology and Pest Management 5th edition. Pearson Prentice Hall. Upper Saddle River NJ.
74. Peter Kenmore (2010). A Perspective on IPM. ILEIA Newsletter, 13(4): 8.
75. Pickett, C. H., and R. L. Bugg (1998). Enhancing biological control: Habitat management to promote natural enemies of agricultural pests. Berkeley, Calif: University of California Press, 422.
76. Rajinder Peshin, Rakesh S. Bandral, WenJun Zhang, Lewis Wilson and Ashok K. Dhawan (2009). Overview of History, Programs and Adoption. Integrated Pest Management: A Global.
77. Richards O.W. and Davies R.G. Imm's (1977). General Textbook of Entomology (Tenth Edition). John Wiley and Sons, New York.
78. Robert F. Norris, Edward P. Caswell - Chen & Marcos Kogan (2003). Concepts in Integrated Pest Management. Pearson Prentice Hall. Upper Saddle River NJ.
79. Uneke, C. J. (2007). Integrated pest management for developing countries: a systemic overview. Nova Publishers.
80. Vera Krischik (2008). History of IPM. University of Minnesota, logo Scorpionfly.
81. Vietnam National IPM Program (2007). IPM Program: an Overview, Hanoi city.
82. Waibel, H., Chung. D. K, Leischer, P. E. Kenmore and g. Feder (1998). Evaluation of IPM Programs - Concepts and Methodologies, Ed. by GTZ in co - operation with FAO.
83. Waterhouse D. F. (1992). Biological control of Diamondback moth in Pacific. In Management of Diamondback Moth and other Crucifer Pets (N. S. Talekar and T.D. Griggs eds.): Proc. 2nd. Inter. Workshop, Shanhua, Taiwan, AVRDC, pp. 213 - 224.
84. Whittaker, R. H (1972). Evolution and measurement of species diversity. Taxon, 21: 213 - 251.

PHỤ LỤC

Phụ lục 1

Quy định mật độ, tỷ lệ dịch hại để thống kê diện tích nhiễm dịch hại

(Nguồn: BNN&PTNT 2010. QCVN 01 - 38. Phương pháp điều tra phát hiện sâu bệnh hại cây trồng)

1. Cây lúa (mạ, lúa sạ, lúa cấy)

Tên dịch hại		Giai đoạn sinh trưởng, phát triển	Mật độ/tỷ lệ dịch hại
Tên Việt Nam	Tên khoa học		
Sâu cuốn lá nhỏ	<i>Cnaphalocrocis medinalis</i> Guenee	- Đẻ nhánh - Đòng trổ	50 con/m ² 20 con/m ²
Đục thân 2 chấm Đục thân 5 vạch đầu nâu Đục thân 5 vạch đầu đen Đục thân củ mèo	<i>Scirpophaga incertulas</i> Walk <i>Chilo suppressalis</i> Walk <i>Chiloptera aeneicollis</i> Dudg <i>Sesamia inferens</i> Walk	- Mạ - đẻ nhánh - Đòng trổ	0,5 ổ/m ² ; 10% dành héo 0,3 ổ tròng; 5% bông bạc
Rầy nâu, Rầy lưng trắng, Rầy nâu nhỏ	<i>Nilaparvata lugens</i> Stal <i>Sogatia furcifera</i> Horvath <i>Laodelphax striatellus</i> (Fallén)	- Mạ - đẻ nhánh - trổ chín - Đòng - trổ chín	1.500 con/m ² ; 500 ổ tròng/m ²
Bọ xít dài	<i>Leptocorisa acuta</i> Thunberg	- Đòng trổ chín	6 con/m ²
Bọ xít đen	<i>Scotinophora lurida</i> Burmeister	- Đẻ nhánh - đòng trổ	20 con/m ²
Bọ xít xanh	<i>Nezara viridula</i> Linnaeus		
Sâu cắn gié	<i>Mythimna separata</i> Walker	- Trổ - chín	5 con/m ²
Sâu keo	<i>Spodoptera mauritia</i> Boisduval	- Mạ - đẻ nhánh	20 con/m ²
Sâu phao	<i>Nymphula fluctuosalis</i> Zeller	- Đẻ nhánh	20 con/m ²
Châu chấu	<i>Oxya chinensis</i> Thunberg	- Mạ - đòng - trổ chín	20 con/m ²
Bọ trĩ	<i>Halothrips aculeatus</i> Fabricius	- Mạ - đẻ nhánh	15% dành; 3.000 con/m ²
Nhện gié	<i>Steneotarsonemus spinki</i> Smiley	- Đòng	15% dành; 3.000 con/m ²
Sâu gai	<i>Diadipsa armigera</i> Olivier	- Đẻ nhánh - đòng	20 TT/m ² , 200 sâu non
Sâu nân	<i>Orseolia oryzae</i> Wood - Mason	- Mạ đẻ nhánh	10% dành
Ruồi	<i>Chlorops oryzae</i> Matsumura	Đẻ nhánh - đòng	20% dành
Ve sầu bọt	<i>Poophilus costalis</i> Walker	Đứng cái - đòng	6 con/m ²
Bệnh khô vằn	<i>Rhizotonia solani</i> Kuhn	- Đẻ nhánh - đòng trổ	20% dành
Bệnh đạo ôn	<i>Pyricularia oryzae</i> Cavara	- Đẻ nhánh - đòng - Trổ - chín	10% lá 5% cổ bông
Bệnh bạc lá	<i>Xanthomonas oryzae</i> pv <i>oryzae</i> (Dowson) Dye.	- Đòng trổ chín	20% lá
Đốm sọc vi khuẩn	<i>Xanthomonas oryzae</i> pv <i>oryzae</i> (Fang et al.) Dye	- Đòng - trổ	20% lá
Bệnh vàng lùn Bệnh lùn xoắn lá Bệnh lùn sọc đen	Rice Grassy Stunt Virus, Rice Ragged Stunt Virus, Rice Black Streaked Dwarf Virus	- Mạ - đẻ nhánh - Đòng - trổ	5% dành 10% dành

Bệnh nghệt rễ	Bệnh sinh lý	- Đẻ nhánh	20% khóm
Đen lép hạt	<i>Pseudomonas glumae</i> Kurita. et Tabei	- Trổ - chín	10% hạt
Thối hạt vi khuẩn	<i>Ralstonia glumae</i> Kurita.et. Tabei		
Tuyến trùng	- <i>Aphelenchoides besseyi</i> Christie - <i>Tylenchorhynchus</i> sp. - <i>Meloidogyne</i> sp.	- Đẻ nhánh - đùng cái	10% lá, dảnh
Bệnh thối thân	<i>Pseudomonas fuscovaginae</i> Miyalima	- Đẻ nhánh - Đùng cái	10% dảnh
Bệnh hoa cúc	<i>Ustilaginoidea virens</i> Tak	- Đòng trổ - chín	5% hạt
Bệnh than đen	<i>Tilletia barclayana</i> Bref	- Đòng trổ - chín	5% hạt
Lúa von	<i>Fusarium moniliforme</i>	- Mạ - đẻ nhánh	10% dảnh
Ốc bươu vàng	<i>Pomacea caniculata</i>	- Mạ - đẻ nhánh	0,5 ổ trứng/m ² ; 3 con/m ² 10% dảnh bị hại
Chuột	<i>Rattus</i> spp.	- Đẻ nhánh - Đòng trổ	10% dảnh 5% đòng

2. Cây ngô

Tên dịch hại		Giai đoạn sinh trưởng, phát triển	Mật độ/tỷ lệ dịch hại
Tên Việt Nam	Tên khoa học		
Sâu xám	<i>Agrotis ypsilon</i> Hufnagel	- Cây con	2 con/m ² ; 10% cây hại
Sâu đục thân, bắp	<i>Ostrinia furnacalis</i> Guenee	- Loà kèn - Trổ cờ phun râu	20% cây 20% bắp, cây
Sâu cắn lá ngô	<i>Mythimna loreyi</i> Duponchel	- Loà kèn	5 con/m ²
Rệp	<i>Aphis maydis</i> Fitch	- Các giai đoạn	30% cây
Bọ xít xanh	<i>Nezara viridula</i> Linnaeus	- Các giai đoạn	20 con/m ²
Sâu gai	<i>Dactylispa</i> sp.	- Loà kèn - Trổ cờ phun râu	10 con/m ² tr. thành; 100 Snon 20 con/m ² tr. thành; 200 Snon
Bệnh gỉ sắt	<i>Fuccinia maydis</i> Bereng	- Loà kèn - chín	30% lá
Bệnh đốm lá lớn, đốm lá nhỏ	<i>Helminthosporium turcicum</i> pass <i>Helminthosporium maydis</i> Nishi.et Miyake	- Loà kèn - chín	30% lá
Bệnh khô vằn	<i>Rhizoctonia solani</i> Kuin	- Loà kèn - trổ cờ	20% cây
Bệnh bạch tạng	<i>Sclerospora maydis</i> (Rol) Palni	- Cây con	10% cây
Bệnh huyết dụ	Sinh lý	- Các giai đoạn sinh trưởng	20% cây
Bệnh phấn đen	<i>Ustilago maydis</i> (DC) Corda.	- Trổ cờ - phun râu	5% bắp
Lùn sọc đen	Rice Black streak dwarf virus	- Cây con 3 - 6 lá	5% cây con
Bệnh héo vi khuẩn	<i>Pseudomonas</i> sp.	- Loà kèn - trổ cờ	10% cây
Chuột	<i>Rattus</i>	- Cây con - trổ cờ phun râu	10% cây; 5% bắp

3. Các cây họ Hoa thập tự

Tên dịch hại		Giai đoạn sinh trưởng, phát triển	Mật độ/tỷ lệ dịch hại
Tên Việt Nam	Tên khoa học		
Sâu tơ	<i>Plutella xylostella</i> Linnaeus (<i>Plutella maculipennis</i> Curtis)	- Cây con - Cây lớn	20 con/m ² 30 con/m ²
Sâu xanh bướm trắng	<i>Pieris canidia</i> Sparrman <i>Pieris rapae</i> Linnaeus	Các giai đoạn sinh trưởng	6 con/m ²
Sâu khoang	<i>Spodoptera litura</i> Fabricius	Các giai đoạn sinh trưởng	10 con/m ²
Sâu xám	<i>Agrotis ypsilon</i> hufnagel	Cây con	5 % cây, 5 c/m ²
Bọ nhảy	<i>Phyllotreta</i> spp.	Các giai đoạn sinh trưởng	20 con/m ²
Ruồi đục lá	<i>Leafminer</i>	Các giai đoạn sinh trưởng	30% lá
Rệp	<i>Myzus persicae</i> Sulzer <i>Rhopalosiphum pseudobrassicae</i> Davis <i>Brevicoryne brassicae</i> Linnaeus	Các giai đoạn sinh trưởng	30% cây
Bọ trĩ	<i>Thripidae</i>	Các giai đoạn sinh trưởng	30% cây
Nhện hại	*	Các giai đoạn sinh trưởng	20% cây
Bệnh sương mai	<i>Peronospora parasitica</i> (Pers.) Fries	Các giai đoạn sinh trưởng	10% cây
Bệnh héo vàng	<i>Fusarium</i> sp.	Các giai đoạn sinh trưởng	5% cây
Bệnh héo xanh	<i>Pseudomonas</i> sp.	Các giai đoạn sinh trưởng	5% cây
Bệnh xoăn lá	<i>Virus</i> sp.	Các giai đoạn sinh trưởng	5% cây
Bệnh thối nhũn vi khuẩn	<i>Erwinia</i> sp.	Các giai đoạn sinh trưởng	10% cây
Bệnh đốm vòng	<i>Alternaria brassicae</i> (Berk)	Các giai đoạn sinh trưởng	30% lá
Bệnh hại củ	<i>Rhizoctonia sonani</i> Kuhn	Giai đoạn củ	10% củ
Chuột	<i>Rattus</i> spp	Các giai đoạn sinh trưởng	10% cây

4. Cây cà chua

Tên dịch hại		Giai đoạn sinh trưởng, phát triển	Mật độ/tỷ lệ dịch hại
Tên Việt Nam	Tên khoa học		
Sâu xám	<i>Agrotis ipsilon</i> hufnagel	Cây con	2 con/m ² ; 10% số cây
Sâu xanh	<i>Helicoverpa armigera</i> Hubner	Các giai đoạn sinh trưởng	10 con/m ²
Sâu khoang	<i>Spodoptera litura</i> Fabricius	Các giai đoạn sinh trưởng	10 con/m ²
Ruồi đục lá	<i>Linomyza sativae</i> Blanchard	Sinh trưởng thân lá	30% lá
Rệp đào	<i>Myzus persicae</i> Sulzer	Các giai đoạn sinh trưởng	30% cây
Bọ trĩ	<i>Thrips</i> sp.	Sinh trưởng thân lá	30% cây
Nhện trắng	*	Các giai đoạn sinh trưởng	20% cây
Bệnh đốm đen	<i>Macroponium tomato</i> Cooke.	Các giai đoạn sinh trưởng	30% lá
Bệnh mốc sương	<i>Phytophthora infestans</i> (Mont.) De Bary.	Các giai đoạn sinh trưởng	10% cây
Bệnh héo xanh	<i>Pseudomonas solanacearum</i>	Các giai đoạn sinh trưởng	5% cây
Bệnh héo vàng	<i>Fusarium oxysporium</i> Schl. et Fr.	Các giai đoạn sinh trưởng	5% cây
Bệnh xoăn lá	<i>Virus</i> sp.	Các giai đoạn sinh trưởng	5% cây
Bệnh mốc xám	<i>Clado sporium fulvum</i> Cooke.	Các giai đoạn sinh trưởng	30% lá

5. Cây lạc

Tên dịch hại		Giai đoạn sinh trưởng, phát triển	Mật độ/tỷ lệ dịch hại
Tên Việt Nam	Tên khoa học		
Câu cầu xanh	<i>Hypomeces squamosus</i> Fabricius <i>Platymycterus sieversi</i> Reitte	Các giai đoạn sinh trưởng	20 con/m ²
Sâu róm nâu	<i>Amasacta lactinea</i> Cramer	Các giai đoạn sinh trưởng	10 con/m ²
Sâu xám	<i>Agrotis ypsilon</i> Hufnagel	Cây con	5 con/m ²
Sâu khoang	<i>Spodoptera litura</i> Fabricius	Các giai đoạn sinh trưởng	20 con/m ²
Rầy xanh lá mạ	<i>Empoasca flavescens</i> Fabricius	Các giai đoạn sinh trưởng	1.000 con/m ²
Rệp đen	<i>Aphis crasivora</i> Koch	Các giai đoạn sinh trưởng	30% cây
Bọ trĩ	<i>Haplothrips aculeatus</i> (Fabricius) sp.	Các giai đoạn sinh trưởng	30% cây
Sâu cuốn lá	<i>Hedylepta indicata</i> Fabricius <i>Nacoleia comixta</i> Butler <i>Archips mica ceana</i> Walker	Các giai đoạn sinh trưởng	20 con/m ²
Sâu xanh	<i>Helicoverpa aremiger</i> Hubner	Các giai đoạn sinh trưởng	20 con/m ²
Bệnh héo xanh	<i>Sclerotium rolfsii</i> Sacc.	Các giai đoạn sinh trưởng	5% cây
Bệnh héo vàng	<i>Fusarium oxysporum</i>	Các giai đoạn sinh trưởng	5% cây
Bệnh gỉ sắt	<i>Puccinia arachidis</i> Speg.	Các giai đoạn sinh trưởng	30% lá
Bệnh đốm vòng	<i>Alternaria</i> sp.	Các giai đoạn sinh trưởng	30% lá
Bệnh thối củ	<i>Fusarium</i> sp.	Hình thành củ - thu hoạch	10% củ
Bệnh lở cổ rễ	<i>Rhizoctonia solani</i>	Các giai đoạn sinh trưởng	5% cổ rễ
Chuột	<i>Rattus</i> spp.	Các giai đoạn sinh trưởng	10% cây

6. Cây đậu tương

Tên dịch hại		Giai đoạn sinh trưởng, phát triển	Mật độ/tỷ lệ dịch hại
Tên Việt Nam	Tên khoa học		
Sâu xám	<i>Agrotis ypsilon</i> Hufnagel	Cây con	5 con/m ²
Sâu cuốn lá	<i>Archips micaceana</i> Waker <i>Hedylepta indicata</i> Fabricius	Các giai đoạn sinh trưởng	30 con/m ²
Sâu đục quả	<i>Etiella zinckenella</i> Treistchke <i>Leguminivora glycinivorella</i> Mat sumura <i>Maruca testulalis</i> Geyer	Quả	10% quả
Ruồi đục thân	<i>Melanagromyza sojae</i> Zehntner	Sinh trưởng thân - thu hoạch	10% cây
Sâu khoang	<i>Spodoptera litura</i> Fabricius	Các giai đoạn sinh trưởng	20 con/m ²
Bệnh gỉ sắt	<i>Uromyces appendiculatus</i> (Per.) Link. <i>Uromyces vignae</i> Barclay <i>Phakopsora pachyrhizi</i> Sydow <i>Phakopsora sojae</i> (Henn) Saw	Các giai đoạn sinh trưởng	30% lá
Bệnh sương mai	<i>Peronospora manshurica</i> (Naoun.) Sydow.	Các giai đoạn sinh trưởng	20% lá
Chuột	<i>Rattus</i> spp.	Các giai đoạn sinh trưởng	10% cây

7. Cây cam, chanh

Tên dịch hại		Giai đoạn sinh trưởng, phát triển	Mật độ/tỷ lệ dịch hại
Tên Việt Nam	Tên khoa học		
Sâu vẽ bùa	<i>Phyllocnistis citrella</i> Stainton	Ra lộc	20% lá
Sâu đục thân	<i>Chlidonium argentatum</i> (Dalman)	Các giai đoạn sinh trưởng	10% cây
Sâu đục cánh	<i>Nadezhdiella cantoni</i> (Hope)	Cành lá	25% cành
Rầy chổng cánh	<i>Diaphorina citri</i> Kuwayeima	Các giai đoạn sinh trưởng	4 trưởng thành/cành non; 20% cành lá
Rệp muội	<i>Aphis gossypii</i> Glower	Các giai đoạn sinh trưởng	25% cành, lá
Rệp sáp	<i>Aonidiella aurantii</i> Maskell	Các giai đoạn sinh trưởng	25% cành, lá
Nhện đỏ	<i>Panonychus citri</i> Mc. Gregor	Các giai đoạn sinh trưởng	10% lá, quả
Nhện trắng	<i>Polyphagotarsonemus latus</i> (Banks)	Các giai đoạn sinh trưởng	10% lá, quả
Ruồi đục quả	<i>Bactrocera dorsalis</i> H.	Quả	5% quả
Bọ xít xanh	<i>Nezara viridula</i> Linnaeus	Các giai đoạn sinh trưởng	4 con/cành lá, quả
Sâu nhót	<i>Clitea metallica</i> Chen	Các giai đoạn sinh trưởng	4 con/cành non
Sâu non bướm phượng	<i>Papilio</i> spp.	Các giai đoạn sinh trưởng	4 con/cành non
Sâu róm	<i>Lymantria</i> sp.	Các giai đoạn sinh trưởng	4 con/cành non
Sâu loa kèn	<i>Metura elongatus</i> Saunders <i>Oiketicus elongatus</i> Saunders <i>Hyalarcta huebneri</i> Westwood	Các giai đoạn sinh trưởng	4 con/cành non
Bọ ăn lá	<i>Aulacophora frontalis</i> Baly	Các giai đoạn sinh trưởng	4 con/cành non
Sâu cuốn lá	<i>Cacoecia micaccana</i> Walker	Các giai đoạn sinh trưởng	4 con/cành non
Câu cầu xanh nhỏ	<i>Platymycterus sieversi</i> Reitter	Các giai đoạn sinh trưởng	4 con/cành non (2 cặp)
Bướm chích hút quả	<i>Eudocima salminia</i> L.	Quả lớn	5% quả
Bệnh chảy gôm	<i>Phytophthora</i> sp.	Các giai đoạn sinh trưởng	5% cây, 25% cành, quả
Bệnh sẹo	<i>Elsinoe fawcetti</i> Bit. et Jenk	Lá, quả, chồi non	10% lá, quả
Bệnh greening	<i>Liberobacter asiaticum</i> Fagoneix	Cây	5% cây
Bệnh phấn trắng	<i>Oidium</i> sp.	Các giai đoạn sinh trưởng	10% cây
Bệnh thán thư	<i>Collectotrichum gloeosporioides</i> Penz.	Lá, cành, quả	10% cây trời; 30% lá
Bệnh muội đen	<i>Capnodium citri</i> Berk. et Desn	Lá, quả	30% lá
Bệnh loét	<i>Xanthomonas campestris</i> pv <i>citri</i> (Hance) Dowson	Lá, quả	10% lá

8. Cây nhãn, vải

Tên dịch hại		Giai đoạn sinh trưởng, phát triển	Mật độ/tỷ lệ dịch hại
Tên Việt Nam	Tên khoa học		
Bọ xít nâu (vải)	<i>Tessaratomia papillosa</i> Drury	Các giai đoạn sinh trưởng	2 con/cành
Sâu đục gân lá	<i>Conopomorpha litchiella</i> Bradley	Các giai đoạn sinh trưởng	20% lá
Nhện lông nhung	<i>Eriophyes litchii</i> Keifer	Các giai đoạn sinh trưởng	5% cành hoa 10% cành lá
Rệp	<i>Aspidiotus</i> sp.	Các giai đoạn sinh trưởng	10% cành
Sâu đục quả	<i>Conopomorpha sinensis</i> Bradley	Quả	10% quả
Ruồi đục quả	<i>Bactrocera dorsalis</i> H	Quả	10% quả
Sâu đo củ	*	Nụ, hoa Các giai đoạn sinh trưởng	0,5 con/cành nụ, hoa; 2 con/cành
Sâu cuốn lá	*	Các giai đoạn sinh trưởng	2 con/cành
Sâu tiện vỏ	<i>Arbela dea</i> Swinhoe	Các giai đoạn sinh trưởng	20% cây
Xén tóc	<i>Agriota germani</i> Hope	Hoa, quả non	0,5 con/cành
Bệnh sương mai	<i>Phytophthora</i> sp.	Hoa, quả non	25% cành hoa lá, quả
Bệnh thán thư	<i>Gloeosporium</i> sp.	Cành lá, hoa, quả	25% cành hoa lá, quả

9. Cây mía

Tên dịch hại		Giai đoạn sinh trưởng, phát triển	Mật độ/tỷ lệ dịch hại
Tên Việt Nam	Tên khoa học		
Rệp xơ trắng	<i>Ceratovacuna lanigera</i> Zechntner	Các giai đoạn sinh trưởng	20% cây
Bọ trĩ	*	Đẻ nhánh	30% lá
Rệp	<i>Aphis sacchari</i>	Các giai đoạn sinh trưởng	30% cây
Sâu đục thân	<i>Chilo infuscatellus</i> Snellen <i>Chilo suppressalis</i> Waker	Các giai đoạn sinh trưởng	10% cây
Bọ hung đục gốc	<i>Heteronychus</i> sp.	Các giai đoạn sinh trưởng	2 con/hố
Châu chấu	<i>Hieroglyphus tonkinensis</i> Bolivar <i>Locustas migratoria manilensis</i> Meyrick <i>Oxya velox</i> Fabricius	Các giai đoạn sinh trưởng	10 con/m ²
Sâu keo	<i>Spodoptera</i>	Đẻ nhánh	10 con/m ²
Bệnh rọu lá	<i>Cercospora kopkei</i> Kruger	Các giai đoạn sinh trưởng	30% lá
Bệnh đốm bẹ lá	<i>Cercospora vaginiae</i> Krueger	Các giai đoạn sinh trưởng	30% lá
Bệnh gỉ sắt	<i>Puccinia sacchari</i> Petel. et Padl	Các giai đoạn sinh trưởng	30% lá
Bệnh trắng lá	<i>Sclerospora</i> sp.	Các giai đoạn sinh trưởng	30% lá
Bệnh đốm vòng	<i>Leptosphaeria sacchari</i> Bredade Haan	Các giai đoạn sinh trưởng	30% lá
Bệnh than	<i>Ceratostomella paradoxa</i> (Hohn) Dode	Đẻ nhánh - vươn lóng	10% cây
Bệnh thối đỏ	<i>Collectotrichum falcatum</i> Went	Các giai đoạn sinh trưởng	10% cây
Phân đen	<i>Ustilago scitaneina</i> Raba.	Bông, cờ	10% cây
Bệnh khô vằn	<i>Rhizoctonia solani</i> Kuhn	Các giai đoạn sinh trưởng	10% cây
Chuột	<i>Rattus</i> spp.	Đẻ nhánh - vươn lóng	5% cây

10. Cây chè

Tên dịch hại		Giai đoạn sinh trưởng, phát triển	Mật độ/tỷ lệ dịch hại
Tên Việt Nam	Tên khoa học		
Rầy xanh	<i>Empoasca flavescens</i> Fabricius	Các giai đoạn sinh trưởng	10% búp
Bọ xít muỗi	<i>Helopeltis theivora</i> Waterhouse <i>Helopeltis antonii</i> Signoret	Các giai đoạn sinh trưởng	10% búp
Bọ trĩ	<i>Anaphothrips theivorus</i> Karny <i>Scirtothrips dorsalis</i> Hood	Các giai đoạn sinh trưởng	10% búp
Bệnh phỏng lá chè	<i>Exobasidium vexans</i> Masee	Các giai đoạn sinh trưởng	30% lá
Bệnh thối búp	<i>Colletotrichum theae - sinensis</i> Miyake	Giai đoạn phát triển búp	10% búp
Mối	<i>Macrotermes</i> sp.	Cây lớn	10% cây

11. Cây cà phê

Tên dịch hại		Giai đoạn sinh trưởng, phát triển	Mật độ/tỷ lệ dịch hại
Tên Việt Nam	Tên khoa học		
Bọ net	<i>Thoresa chinensis</i> Walker	Các giai đoạn sinh trưởng	5 con/m ²
Xén tóc đục thân	<i>Xylotrechus quadripes</i> Chevrolat	Các giai đoạn sinh trưởng	15% cây
Rệp sáp xanh	<i>Coccus viridis</i> Green	Các giai đoạn sinh trưởng	25% cành
Rệp sáp vảy	<i>Pseudaulacaspis pentagona</i> Targ. & Toz	Các giai đoạn sinh trưởng	25% cành
Rệp sáp u	<i>Saissetia coffea</i> Walker	Các giai đoạn sinh trưởng	25% cành; 50 con/hồ
Mọt đục quả	<i>Stephanoderes hampei</i> Ferriere	Quả	15% quả
Mọt đục cành	<i>Xyleborus mostatti</i> Haged <i>Xyleborus morigenus</i> Blandf	Các giai đoạn sinh trưởng	25% cành
Sâu khoanh tiện vỏ	<i>Arbela dea</i> Swinhoe	Các giai đoạn sinh trưởng	20% cây
Bệnh đốm mắt cua	<i>Cercospora coffeicola</i> Berk. et Cke.	Các giai đoạn sinh trưởng	30% lá
Bệnh khô cành	<i>Rhizoctonia solani</i> Kuhn	Các giai đoạn sinh trưởng	25% cành
Bệnh lở cổ rễ	<i>Rhizoctonia bataticola</i> var <i>Sesammine</i> Reich <i>Fusarium</i> sp.	Các giai đoạn sinh trưởng	20% cây
Bệnh nám hồng	<i>Corticium salmonicolor</i> B et Br.	Giai đoạn thân cành	30% cành
Bệnh đen hạt	*	Quả	15% quả
Bệnh khô quả	*	Quả	15% quả
Bệnh gỉ sắt	<i>Hemileia vastatrix</i> Berk et Broome	Lá	30% lá

Phụ lục 2

Phương pháp chuẩn đoán cây thiếu N, P và K và cách quản lý

Khi điều tra hệ sinh thái để ra quyết định chăm sóc cây trong thời gian tiếp theo, người điều tra có thể gặp những bệnh sinh lý, dưới đây là cách nhận biết các triệu chứng biểu hiện trên cây khoai lang khi bị thiếu hoặc thừa một số chất dinh dưỡng.

Các chất dinh dưỡng là những nguyên tố hoá học cần thiết cho thực vật. Để sinh trưởng khoẻ mạnh, cây khoai lang cần được cung cấp đầy đủ các nguyên tố này. Các nguyên tố phong phú nhất trong cây là cacbon, ôxy và hydro được tiếp nhận từ không khí và nước. Những nguyên tố khác gọi là các chất dinh dưỡng khoáng, được cung cấp do chất khoáng và thành phần hữu cơ trong đất. Chúng được chia thành hai nhóm, theo mức độ phong phú trong cây. Các chất dinh dưỡng đa lượng: nitơ (N), kali (K), lân (P - photpho), canxi (Ca), magiê (Mg) và lưu huỳnh (S) chiếm từ 1 đến 6g trên 1kg chất khô của cây. Các chất dinh dưỡng vi lượng gồm sắt (Fe), bo (B), mangan (Mn), kẽm (Zn), đồng (Cu) và molybden (Mo) chiếm 0,1 - 100mg trên 1kg trọng lượng chất khô.

Sự thiếu hụt bất kì chất dinh dưỡng nhất định nào đều làm giảm tốc độ sinh trưởng và năng suất của cây. Điều này chỉ có thể khắc phục bằng cách tăng việc cung cấp chất dinh dưỡng ấy. Do đó, chẩn đoán chính xác mất cân đối (rối loạn) dinh dưỡng là cần thiết để xử lí có hiệu quả. Cung cấp dư thừa chất dinh dưỡng so với nhu cầu của cây là việc làm tốn kém và không có lợi. Nhiều chất dinh dưỡng khoáng gồm cả bo, mangan và đồng gây độc đối với cây nếu có mặt ở nồng độ cao. Các nguyên tố khác, không phải là chất dinh dưỡng thiết yếu, cũng có thể gây độc. Chúng gồm có nhôm trong đất chua và natri.

Nguyên nhân mất cân đối dinh dưỡng:

Việc cung cấp chất dinh dưỡng khoáng cho cây chịu ảnh hưởng bởi:

Sự phong phú của các chất dinh dưỡng có trong đất;

Tỷ lệ các chất ở dạng dễ tiêu so với tổng số có trong đất ở các thời điểm;

Khả năng hấp thụ của cây.

Thông thường, cây chỉ có thể hấp phụ được một phần rất nhỏ chất dinh dưỡng tổng hợp. Tính dễ tiêu bị ảnh hưởng bởi độ pH của đất: Ở độ pH cao (đất kiềm), khả năng hoà tan của nhiều chất dinh dưỡng vi lượng giảm mạnh, cây có thể bị thiếu sắt, kẽm hay mangan. Ở độ pH thấp (đất chua), tính hoà tan của các nguyên tố đa lượng (nhất là lân) giảm, trong khi đó khả năng hoà tan của nhôm và mangan có thể tăng đến mức gây độc. Những rối loạn thứ cấp như thiếu magiê hoặc nước, nhận biết tác nhân trong những trường hợp này rất quan trọng.

Sự thiếu các nguyên tố đa lượng, nhất là nitơ, photpho và kali, thường gắn liền với giảm độ phì của đất sau các vụ trồng kế tiếp nhau. Các nguyên tố đa lượng được hấp thụ

một lượng lớn làm cho lượng dự trữ trong đất bị cạn kiệt. Cường độ canh tác cao làm tăng tính lệ thuộc vào việc cung cấp các chất dinh dưỡng từ bên ngoài. Trong nền nông nghiệp với cường độ canh tác thấp, việc cung cấp có thể được bổ sung bằng:

Thời kì đẻ hoá, tạo điều kiện về thời gian để các phần tử khoáng phong hoá;

Phân bố lại chất dinh dưỡng cho vùng rễ của cây từ phía dưới;

Tích lũy chất dinh dưỡng trong thực vật, chất dinh dưỡng cung cấp cho cây khi thực vật phân giải hay được đốt;

Đốt ruộng bỏ hoá làm cho chất dinh dưỡng có thể cung cấp ngay cho vụ cây trồng tiếp theo, nhưng chúng dễ bị mất đi do thấm theo nước mưa và một số chất, đặc biệt là N và S, bị mất do không khí. Đốt làm giảm khả năng duy trì việc cung cấp chất dinh dưỡng của đất, vì có ít vật chất hữu cơ để phân giải.

Thiếu các chất vi lượng thường gắn với lượng tự nhiên thấp trong đất hoặc điều kiện đất không thuận lợi làm mất khả năng hoà tan của các chất dinh dưỡng này. Khắc phục sự thiếu hụt chất vi lượng thường chỉ cần một lượng nhỏ cho một héc-ta nhưng có hiệu lực cho nhiều năm. Những đầu tư như vậy chắc chắn có hiệu quả, ngay cả khi không bón đạm và lân.

Chẩn đoán cây bị mất cân đối dinh dưỡng

Cây phản ứng với sự thiếu hụt bất kì chất dinh dưỡng nào trước tiên bằng cách giảm tốc độ sinh trưởng. Triệu chứng đặc trưng cho việc giám định chất dinh dưỡng bị thiếu thường xảy ra ở mức thiếu hụt tương đối nặng. Tuy vậy, những triệu chứng như thế thường là dấu hiệu đầu tiên báo trước cho người trồng là có vấn đề và chúng rất có ích cho việc chuẩn đoán. Phân tích hoá học mô thực vật là công cụ chẩn đoán thứ hai rất có giá trị nếu có thể thực hiện.

Nếu đất thiếu nhiều chất dinh dưỡng, cây thường biểu hiện triệu chứng thiếu chất dinh dưỡng hạn chế nhất đối với sinh trưởng. Nếu cung cấp đủ chất dinh dưỡng, tốc độ sinh trưởng sẽ tăng cho tới khi chất dinh dưỡng tiếp tục bị thiếu hụt và một tập hợp các triệu chứng mới được hình thành. Rất khó xác định chất dinh dưỡng nào thiếu chứ không phải chất dinh dưỡng nào hạn chế nhất từ triệu chứng của cây hay thành phần của mô. Phân tích đất để đưa ra phương hướng bổ sung, nhưng cần xác định cho từng loại cây trồng và loại đất ở từng vùng cụ thể.

Nếu còn nghi ngờ các triệu chứng biểu hiện trên cây có phải là do thiếu dinh dưỡng hay không, cách tốt nhất để khẳng định là quan sát phản ứng dương tính với phân bón chứa chất dinh dưỡng ấy và không chứa chất dinh dưỡng nào khác (ví dụ urê, chứa đạm tốt hơn sunphát amôn, chứa N và S, để khẳng định sự thiếu N). Khi thử nghiệm phản ứng phân bón, điều quan trọng là phải có diện tích đối chứng để so sánh. Đối chứng là diện tích xử lí theo cùng phương thức, trừ việc không sử dụng chất dinh dưỡng được thử nghiệm.

Khắc phục sự mất cân đối dinh dưỡng

Thiếu chất dinh dưỡng được khắc phục bằng cách tăng cường việc cung cấp chất dinh dưỡng bị thiếu. Bón phân hoá học là một biện pháp khắc phục. Một biện pháp nữa

là bổ xung chất hữu cơ như phân chuồng, nếu phân chuồng cân đối các chất cần thiết. Các phương pháp khác nhằm thay đổi tính chất đất để tăng tính dễ tiêu của chất dinh dưỡng hiện có, hay làm giảm sự cung cấp các nhân tố gây độc. Tăng độ pH của đất chua bằng cách bón vôi. Cải thiện việc tiêu nước có thể cần thiết để giảm sự loại nitơ (phản ứng nitơ hoá), giảm sự sản xuất các dạng độc tố của mảng gan hoặc đảm bảo cho bộ rễ nhận được đầy đủ không khí để hoạt động tốt.

Tăng hàm lượng các chất hữu cơ của đất dẫn đến nhiều hiệu quả có lợi. Sự phân giải từ từ chất hữu cơ đảm bảo cung cấp thường xuyên các chất dinh dưỡng. Các phân tử hữu cơ cũng có thể đảm bảo cơ chất thích hợp để giữ chất dinh dưỡng trong đất ở dạng dễ tiêu. Chất hữu cơ tăng khả năng của đất chống lại quá trình thoái hoá. Chất hữu cơ cũng làm tăng khả năng giữ nước, do đó đất lâu bị khô và có kết cấu tốt, tạo điều kiện cho không khí xâm nhập vào rễ vì rễ rất cần oxy. Tăng chất hữu cơ bằng cách để tàn dư cây trồng lại ruộng mà không đốt hay mang từ nơi khác đến. Nếu vệ sinh đồng ruộng đòi hỏi phải loại bỏ tàn dư thực vật, chúng có thể được ủ mục và dùng để bón lại sau, hoặc sử dụng để che phủ cho loại cây trồng không có nguy cơ bị hại do sâu bệnh.

Ở đâu đòi hỏi về phân bón và nguồn nước, người trồng trọt có thể tăng tối đa tiềm năng của cây bằng cách loại trừ những bất lợi về dinh dưỡng. Nếu phân bón và nước không sẵn và phải chi phí cao, thì mục tiêu là tối ưu hoá việc sử dụng nguồn tài nguyên trong hệ sinh thái nông nghiệp, nhằm đạt được lợi nhuận kinh tế thoả đáng và bền vững. Ở bất kỳ mức hoạt động nào, điều quan trọng là phải nhận ra những hạn chế của tài nguyên. Hệ thống cây trồng truyền thống có thể trở nên không bền vững do sự thâm canh. Tuy nhiên, thâm canh thường đi đôi với việc chuyển đổi từ tự cung tự cấp sang sản xuất hàng hoá. Tại một điểm nào đó trong quá trình đầu tư có thể mang lại lợi nhuận. Người trồng và cố vấn của họ cần luôn nhận biết sự lựa chọn này, ngay cả khi sự lựa chọn hiện tại không có hiệu quả về mặt kinh tế. Nếu cây bị thiếu một chất dinh dưỡng nào đấy, nó sẽ thể hiện ra một số triệu chứng nhất định, thường biểu hiện trên lá; nhưng sự sinh trưởng của toàn cây cũng có thể bị ảnh hưởng. Mỗi một chất dinh dưỡng thiếu thường biểu hiện trên cây những triệu chứng đặc trưng. Nếu người nông dân có thể nhận biết được những triệu chứng thiếu dinh dưỡng đặc trưng đó, người đó sẽ biết phải làm gì khi các triệu chứng xuất hiện trên cây. Triệu chứng thiếu dinh dưỡng chính trên cây khoai lang được trình bày trên ảnh và bảng dưới đây.

+ Đất thiếu nitơ

Thiếu nitơ rất phổ biến nhất là trên đất cát, đất có ít chất hữu cơ và bất kì loại đất nào gieo trồng liên tục mà không bổ sung nitơ hoặc đất đầm lầy.

Triệu chứng cây thiếu nitơ: Lá trở nên xanh nhạt tới hơi vàng và nhỏ đi; Sự sinh trưởng của cây bị giảm; Lá già trở nên hơi đỏ ở rìa lá, hơi vàng ở giữa, và cuối cùng hơi đỏ đến nâu toàn bộ; Cây cằn cỗi; Thân cây già chuyển màu hơi đỏ; Các cuống lá ngắn; Các triệu chứng phát triển từ gốc lên ngọn cây.

Triệu chứng cây thừa nitơ: Cây lùn, mọc vóng, thân lá quá xum xuê; Cơ quan sinh thực ít phát triển.

Khắc phục: Nếu thiếu đạm cần bổ xung nitơ ở dạng vô cơ, phân chuồng, thực vật ủ mục, hoặc gieo trồng cây họ đậu trên đồng ruộng, xen canh hay luân canh với cây khoai lang. Nếu thừa cần ứng ngay việc cung cấp cho đất các nguồn dinh dưỡng có đạm.

+ Đất thiếu lân

Các hợp chất photpho trong đất có tính hoà tan kém, do đó cây chỉ hấp thụ được một phần rất nhỏ lượng photpho trong đất. Đất thoát nước và đất tro núi lửa có khả năng liên kết cố định lân rất lớn, làm cho cây không hấp thụ được.

Triệu chứng cây thiếu lân: Lá già có màu đỏ hay tím, các gân lá chuyển màu tía, lá biến vàng không đều, lan toả từ các đốm hay vùng ngọn; Sự sinh trưởng của cây bị giảm; Củ nhỏ có hình dạng không bình thường; Màu tía trên củ rõ ràng hơn.

Khắc phục: bón phân ở dạng supe photphat hay hỗn hợp NPK, nên bón lót, bón theo băng hay sát với cây sẽ hiệu quả hơn bón vãi hoặc bón vôi trên đất chua làm tăng tính dễ tiêu của lân có ở trong đất.

+ Thiếu kali

Là hiện tượng rất phổ biến trên đất cát và đất thấp, khoai lang và những cây lấy củ khác hút nhiều kali từ đất hơn các cây ngũ cốc hay cây họ đậu. Một vụ khoai lang năng suất 15 tấn/ha hút xấp xỉ 80kg kali, nếu thu hoạch cả dây thì mất thêm 30 - 50 kg/ha.

Triệu chứng cây thiếu kali: Dây ngắn với những gióng ngắn và lá nhỏ là những triệu chứng đầu tiên; Lá màu sẫm hơn (xanh đen), đặc biệt ở mép lá; Các cuống lá ngắn và nhợt; Những đốm nhỏ nâu sáng xuất hiện trên lá, đầu tiên ở những lá phía dưới gốc và trên lá già; Những lá già trở nên hơi vàng hay hơi đỏ, bắt đầu từ đầu lá và phát triển qua mép lá đến cuống lá; Các cây héo nhanh, và lá dễ bị rụng; Nếu bị thiếu nặng, toàn bộ lá trở nên vàng, trừ cuống lá và mô lá giáp với gân trở nên xanh đen; Số lượng củ thấp; Củ dài và gầy; Củ dễ bị thối hơn.

Triệu chứng cây thừa kali: Củ hình thành và chín sớm hơn nhưng kích cỡ củ nhỏ; Cây sinh trưởng kém, thân và dây ngắn.

Khắc phục hiện tượng thiếu kali: Có thể cung cấp kali ở dạng chất hữu cơ hoặc phân vô cơ. Phân vô cơ gồm có clorua kali hoặc sun phat kali, hoặc phân NPK hỗn hợp, nên bón nhiều lần, ngay khi trồng và sau 4 - 6 tuần đạt hiệu lực cao nhất.

Khắc phục hiện tượng thừa kali bằng cách ngừng bón kali và đặc biệt là bón vào giai đoạn sinh trưởng cuối của cây.

+ Đất chua và triệu chứng cây bị ngộ độc nhôm

Là hiện tượng phổ biến ở các vùng trồng khoai lang, nhất là ở những chân đất chua, độ chua của đất làm cho cây khó hấp phụ các nguyên tố đa lượng, đặc biệt là lân, trong khi đó làm tăng khả năng hoà tan của nhôm (và mangan ở một số loại đất) tới mức gây độc.

Triệu chứng biểu hiện: Rễ phát triển yếu (do bị nhôm ức chế sự phát triển), cây thường có triệu chứng thiếu nước hơi héo, hấp thụ chất dinh dưỡng, đặc biệt là canxi và magiê kém.

Biện pháp khắc phục: Nâng cao độ pH của đất bằng cách bón vôi hay đolomit. Lượng bón cần thiết phụ thuộc vào loại đất, bón quá nhiều có thể dẫn tới sự thiếu các chất dinh dưỡng vì lượng gắn liền với độ kiềm. Duy trì chất hữu cơ cao trong đất giúp làm chậm quá trình chua hoá và khử độc nhôm.

+ Đất quá mặn

Mặn thường gặp trên đất có tưới ở các môi trường khô hạn và bán khô hạn hoặc do tầng đất mặt nhiễm nước ngầm bị mặn hoặc do sự tích lũy muối có trong nước tưới. Một số vùng khác như vùng đồng bằng ven biển có thể bị ảnh hưởng bởi độ mặn.

Triệu chứng: Cây bị mặn biểu hiện triệu chứng thiếu nước mặc dù độ ẩm trong đất đầy đủ. Lá già xuất hiện các đốm hoại tử màu nâu, chuyển vàng rồi rụng. Trường hợp bị nặng phần dây sát ngọn bị teo rồi chết.

Khắc phục: Nếu mặn có liên quan tới nước ngầm nhiễm mặn, nên cải tiến hệ thống tiêu nước. Sử dụng nước tưới hiệu quả hơn có thể làm chậm quá trình mặn hoá và ngăn ngừa không cho nước ngầm dâng lên. Thông thường chiến lược hữu ích nhất là chọn giống khoai lang chịu mặn tốt hơn.

+ Thiếu các chất dinh dưỡng khác

Thiếu các chất dinh dưỡng khác có thể gây ra những triệu chứng sau trên lá khoai lang:

Khoảng giữa các gân bị vàng;

Toàn bộ diện tích lá bị vàng;

Mép lá trở nên nâu và khô đi.

Chẩn đoán cây bị thiếu hoặc thừa nước: Đất trồng khô hạn thiếu nước thì cây bị khô héo nhất là trong trường hợp thiếu nước đột ngột. Ở các loại đất sét mịn, cây khoai lang có thể bị héo ngay cả khi tỷ lệ nước trong đất còn tương đối cao. Mỗi loại cây có tính chịu hạn khác nhau. Khoai lang chịu hạn khá so với các cây trồng khác. Tuy vậy, thiếu nước, đặc biệt ở giai đoạn bắt đầu hình thành rễ củ và hạn kéo dài, có thể làm giảm năng suất của cây. Số lượng rễ củ sẽ giảm và kích thước củ bé.

Triệu chứng trực tiếp của thiếu nước bao gồm lá héo và ngừng sinh trưởng. Thiếu nước cũng có thể làm cho cây mất cảm hơn với sự tấn công của sâu hại và gây rạn nứt củ.

Ngược lại khi đất quá thừa nước, nạn úng ngập ảnh hưởng nghiêm trọng gây tình trạng thiếu dưỡng khí trong đất, gây cản trở cho sự hoạt động của bộ rễ nên xảy ra tình trạng thối đen rễ, hơn nữa còn ảnh hưởng tới tập đoàn vi sinh vật đất, đẩy mạnh hoạt động của vi sinh vật yếm khí, tích lũy khí độc, nhất là H_2S đầu độc rễ cây, làm rễ mất khả năng hút nước và chất dinh dưỡng, dần dần cây cần cỗi, khô vàng, héo lụi và chết.

Độ ẩm của đất thay đổi một cách đột ngột, từ khô hạn chuyển sang mưa ẩm, độ ẩm đất tăng lên quá cao cũng dễ dẫn tới tình trạng làm rạn nứt củ.

+ Ngộ độc dinh dưỡng

Hầu hết các chất dinh dưỡng đều có thể gây ngộ độc cho cây khi bón quá nhiều. Quá nhiều phân đạm làm cho dây phát triển sum xuê, nhưng cản trở quá trình hình

thành và phát triển của rễ củ. Bón đậm quá thừa, khoai lang sẽ không ra hoa, tuy cần nhớ rằng không phải tất cả các giống khoai lang đều ra hoa. Ngộ độc kali rất hiếm khi xảy ra. Khoai lang chịu đất chua khá.

+ Virut gây hại

Cây có triệu chứng sinh trưởng còi cọc, lá quăn, và màu sắc lá hay gân thay đổi thì có thể là cây đã bị bệnh virut. Virut thường được lan truyền bởi côn trùng chích hút lá, như rệp (xem Mục 5.3). Không nên lẫn những triệu chứng này với triệu chứng thiếu dinh dưỡng hay ngộ độc.

+ Khả năng phục hồi của cây

Tác nhân gây hại lá: Nhiều loại sâu bệnh có thể gây hại lá khoai lang. Trong số những sâu hại, chúng ta có thể tìm thấy loại chích hút dịch cây, trong khi loại khác ăn toàn bộ lá. Côn trùng chích hút lá không những gây hại cho lá ở dạng nhiều lỗ nhỏ, mà còn làm mất đi các chất mà lá tạo ra cho sự sinh trưởng của nó. Nếu có nhiều những côn trùng hầu như rất nhỏ này trên lá thì lá sẽ bị chết. Thí dụ cho những côn trùng chích hút lá là rệp, rầy, bọ phấn và nhện nhỏ.

Côn trùng ăn lá có thể chia ra loại nhai từng phần lá, như châu chấu, sâu sa và sâu ba ba, và loại gặm mô, như sâu cuốn lá và bọ trĩ. Cách ăn phụ thuộc vào kiểu miệng của côn trùng. Cả hai cách đều gây mất trực tiếp các mô xanh cho cây mà cây phải đền bù bằng cách ra lá mới.

Các bệnh cũng hại lá, vì chúng gây nên những đốm trên bề mặt lá, do đó giảm diện tích lá xanh. Những mô lá ở các đốm bị chết sẽ không còn thực hiện được mọi chức năng. Khi số đốm trên lá nhiều thì sự sinh trưởng của cây sẽ bị xáo trộn và cây trở nên còi cọc. Bệnh phổ biến nhất trên khoai lang gây thiệt hại đáng kể là bệnh ghé.

+ Khi nào cây có thể đền bù thiệt hại?

Nói chung, trong điều kiện thuận lợi bộ lá sum xuê và dây sinh trưởng rất nhanh, khoai lang có khả năng đền bù cao những thiệt hại do sâu bệnh gây ra trên lá. Khi cây khoẻ, sự thiệt hại ở mức độ nhất định không dẫn đến tổn thất kinh tế lớn, vì ngay sau khi bị gây hại cây hình thành lá mới và đền bù lại thiệt hại đó. Tuy nhiên, khả năng đền bù này còn phụ thuộc vào mức độ hại, giai đoạn phát triển của cây và điều kiện môi trường quyết định độ khoẻ của cây trồng. Giai đoạn phát triển mẫn cảm nhất là giai đoạn đầu và giữa khi cây bén rễ và bắt đầu hình thành rễ củ, kéo dài trong 7 tuần đầu sau khi trồng. Nếu có nhiều sâu hại lá trong thời kỳ này thì năng suất có thể bị ảnh hưởng. Khả năng đền bù của một giống nào đó trong điều kiện nào đó có thể được thử nghiệm trong các thí nghiệm cắt lá nhân tạo.

Phụ lục 3

Phương pháp xác định thành phần cơ giới đất

Đất gồm những hạt khoáng dính kết với nhau tạo thành viên to, nhỏ, hình dạng khác nhau gọi là kết cấu đất, nhờ những phần tử cơ giới đất có thể kết dính với nhau bởi keo kết cấu viên, đất mặn có kết cấu phiến, đất thịt nặng, đất sét thường có kết cấu cục, tảng. Trong đó, kết cấu viên thích hợp nhất với cây trồng. Đất cát ven biển, đất bạc màu là loại đất có cấu trúc rời rạc, không kết cấu.

Đất có kết cấu viên có nhiều khe hở giữa các hạt kết, có khả năng giữ nước, giữ phân, đảm bảo không khí cho vi sinh vật hoạt động. Đất có kết cấu viên tơi xốp thuận lợi cho khâu làm đất, hạt dễ mọc, rễ cây dễ phát triển, nước thấm nhanh. Chế độ nước, không khí, nhiệt độ trong đất, hoạt động vi sinh vật, chế độ dinh dưỡng của cây... phụ thuộc nhiều vào kết cấu đất, vì vậy, kết cấu đất có ý nghĩa rất lớn đối với sinh trưởng, phát triển của cây. Tùy theo từng loại đất mà có kết cấu khác nhau. Ví dụ: Đất bazan có ít bị úng, hạn, thoáng khí, có lợi cho vi sinh vật đất, lượng nước, không khí, thức ăn trong đất được dồi dào, mùn và chất hữu cơ được tích lũy, đất mặt ít bị xói mòn... Vì vậy, cần tạo kết cấu viên bền vững cho đất, đảm bảo đất có độ phì cao, vì kết cấu đất chính là công cụ điều tiết độ phì đất.

Đất không có kết cấu như đất cát rời rạc, đất dễ bị khô hạn vì nước trong đất bốc hơi rất nhanh. Đất sét nặng thấm nước chậm, nước dễ chảy tràn rửa trôi mất màu đất. Đất không có kết cấu dễ bị hạn, chế độ khí trong đất và chế độ nước đối lập nhau. Khi đất khô, đất thừa khí nhưng lại thiếu nước, khi đất có nước thì lại thiếu không khí, vì vậy đất không đủ khả năng cung cấp nước và chất dinh dưỡng cho cây.

+ Phương pháp xác định thành phần cơ giới của đất ở ngoài đồng

Lấy một ít đất đã nhặt sạch rễ cây, bỏ vào lòng bàn tay trái, thêm nước từ từ vào và trộn đều, bóp vụn đến mức độ có thể nặn thành hình được, chú ý làm sao cho lượng nước vừa phải, nếu khô quá đất sẽ bị rời rạc, ướt quá đất dính bết vào lòng bàn tay, sau đó ve thành hình con giun có đường kính 3mm, rồi khoanh thành vòng tròn đường kính 3cm, quan sát:

Đất không ve giun được, không nặn hình được thì xác định đó là đất cát.

Đất ve giun được, nhưng để vài phút sau thì bị rạn nứt thành từng đoạn, thì đất đó là đất thịt nhẹ.

Đất ve thành giun được nhưng nếu cuộn thành vòng tròn đường kính 3cm thì bị đứt ngang, đất đó là đất thịt trung bình.

Đất ve thành giun được, cuộn vòng tròn đường kính 3cm không bị gãy nhưng bị nứt rạn, đất đó là đất thịt nặng.

Đất ve giun được, vòng tròn mịn, không bị nứt rạn, đất đó là đất sét.

Phụ lục 4

Phương pháp xác định độ ẩm đất để làm đất

Đất cầm lên tay nếu có một lượng nước tự do dính vào tay là đất còn ướt. Nếu đất đó là loại đất thịt trung bình, thịt nặng, sét thì lúc này chưa nên làm đất vội vì đất còn đang dẻo chưa cày bừa được.

Hoặc ấn đầu ngón tay, nếu vân tay in rõ trên đất thì đất đó ẩm ướt. Nếu là đất thịt nhẹ thì có thể cày bừa được, còn đất thịt nặng, đất sét thì chưa cày bừa được.

Nếu đất cầm trong tay nếu thấy mát tay đó là đất hơi ẩm, lúc này các loại đất đều có thể cày bừa tốt.

Nếu đất cầm trong tay không thấy mát, đó là đất khô. Nếu là đất thịt nhẹ, cát pha thì khi đất đã khô vẫn có thể tiến hành làm đất được. Nếu là đất thịt nặng, đất sét khi đã khô không nên tiến hành làm đất.

Phụ lục 5

Phương pháp đo diện tích ruộng

Nông dân thường dùng đơn vị đo của địa phương vốn dĩ có thể rất khác nhau giữa các vùng để đo diện tích ruộng của mình. Thậm chí hai đơn vị đo có cùng một tên gọi ở hai địa phương có thể tương ứng với hai diện tích khác nhau (sào Bắc Bộ là 360m^2 ; sào Trung Bộ là 500m^2 ; sào Nam Bộ là 1.000m^2). Đơn vị đo khối lượng cũng khác nhau ở các địa phương. Đơn vị tiêu chuẩn duy nhất được quốc tế công nhận để đo diện tích là mét vuông (m^2), và để đo khối lượng là kilôgam (kg), hoặc là những đơn vị có thể quy đổi ngay sang hai đơn vị này. Nếu chúng ta muốn so sánh năng suất của các công thức giữa các ruộng, chúng ta phải biểu diễn diện tích và khối lượng theo các đơn vị chuẩn.

Các đơn vị chuẩn

Các đơn vị đo diện tích chuẩn là:

$$1\text{m}^2 = 1\text{m} \times 1\text{m}, \text{ hoặc } 0,5\text{ m} \times 2\text{m}$$

$$1\text{ha} = 100\text{m} \times 100\text{m} = 10.000\text{m}^2$$

Các đơn vị đo khối lượng chuẩn là:

$$1\text{kg} = 1.000\text{g}$$

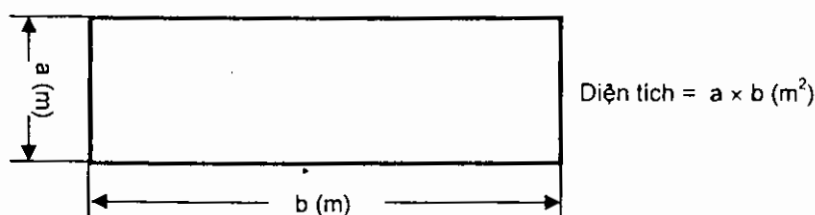
$$1\text{ tấn} = 1.000\text{kg}$$

Các khuyến cáo phân vô cơ thường được tính theo kg/ha. Năng suất thường được tính theo tấn/ha.

Phương pháp đo và tính diện tích ruộng

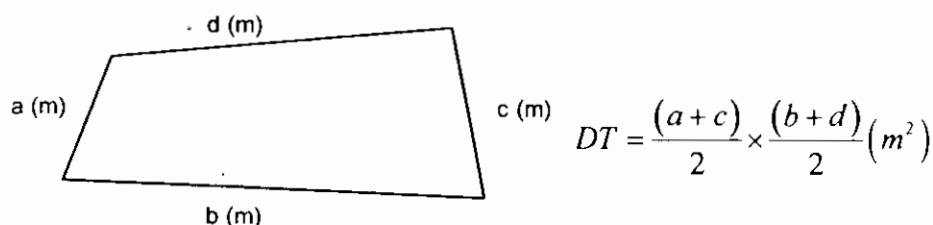
Để đo diện tích ruộng cần một thước cuộn dài, (tối thiểu 50m). Nếu đo bằng sợi dây thừng đã biết chiều dài, có thể xảy ra sai số đáng kể khi chúng ta thực hiện nhiều phép nhân trong trường hợp ruộng có diện tích lớn. Nên vẽ sơ đồ ruộng trước khi đo. Ghi chiều dài các cạnh của ruộng trên sơ đồ cho dễ tính toán.

+ Hình chữ nhật: Để đo diện tích của ruộng hình chữ nhật, chỉ cần đo chiều dài và chiều rộng, tức là chỉ phải đo chiều dài hai cạnh của ruộng. Sau đó, nhân hai cạnh với nhau ta sẽ được diện tích của ruộng.



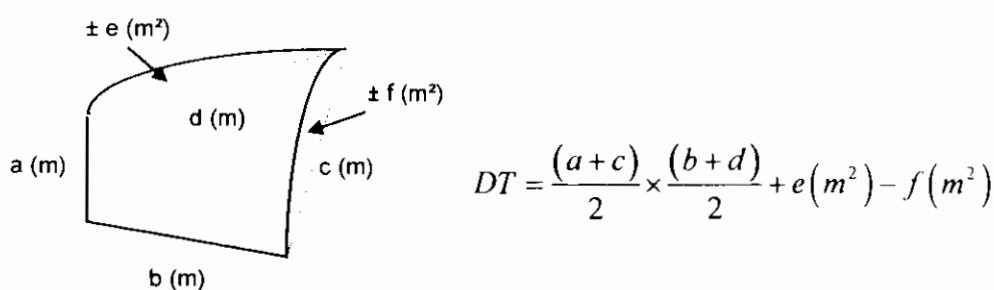
Tuy nhiên, hiếm có ruộng hình chữ nhật. Ruộng có hình dạng phức tạp sẽ khó đo diện tích hơn. Chúng ta phải tuân theo một số quy tắc, sử dụng các công thức phức tạp hơn, và đôi khi phải ước lượng.

+ Hình tứ giác: Với một thửa ruộng có bốn cạnh là đường thẳng nhưng bốn góc lại không phải là góc vuông, phải đo chiều dài của cả bốn cạnh. Sau đó tính trung bình của hai cạnh ngắn và của hai cạnh dài rồi nhân với nhau.



$$DT = \frac{(a+c)}{2} \times \frac{(b+d)}{2} (m^2)$$

+ Thửa ruộng có cạnh là đường cong: Với một ruộng có một hoặc nhiều cạnh là đường cong, đầu tiên chúng ta kẻ các đường thẳng giữa các đỉnh. Sau đó có thể đo diện tích của hình tứ giác tạo bởi bốn đường thẳng bằng cách áp dụng phương pháp đo diện tích hình tứ giác. Còn các diện tích nhỏ giữa những đường cong thực tế của ruộng và những đường thẳng do ta kẻ lúc trước sẽ được ước lượng, rồi cộng hay trừ vào diện tích của hình tứ giác.



$$DT = \frac{(a+c)}{2} \times \frac{(b+d)}{2} + e (m^2) - f (m^2)$$

Phụ lục 6

Phương pháp tính thiệt hại

Có thể tính thiệt hại dựa vào việc quan sát trực tiếp cây bị hại hoặc đánh giá thông qua kết quả cuối cùng là sản lượng bị tổn thất.

- **Căn cứ vào tình hình cây bị hại:** Đối với dịch hại gây hại trên toàn cây, khi tính thiệt hại người ta thường tính Tỷ lệ cây bị hại hoặc chỉ số hại.

+ Phương pháp tính tỷ lệ thiệt hại:

Ví dụ: Sâu hại làm khuyết cây như sâu xám hoặc bệnh virus gây hại cho toàn cây. Để tính được chỉ tiêu này ta đếm tổng số cây điều tra tại 10 điểm theo đường chéo góc trên ruộng và đếm số cây bị hại và tổng số cây trên 1 điểm (mỗi điểm = 1m²).

Tỷ lệ cây (hoặc bộ phận) bị hại:

$$F\% = \frac{n}{N} \times 100$$

Trong đó:

F : Tỷ lệ cây bị hại (%)

n : Số cây (hoặc bộ phận) bị hại.

N : Tổng số cây (hoặc bộ phận cây) điều tra.

Chỉ tiêu này chỉ cho biết mức độ thiệt hại một cách tương đối. Để tính chi tiết và chính xác hơn thường phải tính chỉ số bị hại.

+ Phương pháp tính chỉ số bị hại (%):

Muốn tính được chỉ số bị hại, cần phân mức độ bị hại của cây hoặc bộ phận cây ra nhiều cấp. Cách phân cấp đơn giản nhất được áp dụng từ lâu là phân thành 5 cấp như sau:

Cấp 0 : Không bị hại

Cấp 1 : Bị hại nhẹ

Cấp 2 : Bị hại vừa

Cấp 3 : Bị hại nặng

Cấp 4 : Bị hại rất nặng

Mức độ nặng nhẹ ở đây có thể căn cứ vào diện tích lá bị hại hoặc mật độ sâu trên cây và tùy theo mỗi loại sâu mà có một quy ước riêng do Bộ NN&PTNT (2010) quy định.

Chỉ số hại C % được tính theo công thức sau:

$$C\% = \frac{Z.(n \times a)}{N \times b} \times 100$$

Trong đó:

n: Số cá thể theo dõi bị gây hại ở cùng một cấp

a: Trị số đại diện cho mỗi cấp bị hại

N: Tổng số cá thể điều tra

b: Cấp bị hại cao nhất.

- Căn cứ vào sản lượng bị tổn thất

Chỉ tiêu này phản ánh cụ thể mức độ tổn thất về sản lượng do sâu bệnh gây nên, do đó nó còn được dùng để tính hiệu quả của các biện pháp phòng trừ.

Để tính được chỉ tiêu này cần: Điều tra tỉ lệ sản lượng bị giảm (hoặc điều tra tỉ lệ tổn thất) trên ruộng thí nghiệm.

Bố trí ruộng thí nghiệm gồm hai công thức: một công thức có phòng trừ triệt để và một công thức không phòng trừ.

Ví dụ: Phun thuốc đủ để cây không bị sâu hại, một công thức không phòng trừ để mặc sâu cắn phá, mỗi công thức nhắc lại ít nhất 3 lần, ghi chép sản lượng và áp dụng công thức sau đây để tính hệ số tổn thất:

$$N\% = \frac{(S - S')}{S} 100$$

Trong đó:

N: Hệ số tổn thất (%)

S: Sản lượng cây trồng không bị hại (do được phòng trừ)

S': Sản lượng cây trồng bị hại (do không được phòng trừ)

Nếu trên cùng một diện tích có nhiều loại sâu hại thì mức độ tác hại không phải tăng lên theo số lượng loại sâu.

Ví dụ: Một loài sâu phá 20%, một loài sâu khác phá 30%, như vậy không phải tỉ lệ thiệt hại là 50%. Trong trường hợp này, phải điều tra có hệ thống các loại sâu phá hoại trong các thời gian sinh trưởng của cây trồng rồi tổng hợp lại để tính tỷ lệ thiệt hại.

- Quy định của Cục Bảo vệ thực vật về phân cấp cây bị sâu, bệnh và nhện hại

Đối với sâu miệng nhai ăn lá có thể tính thiệt hại theo 2 phương pháp sau:

+ Chia làm 3 cấp:

Cấp 0: Không bị hại

Cấp 1: Hại nhẹ, sâu ăn 1/4 lá, có 1 - 20% số lá bị phá

Cấp 2: Hại vừa, sâu ăn 1/3 lá, có 21 - 50% số lá bị phá

Cấp 3: Hại nặng, sâu ăn trên 1/3 lá, có 51 - 100% số lá bị phá.

+ Chia làm 5 cấp:

Cấp 0: Không bị hại

Cấp 1: Hại rất nhẹ, có < 5% số lá bị sâu phá

Cấp 2: Hại nhẹ, có 5 - 25% số lá bị sâu phá

Cấp 3: Hại vừa, có 26 - 50% số lá bị sâu phá

Cấp 4: Hại nặng, có 51 - 75% số lá bị sâu phá

Cấp 5: Hại nặng, có 76 - 100% số lá bị sâu phá.

Đối với loài sâu hại khoai lang có kiểu miệng chích hút như rệp muội, rầy, nhện gây hại:

Cấp 0: Không bị hại

Cấp 1: Hại nhẹ xuất hiện rệp rác

Cấp 2: Hại trung bình (rệp phân bố dưới 1/3 nhánh, cây)

Cấp 3: Hại nặng (rệp phân bố trên 1/3 nhánh, cây).

Đối với các loài sâu đục thân, dằm khoai lang:

Cấp 1: Nhẹ (cây có 1 - 2 vết đục hoặc một nhánh bị héo, cây vẫn xanh tốt)

Cấp 2: Trung bình (cây có 3 - 5 vết đục trên thân hoặc 4 cành bị đục, cây phát triển trung bình).

Cấp 3: Nặng (dùng tay nhắc nhẹ cả khóm cây hoặc nhánh dây bị đứt do vết đục của sâu, tán cây bị héo vàng).

- Bảng phân cấp hại với bệnh hại trên khoai lang

+ Bệnh hại trên lá:

Cấp 0: Không có vết bệnh

Cấp 1: < 1% diện tích lá bị hại

Cấp 3: 1 - 5% diện tích lá bị hại

Cấp 5: > 5 - 25% diện tích lá bị hại

Cấp 7: > 25 - 50% diện tích lá bị hại

Cấp 9: > 50% diện tích lá bị hại.

+ Bệnh hại trên củ:

Cấp 0: Không có vết bệnh

Cấp 1: < % diện tích củ có vết bệnh

Cấp 3: 5 - 10% diện tích củ có vết bệnh

Cấp 5: > 11 - 15% diện tích củ có vết bệnh

Cấp 7: > 16 - 20% diện tích củ có vết bệnh

Cấp 9: > 21% diện tích củ có vết bệnh.

- Phương pháp đánh giá tác hại của chuột

Chuột là loài gặm nhấm, chúng ăn các bộ phận trên mặt đất làm cho cây chậm phát triển hoặc đào bới các loại giống cây trồng đã trồng hoặc gieo xuống đất, phá hoại các bộ phận khác nhau của cây như củ quả, gặm vỏ cây. Đối với cây khoai lang, chuột đào ăn củ, cắn phá dây gốc làm cây phát triển kém.

Trên cánh đồng, để theo dõi thiệt hại do chuột gây ra cần tiến hành đánh giá trước khi thu hoạch. Trên quãng đất điển hình, đo diện tích một hecta (200m x 50m) trong đó, đếm các đám đất có chuột làm tổ đùn lên.

Thí dụ: Đếm được 12 đám với diện tích chung là 1200m², như vậy, mức độ bị hại là 12% diện tích trồng trọt. Sau đó tiến hành đánh giá bằng mắt tình trạng cây bị hại trong vùng có tổ chuột để xem cây có bị hại hoàn toàn hay chỉ bị hại một phần nào đó thôi. Có thể đánh giá bằng cách so sánh số cây hoàn toàn nguyên vẹn ở 1m² trong vùng tổ chuột với số cây ở 1m² trong vùng không bị chuột phá.

Tiếp theo là xác định tổng diện tích bị chuột phá hoại trên cánh đồng. Sau đó có thể tính phần năng suất cây trồng bị thất thu, nếu biết được phần sản lượng ở phần cánh đồng không bị chuột phá.

Ví dụ: Tính được mức độ sản lượng bị chuột phá là 12%, trong khi đó năng suất thu hoạch là 20 tạ/1ha. Như vậy, thiệt hại do chuột gây ra là:

$$\frac{21 \times 12}{88} = 2,72 \text{ tạ/ha}$$

Nếu chuột chỉ phá hoại một phần năng suất thì trước hết phải tính diện tích bị chuột phá, sau đó tính phần trăm thiệt hại. Muốn vậy, phải chia thành hai giai đoạn để tính: Đầu tiên, tính phần trăm cây bị phá bằng cách tính số cây bị phá trong 100 cây. Sau đó, tính năng suất bị hại hoặc đánh giá thiệt hại về mặt kinh tế.

Ví dụ: Trên 10ha trồng khoai lang, tỉ lệ cây bị hại là 5%, trong đó, năng suất bị hại là 30%. Nếu năng suất bình quân của khoai lang trên cánh đồng là 100 tạ/ha thì thiệt hại do chuột gây ra sẽ là:

$$\frac{10.000 \text{ kg} \times 5 \times 30}{100 \times 100} = 150 \text{ kg/ha}$$

Phụ lục 7

Phương pháp nuôi côn trùng (thường thực hành trong các lớp IPM)

Nuôi côn trùng là để biết được các giai đoạn (pha) phát triển của chúng hoặc sức ăn sâu hại của côn trùng có ích.

Việc nuôi côn trùng (Insect zoo) có thể được thực hiện trong phòng thí nghiệm, trong vườn thí nghiệm hoặc ngay trên ruộng của nông dân.

Tuy vậy, dù nuôi côn trùng trong điều kiện nào thì khi nuôi cũng cần lưu ý bảo đảm một số điều kiện sau đây:

Điều kiện nuôi côn trùng trong khu vực thí nghiệm phải giống hoặc tương tự như điều kiện sống tự nhiên của côn trùng;

Thức ăn nuôi côn trùng phải luôn giữ được tươi như các bộ phận của cây trồng mà loài sâu đó phá hoại;

Khi chăm sóc, tránh đụng chạm nhiều tới côn trùng để khỏi làm tổn thương, ảnh hưởng tới sức khoẻ và sự phát triển của côn trùng.

- Nuôi côn trùng trong phòng

Phòng nuôi côn trùng phải đủ ánh sáng, thoáng khí và thông gió tương tự như điều kiện sống của chúng ngoài thiên nhiên.

Dụng cụ nuôi côn trùng phải được rửa và khử trùng sạch sẽ, tùy theo kích thước cơ thể côn trùng, tập tính hoạt động của loài côn trùng định nuôi mà lựa chọn dụng cụ nuôi cho thích hợp. Thông thường, có thể dùng chậu thủy tinh, hộp thủy tinh, lồng lưới thép, lồng lưới tơ hoặc lưới nylon có kích thước mắt lưới nhỏ hơn kích thước cơ thể côn trùng nuôi và phải đủ thoáng khí.

Khi nuôi những loài côn trùng đa thực, nên chọn loại lá cây đang cần tiến hành bảo vệ.

Ví dụ: Sâu sa có thể phá hoại trên các cây thuộc họ Bìm bìm nhưng loài này chủ yếu ăn lá cây khoai lang và thường gây hại cho cây khoai lang, do đó khi nuôi nên lấy lá cây khoai lang làm thức ăn nuôi sâu.

Thức ăn nuôi côn trùng (củ, thân, lá khoai lang...) phải đảm bảo độ tươi cần thiết để không ảnh hưởng tới quá trình phát triển của côn trùng. Đối với cây khoai lang do bản lá rộng, cường độ thoát hơi nước lớn nên rất chóng héo, muốn giữ được cho lá tươi lâu thì khi nuôi côn trùng phải ngâm cuống lá hoặc cuống dây khoai vào trong lọ nước.

Sau khi đã chuẩn bị xong các điều kiện để nuôi côn trùng, dùng dụng cụ bắt côn trùng (panh mềm hoặc bút lông) để bắt côn trùng thả lên cây thức ăn. Ghi chép số lượng, tuổi côn trùng, thời gian bắt đầu nuôi, nhiệt, ẩm, độ phòng nuôi.

Hàng ngày, vào một giờ nhất định, cần thay thức ăn cũ bằng thức ăn mới, quan sát sự phát triển các pha của côn trùng, sức ăn, nhịp điệu và khả năng sinh sản, thời gian bắt đầu đẻ trứng, thời gian kết thúc đẻ trứng và chết sinh lý. Sau đó ghi kết quả vào bảng 1 và tổng hợp vào bảng 2.

Ngoài ra, để nuôi một số loài côn trùng có kích thước cơ thể nhỏ như rệp muội, nhện, có thể nuôi bằng phương pháp đĩa lá. Nghĩa là nuôi côn trùng trong các hộp petry, đáy hộp có lót bông thấm nước để giữ ẩm, trên bông ẩm đặt lá khoai lang tươi, sau đó dùng bút lông chuyển mỗi hộp một cá thể rệp vừa được đẻ ra đặt vào lá khoai lang trong hộp. Hàng ngày bổ sung nước sao cho bông đủ ẩm, hoặc thay thức ăn nếu lá bị vàng, quan sát và ghi chép các chỉ tiêu sinh học của rệp.

- Nuôi côn trùng ở vườn thí nghiệm hoặc ngoài đồng

Phương pháp nuôi côn trùng này có phần thuận tiện hơn vì không phải thường xuyên cung cấp thức ăn cho côn trùng, do đó ít phải đụng chạm tới chúng nên đảm bảo được sức khoẻ cho côn trùng và giữ được môi trường nuôi tương tự như hoàn cảnh sống của chúng trong tự nhiên. Tuy nhiên, nhược điểm chủ yếu của phương pháp nuôi này là khó quan sát côn trùng hoạt động hơn là nuôi ở trong phòng. Người ta thường sử dụng phương pháp nuôi này để tính vòng đời tương đối của loài côn trùng hoặc lấy thêm số liệu bổ sung cho phương pháp nuôi côn trùng trong phòng. Dụng cụ nuôi côn trùng trong vườn là lồng lưới thép hoặc lưới nylon.

Phương pháp nuôi côn trùng ngay trên ruộng khoai lang của nông dân được tiến hành như sau: Đầu tiên xác định nơi nuôi côn trùng, thường là một cành hoặc một nhánh khoai lang dài 15 - 20cm. Dùng túi nylon chụp toàn bộ nhánh khoai lang và buộc chặt ở phía gốc nhánh này. Lưu ý: Túi nylon có mặt dưới được gắn một miếng lưới $5 \times 10\text{cm}$ hoặc đục lỗ nhỏ để thông khí. Sâu non được chuyển vào trong túi đặt lên lá khoai lang và buộc kín miệng túi.

Ngoài cách nuôi từng cá thể sâu trong từng lồng nhỏ, người ta còn phải nuôi cả một lứa sâu bằng một lồng to úp lên cây để theo dõi lứa sâu của một loài trong một vùng nhất định.

Ngoài ra để nuôi các loài côn trùng sống trong đất, phải nuôi chúng trong hộp lưới dây thép, hộp có tay xách và toàn bộ hộp được chôn ngập trong đất, kích thước mắt lưới phải nhỏ hơn kích thước cơ thể sâu.

Để nuôi côn trùng có tập tính hoá nhộng trong đất, phải dùng chậu thuỷ tinh hình trụ, trong chậu có đất hoặc cát và miệng chậu được bịt bằng vải màn hoặc lưới, sau đó thả sâu non tuổi cuối vào trong đó. Khi sâu non đầy sức sẽ chui xuống đất hoá nhộng.

Để xác định các loài côn trùng bắt được có phải là loài bắt mồi ăn thịt không, thức ăn của chúng là gì và khả năng ăn vật mồi của chúng ra sao, làm theo phương pháp sau:

+ Bắt loài côn trùng nghi là BMAT thả vào hộp nhựa nuôi sâu trong đó đã thả loài sâu hại khoai lang mà theo phán đoán là nó có thể ăn (nên thả số lượng sâu hại lớn và phải

đếm chúng trước khi thả vào). Ví dụ: thả rệp muối để cho bọ rùa ăn, ghi chép số lượng thả ban đầu, sau 24 giờ, ghi chép số lượng rệp còn lại, sau đó thả tiếp lượng rệp muối bằng số lượng ngày thứ nhất, sau 24 giờ lại xác định số lượng rệp muối còn lại (ngày thứ hai). Tiếp tục làm như vậy trong ngày thứ 3. Từ đó xác định số lượng rệp muối bị bọ rùa ăn trong ngày thứ nhất, ngày thứ hai và ngày thứ 3 rồi điền vào bảng số 3.

+ Khi nuôi sâu, phải ghi chép đầy đủ và chi tiết tất cả số liệu quan sát được như nhiệt độ, độ ẩm trung bình, lượng mưa, thời gian nắng... Những số liệu sinh học của sâu phải được theo dõi chính xác theo từng cá thể, ghi theo số thứ tự, sau đó ghi vào sổ nuôi. Những hiện tượng và tập tính hoạt động của sâu phải được ghi chi tiết hàng ngày vào nhật ký nuôi sâu.

Bảng 1. Theo dõi quá trình phát triển của loài

Ngày bắt đầu nuôi : ... tháng

Số TT	Ngày nuôi																					
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
1	t	t	t	s	s	s	s	s	s	S	s	s	N	n	n	tt	tt	tt	1	4	3	5
2																						
3																						
.																						
.																						
50																						
T°C																						
Rh%																						

Ghi chú: t: trứng, s: sâu non, n: nhộng, tt: trưởng thành; Các số 1, 4, 3, 5 là số trứng hoặc rệp non được đẻ ra từng ngày; Cột số thứ tự là số thứ tự của cá thể được nuôi, thông thường nuôi 50 cá thể

Bảng 2. Theo dõi quá trình sinh sống của loài côn trùng

Ngày bắt đầu nuôi

Số TT	Thời gian phát triển các pha ... (ngày)				
	Trứng	Sâu non	Nhộng	Trưởng thành trước đẻ	Trưởng thành đẻ trứng
1					
2					
3					
4					

Bảng 3. Số lượng vật mồi bị côn trùng có ích ăn

Lần nhắc lại thứ...	Số sâu hại* thả ban đầu (hàng ngày bằng nhau)	Số sâu hại còn lại sau 24 giờ (ngày 1)	Số sâu hại còn lại sau 24 giờ (ngày 2)	Số sâu hại còn lại sau 24 giờ (ngày 3)
1				
2				
...				
10				

* Ghi rõ tên của loài sâu hại được thả vào; Các sâu thả vào phải cùng kích cỡ (cùng tuổi)

Phụ lục 8

Quản lý tổng hợp dịch hại trên một số cây trồng chính

1. Quản lý tổng hợp dịch hại cây lúa

1.1. Quản lý tổng hợp sâu cuốn lá nhỏ hại lúa

- Tên khoa học: *Cnaphalocrosis medinalis* (Guenee) (Lepidoptera: Pyralidae).

Trong thời gian 1975 - 2010, Bộ NN&PTNT đã hai lần công bố dịch sâu cuốn lá nhỏ (SCLN), lần 1 vào năm 1990 - 1991 trên cả nước và lần 2 năm 2001 tại các tỉnh thuộc đồng bằng Bắc Bộ (Nguyễn Văn Đĩnh và Bùi Sỹ Doanh, 2012).

- Triệu chứng gây hại: Sâu non nhả tơ cuốn dọc lá lúa thành một bao thẳng đứng hoặc bao tròn gập lại, nằm trong đó ăn phần chất xanh ở mặt trên của lá, để lại lớp màng trắng đục gân lá tạo thành những vết trắng dài; các vết hại này có thể nối liền nhau thành từng mảng, gặp mưa nhiều, ngập nước sẽ bị thối nhũn. Cây lúa bị hại nặng, nhất là trong giai đoạn làm đồng, trở bông gây thiệt hại đáng kể về năng suất.

- Đặc điểm sinh học, sinh thái:

Tập tính sống: Trùng thành hoạt động vào ban đêm, có tính hướng quang mạnh; ban ngày ẩn nấp trong ruộng lúa và bụi cỏ dại, khi bị khuấy động bay bằng độ cao ngọn lúa và có khả năng di chuyển xa. Trùng thành cái thường lựa chọn đẻ trứng ở những ruộng xanh tốt. Sâu non tuổi 1 chưa cuốn tổ, sâu non tuổi 2 nhả tơ để khâu hai mép lá cuốn thành tổ nằm bên trong gây hại. Sâu non tuổi 4, tuổi 5 nhả tơ để gập ngang lá lúa hoặc chập 2 - 4 lá làm thành một tổ. Hoá nhộng ở trong tổ cũ hoặc trong bao lá mới hay ở gốc lúa cách mặt nước 2cm.

Thời gian phát triển: Thời gian trứng là 3 - 7 ngày. Sâu non có 5 - 6 tuổi, kéo dài 14 - 25 ngày. Thời gian nhộng là 6 - 8 ngày. Thời gian vòng đời là 30 - 35 ngày. Trùng thành sống được 2 - 7 ngày. Một trùng thành cái đẻ 76 - 300 trứng (Dale, 1994; Hồ Khắc Tín, 1982).

Nhiệt độ 25 - 29°C, ẩm độ trên 80% thích hợp cho sâu cuốn lá nhỏ phát sinh. Khi không có mưa hoặc ít mưa thì khả năng đẻ trứng của sâu giảm. Ruộng lúa có mật độ dày hơn và được bón nhiều phân đạm bị hại nặng hơn (Nguyễn Văn Hành, 1988; Hồ Khắc Tín, 1982).

Tại miền Bắc, hàng năm sâu cuốn lá nhỏ phát sinh 7 - 8 lứa: lứa 1 vào tháng 2 giữa tháng 3; lứa 2 - cuối tháng 3 giữa tháng 4; lứa 3 - cuối tháng 4 đầu tháng 5; lứa 4 - cuối tháng 5 giữa tháng 6; lứa 5 - cuối tháng 6 giữa tháng 7; lứa 6 - cuối tháng 7 cuối tháng 8; lứa 7 - đầu tháng 9 giữa tháng 10 và lứa 8 vào đầu/cuối tháng 11 đến đầu năm sau. Trong đó quan trọng là lứa 2 và lứa 6 (Nguyễn Văn Hành, 1988).

Tại Đồng bằng sông Cửu Long, những nghiên cứu trong 1977 - 1979 cho thấy sâu cuốn lá nhỏ phát sinh quanh năm, gây hại cho tất cả các trà lúa ở các vụ lúa. Tuy nhiên, có

3 thời điểm phát triển mạnh tương ứng với 3 vụ lúa: tháng 7 - 8 trên lúa hè thu, tháng 10 - 11 trên lúa thu đông và tháng 12 - tháng 1 trên lúa đông xuân (Phạm Văn Lâm, 1980).

Ký chủ: Lúa, ngô, cao lương, lúa mì, mía, cỏ lông, lồng vực cạn, cỏ môi,... (Dale, 1994).

Thiên địch phổ biến của sâu cuốn lá nhỏ ở nước ta gồm các loài *Trichogramma japonicum*, *Apanteles cypris*, *Cardiochiles* sp., *Copidosomopsis con*i, *Eriborus vulgaris*, *Goniozus hanoiensis*, *Temelucha philippinensis*, *Brachymeria excarinata*, *Phaeogenes* sp., *Xanthopimpla* spp., *Chlaenius* spp., *Eucolliuris fuscipennis*, *Ophionea* spp., *Paederus* spp., *Oxyopes javanus*, *Oxyopes tiengianensis*, *Pardosa pseudoannulata* (Phạm Văn Lâm, 2000).

- Ngưỡng kinh tế của loài sâu cuốn lá nhỏ: SCLN gây hại trong suốt thời kỳ sinh trưởng của sâu lúa, Quy định thống kê diện tích hại của SCLN là 50 con/m² giai đoạn đẻ nhánh và 20 con/m² giai đoạn đồng trổ (Bộ NN&PTNT, 2010). Selvaraj và cs. (2012) xác định ngưỡng gây hại trên giống lúa *Pusa Basmati 1* ở New Dehli, Ấn Độ là 2,9 - 6,4% lá bị hại.

- Đề xuất quy trình IPM:

Đảm bảo đa dạng sinh học trên ruộng lúa, trồng thêm các loài cây hoa dại, cây trồng có hoa để tạo điều kiện về thức ăn (mật và phấn hoa) và nơi ở cho thiên địch, đồng thời giảm đến mức thấp nhất việc phun thuốc BVTV hóa học, chỉ phun khi thật cần thiết và sử dụng các loại thuốc ít độc, có tính chọn lọc cao và ít gây độc đối với thiên địch và động vật thủy sinh.

Áp dụng Quy trình thâm canh lúa cải tiến (SRI) ở những nơi có điều kiện, trong đó chú trọng tới bón phân cân đối, gieo cấy mật độ hợp lý, điều tiết nước để làm tăng độ cứng của cây lúa.

Vệ sinh đồng ruộng, tiêu diệt lúa chết, cỏ dại là ký chủ của sâu cuốn lá nhỏ.

Dùng bẫy đèn diệt trưởng thành khi chúng xuất hiện rộ.

Thả ong mắt đỏ *Trichogramma* spp. trên diện rộng khi trưởng thành đẻ trứng rộ.

Nếu mật độ sâu vượt quá ngưỡng kinh tế sau gieo cấy 40 ngày, có thể dùng các thuốc nhóm Avermectin, Fipronil, Cartap, Imidacloprid, thảo mộc Azadirachtin, thuốc sinh học *Bacillus thuringiensis*,...

Tồn tại lớn nhất trong phòng chống sâu cuốn lá nhỏ hiện nay là việc thực hiện quy trình thâm canh không đầy đủ, cây lúa luôn quá xanh tốt, cấy dày và phun nhiều lần thuốc BVTV hóa học làm ảnh hưởng nghiêm trọng tới đa dạng sinh học trên ruộng lúa. Vũ Quang Côn (2012) đã mô tả thành phần rất phong phú của nhóm sâu hại cánh vẩy trên ruộng lúa ở miền Bắc Việt Nam, chỉ tính riêng sâu cuốn lá nhỏ có 2 loài ong ký sinh trứng, 12 loài ong ký sinh sâu non và 7 loài ong ký sinh nhộng và 4 loài ong ký sinh bậc 2. Nhiều loài trong số này, ngoài sâu cuốn lá nhỏ còn ký sinh lên trứng sâu cuốn lá lớn (*Parnara guttata*) và sâu cuốn lá *Brachmia* sp. Nếu tác động lên bất cứ mắt xích nào trong lưới dinh dưỡng phong phú đó sẽ làm ảnh hưởng tới cân bằng sinh học trong

nhóm sâu hại thuộc bộ cánh vảy nói riêng và cân bằng sinh học trong cả ruộng lúa nói chung. Ngoài ra, người sản xuất không thấy hết khả năng “tự đền bù” rất cao của cây lúa, nếu bị sâu ăn mất 30 - 50% số lá từ khi gieo trồng đến sau gieo trồng 40 ngày thì tác hại không đáng kể. Thành công trong việc áp dụng tiến bộ kỹ thuật canh tác lúa cải tiến (SRI) đã minh chứng nếu thực hiện được kỹ thuật này thì ngoài việc giảm chi phí sản xuất như giống, phân bón, nước tưới và thuốc BVTV sẽ giảm đến mức thấp nhất tác hại của sâu hại đặc biệt là của sâu cuốn lá nhỏ.

1.2. Quản lý tổng hợp bệnh đạo ôn trên cây lúa

- Bệnh do nấm *Pyricularia oryzae* Cav. Et. Bri (Moniliales: Moniliaceae) gây ra.

- Triệu chứng hại: Khi lúa bị nhiễm bệnh ở giai đoạn mạ - đẻ nhánh. Lúc đầu vết bệnh chỉ nhỏ như đầu mũi kim, màu xám xanh giống như bị dội nước sôi, sau chuyển sang màu nâu, rồi lan rộng dần ra thành hình thoi, xung quanh màu nâu đậm, giữa màu xám trắng. Nếu bị nặng, nhiều vết bệnh liên kết lại với nhau tạo thành mảng lớn, có thể làm lá bị khô cháy, cây lúa lụi tàn, gây thất thu năng suất nghiêm trọng. Ngoài ra, nấm bệnh còn tấn công trên cỏ bông (gọi là đạo ôn cỏ bông hay thối cỏ gié) làm cản trở việc vận chuyển chất dinh dưỡng từ cây lúa lên nuôi bông, nuôi hạt, hạt lúa sẽ bị lép lửng. Nếu bệnh tấn công sớm có thể làm cho hạt lúa bị lép hoàn toàn, gây thất thu năng suất rất lớn. Vết bị bệnh lúc đầu có màu xám xanh, sau chuyển dần sang màu nâu, nâu đậm. Nếu ẩm độ không khí cao, chỗ vết bệnh sẽ mọc một lớp nấm mốc màu xám xanh, thân cây lúa dễ bị gãy, ruộng lúa trở nên xơ xác.

- Đặc điểm phát sinh, phát triển của bệnh: Nấm *P. oryzae* ưa nhiệt độ tương đối thấp, bào tử này nảy mầm tốt nhất ở nhiệt độ: 20 - 28°C và ẩm độ không khí bão hòa có giọt nước. Bệnh thường phát sinh mạnh khi trời nhiều mây (nắng dưới 2 giờ/ngày), mưa phùn, sương đêm, ẩm độ không khí trên 90%, nhiệt độ từ 18 - 20°C. Bệnh cũng thường xảy ra trong giai đoạn đẻ nhánh, làm đòng, nhất là đối với những giống lúa mẫn cảm với bệnh. Ngoài ra, biện pháp canh tác không phù hợp cũng góp phần làm bệnh phát triển như sạ quá dày hoặc bón thừa đạm dẫn tới thừa axit amin tự do làm giảm tính chống chịu, cây lúa yếu ớt, tạo ra tiểu khí hậu thuận lợi cho bệnh. Ở miền Bắc, trà lúa mùa muộn giai đoạn trổ - chín, hoặc vụ lúa Đông Xuân vào giai đoạn con gái - đứng cái - làm đòng là những cao điểm của bệnh trong năm. Ở miền Nam, bệnh phát sinh quanh năm nhưng gây hại nặng trong vụ Đông Xuân.

Nguồn nấm gây bệnh tồn tại chủ yếu trong rom, gốc rạ, hạt lúa bị bệnh và cỏ dại trên ruộng như cỏ chi, cỏ màn trâu, cỏ ấu...

- Ngưỡng phòng trừ: Tham khảo Phụ lục.

- Đề xuất quy trình IPM:

Dọn sạch tàn dư rom, rạ và cây cỏ dại mang bệnh trên đồng ruộng và nên cày vùi ngay sau khi thu hoạch lúa để phân hủy rom rạ sớm.

Tăng cường sử dụng giống lúa chống chịu, ít mẫn cảm với bệnh, xử lý hạt giống bằng thuốc trừ bệnh phổ rộng như Agri - Life 100SL, tuyệt đối không lấy hạt giống từ

ruộng đã từng bị đạo ôn. Giảm lượng giống bằng cách sạ thưa, sạ hàng với lượng giống dưới 100 kg/ha.

Bón phân cân đối giữa đạm, lân và kali. Không bón quá nhiều phân đạm, nhất là thời kỳ cuối đẻ nhánh và trổ, sau trổ. Nên bón theo bảng so màu lá lúa để cây lúa luôn khỏe mạnh, không bị tốt lốp, có sức chống đỡ với bệnh. Không phun phân bón KNO₃ nuôi hạt khi bệnh đang lây lan.

Cần kiểm tra ruộng lúa thường xuyên để kịp thời phát hiện và có biện pháp phòng trị bệnh kịp thời. Nếu thấy ruộng bị bệnh (vượt ngưỡng kinh tế) và thời tiết phù hợp cho bệnh (trời lạnh, đêm và sáng sớm có nhiều sương mù, hoặc trời có mưa nhỏ xen kẽ, ban ngày trời âm u, ít nắng...) thì phải ngừng bón đạm, không để ruộng bị khô nước và tiến hành phun thuốc phòng trị bệnh kịp thời. Nên sử dụng thuốc đặc trị đạo ôn Taiyou 20SC với hoạt chất thể hệ mới Fenoxanil, thuốc Fuji - one 40EC, New Hinosan, Kasai, Triazol.

2. Quản lý tổng hợp dịch hại ngô

2.1. Quản lý tổng hợp rệp muội ngô

- Tên khoa học: *Rhopalosiphum maydis* (Fitch) (Homoptera: Aphididae).

- Triệu chứng gây hại: Rệp muội ngô là một trong những loài sâu hại ngô quan trọng. Rệp muội ngô chích hút nhựa cây, nếu mật độ rệp cao ở giai đoạn cây ngô còn non sẽ làm cây sinh trưởng còi cọc, có thể không ra được bắp, nếu mật độ rệp muội ngô ở cò ngô cao thường làm cho cò ngô khô nhanh và bắp ít hạt, hạt lép. Ở giai đoạn ngô mang bắp, nếu mật độ rệp muội cao thường làm cho bắp nhỏ, ít hạt, lá bao bắp nhanh bị úa vàng và có lớp muội đen phát triển, hạt thu hoạch rất nhanh mốc, làm giảm rõ rệt năng suất và phẩm chất hạt ngô.

Rệp muội ngô còn là môi giới truyền 1 số loài virus gây bệnh cây theo kiểu bền vững như bệnh đốm vàng lá ngô, vàng lùn lúa mạch và bệnh đỏ lá kê, ngoài ra còn truyền theo kiểu không bền vững một số bệnh: khảm lá mía, khảm lá chuối sợi (Blackman và Eastop 1984).

- Đặc điểm sinh học, sinh thái:

Rệp muội ngô sinh sản chủ yếu theo kiểu đơn tính, đẻ con. Trong quần thể, thường thấy nhiều loại hình: rệp cái không cánh và rệp cái có cánh. Rệp muội ngô trưởng thành và rệp non thường sống chủ yếu ở nõn ngô khi cây ngô còn non, rệp sống trên cò và lá bao cò ở giai đoạn ngô trước trổ cò và sống ở lá bao bắp thứ 2 và 3 (kể từ ngoài vào) ở giai đoạn cây ngô mang bắp. Rệp có thể sống từng cụm từ 5 - 7 con, hoặc phát triển thành từng đám dày đặc hàng trăm con trên cò ngô.

Thời gian phát triển: Nguyễn Thị Kim Oanh (1996) đã nghiên cứu các chỉ tiêu sinh học của rệp muội ngô ở nhiệt độ 25 và 30°C cho thấy, rệp non có 4 tuổi, vòng đời và tuổi thọ của rệp ở 30°C đều ngắn hơn khi nuôi rệp muội ngô ở 25°C. Tại nhiệt độ 25°C và 30°C, tỷ lệ tăng tự nhiên r tương ứng là 0,283 và 0,297.

Rệp muội ngô thường xuất hiện trên đồng ruộng vào khoảng tháng 10 - 11, phát triển nhiều trong tháng 1, tháng 2, lúc ẩm độ không khí cao. Từ tháng 4 trở đi số lượng rệp muội ngô giảm dần. Trong mùa hè chỉ thấy rệp muội ngô xuất hiện lẻ tẻ.

Rệp muội ngô thường xuất hiện và gây hại sớm ở tất cả các thời vụ trồng ngô trong năm, phá hại cây ngô từ giai đoạn 8 - 9 lá cho tới khi ngô chín sá, số lượng rệp muội ngô cao nhất ở thời kỳ ngô phun râu - tung phấn. Những ruộng gieo dày, rệp muội ngô thường phát triển mạnh. Ruộng bón nhiều đạm thường bị rệp muội ngô gây hại nặng hơn.

Ký chủ: Rệp muội ngô sống và gây hại trên khoảng 30 loại cây trồng và cây dại thuộc họ hoà thảo: ngô, đại mạch, lúa mì, lúa nước, mía, kê, cao lương, cây hoa và cây cảnh, cỏ dại...

Thiên địch của rệp muội ngô thường xuất hiện trên đồng ruộng gồm một số loài quan trọng như: ấu trùng ruồi ăn rệp *Sirphus* sp., ong ký sinh rệp *Aphidius* sp., bọ rùa đỏ *Microspis discolor*, bọ rùa 6 vạch *Menochilus sexmaculatus* Fabr., bọ rùa 4 vạch *Menochilus quadriplagiata* Swarlz, bọ rùa chữ nhân *Coccinella repanda* Thunb. Những thiên địch này có vai trò quan trọng trong việc hạn chế số lượng rệp muội ngô phát sinh trong tự nhiên.

- Ngưỡng kinh tế của rệp muội ngô: Tham khảo Phụ lục 1.

- Đề xuất quy trình IPM:

Vệ sinh đồng ruộng: Trước khi gieo trồng ngô cần làm sạch cỏ trong ruộng và xung quanh bờ để tránh rệp muội ngô từ các ký chủ dại lan sang phá hại ngô.

Trồng ngô dày vừa phải và tỉa cây sớm khi ngô cao 3cm để loại bỏ những cây gây yếu cho ruộng được thoáng có tác dụng hạn chế rệp muội ngô phát triển.

Khi cây ngô đã hoàn thành việc thụ phấn nên cắt cỏ để giảm số lượng rệp muội ngô lan sang bắp.

Có thể dùng bẫy dính màu vàng ở đầu vụ để thu bắt những cá thể rệp muội ngô có cánh vừa di chuyển đến ruộng.

Khi tỷ lệ cây ngô nhiễm rệp muội trên 30% cần phun thuốc trừ rệp, nên phun một số loại thuốc sinh học, để bảo vệ thiên địch, có thể sử dụng thuốc thuộc nhóm hoạt chất Acephate, Azadirachtin, Dimethoate, Fenobucarb, Lambda - cyhalothrin, Tralomethrin, Beta - cyfluthrin, Phenthoate.

2.2. Quản lý tổng hợp bệnh đốm lá nhỏ ngô

- Bệnh do nấm *Bipolaris maydis* gây ra.

- Triệu chứng hại: Ban đầu vết bệnh chỉ nhỏ như mũi kim, màu hơi vàng sau đó phát triển dần thành hình tròn, bầu dục hoặc vô định hình, màu sắc và kích thước vết bệnh có thay đổi. Bệnh xuất hiện ở tất cả các bộ phận của cây ngô: lá, thân, bắp nhưng chủ yếu trên lá. Bệnh có thể phát sinh rất sớm ngay từ khi cây ngô mới ra được 2 - 3 lá. So với bệnh đốm lá lớn thì vết bệnh này nhỏ hơn, nhưng nhiều hơn.

- Đặc điểm phát sinh, phát triển của bệnh: Bệnh phát sinh trong điều kiện nhiệt độ tương đối cao, trời ẩm áp mưa ẩm, bào tử nấm hình thành rất nhiều, nhất là ở các đốt thân, phiến lá, vò bắp tạo thành một lớp lông tơ màu nâu hoặc đen. Bệnh thường phát triển mạnh ở giai đoạn cây đã lớn, nhất là giai đoạn cây có cờ trở đi. Tuy nhiên, nếu gặp điều kiện thời tiết xấu, cây ngô phát triển còi cọc thì ở giai đoạn cây ngô nhỏ vẫn có thể bị hại. Bệnh thường hại nặng hơn ở những ruộng ngô xấu, không có sự đầu tư thâm canh, cây còi cọc. Ngoài ra những ruộng đất xấu, đất trũng hay bị úng nước, ruộng có đất thịt nặng, chặt, hoặc những ruộng thường xuyên bị thiếu nước, cây ngô sinh trưởng kém, còi cọc, không phát triển được thì cũng bị bệnh hại nặng. Các giống ngô nhập nội và các giống ngô lai bị nhiễm bệnh nặng hơn.

Bào tử phân sinh tồn tại trên hạt giống và sợi nấm tồn tại trong tàn dư lá cây ở đất đều là nguồn bệnh quan trọng.

- Ngưỡng phòng trừ: Tham khảo Phụ lục 1.

- Đề xuất quy trình IPM:

Nên luân canh ngô với một số loại rau màu khác để hạn chế và phòng bệnh.

Thu gom sạch sẽ tàn dư của cây ngô bị bệnh sau thu hoạch. Trước khi gieo trồng cần cày, bừa ruộng kỹ để chôn vùi tàn dư cây bệnh.

Nên gieo trồng ngô ở những ruộng đất thịt nhẹ hoặc đất cát pha, có hệ thống tưới tiêu tốt, đảm bảo thoát nước trong mùa mưa và có đủ nguồn nước để chủ động tưới cho cây ngô trong mùa khô, tạo cho cây ngô sinh trưởng và phát triển thuận lợi.

Chăm sóc, bón phân và tưới nước đầy đủ, đúng kỹ thuật để phòng ngừa bệnh và ở những khu đồng thường bị bệnh gây hại nặng cần xử lý hạt giống trước khi trồng bằng thuốc Carbendazim, Thiram.

Trong điều kiện thời tiết thuận lợi cho bệnh phát sinh và ruộng đã nhiễm bệnh vượt ngưỡng kinh tế có thể sử dụng một trong những loại thuốc: Tilt 250EC; Daconil; Ridomil; Validacin; Mannozeb 80WP...

3. Quản lý tổng hợp bệnh xoắn lá cà chua (Tomato yellow leafcurl T.Y.L.C.V)

- Triệu chứng gây hại: Bệnh xuất hiện từ khi cây còn nhỏ cho đến khi thu hoạch, phổ biến nhất lúc cây bắt đầu ra hoa. Cây bị bệnh làm cho lá biến màu vàng nhạt trong khi gân lá còn xanh tạo thành những vết xanh vàng loang lổ, lá nhỏ lại, nhăn nheo xoắn lại và thô cứng, các lá ngọn bị xoắn, cây sinh trưởng kém, thấp nhỏ, phân nhiều nhánh cằn, cây không phát triển được. Cây bị bệnh sớm và nặng có thể chết. Nếu bị muộn và nhẹ thì những lá non ra sau mới bị xoắn, cây có thể ra hoa và quả nhưng rụng nhiều; nếu có quả thì quả nhỏ, méo mó, cứng, chất lượng kém.

- Đặc điểm phát sinh, phát triển của bệnh: Bệnh lan truyền qua bộ phận trắng *Bemisia tabaci*. Mật độ bộ phận càng cao thì tỉ lệ cây bị bệnh xoắn lá càng nhiều. Bệnh lan truyền qua vết thương cơ giới. Virus gây bệnh không lan truyền qua hạt giống hoặc qua đất.

Ở phía bắc Việt Nam, bệnh xoắn lá phát triển mạnh từ tháng 8 đến tháng 12 trong vụ cà chua sớm và từ tháng 3 đến tháng 5 trong vụ cà chua xuân hè. Cà chua chính vụ bị hại nhẹ hơn. Bệnh gây hại nặng khi nhiệt độ không khí từ 25 - 30°C, độ ẩm trên 70%.

- Ngưỡng kinh tế của loài bệnh hại: Tham khảo Phụ lục 1.

- Đề xuất quy trình IPM:

Luân canh với cây khác họ và dọn sạch tàn dư cây bệnh, cỏ dại;

Sử dụng hạt giống có bao gói, có địa chỉ rõ ràng, dùng giống kháng bệnh;

Vệ sinh đồng ruộng, bón phân cân đối, không bón nhiều đạm;

Không trồng cà chua gần ruộng trồng khoai tây, bầu bí.

Thường xuyên kiểm tra đồng ruộng để loại bỏ kịp thời cây bệnh, đưa ra xa ruộng và tiêu hủy. Dùng bẫy dính màu vàng để thu hút bọ phấn trường thành trước khi chúng vào ruộng truyền bệnh. Phun thuốc trừ bọ phấn ngay từ trong vườn ươm.

4. Quản lý tổng hợp dịch hại hại cây ăn quả có múi

4.1. Quản lý tổng hợp rệp muội xanh hại cây ăn quả có múi

- Tên khoa học: *Aphis spiraecola* Patch, (Homoptera: Aphididae).

- Triệu chứng gây hại: Khi cây bị rệp muội xanh hại lộc non, nụ hoa cong queo, lá nhỏ lại, biến dạng nhăn nheo. Nếu bị hại nặng toàn bộ búp non, nụ hoa bị rệp phủ kín, cây không thể phát lộc được, chất bài tiết của rệp trong quá trình tiêu hóa (gọi là sương mật) tạo điều kiện cho nấm muội đen phát triển làm giảm diện tích quang hợp của cây, năng suất giảm nghiêm trọng.

- Đặc điểm sinh học, sinh thái:

Tập tính sống: Khi cây ra lộc non, rệp trưởng thành cái bay đến đẻ con và xác lập quần thể rệp trên đó. Cả trưởng thành và rệp non đều chích hút dịch cây. Chúng tập trung nhiều nhất trên lá non và chồi non (94,49%) sau đó trên lá bánh tẻ và rệp không gây hại trên lá già. Rệp non có 4 tuổi, có hai loại hình trưởng thành có cánh và trưởng thành không có cánh. Vòng đời nuôi trên lá cam trung bình là từ 7,73 đến 8,57 ngày. Thời gian trưởng thành là từ 7,10 đến 7,37 ngày và tuổi thọ trung bình là 14,83 đến 15,93 ngày.

Ở 25°C, rệp muội xanh *A. spiraecola* có vòng đời và tuổi thọ tương ứng là 8,57 ngày và 15,93 ngày, dài hơn không đáng kể so với ở nhiệt độ 20°C và 30°C. Rệp muội xanh *A. spiraecola* có sức sinh sản trung bình, ở 20°C, 25°C và 30°C, một rệp mẹ đẻ được tương ứng là 11,93 con, 12,17 con và 9,10 con.

Theo Cao Văn Chí (2013), rệp muội xanh *A. spiraecola* bắt đầu đạt mật độ cao vào thời điểm trung tuần tháng 4 đến đầu tháng 5 và gây hại nặng nhất vào cuối tháng 4 trên cây cam, trên cây chanh đạt mật độ cao vào thời điểm trung tuần tháng 3 đến cuối tháng 4 và gây hại nặng nhất vào trung tuần tháng 4, gây hại trung bình trên cây bưởi, gây hại thấp trên cây quýt. Mật độ rệp muội xanh *A. spiraecola* trên vườn kiến thiết cơ bản cao hơn trên vườn kinh doanh.

Ký chủ: *Aphis spiraecola* được ghi nhận sống trên 100 loài thực vật, chủ yếu trong các họ như Anacardiaceae, Anonaceae, Aralinaceae, Euphorbiaceae, Lauraceae, Moraceae, Rubiaceae, Rutaceae, Sterculiaceae và Theaceae. Ký chủ chính bao gồm cam, quýt, chanh, cà phê, trà, ca cao, xoài. (CABI - Crop Protection Compendium, 2000).

Các thiên địch phổ biến: Loài ruồi ăn rệp vằn vàng *E. balteatus*, ruồi ăn rệp cánh nâu *D. aegrota* và bọ rùa 6 vằn *M. sexmaculatus* là 3 loài thiên địch chính của rệp muội có mặt thường xuyên trên vườn cây ăn quả có múi ở giai đoạn lộc non. Trong đó ấu trùng ruồi ăn rệp vằn vàng *E. balteatus* có độ thường gặp cao tại Cao Phong (46%) và Văn Giang (51%).

- Ngưỡng kinh tế của loài rệp hại: Tham khảo Phụ lục 1.

- Đề xuất quy trình IPM:

Chăm sóc, bón phân và phòng trừ sâu bệnh hại khác theo quy trình sản xuất cây có múi đã ban hành. Cụ thể:

Luôn luôn làm sạch cỏ trong vùng gốc, đối với cỏ dại ngoài tán cây nên cắt, thường xuyên không chế không để cỏ mọc quá cao.

Tưới theo nhu cầu của cây, đảm bảo đủ ẩm, không để đọng nước làm thối bộ rễ.

Bón phân cân đối giữa phân hữu cơ và phân vô cơ theo nhu cầu của cây một cách hợp lý, tránh bón thừa đạm.

Cắt tỉa tạo tán hợp lý trong suốt quá trình phát triển của cây tạo cho cây có bộ khung tán vững chắc, cân đối, thông thoáng. Chú ý thực hiện vào 3 thời điểm:

Sau thu hoạch: Cắt bỏ các cành già, cành vô hiệu, cành bị sâu bệnh.

Cắt tỉa lộc thu: Tỉa bớt lộc thu, chỉ để lại mỗi cành 2 - 3 lộc thu to khỏe để định hình cành mang quả năm sau và cắt bỏ hết các cành vượt (tháng 8, 9).

Không chế và tỉa bớt lộc đông: Hạn chế chăm sóc vườn, đặc biệt không tưới ẩm (từ tháng 10 đến tháng 1) để phòng ra lộc đông, nếu lộc đông ra dùng dao, kéo cắt tỉa sát gốc cành.

Giảm đến mức thấp nhất việc phun thuốc hóa học cũng như dầu khoáng vì chúng có thể ảnh hưởng xấu đến thiên địch rệp muội.

Nhân nuôi và sử dụng các loài thiên địch như ruồi ăn rệp.

Sử dụng thuốc trừ sâu chọn lọc hoặc có nguồn gốc sinh học.

4.2. Quản lý tổng hợp bộ trĩ hại cây ăn quả có múi

Kết quả điều tra thành phần bộ trĩ hại cây ăn quả có múi tại Cao Phong (Hòa Bình), Bắc Quang (Hà Giang) và Công ty Rau quả 19 - 5 (Nghệ An) năm 2003 - 2006 cho thấy có 5 loài bộ trĩ hại, trong đó có 2 loài quan trọng là *Scirtothrips dorsalis* Hood và *Frankliniella intonsa* Trybom, trong 2 loài này thì loài *F. intonsa* có mật độ và mức độ gây hại cao hơn.

Tên khoa học: *Frankliniella intonsa* Trybom (Thysanoptera: Thripidae).

- Triệu chứng hại điển hình: Các vết châm nhỏ màu nâu thẫm ở cánh, đài, cuống hoa hoặc tạo nên các đường gờ nổi thâm sẫm chạy dọc theo cánh hoa sau đó tạo thành vết sọc như mụn rộp. Khi hoa cam, quýt bị gây hại nặng sẽ tấp đi, nhanh tàn, cánh hoa rụng sớm và không tạo được quả hoặc tạo quả được thì sần sùi méo mó.

- Đặc điểm sinh học, sinh thái: Bọ trĩ *F. intonsa* sau khi vũ hoá vài giờ mới bắt đầu di chuyển. Trưởng thành sống tập trung nhiều trên các bộ phận của cây như cánh, đài, cuống, nụ hoa, lá non, quả non và chồi non. Bọ trĩ trưởng thành ít bay, nhưng trong những ngày nóng bức, chúng bay và di chuyển xuống hoa ở phía dưới và trong tán hoặc chui vào phía trong hoa. Trưởng thành hoạt động mạnh vào buổi sáng và chiều mát. Sau vũ hoá 2 - 4 ngày thì đẻ trứng. Trứng được tìm thấy chủ yếu ở cuống hoa và đài hoa. Bọ trĩ tuổi 1 và tuổi 2 hoạt động rất nhanh nhẹn, sống quần tụ trên hoa, hút dịch ở cánh hoa và cuống nhị hoa. Chúng hoạt động mạnh vào lúc sáng sớm và chiều mát. Sức ăn và mức gây hại của bọ trĩ tuổi 2 lớn hơn tuổi 1. Tuổi 2 đẩy sức hoạt động chậm, ngừng ăn, một số rơi xuống đất, một số di chuyển đến các khe nứt hoặc tàn dư của cây để chuyển sang giai đoạn nhộng già.

Vòng đời của bọ trĩ thuộc nhóm côn trùng biến thái không hoàn toàn dạng biến thái quá độ với 4 giai đoạn: trứng, bọ trĩ non, nhộng già, trưởng thành với tốc độ phát triển nhanh. Kết quả nuôi tại Gia Lâm, Hà Nội trên lá, hoa cam, quýt trong phòng thí nghiệm ở các điều kiện nhiệt độ khác nhau 18,6°C; 20,5°C; 25,0°C; 26,1°C, ẩm độ tương đối là 74 - 97%, năm 2004 - 2005 thì thời gian vòng đời tương ứng là: 23,8 ± 0,69 ngày; 19,8 ± 0,38 ngày; 16,2 ± 0,28 ngày và 14,9 ± 0,61 ngày; giai đoạn trứng 2,9 - 4,2 ngày; giai đoạn bọ trĩ non tuổi 1: 2,7 - 3,8 ngày; giai đoạn bọ trĩ non tuổi 2: 2,8 - 3,8 ngày; Giai đoạn tiền nhộng: 2,0 - 3,2 ngày; Giai đoạn nhộng già: 2,2 - 3,5 ngày; và số lượng trứng đẻ trung bình trên 1 trưởng thành cái tương ứng với các nhiệt độ nuôi là: 16,66 ± 0,22 quả; 29,33 ± 0,30 quả; 24,33 ± 0,32 quả. Tỷ lệ trứng bọ trĩ nở thuộc nhóm không cao, chỉ đạt từ 60 - 73,33% (Hà Quang Hùng, Hà Quang Dũng, 2012).

Tại Cao Phong, Hòa Bình năm 2004, trên hoa 3 giống cam, quýt khác nhau thì mật độ bọ trĩ cũng khác nhau. Mật độ trung bình bọ trĩ *F. intonsa* trên giống cam Xã Đoài cao nhất 206,5 ± 52 con/100 hoa, sau đó đến cam Đường canh 152,0 ± 32 con/100 hoa và mật độ thấp nhất là giống quýt Chum 128,0 ± 32 con/100 hoa. Mật độ bọ trĩ tăng nhanh từ giữa đến cuối tháng 3, tại thời điểm cao nhất ngày 23/3 trên giống cam Xã Đoài mật độ là 505 con/100 hoa; cam Đường Canh mật độ 336 con/100 hoa và quýt Chum mật độ 252 con/100 hoa, tại thời điểm này cánh hoa đang rụng mạnh và hình thành quả non, số hoa còn lại trên cây rất ít do đó mật độ bọ trĩ tập trung cao.

Trên quả non trung bình trên giống cam Xã Đoài là 3,71 ± 1,21 con/100 quả; cam Đường Canh là 2,57 ± 0,72 con/100 quả cao hơn giống quýt Chum 1,86 ± 0,46 con/100 quả. Mật độ trên quả giảm dần khi đường kính quả càng tăng.

Ký chủ: các tác giả trên xác định có 22 loài cây, trong đó có 3 loài cây thường bị bọ trĩ gây hại nặng nhất (đơn buốt *Bidens pilosa*, cam chanh *Citrus sinensis* và quýt *Citrus reticulata*).

Thiên địch: Có 10 loài thiên địch bắt mồi của bọ trĩ thuộc 5 bộ khác nhau gồm 2 loài bọ trĩ: *Halothrips* sp. và *Scolothrips sexmaculatus* Pergande; 2 loài bọ rùa: *Menochilus sexmaculatus* Fabr. và *Diomus* sp.; 3 loài bọ xít: *Orius sauteri* Poppius, *Orius* sp. và *Campilomma chinensis* Schuh; 1 loài nhện nhỏ *Euseius* sp. và 1 loài nhện lớn *Oxyopes* sp. Trong 10 loài thiên địch bắt mồi thì loài bọ xít bắt mồi *Orius sauteri* Poppius là phổ biến nhất.

- Ngưỡng kinh tế của loài bọ trĩ hại: Tham khảo Phụ lục 1.

- Đề xuất quy trình IPM:

Chăm sóc, bón phân và phòng trừ sâu bệnh hại khác theo quy trình sản xuất CCM đã ban hành.

Từ tháng 12 đến tháng 4 năm sau thường xuyên làm cỏ, diệt cây đơn buốt và một số cây ký chủ phụ khác bên trong và xung quanh vườn.

Sử dụng thuốc trừ sâu Tập kỳ 1,8 EC hoặc loại thuốc khác có nguồn gốc sinh học phun 3 lần để phòng trừ bọ trĩ và một số sâu, nhện hại khác trên vườn cam, quýt.

Khi nụ cam, quýt xuất hiện rõ (tương ứng cuối tháng 2), nồng độ phun: 0,05% với lượng nước thuốc 800 l/ha.

Khoảng 75% cánh hoa hoa cam, quýt rụng (tương ứng trung tuần đến cuối tháng 3).

Sau khi hoa cam, quýt rụng 15 ngày (tương ứng đầu tháng 4) tiến hành phòng trừ bọ trĩ lần 3.

4.3. Quản lý tổng hợp bệnh vân vàng hại cây có múi

Ở Việt Nam đã xác định bệnh do vi khuẩn *Liberibacter asiaticus* gây ra.

- Triệu chứng gây hại: Cây nhiễm bệnh từ cây giống có triệu chứng ban đầu là lốm đốm trên lá, thịt lá bị vàng, các đốm xanh đậm vẫn còn nằm đối xứng trên phiến lá. Trên lá già, lá bị dày lên, nhám, gân lồi, sần sùi và hóa bần (nâu đen). Cây bệnh có quả méo mó, nhỏ, khi chế độ tâm trái bị lệch, hạt bị nhỏ, lép và đen, không sinh trưởng phát triển tốt.

Bệnh có thể xuất phát trước tiên từ phía nhánh cây bị rầy chổng cánh tấn công, sau đó mới lan cả cây. Thường trong một vườn thì các cây ở xung quanh vườn bị nhiễm bệnh trước sau đó mới lây cả vườn. Ở Việt Nam, bệnh đã làm chết hàng loạt vườn cây có múi từ Bắc vào Nam. Vào thập niên 1970 - 1980, các vườn cam ở miền Bắc bị bệnh vân vàng tàn phá nặng nề.

- Đặc điểm phát sinh, phát triển của bệnh: Bệnh lây lan qua 2 con đường là nhân giống vô tính và qua côn trùng truyền bệnh.

Do vi khuẩn gây bệnh nằm trong mô libe của cây cho nên khi nhân giống từ cây mẹ đã mang mầm bệnh thì cây con sẽ bị bệnh. Mầm bệnh nằm trong mắt ghép hay nằm trong cành chiết sẽ thể hiện triệu chứng từ 8 đến 15 tháng sau khi trồng. Trong trường hợp này, triệu chứng bệnh sẽ thể hiện tương đối đều trên 4 phía của cây.

Ở Việt Nam, côn trùng truyền bệnh là rầy chổng cánh *Diaphorina citri* Kuwayama.

Nguồn bệnh chính: Là những cây đầu dòng mang bệnh được sử dụng trong khi nhân giống bằng phương pháp chiết ghép. Hoặc nguồn vi khuẩn mà cơ thể rầy chổng cánh đã mang mầm bệnh sau khi đã chích hút đợt non của cây đã nhiễm bệnh. Hoặc là cây, vườn cây nhiễm bệnh trong vùng không được cách ly và là nguồn thức ăn cho rầy chổng cánh.

Ký chủ của rầy chổng cánh là tất cả cây trong họ cam quýt và đặc biệt là cây nguyệt quế, cần thăng, kim quít là những cây mà rầy chổng cánh ưa thích nhất.

- Ngưỡng phòng trừ: Tham khảo phụ lục 1.

- Đề xuất quy trình IPM:

Trồng cây giống sạch bệnh được sản xuất từ cây đầu dòng sạch bệnh.

Sử dụng bẫy màu vàng thu hút rầy chổng cánh trưởng thành vào bẫy.

Không trồng cây sạch bệnh trong ổ dịch không được cách ly.

Chặt bỏ và tiêu hủy cây bệnh trong vườn, trong vùng là biện pháp làm sạch môi trường và an toàn cho việc phòng chống tái nhiễm. Lưu ý trước khi chặt bỏ cây bệnh, cần phun thuốc trừ rầy chổng cánh để tránh rầy bay qua cây khác và tiếp tục lây lan bệnh.

Bón phân hợp lý, mật độ gieo trồng thích hợp, xen canh, quản lý nước, chăm sóc cỏ dại và cách thu hoạch thích hợp.

Tia cắt cành, điều khiển các đợt ra đợt non tập trung từ 3 - 4 đợt/năm để có thể quản lý sự xuất hiện của rầy chổng cánh trong vườn.

Phun thuốc trừ rầy chổng cánh tập trung vào các đợt ra đợt non từ 1 - 5cm vì rầy chổng cánh rất thích chích hút đợt non của cây, và phải phun thuốc sau những cơn gió mạnh vì gió mạnh có thể đưa rầy chổng cánh từ nơi khác đến...

Bảo vệ và khích lệ sự phát triển thiên địch của rầy chổng cánh như các loài ong kí sinh, kiến vàng, bọ rùa...

Trồng cây “bẫy”, rầy chổng cánh có ký chủ ưa thích nhất là cây nguyệt quế (*Murraya paniculata*), do đó có thể trồng cây này ở các góc vườn để làm cây bẫy cây thu hút rầy chổng cánh và dùng thuốc xịt trên cây để phòng trị rầy chổng cánh.

5. Quản lý tổng hợp sâu đục thân mình hồng lớn hại mía

Thành phần sâu đục thân mía gây hại ở các vùng trồng mía của Việt Nam gồm 8 loài, trừ loài sâu đục thân 5 vạch đầu đen *Chilo auricilius* mới chỉ thấy xuất hiện ở Tây Ninh, 7 loài sâu đục thân mía còn lại xuất hiện ở hầu hết các tỉnh vùng Đông Nam Bộ. Trong 3 tỉnh điều tra tập trung thì loài sâu đục thân mình hồng lớn *Sesamia* sp., sâu đục thân mình trắng *Scipophaga nivella* và sâu đục thân 5 vạch (đục mầm) *Chilo infuscatellus* bắt gặp ở Tây Ninh nhiều nhất; loài sâu đục thân 4 vạch *Chilo sacchariphagus* bắt gặp ở Đồng Nai nhiều nhất, còn loài sâu đục thân mình tím *Phragmataecia castaneae* và sâu đục thân mình vàng *Eucosma schistaceana* thì bắt gặp nhiều nhất ở Bình Dương. Trong các tỉnh điều tra thì tỉnh Tây Ninh bị sâu đục thân gây hại nặng nhất (23,5% cây bị hại), rồi đến tỉnh Đồng Nai (21,4%) và Bình Dương (18,6%).

Tên khoa học: *Sesamia* sp. (Lepidoptera: Noctuidae).

- Triệu chứng gây hại: Khi tuổi nhỏ sâu non ăn biểu bì của lá và bẹ lá, từ cuối tuổi 2 sâu non bắt đầu đục vào thân cây hoặc mầm mía. Ở một đường đục trong thân cây mía hoặc mầm mía có thể có hàng chục sâu non cùng chung sống. Trong thân cây mía, sâu non đục theo hướng lên và xuống tùy thuộc vào vị trí lỗ đục ban đầu. Đường đục dọc thân cây kéo dài từ 4 tới 15 lóng, thỉnh thoảng đường đục trong thân phình to ra, đây là nơi tập trung của sâu non. Sâu non ăn ruột thân cây và thải phân ra ngoài qua lỗ đục, phân có màu vàng rơm nhạt.

- Đặc điểm sinh học, sinh thái:

Tập tính sống: trưởng thành trú ẩn trong ruộng mía ở nhiều vị trí khác nhau. Phần lớn (khoảng 38,8%) trú ẩn trên phiến lá mía và khoảng 28,1% trú ẩn ở 1/3 thân cây mía phía gần gốc. Sau những trận mưa, thường bắt gặp trưởng thành dưới lá mía đặc biệt là các lá mía già.

Trứng được đẻ chủ yếu ở phía trong bẹ lá giáp thân của mầm mía, ở các bẹ lá đang tách dần ra khỏi thân cây hoặc ở phía ngoài bẹ lá. Tỷ lệ trứng đẻ ở bẹ lá là cao nhất chiếm 79,4% và trứng đẻ trên phiến lá với tỷ lệ rất nhỏ (khoảng 0,6%). Trứng đẻ thành ổ, xếp 2 - 3 hàng song song nhau và được gắn với nhau thành một lớp keo trong suốt.

Sau khi nở, sâu non ăn vỏ trứng để lại hình vết ổ trứng. Sâu non tuổi 1 sống tập trung, ăn sương và nước đọng trong bẹ lá.

Thời gian phát dục của trứng là 7,31 ngày. Ở nhiệt độ 30°C và ẩm độ 80% pha sâu non trải qua 5 lần lột xác và có 6 tuổi. Thời gian phát dục của sâu non trung bình đạt 25,64 ngày. Thời gian phát dục của nhộng trung bình đạt 10,40 ngày. Sau vũ hóa 2,33 ngày trưởng thành cái bắt đầu đẻ trứng.

Thời gian đẻ trứng trung bình là 4,1 ngày, số trứng đẻ tập trung chủ yếu vào ngày thứ 4 và thứ 5 sau vũ hóa. Mỗi trưởng thành cái đẻ được 3,8 ổ trứng. Số trứng trong một ổ là 95,3 - 112,1 quả. Một trưởng thành cái có thể đẻ được trung bình 244,1 trứng. Sau khi đẻ, trong bụng trưởng thành cái vẫn còn một lượng trứng khá lớn từ 112,2 đến 136,1 quả. Số trứng đẻ được chỉ đạt trung bình 66,42% trong tổng số trứng. Tỷ lệ trưởng thành cái luôn có xu hướng cao hơn trưởng thành đực trong cùng điều kiện.

Ký chủ của loài này là mía, ngô, lúa, cao lương và một số loài cỏ dại khác.

Tổng tích ôn hữu hiệu cần cho một vòng đời loài *Sesamia* sp. là 831,62°C. Ở điều kiện vùng Đông Nam Bộ, mỗi năm, loài *Sesamia* sp. phát sinh 6 - 7 lứa, gây hại quanh năm, trong suốt thời gian sinh trưởng của cây mía, từ khi trồng (hoặc mía tái sinh gốc) đến khi thu hoạch, trên cả ruộng mía trồng vụ hè thu và vụ đông xuân. Trong năm, cao điểm gây hại của sâu là vào tháng 9, 10, 11 và 12. Mật độ sâu non trên đồng luôn ở mức khá cao qua các tháng trong năm.

Tỷ lệ cây mía bị loài *Sesamia* sp. gây hại trên mía tơ cao hơn mía lưu gốc năm 1 và mía lưu gốc năm thứ 2, vụ hè thu có tỷ lệ hại cao hơn vụ đông xuân.

Biến động mật độ sâu non trên đồng ruộng phụ thuộc vào nhiệt độ và ẩm độ không khí.

Giống mía cứng cây như K84 - 200, giống mía có bẹ lá ôm chặt thân và nhiều lông như VN84 - 4137 có khả năng chống chịu với loài sâu này tốt hơn.

Các thiên địch phổ biến là ong *Tetrastichus howardi* Ollif ký sinh nhộng, bọ đuôi kìm *Euborellia annulipes* Lucas ăn trứng, sâu non, ong *Cotesia flavipes* Cameron ký sinh sâu non, ong *Xanthopimpla stemmator* Thunberg ký sinh nhộng, nấm *Metarhizium anisopliae* (Metsch.) Sorokin và *Beauveria bassiana* ký sinh sâu non, nhộng.

- Ngưỡng kinh tế của loài sâu hại: Tham khảo phụ lục 1.

- Đề xuất quy trình IPM:

Nên trồng các giống mía VN85 - 1427, VN84 - 422 và K84 - 200 là những giống ít mẫn cảm với nhóm sâu đục thân nhất.

Thu hoạch mía cần chặt sát gốc, vừa tăng sản lượng đường, vừa tiêu diệt được nguồn sâu qua đông tích lũy trên đồng ruộng (thường sâu non loài 4 vạch qua đông ở bẹ lá, sâu 5 vạch sâu non và nhộng qua đông ở trên thân sát mặt đất).

Vệ sinh đồng ruộng, kịp thời thu dọn, xử lý các lá già, khô, ngọn gãy, thân gãy để diệt trừ sâu nằm trong đó.

Cần tiến hành kiểm tra chọn lọc kỹ các hom mía đem trồng. Không sử dụng hom bị sâu đục thân hại để trồng.

Bóc lá mía kịp thời trước thời gian ngàai ra rộ.

Bón lót đầy đủ cho mía, tạo điều kiện cho mía đẻ nhánh sớm có tác dụng giảm sự thiệt hại do sâu gây ra.

Nên trồng xen cây phân xanh họ đậu vào các ruộng mía tạo điều kiện tốt cho ong ký sinh phát triển.

Sử dụng ong ký sinh (*Trichogramma evanescens*), 50.000 ong mắt đỏ/ha/tuần, thả từ tháng thứ 4 đến tháng thứ 11 sau khi trồng cho hiệu quả phòng trừ cao nhất, hoặc dùng kiến đỏ (*Tetramorium guineense*) hoặc bọ đuôi kìm để phòng trừ sâu đục thân mía.

Cắt nõn héo kết hợp tưới hoặc phun thuốc hoá học vào lúc mía đang thời kỳ đẻ nhánh.

NHÀ XUẤT BẢN ĐẠI HỌC NÔNG NGHIỆP

Trâu Quỳ - Gia Lâm - Hà Nội

Điện thoại: 043. 876. 0325 – 04. 6261. 7649

Email: nxbdhnn@vnua.edu.vn

www.vnua.edu.vn/nxb

Chịu trách nhiệm xuất bản

NGUYỄN QUỐC OÁNH

Biên tập

ĐỖ LÊ ANH

Thiết kế bìa

ĐỖ LÊ ANH

Chế bản vi tính

TRẦN THỊ KIM ANH

ISBN: 978 - 604 - 924 - 284 - 7

NXBĐHNN - 2017

In 210 cuốn, khổ 19 x 27 cm, tại: Công ty TNHH In Ánh Dương

Địa chỉ: Trâu Quỳ, Gia Lâm, Hà Nội

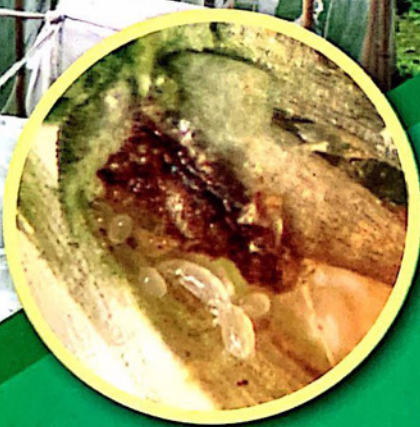
Đăng ký kế hoạch xuất bản số: 1174 - 2017/CXBIPH/ 08 - 02/ ĐHNN

Quyết định xuất bản số: 17/QĐ - NXB - HVN, ngày 19/6/2017

In xong và nộp lưu chiểu: III - 2017

NGUYỄN VĂN ĐÌNH, DƯƠNG TIẾN VIỆN (Đồng chủ biên)
LÊ ĐẮC THỦY, NGUYỄN ĐỨC TÙNG

QUẢN LÝ TỔNG HỢP (IPM) NHỆN GIẾ HẠI LÚA Ở VIỆT NAM



NHÀ XUẤT BẢN NÔNG NGHIỆP



**NGUYỄN VĂN ĐÌNH, DƯƠNG TIẾN VIỆN (Đồng chủ biên)
LÊ ĐẮC THỦY, NGUYỄN ĐỨC TÙNG**

**QUẢN LÝ TỔNG HỢP (IPM)
NHỆN GIẾ HẠI LÚA
Ở VIỆT NAM**

(Sách chuyên khảo)

**NHÀ XUẤT BẢN NÔNG NGHIỆP
HÀ NỘI - 2017**

MỤC LỤC

<i>Lời nói đầu</i>	xi
Chương 1 Giới thiệu chung	1
1.1. Sự xuất hiện gây hại của nhện gié	1
1.2. Diện tích hại không ngừng gia tăng	2
1.3. Nhện gié là loài dịch hại nguy hiểm mang tính thế giới	3
Chương 2 Đặc điểm hình thái và gây hại	7
2.1. Đặc điểm hình thái	7
2.2. Triệu chứng gây hại	10
2.2.1. Ở giai đoạn mạ	10
2.2.2. Ở giai đoạn lúa cấy	10
2.2.3. Sự khác biệt về triệu chứng giữa nhện gié và một số bệnh vi sinh vật	12
2.3. Bệnh lem lép hạt và sự có mặt của vi khuẩn <i>Burkholderia glumae</i>	15
2.3.1. Xác định vi khuẩn <i>B. glumae</i> tại miền Bắc năm 2010 và 2011	15
2.3.2. Xác định vi khuẩn <i>B. glumae</i> năm 2012 tại An Giang	16
2.3.3. Giải trình tự	17
2.3.4. Thử tính gây bệnh	17
2.3.5. Thảo luận	18
2.3.6. Nhận xét chung	18
Chương 3 Đặc điểm sinh vật học	19
3.1. Sự phân bố của nhện gié trên cây lúa	19
3.1.1. Sự phân bố của các pha phát dục nhện gié theo giai đoạn sinh trưởng	20
3.1.2. Sự phân bố của nhện gié ở bông lúa	22

3.2. Thời gian phát dục các pha	22
3.3. Nhịp điệu sinh sản của nhện gié	24
3.4. Tỷ lệ trứng nở của nhện gié	26
3.5. Tỷ lệ giới tính của nhện gié	26
3.6. Bảng sống (life table) của nhện gié	27
3.7. Ký chủ của nhện gié	30
Chương 4 Quy luật phát sinh gây hại	33
4.1. Sự phát sinh gây hại trong năm tại 7 vùng sinh thái	33
4.1.1. Diễn biến mật độ và mức độ gây hại của nhện gié ở vùng Tây Bắc (Sơn La)	34
4.1.2. Diễn biến mật độ và mức độ gây hại của nhện gié ở vùng đồng bằng sông Hồng (Hà Nam)	35
4.1.3. Diễn biến mật độ và mức độ gây hại của nhện gié tại Bắc Trung bộ	36
4.1.4. Diễn biến mật độ và mức độ gây hại của nhện gié tại Nam Trung bộ (Quảng Ngãi)	37
4.1.5. Diễn biến mật độ nhện gié tại vùng Tây Nguyên (Đắk Lắk)	38
4.1.6. Diễn biến mật độ nhện gié tại vùng Đông Nam bộ (Đồng Nai)	38
4.1.7. Diễn biến mật độ nhện gié hại lúa tại vùng Tây Nam bộ (An Giang)	39
4.2. Sự phát triển của nhện gié trên lúa chết ở các vùng trồng lúa	41
4.3. Thời điểm xuất hiện nhện gié trong các vụ	42
4.4. Mức độ gây hại của nhện gié trên lúa cấy ở các thời vụ	44
4.5. Mức độ gây hại của nhện gié trên lúa cấy ở các mật độ	46
4.6. Mức độ gây hại của nhện gié trên lúa cấy ở các chân đất	46
4.7. Diễn biến mật độ nhện gié trên lúa được bón các mức đạm khác nhau	48
4.8. Sự miễn cảm nhện gié của các giống lúa	48
4.8.1. Đánh giá theo sự phát triển quần thể nhện gié trên danh lúa	48
4.8.2. Đánh giá nhiễm nhện gié theo chiều dài của vết hại trên thân lúa	52
4.9. Sự lây lan phát tán của nhện gié	56
4.9.1. Khả năng xâm nhập, lây lan qua vết thương cơ học	56
4.9.2. Khả năng lây lan, phát tán qua dòng nước và qua gió của nhện gié	57
4.9.3. Sự phát tán của nhện gié từ lúa chết bên ngoài vào trong ruộng	59
4.10. Mô hình lây lan phát tán của nhện gié	62
Chương 5 Biện pháp phòng chống	63
5.1. Thiên địch nhện gié	63
5.1.1. Phương pháp nghiên cứu	63
5.1.2. Kết quả nghiên cứu	64
5.2. Nhện bắt mồi <i>Lasioseius chauthrii</i>	64
5.2.1. Phương pháp nghiên cứu	64
5.2.2. Kết quả nghiên cứu	67

5.3. Ngưỡng gây hại của nhện gié	78
5.3.1. Phương pháp nghiên cứu	78
5.3.2. Kết quả nghiên cứu	79
5.4. Thời điểm phun thuốc	87
5.4.1. Phương pháp nghiên cứu	87
5.4.2. Kết quả nghiên cứu	87
5.5. Hiệu lực của các loại thuốc BVTV	88
5.5.1. Phương pháp nghiên cứu	88
5.5.2. Kết quả nghiên cứu	89
5.6. Mô hình quản lý tổng hợp (IPM) nhện gié.....	91
5.6.1. Phương pháp xây dựng mô hình	91
5.6.2. Kết quả mô hình quản lý tổng hợp (IPM) nhện gié	92
Kết luận chung.....	112
<i>Tài liệu tham khảo</i>	<i>115</i>

Danh mục bảng

Bảng 1.1.	Tổng hợp diện tích nhiễm nhện gié 2010	3
Bảng 2.1.	Kích thước các pha phát dục của nhện gié <i>Steneotarsonemus spinki</i> Smiley	8
Bảng 3.1.	Hệ số mật độ của trưởng thành đực, trưởng thành cái, nhện non và trứng trong các giai đoạn sinh trưởng cây lúa	22
Bảng 3.2.	Thời gian phát dục của nhện gié ở 22,5°C, 25°C, 27,5°C, 30°C, 32,5°C, ẩm độ 97%	24
Bảng 3.3.	Nhịp điệu đẻ trứng của nhện gié ở nhiệt độ 22,5°C, 25°C, 27,5°C, 30°C và 32,5°C	25
Bảng 3.4.	Bảng sống (life table) của nhện gié ở 22,5°C; 25°C; 27,5°C; 30°C; 32,5°C ẩm độ 97%	28
Bảng 3.5.	Các chỉ tiêu sinh học cơ bản của nhện gié <i>Steneotarsonemus spinki</i> Smiley ở 22,5°C, 25°C, 27,5°C, 30°C, 32,5°C, ẩm độ 97%	29
Bảng 3.6.	Tỉ lệ tăng tự nhiên (r) của một số loài dịch hại ở Việt Nam	30
Bảng 3.7.	Khả năng hoàn thành vòng đời của nhện gié trên các loài cây trong điều kiện thí nghiệm (Trường ĐH Nông nghiệp Hà Nội, 2010, 2012)	31
Bảng 4.1.	Thời gian phát sinh và đỉnh cao mật độ của nhện gié tại 7 vùng sinh thái ..	43
Bảng 4.2.	Diễn biến tỷ lệ hại, chỉ số hại, mật độ nhện gié trên giống Khang dân 18 ở các chân đất khác nhau tại xã Cẩm Sơn, huyện Cẩm Giàng, tỉnh Hải Dương vụ mùa 2010	47
Bảng 4.3.	Diễn biến tỷ lệ hại, chỉ số hại, mật độ nhện gié trên giống Khang dân 18 ở các mức đạm khác nhau tại Cẩm Sơn, Cẩm Giàng, Hải Dương vụ mùa 2010	47
Bảng 4.4.	Mật độ nhện gié và mức độ nhiễm nhện gié trên 80 giống vào giai đoạn lúa trổ	49
Bảng 4.5.	Tổng hợp mức độ nhiễm nhện gié của các giống lúa tại 3 vùng trồng lúa trọng điểm	51
Bảng 4.6.	Chiều dài vết hại (cm) và mức độ nhiễm nhện gié của 49 giống lúa	53
Bảng 4.7.	Tổng hợp mức độ nhiễm nhện gié của 49 giống lúa theo chiều dài vết hại ..	55
Bảng 4.8.	Sự gây hại và số lượng nhện gié qua vết thương cơ học nhân tạo (Nguyễn Thị Nhâm và cs., 2010)	57
Bảng 4.9.	Sự lây lan của nhện gié trong khay thí nghiệm về sự lan truyền theo dòng nước (Nguyễn Thị Nhâm và cs., 2010)	58
Bảng 4.10.	Tỷ lệ hại và chỉ số hại của nhện gié trong điều kiện gió thổi theo một chiều trong nhà lưới (Nguyễn Thị Nhâm và cs., 2010)	59

hình 4.11.	Ảnh hưởng của nguồn lúa chết có nhện gié tới giống lúa IR 50404 vụ hè thu 2010 tại Châu Thành, An Giang (Lê Đắc Thủy và cs., 2011)	60
hình 5.1.	Thành phần các loài thiên địch của nhện gié tại An Giang và Hải Dương (2010)	64
hình 5.2.	Kích thước các pha phát dục của NBM <i>Lasioseius chaudhrii</i> ở nhiệt độ 30°C, ẩm độ 96-98%, n=30.....	68
hình 5.3.	Thời gian phát dục (ngày) của nhện nhỏ bắt mỗi <i>Lasioseius chaudhrii</i> tại nhiệt độ 25°C, 30°C ẩm độ 96-98%	69
hình 5.4.	Tỉ lệ trứng nở của NBM <i>Lasioseius chaudhrii</i> ở các mức nhiệt độ 25°C và 30°C, ẩm độ 97%	69
hình 5.5.	Tỉ lệ nhện giới tính (đực/cái) của NBM <i>Lasioseius chaudhrii</i> ở các mức nhiệt độ 25°C và 30°C, ẩm độ 96-98%	70
hình 5.6.	Bảng sống (life table) của NBM <i>Lasioseius chaudhrii</i> ở 25°C, 30°C	70
hình 5.7.	Các chỉ tiêu sinh học cơ bản của nhện bắt mỗi <i>Lasioseius chaudhrii</i> ở 25°C và 30°C, ẩm độ 96-98%	71
hình 5.8.	Sức ăn trứng nhện gié (quả/ngày) của các pha phát dục <i>Lasioseius chaudhrii</i>	72
hình 5.9.	Sức ăn (quả trứng hoặc cá thể/ngày) của trưởng thành cái NBM <i>Lasioseius chaudhrii</i> với các pha phát dục của nhện gié	73
hình 5.10.	Thời gian sống (ngày) của NBM <i>Lasioseius chaudhrii</i> trong điều kiện không thức ăn và bắt lợi ở nhiệt độ 25°C, ẩm độ 96-98%	73
hình 5.11.	Hiệu quả khống chế (%) nhện gié của NBM <i>Lasioseius chaudhrii</i>	74
hình 5.12.	Tỷ lệ hại (%) và khối lượng khô (g/bông) tại các công thức thí nghiệm	75
hình 5.13.	Hiệu quả khống chế (%) nhện gié của NBM <i>Lasioseius chaudhrii</i> trong điều kiện thí nghiệm diện rộng	75
hình 5.14.	Năng suất lúa (tấn/ha) tại các công thức thí nghiệm	76
hình 5.15.	Số lượng nhện gié cái trưởng thành lây nhiễm ban đầu	78
hình 5.16.	Mật độ nhện gié (con/dảnh) trên giống lúa Khang dân 18 và IR 50404 vào giai đoạn lúa trổ	80
hình 5.17.	Khối lượng hạt chắc (g/bông) và tỉ lệ (%) hạt bị nhện hại trên giống IR 50404 trong nhà lưới có mái che.	81
Bảng 5.18.	Khối lượng hạt chắc (g/bông) và tỉ lệ (%) hạt bị nhện hại trên giống Khang dân trong nhà lưới có mái che	81
Bảng 5.19.	Khối lượng hạt chắc và tỉ lệ hạt bị nhện hại trên giống IR 50404 trong điều kiện đồng ruộng.....	81

Bảng 5.20.	Khối lượng hạt chắc và tỉ lệ hạt bị nhện hại trên giống Khang dân 18 trong điều kiện đồng ruộng	82
Bảng 5.21.	Hiệu quả phun thuốc tại các thời điểm khác nhau, vụ mùa 2010 tại Gia Lâm, Hà Nội	88
Bảng 5.22.	Các loại thuốc và liều lượng sử dụng trong khảo nghiệm đồng ruộng	89
Bảng 5.23.	Hiệu lực của một số loại thuốc đối với nhện gié trên đồng ruộng tại xã Cẩm Sơn, huyện Cẩm Giàng, tỉnh Hải Dương vụ mùa 2010	90
Bảng 5.24.	Diễn biến mật độ nhện gié trong và ngoài mô hình (con/dảnh), tại An Giang (hè thu 2010)	95
Bảng 5.25a.	Lượng phân bón cho các điểm mô hình trong năm 2010	98
Bảng 5.25b.	Lượng phân bón cho các điểm mô hình trong năm 2011	100
Bảng 5.26.	Kết quả gặt ngẫu nhiên 100 dảnh tại Nghệ An (2011)	101
Bảng 5.27.	Bảng theo dõi cấp hại trên dảnh lúa và bông lúa (Thừa Thiên Huế)	101
Bảng 5.28.	Diễn biến mật độ nhện gié trong mô hình và đối chứng tại Hà Nam (2011)	105
Bảng 5.29.	Tỷ lệ hại, chỉ số hại của nhện gié ở các thời điểm điều tra trên ruộng mô hình và ruộng nông dân	106
Bảng 5.30.	Tổng hợp kết quả thực hiện mô hình tại Đồng bằng sông Hồng	106
Bảng 5.31.	Tổng hợp kết quả Mô hình IPM tại 3 vùng	107

Danh mục hình

Hình 1.1.	Sơ đồ phân bố nhện gié trên thế giới	4
Hình 2.1.	Sơ đồ vị trí phân loại nhện gié <i>Steneotarsonemus spinki</i> Smiley.. . . .	7
Hình 2.2.	Hình thái nhện gié chụp dưới kính hiển vi	8
Hình 2.3.	Nhện cái trưởng thành trong tổ chụp dưới kính hiển vi điện tử (500x)	9
Hình 2.4.	Triệu chứng nhện gié hại trên mạ.	10
Hình 2.5.	Triệu chứng nhện gié trên bẹ lá	11
Hình 2.6.	Triệu chứng nhện gié trên giữa gân lá lúa (A) và bông và thân	11
Hình 2.7.	Triệu chứng nhện gié (A) và vi khuẩn trên bông lúa (B)..	12
Hình 2.8.	Triệu chứng gây hại của vi khuẩn (A) của nhện gié (B) và hạt lúa không bị hại (C).	13
Hình 2.9.	Triệu chứng bệnh khô vằn trên bẹ lá (A) và bệnh thối bẹ lá (B).	14
Hình 2.10.	PCR với cặp mồi glu-FW & glu-RW đối với 8 khuẩn lạc có phản ứng PCR dương tính với cặp mồi GL-13f & GL-14r.	16
Hình 2.11.	Cây phả hệ MP (maximum parsimony) của mẫu vi khuẩn An Giang. . . .	17
Hình 3.1.	Phân bố mật độ nhện gié trên cây lúa, vụ mùa 2010 tại Gia Lâm, Hà Nội (giống Khang dân 18)..	19
Hình 3.2.	Phân bố mật độ trứng nhện gié trên cây lúa, vụ mùa 2010 tại Gia Lâm, Hà Nội (giống Khang dân 18).	20
Hình 3.3.	Tỷ lệ các pha phát dục của nhện gié phân bố trên cây lúa, vụ mùa 2010 tại Gia Lâm, Hà Nội (giống Khang dân 18)	21
Hình 3.4.	Nuôi sinh học nhện gié trong ống lúa	23
Hình 3.5.	Tỷ lệ trứng nở tại các nhiệt độ.	26
Hình 4.1.	Diễn biến mật độ nhện gié hại lúa tại Sơn La vụ mùa 2010 và vụ xuân 2011	34
Hình 4.2.	Tỷ lệ hại và chỉ số hại của nhện gié tại Sơn La vụ mùa 2010.. . . .	35
Hình 4.3.	Diễn biến mật độ nhện gié hại lúa tại Hà Nam vụ mùa 2010 và vụ xuân 2011	36
Hình 4.4.	Tỷ lệ hại và chỉ số hại của nhện gié tại Hà Nam vụ mùa 2010	36
Hình 4.5.	Diễn biến mật độ nhện gié hại lúa tại Nghệ An vụ mùa 2010 và vụ xuân 2011	37
Hình 4.6.	Tỷ lệ hại, chỉ số hại của nhện gié tại Nghệ An vụ mùa 2010, vụ xuân 2011.	37
Hình 4.7.	Diễn biến mật độ nhện gié tại Quảng Ngãi vụ hè thu 2010 và vụ xuân 2011	38
Hình 4.8.	Diễn biến mật độ nhện gié tại Đồng Nai vụ hè thu 2010, vụ xuân 2011 . . .	39

nh 4.9.	Diễn biến mật độ nhện gié hại lúa tại An Giang vụ hè thu 2010, vụ đông xuân 2011..	40
nh 4.10.	Tỷ lệ hại, chỉ số hại của nhện gié hại lúa tại An Giang vụ hè thu 2010 và đông xuân 2011	40
nh 4.11.	Diễn biến mật độ nhện gié trên cây lúa chết ở các vùng sinh thái	42
nh 4.12.	Diễn biến mật độ nhện gié trên một số giống lúa vụ xuân 2010 tại Cẩm Sơn, Cẩm Giàng, Hải Dương	44
nh 4.13.	Diễn biến mật độ nhện gié trên một số giống lúa vụ mùa 2010 tại Cẩm Sơn, Cẩm Giàng, Hải Dương	45
nh 4.14.	Diễn biến mật độ nhện gié trên giống Khang dân 18 ở vụ xuân và vụ mùa 2010 tại Cẩm Sơn, Cẩm Giàng, Hải Dương	45
nh 4.15.	Mối tương quan giữa chiều dài vết hại tổng số và mật độ nhện gié giai đoạn lúa trổ.	55
nh 4.16.	Góc đồng Ω (o) và tỉ lệ hạt lép (%) do nhện gié gây ra trong vụ hè thu ở các vị trí cách nguồn lúa chết, vụ xuân hè 2010 tại Châu Thành, An Giang (Lê Đắc Thủy và cs., 2011)	60
nh 4.17.	Tương quan giữa khoảng cách từ nguồn lúa chết có nhện gié và khối lượng khô của bông lúa (g/bông) (Lê Đắc Thủy và cs., 2011)	61
nh 4.18.	Tương quan giữa khoảng cách từ nguồn lúa chết có nhện gié và tỉ lệ hạt lép do nhện gié gây hại (Lê Đắc Thủy và cs., 2011)..	61
nh 4.19.	Mô hình con đường lây lan, phát tán của nhện gié trên đồng ruộng	62
nh 5.1.	Lồng nuôi nhện bắt mỗi minh họa theo các lớp (A) và lồng nuôi thực (B).	65
nh 5.2.	Nhịp điệu sinh sản của NBM <i>Lasioseius chaudhrii</i> tại các mức nhiệt độ 25°C, 30°C	69
nh 5.3.	Trưởng thành nhện bắt mỗi <i>Lasioseius chaudhrii</i>	77
nh 5.4.	Tương quan giữa số nhện gié lây nhiễm ban đầu (nhện cái đang đẻ/dảnh) với số nhện gié vào giai đoạn lúa trổ trên 2 giống KD 18 và IR 50404.	83
nh 5.5.	Tương quan giữa số nhện lây nhiễm ban đầu (con/dảnh) với khối lượng hạt chắc (g/bông) của hai giống lúa Khang dân 18 và IR 50404	84
nh 5.6.	Tương quan giữa mật độ nhện gié giai đoạn lúa trổ (con/dảnh) với khối lượng hạt chắc (g/bông) của hai giống lúa Khang dân 18 và IR 50404	85
nh 5.7.	Mật số nhện gié ở trong và ngoài mô hình IPM-An Giang 2011	96
nh 5.8.	Diễn biến mật độ nhện gié và quy luật phát sinh gây hại của nhện gié trên giống KD 18 trong mô hình và ngoài mô hình (Hải Dương 2011)..	105

LỜI NÓI ĐẦU

Vào những năm 2008-2009, tại các vùng trồng lúa trọng điểm, đặc biệt là lúa mùa ở nhiều tỉnh của miền Bắc trên nhiều diện tích khi lúa vào giai đoạn chín sữa trở đi, nhất là khi thu hoạch có hiện tượng thân bị thâm đen, bông lúa có nhiều hạt bị đen, lép và giảm năng suất. Là hiện tượng mới lại xuất hiện mang tính bộc phát trên diện tích khá rộng nên đã nhận được sự quan tâm của cộng đồng, đặc biệt là các nhà quản lý, dịch vụ thuốc trừ dịch hại và nông dân. Hiện tượng này được gọi chung là bệnh đen (lem) lép hạt lúa và xử lý theo hướng của bệnh lem lép hạt do vi sinh vật gây nên.

Thực tế không phải như vậy! Nhóm nghiên cứu thuộc bộ môn Côn trùng trường Đại học Nông nghiệp I Hà Nội (nay là Học viện Nông nghiệp Việt Nam) đã xác định hiện tượng đen lép hạt lúa đó chủ yếu là do nhện gié, *Steneotarsonemus spinki* Smiley, một loài dịch hại mới xuất hiện, là hậu quả của việc canh tác và bảo vệ cây lúa bất hợp lý trong một thời gian dài gây nên. Loài nhện gié gây hại ngày một tăng trong khoảng hơn 1 chục năm lại đây trên tất cả các vùng trồng lúa của nước ta.

Cuốn sách chuyên khảo “Quản lý tổng hợp (IPM) nhện gié hại lúa ở Việt Nam” này là kết quả nghiên cứu để quản lý 1 loài dịch hại mới một cách có hệ thống được thực hiện trong khuôn khổ Đề tài độc lập cấp nhà nước mã số 20/2010 ĐTDL do Bộ Khoa học và Công nghệ tài trợ từ 2010–2012 (Đề tài) do GS.TS. Nguyễn Văn Đĩnh chủ trì và một số nghiên cứu của nhóm tác giả từ 2013–2016.

Nội dung cuốn sách bao gồm:

Chương 1. Giới thiệu chung về nhện gié, một loài dịch hại mới xuất hiện, gây thiệt hại ngày một lớn trên thế giới và Việt Nam.

Chương 2. Đặc điểm hình thái và gây hại nêu lên đặc điểm hình thái các pha phát dục của nhện gié, đặc điểm gây hại của nhện gié, phân biệt triệu chứng gây hại của nhện gié với các loại bệnh hại có triệu chứng tương tự do vi sinh vật gây nên. Đặc biệt là việc xác định nguyên nhân chính của bệnh lem lép hạt trên lúa hiện nay tại vùng nghiên cứu ở Đồng bằng sông Hồng và Đồng bằng sông Cửu Long.

Chương 3. Đặc điểm sinh học là kết quả nghiên cứu chuyên sâu về đặc điểm sinh học thông qua việc nuôi sinh học cá thể nhện gié trong ống thân cây lúa, xác định loài nhện gié có tỷ lệ tăng tự nhiên rất cao ở nhiệt độ 25-30°C, lý giải tiềm năng bùng phát số lượng cao của loài dịch hại này khi điều kiện thuận lợi, nhất là khi thiếu vắng thiên địch.

Chương 4. Quy luật phát sinh gây hại đề cập tới ảnh hưởng của các yếu tố sinh thái chính tới sự phát sinh gây hại của nhện gié, sự phát triển trong năm của nhện gié tại 7 vùng sinh thái, sự phát tán của nhện gié, ảnh hưởng của nguồn nhện gié vụ trước tới năng suất lúa.

Chương 5. Biện pháp phòng chống đề cập tới thiên địch của nhện gié, chủ yếu là loài nhện bắt mồi *Lasioseius chaudhrii*, một tác nhân sinh học có tiềm năng cao, hoàn toàn có thể khống chế được nhện gié. Ngoài ra, nghiên cứu bước đầu về ngưỡng gây hại của nhện gié trong điều kiện nhà có mái che và trên đồng ruộng đã khẳng định trong thời gian ngắn với mật độ ban đầu thấp, nhưng với sức tăng quần thể cao, nhện gié có thể gây nên thiệt hại kinh tế đáng kể. Do đó cần quan tâm tới sự có mặt của nhện gié trên đồng ruộng. Trong chương này còn đề cập tới các thí nghiệm về thời điểm phun thuốc, minh chứng phun thuốc 1 lần khi lúa thấp thoi trở hoặc ngay sau khi rỏ thoát cho kết quả phun thuốc cao hơn các thời điểm khác. Tương tự, kết quả nghiên cứu cũng chỉ ra rằng các loại thuốc có hiệu quả để phòng trừ nhện gié là không nhiều, do đó người sản xuất cần thận trọng khi tiếp nhận sử dụng. Phần quan trọng của chương này đề cập tới quá trình xây dựng và nội dung của Quy trình quản lý tổng hợp (IPM) nhện gié (đã được công nhận và cho phép áp dụng tháng 4/2013), trong đó việc nắm vững các đặc điểm sinh học, sinh thái học, sự lây lan phát tán của nhện gié là mấu chốt của quy trình. Thành công của Quy trình chính là cách tiếp cận có sự tham gia (participatory) của Đề tài.

Các đơn vị tham gia chính Đề tài gồm Khoa Nông học, Trường Đại học Nông nghiệp Hà Nội; Phòng BVTV, Trung tâm BVTV phía Bắc và Trung tâm

BVTV Bắc Trung bộ, thuộc Cục BVTV; Chi cục BVTV An Giang; Chi cục BVTV Hà Nam; Công ty BVTV An Giang (nay là Tập đoàn Lộc trời)...

Cuốn sách là kết quả nghiên cứu với sự tham gia tích cực của các nhà khoa học thuộc bộ môn Côn trùng, bộ môn Bệnh cây và Nông dược và của các sinh viên, học viên cao học và nghiên cứu sinh thuộc khoa Nông học, Trường Đại học Nông nghiệp Hà Nội thực hiện đề tài nghiên cứu liên quan đến nhện gié trong các năm 2009-2015.

Do thời lượng có hạn, trong từng chương, cuốn sách chỉ đề cập một cách cô đọng phương pháp nghiên cứu và những kết quả nghiên cứu chính. Phương pháp nghiên cứu chi tiết hơn có thể tham khảo tại các bài báo khoa học đã công bố của Đề tài tại phần I trong mục tài liệu tham khảo.

Tập thể tác giả chân thành cảm ơn về mọi sự hỗ trợ và đóng góp cho thành công của Đề tài để từ đó xây dựng nên cuốn sách và mong muốn nhận được góp ý của độc giả.

Trân trọng!

T/M các tác giả
Nguyễn Văn Đĩnh

Chương 1

GIỚI THIỆU CHUNG

1.1. SỰ XUẤT HIỆN GÂY HẠI CỦA NHỆN GIÉ

Lúa, *Oryza sativa* Linneaus là cây lương thực quan trọng, nuôi sống trên 65 % dân số thế giới (Mathur *et al.*, 1999). Lúa được trồng trên vùng lãnh thổ rộng lớn kéo dài từ 43° vĩ Bắc đến 39° vĩ Nam với tổng diện tích 146 triệu ha.

Ở Việt Nam, để đảm bảo an ninh lương thực, theo tính toán cần duy trì diện tích lúa 3,8 triệu ha và áp dụng các biện pháp kỹ thuật đảm bảo canh tác lúa bền vững. Trong các biện pháp đó thì bảo vệ thực vật đóng vai trò quan trọng, không chỉ đóng góp cho việc đảm bảo giữ vững năng suất mà còn góp phần đảm bảo chất lượng lúa gạo và chất lượng môi trường sinh thái.

Từ năm 1975 đến nay, trong số các loài dịch hại phổ biến có nhiều loài như rầy nâu, sâu cuốn lá nhỏ, sâu đục thân, sâu năn, bọ xít sừng, chuột, ốc bươu vàng, các bệnh đạo ôn, vàng lùn, lùn xoắn lá đã bùng phát trong 11 đợt dịch với quy mô lớn trong cả nước (Nguyễn Văn Đĩnh và Bùi Sỹ Doanh, 2010).

Trong các nhóm dịch hại lúa thì nhóm Nhện nhỏ hại lúa thuộc bộ Ve bét (Acarina), lớp Hình nhện (Arachnida) với kích thước nhỏ đến rất nhỏ là nhóm ít được nghiên cứu và do đó hiểu biết về chúng cũng rất ít. Loài nhện gié có tên khoa học là *Steneotarsonemus spinki* Smiley là loài nhện nhỏ ngày càng trở nên loài dịch hại nguy hiểm cả về quy mô và mức độ gây hại.

Ghi nhận đầu tiên về Nhện gié là vào năm 1992 do Ngô Đình Hoà công bố, tại Thừa Thiên Huế có 40 ha lúa bị nhện gié hại và có đến 15% hạt bị lép. Năm 1999, trong điều tra thành phần nhện hại lúa ở miền Nam, Viện BVTV ghi nhận 2 loài nhện hại là loài *Steneotarsonemus spinki* Smiley thu mẫu tại Thừa Thiên – Huế và loài *Polyphagotarsonemus latus* B. Trong khi đó, năm 1994 ở

ồng bằng sông Hồng, về thành phần nhện hại lúa đã ghi nhận sự có mặt 2 loài nhện hại là nhện gié *Steneotarsonemus spinki* Smiley và nhện củ cà rốt *ceria tulipae* (Nguyễn Văn Đĩnh, 1994). Cả 2 loài này, khi đó hiện diện ở mức độ ít phổ biến và tác hại là không đáng kể (Nguyễn Văn Đĩnh, 2002). Sau này, Nguyễn Văn Đĩnh và Vương Tiến Hùng (2007) xác định trên lúa vùng Hà Nội có 8 loài nhện nhỏ hại, trong đó 2 loài *Schizotetranychus* sp. và *S. spinki* Smiley xuất hiện khá phổ biến cần quan tâm.

Ở miền Nam, nhện gié gây hại với triệu chứng điển hình là các vết “cao ió” trên thân cây lúa đã xuất hiện từ lâu.

Từ năm 2008 trở đi, nhện gié đã bùng phát số lượng, gây hại nhiều vùng rộng cả nước. Từ chỗ chỉ ghi nhận lẻ tẻ gây hại không đáng kể đến chỗ nhiều tỉnh ở phía Bắc báo cáo về hiện tượng phổ biến là sau khi lúa trổ, thân cây lúa có màu nâu hơi đen, gié lúa có nhiều hạt đen lép, không uốn câu bình thường, có liên quan đến sự gây hại của nhện gié (Trung tâm BVTV phía Bắc, 2009).

1.2. DIỆN TÍCH HẠI KHÔNG NGỪNG GIA TĂNG

Theo thống kê chưa đầy đủ của 11/25 tỉnh thành ở miền Bắc, diện tích lúa bị nhện gié gây hại trong 2 năm 2007, 2008 là trên 5000 ha. Có nhiều tỉnh như Thái Nguyên, Phú Thọ diện tích lúa mùa bị hại nặng lên tới trên 500 ha, toàn thân cây lúa chuyển sang màu xám nâu hơi đen, mất màu vàng đặc trưng khi lúa chín, năng suất giảm đáng kể. Các tỉnh miền núi cao như Điện Biên, Sơn La và ở đồng bằng sông Hồng như Hải Dương, Ninh Bình, Bắc Ninh,... cũng đã ghi nhận sự gây hại của nhện gié (Trung tâm Bảo vệ thực vật phía Bắc, 2008).

Năm 2011, một số tỉnh ở miền Bắc như Hà Nam, Hải Dương, Ninh Bình, Điện Biên, Hưng Yên, Bắc Ninh, Thái Nguyên, Yên Bái, Lai Châu, từ đầu tháng 9 đến đầu tháng 10, tỷ lệ hại của nhện gié phổ biến từ 3-7%, cao từ 20-40% và cục bộ tới 60% số dảnh bị hại. Tổng diện tích nhiễm nhện gié là 1.871 ha, nhiễm nặng 270 ha, diện tích phòng trừ phòng trừ là 62 ha (Trung tâm BVTV phía Bắc, 2011).

Dương Tiến Viện và CS (2012) cho biết tổng hợp của Phòng BVTV, Cục BVTV năm 2010 cho thấy nhện gié *S. spinki* đã xuất hiện gây hại ở tại các tỉnh trong cả nước với tổng diện tích nhiễm nhện gié là 64.848 ha, nhiễm nặng 2.113 ha và diện tích phòng trừ là 11.360 ha (Bảng 1.1).

BẢNG 1.1. Tổng hợp diện tích nhiễm nhện gié 2010

Địa phương	Tổng diện tích nhiễm (ha)		Tổng diện tích nhiễm cùng kỳ năm 2009 (ha)	Tổng diện tích phòng trừ (ha)
	Tổng diện tích nhiễm	Nhiễm nặng		
Phía Bắc	8817	1016	2094	261
Bắc Trung Bộ	5610	797	472	2295
Phía Nam	50421	320		8804
Tổng cộng	64848	2113	2566	11360

Nguồn: Phòng BVTV, Cục BVTV, 2010

Đây là năm ghi nhận diện tích gây hại lớn nhất của nhện gié cho đến thời điểm báo cáo. So với năm 2009, diện tích bị nhiễm nhện gié năm 2010 cao hơn 25 lần.

Tuy nhiên, thống kê trên đây có thể còn chưa đủ vì đa số cán bộ các trạm BVTV cấp huyện chưa nắm rõ triệu chứng gây hại của nhện gié, thường nhầm lẫn với bệnh lem lép hạt do vi sinh vật gây nên.

Ngoài ra, điểm quan trọng cần lưu ý là nhện gié có kích thước nhỏ bé, không thể nhìn thấy bằng mắt thường, mà đa số các trạm BVTV trong cả nước chưa được trang bị kính lúp có độ phóng đại phù hợp (đến 40 lần) để điều tra mật độ nhện gié.

Điều tra tại 7 điểm đại diện cho 7 vùng sinh thái trong cả nước cho thấy nhện gié *S. spinki* phát sinh gây hại trên lúa ở tất cả các vụ lúa trong năm. Tại các tỉnh đồng bằng thâm canh lúa cao như Hà Nam, Đồng Nai và An Giang ở vụ mùa (hè thu), nhện gié phát sinh gây hại với mật độ cao hơn hẳn vùng núi Tây Bắc bộ, Tây Nguyên và đồng bằng trung du Trung bộ (Nghệ An, Quảng Ngãi). Mật độ nhện gié trong vụ Hè thu ở An Giang và Đồng Nai và vụ mùa ở Hà Nam, giai đoạn thấp thoi trở là rất cao, tương ứng cho 3 điểm này là 108; 271,3 và 195,3 con/dảnh, đều cao hơn ngưỡng mật độ hại rõ rệt (>15%).

1.3. NHỆN GIÉ LÀ LOÀI DỊCH HẠI NGUY HIỂM MANG TÍNH THỂ GIỚI

Nhện gié có phân bố mang tính thể giới (HÌNH 1.1). Chúng được coi là loài dịch hại nguy hiểm ở các vùng trồng lúa châu Á như: Trung Quốc, Ấn Độ, Đài Loan, Hàn Quốc, Philippin và Thái Lan (Lo & Ho, 1979; Xu *et al.*, 2001). Theo Lo & Ho (1979), nhện gié được ghi nhận gây hại từ năm 1930.



HÌNH 1.1. Sơ đồ phân bố nhện gié trên thế giới
(Vẽ theo số liệu của Hummel et al., 2009)

Tại Đài Loan, năm 1976 các ổ dịch nhện gié ở phía nam Đài Loan đã làm mất 20–60% năng suất, giảm tương đương 20.000 tấn lúa và thiệt hại là 9,2 triệu đô la Mỹ (Chen *et al.*, 1979). Riêng tại Đài Nam (Đài Loan), năm 1974 thiệt hại do nhện gié là 60% (Cheng and Chiu, 1999).

Tại Quảng Đông, Trung Quốc, Jiang *et al.*, (1994) cho rằng nhện gié làm năng suất lúa giảm 5–20% ở cả vụ lúa sớm và lúa mùa.

Tại Ấn Độ, các giống lúa Japonica dễ bị nhện gié hơn các giống lúa Indica với thiệt hại đến 20% năng suất (Ou *et al.*, 1977).

Nhện gié được phát hiện ở Cuba năm 1997 khi nó làm giảm năng suất lúa đáng kể (30–90%) (Ramos and Rodríguez, 1998 và 2000), sau đó lần lượt được phát hiện ở Dominica, Haiti, Nicaragua, Costa Rica và Panama làm thiệt hại khoảng 30% năng suất lúa (Fernando C. V., CIAT, 2007). Tại các nước Trung Mỹ thiệt hại về năng suất do nhện gié gây nên là rất cao, thường từ 40–60% (Diaz *et al.*, 1999), (Ramos *et al.*, 2001), (Almaguel and Botta, 2005), (García, 2005).

Natalie *et al.*, (2009) đã tổng hợp các kết quả nghiên cứu của Rao và Prakash (2003), Almaguel *et al.*, (2003), Rao *et al.*, 1993, Hsieh *et al.*, (1977), Sanabria (2005) khẳng định sự gây hại của trên 10 loài vi sinh vật có sự kết hợp với nhện gié như vi khuẩn, nấm và các vi sinh vật khác trên lúa như *Alternaria padwickii*, *Burkholderia* [*Pseudomonas glumae* (Kurita & Tabei)], *Curvularia lunata* (*Cochliobolus lunatus* R.R. Nelson & Haasis), *Fusarium graminearum* [*Gibberella zeae* (Schwein)], *Fusarium moniliforme* J. Sheld, *Pseudomonas fuscovaginae*, *Pyricularia oryzae* Cavara, *Rhizoctonia* spp., *Rhynchosporium*, *Sarocladium* (*Acrocyllindrium*) *oryzae*, *Spiroplasma citri*.

Ngoài việc tìm thấy nhện gié mang trên mình bào tử của các vi sinh vật gây bệnh như bệnh *Acrosyldrum oryzae* Sawada (Chen *et al.*, (1979). Tại Andhra Pradesh, Ấn Độ, khi nghiên cứu triệu chứng cây lúa bị hại với các công thức khi chỉ có nhện gié gây hại, nhện gié và nấm hoại sinh, nhện gié và nấm hoại sinh và nấm thối bẹ và nhện gié, tuyến trùng khô đầu lá và các nấm hoại sinh gây hại khác, Rao *et al.*, (2000) cho rằng nhện gié chính là loài chi phối sự gây hại trên. Điều này có thể giải thích là khi nhện gié gây hại chúng làm tổn thương đến mô cây lúa và đã tạo điều kiện thuận lợi cho các loài vi sinh vật xâm nhập và phát triển.

Chương 2

ĐẶC ĐIỂM HÌNH THÁI VÀ GÂY HẠI

Nhện gié thuộc ngành chân khớp (Arthropoda), lớp Hình nhện (Arachnida), bộ Ve bét (Acarina), tổng họ Tarsonemoidae, họ Tarsonemidae, giống Stenotarsonemus Beer, 1954; tên loài là *Steneotarsonemus spinki* Smiley, 1967 (Mendonça *et al.*, 2004), (Beer, 1954), (Smiley, 1967) (HÌNH 2.1).

Bộ Ve bét (Acarina)
Tổng họ Tarsonemoidae
Họ (Tarsonemidae)
Giống *Steneotarsonemus* Beer (1954)
Loài *Steneotarsonemus spinki* Smiley (1967)

HÌNH 2.1. Sơ đồ vị trí phân loại nhện gié *Steneotarsonemus spinki* Smiley

2.1. ĐẶC ĐIỂM HÌNH THÁI

Trong quá trình phát triển, nhện gié trải qua 3 pha phát dục: trứng, nhện non (di động và không di động) và nhện trưởng thành. Trong đó, nhện non không di động đóng vai trò như pha nhộng vì mọi sự chuyển hóa về chất trong cơ thể giúp nhện non lột xác hóa trưởng thành đều diễn ra ở pha này. Kích thước các pha phát dục của nhện gié được trình bày trong BẢNG 2.1.

▪ Pha trứng

Trứng nhện gié có hình ô van, màu trắng sáng, bề mặt có chứa chất nhầy. Trứng được để riêng biệt thành từng quả, nhờ có chất kết dính trên bề mặt vỏ trứng mà trứng có thể dính vào với nhau thành từng cụm 2-3 quả, thậm chí

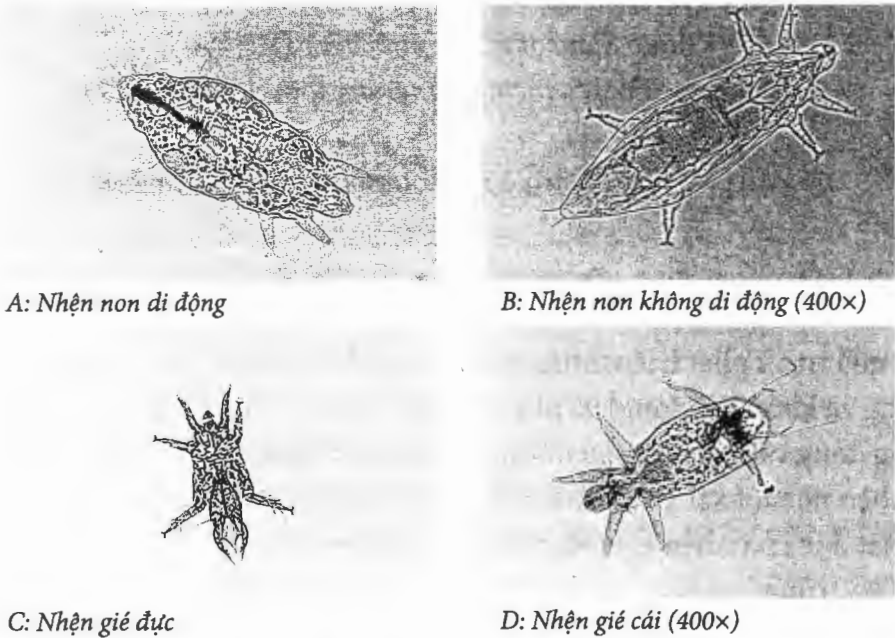
BẢNG 2.1. Kích thước các pha phát dục của nhện gié *Steneotarsonemus spinki* Smiley

Pha phát dục (n=30)	Chiều dài (µm)			Chiều rộng (µm)		
	Lớn nhất	Nhỏ nhất	Trung bình	Lớn nhất	Nhỏ nhất	Trung bình
Trứng	134,4	92,0	106,5±9,7	89,1	66,0	75,2±6,8
Nhện non di động	284,7	170,4	213,7±30,0	124,6	75,0	90,1±11,7
Nhện non không di động	333,1	231,8	288,9±25,9	150,5	76,2	109,3±13,7
Trưởng thành cái	323,8	193,5	234,1±46,6	123,8	69,6	91,1±18,4
Trưởng thành đực	240,9	171,2	193,9±16,2	151,6	90,8	112,2±15,4

tới 45-50 quả. Trứng mới đẻ trong ngày đầu có màu trắng đục, sau hai ngày đến khi sắp nở trứng chuyển sang màu trắng xám và trắng trong. Một đầu trứng có đường sọc màu trắng đục chạy dọc.

■ Pha nhện non di động (HÌNH 2.2A)

Nhện non có hình ô van, màu trắng sáng. Cơ thể nhện non có 3 đôi chân, 2 đôi chân trước, 1 đôi chân sau, chân có 6 đốt, đốt thứ nhất chia 2 thùy và cuối bụng có 4 lông đơn dài. Khi mới nở, nhện non di động có màu trắng trong, kích thước nhỏ tương tự trứng, chúng di chuyển chậm chạp, sau 1 ngày kích thước cơ thể tăng lên 1,5-2 lần, cơ thể chuyển màu trắng đục và di chuyển nhanh nhện hơn trong các khoang mô lá. Bề mặt lưng sần sùi và có



HÌNH 2.2. Hình thái nhện gié chụp dưới kính hiển vi

Nguồn: Trần Thị Thu Phương, 2006

các ngón ngang. Cuối cơ thể có vết màu trắng đục chia phần cuối mảnh lưng thành hai nửa đều nhau.

Nhện non di động khi đầy sức có màu trắng đục hoặc trắng xám, cơ thể căng.

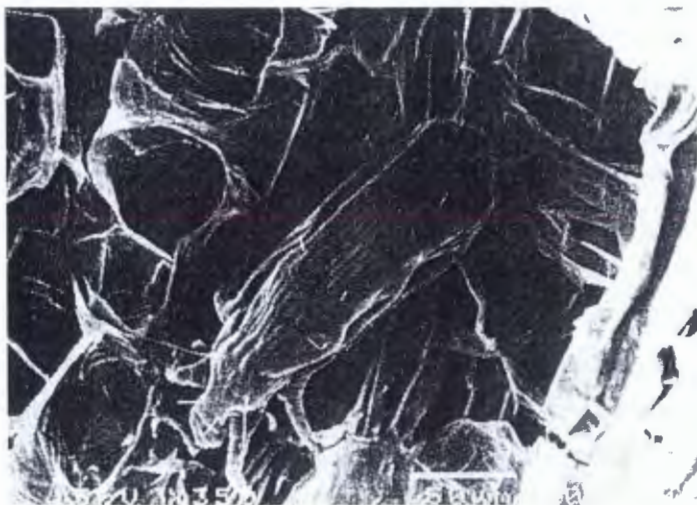
▪ Pha nhện non không di động (HÌNH 2.2 B)

Nhện non không di động có hình ô van dài, cơ thể căng tròn, màu trắng xám và có 3 đôi chân duỗi thẳng. Trong ổ nhện, chúng thường móc dính với nhau thành cụm 5-7 con. Khi mới chuyển sang giai đoạn này, cơ thể có màu trắng đục, thon dài nhưng đến khi sắp hóa trưởng thành thì cơ thể thường co ngắn lại, phình to ở giữa thân và có màu trắng xám. Kích thước của nhện non không di động to hơn nhện non di động.

▪ Pha nhện trưởng thành (HÌNH 2.2 C, D, HÌNH 2.3)

Nhện trưởng thành, cơ thể có hình ô van dài, màu vàng nhạt đến vàng rơm (nhện cái) và màu vàng rơm đến vàng nâu (nhện đực), có 4 đôi chân. Đặc điểm hình thái của nhện trưởng thành cái và trưởng thành đực có sự sai khác rõ rệt. Trên mặt lưng phần thân trước và thân sau của nhện đực có nhiều ngón ngang, mặt lưng sần sùi. Toàn bộ cơ thể có nhiều lông bao quanh. Nhện trưởng thành có 4 đôi chân, đôi chân thứ 4 của con đực biến thành dạng kẹp to để giữ con cái trong quá trình giao phối, còn đôi chân thứ 4 của con cái thoái hóa thành dạng vuốt dài và mảnh (Smiley, 1967).

Chân nhện trưởng thành có 6 đốt, đốt thứ nhất chia 2 thùy, ở đốt 1, 3 có 3 lông đơn dài, các đốt 2, 4 và 5 mang 2 lông đơn dài, đốt 6 của con đực và đốt 5, 6 của con cái không mang lông. Đôi chân thứ 4 của con đực có dạng kim với 2 vuốt dài nằm ở đốt thứ 2 và thứ 3.



HÌNH 2.3. Nhện cái trưởng thành trong tổ chụp dưới kính hiển vi điện tử (500x) (Nguyễn Thị Nhâm, 2009)

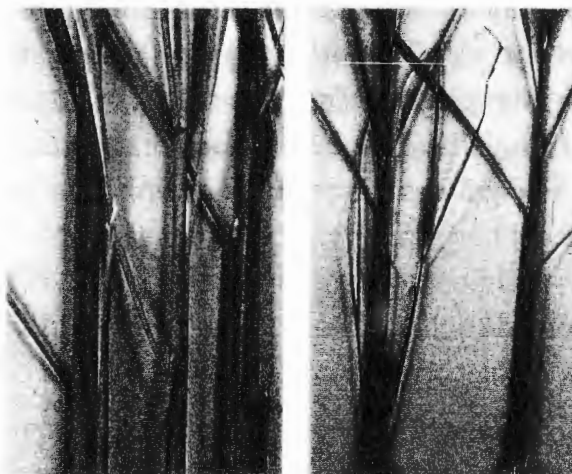
Trưởng thành cái cơ thể thon nhỏ, sau khi giao phối, phần bụng phình to, cơ thể lồi lõm không đều nhau, màu vàng nâu nhạt đến vàng nâu đậm và di chuyển chậm hơn khi chưa giao phối. Nhện trưởng thành cái trong khi đẻ thường ít di chuyển, chúng đẻ trứng trong khoảng 3-4 khoang mô bẹ lá lúa gần nhau, trứng được đẻ từng quả ở các vị trí khác nhau. Cuối giai đoạn đẻ trứng, cơ thể nhện cái dần trở về hình dạng ban đầu nhưng thân có màu vàng đậm, bóng hơn.

Nhện trưởng thành cái có chiều dài thân trung bình 234,1 μm , chiều rộng 91,1 μm , trưởng thành đực có chiều dài thân trung bình 193,9 μm và chiều rộng 112,2 μm , nhỏ hơn so với báo cáo của Ramos *et al.*, (1998).

2.2. TRIỆU CHỨNG GÂY HẠI

2.2.1. Ở giai đoạn mạ

Ở giai đoạn mạ, nhện gié thường không hại ở gân lá mà chủ yếu hại ở bẹ lá. Do bẹ lá nhỏ, khoảng mô nhỏ, nhện không đục vào các khoang mô lá mà chích hút nhựa cây ngay ở ngoài bẹ lá, nhất là ở phần tiếp xúc giữa các bẹ lá với nhau. Vết hại ban đầu là các chấm nhỏ màu trắng vàng, về sau các vết hại tập trung thành đám có màu vàng nâu đến nâu đen. Những dảnh mạ bị nhện gié hại nặng có hiện tượng lùn thấp hơn, có hiện tượng đẻ nhánh sớm hơn so với những dảnh khác.



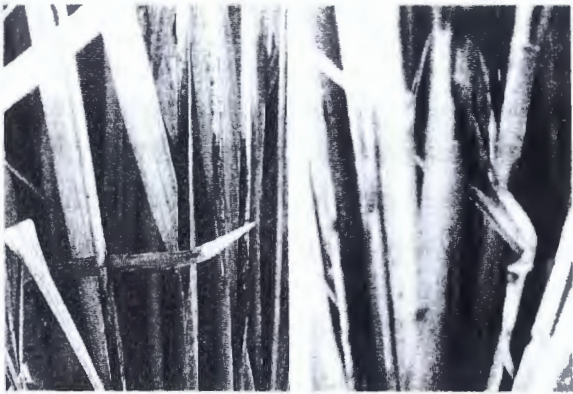
HÌNH 2.4. Triệu chứng nhện gié hại trên mạ

2.2.2. Ở giai đoạn lúa cấy

2.2.2.1. Trên bẹ lá

Đối với những bẹ lá sát gốc, là những bẹ to, xốp, có nhiều khoang mô lớn thì nhện gié thường đục vào bên trong bẹ gây hại. Chúng tạo nên các vết **sọc hình chữ nhật** dài từ 0,2-15,0 cm. Đôi khi thấy chúng xuất hiện và gây hại ngay ở ngoài bẹ lá ở phần áp giữa bẹ lúa và thân cây lúa. Đối với những bẹ ở phía

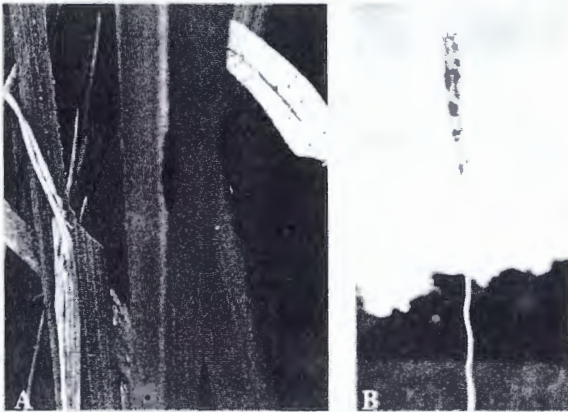
trên (bẹ lá đồng, bẹ sát dưới lá đồng), do những khoang mô hẹp dẫn nên nhện thường chích hút ngay ở bên ngoài bẹ, phần tiếp giáp giữa bẹ và thân cây lúa, đôi khi nhện gié cũng đục và chui vào các khoang mô lá để gây hại. Vết hại ban đầu là các chấm nhỏ màu trắng vàng đến vàng nhạt về sau chuyển màu nâu đậm hoặc thâm đen. Các vết hại tập trung thành từng đám màu nâu nhạt, nâu đậm đến thâm đen trông giống như vết “cạo gió”. Nếu bị hại nặng toàn bộ bẹ lá và thân cây có màu nâu đen đậm mà nhiều nơi bà con nông dân gọi là “thân mía tím”.



HÌNH 2.5. Triệu chứng nhện gié trên bẹ lá
A: bẹ lá đồng; B: bẹ lá sát gốc

2.2.2.2. Trên gân lá

Vết hại trên gân lá lúa ban đầu là các chấm nhỏ màu trắng vàng về sau vết hại lan rộng thành các vệt sọc chạy dọc gân lá, màu sắc vết hại biến đổi từ nâu vàng sang nâu đậm rồi nâu đen, lá lúa dễ bị gãy giập tại nơi có vết hại trên gân lá. Phiến lá không có vết hại của nhện gié.



HÌNH 2.6. Triệu chứng nhện gié trên giữa gân lá lúa (A) và bông và thân

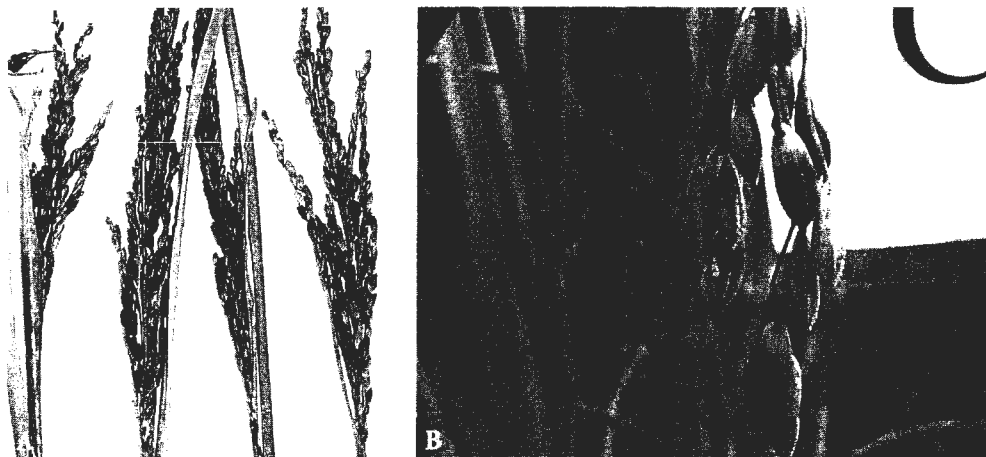
2.2.2.3. Trên bông lúa

Bông lúa bị nhện gié hại thường thấy hiện tượng bông lúa không trở thoát do nhện gié chích hút và gây hại ngay trước khi trở. Gié lúa hoặc cả phía dưới thân gié lúa bị cong queo. Nếu bông lúa trở thoát thì nhện gié tấn công vào hoa lúa ngay trong khi trở và sau khi trở. Trên bông lúa nhện thường tấn công theo chiều từ cuống bông đến đuôi bông lúa. Phía gần cuống bông lúa hạt có thể bị lép hoàn toàn do nhện gié chích hút dinh dưỡng ở ngay bên ngoài vỏ hạt và chui vào bên trong chích hút dinh dưỡng ở hoa lúa làm hoa lúa bị khô teo và gây nên hiện tượng lép hoàn toàn. Toàn bộ cuống bông lúa và hạt lúa

bị biến màu từ trắng vàng sang màu nâu, hạt lúa xuất hiện những diện màu nâu đen ở vỏ trấu. Nếu bị nặng, toàn bộ hạt trên bông lúa có màu nâu đen và đôi khi hạt trên bông bị biến dạng méo mó. Bông lúa không uốn cong bình thường mà có chiều đứng thẳng, bị hại nặng toàn bộ bông lúa bị lép trắng (như hiện tượng bông bạc khi bị sâu đục thân) nhưng thân của bông lúa không bị héo trắng.

2.2.2.4. Trên hạt lúa

Hạt lúa bị nhện gié hại thường có hiện tượng bị biến dạng cong queo, lép hoàn toàn, lũng hoặc bình thường. Vỏ trấu thường bị biến màu hoàn toàn hoặc lốm đốm nâu đến nâu đen (HÌNH 2.7). Hạt bị lép hoàn toàn khi hoa lúa có đài hoa, nhụy bị biến màu, màu nâu đen hoặc hoa bị khô teo.



HÌNH 2.7. Triệu chứng nhện gié (A) và vi khuẩn trên bông lúa (B)

2.2.3. Sự khác biệt về triệu chứng giữa nhện gié và một số bệnh vi sinh vật

Đen lép hạt hay biến màu hạt lúa là hiện tượng thường quan sát thấy trên đồng ruộng cả trong 3 vùng trọng điểm lúa và nhiều vùng trồng lúa khác kể cả vùng cao ở Mộc Châu (Sơn La) và Buôn Mê Thuật (Đắc Lắc). Hiện tượng đen lép hạt này có thể do nhiều nguyên nhân bao gồm các yếu tố vô sinh (thời tiết bất lợi) và yếu tố hữu sinh (bệnh hại, nhện gié...).

Đã có nhiều tranh luận về nguyên nhân gây hiện tượng đen lép hạt lúa trên đồng ruộng hiện nay. Một số ý kiến cho rằng có thể do phức hợp nhiều loài nấm như *Sarocladium oryzae* (bệnh thối bẹ lá đồng), *Alternaria padwickii*

(bệnh bông lá), *Bipolaris oryzae* (bệnh tiêm lửa), *Curvularia* spp. (bệnh đốm nâu) (Phạm Văn Dư, 2004; Pham Van Du *et al.*, 2001). Tuy nhiên, cũng đã có nghiên cứu cho thấy nguyên nhân chủ yếu gây hiện tượng đen lép hạt lúa trên đồng ruộng là do nhện gié (*Steneotarsonemus spinki*), một dịch hại nguy hiểm hiện nay khắp các vùng trồng lúa trên thế giới (Hummel *et al.*, 2009) và ở nước ta (Dương Tiến Viện và *cs.*, 2011; Nguyễn Văn Đĩnh & Trần Thị Thu Phương, 2006). Đặc biệt bệnh đen lép hạt lúa đã được cho là do vi khuẩn *Burkholderia glumae* (syn. *Pseudomonas glumae*) (Cottyn *et al.*, 1996; Ha Minh Trung *et al.*, 1993; Ham *et al.*, 2011; Ou, 1985).

2.2.3.1. Vi khuẩn đen lép hạt *Burkholderia glumae*/Syn.

Pseudomonas glumae (Grain rot/grain discoloration)

Việc xác định nguyên nhân gây hiện tượng đen lép hạt lúa trên đồng ruộng thường không thể chính xác, dễ nhầm lẫn vì các tác nhân gây bệnh lẫn vi sinh vật hoại sinh thường xuất hiện cùng nhau trên hạt. Trong số các đối tượng bệnh hại, vi khuẩn đen lép hạt và nấm gây bệnh thối bẹ lá đồng thường gây hiện tượng đen lép hạt. Vi khuẩn *B. glumae* tạo nên 3 loại triệu chứng chính là thối mạ, thối bẹ lá (thân) và đen lép hạt.

- Thối mạ: vi khuẩn nhiễm trên hạt xâm nhập vào lá mầm, bẹ lá và làm cây mạ bị héo chết với các vết chết hoại từ gốc lên thân.
- Thối bẹ lá: trên cây lúa đang trưởng thành, vi khuẩn có thể tồn tại trên bề mặt lá, xâm nhập vào bẹ lá và tạo vết bệnh đặc trưng là các vết thâm nâu lớn dọc bẹ lá. Các vết thâm nâu này (về sau chuyển màu xám tro), có thể kéo dài tới hết chiều dài bẹ lá và thường có một viền ranh giới màu nâu đậm.
- Đen lép hạt: đối với bệnh trên hạt, giai đoạn mẫn cảm nhất là giai đoạn đầu trổ bông vì nguồn bệnh từ bẹ lá đồng dễ dàng xâm nhập vào hoa.



HÌNH 2.8. Triệu chứng gây hại của vi khuẩn (A) của nhện gié (B) và hạt lúa không bị hại (C)

Do thường bị nhiễm vào giai đoạn ra hoa nên trên bông có nhiều hạt lép. Hạt bị bệnh bị biến màu toàn bộ hay từng phần. Nếu bị biến màu từng phần thì thường có 1 viền nâu đậm phân biệt ranh giới giữa mô bệnh và mô khỏe (HÌNH 2.8).

Vi khuẩn *B. glumae* tồn tại trên hạt giống, đất, tàn dư cây trong đất và nước, nhưng nguồn bệnh quan trọng nhất là hạt bệnh.

Trong tự nhiên, vi khuẩn tồn tại dưới 2 nhóm chủng có độc tính và không có độc tính. Chỉ các chủng có độc tính (tạo độc tố toxoflavin) mới gây bệnh cho cây lúa. Trên môi trường King's B, các chủng độc tạo sắc tố màu vàng (độc tố toxoflavin) khuếch tán vào môi trường còn các chủng không độc sẽ không tạo sắc tố.

2.2.3.2. Nấm thối bẹ lá đồng, *Sarocladium oryzae* (sheath rot)

Trên đồng ruộng, bệnh thường chỉ hiện trên bẹ lá đồng và bông tạo ra 2 loại triệu chứng điển hình đi kèm với nhau:

- Thối bẹ lá đồng. Các vết đốm thâm nâu hình ô van hoặc vô định hình trên bẹ lá đồng, các vết đốm này có thể liên kết lại với nhau.
- Đen hạt. Do bệnh nhiễm trên lá đồng nên bông lúa bị bệnh chứa hạt lép, hạt thâm đen và cả hạt khỏe. Hạt bị thâm đen không có ranh giới giữa mô bệnh và mô khỏe.

Xác định cây lúa bị bệnh thối bẹ lá đồng khá dễ dàng vì triệu chứng và vị trí gây hại rất đặc trưng. Điểm phân biệt quan trọng trên đồng ruộng: mặc dù bệnh thối bẹ lá đồng tạo triệu chứng đen hạt nhưng thiếu triệu chứng trên bẹ thì hạt bị đen không phải do bệnh này vì nấm tấn công vào bẹ trước sau đó mới ảnh hưởng đến hạt.



A

HÌNH 2.9. Triệu chứng bệnh khô vằn trên bẹ lá (A) và bệnh thối bẹ lá (B)



B

2.3. BỆNH LEM LÉP HẠT VÀ SỰ CÓ MẶT CỦA VI KHUẨN *Burkholderia glumae*

Việc xác định nguyên nhân gây hiện tượng đen lép hạt lúa trên đồng ruộng thường không thể chính xác, dễ nhầm lẫn vì các tác nhân gây bệnh lẫn vi sinh vật hoại sinh thường xuất hiện cùng nhau trên hạt (Hà Việt Cường và cs. 2012).

Trong 3 năm từ 2010 tới 2012, 299 mẫu hạt lúa biểu hiện triệu chứng biến màu và 5 mẫu cây lúa biểu hiện triệu chứng thâm nâu bẹ đã được Đề tài thu thập từ 6 tỉnh miền Bắc và 1 tỉnh miền Nam (An Giang). Sử dụng môi trường chọn lọc, PCR với mỗi đặc hiệu và giải trình tự, vi khuẩn *B. glumae* đã được phát hiện thấy trên mẫu hạt lúa ở cả miền Bắc và miền Nam. Các kết quả chính bao gồm:

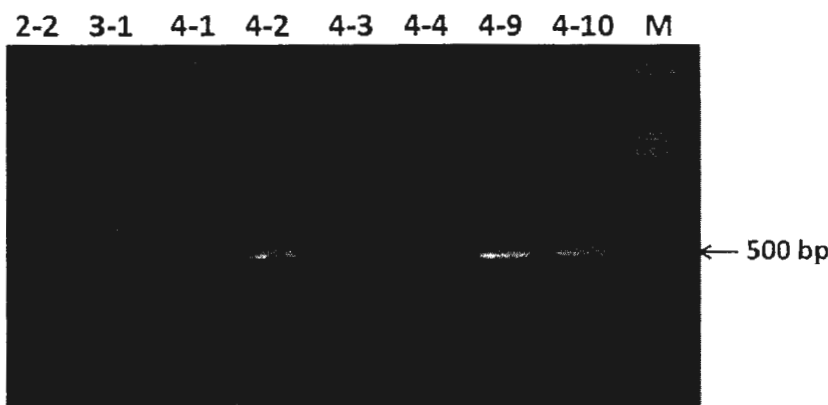
2.3.1. Xác định vi khuẩn *B. glumae* tại miền Bắc năm 2010 và 2011

Trong năm 2010, 189 mẫu hạt (đồng ruộng và bảo quản) và 5 mẫu cây biểu hiện 3 dạng triệu chứng nghi ngờ nhiễm *B. glumae*, đặc biệt là biến màu hạt đã được thu thập tại 6 tỉnh Hà Nội, Hà Nam, Thái Bình, Bắc Giang, Thanh Hóa, Hưng Yên và Phú Thọ.

Sử dụng phương pháp phân lập mới được công bố (Kawaradani *et al.*, 2000) để phân lập vi khuẩn *B. glumae* thông qua môi trường chọn lọc mới (môi trường CCNT) và ủ đĩa nuôi cấy ở 41°C sau 2 ngày nuôi cấy. Tiếp tục cấy truyền (cấy rìa 3 chiều) khuẩn lạc nghi ngờ sang môi trường King's B để tách riêng từng khuẩn lạc và quan sát sự hình thành sắc tố khuẩn lạc. Tiếp theo sử dụng kỹ thuật PCR với 2 cặp mồi đặc hiệu, GL-13f & GL-14r, glu-FW & glu-RV để xác định danh tính vi khuẩn từ các dòng vi khuẩn đại diện.

Kết quả PCR cho thấy tất cả 17 dòng vi khuẩn kiểm tra đều không tạo băng sản phẩm hoặc tạo các băng không đặc hiệu, chứng tỏ tất cả chúng đều không phải là *B. glumae*.

Trong năm 2011, 50 mẫu hạt với viên nâu ranh giới giữa mô bệnh và mô khỏe rõ rệt (triệu chứng điển hình của nhiễm *B. glumae*) đã được thu thập trên đồng ruộng và trong bảo quản tại 3 tỉnh đồng bằng Sông Hồng là Hà Nội, Hưng Yên và Hải Dương. Trước khi phân lập trên môi trường chọn lọc, dịch ngâm hạt đã được kiểm tra trước bằng PCR. Kết quả kiểm tra PCR cho thấy chỉ các mẫu hạt bảo quản cho phản ứng dương tính với cả 2 cặp mồi đặc hiệu



HÌNH 2.10. PCR với cặp mồi glu-FW & glu-RW đối với 8 khuẩn lạc có phản ứng PCR dương tính với cặp mồi GL-13f & GL-14r. Chú ý 3 khuẩn lạc (4-2, 4-9 và 4-10) tạo băng với kích thước mong muốn 529 bp.

Nguồn: Hà Viết Cường và cs., 2012

B. glumae. Tương tự như kết quả năm 2010, các mẫu hạt với triệu chứng điển hình nhiễm *B. glumae* lại cho phản ứng PCR âm tính.

Để nhận được vi khuẩn *B. glumae* thuần, dịch ngâm hạt từ mẫu có phản ứng PCR dương tính được phân lập trên môi trường chọn lọc và 19 khuẩn lạc vi khuẩn đã được chọn để kiểm tra PCR. Kết quả kiểm tra PCR đầu tiên với cặp mồi thứ nhất GL-13f & GL-14r cho thấy có 8/19 khuẩn lạc có phản ứng dương tính. Tất cả 8 khuẩn lạc này được kiểm tra tiếp với cặp mồi thứ 2 glu-FW & glu-RW và phát hiện 3/8 khuẩn lạc có phản ứng dương tính. Như vậy, kiểm tra PCR đã phát hiện 3/19 khuẩn lạc có phản ứng dương tính với cả 2 cặp mồi đặc hiệu (HÌNH 2.10).

Tất cả 3 khuẩn lạc này đều có đặc điểm hình thái giống nhau. Trên môi trường King's B, khuẩn lạc lồi, mép bằng, màu trắng kem với kích thước 1-2 mm (sau 2 ngày) và 2-3 mm (sau 4 ngày). Các đặc điểm hình thái và kết quả PCR cho phép kết luận cả 3 khuẩn lạc này là *B. glumae*. Tuy nhiên, cả 3 khuẩn lạc đều không tạo sắc tố vàng khuếch tán trên môi trường nuôi cấy.

2.3.2. Xác định vi khuẩn *B. glumae* năm 2012 tại An Giang

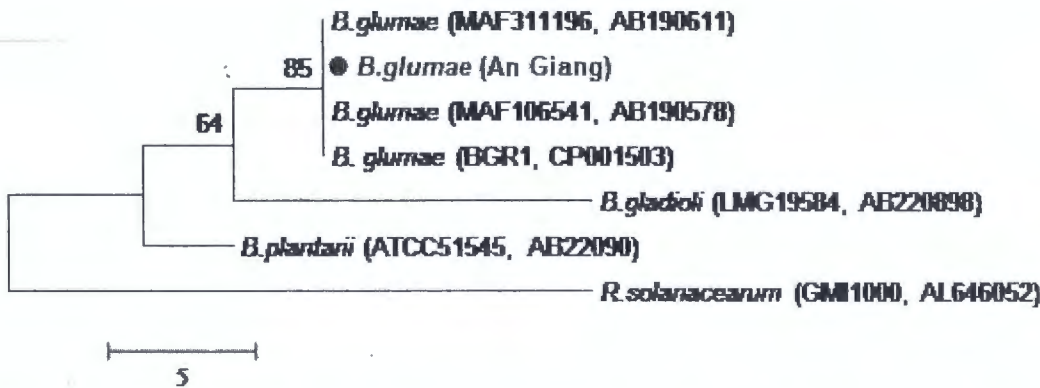
Trong vụ mùa năm 2012, 60 mẫu bông lúa biểu hiện triệu chứng đen lép hạt đã được thu thập vào tháng 7 và tháng 8 tại Châu Đốc (An Giang) và được kiểm tra sự có mặt của vi khuẩn *B. glumae*. Các hạt của 3-5 bông lúa được trộn đều và các hạt bị biến màu được chọn riêng để làm mẫu thử nghiệm. Tổng số 16 mẫu thử nghiệm đã được chọn.

Kết quả kiểm tra PCR cho thấy có tới 12/16 (75%) mẫu thử nghiệm cho phản ứng dương tính với cả 2 cặp mồi. Kết quả phân lập cho thấy các khuẩn lạc *B. glumae* hình thành đều không tạo sắc tố vàng trên môi trường King's B.

2.3.3. Giải trình tự

Phản ứng PCR với cả 2 cặp mồi đặc hiệu *B. glumae* đã cho thấy sự có mặt của vi khuẩn này trên lúa tại Việt Nam. Tuy nhiên, để khẳng định chắc chắn hơn nữa, một sản phẩm PCR trên mẫu lúa thu tại An Giang đã được giải trình tự trực tiếp dùng mồi glu-FW. Đoạn trình tự đọc được của sản phẩm PCR gồm 324 nucleotide.

Dựa trên trình tự thu được, kết quả tìm kiếm trên ngân hàng Gen và phân tích phả hệ cho thấy sản phẩm PCR là từ gen *gyrB* của vi khuẩn *B. glumae* (HÌNH 2.11).



HÌNH 2.11. Cây phả hệ MP (maximum parsimony) của mẫu vi khuẩn An Giang (được chỉ rõ bằng chấm đen và in đậm) và một số mẫu vi khuẩn GenBank (chủng và mã truy cập được chỉ rõ trong ngoặc kép). Cây được xây dựng dựa trên đoạn 324 nucleotide gen *gyrB* thu được. Thanh bar là số thay thế nucleotide. Các số trên mỗi nốt là giá trị bootstrap tính theo % (1000 lần lặp).
Nguồn: Hà Viết Cường và cs., 2012.

2.3.4. Thử tính gây bệnh

B. glumae được biết là khá đa dạng, gồm các chủng độc và không độc. Hai thí nghiệm lây nhiễm nhân tạo đã được thực hiện để xác định tính gây bệnh của vi khuẩn *B. glumae* phân lập được tại Việt Nam. Hai thí nghiệm lây nhiễm đã được thực hiện trên 3 giống lúa trồng phổ biến ở miền Bắc là Bắc Thơm, Khang Dân và Nếp Cái hoa vàng dùng dòng vi khuẩn *B. glumae* 4-2 (phân lập từ mẫu hạt bảo quản tại Hà Nội). Trong thí nghiệm 1, hạt lúa nảy mầm

được nhúng trong dịch vi khuẩn thuần trước khi gieo trên cát vô trùng. Trong thí nghiệm 2, dịch vi khuẩn được tiêm vào thân cây lúa ở giai đoạn cuối đẻ nhánh. Kết quả theo dõi thí nghiệm sau 2 tuần lây nhiễm cho thấy triệu chứng bệnh không hình thành ở các cây lây nhiễm. Kết quả này chứng tỏ mẫu vi khuẩn *B. glumae* không có khả năng gây bệnh.

2.3.5. Thảo luận

Các mẫu vi khuẩn B. glumae phát hiện được thuộc chủng không độc

Cách đây khoảng 20 năm, bệnh đen lép hạt lúa đã gây thành dịch nghiêm trọng tại Việt Nam. Các nghiên cứu tại Viện BVTV đã chứng tỏ tác nhân gây bệnh là vi khuẩn *Pseudomonas glumae*. Mẫu vi khuẩn phân lập được tạo sắc tố vàng trên môi trường nuôi cấy và gây triệu chứng điển hình trên cây lúa (giống CR203) được lây nhiễm nhân tạo (Ha Minh Trung *et al.*, 1993).

Các kết quả nghiên cứu của Đề tài cho thấy các mẫu vi khuẩn *B. glumae* phân lập được trên lúa biểu hiện bệnh đen lép hạt ở đồng bằng sông Hồng và An Giang trong các năm 2010, 2011, 2012 thuộc nhóm chủng không độc và không gây bệnh vì chúng không hình thành sắc tố vàng trên môi trường King's B và không hình thành triệu chứng trong thí nghiệm lây nhiễm nhân tạo. Ngoài ra, các mẫu hạt nhiễm *B. glumae* không biểu hiện triệu chứng đặc trưng là có một viền nâu đậm ranh giới giữa mô bệnh và mô khỏe.

2.3.6. Nhận xét chung

- Vi khuẩn *B. glumae* có mặt trên hạt lúa cả ở miền Bắc và miền Nam.
- Vi khuẩn *B. glumae* phổ biến tại An Giang hơn tại đồng bằng sông Hồng.
- Tất cả các mẫu vi khuẩn phân lập được đều không tạo sắc tố khuếch tán màu vàng trên môi trường King's B. Do đó, khẳng định các mẫu vi khuẩn *B. glumae* phân lập được thuộc nhóm chủng không độc và không gây bệnh (Hà Viết Cường và cs., 2012).

Các kết quả nghiên cứu trên đủ để khẳng định nhện gié *S. spinki* đóng vai trò mang tính quyết định tới triệu chứng lem (đen) lép hạt lúa hiện nay.

Chương 3

ĐẶC ĐIỂM SINH VẬT HỌC

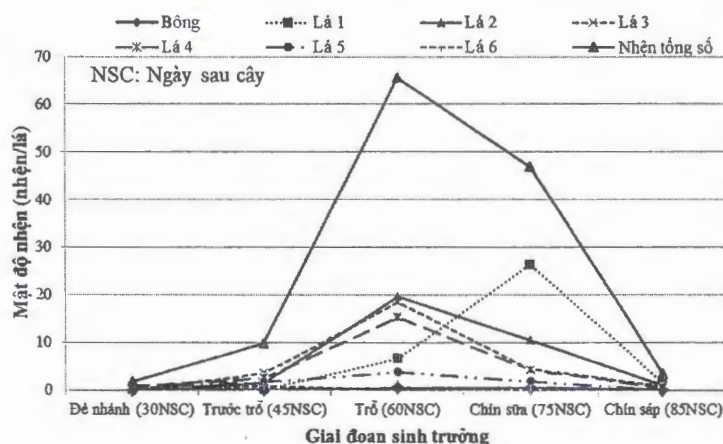
3.1. SỰ PHÂN BỐ CỦA NHỆN GIẾ TRÊN CÂY LÚA

Sự phân bố mật độ của nhện giế và trứng của chúng trên các bộ phận của cây lúa giống Khang dân 18 qua các giai đoạn sinh trưởng phát triển (ngày sau cấy/NSC) được thể hiện ở HÌNH 3.1 và HÌNH 3.2.

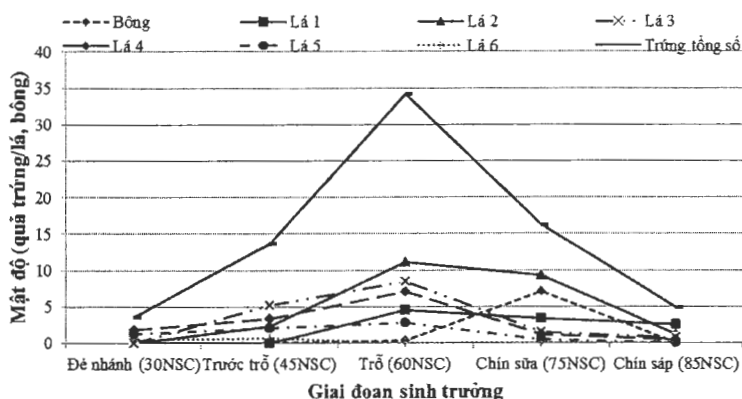
Giai đoạn đẻ nhánh: nhện giế xâm nhập và gây hại ở các lá thứ 4, 5 và thứ 6 với mật độ rất thấp (0,8 nhện và 1,8 trứng/lá).

Giai đoạn trước trổ: nhện và trứng phân bố tập trung nhiều nhất ở lá thứ 3 (3,5 nhện và 5,2 trứng/lá) và giai đoạn này nhện giế đã xâm nhập và phân bố ở gân lá các lá thứ 3, thứ 2 và lá thứ 1 (lá đồng).

Giai đoạn trổ: giai đoạn này nhện phân bố tập trung nhiều nhất ở lá thứ 2 và lá thứ 3, trứng nhện cũng được đẻ nhiều ở phần bẹ lá của các lá này. Mật độ trung bình 18,4 nhện và 11,1 trứng/lá. Giai đoạn này các lá thứ 5, thứ 6 đã



HÌNH 3.1. Phân bố mật độ nhện giế trên cây lúa, vụ mùa 2010 tại Gia Lâm, Hà Nội (giống Khang dân 18)
Ghi chú: Lá 1 là lá trong cùng và là lá đồng khi lúa trổ, lá 6 là lá ngoài cùng



HÌNH 3.2. Phân bố mật độ trứng nhện gié trên cây lúa, vụ mùa 2010 tại Gia Lâm, Hà Nội (giống Khang dân 18)

già nên nhện phân bố với mật độ thấp. Ở lá đòng, nhện đã phân bố và gây hại với mật độ 6,6 nhện/lá, ở bông lúa nhện có mật độ thấp nhất.

Giai đoạn chín sữa: nhện gié phân bố và tập trung gây hại nhiều nhất ở lá đòng với mật độ 26,3 con/lá, sau đến lá thứ 2. Các lá thứ 3, thứ 4, thứ 5 và thứ 6 nhện gié phân bố ít hơn. Giai đoạn này trứng được đẻ nhiều nhất ở lá thứ 2, sau đó đến lá đòng. Ở trên bông nhện gié phân bố với mật độ rất thấp 0,5 nhện/bông.

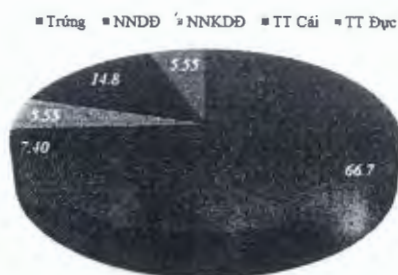
Giai đoạn chín sếp: mật độ nhện và trứng trên các lá giảm rõ nhưng vẫn phân bố chủ yếu ở lá đòng và lá thứ 2.

Kết quả này phù hợp với nghiên cứu của Ou and Fang (1978), sau khi lúa trổ thì số lượng nhện gié phân bố ở lá thứ nhất và lá thứ 2 cao hơn những lá khác của cây lúa.

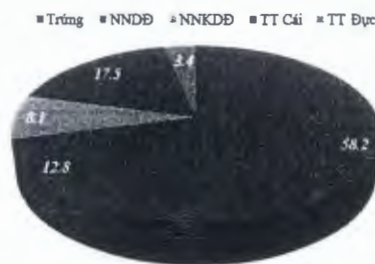
3.1.1. Sự phân bố của các pha phát dục nhện gié theo giai đoạn sinh trưởng của cây lúa

Giai đoạn đẻ nhánh, mật độ pha trứng của nhện gié trên cây lúa là cao nhất (3,6 trứng/dảnh, chiếm 66,7%) trong quần thể, nhện trưởng thành cái có mật độ (0,8 con/dảnh, chiếm 14,8%), nhện non di động có mật độ (0,4 con/dảnh, chiếm 7,4%), nhện non không di động và nhện trưởng thành đực có mật độ (0,3 con/dảnh, chiếm 5,55%). Giai đoạn này có tỷ lệ trưởng thành cái/đực tương ứng là 2,7/1 (HÌNH 3.3, BẢNG 3.1).

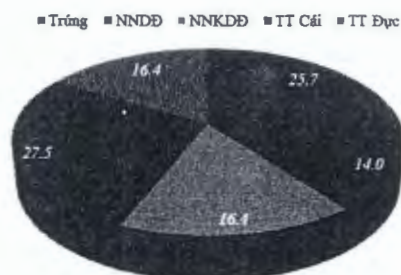
Giai đoạn trước trổ, mật độ trứng trong quần thể đạt 13,62 trứng/dảnh, tỷ lệ 58,2%, mật độ trưởng thành cái là 4,1 con/dảnh (17,5%), pha nhện non không di động có mật độ 3,0 con/dảnh (12,8%), pha nhện non di động và trưởng thành đực có mật độ thấp. Giai đoạn này có tỷ lệ trưởng thành cái/đực là 5,1/1.



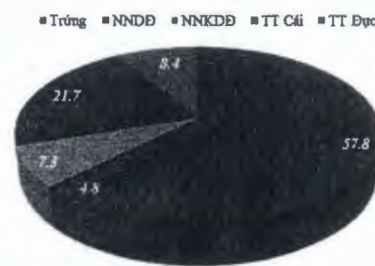
Giai đoạn đẻ nhánh (30 ngày sau cấy)



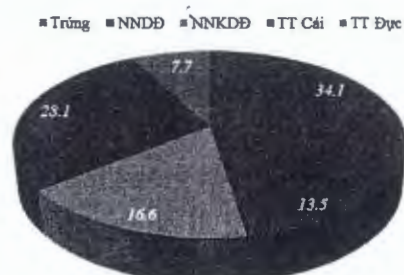
Giai đoạn làm đồng (45 ngày sau cấy)



Giai đoạn chín sữa (75 ngày sau cấy)



Giai đoạn chín sấp (85 ngày sau cấy)



Giai đoạn trổ (60 ngày sau cấy)

HÌNH 3.3. Tỷ lệ các pha phát dục của nhện gié phân bố trên cây lúa, vụ mùa 2010 tại Gia Lâm, Hà Nội (giống Khang dân 18)

NNĐĐ - nhện non di động;
NNKĐĐ - nhện non không di động;
TT cái - trưởng thành cái;
TT đực - trưởng thành đực.

Giai đoạn trổ, pha trứng có mật độ 34,1 trứng/dảnh (tỷ lệ 34,1%), trưởng thành cái trung bình 28 con/dảnh (28,1%), nhện non không di động có mật độ 16,5 con/dảnh (16,6%), nhện non di động 13,5 con/dảnh (13,5%) và trưởng thành đực có mật độ 7,7 con/dảnh (7,7%). Tỷ lệ trưởng thành cái/đực là 3,6/1.

Giai đoạn chín sữa, pha trứng và pha trưởng thành cái có mật độ tương đương. Pha nhện non di động, nhện non không di động và trưởng thành đực có mật độ thấp hơn. Tỷ lệ trưởng thành cái/đực là 1,7/1.

Giai đoạn chín sấp, mật độ các pha phát dục đều giảm nhưng tỷ lệ pha trứng và trưởng thành cái vẫn cao nhất trong quần thể nhện.

Như vậy, sự phân bố các pha phát dục của nhện gié ở các giai đoạn sinh trưởng phát triển của cây lúa là khác nhau. Ở các giai đoạn sinh trưởng phát

BẢNG 3.1. Hệ số mật độ của trưởng thành đực, trưởng thành cái, nhện non và trứng trong các giai đoạn sinh trưởng cây lúa

Giai đoạn sinh trưởng	Trưởng thành đực	Trưởng thành cái	Nhện non*	Trứng
Đẻ nhánh	1	2,7	2,3	12
Trước trổ	1	5,1	6,1	17
Trổ	1	3,6	3,9	4,4
Chín sữa	1	1,7	1,9	1,6
Chín sấp	1	2,6	1,4	6,9

* Nhện non gồm cả di động và không di động

triển của cây lúa thì pha trứng luôn có mật độ và tỷ lệ lớn nhất và trưởng thành đực có mật độ thấp nhất (BẢNG 3.1).

3.1.2. Sự phân bố của nhện gié ở bông lúa

Giai đoạn lúa ngay trước khi trổ, quan sát bông lúa thấy trứng nhện được đẻ ở khe gié của bông lúa và bám ở lông trên vỏ trấu. Tách vỏ trấu quan sát thấy trứng và nhện trưởng thành cái ở trong hoa lúa với mật độ thấp (0,4 nhện và 0,3 trứng/bông) ở giai đoạn trổ và (0,5 nhện và 0,6 trứng/bông) ở giai đoạn chín sữa. Giai đoạn chín sấp và chín hoàn toàn, không quan sát thấy nhện gié trên bông lúa.

Kết quả nghiên cứu của Jaimez *et al.*, (2015) cho thấy với giống lúa Morelos A-92 bị nhiễm nhện gié thì sự gia tăng quần thể thường đi cùng với sự phát triển của cây lúa. Mức độ nhiễm cao nhất là 13 tuần sau khi nhện xâm nhiễm, trung bình là 58,5 nhện trên 1 dảnh, chủ yếu là con cái.

3.2. THỜI GIAN PHÁT DỤC CÁC PHA

Nuôi sinh học cá thể nhện gié từ trứng cho tới khi trưởng thành chết sinh lý trong ống thân cây lúa giống Khang dân 18 sau khi trổ từ 2-7 ngày tại các nhiệt độ và ẩm độ ổn định đảm bảo yêu cầu môi trường ổn định, không gian và thức ăn không hạn chế (Birch, 1948).

Việc nuôi sinh học được tiến hành theo 4 bước:

- Bước 1: Chuẩn bị ống thân, chọn những cây lúa có ống thân to, mập, nhiều dinh dưỡng, cây lúa trổ từ 2-10 ngày. Dùng kéo cắt sát gốc cây lúa rồi bóc sạch bẹ lá lúa chỉ giữ lại ống thân, lấy phần ống (giống) thứ 2 tính từ trên xuống.
- Bước 2: Dùng dao lam cắt ống thân thành 1 đoạn có tổng chiều dài 6,5 cm. Ống thân nuôi sinh học nhện gié này gồm 3 phần chính.

- Phần 1: là phần dài 5 cm gọi là phần gốc dùng để cắm vào xốp cắm hoa.
- Phần 2: là phần đốt dài 0,5 cm, đốt này ngăn cách phần 1 và phần 3 của ống thân.
- Phần 3: là khoang để nuôi nhện gié, phần này dài 1 cm (HÌNH 3.4).

▪ Bước 3: Đưa trưởng thành cái vào khoang nuôi, dùng nilon mỏng (màng bọc thức ăn) quấn sao cho mặt ống lúa phẳng nhất, sau đó 2h chuyển trưởng thành cái và trứng đã đẻ ra, để lại duy nhất 1 trứng/1 khoang nuôi.

▪ Bước 4. Cắm ống lúa vào xốp cắm hoa (đã được phun ẩm) cất giữ trong lồng nhựa ở ẩm độ 97% (tạo độ ẩm 97% bằng cách pha dung dịch muối K_2SO_4 bão hòa trong thùng 20



HÌNH 3.4. Nuôi sinh học nhện gié trong ống lúa

lít, đặt hộp đựng các ống thân nuôi cá thể lên các giá đỡ, đậy nắp thùng, bọc một túi nilon bên ngoài thùng và buộc chặt) rồi cho vào tủ định ôn Sanyo Mir 154 nuôi ở nhiệt độ yêu cầu.

Theo dõi ngày 1 lần, khi nhện non chuẩn bị hóa trưởng thành thì chuyển 1 nhện đực vào cho ghép đôi. Từ thời điểm này cho tới khi nhện cái hóa trưởng thành và đẻ quả trứng đầu tiên theo dõi được tiến hành ngày 3 lần, sau đó theo dõi lại tiến hành ngày 1 lần. Việc theo dõi ngày 3 lần đó là nhằm xác định chính xác hơn tốc độ gia tăng quần thể của nhện gié, vì thông thường trong 2 yếu tố quan trọng tác động đến gia tăng quần thể thì vòng đời của chúng tác động mạnh hơn so với số lượng con cái đẻ ra sống sót của thế hệ sau.

Kết quả về thời gian các pha phát dục, vòng đời, tỷ lệ giới tính và các chỉ số sinh học cơ bản của loài nhện gié được trình bày tại các BẢNG 3.2, 3.3, 3.4.

Qua BẢNG 3.2 cho thấy nhiệt độ có ảnh hưởng lớn tới thời gian phát dục của các pha. Trong khoảng nhiệt độ từ 22,5°C–32,5°C các pha phát dục khác nhau có thời gian phát dục khác nhau, pha trứng có thời gian phát dục từ 1,82–4,17 ngày, pha nhện non di động từ 0,35–1,67 ngày, pha nhện non không di động từ 1,23–2,18 ngày, thời gian của trưởng thành cái trước đẻ trứng là 1,32–2,52 ngày.

Nghiên cứu của Santos (2004) cho biết thời gian phát triển của pha trứng, nhện non di động và nhện non không di động tương ứng là 2,47 ngày, 1,32 ngày và 1,13 ngày.

BẢNG 3.2. Thời gian phát dục của nhện gié ở 22,5°C, 25°C, 27,5°C, 30°C, 32,5°C, ẩm độ 97%

Nhiệt độ (°C)		Pha phát dục (đơn vị tính: ngày)					
		Trứng	Nhện non di động	Nhện non không di động	TT trước đẻ	Vòng đời	Đời
22,5	Tb ± Sd	4,17 ± 0,62	1,67 ± 0,57	2,18 ± 0,49	2,06 ± 0,69	10,06 ± 0,94	21,51 ± 3,81
	N	60	55	49	35	38	38
25	Tb ± Sd	3,58 ± 0,57	1,13 ± 0,42	1,23 ± 0,54	2,52 ± 0,78	8,46 ± 0,82	18,18 ± 2,87
	N	50	50	49	32	32	32
27,5	Tb ± Sd	3,01 ± 0,18	0,35 ± 0,49	2,11 ± 0,67	2,19 ± 0,79	7,67 ± 1,01	20,62 ± 2,31
	N	56	56	46	31	31	31
30	Tb ± Sd	1,82 ± 0,48	0,65 ± 0,49	2,08 ± 0,36	1,32 ± 0,49	6,21 ± 0,50	16,15 ± 1,98
	N	60	54	54	38	33	33
32,5	Tb ± Sd	1,83 ± 0,46	0,73 ± 0,51	1,44 ± 0,38	1,54 ± 0,38	5,54 ± 0,78	18,48 ± 3,16
	N	63	56	56	38	30	30

n- số cá thể theo dõi; TT- trưởng thành; Tb- trung bình; Sd- độ lệch chuẩn

Vòng đời của nhện gié chịu ảnh hưởng của nhiệt độ rõ rệt, nhiệt độ càng cao thì vòng đời càng ngắn, ngắn nhất ở 32,5°C là 5,54 ngày, dài nhất là 10,06 ngày ở nhiệt độ 22,5°C. Ở nhiệt độ 25°C, 27,5°C và 30°C vòng đời lần lượt là 8,46; 7,67 và 6,21 ngày.

Theo kết quả của Almaguel *et al.*, (2004) thì vòng đời của nhện gié nghiên cứu tại các nhiệt độ 34°C, 29°C, 24°C, 20°C tương ứng là 4,88; 5,11; 7,77 và 11,33 ngày. Có thể thấy rằng ở nghiên cứu của Almaguel *et al.*, nhện gié hoàn thành vòng đời nhanh hơn so với kết quả của báo cáo này.

Trong khi đó cùng ở khoảng nhiệt độ 25°C và 30°C thì thời gian hoàn thành vòng đời của nhện gié của báo cáo này tương đồng so với công bố của Nguyễn Văn Đĩnh và Trần Thị Thu Phương (2006).

Tuổi thọ của nhện gié khá ngắn từ 16,15 đến 21,51 ngày, ngắn hơn so với công bố của Xu *et al.*, (2001).

3.3. NHỊP ĐIỀU SINH SẢN CỦA NHỆN GIÉ

Nhện gié có thời gian đẻ trứng dao động từ 10-15 ngày trong phạm vi nhiệt độ từ 22,5°C - 32,5°C (BẢNG 3.3).

Qua BẢNG 3.3 cho thấy, số trứng nhện gié được đẻ tập trung trong 7 ngày đầu, ngày đẻ trứng đầu tiên có số trứng từ 2,38-4,61 quả/trưởng thành cái, ở 4 mức nhiệt độ 25°C, 27,5°C, 30°C, 32,5°C nhện đẻ nhiều trứng nhất là ngày thứ

BẢNG 3.3. Nhịp điệu đẻ trứng của nhện gié ở nhiệt độ 22,5°C, 25°C, 27,5°C, 30°C và 32,5°C

Ngày đẻ	22,5°C	25°C	27,5°C	30°C	32,5°C
1	2,38 ± 1,21	3,74 ± 3,90	4,58 ± 2,58	4,61 ± 3,36	2,69 ± 1,97
2	4,50 ± 2,31	8,53 ± 4,54	9,57 ± 4,49	10,84 ± 5,16	6,07 ± 4,61
3	7,38 ± 3,86	11,39 ± 7,71	11,68 ± 4,11	19,29 ± 8,89	6,62 ± 7,32
4	11,78 ± 4,10	10,13 ± 5,43	10,68 ± 4,89	12,42 ± 6,07	4,69 ± 4,51
5	8,22 ± 2,89	8,24 ± 5,56	6,74 ± 2,78	9,68 ± 4,71	5,45 ± 4,73
6	6,47 ± 2,87	5,62 ± 3,56	4,53 ± 2,15	6,00 ± 2,83	3,07 ± 3,79
7	4,10 ± 2,30	3,81 ± 3,75	3,93 ± 2,15	4,14 ± 3,03	2,55 ± 4,01
8	3,40 ± 2,11	3,36 ± 3,50	2,39 ± 2,01	2,12 ± 1,83	2,07 ± 4,23
9	2,76 ± 2,01	2,30 ± 2,68	1,57 ± 1,55	0,83 ± 1,20	1,17 ± 2,50
10	2,04 ± 1,51	1,47 ± 1,85	0,79 ± 0,92	0,21 ± 0,54	0,31 ± 0,71
11	1,25 ± 0,79	0,60 ± 0,70	0,40 ± 0,50	0	0
12	1,18 ± 0,53	0,38 ± 0,52	0,78 ± 0,88	0	0
13	0,88 ± 0,35	0,60 ± 0,89	0,19 ± 0,40	0	0
14	0,67 ± 0,58	0	0,18 ± 0,40	0	0
15	0	0	0,20 ± 0,45	0	0
Tổng	57,01	60,17	58,21	70,14	34,69

3, trong khi đó 22,5°C số trứng được đẻ nhiều nhất là vào ngày thứ 4 và giảm vào các ngày sau đó, kết thúc đẻ trứng vào ngày thứ 14, 13, 15, 10, 10 tương ứng ở nhiệt độ 22,5°C, 25°C, 27,5°C, 30°C, 32,5°C.

Số trứng đẻ cao nhất là 19,29 quả/con cái ở nhiệt độ 30°C vào ngày đẻ trứng thứ 3.

Trong khi đó, kết quả của Xu *et al.*, (2001) ở Trung Quốc cho thấy thời gian đẻ trứng của nhện gié tại 30°C, 28°C và 25°C tương ứng là 17,2 ngày, 20,2 ngày và 25,6 ngày, dài hơn so với kết quả của báo cáo này.

Tổng số trứng được đẻ trên mỗi nhện trưởng thành cái có sự khác nhau giữa 5 mức nhiệt độ thí nghiệm. Ở 30°C sau 10 ngày đẻ trứng có số trứng là 70,14 quả/trưởng thành cái, thấp nhất là ở 32,5°C với tổng số trứng là 34,69 quả/trưởng thành cái. Trong khi đó, tổng số trứng được đẻ của một trưởng thành cái ở 22,5°C, 25°C và 27,5°C lần lượt là 57,01, 60,16 và 58,21.

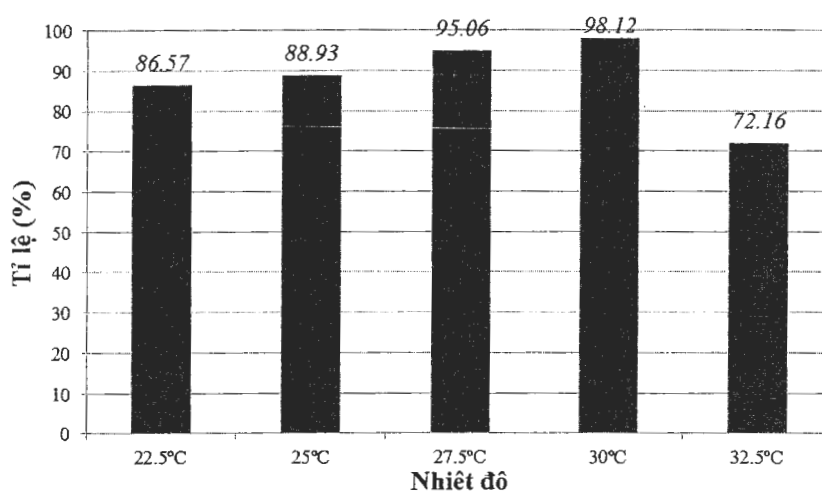
Tổng số trứng nhện gié đẻ ra của nghiên cứu này là cao hơn hẳn so với kết quả nghiên cứu ở Đài Loan và Cu Ba. Tại Đài Loan, nhện gié đẻ được 59,5 quả/trưởng thành cái ở 30°C và 20 quả/trưởng thành cái ở 20°C (Lo & Ho, 1979). Trong khi đó ở Cu Ba, một nhện trưởng thành cái đẻ được trung bình là $30,8 \pm 3,4$ trứng (Ramos và Rodríguez, 2001).

Như vậy, nhện gié là loài có sức đẻ trứng lớn và tập trung và nhiệt độ ảnh hưởng tới số trứng đẻ và thời gian đẻ trứng.

3.4. TỶ LỆ TRỨNG NỞ CỦA NHỆN GIÉ

Thu trứng 3 lần, vào các ngày đẻ trứng thứ 2, 4, 6 với tổng số trên 600 trứng của từng nhiệt độ cho thấy, tỷ lệ nở của trứng rất cao (HÌNH 3.5).

Qua HÌNH 3.5 cho thấy, tỷ lệ nở của trứng ở nhiệt độ khác nhau là khác nhau và nhiệt độ có ảnh hưởng lớn tới tỷ lệ trứng nở. Ở 30°C tỷ lệ trứng nở là cao nhất với 98,12%, tiếp sau là ở 27,5°C với 95,06%. Thấp nhất là ở 32,5°C với 72,16% số trứng nở. Khi nhiệt độ tăng từ 22,5°C – 30°C tỉ lệ trứng nở tăng tỷ lệ thuận, nhưng nhiệt độ vượt tới 32,5°C tỷ lệ này giảm xuống.



HÌNH 3.5. Tỷ lệ trứng nở tại các nhiệt độ

3.5. TỶ LỆ GIỚI TÍNH CỦA NHỆN GIÉ

Như chúng ta đã biết đối với sự phát triển quần thể thì con cái giữ vai trò rất quan trọng đối với sự gia tăng quần thể của một loài. Tỷ lệ con cái càng cao thì loài sinh vật đó càng có sức tăng quần thể lớn.

Kết quả nuôi sinh học nhện gié cho thấy nhiệt độ có ảnh hưởng lớn tới tỉ lệ đực/cái. Tỷ lệ này ở nhiệt độ 22,5°C, 25°C, 27,5°C, 30°C, 32,5°C lần lượt là 1/4,69; 1/5,81; 1/7,44; 1/8,34; 1/2,35. Nghiên cứu của Lo & Ho, (1979) cho biết tỉ lệ cái/ đực là 3 con cái 1 con đực, tỉ lệ này có thể lên đến 8 con cái 1 con đực.

3.6. BẢNG SỐNG (LIFE TABLE) CỦA NHỆN GIẾ

Từ kết quả thí nghiệm nuôi sinh học, tỉ lệ sống sót (lx), sức sinh sản (mx), tỉ lệ trứng nở, tỉ lệ đực cái của nhện giế *S. spinki* chúng tôi lập được bảng sống (life table) của nhện giế ở nhiệt độ 22,5°C, 25°C, 27,5°C, 30°C, 32,5°C (BẢNG 3.4).

Kết quả BẢNG 3.4 chỉ ra rằng, nhiệt độ có ảnh hưởng rõ rệt tới tỉ lệ sống sót (lx) và sức sinh sản (mx). Trong khoảng nhiệt độ từ 22,5-30°C nhện giế có tỉ lệ sống sót đạt 100% tới 10-14 ngày. Khi nhiệt độ 32,5°C, thì ngay ở ngày thứ 3 nhện giế đã bắt đầu có những cá thể chết. Trong khi đó nhiệt độ từ 25-30°C, thì nhện giế có sức sinh sản là rất cao, cao nhất ở 30°C, tại nhiệt độ này vào ngày tuổi thứ 10 sức sinh sản là 11,59, nhưng khi nhiệt độ ở 32,5°C thì sức sinh sản đã giảm đi rất nhiều, sức sinh sản cao nhất cũng chỉ là 1,84 vào ngày tuổi thứ 8.

Như vậy, nhện giế *S. spinki* có tỷ lệ sống sót và sức sinh sản là cao ở nhiệt độ từ 25-30°C.

Tổng hợp các chỉ tiêu nuôi sinh học cơ bản nhện giế *S. spinki* ở 5 mức nhiệt độ 22,5°C, 25°C, 27,5°C, 30°C, 32,5°C được trình bày ở BẢNG 3.5.

Kết quả ở BẢNG 3.5 cho thấy nhiệt độ có ảnh hưởng rất lớn các chỉ tiêu sinh học của nhện giế. Ở nhiệt độ 30°C sau 1,44 ngày nhện giế đã tăng đôi quần thể, trong khi đó nhiệt độ ở 22,5°C và 32,5°C thì thời gian tăng đôi quần thể là dài hơn, tương ứng là 2,76 và 2,65 ngày.

Hệ số nhân của một thế hệ (R_0) của nhện giế là cao, cao nhất ở nhiệt độ 30°C với R_0 là 59,96 và thấp nhất ở nhiệt độ 32,5°C với R_0 là 7,24. R_0 ở 3 mức nhiệt độ 22,5°C, 25°C, 28,5°C lần lượt là 27,31; 37,34; 46,65.

Kết quả BẢNG 3.5 còn cho thấy thời gian hoàn thành một thế hệ của nhện giế là rất ngắn từ 7,56-13,15 ngày. Như vậy, trong điều kiện khí hậu của nước ta một năm nhện giế có thể hoàn thành từ 26-48 thế hệ.

30°C là nhiệt độ thích hợp nhất cho nhện giế phát triển với vòng đời ngắn, tỉ lệ sống sót cao, sức sinh sản lớn cho nên tỉ lệ tăng tự nhiên r đạt cao nhất là 0,48. Khi nhiệt độ lên đến 32,5°C không còn thuận lợi cho nhện giế phát sinh phát triển, mặc dù vòng đời rất ngắn với 5,54 ngày, tuy nhiên do tỉ lệ sống sót (lx) và sức sinh sản (mx) thấp vì thế nên tỉ lệ tăng tự nhiên r chỉ là 0,26. Nhiệt độ 25°C và 27,5°C có r khá cao lần lượt là 0,33 và 0,38. Khi nhiệt độ ở mức 22,5°C thì vòng đời của nhện giế kéo dài tới 10,06 ngày, sức sinh sản không cao vì thế tỉ lệ tăng tự nhiên r là 0,25, thấp nhất trong 5 mức nhiệt độ thí nghiệm.

BẢNG 3.4. Bảng sống (life table) của nhện gié ở 22,5°C; 25°C; 27,5°C; 30°C; 32,5°C ẩm độ 97%

22,5°C			25°C			27,5°C			30°C			32,5°C		
x	lx	mx	x	lx	mx	x	Lx	Mx	x	lx	mx	x	lx	mx
0-8,17	1	0	0- 6,75	1	0	0-5,38	1	0	0- 4,476	1	0	0-3,46	1	0
8,50	1	0,02	7,08	1	0,05	6,042	1	0,05	4,8058	1	0,03	3,79	0,98	0
8,83	1	0,04	7,42	1	0,10	6,375	1	0,13	5,1458	1	0,06	4,13	0,93	0,01
9,17	1	0,23	7,75	1	0,19	6,708	1	0,32	5,4758	1	0,11	4,46	0,85	0,04
9,50	1	0,27	8,08	1	0,59	7,042	1	1,02	5,8058	1	0,43	4,79	0,80	0,11
9,83	1	0,31	8,42	1	0,76	7,375	1	0,64	6,1458	1	1,14	5,13	0,78	0,34
10,17	0,92	1,04	8,75	1	0,93	7,708	1	0,99	6,4758	1	1,48	5,46	0,75	0,30
10,50	0,89	0,48	9,08	1	3,31	8,042	1	2,51	6,8058	1	2,39	5,79	0,73	0,46
10,83	0,87	0,54	9,42	1	0,93	8,375	1	1,47	7,1458	1	3,87	6,13	0,70	0,99
11,17	0,84	1,85	9,75	1	1,62	8,708	1	1,82	7,4758	1	3,33	6,46	0,70	0,39
11,50	0,84	0,79	10,08	0,97	5,66	9,042	1	4,76	7,8058	1	461	6,79	0,70	0,65
11,83	0,84	1,12	11,08	0,97	7,78	9,375	1	1,20	8,1458	1	8,83	7,13	0,68	1,84
12,17	0,84	2,74	12,08	0,94	6,23	9,708	1	2,32	9,1458	1	11,59	8,13	0,68	1,15
12,50	0,84	1,02	13,08	0,91	4,12	10,042	1	5,82	10,146	1	9,31	9,13	0,60	1,12
12,83	0,84	1,73	14,08	0,91	3,31	11,042	1	6,63	11,146	0,97	6,58	10,13	0,55	1,54
13,17	0,84	5,01	15,08	0,75	2,00	12,042	1	5,56	12,146	0,97	3,96	11,13	0,50	0,95
14,17	0,84	4,80	16,08	0,69	1,55	13,042	1	4,25	13,146	0,84	2,14	12,13	0,43	0,85
15,17	0,82	3,33	17,08	0,56	0,93	14,042	1	2,62	14,146	0,77	0,71	13,13	0,33	0,94
16,17	0,79	2,60	18,08	0,44	0,29	15,042	0,97	2,06	15,146	0,68	0,28	14,13	0,23	0,47
17,17	0,79	2,06	19,08	0,28	0,17	16,042	0,97	1,34	16,146	0,48	0,09	15,13	0,20	0,44
18,17	0,74	1,21	20,08	0,22	0,10	17,042	0,87	0,67						
19,17	0,68	0,89	21,08	0,16	0	18,042	0,77	0,53						
20,17	0,63	0,64	22,08	0,06	0	19,042	0,77	0,21						

(Xem tiếp trang 29)

BẢNG 3.4. Bảng sống (life table) của nhện gié ở 22,5°C; 25°C; 27,5°C; 30°C; 32,5°C ẩm độ 97% (Tiếp trang 28)

22,5°C			25°C			27,5°C			30°C			32,5°C		
x	lx	mx	x	lx	mx	x	Lx	Mx	x	lx	mx	x	lx	mx
21,17	0,55	0,31				20,042	0,55	0,11						
22,17	0,42	0,13				21,042	0,35	0,11						
23,17	0,29	0,06				22,042	0,23	0,03						
24,17	0,16	0,02				23,042	0,10	0						

Ghi chú : x - ngày tuổi; lx- tỷ lệ sống sót tự nhiên với lo =1; mx- sức sinh sản

BẢNG 3.5. Các chỉ tiêu sinh học cơ bản của nhện gié *Steneotarsonemus spinki* Smiley ở 22,5°C, 25°C, 27,5°C, 30°C, 32,5°C, ẩm độ 97%

Chỉ tiêu	22,5°C	25°C	27,5°C	30°C	32,5°C
• Vòng đời(ngày)	10,06 ± 0,94	8,46 ± 0,82	7,67 ± 1,01	6,21 ± 0,50	5,54 ± 0,78
• $T = \sum x.lx.mx.e^{-rx}$	13,15	10,86	10,02	8,48	7,56
• $Tc = (\sum x.lx.mx/R_0)$	13,83	11,49	10,98	9,17	8,36
• $Ro = \sum lx.mx$	27,31	37,34	46,65	59,96	7,24
• Tỷ lệ tăng tự nhiên (r)	0,25	0,33	0,38	0,48	0,26
• Giới hạn tăng tự nhiên (λ)	1,29	1,40	1,47	1,62	1,30
• Thời gian tăng đôi quần thể (DT)	2,76	2,08	1,81	1,44	2,65

BẢNG 3.6. Tỷ lệ tăng tự nhiên (r) của một số loài dịch hại ở Việt Nam

Loài dịch hại	t (0°C)	r	Nguồn
Bọ hà Khoai lang (<i>Cylas formicarius</i>)	30	0,064	Nguyễn Văn Đĩnh, 2002
Rầy nâu nhỏ (<i>Laodelphax striatellus</i>)	30	0,1294	Trần Quyết Tâm và cs., 2013
Nhện đỏ bông (<i>Tetranychus urticae</i>)	28,9	0,269	Mai Văn Hào, 2010
Nhện đỏ chè (<i>Oligonychus coffeae</i>)	30	0,217	Nguyễn Văn Đĩnh, 1994
Nhện trắng (<i>Polyphagotarsonemus latus</i>)	30	0,340	Nguyễn Văn Đĩnh, 1994
Nhện hành tỏi (<i>Rhizoglyphus echinopus</i>)	30	0,29	Hoàng Kim Thoa và cs., 2014

So sánh với tỷ lệ tăng tự nhiên của 6 loài dịch hại (BẢNG 3.6) thì nhện gié có tỷ lệ tăng tự nhiên là cao nhất, với r là 0,48 ở 30°C, cao hơn loài nhện đỏ hại chè *Oligonychus coffea* và nhện trắng *P. latus* lần lượt 2,21 và 1,41 lần.

Kết quả này cho thấy, tiềm năng gây hại to lớn của nhện gié trên lúa ở Việt Nam. Thực vậy, kể từ khi được ghi nhận năm 1992 bởi Ngô Đình Hòa thì tới năm 2010 diện tích lúa được ghi nhận bị nhện gié gây hại đã là 64.848 ha (Dương Tiến Viên và cs., 2012).

Kết quả trên cho thấy trong khoảng nhiệt độ từ 25-30°C nhện gié phát triển thuận lợi nhất. Việt Nam là nước có khí hậu nhiệt đới gió mùa, nhiệt độ trung bình trong 10 năm từ 2001–2010 tại Đồng bằng sông Hồng là 23,78°C (Trạm khí tượng Láng, Hà Nội) là nhiệt độ hơi thấp cho nhện gié phát triển, nhưng ở vùng Đồng bằng sông Cửu Long có nhiệt độ trung bình 10 năm 2001–2010 là 27,6°C ẩm độ tương đối 80,7% (Trạm khí tượng Châu Đốc, Long An) đây là điều kiện rất thuận lợi cho nhện gié phát sinh gây hại.

3.7. KÝ CHỦ CỦA NHỆN GIÉ

Ngoài cây lúa (*Oryza sativa* (L.)), trên 11 loài cỏ dại phổ biến trên ruộng lúa, đã phát hiện thấy nhện gié có mặt trên 3 loài cỏ là cỏ lồng vực cạn *Echinochloa colona* (L.) Link, cỏ chỉ *Cynodon dactylon* (L.) Pers. và cỏ lồng vực nước *Echinochloa crusgalli* (L.) Beauv. Ngoài ra khi lây nhiễm trên lúa dại cho thấy nhện gié phát triển trên lúa dại (BẢNG 3.7).

Theo nguyên tắc cây ký chủ là trên cây đó loài dịch hại sống và hoàn thành được vòng đời. Kết quả BẢNG 3.7 chỉ ra rằng, nhện gié hoàn thành vòng đời trên 4 loài cây là lúa dại, cỏ lồng vực cạn, cỏ lồng vực tím và cỏ lồng vực nước. Trên các loài cây này, khi lây nhiễm nhện gié, sau 10 ngày thí nghiệm quan sát thấy đầy đủ các pha phát dục của nhện gié trên đó. Điều này xác

BẢNG 3.7. Khả năng hoàn thành vòng đời của nhện gié trên các loài cây trong điều kiện thí nghiệm (Trường ĐH Nông nghiệp Hà Nội, 2010, 2012)

STT	Tên Việt Nam	Tên khoa học	T	NNĐĐ	NNKDĐ	NTT	Đánh giá
	Họ Hòa thảo	Poaceae					
1	Lúa đại	<i>Oryza latifolia</i>	++	+	++	++	HT
2	Cỏ lồng vực cạn	<i>Echinochloa colona</i> (L.) Link	+	+	+	+	HT
3	Cỏ lồng vực nước	<i>Echinochloa crusgalli</i> (L.) Beauv	+	+	+	+	HT
4	Cỏ lồng vực tím	<i>E. glabrescens</i> (Munro) Koss.	+	+	+	+	HT
5	Cỏ mần trầu	<i>Eleusine indica</i> (L.) Gaertn.	-	-	-	-	KHT
6	Cỏ đuôi phụng	<i>Leptochloa chinensis</i> (L.) Nees	-	-	-	-	KHT
7	Cỏ kê	<i>Panicum maximum</i> Jacq.	-	-	-	-	KHT
8	Cỏ chỉ (cỏ gà)	<i>Cynodon dactylon</i> (L.) Pers.	-	-	-	+	KHT
	Họ Cói	Cyperaceae					
9	Cỏ lác mỡ	<i>Cyperus iria</i> L.	-	-	-	-	KHT
10	Cỏ chát	<i>Fimbristylis miliacea</i> (L.) Vahl	-	-	-	-	KHT
11	Cỏ lông lợn	<i>Fimbristylis diphylla</i> Vahl	-	-	-	-	KHT
	Họ Lục bình	Pontederiaceae					
12	Rau mác bao	<i>Monochoria vaginalis</i> (Burm.f.)	-	-	-	-	KHT

–: là không có nhện; +: là có <5 cá thể/cây; ++: có từ 5–20 cá thể/cây; +++: có từ 21 cá thể/cây trở lên; T- trứng; NNĐĐ- nhện non di động; NNKDĐ- nhện non không di động; TT- trưởng thành; HT- hoàn thành vòng đời; KHT- không hoàn thành vòng đời

định chúng là ký chủ của nhện gié. Trong khi đó 8 loài cây còn lại khi kiểm tra nhện gié sau lây nhiễm thì không còn thấy sự hiện diện của nhện gié nữa.

Trên thế giới, nghiên cứu của Jiang *et al.*, (1994) đã ghi nhận sự hiện diện của nhện gié trên lúa đại, cỏ lồng vực nước và cỏ lồng vực cạn. Điều này phù hợp với công bố của Hummel *et al.*, (2009), trong thành phần loài cây có sự hiện diện của nhện gié trên thế giới, thì ở họ Hòa thảo (Poaceae) có 14 loài là ký chủ của nhện gié trong đó có cây lúa đại và 03 loài cỏ lồng vực.

Nghiên cứu về ký chủ của nhện gié tại Sri Lanca của Chandrasena *et al.*, (2016) đã cho thấy họ Lác (Cyperaceae) có 3 loài *Cyperus rotundus* (L.), *C. kyllingia* Endl., *C. iria* (L.), họ Hòa thảo (Poaceae) có 5 loài *Leptochloa chinensis* (L.), *Echinocloa crus-galli* (L.), *Paspalum scrobiculatum* (L.), *Imperata cylindrical* (L.), *Sacciolepis interrupta* (Willd.) và 5 loài lúa đại *Oryza nivara*, *O. echinigery*, *O. rufipogon*, *O. granulate*, *O. rizomatis* là ký chủ của nhện gié.

Chương 4

QUY LUẬT PHÁT SINH GÂY HẠI

4.1. SỰ PHÁT SINH GÂY HẠI TRONG NĂM TẠI 7 VÙNG SINH THÁI

Điều tra được tiến hành vào 2 năm 2010 và 2011. Địa điểm điều tra đại diện của 7 vùng sinh thái bao gồm:

- Vùng miền núi Tây Bắc bộ: xã Chiềng Cơi, thành phố Sơn La, tỉnh Sơn La.
- Vùng đồng bằng sông Hồng: xã Công Lý, huyện Lý Nhân, tỉnh Hà Nam.
- Vùng Bắc Trung bộ: xã Hưng Đạo, huyện Hưng Nguyên, tỉnh Nghệ An.
- Vùng Nam Trung bộ: xã Nghĩa Thương, huyện Tư Nghĩa, tỉnh Quảng Ngãi.
- Vùng Tây Nguyên: thị trấn Liên Sơn, huyện Lắk, tỉnh Đắk Lắk.
- Vùng Đông Nam bộ: xã Phú Lâm, huyện Tân Phú, tỉnh Đồng Nai.
- Vùng Tây Nam bộ: xã Vĩnh Phú, huyện Thoại Sơn, tỉnh An Giang.

Phương pháp điều tra nhện gié được áp dụng theo Quy chuẩn Việt Nam QCVN 1-38 của Bộ Nông nghiệp & PTNN (2010) tại 7 điểm đại diện của 7 vùng sinh thái trong thời gian 2 – 3 vụ lúa của 1 năm.

Cụ thể: điều tra định kỳ 7 ngày một lần, trên mỗi ruộng điều tra 10 điểm theo đường chéo góc, mỗi điểm điều tra 10 khóm, mỗi khóm 1 danh, điểm điều tra phải cách bờ ít nhất 2 m. Các danh lúa điều tra được thu cho vào túi

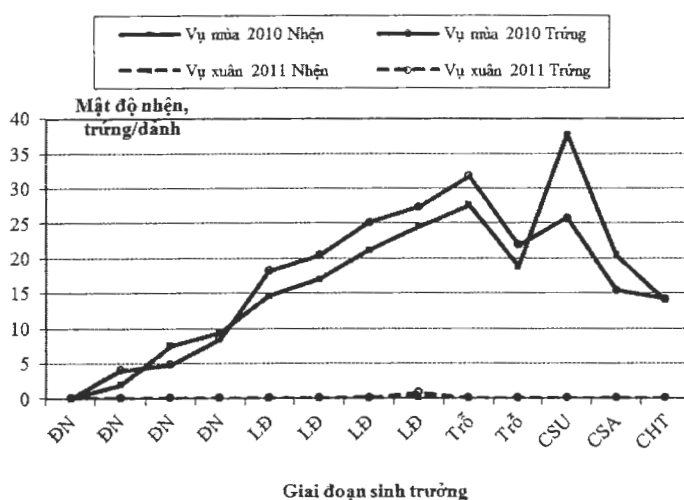
nilon đem về phòng thí nghiệm soi trên kính lúp 40×, xác định mật độ nhện gié, trứng nhện gié có trên từng dảnh.

4.1.1. Diễn biến mật độ và mức độ gây hại của nhện gié ở vùng Tây Bắc (Sơn La)

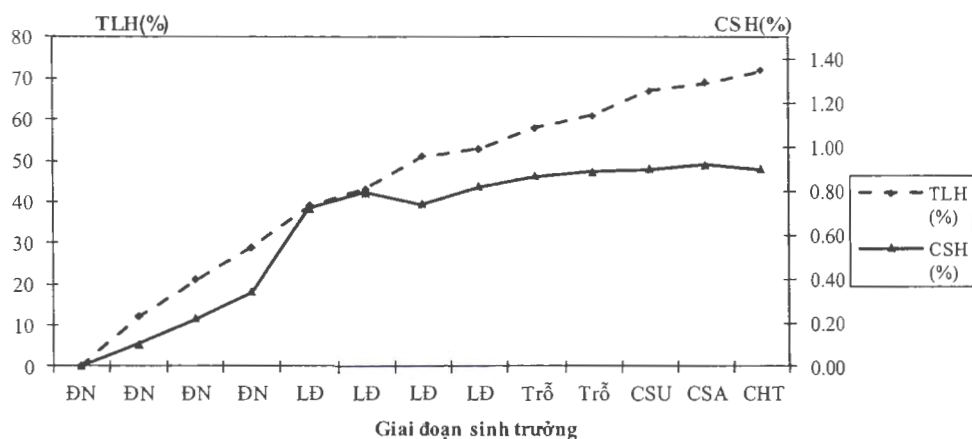
Qua điều tra diễn biến mật độ và mức độ gây hại của nhện gié trên lúa vụ mùa 2010 và vụ xuân 2011 tại Sơn La, cho thấy: vụ mùa, nhện gié phát sinh và gây hại vào giai đoạn lúa đẻ nhánh (sau cấy 27 ngày) với mật độ thấp (4,0 nhện và 1,9 trứng/dảnh). Mật độ nhện tăng nhanh vào giai đoạn làm đồng tới trổ (31,7 nhện và 27,6 trứng/dảnh). Khi lúa trổ hoàn toàn có phun thuốc Conphai 15WP để trừ rầy nên mật độ nhện gié có giảm, sau đó mật độ nhện đạt đỉnh cao vào giai đoạn chín sữa (37,7 nhện và 25,7 trứng/dảnh), giai đoạn chín sấp và chín hoàn toàn, mật độ nhện giảm.

Vụ xuân 2011, nhện gié phát sinh và gây hại vào giai đoạn lúa kết thúc đẻ nhánh (15-29/4) với mật độ rất thấp (0,06-0,13 nhện và trứng/dảnh). Giai đoạn làm đồng trổ mật độ nhện tăng (0,1 nhện và 0,8 trứng/dảnh).

Như vậy, ở vùng Sơn La trong 2 vụ lúa thì nhện gié phát sinh gây hại vào giai đoạn lúa đẻ nhánh và kết thúc đẻ nhánh, mật độ nhện gié ở vụ mùa cao hơn rất nhiều so với vụ xuân (HÌNH 4.1).



HÌNH 4.1. Diễn biến mật độ nhện gié hại lúa tại Sơn La vụ mùa 2010 và vụ xuân 2011 (Ghi chú: ĐN- đẻ nhánh; LĐ- làm đồng; CSU- chín sữa; CSA- chín sấp; CHT- chín hoàn toàn, ký hiệu dùng chung cho các hình).
(Dương Tiến Viện và cs., 2012)



HÌNH 4.2. Tỷ lệ hại và chỉ số hại của nhện gié tại Sơn La vụ mùa 2010

Ghi chú: ĐN- đẻ nhánh; LĐ- làm đồng; CSU- chín sữa; CSA- chín sấp;

CHT- chín hoàn toàn

(Dương Tiến Viên và cs., 2012)

Tỷ lệ hại của nhện gié ở vụ mùa 2010 tăng mạnh từ giai đoạn lúa đẻ nhánh rộ (29%), đạt cao nhất vào giai đoạn chín sấp (69%) và chín hoàn toàn (72%). Chỉ số hại nhìn chung thấp, tăng nhanh vào giai cuối đẻ nhánh (0,34%), đạt đỉnh cao từ giai đoạn lúa trỗ đến chín sấp (0,89-0,92%) (HÌNH 4.2).

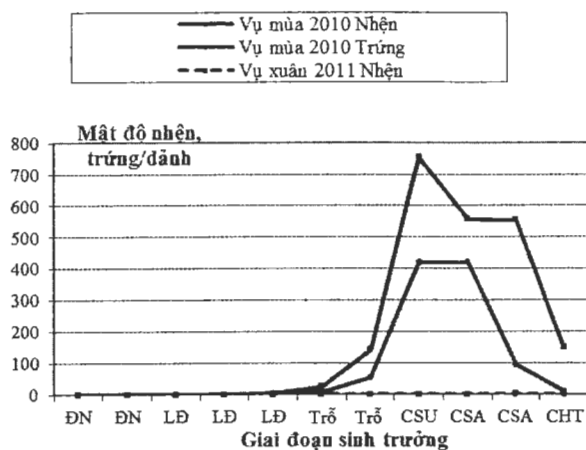
4.1.2. Diễn biến mật độ và mức độ gây hại của nhện gié ở vùng đồng bằng sông Hồng (Hà Nam)

Điều tra sự phát sinh gây hại của nhện gié tại Hà Nam vụ mùa 2010 trên giống Khang dân 18 cho thấy nhện gié phát sinh gây hại rõ vào giai đoạn làm đồng (sau cấy 45 ngày). Mật độ nhện gié tăng nhanh khi lúa trỗ thấp thoi và đạt đỉnh cao nhất vào giai đoạn chín sữa (754,8 nhện gié và 419,2 trứng/dảnh). Sau đó, mật độ nhện gié giảm nhanh vào giai đoạn chín sấp và chín hoàn toàn (142,6 nhện gié và 9,6 trứng/dảnh).

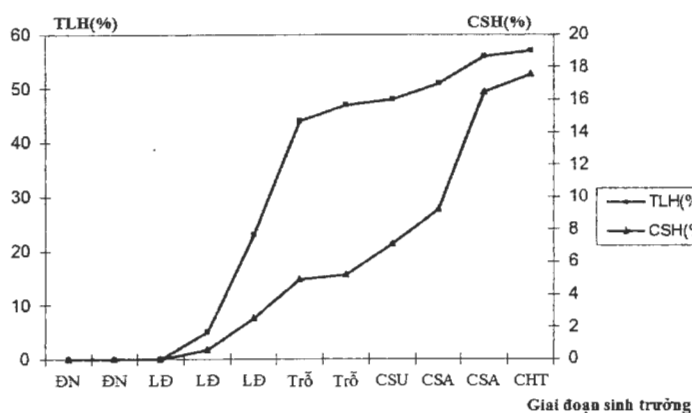
Vụ xuân 2011, nhện gié phát sinh vào giai đoạn lúa trỗ, chín sữa (1/6/2011) với mật độ rất thấp (0,35 nhện gié và 0,06 trứng/dảnh) và ở giai đoạn chín hoàn toàn (0,63 nhện gié và 0,3 trứng/dảnh) (HÌNH 4.3).

Tỷ lệ hại của nhện gié trên lúa vụ mùa 2010 ở Hà Nam tăng nhanh từ giai đoạn làm đồng (23%) tới giai đoạn trỗ (44%) và cao nhất ở giai đoạn chín hoàn toàn (57%).

Chỉ số hại cũng tăng nhanh ở giai đoạn làm đồng (2,6%), trỗ (4,89%) và đạt đỉnh cao vào giai đoạn chín hoàn toàn (17,6%) (HÌNH 4.4).



HÌNH 4.3. Diễn biến mật độ nhện gié hại lúa tại Hà Nam vụ mùa 2010 và vụ xuân 2011 (Dương Tiến Viên và cs., 2012)

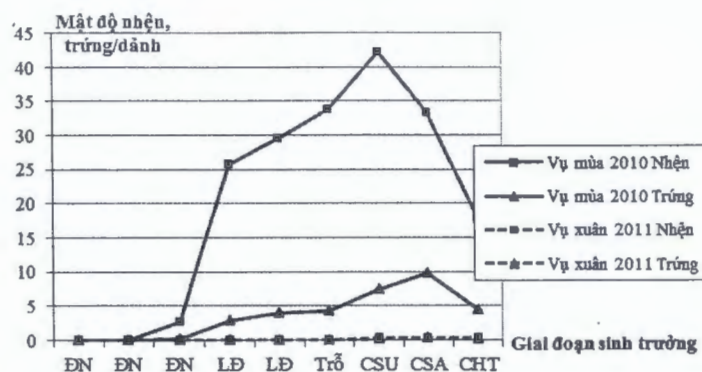


HÌNH 4.4. Tỷ lệ hại và chỉ số hại của nhện gié tại Hà Nam vụ mùa 2010 (Dương Tiến Viên và cs., 2012)

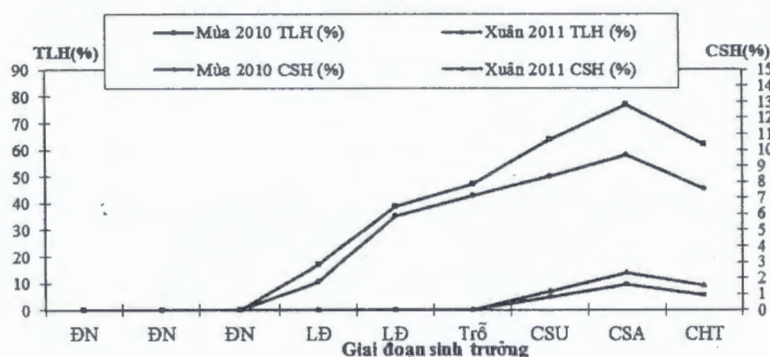
4.1.3. Diễn biến mật độ và mức độ gây hại của nhện gié tại Bắc Trung bộ (Nghệ An)

Tại Nghệ An, vụ lúa mùa 2010 trên giống Hương thơm số 1, giai đoạn cuối đẻ nhánh (26/7/2010) nhện gié gây hại với mật độ thấp (2,7 nhện và 0,2 trứng/dảnh), sau đó mật độ nhện tăng nhanh vào thời kỳ làm đồng, trổ bông và đạt đỉnh cao vào thời kỳ lúa chín sữa (42,2 nhện gié và 7,5 trứng/dảnh).

Vụ xuân 2011, nhện gié phát sinh gây hại vào giai đoạn lúa trổ, chín sữa (16-23/5/2011) với mật độ rất thấp (0,4 nhện gié và 0,1 trứng/dảnh), giai đoạn chín hoàn toàn nhện gié vẫn duy trì mật độ rất thấp (0,3 nhện gié và 0,2 trứng/dảnh) (HÌNH 4.5).



HÌNH 4.5. Diễn biến mật độ nhện gié hại lúa tại Nghệ An vụ mùa 2010 và vụ xuân 2011 (Dương Tiến Viện và cs., 2012)



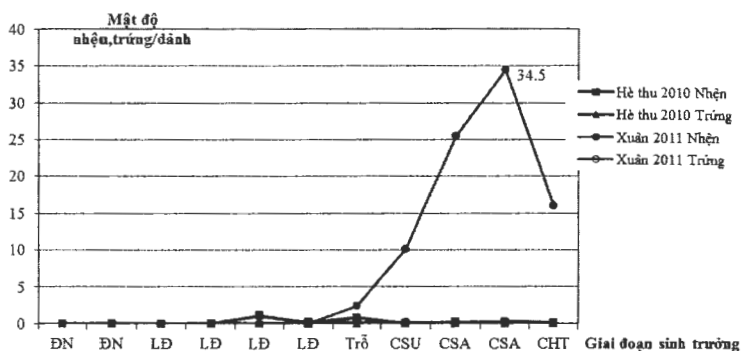
HÌNH 4.6. Tỷ lệ hại, chỉ số hại của nhện gié tại Nghệ An vụ mùa 2010, vụ xuân 2011 (Dương Tiến Viện và cs., 2012)

Vụ mùa 2010, tỷ lệ hại của nhện gié ở Nghệ An tăng từ giai đoạn làm đòng (17%) tới giai đoạn trổ bông (64%), đạt đỉnh cao vào giai đoạn lúa chín sữa (77%). Chỉ số hại cũng tăng nhanh từ giai đoạn làm đòng (1,78%) và đạt cao nhất vào giai đoạn chín sữa, chín sấp (9,67%) (HÌNH 4.6).

Vụ xuân 2011, tới giai đoạn chín sữa tỷ lệ hại của nhện gié là 7%, chín sấp 14% sau đó giảm xuống 9% vào giai đoạn chín hoàn toàn. Chỉ số hại 0,78% vào giai đoạn chín sữa và cao nhất là 1,56% vào giai đoạn chín sấp.

4.1.4. Diễn biến mật độ và mức độ gây hại của nhện gié tại Nam Trung bộ (Quảng Ngãi)

Vụ hè thu 2010, trên giống lúa Xi23 vào giai đoạn làm đòng nhện gié gây hại với mật độ rất thấp (1,1 nhện gié và 0,04 trứng/dảnh), cùng với giai đoạn này



HÌNH 4.7. Diễn biến mật độ nhện gié tại Quảng Ngãi vụ hè thu 2010 và vụ xuân 2011 (Dương Tiến Viện và cs., 2012)

trên lúa bị sâu cuốn lá gây hại nặng nên nông dân đã sử dụng thuốc Sherzol 205^{EC} phun trừ 2 lần, do vậy ở các giai đoạn sau mật độ nhện gié gây hại trên lúa là rất thấp (0,2 nhện gié/dảnh).

Vụ đông xuân 2011, trên giống Xi23 nhện gié phát sinh gây hại muộn với mật độ thấp. Cuối tháng 3 (31/3) vào giai đoạn lúa thấp thoi trở mật độ nhện gié gây hại ở mức thấp (2,4 nhện gié và 0,2 trứng/dảnh), sau đó mật độ nhện gié tăng nhanh và đạt cao nhất vào giai đoạn chín sữa (34,5 nhện gié và 0,2 trứng/dảnh) (HÌNH 4.7).

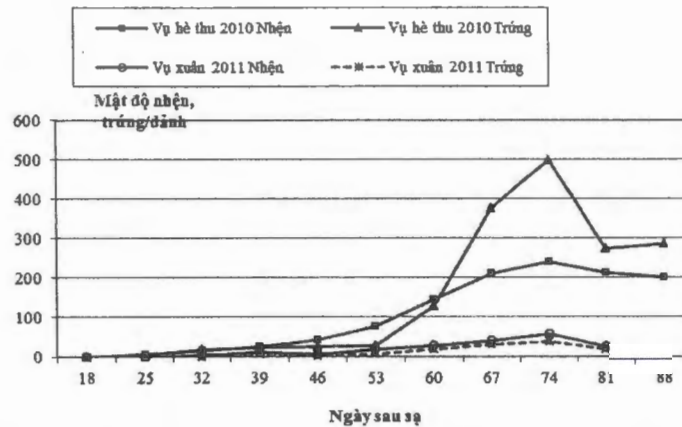
4.1.5. Diễn biến mật độ nhện gié tại vùng Tây Nguyên (Đắk Lắk)

Kết quả điều tra nhện gié vụ xuân hè 2011 tại thị trấn Liên Sơn, huyện Lắk, Đắk Lắk trên giống lúa V1392 cho thấy, nhện gié xuất hiện gây hại trên lúa vào giai đoạn sau sạ 50 ngày với mật độ rất thấp (0,4 nhện/dảnh). Mật độ nhện gié tăng vào giai đoạn 64-71 ngày sau sạ (1,23 nhện gié và 0,8 trứng/dảnh), đến giai đoạn sau sạ 85 ngày mật độ nhện giảm còn 0,64 nhện gié/dảnh.

Vụ hè thu năm 2011, trên 2 giống lúa IR64 và VND 95-20 mật độ nhện gié cũng rất thấp, cao nhất là thời điểm 71 ngày sau sạ, mật độ tương ứng là 8,1 và 6,4 con/dảnh.

4.1.6. Diễn biến mật độ nhện gié tại vùng Đông Nam bộ (Đồng Nai)

Vụ hè thu 2010 tại Đồng Nai vào thời gian sau sạ 25 ngày (đầu tháng 7) trên giống OM4900 nhện gié phát sinh gây hại với mật độ thấp (6,5 nhện gié và 3,8 trứng/dảnh), mật độ nhện gié tăng vào giai đoạn trước trở (53 ngày sau sạ) với



HÌNH 4.8. Diễn biến mật độ nhện gié tại Đồng Nai vụ hè thu 2010, vụ xuân 2011 (Dương Tiến Viên và cs., 2012)

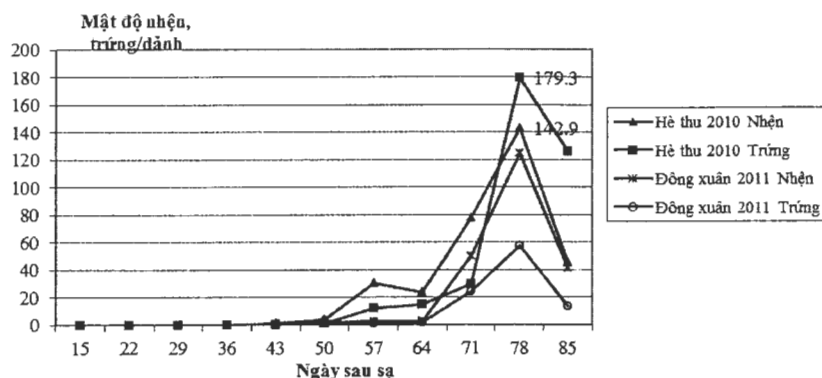
78 nhện gié và 28,5 trứng/dảnh. Mật độ nhện tăng nhanh và đạt đỉnh cao vào giai đoạn 74 ngày sau sạ (239 nhện gié và 497,8 trứng/dảnh), giai đoạn 88 ngày sau sạ mật độ nhện gié giảm (201,5 nhện gié và 286,8 trứng/dảnh).

Vụ lúa đông xuân 2011, trên giống OM4900 và OM3536, nhện gié phát sinh và gây hại từ giai đoạn sau sạ 32 ngày với mật độ thấp (3,3 nhện/dảnh). Mật độ nhện tăng nhanh vào giai đoạn 60 ngày sau sạ (29,2 nhện gié và 18 trứng/dảnh) và đạt đỉnh cao vào thời điểm 74 ngày sau sạ (56,6 nhện gié và 39 trứng/dảnh). Giai đoạn sau sạ 88 ngày, mật độ nhện giảm dần (13,5 nhện gié và 8,1 trứng/dảnh) (HÌNH 4.8). Nhìn chung mật độ nhện gié tại Đồng Nai là rất cao trong cả 2 vụ lúa.

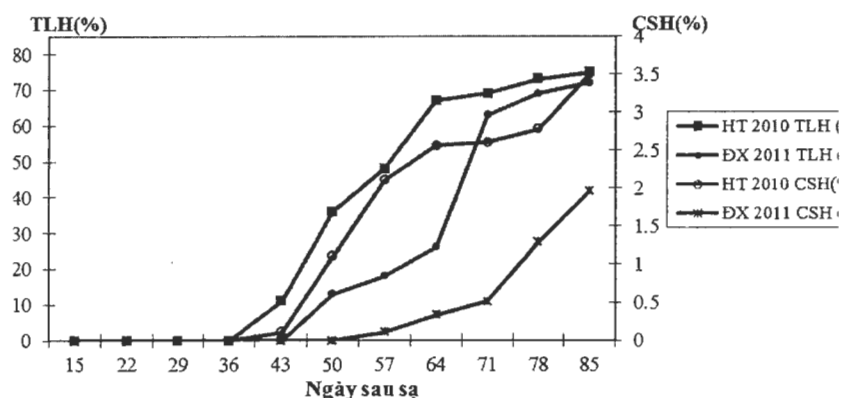
4.1.7. Diễn biến mật độ nhện gié hại lúa tại vùng Tây Nam bộ (An Giang)

Vụ lúa hè thu 2010 giai đoạn sau sạ 36 ngày, nhện gié và trứng nhện gié xuất hiện với mật độ thấp 0,11 nhện và 0,05 trứng/dảnh. Mật độ nhện gié tăng từ giai đoạn 57 ngày sau sạ (30,8 nhện và 11,8 trứng/dảnh) và tăng nhanh từ 71 đến 78 ngày sau sạ, đạt cao nhất vào giai đoạn 78 ngày sau sạ với 142,9 nhện gié và 179,3 trứng/dảnh.

Kết quả này cũng tương tự như nghiên cứu của Lê Đắc Thủy và cs (2011) tại Châu Thành, An Giang, mật độ nhện gié tăng nhanh sau 56 ngày sau sạ và đạt đỉnh cao vào 70 ngày sau sạ.



HÌNH 4.9. Diễn biến mật độ nhện gié hại lúa tại An Giang vụ hè thu 2010, vụ đông xuân 2011
(Dương Tiến Viện và cs., 2012)



HÌNH 4.10. Tỷ lệ hại, chỉ số hại của nhện gié hại lúa tại An Giang vụ hè thu 2010 và đông xuân 2011
(Dương Tiến Viện và cs., 2012)

Vụ lúa đông xuân 2010-2011 tại An Giang, nhện gié gây hại vào giai đoạn 50 ngày sau sạ với mật độ thấp (1,8 nhện gié và 2,5 trứng/dảnh). Sau sạ từ 71-78 ngày, mật độ nhện gié đạt đỉnh cao nhất trên đồng ruộng (124,4 nhện gié và 57,6 trứng/dảnh), sau đó mật độ giảm vào thời điểm 85 ngày sau sạ và cho tới khi trước thu hoạch (HÌNH 4.9).

Tỷ lệ hại và chỉ số hại của nhện gié ở vụ hè thu 2010 tăng nhanh vào 50 ngày sau sạ (tỷ lệ hại 36%, chỉ số hại 1,11%), sau sạ 85 ngày tỷ lệ hại 75% và chỉ số hại 3,51% (HÌNH 4.10).

Vụ đông xuân 2011, nhện gié gây hại với tỷ lệ hại và chỉ số hại thấp hơn vụ hè thu. Sau sạ 50 ngày tỷ lệ hại là 13%, sau sạ 85 ngày tỷ lệ hại và chỉ số hại của nhện gié tương ứng là 73% và 1,97%.

Tóm lại, sự phát sinh gây hại của nhện gié trong năm tại 7 điểm đại diện cho 7 vùng sinh thái của nước ta cho thấy trong năm, vụ 1 (vụ xuân) do nhiệt độ thấp và nguồn lây nhiễm ban đầu hạn chế, nên mật độ nhện gié thấp kéo theo tỷ lệ hại và chỉ số hại thấp. Sang vụ 2 (vụ mùa) khi thời tiết nóng hơn kèm theo nguồn lây nhiễm ban đầu dồi dào nên mật độ nhện gié cao, cao hơn hẳn vụ 1. Tỷ lệ hại và chỉ số hại cũng vậy cao hơn vụ thứ nhất. Đối với một số tỉnh Nam bộ có vụ 3, ở vụ này do mưa nhiều nên mật độ và sự gây hại của nhện gié không cao. Kết quả nghiên cứu trên cũng tương tự như nghiên cứu của Tseng (1984) tại Đài Loan và Jiang (1994) tại Trung Quốc. Theo các tác giả này thì trong 2 vụ lúa, vụ đầu từ tháng 1 đến tháng 5, quần thể nhện gié đạt đỉnh trong tháng 5, mật độ từ 10-100 nhện/dảnh; vụ thứ 2 gieo trồng từ tháng 5 đến tháng 10, mật độ quần thể nhện gié đạt đỉnh điểm từ giữa tháng 8, mật độ nhện 600-1100 nhện/dảnh.

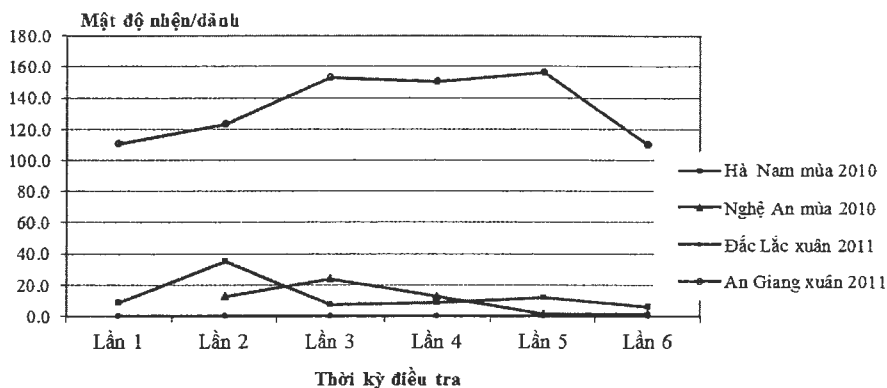
Số liệu nghiên cứu của chúng tôi năm 2010 và 2011 tại Trường Đại học Nông nghiệp Hà Nội (Lê Đắc Thủy và cs., 2011) cho thấy, khi lúa thấp thoi trở mật độ nhện gié trên giống Khang dân 18 là 100 con/dảnh đã gây thiệt hại 15,95% trong khi đó tại Hà Nam là 195 con/dảnh và tại An Giang trên giống IR 50404 mật độ 57,33 con/dảnh gây thiệt hại tới 31,11% .

4.2. SỰ PHÁT TRIỂN CỦA NHỆN GIÉ TRÊN LÚA CHẾT Ở CÁC VÙNG TRỒNG LÚA

Sau khi thu hoạch lúa vụ mùa ở các tỉnh miền Bắc, khu IV và vụ hè thu ở các tỉnh miền Trung, Tây Nguyên (Đắk Lắk) và Đông Nam bộ, Tây Nam bộ (An Giang) thì nhện gié vẫn phát triển bình thường trên cây lúa chết, lúa mọc ở trong ruộng, ở bờ ruộng và nương tười.

Cụ thể, ở Hà Nam, sau khi thu hoạch lúa mùa thì nhện gié vẫn tồn tại và phát triển trên lúa chết, mật độ 35 nhện và trứng/dảnh vào cuối tháng 10 và duy trì sang tháng 11 với mật độ từ 7-12 nhện/dảnh. Trong các tháng 11, 12 và tháng 1, lúc này thời tiết giá lạnh và khô, lúa chết chết nhiều vẫn tìm thấy nhện gié sống trong các ống thân cây lúa còn tươi, đặc biệt trong một số thân cây lúa bị sâu đục thân có thể bắt gặp quần thể nhện gié đông đặc khoảng vài trăm cá thể.

Tại Nghệ An, sau khi thu hoạch vụ lúa mùa vào cuối tháng 8 thì cuối tháng 9, đầu tháng 10 trên lúa chết nhện gié vẫn phát triển với mật độ khá cao (13-24 nhện/dảnh).



HÌNH 4.11. Diễn biến mật độ nhện gié trên cây lúa chết ở các vùng sinh thái (Dương Tiến Viên và cs., 2012)

Trên lúa chết vụ xuân hè ở Đắc Lắc, nhện gié tồn tại và phát triển với mật độ thấp hơn, từ 0,1-0,2 nhện/dảnh.

Đối với vùng trồng lúa An Giang, sau khi thu hoạch vụ xuân thì nhện gié vẫn phát triển trên cây lúa ở các bờ ruộng, bờ mương tưới tiêu với mật độ rất cao (156 nhện/dảnh) (HÌNH 4.11).

Trong trường hợp cây lúa hoặc lúa chết bị ngập, sau 1 tuần có thể thấy cây lúa và lúa chết bị chết, nhưng bóc bẹ của những cây lúa đã chết có thể vẫn thấy nhện gié phát triển trong đó.

Như vậy, sự tồn tại và phát triển của nhện gié trên cây lúa chết và cây lúa tồn tại giữa các vụ lúa sau khi thu hoạch là nguồn lây lan quan trọng nhất cho vụ sau.

4.3. THỜI ĐIỂM XUẤT HIỆN NHỆN GIÉ TRONG CÁC VỤ

BẢNG 4.1 tổng hợp kết quả điều tra ở các điểm đại diện cho 7 vùng sinh thái cho thấy thời điểm phát sinh và đỉnh cao mật độ nhện gié tại 7 vùng sinh thái có khác nhau.

Tại vùng núi Tây Bắc bộ (Sơn La), nhện gié phát sinh và gây hại trong vụ xuân vào giữa tháng 4, ở vụ mùa vào giữa tháng 8, đạt đỉnh cao mật độ vào giữa tháng 9 trên trà lúa mùa chính vụ.

Ở Hà Nam và Nghệ An nhện gié phát sinh gây hại trong vụ xuân và đạt đỉnh cao mật độ từ cuối tháng 5 đến giữa và cuối tháng 6, vụ mùa từ cuối tháng 7 tới giữa tháng 8 và đạt đỉnh cao mật độ từ cuối tháng 8 đến đầu tháng 9.

BẢNG 4.1. Thời gian phát sinh và đỉnh cao mật độ của nhện gié tại 7 vùng sinh thái

Địa điểm điều tra	Vụ xuân (Vụ 1)		Vụ mùa (Vụ 2)	
	Thời gian phát sinh	Mật độ cao	Thời gian phát sinh	Mật độ cao
Sơn La	15/4/2011	22/4/2011	17/8/2010	19/10/2010
Hà Nam	3/6/2011	24/6/2011	13/8/2010	4/9/2010
Nghệ An	23/5/2011	30/5/2011	26/7/2010	23/8/2010
Quảng Ngãi	31/3/2011	28/4/2011	28/7/2010	27/8/2010
Đắc Lắc	5/4/2011	19/4/2011	-	-
Đồng Nai	4/2/2011	8/4/2011	29/6/2010	25/8/2010
An Giang	1/2/2011	1/3/2011	11/5/2010	15/6/2010

Ở Quảng Ngãi, Đắc Lắc, vụ xuân nhện gié phát sinh gây hại từ cuối tháng 3, đầu tháng 4 và đạt đỉnh cao mật độ vào cuối tháng 4. Vụ mùa, nhện gié phát sinh gây hại vào cuối tháng 7, đạt đỉnh cao mật độ vào cuối tháng 8.

Vùng Tây Nam bộ, vụ đông xuân (vụ 1) nhện gié phát sinh gây hại từ đầu tháng 2, đạt đỉnh cao mật độ vào giữa tháng 3. Sang vụ 2 nhện gié phát sinh vào đầu tháng 5 và đỉnh cao mật độ là vào giữa tháng 6. Đối với vùng Đông Nam bộ (Đồng Nai), vụ 1 nhện gié phát sinh vào đầu tháng 2, đạt đỉnh cao vào giữa tháng 4, sang vụ 2 nhện gié phát sinh vào cuối tháng 6 và đỉnh cao mật độ là vào cuối tháng 8.

Nhìn chung, sự phát sinh gây hại của nhện gié tại 7 vùng sinh thái có những đặc điểm sau đây:

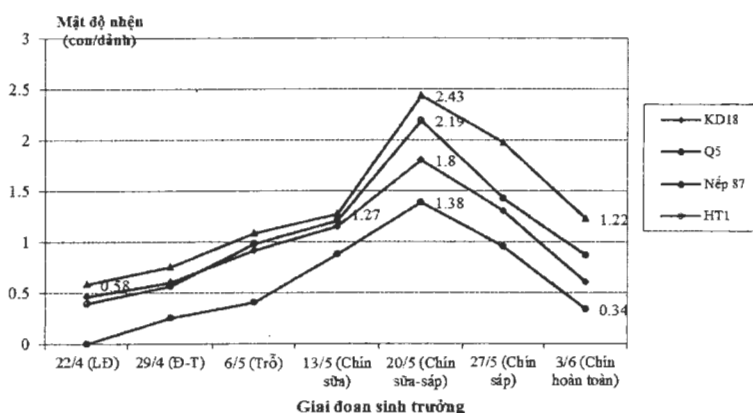
- Tại 7 điểm điều tra đại diện cho 7 vùng sinh thái, nhện gié phát sinh gây hại trên lúa ở tất cả các vụ lúa trong năm.
- Các tỉnh đồng bằng thâm canh lúa cao như Hà Nam (vụ mùa), Đồng Nai và An Giang (hè thu), nhện gié phát sinh gây hại với mật độ cao hơn hẳn vùng núi Tây Bắc bộ, Tây Nguyên và đồng bằng trung du Trung bộ (Nghệ An, Quảng Ngãi).
- Trong năm, lúa vụ đầu tiên (vụ xuân) nhện gié thường có mật độ thấp đến rất thấp, sang vụ thứ 2 (vụ mùa hoặc hè thu) mật độ nhện gié cao và thường gặp các triệu chứng gây hại điển hình như các vết cạo gió trên thân, bông lúa có nhiều hạt bị đen lép.

Vụ thứ 3 trong năm ở Nam bộ do có nhiều mưa nên mật độ và sự gây hại của nhện gié giảm hẳn. Trong 1 vụ, nhện gié thường xuất hiện sau khi cây lúa đẻ nhánh và đạt đỉnh cao vào giai đoạn lúa trở thấp thoi cho đến khi chín sữa, rồi giảm xuống thấp khi lúa chín hoàn toàn.

- Mật độ nhện gié trong vụ Hè thu ở An Giang và Đồng Nai và vụ mùa ở Hà Nam, giai đoạn thấp thoi trở là rất cao, tương ứng cho 3 điểm này là 108, 271,3 và 195,3 con/dảnh, ước tính thiệt hại trên 10-15%, những nơi cá biệt thiệt hại lên tới 30 – 60%.
- Sau khi thu hoạch lúa, nhện gié vẫn tồn tại và phát triển trên lúa chết và lúa mọc trên bờ ruộng, mương nước với mật độ khá cao đến rất cao, 35 nhện/dảnh ở Hà Nam; 24 nhện/dảnh ở Nghệ An và 156 nhện/dảnh ở An Giang. Đây là nguồn nhện gié tồn tại, phát triển và lan truyền gây hại chủ yếu cho vụ sau.

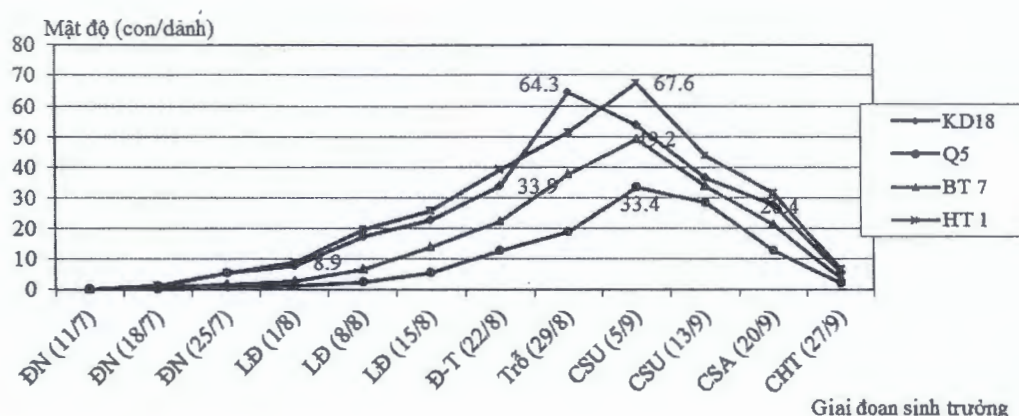
4.4. MỨC ĐỘ GÂY HẠI CỦA NHỆN GIÉ TRÊN LÚA CẤY Ở CÁC THỜI VỤ

Kết quả điều tra tại xã Cẩm Sơn, huyện Cẩm Giàng, tỉnh Hải Dương năm 2010 theo QCVN 1-38 cho thấy trên 4 giống trong vụ xuân (Nếp 87 và Hương thơm số 1, Khang dân 18 và Q5) nhện gié xuất hiện và gây hại muộn và mật độ rất thấp. Giai đoạn lúa làm đồng – trở, mật độ rất thấp (0,58 con/dảnh). Mật độ nhện tăng và đạt đỉnh cao vào giai đoạn chín sữa, chín sấp (1,38-2,43 con/dảnh), sau đó mật độ nhện gié giảm dần, giai đoạn chín hoàn toàn thì duy trì ở mật độ rất thấp (0,34-1,22 con/dảnh) (HÌNH 4.12).



HÌNH 4.12. Diễn biến mật độ nhện gié trên một số giống lúa vụ xuân 2010 tại Cẩm Sơn, Cẩm Giàng, Hải Dương

Sang vụ mùa 2010, trên 4 giống lúa cấy phổ biến là Khang dân 18, Q5, Bắc thơm số 7, Hương thơm số 1 cho thấy, nhện gié phát sinh gây hại sớm hơn vào giai đoạn lúa đẻ nhánh (18/7/2010) với mật độ thấp (0,9-1,2 con/dảnh), tăng

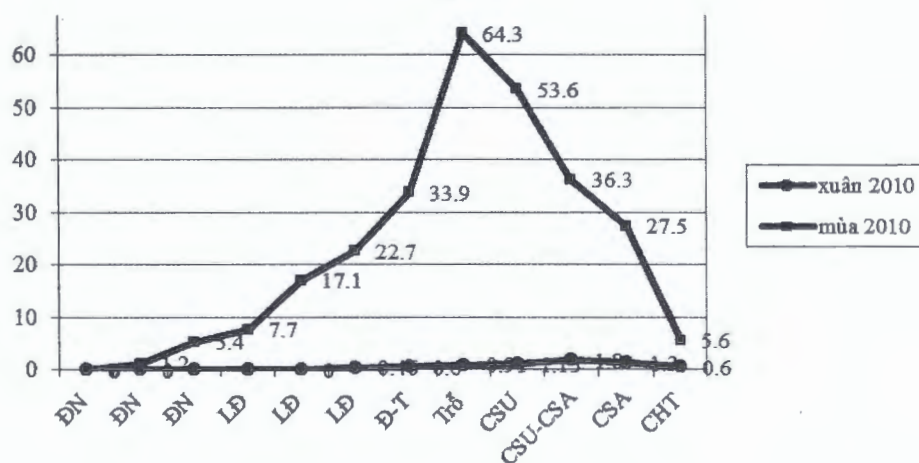


HÌNH 4.13. Diễn biến mật độ nhện gié trên một số giống lúa vụ mùa 2010 tại Cẩm Sơn, Cẩm Giàng, Hải Dương

vào giai đoạn làm đồng và đỉnh cao vào giai đoạn trở – chín sữa (64,3-67,6 con/dảnh). Trong 4 giống điều tra, giống Hương thơm số 1 và Khang dân 18 có mật độ nhện gié gây hại cao hơn giống Q5 và Bắc thơm số 7.

Sự chênh lệch về mật độ nhện gié trên 2 vụ trên cùng giống Khang dân 18 được thể hiện ở HÌNH 4.14.

Tỷ lệ hại và chỉ số hại do nhện gié gây nên ở vụ xuân năm 2010 là thấp, tương ứng là 18% và 2,67%, trong khi đó các chỉ số này ở vụ mùa 2010 cao hơn rất nhiều, tương ứng là 76% và 26,5%.



HÌNH 4.14. Diễn biến mật độ nhện gié trên giống Khang dân 18 ở vụ xuân và vụ mùa 2010 tại Cẩm Sơn, Cẩm Giàng, Hải Dương

4.5. MỨC ĐỘ GÂY HẠI CỦA NHỆN GIÉ TRÊN LÚA CẤY Ở CÁC MẬT ĐỘ

Cấy với 4 mật độ 30, 36, 40, 50 khóm/m², mật độ nhện gié, trứng nhện gié và tỷ lệ gié bị nhện gié hại cao nhất ở các đợt điều tra trên ruộng là công thức có mật độ cấy 50 khóm/m², kể đến là công thức cấy 40 khóm/m². Cấy 30 khóm/m² thì mật độ nhện gié, trứng nhện gié và tỷ lệ bị nhện gié hại đều thấp hơn hẳn. Công thức cấy với mật độ 30 khóm/m² có khối lượng tươi và khối lượng khô cao nhất và tỷ lệ hạt bị nhện gié hại thấp nhất dẫn đến năng suất tăng cao hơn hẳn đối chứng.

Quan sát của chúng tôi trên các chân ruộng thực hành theo phương pháp canh tác lúa cải tiến (SRI), mật độ nhện gié và mức độ hại của chúng thường thấp hơn một cách đáng kể so với ruộng canh tác thông thường.

4.6. MỨC ĐỘ GÂY HẠI CỦA NHỆN GIÉ TRÊN LÚA CẤY Ở CÁC CHÂN ĐẤT

Trên các chân đất khác nhau (vàn cao, vàn và trũng) tại xã Cẩm Sơn, huyện Cẩm Giàng, tỉnh Hải Dương cho thấy mật độ nhện gié trên giống Khang dân 18 là không giống nhau, mật độ cao nhất là trên đất vàn cao và thấp nhất là đất trũng (BẢNG 4.2). Giai đoạn lúa đẻ nhánh, trên chân đất vàn cao có mật độ nhện gié là 1,65 con/dảnh, chân đất vàn (0,79 con/dảnh) và chân trũng (0,58 con/dảnh).

Mật độ nhện gié tăng nhanh vào giai đoạn trổ và có sự khác biệt giữa chân đất vàn cao với chân đất vàn và chân đất trũng. Giai đoạn chín súa ở các chân đất khác nhau có mật độ nhện gié khác nhau, mật độ cao nhất (53,6 con/dảnh) ở chân đất vàn cao, (18,3 con/dảnh) ở chân đất vàn và thấp nhất 7,6 con/dảnh ở chân đất trũng.

Ở chân đất vàn cao, vàn và trũng ở giai đoạn đẻ nhánh tỷ lệ hại của nhện gié tương ứng là 7%, 4% và 2%. Đến giai đoạn chín súa tỷ lệ hại tăng nhanh, tương ứng là 73%, 62% và 38%.

Chỉ số hại ở giai đoạn đẻ nhánh với giống Khang dân 18 trên chân đất vàn cao, vàn và trũng tương ứng là 0,78%, 0,44% và 0,22%, đến giai đoạn chín súa chỉ số hại trên các chân đất vàn cao, vàn và trũng là 11,3%, 8,89% và 5,56%.

Như vậy, ở chân ruộng cao thường xuyên khô hạn, nhện gié gây hại nặng hơn so với chân ruộng vàn và chân ruộng trũng đủ nước.

BẢNG 4.2. Diễn biến tỷ lệ hại, chỉ số hại, mật độ nhện gié trên giống Khang dân 18 ở các chân đất khác nhau tại xã Cẩm Sơn, huyện Cẩm Giàng, tỉnh Hải Dương vụ mùa 2010

Ngày điều tra	GDST	Chân vùn cao			Chân vùn			Chân trũng			Nhiệt độ TB (°C)
		TLH (%)	CSH (%)	Mật độ nhện	TLH (%)	CSH (%)	Mật độ nhện	TLH (%)	CSH (%)	Mật độ nhện	
25/7/2010	Đẻ nhánh	7	0,78	1,65±6,4 ^a	4	0,44	0,79±4,1 ^a	2	0,22	0,58±2,9 ^a	29,5
8/8/2010	Làm đồng	17	2,11	6,32±15,6 ^b	9	1,22	3,6±12,2 ^{ab}	6	0,89	2,2±7,7 ^a	31,1
23/8/2010	Trở	52	7,56	38,7±41,6 ^b	39	4,78	10,7±15,2 ^a	19	2,78	5,1±10,4 ^a	29,0
5/9/2010	Chín sữa	69	10,56	53,6±41,9 ^c	56	7,78	18,3±19,7 ^b	33	4,78	7,7±11,5 ^a	29,5
20/9/2010	Chín sáp	73	11,33	7,03±7,1 ^c	62	8,89	3,4±3,6 ^b	38	5,56	1,9±3,2 ^a	31,0

Ghi chú: a, b, c – cùng hàng, các chữ khác nhau là khác nhau có ý nghĩa ở mức $\alpha=0,05$.

BẢNG 4.3. Diễn biến tỷ lệ hại, chỉ số hại, mật độ nhện gié trên giống Khang dân 18 ở các mức đạm khác nhau tại Cẩm Sơn, Cẩm Giàng, Hải Dương vụ mùa 2010

Ngày điều tra	GDST	100 kgN/ha			120 kgN/ha			150 kgN/ha		
		TLH (%)	CSH (%)	Mật độ nhện	TLH (%)	CSH (%)	Mật độ nhện	TLH (%)	CSH (%)	Mật độ nhện
27/7/2010	Đẻ nhánh	5	0,56	1,0±3,8 ^a	8	0,89	1,4±4,7 ^a	11	1,22	1,8±5,1 ^a
10/8/2010	Làm đồng	13	1,44	7,4±22,1 ^a	26	3,11	11,7±22,5 ^b	33	4,33	13,4±21,1 ^b
25/8/2010	Trở	25	3,0	14,3±28,8 ^a	37	5,22	20,6±32,1 ^b	44	7,11	25,8±33,9 ^b
7/9/2010	Chín sữa	39	5,44	22,7±34,5 ^a	52	7,78	32,8±40,1 ^b	59	9,44	42,4±54,2 ^c
22/9/2010	Chín sáp	47	6,56	5,4±9,6 ^a	63	10,56	9,6±13,1 ^a	78	13,11	14,7±14,8 ^b

Ghi chú: a, b, c, – cùng hàng, các chữ khác nhau là khác nhau có ý nghĩa ở mức $\alpha=0,05$.

4.7. DIỄN BIẾN MẬT ĐỘ NHỆN GIẾ TRÊN LÚA ĐƯỢC BÓN CÁC MỨC ĐẠM KHÁC NHAU

BẢNG 4.3 trình bày mật độ khác nhau của nhện giế trên các chân ruộng có mức bón đạm khác nhau. Giai đoạn đẻ nhánh 3 mức bón đạm khác nhau, mật độ nhện giế là không khác nhau.

Giai đoạn làm đồng, ruộng lúa bón mức đạm 150 kgN/ha và 120 kgN/ha có mật độ nhện giế gây hại như nhau và cao hơn ở mức đạm 100 kgN/ha.

Giai đoạn lúa trổ, ở ruộng bón mức đạm 150 kgN/ha và 120 kgN/ha có mật độ nhện giế gây hại cao hơn ruộng lúa bón mức đạm 100 kgN/ha.

Mật độ nhện giế đạt cao nhất vào giai đoạn chín sữa ở ruộng bón mức đạm 150 kgN (42,4 con/dảnh), giai đoạn này ở các mức bón đạm khác nhau thì mật độ nhện giế gây hại là khác nhau rõ rệt.

Giai đoạn chín sấp, mật độ nhện giế ở ruộng bón mức đạm 100 và 120 kgN/ha thấp hơn mật độ nhện ở ruộng bón mức đạm 150 kgN/ha.

Tỷ lệ hại và chỉ số hại của nhện giế ở ruộng lúa bón mức đạm 150 kgN/ha vào giai đoạn chín sấp là 78% và 13,11%, ở các mức đạm 120 kgN và 100 kgN/ha, tỷ lệ hại và chỉ số hại tương ứng là 63%, 10,56% và 47%, 6,56%.

Tóm lại:

- Mật độ nhện giế cao nhất trên chân đất vằn cao, tiếp theo trên đất vằn và thấp nhất trên đất trũng.
- Mức độ hại của nhện giế tại các mức phân bón đạm khác nhau là khác nhau, mức độ hại cao nhất là trên mức đạm cao (150 kgN/ha), tiếp theo là mức 120 kgN/ha và cuối cùng là mức 100 kgN/ha.

4.8. SỰ Mẫn CẢM NHỆN GIẾ CỦA CÁC GIỐNG LÚA

4.8.1. Đánh giá theo sự phát triển quần thể nhện giế trên dảnh lúa

Cây 80 giống và dòng (gọi chung là giống lúa) là các giống lúa được trồng phổ biến tại 3 vùng trọng điểm trồng lúa (Đồng bằng sông Hồng, đồng bằng sông Cửu Long, đồng bằng Trung bộ) trong khoảng 5 năm gần đây do Trung tâm khảo nghiệm giống cây trồng TW, Viện Khoa học Nông nghiệp Việt Nam, Viện Nghiên cứu lúa và Viện sinh học nông nghiệp (Trường ĐHNH Hà Nội), Chi cục BVTV An Giang cung cấp. Mỗi giống cấy 40 khóm trong 1 m², mỗi

khóm 2 dảnh, cách ly bằng nylon xung quanh và ở phía trên bằng vải màn. Sau khi cấy 30 ngày lây nhiễm 20 nhện gié trưởng thành cái đang đẻ trứng trên 1 dảnh. Trên cơ sở quy ước về mật độ nhện gié và các mức nhiễm theo từng nhóm mật độ bao gồm:

STT	Mật độ (nhện/dảnh)	Cấp mật độ	Mức độ nhiễm	Kí hiệu
1	0 -50	1	Nhiễm rất nhẹ	NRE
2	>50-100	3	Nhiễm ít	NI
3	>100-150	5	Nhiễm vừa	NV
4	>150-200	7	Nhiễm nặng	NN
5	> 200	9	Nhiễm rất nặng	NRN

Mật độ nhện gié và mức độ nhiễm nhện gié của 80 giống khi lúa trổ được thể hiện qua BẢNG 4.4.

BẢNG 4.4. Mật độ nhện gié và mức độ nhiễm nhện gié trên 80 giống vào giai đoạn lúa trổ

TT	Tên giống	Mật độ (cá thể/dảnh)	Cấp mật độ	Mức nhiễm	TT	Tên giống	Mật độ (cá thể/dảnh)	Cấp mật độ	Mức nhiễm
1	Nam ưu 714	280 ± 313,3	9	NRN	41	OM 4101	15,9±19,9	1	NRE
2	AC5	158 ±45,9	7	NN	42	OM 4218	32,3±37,9	1	NRE
3	Bắc thơm 7	29,6 ± 8,4	1	NRE	43	OM 4655	17,8±22,9	1	NRE
4	Basmati ẤĐ	84,3± 51,1	3	NI	44	OM 4900	54,7±71,6	3	NI
5	BC15	708,9±670,0	9	NRN	45	OM 5472	199,5±209,4	7	NN
6	Bồi tập sơn thanh	43,9 ± 28,5	1	NRE	46	OM 6162	28,1±33,8	1	NRE
7	CLC1	178,6±24,67	7	NN	47	OM 6377	24,5±40,5	1	NRE
8	CT16	51,9± 32,3	3	NI	48	OM 6561	61,5±80,6	3	NI
9	ĐB3	145,9±50,9	5	NV	49	OM 8923	8,3±12,4	1	NRE
10	ĐB5	73,1± 55,3	3	NI	50	OMCS 2000	50,2±37,8	3	NI
11	ĐH103	193,3± 7,8	7	NN	51	OMCS 2009	15,1±26,1	1	NRE
12	ĐS-ĐL	183,7± 22,9	7	NN	52	Q5	80,26 ± 15,3	3	NI
13	DT22	169,4±71,4	7	NN	53	R16	113,6 ± 76,7	5	NV
14	DT28	106,5±38,3	5	NV	54	R17	132,5 ± 36,1	5	NV
15	DT57	49,6± 15,40	1	NRE	55	R2	102 ± 85,9	5	NV
16	HĐ1	254±232,4	9	NRN	56	R24	93,3 ± 86,3	3	NI
17	HT1	168,3±89,8	7	NN	57	R27	65,5 ± 38,1	3	NI

(Xem tiếp trang 50)

BẢNG 4.4. Mật độ nhện gié và mức độ nhiễm nhện gié trên 80 giống vào giai đoạn lúa trổ

TT	Tên giống	Mật độ (cá thể/dảnh)	Cấp mật độ	Mức nhiễm	TT	Tên giống	Mật độ (cá thể/dảnh)	Cấp mật độ	Mức nhiễm
18	Hương cốm 3	76,4 ± 41,2	3	NI	58	R3	75,7 ± 67,8	3	NI
19	Hương thơm 1	45,2 ± 4,5	1	NRE	59	R4	98,1 ± 23,6	3	NI
20	HV3	36,2 ± 17,5	1	NRE	60	R5	45,3 ± 15,4	1	NRE
21	IBR1	200 ± 224,4	7	NN	61	R6	76,4 ± 48,2	3	NI
22	IR 50404	90,7 ± 138,6	3	NI	62	R75	31,4 ± 4,8	1	NRE
23	Jasmine	81,4 ± 64,4	3	NI	63	RRI3 – 3	148,5 ± 15,2	5	NV
24	Khâm dục	86,3 ± 52,8	3	NI	64	RRI3 – 6	63,7 ± 15,6	3	NI
25	Khang dân 18	161,2 ± 183,2	7	NN	65	SH2	128,8 ± 93,3	5	NV
26	Khao 39	109,1 ± 43,2	5	NV	66	T141S	199,4 ± 82,8	7	NN
27	MT42	175,8 ± 78,1	7	NN	67	T1S96	74,5 ± 64,9	3	NI
28	N46	189 ± 74,6	7	NN	68	Tám mới	29,7 ± 40,0	1	NRE
29	N50	74,8 ± 29,6	3	NI	69	Tè Đỏ	40,7 ± 30,2	1	NRE
30	N91	70,8 ± 30,3	3	NI	70	TH17	48,2 ± 18,9	1	NRE
31	Nếp DT21	183,1 ± 79,3	7	NN	71	TH3 – 3	42,3 ± 11,8	1	NRE
32	Nếp IR352	295,3 ± 264,5	9	NRN	72	TH3 – 5	39,52 ± 16,8	1	NRE
33	Nếp NV1	35,9 ± 20,3	1	NRE	73	TH3 – 6	93,6 ± 67,6	3	NI
34	NH1	169,8 ± 32,4	7	NN	74	TH3 – 8	69,8 ± 19,4	3	NI
35	Nhị 32A	68,1 ± 34,5	3	NI	75	TH7 – 2	50,0 ± 4,1	3	NI
36	Nhị 32B	19,2 ± 2,8	1	NRE	76	VD 20	34,6 ± 37,9	1	NRE
37	Nhị ưu 838	73,3 ± 47,3	3	NI	77	VL20	28,5 ± 8,4	1	NRE
38	OM 2514	101,8 ± 179,1	5	NV	78	VL24	36,6 ± 80,7	1	NRE
39	OM 2517	89,4 ± 125,6	3	NI	79	VL75	62,2 ± 28,5	3	NI
40	OM 3536	92,1 ± 107,4	3	NI	80	VND95-20	55 ± 43,74	3	NI

Kết quả **BẢNG 4.4** cho thấy, nhìn chung các giống lúa khác nhau mật độ nhện gié là khác nhau. Giống lúa có mật độ nhện gié cao nhất là BC15 với 708,9 cá thể/dảnh. Các giống có mật độ nhện gié lớn hơn 200 cá thể/dảnh là HD1, Nam ưu 714, Nếp IR 352 với mật độ lần lượt là 254, 280, 295,26 cá thể/dảnh. Các giống có mật độ nhện rất thấp là giống OMCS 2009, OM 4101, OM 4655, OM 6377, OM 8923, Nhị 32B với mật độ lần lượt là 15,1; 15,9; 17,8; 24,5; 8,3; 19,23 cá thể nhện/dảnh. Như vậy, có 24 giống lúa mật độ nhện từ 0 – 50 cá thể/dảnh và 29 giống lúa có mật độ nhện từ 50 – 100 cá thể/dảnh, 9 giống lúa có mật độ nhện từ 100–150 cá thể/dảnh, 14 giống lúa có mật độ nhện từ

BẢNG 4.5. Tổng hợp mức độ nhiễm nhện gié của các giống lúa tại 3 vùng trồng lúa trọng điểm

Mức độ nhiễm	Kí hiệu	Số giống	Tỉ lệ (%)
Nhiễm rất nhẹ	NRE	24	30,00
Nhiễm ít	NI	29	36,25
Nhiễm vừa	NV	9	11,25
Nhiễm nặng	NN	14	17,50
Nhiễm rất nặng	NRN	4	5,00

150–200 cá thể/dảnh, chỉ có 4 giống lúa có mật độ nhện >200 cá thể/dảnh (BẢNG 4.5).

Theo thang phân cấp mức độ nhiễm nhện gié thì trong 80 giống khảo sát, có 24 giống nhiễm rất nhẹ chiếm 30% các giống đó là: Hương thơm 1, Tám mới, VL24, VĐ 20, OM 4218, OM 6162, OM 4655, OM 6377, OM 8923, OM 4101, OMCS 2009, HV3, TH3–5, Bắc thơm 7, R5, Nhị 32B, Bồi tạp sơn thanh, TH17, Tẻ Đỏ, TH3–3, R75, Nếp NV1, VL20, DT57.

Giống nhiễm ít có 29 giống, chiếm tỉ lệ cao nhất với 36,25% trong tổng số 80 giống, các giống đó bao gồm: VND95-20, Jasmine, IR 50404, OM 4900, OM 6561, OM 2517, OM 3536, OMCS 2000, R3, T1S96, Khâm dục, RRI3–6, ĐB5, TH3–6, Q5, Hương cốm 3, R4, CT16, Basmati ẤĐ, N91, TH7–2, VL75, TH3–8, R24, R27, Nhị 32A, R6, Nhị ưu 838 và N50.

Có 9 giống lúa nhiễm nhện gié vừa chiếm 11,25% trong tổng số giống khảo sát: OM 2514, DT28, ĐB3, RRI3 – 3, R17, SH2, R16, R2 và Khao 39.

Mức độ nhiễm nhện gié nặng có 14 giống lúa chiếm 17,50%, đó là các giống Khang dân 18, TBR1, OM 5472, T141S, N46, AC5, CLC1, DT22, ĐH103, ĐS-ĐL, HT1, MT42, NH1 và Nếp DT21.

Trong tổng số 80 giống thí nghiệm chỉ có 4 giống lúa (chiếm 5%) nhiễm nhện gié rất nặng: Nam ưu 714, BC15, HĐ1 và Nếp IR352, trong đó giống BC15 là giống bị nhiễm nhện gié nặng nhất.

Như vậy trong 80 giống lúa khảo sát, có 66,25% số giống lúa nhiễm nhện gié ở mức từ rất nhẹ tới nhiễm ít, các giống nhiễm từ mức nhiễm nặng tới rất nặng chiếm 22,5%.

Kết quả nghiên cứu này cho thấy, để phòng chống nhện gié có hiệu quả yếu tố giống cũng đóng góp vai trò quan trọng, cần lựa chọn một cơ cấu giống lúa hợp lý, để giảm thiểu thiệt hại do nhện gié gây ra.

Giai đoạn lúa trổ là giai đoạn xung yếu của cây lúa, các dịch hại nói chung thường tập trung gây hại vào giai đoạn này và nhện gié cũng vậy. Nghiên cứu của đề tài chỉ ra rằng giai đoạn nhện gié có mật độ cao nhất là khi lúa trổ đến sau trổ 1 tuần (Lê Đức Thủy và CS., 2011; Đỗ Thị Đào và CS., 2010).

Nhìn chung, các giống nhiễm nhẹ và nhiễm ít nhện gié thường thấy là các giống OM của Đồng bằng sông Cửu Long. Kết quả nghiên cứu của Leyva và cs., (2003) ở Cuba ghi nhận rằng có sự sai khác có ý nghĩa giữa các giống lúa về mật độ nhện gié. Theo tác giả này, mật độ nhện gié có trên giống J-104 là 141 con/dảnh so với 58 con/dảnh trên giống IACuba28. Hơn nữa, kinh nghiệm gieo trồng các giống ít nhiễm nhện gié ở Đài Loan đã về cơ bản giảm hẳn sự gây hại của nhện gié.

4.8.2. Đánh giá nhiễm nhện gié theo chiều dài của vết hại trên thân lúa

Quy ước về chiều dài vết hại trên bẹ lá và mức độ nhiễm (cấp hại) nhện gié được trình bày như sau:

STT	Chiều dài vết hại (cm)	Cấp hại	Mức độ nhiễm	Kí hiệu
1	0–2,5	1	Nhiễm rất nhẹ	NRE
2	> 2,5–5	3	Nhiễm ít	NI
3	> 5–7,5	5	Nhiễm vừa	NV
4	> 7,5–10	7	Nhiễm nặng	NN
5	> 10	9	Nhiễm rất nặng	NRN

Kết quả đo chiều dài vết hại do nhện gié gây nên trong tổng số 49 giống lúa sau khi lây nhiễm nhện gié 7, 14 và 21 ngày được trình bày tại BẢNG 4.6.

Chiều dài vết hại giữa các giống qua các lần điều tra khác nhau là khác nhau, vết hại trên các giống lúa đo lần sau luôn cao hơn lần đo trước. Sau 7 ngày lây nhiễm, nhện gié gây hại trên cả 49 giống lúa, vết hại trên giống lúa Tẻ đỏ là dài nhất (2,84 cm). Sau 14 ngày lây nhiễm chiều dài vết hại là dài nhất là trên giống RRI 3–6 (3,67 cm), ngắn nhất là 0,56 cm trên giống R27. Trong khi đó, sau lây nhiễm nhện gié 21 ngày, giống BC15 là giống có vết hại lớn nhất là 12,58 cm, tăng hơn so với lần đo đầu tiên là 8,99 lần, nhỏ nhất là giống Nhị 32A có vết hại dài 1,28 cm.

Kết quả tổng hợp về mức độ nhiễm nhện gié theo vết hại được trình bày tại BẢNG 4.7 cho thấy:

BẢNG 4.6. Chiều dài vết hại (cm) và mức độ nhiễm nhện gié của 49 giống lúa

TT	Tên giống	Sau 7 ngày lấy nhện			Sau 14 ngày lấy nhện			Sau 21 ngày lấy nhện		
		CDVH (cm)	Cấp hại	Kí hiệu	CDVH (cm)	Cấp hại	Kí hiệu	CDVH (cm)	Cấp hại	Kí hiệu
1	Basmati ẤĐ	0,45± 0,29	1	NRE	1,47± 0,62	1	NRE	3,35± 1,50	3	NI
2	Bắc thơm 7	0,56± 0,15	1	NRE	1,26± 0,06	1	NRE	2,56± 0,84	3	NI
3	BC15	1,40± 0,54	1	NRE	3,60± 1,08	3	NI	12,58±4,95	9	NRN
4	Bối tập sơn thanh	0,93± 0,39	1	NRE	2,18± 0,46	1	NRE	4,91 ± 0,94	3	NI
5	CT16	1,02± 0,72	1	NRE	1,69± 0,49	1	NRE	3,74 ± 1,71	3	NI
6	Dòng mẹ 137A	0,98± 1,33	1	NRE	1,68± 1,52	1	NRE	3,03 ± 0,68	3	NI
7	Dòng mẹ 137B	0,37± 0,35	1	NRE	1,21± 0,39	1	NRE	2,66 ± 0,32	3	NI
8	DT57	0,39± 0,19	1	NRE	1,89± 0,85	1	NRE	4,25 ± 0,44	3	NI
9	ĐB5	1,07± 0,27	1	NRE	3,30± 1,08	3	NI	5,76 ± 1,35	5	NV
10	Hương cốm 3	1,37± 0,79	1	NRE	2,84± 1,28	3	NI	7,11 ± 2,04	5	NV
11	Hương thơm 1	0,93± 0,74	1	NRE	2,49± 1,19	1	NRE	4,19 ± 2,05	3	NI
12	HV3	0,44± 1,18	1	NRE	1,70± 0,55	1	NRE	2,93 ± 0,96	3	NI
13	Khang dân 18	1,17± 0,17	1	NRE	2,45± 0,52	1	NRE	7,63 ± 0,64	7	NN
14	Khâm dục	1,10± 1,02	1	NRE	2,59± 2,43	3	NI	6,46 ± 4,75	5	NV
15	Nam ưu 501	0,54± 0,26	1	NRE	1,65± 0,46	1	NRE	2,53 ± 1,02	3	NI
16	Nếp IR352	0,87± 0,60	1	NRE	3,11± 0,66	3	NI	9,02 ± 1,76	7	NN
17	Nếp NV1	1,05± 0,25	1	NRE	1,86± 0,75	1	NRE	4,68 ± 1,83	3	NI
18	Nhị ưu 838	0,32± 0,20	1	NRE	1,29± 1,25	1	NRE	3,64 ± 3,25	3	NI
19	Nhị 32A	0,51± 0,62	1	NRE	0,71± 0,64	1	NRE	3,28 ± 0,602	3	NI
20	Nhị 32B	0,43± 0,79	1	NRE	2,18± 0,52	1	NRE	4,1 ± 0,85	3	NI
21	N46	0,40± 0,26	1	NRE	0,86± 0,06	1	NRE	3,31 ± 0,64	3	NI
22	N50	0,41± 0,30	1	NRE	1,42± 0,93	1	NRE	3,77 ± 2,17	3	NI
23	N91	0,38± 0,29	1	NRE	1,34± 0,45	1	NRE	3,84± 1,46	3	NI
24	Q5	0,62± 0,36	1	NRE	1,68± 0,59	1	NRE	3,34 ± 0,75	3	NI
25	RRI 3-3	1,19± 1,22	1	NRE	3,37± 2,84	3	NI	9,04 ± 9,56	7	NN
26	RRI 3-6	2,04± 1,82	1	NRE	3,67± 2,01	3	NI	6,33 ± 1,86	5	NV
27	R2	0,73± 0,37	1	NRE	2,35± 0,96	1	NRE	5,33 ± 0,82	5	NV
28	R3	0,50± 0,42	1	NRE	1,29± 0,77	1	NRE	4,29 ± 1,91	3	NI
29	R4	0,78± 0,14	1	NRE	2,56± 2,82	3	NI	4,28 ± 2,54	3	NI
30	R5	0,31± 0,01	1	NRE	1,52± 1,36	1	NRE	3,04 ± 0,88	3	NI
31	R6	0,47±0,37	1	NRE	1,12± 0,53	1	NRE	4,1 ± 0,23	3	NI
32	R16	0,9 ± 0,42	1	NRE	2,55± 1,52	3	NI	6,93 ± 2,01	5	NV

(Xem tiếp trang 54)

BẢNG 4.6. Chiều dài vết hại (cm) và mức độ nhiễm nhện gié của 49 giống lúa

TT	Tên giống	Sau 7 ngày lây nhện			Sau 14 ngày lây nhện			Sau 21 ngày lây nhện		
		CDVH (cm)	Cấp hại	Kí hiệu	CDVH (cm)	Cấp hại	Kí hiệu	CDVH (cm)	Cấp hại	Kí hiệu
33	R17	1,28± 0,80	1	NRE	3,35± 2,11	3	NI	7,41 ± 5,13	5	NV
34	R24	1,06± 0,42	1	NRE	3,38± 0,98	3	NI	7,55 ± 0,83	7	NN
35	R27	0,19± 0,14	1	NRE	0,56± 0,21	1	NRE	3,72 ± 0,67	3	NI
36	R75	0,9 ± 0,53	1	NRE	1,69± 0,66	1	NRE	2,6 ± 0,903	3	NI
37	SH2	0,35± 0,16	1	NRE	1,05± 0,39	1	NRE	5,58 ± 2,32	5	NV
38	Tề Đỏ	2,84± 3,42	3	NI	2,67± 1,61	3	NI	3,85 ± 1,62	3	NI
39	TH3-3	1,13± 1,03	1	NRE	2,81± 1,89	3	NI	4,98 ± 3,43	3	NI
40	TH3-5	0,50± 0,15	1	NRE	1,13± 0,51	1	NRE	2,17 ± 1,18	1	NRE
41	TH3-6	0,84± 0,14	1	NRE	2,02± 0,72	1	NRE	4,27 ± 0,45	3	NI
42	TH3-8	1,11± 0,34	1	NRE	2,44± 1,13	1	NRE	4,53 ± 0,85	3	NI
43	TH17	1,26± 1,39	1	NRE	1,78± 1,42	1	NRE	2,87 ± 2,23	3	NI
44	TH7-2	1,14± 1,18	1	NRE	1,49± 0,76	1	NRE	3,23 ± 1,52	3	NI
45	T1S96	0,59± 0,63	1	NRE	1,35± 0,03	1	NRE	4,01 ± 0,33	3	NI
46	T141S	0,91± 0,54	1	NRE	3,63± 0,69	3	NI	7,41 ± 1,31	5	NV
47	VL20	0,71± 0,21	1	NRE	1,79± 1,16	1	NRE	3,32 ± 0,94	3	NI
48	VL24	0,51± 0,29	1	NRE	2,02± 0,94	1	NRE	4,32 ± 0,12	3	NI
49	VL75	1,07± 0,40	1	NRE	2,06± 0,21	1	NRE	4,24 ± 0,97	3	NI

Ghi chú: chiều dài vết hại kí hiệu là CDVH

Sau khi lây nhện 7 ngày, hầu hết các giống lúa đều bị nhiễm ở mức nhiễm rất nhẹ (NRE), chỉ có duy nhất giống lúa Tề Đỏ là bị nhiễm nhện gié ở mức nhiễm ít với vết hại dài 2,84 cm.

Sang ngày thứ 14, số giống nhiễm nhện ở mức nhiễm ít đã tăng từ 1 lên 14 giống chiếm 28,57%, song số giống nhiễm rất nhẹ vẫn chiếm 71,14% (35 giống).

Ở lần theo dõi thứ 3, sau lây nhiễm 21 ngày, đã xuất hiện mức độ nhiễm nhện gié ở cả 5 cấp. Các giống đều có sự gia tăng đáng kể chiều dài vết hại, vết hại lần đo sau dài hơn lần đo trước. Sau 21 ngày lây nhện gié, vết hại dài hơn từ 1,36 – 19,58 lần so với lần đo đầu tiên. Theo thang phân mức độ nhiễm nhện gié thì mức nhiễm nhện gié rất nhẹ là mức thấp nhất và mức nhiễm nhện rất nặng là mức cao nhất. Mỗi mức này chỉ có 1 giống lúa duy nhất chiếm 2,04 % tổng số giống lúa khảo sát, trong đó giống TH3-5 là giống nhiễm nhện gié rất nhẹ, giống BC 15 là giống nhiễm rất nặng nhện gié.

Ở 3 mức nhiễm nhện còn lại thì có tới 34 giống lúa nhiễm nhện ở mức nhiễm ít (NI) chiếm 69,39 % tổng số giống. Các giống đó là: Basmati ÂD,

BẢNG 4.7. Tổng hợp mức độ nhiễm nhện gié của 49 giống lúa theo chiều dài vết hại

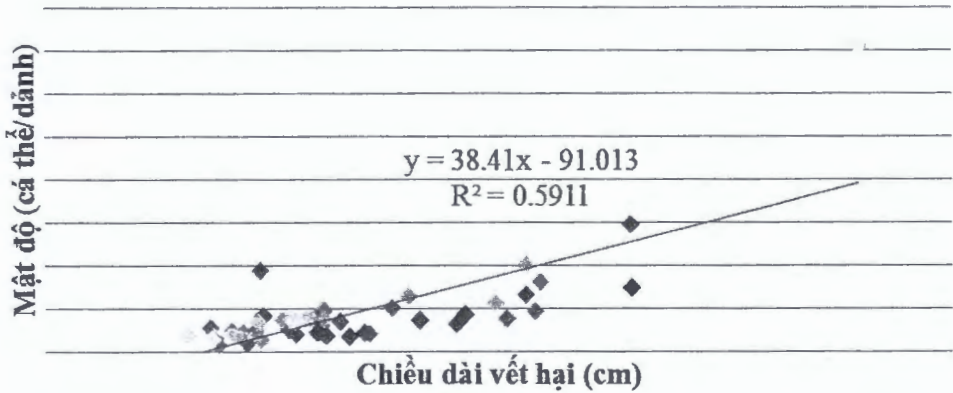
Mức độ nhiễm		Sau lây nhiễm 7 ngày		Sau lây nhiễm 14 ngày		Sau lây nhiễm 21 ngày	
		Số giống	Tỉ lệ nhiễm (%)	Số giống	Tỉ lệ nhiễm (%)	Số giống	Tỉ lệ nhiễm (%)
Nhiễm rất nhẹ	NRE	48	97,96	35	71,14	1	2,04
Nhiễm ít	NI	1	2,04	14	28,57	34	69,39
Nhiễm vừa	NV	0	0	0	0	9	18,37
Nhiễm nặng	NN	0	0	0	0	4	8,16
Nhiễm rất nặng	NRN	0	0	0	0	1	2,04

Bắc thơm 7, Bồi tạp sơn thanh, CT16, Dòng mẹ 137A, Dòng mẹ 137B, DT57, Hương thơm 1, HV3, Nam ưu 501, Nếp NV1, Nhị ưu 838, Nhị 32A, Nhị 32B, N46, N50, N91, Q5, R3, R4, R5, R6, R27, R75, Tẻ Đỏ, TH3-3, TH3-6, TH3-8, TH17, TH7-2, T1S96, VL20, VL24 và VL75. Có 9 giống lúa nhiễm nhện gié ở mức nhiễm vừa (NV) chiếm 18,37% các giống đó là: ĐB5, Hương cốm 3, Khâm dục, RRI 3-6, R2, R16, R17, SH2 và T141S. Trong 49 giống lúa có 4 giống lúa nhiễm nhện gié ở mức nhiễm nặng (NN): Khang dân 18, Nếp IR352, RRI 3-3 và R24.

Như vậy có thể thấy, các giống lúa nhiễm nhện gié từ nặng tới rất nặng chỉ chiếm 10,2% tổng số giống khảo sát, các giống lúa nhiễm nhện gié từ mức rất nhẹ tới mức nhiễm ít chiếm tới 71,43%.

Giữa chiều dài vết hại tổng số và mật độ nhện gié giai đoạn lúa trổ có mối tương quan tuyến tính thuận và chặt với phương trình tương quan là:

$y = 38,41x - 91,01$ và hệ số tương quan $R = 0,77$ ($F = 67,95$, $P < 0,001$, $df = 48$) (HÌNH 4.15).



HÌNH 4.15. Mối tương quan giữa chiều dài vết hại tổng số và mật độ nhện gié giai đoạn lúa trổ

Kết quả này cho thấy có thể sử dụng một trong hai chỉ tiêu là chiều dài vết hại tổng số và mật độ nhện gié giai đoạn lúa trổ để đánh giá mức độ nhiễm nhện gié của các giống lúa.

Như vậy khi dùng cả hai chỉ tiêu là chiều dài vết hại và mật độ nhện gié đều chỉ ra rằng giống Khang dân 18, Nếp IR352 và BC15 là những giống nhiễm nhện gié nặng tới rất nặng. Trong nghiên cứu của Đỗ Thị Đào và cs., (2008) cũng cho biết giống Khang dân 18 là giống nhiễm nhện gié nặng.

Trên thế giới đã có nghiên cứu về tính kháng nhiễm nhện gié (Leyva *et al.*, (2003), Karmakar., (2008), Ramos và cs., (2001). Trong đó Karmakar., (2008) khi khảo sát mức độ kháng nhiễm của 12 giống lúa phổ biến nhất tại tây Bengal, cho biết không có giống lúa nào là có khả năng kháng nhện gié, tuy nhiên các giống lúa như MTU-7029 và IR-64 được ghi nhận là có khả năng chịu được nhện gié. Trong khi đó IR-36 và IET-4094 được cho là miễn cảm với nhện gié.

Tại cộng hòa Dominica, Ramos *et al.*, (2001) đã khảo sát mức độ nhiễm nhện gié của các giống lúa ở 5 giai đoạn phát triển của cây lúa từ khi gieo tới khi lúa trổ trên đồng ruộng. Tóm lại, trong 49 giống lúa khảo sát thì có 1 giống lúa nhiễm rất nặng nhện gié là giống BC15 và 1 giống lúa nhiễm rất nhẹ là giống TH3-5 (chiếm 2,04% tổng số giống lúa). Có 34 giống lúa nhiễm nhện gié ở mức nhiễm ít (chiếm 69,39 %). Có 9 giống lúa nhiễm nhện gié ở mức nhiễm vừa (chiếm 18,37%), đó là các giống: DB5, Hương cốm 3, Khâm dục, RRI 3-6, R2, R16, R17, SH2 và T141S. Có 4 giống lúa nhiễm nhện gié ở mức nhiễm nặng: Khang dân 18, Nếp IR352, RRI 3-3 và R24.

4.9. SỰ LÂY LAN PHÁT TÁN CỦA NHỆN GIÉ

4.9.1. Khả năng xâm nhập, lây lan qua vết thương cơ học

Với 3 công thức (CT) thí nghiệm: CT1: dùng kéo cắt $\frac{1}{3}$ phía đầu lá; CT2: gập gãy lá lúa ở vị trí cách gốc bẹ lá $\frac{1}{3}$ chiều dài lá và CT3: đối chứng (lá lúa phát triển bình thường). Quan sát khả năng xâm nhập, lây lan, phát tán của nhện gié vào các vết thương cơ học cho thấy nhện gié thực sự có khả năng xâm nhập, lây lan, phát tán qua các vết thương cơ học (BẢNG 4.8).

Quan sát thời gian đầu khi vết thương cơ học còn mới, nhện gié di chuyển đến chủ yếu là nhện cái trưởng thành, chúng tìm vị trí thích hợp chui vào đó đẻ trứng. Không những thế, khả năng xâm nhập, lây lan của nhện gié cũng tùy thuộc vào vị trí của vết thương cơ học. Ở công thức 2, khi vết thương được

BẢNG 4.8. Sự gây hại và số lượng nhện gié qua vết thương cơ học nhân tạo
(Nguyễn Thị Nhâm và cs., 2010)

Ngày sau tạo vết thương	Công thức	Tỷ lệ hại (%)	Chỉ số hại (%)	LSD _{0,05}	CV%	Số lượng nhện gié/vết thương
10	CT 1	100	12,04 ^b	1,04	7,8	7,38 ± 3,1
	CT 2	100	19,00 ^a			8,3 ± 3,8
	CT 3	7,3	0,76 ^c			3,34 ± 2,6
15	CT 1	100	18,00 ^b	2,58	8,1	10,82 ± 3,6
	CT 2	100	29,00 ^a			12,32 ± 3,9
	CT 3	9,3	12,00 ^c			4,14 ± 0,9
20	CT 1	100	25,00 ^b	1,03	4,0	17,86 ± 1,8
	CT 2	100	35,00 ^a			19,32 ± 3,4
	CT 3	12,7	15 ^c			4,33 ± 2,2

tạo ra ở vị trí gần gốc bẹ lá hơn thì nhện gié xâm nhập nhiều hơn. Thông tin này có thể là cơ sở cho các giả thiết tiếp theo nghiên cứu về tập tính của nhện gié liên quan đến các vết hại của cây lúa trên đồng ruộng. Phải chăng, tại chỗ có vết thương đã tạo ra mùi hấp dẫn nhện gié đến gây hại và nhện gié có khả năng nhận biết được những tín hiệu đó. Kết quả này còn giải thích được tại sao vụ mùa và vụ hè thu mức độ nhiễm nhện gié cao hơn hẳn các vụ khác. Nguyên nhân có thể là do, trong vụ mùa, ngoài nhiệt độ nóng ẩm phù hợp cho sự phát triển của nhện gié thì mưa bão nhiều khiến cây và lá lúa có nhiều vết xước, ngoài ra sâu hại tấn công cây lúa tạo nên các vết thương cũng là nhân tố quan trọng góp phần làm tăng tỷ lệ hại của nhện gié.

4.9.2. Khả năng lây lan, phát tán qua dòng nước và qua gió của nhện gié trên đồng ruộng

Thí nghiệm có 4 công thức đặt trong khay thí nghiệm kích thước 1x1 m (lúa được cấy ở hai đầu của khay thí nghiệm với mỗi đầu 16 khóm lúa, khoảng cách giữa các khóm lúa là 10 cm, giữa 2 khu vực có lúa cấy ở 2 đầu để một khoảng trống là 60 cm, mực nước trong khay giữ ở 10 cm, nhện gié được lấy 30 cặp đực và cái/khóm lúa), 3 lần nhắc lại và 4 công thức như sau:

- CT1: 1 đầu khay lây nhện gié, 1 đầu không lây nhện gié, giữa có nước.
- CT2: 1 đầu khay lây nhện gié, 1 đầu khay không lây nhện gié, để dòng nước chảy từ đầu có lây nhện gié sang đầu không lây nhện gié.
- CT3: hai đầu khay không lây nhện, và không có dòng nước chảy.

- CT4: 1 đầu khay lây nhện gié, 1 đầu khay không lây nhện gié, giữa không có nước.

Tất cả các khay đều được đặt trong nhà lưới để đảm bảo không có tác nhân gây hại khác. Kết quả sự lây lan của nhện gié được ghi lại trong BẢNG 4.9.

BẢNG 4.9. Sự lây lan của nhện gié trong khay thí nghiệm về sự lan truyền theo dòng nước (Nguyễn Thị Nhâm và cs., 2010)

Thời gian sau lây nhiễm (ngày)	Chỉ tiêu theo dõi	CT1	CT2	CT3	CT4	LSD _{0,05}	CV%
20	TLH(%)	12,26 ^a	16,07 ^a	0	21,07 ^a	1,87	5,7
	CSH(%)	1,33 ^c	1,73 ^b	0	2,07 ^a	0,36	10,5
30	TLH(%)	31,4 ^c	51,4 ^b	0	63,83 ^a	2,48	2,5
	CSH(%)	4,25 ^c	7,32 ^b	0	11,45 ^a	1,39	9,1
40	TLH(%)	41,70 ^c	64,03 ^b	0	77,97 ^a	1,31	1,1
	CSH(%)	6,80 ^c	10,44 ^b	0	15,48 ^a	0,84	3,9

Ghi chú: TLH- tỷ lệ hại; CSH- chỉ số hại; chỉ số hại được tính theo 9 cấp

Kết quả trong BẢNG 4.9 cho thấy nhện gié có khả năng lây lan, phát tán qua nước, đặc biệt khi có sự trợ giúp của dòng nước. Sau 20, 30, 40 ngày theo dõi, tỷ lệ hại và chỉ số hại tương ứng ở công thức 1, khi nhện gié chỉ có thể lây lan qua dòng nước trong khay qua 3 lần điều tra vào các ngày 20, 30 và 40 ngày sau lây nhiễm nhện gié là 12,26% và 1,33%; 31,4 và 4,25%; 41,7% và 6,8%. Cũng thời gian theo dõi như vậy, ở công thức 2 khi có tác động của dòng nước chảy từ đầu khay có lây nhện gié sang đầu khay không lây nhện gié, tỷ lệ và chỉ số hại tăng lên rõ rệt trong 3 lần điều tra tương ứng là 16,07% và 1,73%; 51,4% và 7,32%; 64,03% và 10,44%.

Công thức 4 khi không có dòng nước giữa đầu khay có lây nhện gié và đầu khay không lây nhện gié, sau 20 ngày theo dõi, tỷ lệ hại và chỉ số hại có thấp hơn so với công thức 2 nhưng sau đó tăng lên và cao hơn công thức 2. Sau 40 ngày lây nhiễm, tỷ lệ hại và chỉ số hại ở công thức 4 đạt 77,97% và 15,48%. Như vậy, nhện gié có khả năng truyền lan được qua nước nhưng trong điều kiện ruộng lúa khô, không có nước thì nhện gié lại di chuyển mạnh hơn và gây hại nặng hơn. Kết quả này cũng phù hợp với các nghiên cứu trước đây của các tác giả trên thế giới cho rằng nhện gié phát triển thích hợp trong điều kiện khô hạn và các vùng thiếu nước.

Ngoài nước, gió là tác nhân quan trọng làm lây lan các mầm mống gây bệnh trong đó có nhện gié. Tiến hành thí nghiệm xác định khả năng lây lan,

BẢNG 4.10. Tỷ lệ hại và chỉ số hại của nhện gié trong điều kiện gió thổi theo một chiều trong nhà lưới (Nguyễn Thị Nhâm và cs., 2010)

Thời gian sau lây nhện (ngày)	Chỉ tiêu theo dõi	CT1 (0,5m)	CT2 (1m)	CT3 (1,5m)	LSD _{0,05}	CV%
20	TLH (%)	17,33 ^a	11,33 ^b	2,67 ^c	2,31	11,1
	CSH (%)	2,14 ^a	1,23 ^b	0,23 ^c	0,22	9,4
30	TLH (%)	31,33 ^a	20,67 ^b	4,67 ^c	3,99	10,6
	CSH (%)	5,58 ^a	3,12 ^b	0,65 ^c	0,66	1,1
40	TLH (%)	47,33 ^a	24,00 ^b	13,33 ^c	2,97	5,3
	CSH (%)	10,67	5,37	1,67	1,05	8,9

Ghi chú: TLH–tỷ lệ hại; CSH–chỉ số hại; CT1–khay lúa sạch đặt cách xa khay lúa có nhện gié 0,5m; CT2–khay lúa sạch đặt cách xa khay lúa có nhện gié 1,0m; CT3–khay lúa sạch đặt cách xa khay lúa có nhện gié 1,5m

phát tán của nhện gié qua gió thổi theo một chiều (được tạo ra bằng cách đặt quạt gió một đầu ở khoảng cách 2 m so với các khay trồng lúa có lây nhện gié) đặt trong nhà lưới ở các khoảng cách khác nhau 0,5 m, 1 m và 1,5 m. Lúa được trồng với 25 khóm/khay, khoảng cách giữa các khóm là 20 cm, chỉ số hại được tính toán theo phân cấp hại 9 cấp. Lây nhện vào các khay ở cùng một đầu, kết quả được trình bày trong **BẢNG 4.10**.

BẢNG 4.10 cho thấy, khả năng phát tán qua gió của nhện gié phụ thuộc vào khoảng cách từ khay có nhện gié sang khay không có nhện gié. Ở công thức 1, với khoảng cách 2 khay đặt cách nhau 0,5 m, nhện gié lây sang khay đối diện với tỷ lệ hại là 17,33%, 31,33% và 47,33% qua 20, 30 và 40 ngày theo dõi. Tương ứng, chỉ số hại cũng tăng lên sau 20, 30 và 40 ngày theo dõi là 2,14%, 5,58% và 10,67%. Trong khi đó, công thức thứ 2 khi đặt 2 khay cách nhau 1 m đã có sự sai khác khá rõ nét. Sự lây lan qua gió chậm nhất thể hiện ở công thức 3 khi 2 khay được đặt cách nhau 1,5 m. Ở công thức 3, rất ít các khóm lúa tại khay không lây nhiễm bị nhện gié hại. Tỷ lệ hại theo dõi được tại các khay không lây nhiễm nhện gié thấp, chỉ đạt 2,67%; 4,67% và 13,33% và chỉ số hại tương ứng là 0,23%; 0,65%; và 1,67% tương ứng trong thời gian theo dõi sau lây là 20, 30 và 40 ngày. Như vậy, nhện gié có thể phát tán một cách thụ động và phụ thuộc vào khoảng cách từ nguồn nhện gié.

4.9.3. Sự phát tán của nhện gié từ lúa chết bên ngoài vào trong ruộng

Nghiên cứu được tiến hành tại xã Hoà Bình Thạnh, huyện Châu Thành, tỉnh An Giang vụ hè thu năm 2010. Thí nghiệm được thực hiện trên ruộng lúa

BẢNG 4.11. Ảnh hưởng của nguồn lúa chết có nhện gié tới giống lúa IR 50404 vụ hè thu 2010 tại Châu Thành, An Giang (Lê Đắc Thủy và cs., 2011)

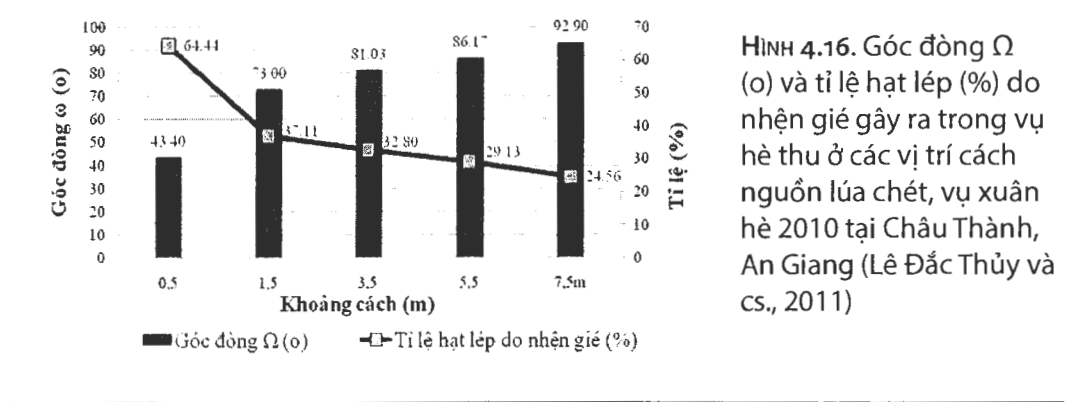
Công thức	Chiều cao thân (cm)	Chiều dài vết hại (cm)	Màu sắc vết hại	Góc đòng Ω (°)	Khối lượng khô (g/bông)	Tỉ lệ hạt lép do nhện gié (%)
CT 1	71,23 ^a ±4,30	49,02 ^b ±1,94	4,60 ^c ±0,53	43,40 ^a ±14,02	1,40 ^a ±0,03	64,44 ^c ±7,46
CT 2	79,40 ^b ±5,56	48,07 ^b ±0,76	3,20 ^b ±0,40	73,00 ^b ±5,20	1,49 ^a ±0,08	37,11 ^b ±5,12
CT 3	90,03 ^c ±0,35	42,13 ^b ±5,29	2,47 ^{ab} ±0,31	81,03 ^{bc} ±8,49	1,71 ^b ±0,06	32,8 ^{ab} ±4,82
CT 4	88,55 ^c ±2,45	49,47 ^b ±7,58	2,87 ^{ab} ±0,99	86,17 ^{bc} ±4,31	1,77 ^b ±0,19	29,13 ^{ab} ±2,00
CT5	88,10 ^c ±0,40	26,03 ^a ±3,12	2,00 ^a ±0,20	92,90 ^c ±12,56	1,74 ^b ±0,12	24,56 ^a ±1,86
LSD _{0,05}	6,086	11,379	0,526	15,918	0,179	9,685
CV %	4,00	14,30	18,40	11,60	6,10	14,20

Ghi chú: Các chữ a, b, c...theo cột dọc chỉ sự khác nhau có ý nghĩa ở mức α = 0,05; n = 30; Góc đòng Ω (°) là góc giữa trục thẳng đứng của bông lúa với điểm mút của hạt cuối cùng của gié lúa

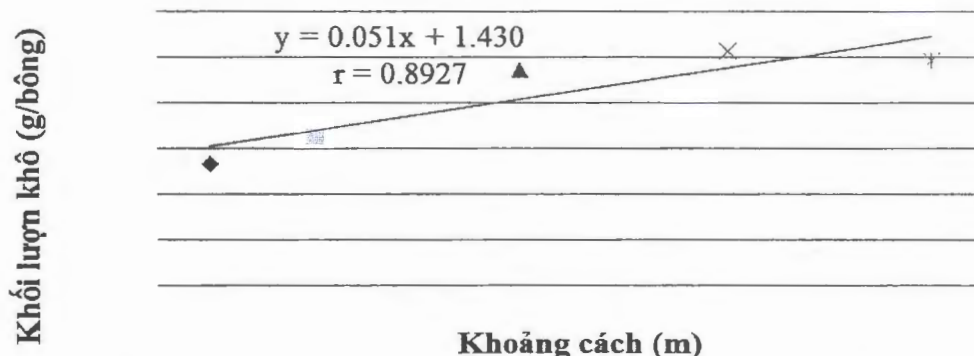
canh mương nước rộng 4 m trên đó có lúa chết vụ xuân hè. Công thức thí nghiệm gồm: CT1: vị trí 1 cách nguồn lúa chết 0,5 m; CT2: vị trí 2 cách nguồn lúa chết 1,5 m; CT3: vị trí 3 cách nguồn lúa chết 3,5 m; CT4: vị trí 4 cách nguồn lúa chết 5,5 m; CT5: vị trí 5 cách nguồn lúa chết 7,5 m. Khi thu hoạch, mỗi vị trí tiến hành thu 3 điểm, điểm nọ cách điểm kia 10 mét, mỗi điểm cắt lấy 10 dảnh đem về phòng kiểm tra mật độ nhện gié, màu sắc vết hại, góc đòng và kết quả được trình bày tại **BẢNG 4.11**.

BẢNG 4.11 chỉ ra rằng vị trí cây lúa càng gần cây lúa chết (nơi có nguồn nhện gié) thì mức độ xâm nhiễm và gây hại của nhện gié càng cao tương tự như kết quả của Nguyễn Thị Nhâm và cs., (2010).

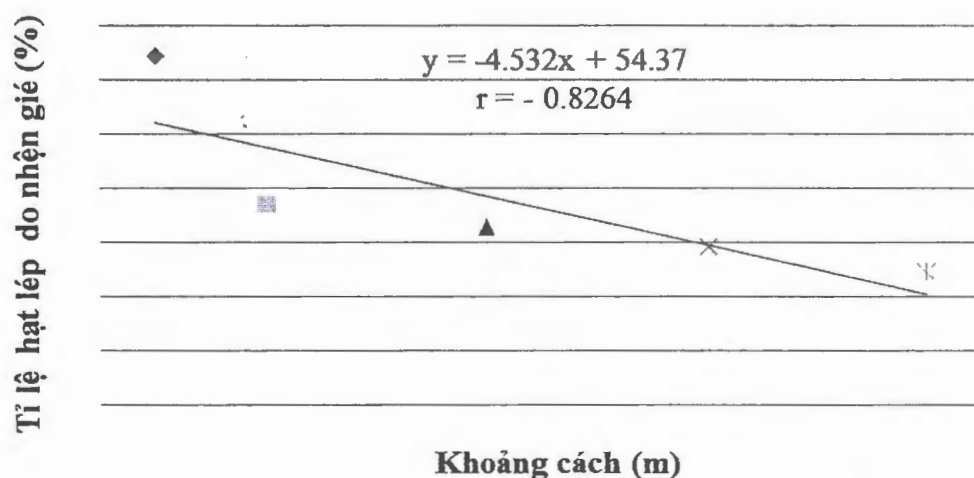
Tại công thức 1, cách nguồn lúa chết có nhện gié 0,5 m, nhện gié lây lan gây hại nặng. Chiều cao cây lúa là thấp nhất, chỉ cao 71,23 cm; Chiều dài vết hại, màu sắc vết hại là lớn nhất, tương ứng là 49,02 cm và 4,6 ở cấp hại số 5, thân có màu nâu đen. Nhiều bông lúa có hiện tượng thẳng đứng không uốn câu do hạt bị lép, góc đòng trung bình là 43,4° giảm tới 49,5° so với vị trí cách



HÌNH 4.16. Góc đòng Ω (o) và tỉ lệ hạt lép (%) do nhện gié gây ra trong vụ hè thu ở các vị trí cách nguồn lúa chết, vụ xuân hè 2010 tại Châu Thành, An Giang (Lê Đắc Thủy và cs., 2011)



HÌNH 4.17. Tương quan giữa khoảng cách từ nguồn lúa chết có nhện gié và khối lượng khô của bông lúa (g/bông) (Lê Đắc Thủy và cs., 2011)



HÌNH 4.18. Tương quan giữa khoảng cách từ nguồn lúa chết có nhện gié và tỷ lệ hạt lép do nhện gié gây hại (Lê Đắc Thủy và cs., 2011)

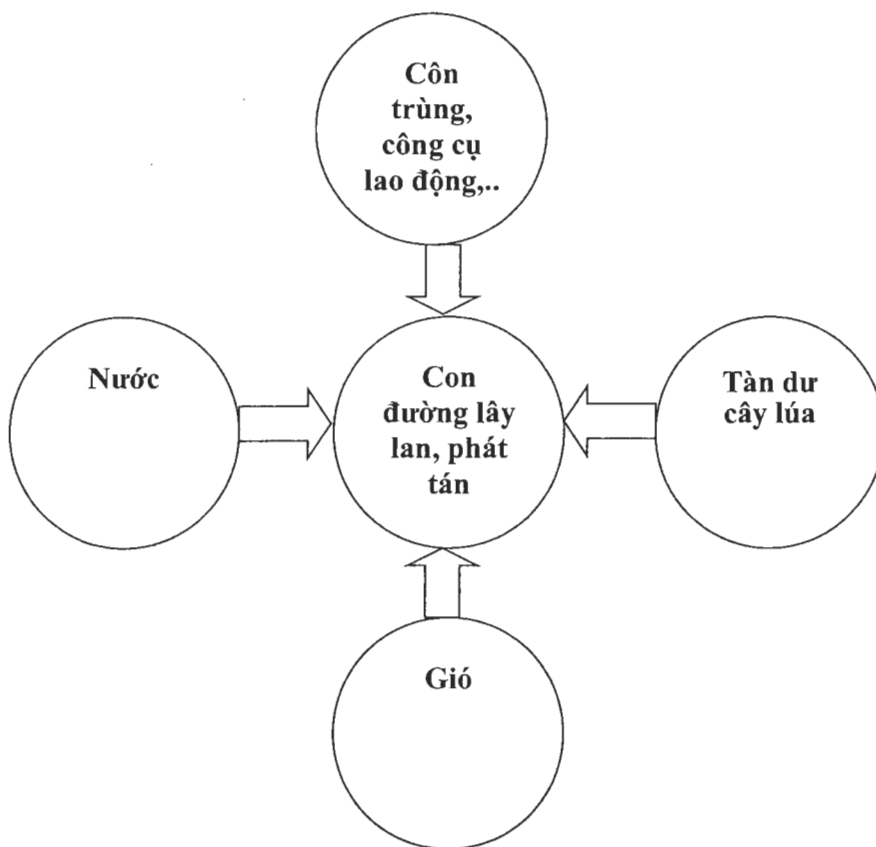
nguồn lúa chết có nhện gié 7,5 m; khối lượng khô của bông nhỏ nhất (1,4 g/bông lúa); tỷ lệ hạt lép do nhện gié là 64,44 %, cao hơn vị trí cách nguồn nhện 7,5 m là 2,62 lần (HÌNH 4.16).

Qua HÌNH 4.17 và HÌNH 4.18 cho thấy, các mối tương quan giữa khoảng cách nguồn nhện gié lây nhiễm với khối lượng khô và tỷ lệ hạt bị lép là có tương quan chặt. Điều này chỉ ra rằng, nguồn lúa chết có nhện gié có ảnh hưởng lớn đến sự gây hại của nhện gié trên đồng ruộng. Càng gần nguồn lúa chết có nhện gié thì cây lúa càng bị gây hại nặng và giảm về năng suất.

Như vậy, việc tiêu hủy tàn dư cây lúa ở trên đồng ruộng ngay sau thu hoạch nhất là lúa trên các mương nước ở miền Tây Nam bộ là một hướng quan trọng để quản lý nhện gié.

4.10. MÔ HÌNH LÂY LAN PHÁT TÁN CỦA NHỆN GIÉ

Từ các nghiên cứu đã thực hiện, mô hình lây lan phát tán của nhện gié trên đồng ruộng được biểu diễn tại HÌNH 4.19. Trong đó tàn dư cây lúa, lúa chết, lúa mọc từ hạt rơi vãi trên bờ ruộng, đường đi là nguồn lây nhiễm quan trọng nhất. Kinh nghiệm của chúng tôi là nếu xử lý tốt tàn dư cây lúa vụ trước cho hiệu quả ngăn chặn lây nhiễm đối với nhện gié sang vụ sau là rõ rệt.



HÌNH 4.19. Mô hình con đường lây lan, phát tán của nhện gié trên đồng ruộng

Chương 5

BIỆN PHÁP PHÒNG CHỐNG

100

Để thực hiện biện pháp phòng chống nhện gié *S. spiniki* hại lúa mang tính tổng hợp và hiệu quả, ngoài các nội dung tại chương 4, thì các nội dung chính cần nghiên cứu gồm:

- Thiên địch nhện gié
- Nhện bắt mồi *Lasioseius chauharii* W & W
- Ngưỡng gây hại của nhện gié
- Thời điểm phun thuốc
- Hiệu quả của các loại thuốc BVTV
- Xây dựng mô hình quản lý tổng hợp (IPM) nhện gié

5.1. THIÊN ĐỊCH NHỆN GIÉ

5.1.1. Phương pháp nghiên cứu

Tiến hành điều tra tự do tại 2 điểm là Cẩm Sơn, Cẩm Giàng, Hải Dương và Hoà Bình Thạnh, Châu Thành, An Giang năm 2010, thu các mẫu là các danh bị nhện hại đưa vào túi nilon đem về soi dưới kính lúp để tách các loài nhện nhỏ bắt mồi và các loài thiên địch khác cho vào cồn, lên lam (Jeppson *et al.*, 1975; Smiley, 1967). Một số mẫu nhện nhỏ bắt mồi gửi qua Viện nghiên cứu Côn trùng Quảng Đông Trung Quốc để giám định. Từ kết quả phân loại đã xác định loài nhện bắt mồi thường xuyên xuất hiện để tiếp tục nuôi sinh học và đánh giá khả năng sử dụng.

5.1.2. Kết quả nghiên cứu

Thành phần các loài thiên địch/bắt mồi ăn thịt của nhện gié ở 2 điểm điều tra gồm 4 loài thuộc 4 họ và 3 bộ (BẢNG 5.1).

BẢNG 5.1. Thành phần các loài thiên địch của nhện gié tại An Giang và Hải Dương (2010)

STT	Tên Việt Nam	Tên khoa học	Họ	Bộ
1	Bọ trĩ đen bắt mồi	<i>Haplothrip</i> sp.	Phlaeothripidae	Thysanoptera
2	Muỗi năn bắt mồi	<i>Therodiplosis</i> sp.	Cecidomyiidae	Diptera
3	Nhện nhỏ vàng rơm	<i>Amblyseius</i> sp.	Phytoseiidae	Acarina
4	Nhện nhỏ trắng vàng (nhện bắt mồi)	<i>Lasioseius chauthrii</i> W & W.	Blattisociidae	Acarina

Các loài thiên địch sống trong bẹ lá lúa và phần dưới của cây lúa nhưng chủ yếu trong tổ nhện gié hoặc trên bẹ, nơi có nhiều nhện gié. Nhìn chung các loài thiên địch nhện gié có mật độ rất thấp, thường đạt 0,05-0,1 con/dảnh. Trong số các loài thiên địch có loài nhện bắt mồi (NBM) *Lasioseius chauthrii* Wu and Wang là loài phổ biến hơn cả. Thử nghiệm ban đầu trong phòng thí nghiệm cho thấy loài NBM *L. chauthrii* có các điều kiện sinh thái khá tương đồng như nhện gié, hơn nữa chúng thể hiện khả năng ăn nhện gié cao. Đối chiếu với các tiêu chuẩn của một loài thiên địch thì loài *L. chauthrii* tỏ ra có triển vọng hơn cả.

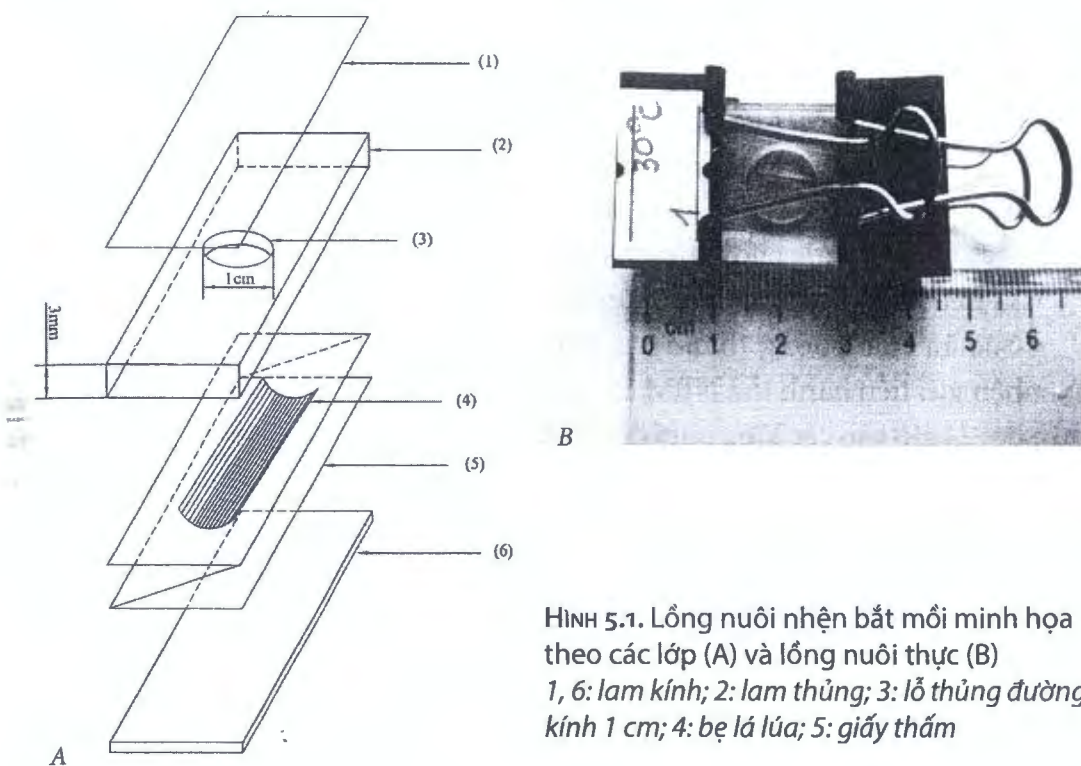
5.2. NHỆN BẮT MỒI *Lasioseius chauthrii*

5.2.1. Phương pháp nghiên cứu

Nuôi sinh học cá thể được thực hiện như nuôi cá thể nhện gié: môi trường ổn định, không gian và thức ăn không hạn chế (Birch, 1948). Điểm khác biệt là các cá thể nhện bắt mồi (NBM) được nuôi từ trứng cho đến chết sinh lý trong lồng nuôi (Munger cell) (HÌNH 5.1 A và B).

▪ Lồng nuôi có đường kính khoang nuôi là 1,0 cm, được cấu tạo bởi 6 thành phần. Tính từ dưới lên trên HÌNH 5.1 gồm Phần 1: lam kính 1, kích thước 4 x 2 cm; Phần 2: tấm mica dày 3 cm thùng có đường kính 1,0 cm; Phần 3: khoang nuôi đường kính 1,0 cm; Phần 4: bẹ lá đồng; Phần 5: giấy thấm (được làm ẩm bằng nước cất); Phần 6: lam kính 2: 4 cm x 2cm;

Nuôi sinh học NBM được tiến hành trong tủ sinh thái tại 2 nhiệt độ 25°C và 30°C. Thức ăn cho NBM là các pha phát triển của nhện gié. Các bước tiến hành như sau:



HÌNH 5.1. Lồng nuôi nhện bắt mồi minh họa theo các lớp (A) và lồng nuôi thực (B)
1, 6: lam kính; 2: lam thùng; 3: lỗ thùng đường kính 1 cm; 4: bẹ lá lúa; 5: giấy thấm

Đầu tiên thả 30 nhện bắt mồi cái trưởng thành vào 1 lồng nuôi, trong đó có 2000-3000 nhện gié, để nhện bắt mồi sinh sống và đẻ trứng. Sau 120 phút, dùng bút lông chuyển từng quả trứng nhện bắt mồi sang lồng nuôi mới đã có sẵn 200-300 nhện gié. Các lồng nuôi được đặt trong thùng nhựa 30 lít có nắp đậy kín và được duy trì ở ẩm độ 96-98% (đáy hộp có dung dịch K_2SO_4 bão hòa).

Hàng ngày theo dõi 1 lần để xác định trứng nở, sự chuyển tuổi nhờ xác lột, đồng thời bổ sung nhện gié. Sau 3 ngày thay lồng nuôi mới.

Khi nhện bắt mồi chuyển sang tuổi 3 thì đưa 1 đực trưởng thành vào cho ghép đôi khi hóa trưởng thành và từ lúc này cho đến khi trưởng thành đẻ quả trứng đầu tiên tiến hành theo dõi 1 ngày 3 lần vào các thời điểm 6 h, 14 h, 22 h. Sau khi toàn bộ số NBM được ghép đôi để hết thì tiến hành theo dõi ngày 1 lần.

Tiến hành thu trứng của các ngày đẻ trứng thứ 3, 7, 11 tiếp tục nuôi trong lồng nuôi mới luôn có nhiều nhện gié và đặt trong tủ sinh thái cùng nhiệt độ để tiếp tục theo dõi số trứng nở. Nhện non nở ra tiếp tục được chuyển sang các lồng nuôi mới (1 cá thể/1 lồng) nuôi cho đến khi chúng hóa trưởng thành và đẻ trứng, xác định số lượng nhện đực và nhện cái trưởng thành.

Các chỉ tiêu sinh học được tính như đối với nhện gié (Birch, 1948).

▪ Thử sức ăn trứng nhện gié của các pha phát dục nhện bắt mỗi *L. chauthrii* theo 5 công thức, mỗi công thức được nhắc lại 30 lần, mỗi lần nhắc lại tương ứng với 1 cá thể NBM/1 lồng nuôi. Cụ thể: CT1: NBM tuổi 1, CT2: NBM tuổi 2, CT3: NBM tuổi 3, CT4: NBM trưởng thành đực, CT5: NBM trưởng thành cái 2-3 ngày tuổi. Thả NBM vào mỗi lồng nuôi đã có sẵn 50 trứng nhện gié. Nhện bắt mỗi đã được cho nhện đói 24 giờ trước khi thí nghiệm.

Chỉ tiêu theo dõi là số trứng còn lại ở mỗi lồng sau 24 giờ.

▪ Sức ăn của trưởng thành cái NBM *L. chauthrii* với các pha phát dục của nhện gié: tiến hành thả NBM cái trưởng thành (TT) 2-3 ngày tuổi đã cho nhện đói 24 giờ vào các lồng nuôi đã có sẵn từng pha phát dục của nhện gié với 50 cá thể. Cụ thể, CT1: 1NBM TT và 50 trứng, CT2: 1NBM TT và 50 nhện non di động, CT3: 1NBM TT và 50 nhện non không di động, CT4: 1NBM TT và 50 trưởng thành đực nhện gié, CT5: 1NBM TT và 50 trưởng thành cái nhện gié.

Mỗi công thức nhắc lại 30 lần.

Chỉ tiêu theo dõi số cá thể nhện gié còn lại ở mỗi lồng sau 24 giờ.

▪ Phương pháp xác định thời gian sống của NBM *L. chauthrii* khi gặp điều kiện bất lợi: thí nghiệm gồm 4 công thức với n là 30 lần, mỗi lần nhắc lại là 1 ống Effendof 1,5 ml trong ống có 1 NBM cái trưởng thành 1 ngày tuổi đã được cho ăn no trước khi thí nghiệm. Các công thức cụ thể như sau: CT 1: đối chứng cho NBM trưởng thành ăn dư thừa nhện gié; CT 2: NBM nhện đói trong điều kiện khô không có nước; CT 3: NBM nhện đói trong điều kiện 3 ngày nhỏ 3 giọt nước vào nắp ống Effendof có dính bông y tế; CT 4: để nhện bắt mỗi ngập hoàn toàn trong nước cất. Nhện bắt mỗi trưởng thành cái được thả vào các ống đã được ghi rõ tên các công thức, sau đó đậy kín nắp ống và cho vào tủ định ôn ở nhiệt độ 25°C, ẩm độ 97%.

Chỉ tiêu theo dõi: hàng ngày đếm số nhện còn sống (nhện còn sống là khi dùng bút lông gạt nhẹ vào chân nhện vẫn thấy có cử động) 1 lần. Theo dõi cho tới khi toàn bộ số nhện chết.

▪ Phương pháp xác định hiệu quả NBM: giống lúa thí nghiệm là giống Khang Dân 18. Thí nghiệm bố trí theo khối ngẫu nhiên đầy đủ RCB, 3 lần nhắc lại, mỗi lần nhắc lại là 1 ô có diện tích 1 m², mỗi ô có 2 thùng xốp (42 × 30 × 20 cm) cấy mỗi thùng xốp 4 khóm lúa, mỗi khóm cấy 2 dảnh. Các ô thí nghiệm được cách ly bằng cách bao nylon xung quanh với chiều cao 1,4 m phía trên cùng được phủ bằng màn tyn. Mỗi ô được cách ly bằng 2 lần nước: được đặt 1 thùng tôn có kích thước 1,2 × 1,2 m trong thùng tôn luôn chứa đầy nước và xung quanh các ô còn có các mương có nước rộng 30 cm.

Lây nhện gié sau khi cấy 30 ngày, với 30 nhện cái trưởng thành ít di động/dánh. Sau khi lây nhện gié 15 ngày tiến hành lây nhện bắt mỗi theo các công thức 1, 2, 3, 4 tương ứng là 0, 1, 3, 5 nhện bắt mỗi trưởng thành cái đang đẻ trứng/dánh lúa.

Chỉ tiêu theo dõi: trước khi lây nhện bắt mỗi 1 ngày, sau lây 7, 15 ngày, tiến hành cắt mỗi công thức 30 đánh lúa đem về phòng thí nghiệm đếm số nhện gié, số nhện bắt mỗi/dánh. Khi thu hoạch: mỗi công thức thu 45 đánh lúa, để cân khối lượng khô từng bông.

5.2.2. Kết quả nghiên cứu

5.2.2.1. Đặc điểm hình thái

Loài nhện nhỏ bắt mỗi *Lasioseius chauthrui* Wu and Wang (Acarina: Blattisociidae) có 3 pha phát triển: trứng, nhện non (tuổi 1, 2, 3) và nhện trưởng thành.

Pha trứng: có hình bầu dục, mới đẻ có màu trắng đục sau chuyển dần sang trắng trong, trong suốt. Trứng dễ rời rạc từng quả hoặc từng cụm, kích thước trung bình là $(166,38 \pm 9,09) \times (109,87 \pm 5,61) \mu\text{m}$.

Nhện non tuổi 1: cơ thể có màu trắng trong, hình bầu dục, phần cuối bụng hơi thon lại. Nhện có 3 đôi chân. Cơ thể có kích thước trung bình là $(183,42 \pm 5,61) \times (114,16 \pm 5,97) \mu\text{m}$.

Nhện non tuổi 2: có 4 đôi chân, chuyển động nhanh nhẹn hơn tuổi 1. Lúc mới chuyển tuổi có màu trắng trong, phần cuối bụng hơi nhọn, cơ thể vồng lên giống hình quả trám. Ở cuối tuổi 2 nhện có màu trắng sữa. Kích thước cơ thể trung bình là $(297,07 \pm 8,62) \times (142,62 \pm 5,22) \mu\text{m}$.

Nhện non tuổi 3: cơ thể hình ô van, ban đầu có màu trắng trong và dần chuyển sang màu trắng sữa. Mặt lưng của cơ thể không bằng phẳng và hơi vồng lên. Kích thước cơ thể tăng nhanh, kích thước tương đương với nhện trưởng thành $(381,14 \pm 7,39) \times (175,13 \pm 4,2) \mu\text{m}$.

Nhện trưởng thành: nhện đẻ khi mới vũ hóa cơ thể hình ô van hơi dẹt, màu trắng trong, trên mặt lưng chuyển dần sang màu vàng nhạt và sau đó toàn bộ cơ thể sẽ chuyển sang màu vàng nâu đến vàng nâu đậm. Trưởng thành đẻ có kích thước trung bình là $(294,83 \pm 6,74) \times (140,66 \pm 3,71) \mu\text{m}$ (BẢNG 5.2, HÌNH 5.3).

Trưởng thành cái khi mới vũ hóa cơ thể hình ô van dài, hơi dẹt, màu trắng trong, trên mặt lưng ở cuối cơ thể có vết màu vàng nâu. Sau đó, toàn bộ cơ thể

BẢNG 5.2. Kích thước các pha phát dục của NBM *Lasioseius chaudhrii* ở nhiệt độ 30°C, ẩm độ 96-98%, n = 30

Pha phát dục	Chỉ tiêu	Kích thước (µm)		
		Lớn nhất	Nhỏ nhất	TB ± SD
Trứng	Chiều dài	187,41	150,48	166,38 ± 9,09
	Chiều rộng	121,34	95,53	109,87 ± 5,61
Tuổi 1	Chiều dài	195,26	172,58	183,42 ± 5,61
	Chiều rộng	124,97	103,47	114,16 ± 5,97
Tuổi 2	Chiều dài	327,41	283,89	297,07 ± 8,62
	Chiều rộng	164,91	137,02	142,62 ± 5,22
Tuổi 3	Chiều dài	399,82	362,74	381,14 ± 7,39
	Chiều rộng	180,51	163,85	175,13 ± 4,21
TT trước đẻ	Chiều dài	411,73	377,49	393,51 ± 8,74
	Chiều rộng	180,51	163,85	188,21 ± 5,50
TT đẻ trứng	Chiều dài	426,13	382,19	402,74 ± 9,03
	Chiều rộng	205,75	171,28	193,43 ± 8,34
TT đực	Chiều dài	308,22	280,56	294,83 ± 6,74
	Chiều rộng	147,94	129,28	140,66 ± 3,71

TB : Trung bình ; SD: Độ lệch chuẩn

sẽ nhanh chóng chuyển sang màu vàng nhạt, rồi chuyển sang màu vàng nâu tươi, gần cuối giai đoạn đẻ trứng nhện có màu vàng nâu. Trưởng thành cái trước đẻ có kích thước trung bình là $(393,51 \pm 8,74) \times (188,21 \pm 5,50)$ µm, khi đẻ trứng chúng có kích thước trung bình là $(402,74 \pm 9,03) \times (193,43 \pm 8,34)$ µm.

5.2.2.2. Đặc điểm sinh học

Thời gian phát dục Nuôi cá thể NBM *Lasioseius chaudhrii* ở 25°C và 30°C ẩm độ 96-98%, cho thấy nhiệt độ có ảnh hưởng lớn đến thời gian các pha phát dục của NBM *Lasioseius chaudhrii*. Ở 25°C vòng đời là 7,5 ngày và ở 30°C vòng đời là 6,29 ngày (BẢNG 5.3).

Nhịp điệu sinh sản Nhiệt độ có ảnh hưởng tới thời gian đẻ trứng và số lượng trứng của NBM. Nhìn chung NBM có sức đẻ trứng cao, ở nhiệt độ 25°C chúng đẻ được 114,79 trứng/con cái còn ở 30°C chúng đẻ được 55,4 trứng/con cái (HÌNH 5.2).

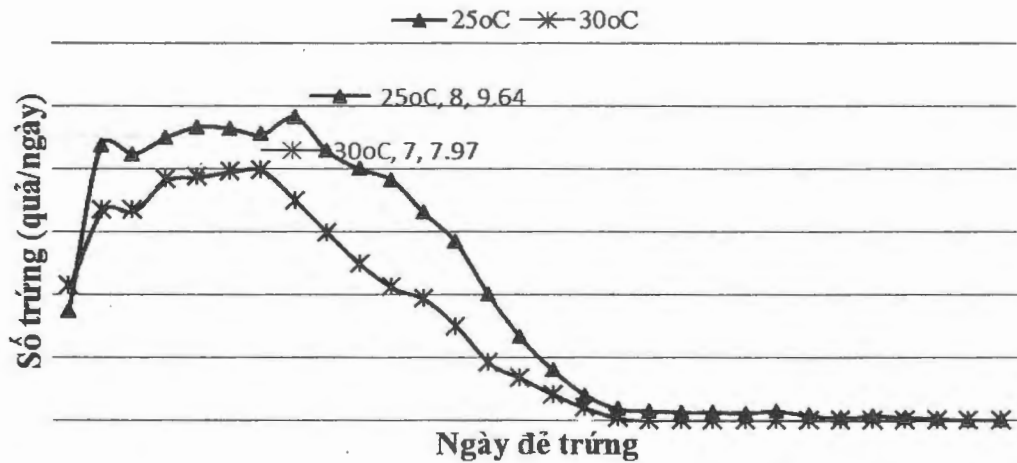
Tỉ lệ trứng nở Kết quả BẢNG 5.4 chỉ ra rằng, tỷ lệ trứng nở cao tại 25°C và 30°C, tương ứng là 90,69% và 87,61%.

Tỉ lệ giới tính Loài NBM *Lasioseius chaudhrii* có tỷ lệ nhện cái cao hơn nhiều so với nhện đực (BẢNG 5.5).

BẢNG 5.3. Thời gian phát dục (ngày) của nhện nhỏ bắt mồi *Lasioseius chaudiarii* tại nhiệt độ 25°C, 30°C ẩm độ 96-98%

Pha phát dục	25°C		30°C	
	TB ± SD	N	TB ± SD	n
Trứng	3,46 ± 0,00	48	2,47 ± 0,22	40
NN Tuổi 1	1,00 ± 0,00	48	0,95 ± 0,22	40
NN Tuổi 2	1,04 ± 0,16	48	0,99 ± 0,12	40
NN Tuổi 3	0,88 ± 0,30	48	0,75 ± 0,25	40
TT trước đẻ	1,20 ± 0,30	45	1,13 ± 0,20	39
Vòng đời	7,57 ± 0,56	45	6,29 ± 0,42	39
Tuổi thọ/ Đời	34,66 ± 7,56	45	27,68 ± 5,02	35

Ghi chú: TB: trung bình; SD: độ lệch chuẩn; NN: nhện non; TT: nhện trưởng thành, n: số cá thể theo dõi



HÌNH 5.2. Nhịp điệu sinh sản của NBM *Lasioseius chaudiarii* tại các mức nhiệt độ 25°C, 30°C

BẢNG 5.4. Tỷ lệ trứng nở của NBM *Lasioseius chaudiarii* ở các mức nhiệt độ 25°C và 30°C, ẩm độ 97%

	25°C		30°C	
	A (quả)	B (%)	A (quả)	B (%)
Lần 1	366	89,89	234	87,61
Lần 2	419	90,21	279	88,17
Lần 3	247	90,69	147	88,44
Trung bình	344	90,26	220	88,07

Ghi chú: Lần 1: Ngày đẻ trứng thứ 3, Lần 2: Ngày đẻ trứng thứ 7, Lần 3: Ngày đẻ trứng thứ 11; A: Số trứng theo dõi; B: Tỷ lệ trứng nở

BẢNG 5.5. Tỷ lệ nhện giới tính (đực/cái) của NBM *Lasioseius chaudi* ở các mức nhiệt độ 25°C và 30°C, ẩm độ 96-98%

Lần thu trứng	Nhiệt độ	
	25°C	30°C
Lần 1	1/3,91	1/3,66
Lần 2	1/3,78	1/3,71
Lần 3	1/3,77	1/3,81
Trung bình	1/3,82	1/3,73

Lần 1: ngày đẻ trứng thứ 3, Lần 2: ngày đẻ trứng thứ 7, Lần 3: ngày đẻ trứng thứ 11. Tổng số mỗi lần thu trên 500 trứng

Bảng sống và các chỉ tiêu sinh học cơ bản *L. chaudi* có tỷ lệ sống tự nhiên rất cao và đạt 100% cho đến ngày thứ 22, và ngày 17, tương ứng với các nhiệt độ 25°C và 30°C. Sức sinh sản của nhện cái vào những ngày đầu của quá trình sinh sản thấp nhưng tăng dần vào những ngày tiếp theo đạt đỉnh cao vào ngày tuổi thứ 13 ở cả 2 nhiệt độ 25°C, 30°C (BẢNG 5.6).

BẢNG 5.6. Bảng sống (life table) của NBM *Lasioseius chaudi* ở 25°C, 30°C

25°C				30°C			
X	lx	mx	lx.mx	X	Lx	Mx	lx.mx
0 – 6,79	1	0	0	0– 6,42	1	0	0,00
7,12	1	0,43	0,43	6,75	1	0,13	0,13
7,46	1	0,84	0,84	7,09	1	0,87	0,87
7,79	1	1,27	1,27	7,42	1	0,99	0,99
8,12	1	1,80	1,80	7,75	1	1,33	1,33
8,46	1	2,27	2,27	8,09	1	1,62	1,62
8,79	1	1,56	1,56	8,42	1	1,50	1,50
9,12	1	1,86	1,86	9,42	1	4,53	4,53
9,46	1	2,13	2,13	10,42	1	5,14	5,14
10,46	1	6,20	6,20	11,42	1	5,40	5,40
11,46	1	6,66	6,66	12,42	1	5,52	5,52
12,46	1	6,85	6,85	13,42	1	5,48	5,48
13,46	1	6,47	6,47	14,42	1	5,18	5,18
14,46	1	6,59	6,59	15,42	1	4,27	4,27
15,46	1	6,58	6,58	16,42	1	3,56	3,56
16,46	1	5,77	5,77	17,42	0,97	3,01	2,93
17,46	1	5,72	5,72	18,42	0,97	2,91	2,83
18,46	1	5,04	5,04	19,42	0,97	2,26	2,20
19,46	1	4,37	4,37	20,42	0,97	1,47	1,42

(Xem tiếp trang 71)

BẢNG 5.6. Bảng sống (life table) của NBM *Lasioseius chaudhrii* ở 25°C, 30°C

25°C				30°C			
X	lx	mx	lx.mx	X	Lx	Mx	lx.mx
20,46	1	3,42	3,42	21,42	0,97	1,00	0,97
21,46	1	2,30	2,30	22,42	0,89	0,63	0,55
22,46	0,98	1,33	1,31	23,42	0,83	0,31	0,26
23,46	0,98	0,70	0,68	24,42	0,66	0,09	0,06
24,46	0,96	0,46	0,44				
25,46	0,91	0,22	0,20				
26,46	0,78	0,14	0,11				
27,46	0,73	0,16	0,12				
28,46	0,69	0,11	0,08				
29,46	0,62	0,13	0,08				
30,46	0,58	0,06	0,04				
31,46	0,56	0,03	0,02				
32,46	0,53	0,05	0,03				
33,46	0,51	0,03	0,02				
34,46	0,44	0,02	0,01				
R ₀ =81,24				R ₀ =56,75			

x: Ngày tuổi; lx: Tỷ lệ sống sót tự nhiên với $l_0 = 1$;
mx: Sức sinh sản (số lượng cá thể cái đẻ ra sống sót trong ngày)

Tổng hợp kết quả bảng sống của nhện bắt mồi ở nhiệt độ 25°C, 30°C tính được các chỉ tiêu sinh học cơ bản của loài nhện bắt mồi *L. chaudhrii* (BẢNG 5.7).

Kết quả BẢNG 5.7 cho thấy hệ số nhân trong một thế hệ (R_0) là rất cao. 81,24 lần và 56,75 lần tương ứng ở 25°C và 30°C. Thời gian 1 thế hệ từ 11,46-14,55 ngày. Tỷ lệ tăng tự nhiên (r) cao, đạt từ 0,3523 đến 0,3656 ứng với nhiệt độ 30°C và 25°C. Tuy vậy, tỷ lệ tăng tự nhiên của NBM này không cao bằng của nhện gié. Trong khi đó nghiên cứu của Lương Thị Huyền và cs., (2016), tỷ lệ

BẢNG 5.7. Các chỉ tiêu sinh học cơ bản của nhện bắt mồi *Lasioseius chaudhrii* ở 25°C và 30°C, ẩm độ 96-98%

Chỉ tiêu	25°C	30°C
Vòng đời (ngày)	7,57 ± 0,56	6,29 ± 0,42
$T = \sum x.lx.mx.e^{-rx}$ (ngày)	12,03	11,46
Tc =(ngày)	14,55	13,48
Ro = $\sum lx.mx$	81,24	56,75
Tỷ lệ tăng tự nhiên (r)	0,3656	0,3523

tăng tự nhiên (r_m) của NBM *Neoseiulus longispinosus* khi nuôi bằng nhện đỏ hai chấm *Tetranychus urticae*, nhện đỏ son *T. cinnabarinus*, nhện cam chanh *P. citri* có tỷ lệ tăng tự nhiên (r_m) lần lượt là 0,2997; 0,2966; 0,298 và công bố của Nguyễn Thị Phương Thảo và Nguyễn Thị Hồng Vân (2013) cho biết loài *N. longispinosus* khi nuôi trên *T. urticae* có (r_m) thấp hơn (0,204). Một loài NBM khác, *Hypoaspis* sp. ở 30°C, ẩm độ 80% nuôi trên nhện hành tỏi *Rhizoglyphus echinopus* có tỷ lệ tăng tự nhiên (r_m) thấp hơn (0,176) (Hoàng Kim Thoa, 2015).

Trên đồng ruộng, NBM thường xuất hiện khi lúa có đồng già cho tới thu hoạch. Trên 3 vị trí là lá, bẹ lá và bông lúa. Khi lúa làm đồng, chúng thường có mặt ở bẹ lá, khi lúa trở đến thu hoạch chúng có mặt chủ yếu trên bông lúa, nơi có nhiều thức ăn.

Trong ngày, nhện đẻ trứng nhiều nhất là từ 19-23h (40,34%). Trứng thường đẻ trong tổ nhện gié (73,55%). Trong lồng nuôi, thường thấy trứng dính vào lông trên lá, tơ rễ và sợi bông (> 55,88%).

NBM là loại bắt mồi có tính đa thực, ngoài nhện gié chúng còn tấn công tuyến trùng, nhện sữa. Khi mật độ NBM cao dễ thấy hiện tượng chúng ăn thịt đồng loại (cannibalism).

Khi bắt mồi, nhện bắt mồi sử dụng đôi xúc biện tìm kiếm vật mồi, khi tìm được vật mồi chúng dùng đôi kìm giữ chặt lấy con mồi và dùng kim chích vào phần bên cơ thể (giữa đôi chân thứ nhất và đôi chân thứ hai) để hút dịch trong cơ thể con mồi.

Sức ăn của nhện bắt mồi NBM có khả năng tiêu thụ nhện gié cao. Tất cả các pha di động của NBM đều tấn công các pha phát dục của nhện gié, nhiều nhất là pha trứng (BẢNG 5.8). Trong đó nhện cái đang đẻ trứng có sức

BẢNG 5.8. Sức ăn trứng nhện gié (quả/ngày) của các pha phát dục *Lasioseius chaudhrii*

Pha phát dục	Lớn nhất	Nhỏ nhất	Trung bình ± SD
Nhện non tuổi 1	10	6	8,00 ^d ± 1,08
Nhện non tuổi 2	14	12	13,10 ^c ± 0,71
Nhện non tuổi 3	29	24	22,27 ^b ± 1,66
Nhện TT đực	25	20	22,53 ^b ± 1,63
Nhện TT cái	44	30	40,6 ^a ± 3,14
<i>LSD</i> _{0,05}			1,14
<i>CV</i> (%)			3,5

Ghi chú n = 30, SD- độ lệch chuẩn, TT: Trưởng thành.

BẢNG 5.9. Sức ăn (quả trứng hoặc cá thể/ngày) của trưởng thành cái NBM *Lasioseius chaudhrii* với các pha phát dục của nhện gié

Pha phát dục	Lớn nhất	Nhỏ nhất	Trung bình \pm SD
Trứng	44	30	40,6 ^a \pm 3,14
Nhện non di động	25	17	21,57 ^c \pm 2,46
Nhện non không di động	28	20	23,33 ^b \pm 1,49
Trưởng thành đực	6	3	4,30 ^e \pm 1,19
Trưởng thành cái	16	11	14,03 ^d \pm 1,52
LSD _{0,05}			1,12
CV(%)			5,5

Ghi chú: n = 30, SD- độ lệch chuẩn

tiêu thụ nhện gié cao nhất, tiếp theo là nhện đực trưởng thành, rồi đến nhện non tuổi 3, tuổi 2 và tuổi 1 (BẢNG 5.8).

Kết quả về sức ăn của nhện bắt mồi cho thấy, đây là một loài bắt mồi có sức ăn lớn và có triển vọng cho việc ứng dụng để khống chế nhện gié.

Với sức tăng quần thể cao và sức tiêu thụ nhện gié cao, loài NBM *L. chaudhrii* là loài thiên địch rất có ý nghĩa.

Hơn nữa, ưu điểm nổi bật là *L. chaudhrii* là một loài bản địa, dễ nhân nuôi và thích ứng với điều kiện tự nhiên trên ruộng lúa (BẢNG 5.10).

Kết quả BẢNG 5.10 cho thấy khi không có nhện gié trong các điều kiện khô hạn, ẩm độ cao và ngập nước hoàn toàn, nhện bắt mồi *Lasioseius chaudhrii* vẫn có thể sống tới 10,63-28,13 ngày, thời gian sống này giảm từ 6,94-24,44 ngày so với nhện bắt mồi được nuôi trong điều kiện có đầy đủ thức ăn. Trong 3 công thức thí nghiệm thì công thức để nhện bắt mồi nhện đoi ở điều kiện có bổ sung 3 giọt nước/3 ngày, đã tạo ra môi trường ẩm độ cao trong ống nghiệm, thời gian sống của NBM là cao nhất với 28,13 ngày so với để nhện bắt mồi ngập nước hoàn toàn và khô hạn.

BẢNG 5.10. Thời gian sống (ngày) của NBM *Lasioseius chaudhrii* trong điều kiện không thức ăn và bắt lợi ở nhiệt độ 25°C, ẩm độ 96-98%

Công thức	Nhỏ nhất	Lớn nhất	Trung bình \pm SD
Ngập nước	1	33	10,63 \pm 9,62 ^a
Khô	2	32	13,17 \pm 8,0 ^a
Nhỏ 3 giọt nước/3 ngày	3	46	28,13 \pm 13,60 ^b
Đối chứng	21	47	35,07 \pm 6,65 ^c

Ghi chú n = 30, SD- độ lệch chuẩn

5.2.2.3. Hiệu quả sử dụng nhện bắt mồi trong thí nghiệm ô nhỏ và thí nghiệm ô lớn

- Thí nghiệm ô nhỏ minh chứng hiệu quả cao của NBM (BẢNG 5.11, 5.12).

BẢNG 5.11. Hiệu quả khống chế (%) nhện gié của NBM *Lasioseus chauthrii*

Công thức	Số NBM lây nhiễm/dảnh	Mật độ nhện gié trước thả 1 ngày	Hiệu quả (%)	
			Sau 7 ngày lây	Sau 15 ngày lây
1	Đối chứng không lây	81,6 ± 91,38 ^{ab}	0,00 ± 0,00 ^c	0,00 ± 0,00 ^b
2	1 TT cái đang đẻ trứng	56,3 ± 35,57 ^b	56,67 ± 17,45 ^b	52,94 ± 5,78 ^a
3	3 TT cái đang đẻ trứng	90,2 ± 44,2 ^a	76,81 ± 1,51 ^a	63,91 ± 11,17 ^a
4	5 TT cái đang đẻ trứng	99,17 ± 46,06 ^a	78,28 ± 10,17 ^a	67,93 ± 8,42 ^a
LSD _{0,05}			16,87	15,14
CV(%)		18,9	16	16,4

Ghi chú: TT: trưởng thành, NBM: nhện bắt mồi; trong phạm vi cột các chữ cái a, b chỉ sự khác nhau có ý nghĩa ở mức $\alpha = 0,05$; thả NBM sau sạ 45 ngày; lúa trổ sau sạ 55 ngày; thu hoạch lúa 83 ngày sau sạ.

Kết quả BẢNG 5.11 cho thấy, khi NBM khống chế được nhện gié với hiệu quả từ 56,67-78,28% (sau lây NBM 7 ngày) và 52,94-67,93% (sau lây NBM 15 ngày). Công thức lây 3-5 NBM/dảnh cho hiệu quả cao với 76,81-78,28% (sau lây NBM 7 ngày). Sau lây 15 ngày, qua so sánh thống kê cả 3 công thức lây nhện đều đạt hiệu quả tương đương nhau. Như vậy, có thể thấy công thức lây 1-3 NBM/dảnh vừa đạt hiệu quả phòng trừ nhện gié, vừa giảm bớt công lao động, phù hợp cho công tác ứng dụng phòng trừ nhện gié.

Kết quả này cũng tương đồng với công bố của Almaguel và Santos (2003), khi mật độ 3,3 NBM/dảnh thì nhện gié được khống chế.

Số liệu BẢNG 5.11 còn cho thấy, với mật độ nhện gié ban đầu từ 56,3–99,17 nhện gié/dảnh khi tiến hành lây NBM từ 1-5 con/dảnh đem lại hiệu quả phòng trừ 52,94-78,28%.

Hiệu quả của khống chế nhện gié của NBM ngoài chỉ tiêu hiệu quả khống chế còn được thể hiện qua chỉ tiêu tỷ lệ hạt bị hại (%) và khối lượng khô (g/bông). So công thức đối chứng không lây NBM, các công thức lây nhện bắt mồi giúp cho tỉ lệ hạt bị nhện gié hại giảm từ 42,81-89,96%. Công thức lây 5 NBM/dảnh có tỉ lệ hạt bị hại thấp nhất 3,98% (BẢNG 5.12).

Số hạt bị hại càng nhỏ thì khối lượng bông lúa càng cao. Tại công thức lây 5 NBM/dảnh có khối lượng bông lúa là lớn nhất 2,01 g/bông tăng 35,81% so với đối chứng. Công thức lây 1 NBM/dảnh, 3 NBM/dảnh làm tăng khối lượng bông lúa so với đối chứng là 21,62% và 30,41% tương ứng.

BẢNG 5.12. Tỷ lệ hại (%) và khối lượng khô (g/bông) tại các công thức thí nghiệm

CT	Số NBM lây nhiễm/danh	TLH bị hại (%)	TLH* (%)	Khối lượng (g/bông)	KL* (%)
1	Đối chứng không lây nhiễm	39,64±3,36 ^a	0,00	1,48±0,62 ^b	0,00
2	1 TT cái đang đẻ trứng	22,67±9,54 ^b	42,81	1,8 ± 0,52 ^{ab}	21,62
3	3 TT cái đang đẻ trứng	9,50 ± 6,87 ^c	76,03	1,93 ± 0,48 ^{ab}	30,41
4	5 TT cái đang đẻ trứng	3,98 ± 2,12 ^d	89,96	2,01 ± 0,48 ^a	35,81
LSD _{0,05}		4,44		0,45	
CV (%)		11,7		12,6	

Ghi chú: TLH- tỷ lệ hại; TLH*- tỷ lệ hại bị hại so với đối chứng; KL- khối lượng; KL*- khối lượng hạt bị hại so với đối chứng; TT: trưởng thành, NBM: nhện bắt mồi; trong phạm vi cột các chữ cái a, b chỉ sự khác nhau có ý nghĩa ở mức $\alpha = 0,05$; thả NBM sau sạ 45 ngày; lúa trở sau sạ 55 ngày; thu hoạch lúa 83 ngày sau sạ.

Như vậy, việc lây thả 1-5 NBM/danh khi mật độ nhện gié 50-100 con/danh, đem lại hiệu quả phòng trừ tăng đáng kể so với đối chứng không phòng trừ nhện gié.

■ Kết quả thí nghiệm trên diện rộng tại Châu Thành, An Giang

Kết quả BẢNG 5.13 cho biết, hiệu quả khống chế nhện gié của hai công thức thả 3 NBM/danh và phun thuốc Kinalux 25EC là tương đương nhau. Sau 15 ngày thí nghiệm, hiệu quả của công thức thả NBM là 41,94% và phun thuốc là 44,72%.

BẢNG 5.13. Hiệu quả khống chế (%) nhện gié của NBM *Lasioseus chauthrii* trong điều kiện thí nghiệm diện rộng

Công thức	Nội dung	Mật độ nhện gié trước xử lý 1 ngày	Hiệu quả (%)	
			Sau 7 ngày lây	Sau 15 ngày lây
1	Đối chứng*	61,27±34,21 ^a	0,00 ± 0,00 ^b	0,00 ± 0,00 ^b
2	3 NBM TT cái đang đẻ trứng/danh	63,23±36,00 ^a	24,89±40,35 ^a	41,94± 15 ^a
3	Xử lý thuốc Kinalux 25EC	63,93±40,02 ^a	34,89±39,03 ^a	44,72±4,59 ^a
LSD _{0,05}		40,98	15,31	8,87
CV(%)		28,8	28,2	34,77

TT: trưởng thành, NBM: nhện bắt mồi; * Đối chứng không thả nhện bắt mồi, không phun thuốc; trong phạm vi cột các chữ cái a, b chỉ sự khác nhau có ý nghĩa ở mức $\alpha = 0,05$. Thả NBM và phun thuốc sau sạ 45 ngày; lúa trở sau sạ 55 ngày; thu hoạch lúa 83 ngày sau sạ.

Khối lượng khô của bông lúa của hai công thức thả NBM và phun thuốc là tương đương nhau 5,99 và 6,01 (tấn/ha). Khi phòng trừ nhện gié khối lượng khô tăng so với đối chứng từ 10,11-10,48% (BẢNG 5.14).

Các kết quả trên cho thấy nhện bắt mồi *Lasioseius chauthrii* có khả năng khống chế nhện gié trên đồng ruộng tốt, hiệu quả khống chế tương đương với

BẢNG 5.14. Năng suất lúa (tấn/ha) tại các công thức thí nghiệm

Công thức	Nội dung	Năng suất (tấn/ha)	Năng suất tăng so với đối chứng (%)
1	Đối chứng	5,44 ± 0,08 ^b	0,00
2	3 NBM TT cái đang đẻ trứng/dánh	5,99 ± 0,07 ^a	10,11
3	Xử lý thuốc Kinalux 25EC	6,01 ± 0,05 ^a	10,48
LSD _{0,05}		0,13	
CV (%)		1,6	

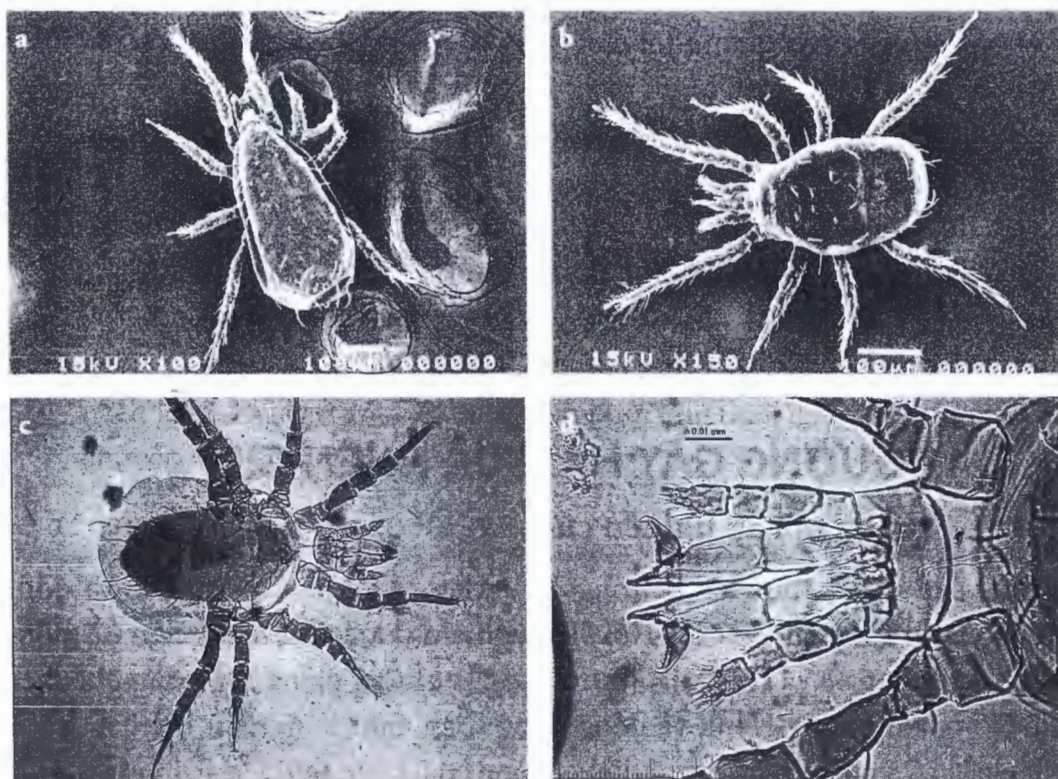
TT: trưởng thành, NBM: nhện bắt mồi; * Đối chứng không thả nhện bắt mồi, không phun thuốc; trong phạm vi cột các chữ cái a, b chỉ sự khác nhau có ý nghĩa ở mức $\alpha = 0,05$; Thả NBM và phun thuốc sau sạ 45 ngày; lúa trổ sau sạ 55 ngày; thu hoạch lúa 83 ngày sau sạ.

1 lần phun thuốc hóa học Kinalux 25 EC là thuốc đặc trị nhện gié. Kết quả này mở ra triển vọng lớn cho phòng trừ nhện gié đem lại hiệu quả môi trường tích cực.

Loài NBM *L. chaudhrii* đã được Wu and Wang (1982) xác định là thiên địch có hiệu quả đối với nhện gié tại Phúc Kiến, Trung Quốc. Trước đây, loài này được xếp vào họ Ascidae, nghiên cứu của Zang *et al.*, (2010) đã xếp loài này vào họ Blattisociidae. Chúng có sức tăng quần thể (r) rất cao. Trong 2 nhiệt độ thí nghiệm thì tại nhiệt độ 25°C chúng có (r) cao nhất, cao hơn các loài NBM đang được sử dụng phổ biến trong đấu tranh sinh học nhện hại như *Amblyseius anonymus*, *A. ideaus* (Nguyễn Văn Đĩnh, 1994). Nhưng nếu so với loài *Phytoseiulus persimilis* là loài được sử dụng rộng rãi trong phòng trừ sinh học loài nhện nhỏ 2 chấm (*Tetranychus urticae*) có tỉ lệ tăng tự nhiên cao với $r = 0,43$ ở nhiệt độ 26°C (Denmark, Schicha, Takahashi và Chant., 1994) thì loài *L. chaudhrii* có tỉ lệ tăng tự nhiên không cao bằng. Ngoài ra ở nhiệt độ thí nghiệm, tỷ lệ tăng tự nhiên của NBM cũng thấp hơn tỷ lệ tăng tự nhiên của nhện gié, loài vật mồi đích của chúng.

Không chỉ có vậy, loài NBM bản địa này có sức chống chịu cao với điều kiện ngoại cảnh bất lợi, chịu được ngập nước cũng như khô hạn như đã minh chứng trong các thí nghiệm trên.

Hơn nữa, đây là loài NBM có sức ăn nhện gié cao. Tuổi 1 chúng đã ăn được 8 quả trứng nhện gié/ngày. Nghiên cứu của Zhang và Lin (1991) cho biết một NBM *L. chaudhrii* trong suốt cuộc đời của mình có thể ăn 200-300 nhện gié, thấp hơn so với kết quả nghiên cứu của chúng tôi. Ở 25°C loài nhện bắt mồi này có thể sống tới 35-44 ngày, một trưởng thành cái có thể sống 35,07 ngày), như vậy trong một đời một NBM cái có thể tiêu thụ được 1400 trứng hoặc 491 trưởng thành cái của nhện gié.



HÌNH 5.3. Trưởng thành nhện bắt mồi *Lasioseius chaudhrii*
a) nhện cái; b) nhện đực; c) ảnh mẫu; d) hình dạng kim. Kính hiển vi điện tử quét 500×
(Nguồn: Nguyễn Thị Thanh Thu, 2010).

Nghiên cứu của Nguyễn Văn Đỉnh (1994) về khả năng sống sót khi thiếu nước và thức ăn của trưởng thành cái 3 loài NBM *A. anomymus* và *A. idaeus*, *P. persimilis* ở 25°C cho thấy, thời gian sống tối đa trong điều kiện có nước tương ứng là 19, 10, 13 ngày. Trong khi đó, khi không có thức ăn và trong điều kiện khô thì thời gian sống tối đa này sẽ ngắn hơn với *A. idaeus*, *A. anomymus*, *P. persimilis* lần lượt là 8, 3, 10 ngày. Kết quả nghiên cứu của chúng tôi cho thấy trong điều kiện nhện đói kèm theo khô thời gian sống trung bình là 13,17 ngày (tối đa là 32 ngày), trong điều kiện nhện đói, có nước thời gian sống trung bình là 28,13 ngày (tối đa 46 ngày), so sánh sức sống sót của loài *L. chaudhrii* với 3 loài nhện bắt mồi *A. idaeus*, *A. anomymus*, *P. persimilis* thì thấy loài *L. chaudhrii* có sức sống sót cao hơn hẳn.

Ưu thế của loài *L. chaudhrii* còn được thấy rõ qua hiệu quả phòng chống nhện gié ngoài đồng ruộng với 3-5 trưởng thành NBM/dảnh. Kết quả này của chúng tôi tương đồng với kết quả của Almaguel và Santos (2003), trong đó các tác giả cho biết với 3,3 NBM/dảnh thì nhện gié được khống chế.

Nghiên cứu của chúng tôi cho thấy loài NBM *L. chauthdrii* có thể nhân nuôi khá dễ dàng trên nhện cám *Tyrophagous putrescentie*, *Carpoglyphus tactis* và sau khi nuôi một số thế hệ trên đó chúng vẫn duy trì được sức sống và tính ăn đối với nhện gié.

Như vậy, loài NBM *L. chauthdrii* là loài có triển vọng trong phòng chống sinh học nhện gié. Việc sử dụng thành công loài nhện này trong tương lai sẽ đem lại lợi ích to lớn cho việc phòng trừ nhện gié nói riêng và sinh thái đồng ruộng và nền nông nghiệp bền vững nói chung.

5.3. NGƯỠNG GÂY HẠI CỦA NHỆN GIÉ

5.3.1. Phương pháp nghiên cứu

Nghiên cứu được tiến hành trong điều kiện nhà lưới có mái che và đồng ruộng tại trường ĐHNN Hà Nội. Thí nghiệm được tiến hành trên 02 giống lúa Khang dân 18 và IR 50404, tương ứng là những giống lúa trồng phổ biến tại Đồng bằng sông Hồng và đồng bằng sông Cửu Long. Thí nghiệm trong nhà lưới có 5 công thức, ngoài đồng ruộng có 6 công thức.

Thí nghiệm được tiến hành như sau: mỗi công thức gồm 2 thùng xốp (thùng xốp là loại thùng đựng hoa quả có kích thước: 42 × 30 × 20 cm). Mỗi thùng xốp cấy 6 khóm lúa (tương đương 40 khóm/m²), mỗi khóm cấy 2 dảnh. Các công thức được cách ly với nhau bằng cách đưa 2 thùng xốp vào 1 khay tôn có diện tích 1 m², ở trong khay tôn luôn có nước cao 15 cm, xung quanh các công thức được quây cách ly bằng nilon cao 1,2 m, ở trên có che bằng vải màn tuyền.

Số lượng nhện gié lây nhiễm cho các công thức cụ thể tại BẢNG 5.15.

BẢNG 5.15. Số lượng nhện gié cái trưởng thành lây nhiễm ban đầu

Trong nhà lưới có mái che		Ngoài đồng ruộng	
Công thức	Số lượng nhện (con/dảnh)	Công thức	Số lượng nhện (con/dảnh)
CT 1	0 (không lây)	CT 1	0 (không lây)
CT2	0,33 (1 con/3 dảnh)	CT2	0,5 (1 con/2 dảnh)
CT3	0,5 (1 con/2 dảnh)	CT3	1
CT4	1	CT4	2
CT5	2	CT5	4

Lây nhện được tiến hành sau cấy 30 ngày. Các bước tiến hành gồm:

- Bước 1: chuẩn bị nhện cái trưởng thành đang đẻ trứng.

- Bước 2: chuẩn bị ống thân lúa, ống thân dài từ 4-6 cm, có một đầu để lại đốt.
- Bước 3: dùng bút lông chuyển nhện trưởng thành cái đang đẻ trứng vào ống thân. Bước chuyển nhện này thực hiện dưới kính lúp soi nổi.
- Bước 4: dùng nylon mỏng quấn chặt phần đầu ống thân đã cắt.
- Bước 5: cắm các ống thân lúa đã thả nhện vào xốp cắm hoa ẩm.

Các bước 1-5 thực hiện trong phòng thí nghiệm.

- Bước 6: chuyển nhện ra đồng ruộng. Đưa ống thân có nhện gié vào nách lá lúa, ngay trước đó, bóc nylon khỏi ống thân để nhện gié tự do di chuyển vào cây lúa.

Chỉ tiêu theo dõi:

- Khi lúa trở hết tiến hành cắt mỗi công thức 15 dảnh lúa, đem về phòng thí nghiệm xác định mật độ nhện gié.
- Khi thu hoạch: mỗi công thức cắt 30 dảnh để đo đếm các chỉ tiêu: tổng số hạt lúa/bông, số hạt chắc/bông, số hạt bị nhện gié hại/bông; Khối lượng hạt chắc/bông lúa (g/bông); góc đòng Ω (độ uốn) của bông lúa là góc giữa trục thẳng đứng của thân cây lúa và điểm cuối của hạt cuối cùng của bông lúa. Việc đo đếm nhện gié, các vết hại được tiến hành dưới kính lúp soi nổi có độ phóng đại đến 40 lần và việc cân đo được tiến hành với cân điện tử với sai số cho phép 0,01 g.

Xử lý số liệu: số liệu được xử lý bằng phần mềm Microsoft Excel và phần mềm CropStat 7.2.

5.3.2. Kết quả nghiên cứu

5.3.2.1. Sự gia tăng quần thể nhện gié ở giai đoạn lúa trở

Hai giống lúa trồng phổ biến tại An Giang, đồng bằng sông Hồng theo thứ tự tương ứng là IR50404 và Khang dân 18 (KD 18) được sử dụng trong nghiên cứu.

Từ kết quả nghiên cứu của Lê Đắc Thủy và cs., (2011), cho biết vào thời điểm 35 ngày sau sạ với mật độ là 0,28 nhện/dảnh đã làm cho 15,64% hạt lúa bị nhện hại, nên chúng tôi thực hiện công thức lay nhiễm với mật độ thấp nhất là 1 nhện/3 dảnh lúa (0,33 nhện cái đang đẻ trứng/dảnh) vào thời điểm 30 ngày sau cấy. Số lượng nhện gié khi lúa trở trong nhà có mái che và trên đồng ruộng được trình bày tại BẢNG 5.16.

BẢNG 5.16. Mật độ nhện gié (con/dảnh) trên giống lúa Khang dân 18 và IR 50404 vào giai đoạn lúa trổ

Nhà có mái che				Đồng ruộng			
CT	Số nhện lây (con/dảnh)	KD 18 (con/dảnh)	IR 50404 (con/dảnh)	CT	Số nhện lây (con/dảnh)	KD 18 (con/dảnh)	IR 50404 (con/dảnh)
1	0	0,00 ^a	0,00 ^a	1	0	0,00 ^a	0,0 ^a
2	0,33	90,30 ^{ab}	41,0 ^a	2	0,5	99,93 ^{ab}	34,26 ^a
3	0,5	376,50 ^{ab}	152,13 ^{bc}	3	1	107,80 ^{ab}	122,4 ^b
4	1	787,50 ^b	180,2 ^c	4	2	167,67 ^{ab}	117,53 ^b
5	2	1200,5 ^c	266,2 ^d	5	4	246,73 ^b	142,4 ^b
				6	8	385,40 ^c	194,46 ^c

Ghi chú: các chữ cái a, b, c theo cột chỉ sự khác nhau có ý nghĩa ở mức $\alpha = 0,05$, $n = 15$. Giống lúa Khang dân 18 trổ hết sau cấy 60 ngày; giống lúa IR 50404 trổ hết sau cấy 48 ngày. CT: công thức; TB: trung bình; SD: độ lệch chuẩn; NSL: ngày sau lây nhiễm nhện.

Kết quả **BẢNG 5.16** cho thấy, trên các công thức lây nhện khác nhau, điều kiện thí nghiệm khác nhau mật độ nhện gié là khác nhau. Mật độ nhện khi lúa trổ là cao nhất ứng với các công thức lây nhện ban đầu lớn nhất, trong nhà lưới có mái che khi lây 2 nhện/dảnh có 1200,5 con/dảnh (KD 18), 266,2 con/dảnh (IR 50404), ngoài đồng ruộng khi lây 8 nhện/dảnh có 385,40 con/dảnh (KD 18) và 194,46 (IR 50404).

Mật độ nhện gié tăng rất nhanh sau khi lây nhện 30 ngày với giống Khang dân 18 và 18 ngày với giống lúa IR 50404. Trên giống Khang dân 18 tăng từ 273,6–600,25 lần (nhà lưới có mái che) và ngoài đồng ruộng tăng từ 48,18–107,8 lần so với số nhện lây nhiễm ban đầu. Trong khi đó, giống IR 50404 có số lần gia tăng mật độ trong điều kiện nhà lưới và đồng ruộng lần lượt là 124.24–304.26 lần, 24.31–122.4 lần so với số nhện gié lây nhiễm ban đầu. Có thể thấy vào giai đoạn lúa trổ, mật độ nhện gié trên giống lúa Khang dân 18 cao hơn trên giống IR 50404, điều này cũng hoàn toàn dễ hiểu khi giống IR 50404 trổ sớm hơn Khang dân 18 là 12 ngày.

Số liệu **BẢNG 5.16** chỉ ra, trong cùng mức lây nhện từ 0,5-2 nhện/dảnh thì mật độ nhện gié vào giai đoạn lúa trổ trong nhà lưới có mái che (che mưa hoàn toàn) cao hơn ngoài đồng ruộng từ 3,77-7,31 lần với KD 18 và 1,47-4,44 lần với IR 50404.

Trong cùng điều kiện đồng ruộng, kết quả nghiên cứu của Lê Đắc Thủy và cs., (2011), cho biết mật độ nhện gié vào giai đoạn lúa trổ đã tăng tới 92,54 lần so với số nhện xuất hiện ban đầu là 0,28 con/dảnh sau, trong khi đó số liệu của thí nghiệm này cho thấy với 0,5 nhện/dảnh ban đầu vào giai đoạn lúa trổ mật độ tăng lên 68,52 lần, thấp hơn số liệu của Lê Đắc Thủy và cs., (2011) 0,26 lần.

5.3.2.2. Mức độ gây hại của nhện gié *Steneotarsonemus spinki* Smiley

Với quần thể nhện gié tăng nhanh như vậy sẽ có ảnh hưởng như thế nào tới cây lúa, ngưỡng gây hại của nhện gié là bao nhiêu? Câu hỏi này có thể được lý giải bằng các kết quả trình bày tại BẢNG 5.17 và BẢNG 5.18.

BẢNG 5.17. Khối lượng hạt chắc (g/bông) và tỉ lệ (%) hạt bị nhện hại trên giống IR 50404 trong nhà lưới có mái che

CT	Số nhện (con/dảnh)	KLHC (g/bông)	KLHC giảm so với ĐC (%)	TLHBH (%)	TLHBH tăng so với ĐC (%)
1	0	2,44 ± 0,27 ^d	0,00	8,23 ± 2,39 ^a	0,00
2	0,33	1,86 ± 0,31 ^c	23,80	20,4 ± 3,29 ^b	59,64
3	0,5	1,65 ± 0,24 ^b	32,28	37,07±6,36 ^c	77,79
4	1	1,61 ± 0,3 ^b	33,93	37,97 ± 9,0 ^c	78,31
5	2	1,02 ± 0,16 ^a	58,00	53,63 ± 9,5 ^d	84,65

BẢNG 5.18. Khối lượng hạt chắc (g/bông) và tỉ lệ (%) hạt bị nhện hại trên giống Khang dân trong nhà lưới có mái che

CT	Số nhện (con/dảnh)	KLHC (g/bông)	KLHC* (%)	TLH bị hại (%)	TLH bị hại* (%)
1	0	2,69±0,73 ^d	0,00	5,28 ± 5,00 ^a	0,00
2	0,33	2,20±0,69 ^c	18,09	19,00±14,53 ^b	72,22
3	0,5	1,89±0,65 ^{bc}	29,86	25,10±21,61 ^{bc}	78,97
4	1	1,74±0,62 ^b	35,44	28,37±3,3 ^c	81,39
5	2	1,31 ± 0,50 ^a	51,30	36,03±12,33 ^d	85,35

Ghi chú: các chữ cái a, b, c theo cột chỉ sự khác nhau có ý nghĩa ở mức $\alpha = 0,05$, $n = 30$. Giống lúa Khang dân 18 trở hết sau cấy 60 ngày, thu hoạch sau cấy 88 ngày. TB- Trung bình; SD- độ lệch chuẩn; KLHC- Khối lượng hạt chắc; KLHC*- giảm so với đối chứng; TLH- tỷ lệ hạt; * tăng so với đối chứng; Đ/c- Đối chứng.

BẢNG 5.19. Khối lượng hạt chắc và tỉ lệ hạt bị nhện hại trên giống IR 50404 trong điều kiện đồng ruộng

CT	Số nhện (con/dảnh)	KLHC (g/bông)	KLHC* (%)	TLH bị hại (%)	TLH bị hại* (%)
1	0	2,94±0,68 ^d	0	9,20 ± 1,18 ^a	0
2	0,5	2,22±0,43 ^c	24,49	21,12±6,39 ^b	56,44
3	1	2,02±0,67 ^c	31,29	26,36±5,90 ^b	65,11
4	2	1,98±0,57 ^c	32,65	29,87±2,0 ^b	69,2
5	4	1,66±0,61 ^b	43,54	45,14±5,32 ^c	79,62
6	8	1,31±0,48 ^a	55,44	52,01±6,03 ^c	82,31

KLHC- Khối lượng hạt chắc; KLHC*- giảm so với đối chứng; TLH- tỷ lệ hạt; *- tăng so với đối chứng

BẢNG 5.20. Khối lượng hạt chắc và tỉ lệ hạt bị nhện hại trên giống Khang dân 18 trong điều kiện đồng ruộng

CT	Số nhện (con/dảnh)	KLHC (g/bông)	KLHC* (%)	TLH bị hại (%)	TLH bị hại* (%)
1	0	3,82 ± 0,73 ^c	0,00	6,68 ± 3,83 ^a	0,00
2	0,5	3,62 ± 0,75 ^c	5,23	10,48 ± 7,86 ^{ab}	36,30
3	1	3,59 ± 0,89 ^{bc}	6,19	12,37 ± 6,68 ^{abc}	46,00
4	2	3,24 ± 0,90 ^{bc}	15,18	16,19 ± 14,84 ^{bc}	58,76
5	4	3,21 ± 0,85 ^b	15,95	18,07 ± 17,33 ^c	63,05
6	8	2,78 ± 0,66 ^a	27,29	35,62 ± 22,73 ^d	81,26

Ghi chú: các chữ cái a, b, c theo cột chỉ sự khác nhau có ý nghĩa ở mức $\alpha = 0,05$, $n = 30$. Giống lúa Khang dân 18 trở hết sau cấy 60 ngày, thu hoạch sau cấy 88 ngày. KLHC- Khối lượng hạt chắc; KLHC*-giảm so với đối chứng; TLH- tỷ lệ hạt; *- tăng so với đối chứng

Kết quả **BẢNG 5.19** và **5.20** cho thấy, nhện gié gây hại có ảnh hưởng rõ rệt tới khối lượng hạt chắc của cây lúa, số nhện lây ban đầu càng tăng thì khối lượng hạt chắc càng giảm. Trong điều kiện nhà lưới, công thức có khối lượng hạt chắc nhỏ nhất là công thức lây 2 nhện cái đang đẻ/dảnh, tại công thức đó trên giống Khang dân 18 khối lượng chỉ là 1,31 (g/bông), trên giống IR 50404 là 1,02 (g/bông). Khi lây từ 0,33-2 nhện cái/dảnh thì khối lượng hạt chắc đã giảm so với đối chứng từ 18,09-51,30% trên giống Khang dân 18 và từ 23,8-58% trên giống IR 50404.

Trong khi đó ngoài đồng ruộng, công thức có khối lượng hạt chắc nhỏ nhất là công thức lây 8 nhện cái đang đẻ/dảnh, tại công thức đó trên giống Khang dân 18 khối lượng là 2,78 (g/bông), trên giống IR 50404 là 1,32 (g/bông). Khi lây từ 0,5-1 nhện cái/dảnh thì khối lượng hạt chắc giảm so với đối chứng từ không đáng kể 5,23-6,19%, nhưng khi lây 2-8 nhện/dảnh thì mức thiệt hại từ 15,18-27,29% trên giống Khang dân 18 và từ 24,49-55,44% (lây từ 0,5-8 nhện) trên giống IR 50404.

Trên giống lúa Khang dân 18, thiệt hại năng suất do nhện gié gây ra trong nhà lưới có mái che cao hơn ngoài đồng ruộng từ 12,86-24,01%, trong khi đó sự sai khác này lại không lớn trên giống lúa IR 50404. Có sự khác biệt về mức độ thiệt hại trong hai điều kiện thí nghiệm giữa hai giống lúa có thể là do mật độ nhện gié giai đoạn lúa trổ quyết định, vì trên giống lúa Khang dân 18 mật độ nhện gié trong nhà lưới có mái che cao hơn ngoài đồng ruộng, trong khi đó trên giống IR 50404 sự sai khác về mật độ tại hai điều kiện thí nghiệm là không lớn.

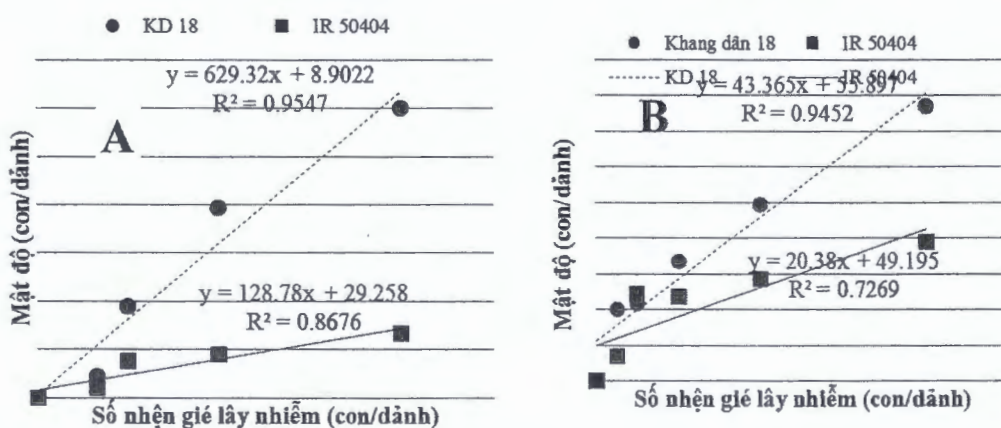
Nhện gié vừa làm cho khối lượng hạt chắc/bông lúa giảm và đồng thời cũng làm cho tỉ lệ (%) hạt bị nhện hại tăng lên. Tỉ lệ (%) hạt bị nhện hại cũng

tỉ lệ thuận với số nhện gié lây nhiễm ban đầu. Công thức lây nhiều nhện nhất thì tỉ lệ (%) hạt bị hại là cao nhất, trong nhà lưới với 2 nhện cái/dảnh tỉ lệ này là 36,03%, 53,63% tương ứng giống lúa Khang dân 18 và IR 50404. Ngoài đồng ruộng khi lây với 8 nhện/dảnh thì tỉ lệ hạt bị hại là 35,62%, 52,01% tương ứng giống lúa Khang dân 18 và IR 50404.

Với 0,33-2 nhện cái/dảnh ban đầu (nhà lưới) làm cho tỷ lệ (%) hạt bị hại tăng so với đối chứng trên hai giống Khang dân 18 và IR 50404 lần lượt là từ 72,22-85,35% và từ 59,64-84,65%. Lây với 0,5-8 nhện cái/dảnh (đồng ruộng) làm cho tỷ lệ (%) hạt bị hại tăng so với đối chứng trên hai giống Khang dân 18 và IR 50404 lần lượt là từ 36,30-81,26% và từ 56,44-82,31%.

Các kết quả này cho thấy, nhện gié làm cho năng suất giảm đi rõ rệt ngay cả khi mức độ xâm nhiễm ban đầu là thấp nhất (0,33 con/dảnh trong nhà có mái che).

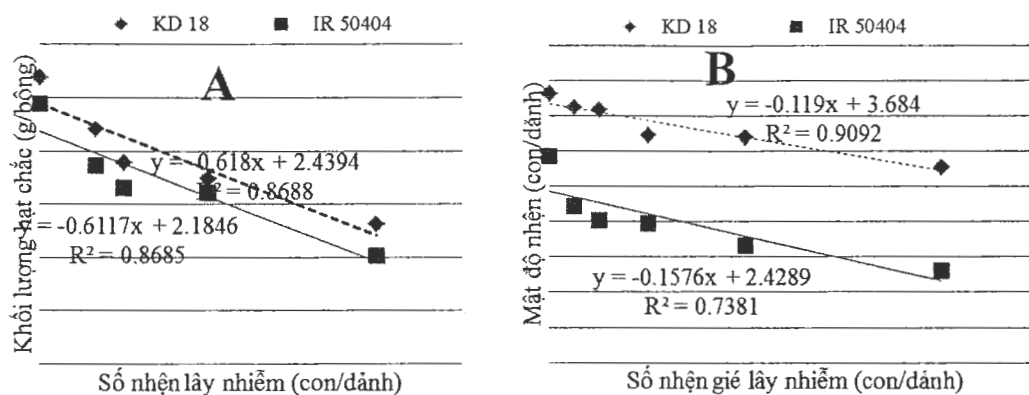
* Các số liệu về số lượng lây nhiễm ban đầu, số lượng nhện khi lúa trổ, khối lượng hạt chắc và tỷ lệ hạt bị nhện hại có mối tương quan chặt đến rất chặt (HÌNH 5.4, HÌNH 5.5 và HÌNH 5.6)



HÌNH 5.4. Tương quan giữa số nhện gié lây nhiễm ban đầu (nhện cái đang đẻ/dảnh) với số nhện gié vào giai đoạn lúa trổ trên 2 giống KD 18 và IR 50404.

A: Trong nhà lưới có mái che: giống KD 18: $y = 629,3x - 8.902$, $R^2 = 0,954$, (F thực nghiệm = 29.00, $P = 0.033$, $df = 4$); giống lúa IR 50404: $y = 128,7x + 29,25$, $R^2 = 0,867$, (F thực nghiệm = 19.66, $P = 0.0213$, $df = 4$).

B: Ngoài đồng ruộng: giống KD 18: $y = 43,36x + 55,89$, $R^2 = 0,945$, (F thực nghiệm = 68.99, $P = 0.00115$, $df = 5$); giống IR 50404: $y = 20,38x + 49,19$, $R^2 = 0,726$, (F thực nghiệm = 10.65, $P = 0.031$, $df = 5$).



HÌNH 5.5. Tương quan giữa số nhện lây nhiễm ban đầu (con/dánh) với khối lượng hạt chắc (g/bông) của hai giống lúa Khang dân 18 và IR 50404

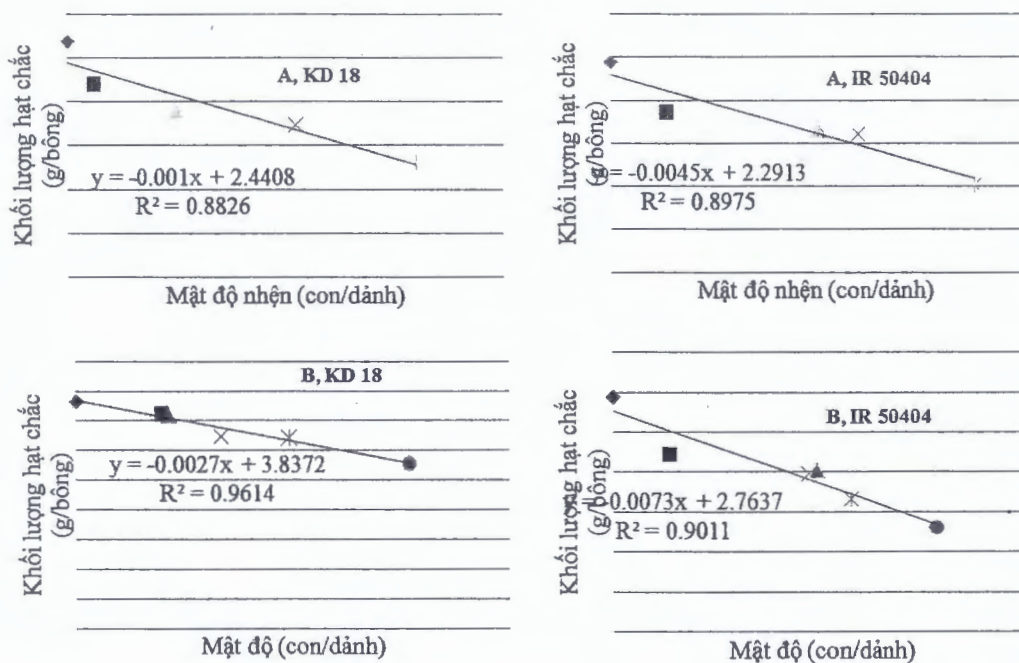
A: Trong nhà lưới có mái che: giống KD 18: $y = -0,618x + 2,439$, $R^2 = 0,868$ ($F = 19.87$, $P = 0.021$, $df = 4$); giống IR 50404: $y = -0,611x + 2,184$, $R^2 = 0,868$, ($F = 40.06$, $P = 0.0032$, $df = 4$).
B: Ngoài đồng ruộng: giống KD 18: $y = -0,119x + 3,684$, $R^2 = 0,909$ ($F = 40.06$, $P = 0.0032$, $df = 5$); giống lúa IR 50404: $y = -0,157x + 2,428$, $R^2 = 0,738$ ($F = 11.27$, $P = 0.028$, $df = 5$).

Kết quả trên cho thấy, giữa mật độ nhện gié lây nhiễm ban đầu với số nhện gié vào giai đoạn lúa trổ trên 2 giống KD 18 và IR 50404 tại cả 2 điều kiện thí nghiệm trong nhà lưới có mái che và ngoài đồng ruộng đều là những mối tương quan tuyến tính thuận và chặt chẽ vì hệ số tương quan bội R^2 đều lớn hơn hoặc xấp xỉ 0,75 và P đều nhỏ hơn 0,05.

Qua kết quả HÌNH 5.5 cho thấy, mật độ nhện gié lây nhiễm ban đầu có mối liên hệ chặt chẽ tới năng suất cây lúa. Tương quan giữa số nhện lây nhiễm ban đầu (con/dánh) với khối lượng hạt chắc (g/bông) của hai giống lúa Khang dân 18 và IR 50404 ở cả 2 điều kiện thí nghiệm trong nhà lưới có mái che và ngoài đồng ruộng là những mối tương quan tuyến tính nghịch, chặt chẽ vì hệ số tương quan bội R^2 đều lớn hơn hoặc xấp xỉ 0,75 và P đều nhỏ hơn 0,05.

Một câu hỏi đặt ra là số nhện gié vào giai đoạn lúa trổ (con/dánh) có ảnh hưởng như thế nào tới năng suất của cây lúa? Câu hỏi này được thể hiện ở HÌNH 5.6. Tương quan giữa mật độ nhện gié vào giai đoạn lúa trổ với khối lượng hạt chắc ở 2 điều kiện thí nghiệm (nhà lưới có mái che và đồng ruộng), trên 2 giống lúa (KD 18 và IR 50404) đều có mối tương quan tuyến tính nghịch, rất chặt vì hệ số tương quan R^2 từ 0,88 - 0,96.

Qua các mối tương quan thể hiện ở HÌNH 5.4, 5.5 và 5.6 cho thấy, việc phát hiện sớm sự có mặt của nhện gié trên cây lúa là cần thiết, từ đó giúp công tác công tác dự tính, dự báo và phòng trừ thiệt hại do nhện gié gây ra hiệu quả hơn.



HÌNH 5.6. Tương quan giữa mật độ nhện gié giai đoạn lúa trổ (con/danh) với khối lượng hạt chắc (g/bong) của hai giống lúa Khang dân 18 và IR 50404

A: Trong nhà lưới có mái che: giống KD 18: $y = -0,001x + 2,44$, $R^2 = 0,882$ ($F = 22.56$, $P = 0.0177$, $df = 4$), IR 50404: $y = -0,004x + 2,291$, $R^2 = 0,897$, ($F = 26.28$, $P = 0.0144$, $df = 4$).
 B: Đồng ruộng: giống KD 18: $y = -0,002x + 3,837$, $R^2 = 0,961$, ($F = 99.53$, $P = 0.00056$, $df = 5$); giống IR 50404: $y = -0,007x + 2,763$, $R^2 = 0,901$, ($F = 36.44$, $P = 0.0038$, $df = 5$).

Một số điểm bàn luận như sau: trong điều kiện thí nghiệm nhà lưới có mái che, cây lúa không chịu ảnh hưởng trực tiếp của mưa, gió và đây là điều kiện thuận lợi để nhện gié phát triển và gia tăng quần thể rất nhanh sau 30 ngày lây nhiễm tăng tới 273,6-600,25 lần so với số nhện lây ban đầu (Giống KD 18), sau 18 ngày lây nhiễm tăng 124,24-304,26 lần so với số nhện lây nhiễm ban đầu (IR 50404). So sánh giữa mật độ nhện gié trong nhà lưới có mái che và ngoài đồng ruộng thì thấy, trong cùng mức lây nhiễm từ 0,5-2 nhện/danh thì mật độ nhện gié vào giai đoạn lúa trổ trong nhà lưới có mái che cao hơn ngoài đồng ruộng từ 3,77-7,31 lần với giống KD 18 và 1,47-4,44 lần với giống IR 50404. Sự khác biệt này cho thấy nếu trong điều kiện không có mưa kéo dài cả vụ lúa thì tác hại của nhện gié trên cây lúa lại càng tăng. Nhện gié có khả năng tăng quần thể cao, đặc biệt trong điều kiện mưa ít hoặc không mưa, kết quả này cho thấy sự nguy hiểm ngày càng tăng của nhện gié, nhất là có sự cộng hưởng của hiện tượng nóng lên toàn cầu.

Các kết quả nghiên cứu trên của chúng tôi cho thấy trong điều kiện không có mưa hoặc mưa rất ít thì chỉ với 0,33 nhện cái đang đẻ trứng/dánh ở thời điểm sau cấy 30 ngày tương ứng với số nhện khi lúa trở là 90,30 nhện/dánh (KD 18) và 41 nhện/dánh (IR 50404) đã gây thiệt hại cho năng suất lúa lớn hơn 15%, cụ thể là trên giống KD 18 thiệt hại là 18,09 % và IR 50404 là 23,8%. Điều này thực sự là thú vị, khi kết quả nghiên cứu thực tế đồng ruộng của Lê Đức Thủy và cs., (2011) cũng chỉ ra rằng chỉ với 0,28 nhện/dánh ban đầu đã gây thiệt hại cho cây lúa tới 15,64 % hạt lúa bị lép, lửng và hỏng.

Trong khi đó, trong điều kiện đồng ruộng với lúa Khang dân 18, khi nhện gié xuất hiện 2 nhện/dánh vào giai đoạn sau cấy 30 ngày ứng 167,67 nhện/dánh vào giai đoạn lúa trở làm cho năng suất lúa giảm 15,18%. Trên giống lúa IR 50404, thì với mật độ xuất hiện ban đầu rất thấp 0,5 nhện/dánh ứng với giai đoạn lúa trở là 34,26 nhện/dánh đã làm cho năng suất giảm 24,49%.

Tại Ấn Độ, nghiên cứu của Rao và Prakash, (2003) cũng chỉ ra rằng 4-90% cây lúa bị cắn cổ liên quan với số lượng 7-600 nhện/dánh.

Có mối tương quan rất chặt chẽ giữa mật độ nhện gié lây nhiễm với mật độ nhện gié giai đoạn lúa trở và khối lượng hạt chắc (g/bông), kết quả này cho thấy cần phải có những điều tra phát hiện sớm sự xuất hiện của nhện gié trên đồng ruộng.

Tóm lại:

- Trong điều kiện nhà lưới có mái che, mật độ nhện gié sau 30 ngày lây nhiễm trên giống KD18 tăng 273,6-600,25 lần và trên giống IR50404 sau 18 ngày lây nhiễm tăng lên 124,24-304,26 lần so với số nhện gié lây nhiễm ban đầu. Ngoài đồng ruộng mật độ nhện gié sau 30 ngày lây nhiễm tăng ít hơn, đối với giống KD18 chỉ là 48,18-107,8 lần và trên giống IR 50404 chỉ tăng là 24,31-122,4 lần so với số nhện gié lây nhiễm ban đầu.
- Trên cả 2 giống lúa thí nghiệm tại 2 điều kiện thí nghiệm, giữa số nhện gié lây nhiễm ban đầu với khối lượng hạt chắc (g/bông), số lượng nhện gié ở giai đoạn lúa trở và khối lượng hạt chắc (g/bông), có mối tương quan chặt chẽ với nhau.
- Trong nhà lưới có mái che, mật độ là 0,33 nhện cái đang đẻ trứng/dánh ở giai đoạn sau cấy 30 ngày tương ứng với 90,30 nhện/dánh (KD 18) và 41 nhện/dánh (IR 50404) vào giai đoạn lúa trở đã làm cho giống lúa Khang dân 18 giảm 18,09% năng suất và IR 50404 giảm 23,8% năng suất.
- Trên đồng ruộng, lây nhiễm sau cấy 30 ngày, trên giống KD18, ngưỡng mật độ 2-4 con/dánh, tương ứng với 167,67-246,73 con/ dánh khi lúa trở làm giảm năng suất 15,18%-15,95% và trên giống IR50404 với 0,5 con/dánh tương ứng với 34,26 con/ dánh khi lúa thấp thoi trở làm giảm năng suất 24,49%.

5.4. THỜI ĐIỂM PHUN THUỐC

5.4.1. Phương pháp nghiên cứu

Thí nghiệm đánh giá hiệu lực của thời điểm phun trừ nhện gié được tiến hành trên giống Khang dân 18, với 6 công thức, 3 lần nhắc lại, bố trí theo khối ngẫu nhiên (RCB). Mỗi ô thí nghiệm rộng 0,5 m × 0,5 m (cấy 6 khóm, 3 dảnh/khóm, khoảng cách 14 x 18 cm, mật độ 40 khóm/m²). Các ô thí nghiệm được đóng cọc, quây nilon xung quanh và phía trên được che phủ bằng vải màn tyn. Sau cấy 30 ngày tiến hành lây nhện.

Dùng bút lông chuyển 30 nhện cái trưởng thành di động chậm vào đoạn ống thân lúa như phần thí nghiệm xác định ngưỡng gây hại. Lây nhiễm nhện vào từng công thức, lây nhiễm 6 dảnh chính trong khóm lúa với số lượng 30 nhện/dảnh. Các công thức thí nghiệm gồm:

- CT1: đối chứng không phun thuốc.
- CT2: phun thuốc vào thời điểm sau cấy 45 ngày.
- CT3: phun thuốc vào thời điểm sau cấy 53 ngày.
- CT4: phun thuốc vào thời điểm sau cấy 60 ngày.
- CT5: phun thuốc vào thời điểm sau cấy 68 ngày.
- CT6: phun thuốc hai lần vào thời điểm sau cấy 53 ngày và 60 ngày.

Thuốc sử dụng: Kinakux 25 EC, nồng độ 0,3%, liều lượng 600 lít/ha.

Khi thu hoạch, mỗi công thức cắt 30 dảnh để tính các chỉ tiêu như mục c.

5.4.2. Kết quả nghiên cứu

Nhện gié xâm nhập gây hại lúa từ giai đoạn lúa đẻ nhánh tới khi chín. Đánh giá thời điểm phun trừ nhện hiệu quả được ghi tại BẢNG 5.21. Qua kết quả BẢNG 5.21 cho thấy: Công thức đối chứng không phun thuốc trừ nhện, tỷ lệ hạt lép là 27,3%, hạt bị nhện hại là 16,8% và khối lượng thóc khô là 1,94 g/bông. Thời điểm phun thuốc trừ nhện sau cấy 45 ngày không có sai khác so với đối chứng và phun thuốc sau cấy 45 ngày và 68 ngày có hiệu quả phòng trừ nhện tương đương, tỷ lệ hạt lép tương ứng là 22,2% và 19,1%, hạt bị nhện hại là 13,6% và 13,3%, khối lượng hạt khô/bông là 2,03 g và 2,14 g.

Phun thuốc trừ nhện gié vào thời điểm sau cấy 53 ngày, năng suất tăng 13,9%; sau cấy 60 ngày, năng suất tăng 17,5% và thời điểm sau cấy 68 ngày, năng suất tăng 10,3%. Phun thuốc hai lần vào thời điểm 53 ngày và 60 ngày sau cấy, năng suất tăng 19,6%.

BẢNG 5.21. Hiệu quả phun thuốc tại các thời điểm khác nhau, vụ mùa 2010 tại Gia Lâm, Hà Nội

CT	Thời điểm phun	Góc bông (độ)	Hạt lép (%)	Hại bị nhện hại (%)	KL hạt khô/ bông (g)	(%) so với Đ/C
1	Đ/C không phun	97,8 ^a ±18,8	27,3 ^d ±14,1	16,8 ^d ±6,5	1,94 ^a ±0,33	100
2	45NSC	108,1 ^b ±16,7	22,2 ^c ±9,1	13,6 ^b ±5,0	2,03 ^{ab} ±0,35	104,6
3	53NSC	112,6 ^{bc} ±18,0	15,0 ^a ±6,4	10,9 ^{ab} ±5,3	2,21 ^{cd} ±0,31	113,9
4	60NSC	117,4 ^c ±16,1	15,2 ^{ab} ±4,9	10,6 ^a ±4,5	2,28 ^{cd} ±0,34	117,5
5	68NSC	110,1 ^{bc} ±12,1	19,1 ^{bc} ±4,6	13,3 ^{bc} ±6,2	2,14 ^{bc} ±0,29	110,3
6	53&60 NSC	117,5 ^c ±12,8	14,5 ^a ±4,9	10,5 ^a ±3,4	2,32 ^d ±0,28	119,6

Ghi chú: a,b,c,d – cùng cột, các chữ khác nhau là khác nhau có ý nghĩa ở mức $\alpha = 0,05$. ĐC - đối chứng

Phun thuốc vào thời điểm 53 ngày sau cấy, 60 ngày sau cấy và phun 2 lần vào 53 và 60 ngày sau cấy cho hiệu quả cao hơn. Phun 2 lần vào 53 và 60 ngày sau cấy cho kết quả cao hơn hẳn các thời điểm khác.

5.5. HIỆU LỰC CỦA CÁC LOẠI THUỐC BVTV

5.5.1. Phương pháp nghiên cứu

Đã tiến hành khảo sát hiệu lực của các loại thuốc trừ sâu, trừ nhện và trừ bệnh phổ biến trên đồng ruộng ở trong phòng thí nghiệm và ngoài đồng. Báo cáo này mô tả chi tiết khảo nghiệm trên đồng ruộng. Các loại thuốc khảo nghiệm được trình bày tại **BẢNG 5.22**.

Thí nghiệm có 3 lần nhắc lại, bố trí tuần tự trên lúa Khang dân 18. Diện tích mỗi công thức 50 m². Phun sau cấy 65 ngày.

Lấy mẫu điều tra mật độ nhện gié trước khi phun thuốc 1 ngày, sau khi phun thuốc 2 ngày, 5 ngày, 10 ngày và 15 ngày.

- Tại mỗi công thức thí nghiệm tiến hành lấy mẫu tại 10 điểm ngẫu nhiên, mỗi điểm 10 dảnh lúa, tổng cộng 100 dảnh/1 công thức thí nghiệm.
- Điểm lấy mẫu có diện tích không quá 1 m², không lấy quá 3 dảnh tại cùng 1 khóm, cách bờ và gianh giới các ô 1,5 m.
- Mẫu lấy tại mỗi điểm được để riêng vào từng túi nilon, đem về phòng thí nghiệm đếm nhện.

Hiệu lực thuốc được tính theo công thức Henderson – Tilton:

$$H\% = (1 - \frac{Cb * Ta}{Ca * Tb}) \times 100$$

BẢNG 5.22. Các loại thuốc và liều lượng sử dụng trong khảo nghiệm đồng ruộng

STT	Tên thương mại	Tên hoạt chất	Dịch hại khuyến cáo	Lượng thuốc dùng/ ha
1	Kinalux 25EC	Quinalphos	Sâu, nhện gié	2 lít
2	Nissorun 5EC	Hexythiazox	Nhện, nhện gié	0,6 lít
3	Comite 73EC	Propargite	Nhện đỏ	0,67 lít
4	Danitol 10EC	Fenpropathrin	Nhện, rệp	1 lít
5	Ortus 5SC	Fenproximate	Nhện đỏ	1 lít
6	Angun 5WDG	Emamectin benzoate	Nhện gié	200 g
7	Pegasus 500 SC	Diafenthiuron	Sâu, nhện	0,67 lít
8	Catex 1,8EC	Abamectin	Sâu, nhện gié,	0,4 lít
9	Diazan10H	Diazinon	Sâu đục thân	20 kg
10	Virtako 40WG	-Chlorantranilipzole 200 ^g -Thiamethoxam 200 ^g	Sâu cuốn lá, đục thân, rầy nâu	100 g
11	Regent 800WG	Fipronil	Sâu, nhện gié	70 g
12	Conphai 10WP	Imidacloprid	rầy nâu	400 g
13	Anvil 5SC	Hexaconazole	Khô vằn, lem lép hạt	1 lít
14	Fuan 40EC	Isoprothiolan	Đạo ôn lúa	1,3 lít
15	Tiltsuper 300EC	-Difenoconazole 150 ^g -Propyconazole 150 ^g	Khô vằn, lem lép hạt	0,6 lít
16	Trizole 20WP	Tricyclazole	Đạo ôn	1200 g
17	Starner 20EC	Oxolinic acid	Thối đen hạt lúa	700 g
18	Đối chứng	Nước lã		

Trong đó

- H: là hiệu lực thuốc tính theo phần trăm.
- Ca: Lượng cá thể nhện sống ở công thức đối chứng sau xử lý.
- Cb: Lượng cá thể nhện sống ở công thức đối chứng trước xử lý.
- Ta: Lượng cá thể nhện sống ở công thức thí nghiệm sau xử lý.
- Tb: Lượng cá thể nhện sống ở công thức thí nghiệm trước xử lý.

5.5.2. Kết quả nghiên cứu

Đã tiến hành khảo sát hiệu lực của các loại thuốc trừ dịch hại đối với nhện gié trong phòng thí nghiệm và xác định đối với nhện gié, phương pháp thu trứng và nhện gié vào túi vải rồi nhúng trong dung dịch thuốc là dễ thực hiện và kết quả khả quan. Kết quả chỉ ra rằng ở nồng độ 0,1% đối với nhện gié trưởng thành sau 24 giờ thuốc đạt hiệu lực cao nhất là Kinalux 25EC (41,38%). Các công thức cho hiệu lực thấp hơn là Virtako 40WG, Regent 800WG; Fuan 40EC (31,03%); Ortus 5SC, Angun 5WDG (27,59%).

Sau 48 giờ hiệu lực của các loại thuốc đều tăng, thuốc có hiệu lực cao nhất là Kinalux 25EC (78,57%), tăng 37,19% so với hiệu lực thuốc ở 24 giờ. Công thức tiếp theo có hiệu lực tăng so với hiệu lực ở 24 giờ là: Danitol 10EC (35,71%) tăng 21,42%; Angun 5WDG (42,86%) tăng 15,29%; Regent 800WG (39,28%) tăng 11,83%. Các công thức còn lại hiệu lực đều tăng nhưng mức tăng thấp.

Đối với pha trứng, nồng độ 0,1%, sau 1 ngày theo dõi thuốc đạt hiệu lực cao nhất là Danitol 10EC (46,67%), sau đó là Kinalux 25 EC (43,33%). Sau 2 ngày hiệu lực các công thức đều tăng, tăng cao nhất là Kinalux 25EC (78,57%), sau đó là Danitol 10EC (64,29%); Envidor 240SC và Virtako 40WG (53,57%); Fuan 40EC và Sunato 800WG (50%). Sau 3 ngày theo dõi (72 giờ) Kinalux 25EC vẫn là thuốc cho hiệu lực cao nhất (96,15%); sau đó là thuốc Danitol 10EC (92,31%); Regent 800WG (80,77%). Ở nồng độ thuốc 0,1% đối với pha trứng Kinalux 25EC, Danitol và Regent 800WG 10EC là 3 loại thuốc có hiệu lực cao nhất. Kết quả khảo sát hiệu lực ở ngoài đồng của các loại thuốc được trình bày tại BẢNG 5.23.

BẢNG 5.23. Hiệu lực của một số loại thuốc đối với nhện gié trên đồng ruộng tại xã Cẩm Sơn , huyện Cẩm Giàng, tỉnh Hải Dương vụ mùa 2010

STT	Công thức thuốc	Lượng thuốc dùng/ha	Hiệu lực (%) sau phun			
			2 ngày	5 ngày	10 ngày	15 ngày
1	Kinalux 25EC	2 l	88,89 ^{ab}	60,34 ^{6a}	48,86 ^{bcd^{efgh}}	77,02 ^a
2	Nissorun 5EC	0,6 l	91,76 ^a	58,07 ^{ab}	57,20 ^{abcde}	74,31 ^{ab}
3	Comite 73EC	0,67 l	89,36 ^{ab}	59,26 ^{ab}	54,06 ^{abcde^{fg}}	66,50 ^{abcd}
4	Danitol 10EC	1 l	86,69 ^{ab}	37,03 ^c	36,75 ^{fgh}	76,00 ^{ab}
5	Ortus 5SC	1 l	87,68 ^{ab}	38,30 ^c	42,76 ^{defgh}	67,43 ^{abc}
6	Angun 5WDG	0,2 kg	85,04 ^{ab}	53,75 ^{abc}	60,49 ^{abcd}	70,64 ^{ab}
7	Pegasus 500SC	0,67 l	63,44 ^{de}	55,83 ^{abc}	55,12 ^{abcde^{fg}}	56,15 ^{cde^f}
8	Catex 1,8EC	0,4 l	47,39 ^f	39,35 ^{bc}	40,38 ^{efgh}	49,91 ^{defg}
9	Diazan10H	20 kg	90,24 ^{ab}	43,70 ^{abc}	47,21 ^{efgh}	56,05 ^{cde^f}
10	Virtako 40WG	0,1 kg	87,38 ^{ab}	54,02 ^{abc}	66,90 ^{ab}	74,40 ^{ab}
11	Regent 800WG	0,07 kg	81,89 ^{ab}	59,10 ^a	62,09 ^{abc}	62,30 ^{bcde}
12	Conphai 10WP	0,4 kg	79,51 ^{bc}	43,84 ^{abc}	53,27 ^{abcde^{fg}}	45,49 ^{efg}
13	Anvil 5SC	1 l	47,85 ^f	44,42 ^{abc}	35,62 ^{gh}	53,58 ^{def}
14	Fuan 40EC	1,3 l	68,81 ^e	43,32 ^{abc}	69,82 ^a	45,13 ^{fg}
15	Tiltsuper 300EC	0,6 l	82,93 ^{ab}	53,49 ^{abc}	54,16 ^{abcde^{fg}}	55,90 ^{cde^f}
16	Trizole 20WP	1,2 kg	56,94 ^e	46,39 ^{abc}	40,26 ^{efgh}	36,65 ^g
17	Starner 20EC	0,7 kg	44,38 ^f	38,21 ^c	33,47 ^h	29,63 ^h
CV%			4,24	7,09	6,64	4,96
LCD 5%			11,85	19,80	18,54	13,85

Qua BẢNG 5.23 cho thấy, sau khi phun 2 ngày hiệu lực của thuốc Nissorun 5EC là cao nhất 91,76%, thứ 2 là Diazan10H (90,24%) sau đó là: Comite 73EC (89,36%), Kinalux 25EC (88,89%), Ortus 5SC (87,68%), Virtako 40WG (87,38%), Danitol 10EC (86,69%), Angun 5WDG (85,04%), Tiltsuper 300EC (82,93%), Regent 800WG (81,89%).

Sau khi phun 5, 10 và 15 ngày: hiệu lực của thuốc giảm so với thời điểm 2 ngày là do một số nhện non mới nở làm cho mật độ nhện trên ruộng tăng, mặt khác sau phun 5 ngày trở đi lượng thuốc trên cây lúa giảm. Tuy nhiên ở ngày thứ 15 sau khi phun, các thuốc có hiệu lực phòng trừ ở mức trên 70% gồm: Kinalux 25EC 77,02% (hiệu lực cao nhất), tiếp theo là các công thức Danitol 10EC 76%, Virtako 40WG (74,4%), Nissorun 5EC (74,31%), Angun 5WDG (70,64%).

05 loại thuốc trừ nấm bệnh có hiệu quả trừ nhện gié thấp ở ngoài đồng, cao nhất là Tiltsuper đạt 55,9%.

Tuy vậy cần lưu ý là nhiều công bố trên thế giới đã chỉ ra rằng, sử dụng nhiều thuốc hóa học trong quản lý dịch hại lúa là nguyên nhân chủ yếu liên quan đến bùng phát dịch *S. spinki* như tại Đài Loan (Ou *et al.*, 1978). Ở Cu Ba, sự phụ thuộc vào thuốc trừ nhện không phải là một cách hiệu quả để quản lý nhện gié *S. spinki* và chỉ nên được xem xét trong trường hợp khẩn cấp phát sinh ổ dịch (Cabrera *et al.*, 1998), (Ramos *et al.*, 1998, 2000), (Cheng *et al.*, 1999), (Almaguel *et al.*, 2000).

5.6. MÔ HÌNH QUẢN LÝ TỔNG HỢP (IPM) NHỆN GIÉ

5.6.1. Phương pháp xây dựng mô hình

Mô hình quản lý tổng hợp (IPM) nhện gié được thực hiện tại 3 vùng trọng điểm lúa (Đồng bằng sông Cửu Long/ĐBSCL, Bắc Trung bộ/Khu IV (cũ) và Đồng bằng sông Hồng /ĐBSH trong 2 năm 2010 và 2011).

Dưới đây là các bước tiến hành và kết quả chính:

Bước 1. Xây dựng tiêu chí lựa chọn điểm mô hình. Căn cứ chỉ đạo của Các Trung tâm BVTV và nhiều chỉ cục BVTV về IPM trên cây lúa, kinh nghiệm phát triển cộng đồng và kết quả nghiên cứu khoa học, quản lý của các bên liên quan tại các vùng lúa trọng điểm, đề tài đã thống nhất các tiêu chí chọn điểm mô hình IPM nhện gié bao gồm:

- Đại diện cho vùng sản xuất rộng lớn.
- Nơi những vụ trước bị hại nặng.

- Diện tích liền kề ít nhất 5,0 ha có thời vụ, chân đất, giống lúa tương đồng. (*Riêng tại An Giang 10 ha*).
- Lãnh đạo địa phương quan tâm (xã, huyện, chi cục BVTV), sẵn sàng áp dụng khoa học kỹ thuật mới.
- SX lúa là quan trọng bậc nhất, thuần nông.
- Tiềm đường giao thông.

Từ kết quả khảo sát 10 chi cục BVTV đã chọn được 5 điểm áp dụng IPM (An Giang, Thừa Thiên Huế, Nghệ An, Hà Nam và Hải Dương) và trong quá trình thực hiện đã mở rộng thêm 1 điểm (Đồng Tháp).

Bước 2. Xây dựng Dự thảo quy trình IPM nhận gié. Ngay trước khi thực hiện mô hình, công tác điều tra về sản xuất và BVTV cây lúa đã được tiến hành tại các điểm mô hình, kết hợp với các kết quả nghiên cứu về nhận gié đã có và thông tin về quản lý chúng ở nước ngoài (chủ yếu kinh nghiệm của Đài Loan) đã xây dựng Bản dự thảo quy trình IPM để các Trung tâm BVTV hoặc các chi cục BVTV thảo luận, chỉnh sửa cho phù hợp với điều kiện cụ thể của địa phương.

Bước 3. Tập huấn nông dân. Trên cơ sở quy trình đã thống nhất, các điểm tiến hành tập huấn theo phương pháp “lớp nông dân” của chương trình IPM và cùng nông dân xây dựng kế hoạch thực hiện, trong đó xác định rõ trách nhiệm của nông dân và của đề tài.

Bước 4. Thực hiện quy trình. Từng điểm, đề tài cử 1-2 cán bộ kỹ thuật thực hiện “3 cùng” với nông dân từ khi làm đất gieo hạt cho đến khi thu hoạch để hướng dẫn và giám sát việc thực hiện quy trình.

Bước 5. Tổng kết đánh giá. Trước khi thu hoạch, các điểm tổ chức hội nghị đầu bờ, để nông dân và cán bộ kỹ thuật chia sẻ kết quả mô hình. Sau khi thu hoạch xong, các điểm tổ chức hội nghị đánh giá kết quả với sự tham gia của đông đảo lãnh đạo địa phương, các cán bộ BVTV và người dân nhằm xác định rõ kết quả của mô hình, các ưu điểm của mô hình cũng như đề xuất các điểm mà quy trình cần cải tiến cho năm sau.

5.6.2. Kết quả mô hình quản lý tổng hợp (IPM) nhận gié

5.6.2.1. Mô hình quản lý tổng hợp nhận gié ở Đồng bằng sông Cửu Long

a) Quy trình IPM nhận gié vụ Hè thu 2010 tại An Giang

- Điều kiện, quy mô triển khai mô hình: diện tích mô hình là 10,0 ha. Các ruộng trong mô hình có thời vụ, chân đất, giống lúa tương đồng.

- Địa điểm triển khai: xã Hòa Bình Thành, huyện Châu Thành, tỉnh An Giang. Vùng triển khai mô hình là vùng mà các vụ trước thường bị nhện gié gây hại nặng và nông dân có tập quán gieo sạ dây.

- Biện pháp kỹ thuật

+ Phương thức gieo trồng: gieo sạ theo hàng.

+ Vệ sinh đồng ruộng và chuẩn bị đất trồng.

* Đốt rơm rạ ở 5 ngày sau thu hoạch lúa Đông xuân, sau đó xới và phơi đất 3 tuần. Làm sạch cỏ bờ ngay sau khi thu hoạch để nhện không có nơi trú ngụ.

* Đất ruộng phải được xới, đánh bùn nhuyễn, san phẳng mặt ruộng trước khi gieo.

+ Hạt giống

* Sử dụng các giống lúa theo cơ cấu của địa phương như: OM 2514 và OM 4218 xác nhận có bao gói và địa chỉ rõ ràng.

* Lượng giống sử dụng: 80–120 kg/ha. (Ruộng nông dân 230 kg/ha).

* Hình thức gieo: ngâm hạt giống trong nước lã 48 giờ, ủ kỹ trong thời gian 24 giờ cho đến khi hạt giống nảy mầm (vừa nứt nanh). Sau đó tiến hành gieo sạ bằng công cụ sạ hàng.

* Xử lý hạt giống: không xử lý hạt giống.

- Các kỹ thuật chăm sóc

+ Phân bón: bón theo nhu cầu của cây vào các thời điểm sinh trưởng (mạ, đẻ nhánh, tượng đòng); bón đúng liều lượng; không bón thừa phân đạm. Thời kỳ bón cho cây lúa, có thể chia làm 3 đợt bón chính: Đợt 1: 7–10 ngày sau sạ (NSS), đợt 2: 18–22 NSS, đợt 3: 40–45 NSS.

+ Quản lý nước ruộng: theo quy trình tưới nước tiết kiệm như sau: 5 NSS cho nước vào ruộng, mực nước xâm xấp (tráng gốc cây lúa) giúp ruộng giữ ẩm tốt hoặc ngập 2–3 cm. Quan sát ốc bươu vàng trên ruộng. 7–10 NSS tiếp tục cho nước vào ruộng ngập 5–7 cm. 28 NSS bắt đầu tháo khô ruộng lần thứ nhất (nếu các hàng lúa lá đã giáp tán với nhau). 35–49 NSS cho nước vào ruộng, giữ mực nước 5 cm (chuẩn bị bón phân đợt 3), sau khi bón phân để nước rút tự nhiên, đến khi mực nước xuống dưới mặt đất 15 cm thì bơm nước vào cao nhất là 5 cm. 80–85 NSS bắt đầu tháo khô nước ruộng để lúa chín đều và dễ thu hoạch bằng máy cắt xếp dây, máy gặt đập liên hợp.

Chú ý: tùy thời gian sinh trưởng của giống lúa mà điều chỉnh thời gian tưới tiêu, không để lúa bị ngập úng suốt vụ.

+ Làm cỏ: Sử dụng thuốc trừ cỏ tiền nảy mầm (Sofit 300EC, DietMam 360EC,...).

+ Phòng trừ sâu bệnh: thăm đồng thường xuyên, theo dõi sự xuất hiện gây hại của các đối tượng sâu bệnh khác và nhện gié, đặc biệt từ khi lúa làm đồng đến trổ bông (35–60 ngày sau sạ). Quản lý sâu rầy theo IPM, không sử dụng thuốc trước 40 ngày sau sạ.

* Phòng trừ rầy nâu: do tình hình mật số rầy thấp, chỉ xuất hiện ở giai đoạn trước trổ 5%, với mật số 3 con/tép nên xử lý 01 lần bằng thuốc Chess 50WG.

* Phòng trừ nhện gié: Phun trừ nhện 01 lần trước khi trổ 5% bằng Kinalux 25EC.

* Phòng trừ bệnh: phun thuốc trừ bệnh 02 lần ở giai đoạn trước trổ và sau trổ 10 ngày bằng thuốc: TilSuper 400EC, Antracol 75WG, Anvil 5SC,....

b) Những điểm thay đổi của Quy trình năm 2011

Nhìn chung, các biện pháp canh tác của quy trình năm 2011 không khác biệt nhiều so với năm 2010. Tuy nhiên, có một số điều chỉnh cho phù hợp hơn.

Làm đất: bố trí diệt triệt để cỏ bờ ven ruộng và xử lý thuốc Glyphosate không cho cỏ lên lại.

Giống: chỉ sử dụng 01 giống OM4218 cho cả diện tích để dễ quản lý và tập trung sạ đồng loạt theo hàng với mật số 120 kg/ha.

So sánh tổng lượng phân cần bón theo năm (kg/ha)

Lượng phân thương phẩm	2010	2011
• Đạm ure (46%)	115	39
• DAP (16:48:0)	102	56
• Kali clorua (0:0:60)	68	
• NPK (16:16:8)	175	
• Lúa 1 (20:15:7)		167
• Lúa 2 (18:4:20)		83
Lượng phân nguyên chất		
• N	99,26	76,36
• P ₂ O ₅	74,92	54,13
• K ₂ O	54,80	28,29

Bón phân: áp dụng triệt để theo quy trình: “1 Phải 5 Giảm” nên lượng phân nguyên chất cũng phù hợp với khuyến cáo và thấp hơn so với năm 2010.

Quản lý nhện gié: từ kết quả thí nghiệm vụ hè thu 2010, khẳng định không cần xử lý nhện trước 40 ngày sau sạ và tập trung quản lý ở giai đoạn trước trổ 5-7 ngày. Nhện thường tập trung ở lúa chết, cỏ lồng vực mọc ở nơi dẫn nước

vào ruộng và gò cao, đặc biệt là sự xuất hiện của chúng ở từ bờ vào khoảng 2 mét. Do vậy, để tài điều chỉnh cách quản lý nhện gié như sau:

- Nhấn mạnh sự chú ý nhện gié hại ở thời kỳ trước trổ 5-7 ngày (khi 5% bẹ lá đòng có triệu chứng gây hại của nhện gié (có vết cạo gió hoặc vết màu nâu đen chạy dọc), hoặc 5% bên trong bẹ lá đòng chuyển sang màu hơi thâm nâu).
- Giữa 2 vụ lúa nhện gié thường tập trung trên lúa chết và cỏ lồng vực mọc ở mương nước, bờ ruộng, gò đất cao, vì vậy cần điều tra trước khi sạ hoặc cấy, nếu phát hiện thấy nhện gié thì chỉ cần xử lý ngay ở những nơi có nhện gié và phun từ bờ vào trong ruộng 2 mét, phun đảm và kỹ (4 bình 16 lít/1000 m²).

Do vậy, trong suốt vụ hè thu 2011 chỉ phun một lần trừ nhện gié bằng Kinalux 25EC, một số ruộng chỉ phun trên bờ ruộng và cách bờ 2 mét.

Quản lý rầy nâu: do mật độ không cao nên không có sử dụng thuốc phòng trừ.

c) Nhận xét mô hình hai năm

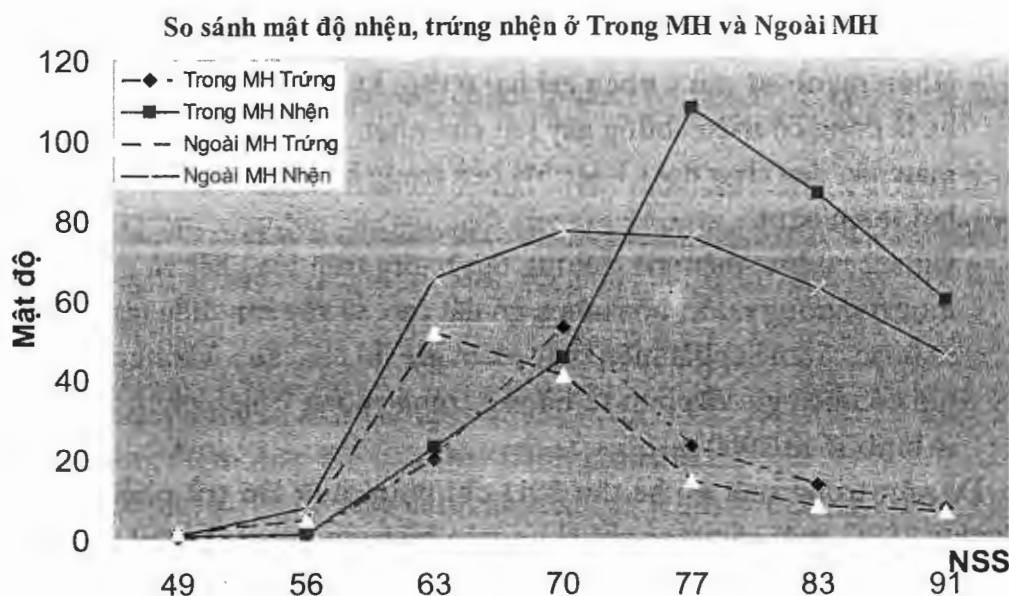
+ Trong 2 năm, nhện gié được phát hiện lúc cây lúa được 40-49 NSS, trong mô hình chúng xuất hiện muộn hơn ngoài mô hình (ruộng đối chứng) 1 tuần, mật độ ban đầu thường rất thấp, sau đó tăng (BẢNG 5.24, HÌNH 5.7).

Mật số nhện gié trong mô hình xuất hiện muộn hơn 1 tuần so với ruộng ngoài mô hình có thể là do áp dụng triệt để các biện pháp canh tác như vệ sinh sạch sẽ lúa chết quanh bờ ruộng trước khi xuống giống giúp làm giảm mật độ ngay từ đầu, kết hợp nguồn giống chất lượng và biện pháp gieo sạ mật độ vừa phải làm chậm sự phát sinh và phát triển của nhện.

BẢNG 5.24. Diễn biến mật độ nhện gié trong và ngoài mô hình (con/dảnh), tại An Giang (hè thu 2010)

Ngày sau sạ	Giai đoạn sinh trưởng	Mô hình (80 kg giống/ha)	Đối chứng (150 kg giống/ha)
0-29	Đẻ nhánh	0	0*
36	Đẻ nhánh	0	1,39
43	Đòng	0	5,72
50	Đòng	6,72	42,40**
57	Đòng trổ	20,32*	38,89
64	Trổ	103,75	107,48
71	Trổ- ngâm sữa	222,05*	322,17**
78	Trổ- chín	244,57	171,60

Ghi chú: ** Phun thuốc trừ sâu, rầy, nhện gié, bệnh ; * : Phun thuốc trừ bệnh



HÌNH 5.7. Mật độ nhện gié ở trong và ngoài mô hình IPM-An Giang 2011

Ghi chú: R là phun Regent 800WG; K là phun Kinalux 25EC. Mũi tên màu đỏ là phun thuốc trong mô hình (MH), màu xanh là ngoài mô hình

Trong mô hình chỉ sử dụng thuốc trừ nhện gié 1 lần trong khi đó ngoài mô hình đã sử dụng 3 lần mà mật độ của chúng vẫn cao.

Quan sát trong từng bẹ lá cho thấy nhện gié có xu hướng tập trung sống bên trong bẹ lá đông đúc hơn.

Tại tỉnh Đồng Tháp vụ hè thu năm 2011 trên diện tích 5,29 ha mô hình IPM nhện gié với sự phối kết hợp chỉ đạo của chi cục BVTV Đồng Tháp và Công ty CP BVTV An Giang tại xã An Phong, huyện Thanh Bình đã thu được kết quả tương tự.

+ Về tổ chức:

- Mô hình có sự tham gia tích cực của nông hộ, chi cục BVTV, đảm bảo cho sự thành công của mô hình.

- Việc huấn luyện nâng cao nhận thức cho nông hộ là rất quan trọng.

+ Về hiệu quả kinh tế

- Quy trình đơn giản, dễ thực hiện.

- Áp dụng quy trình IPM nhện gié đã giảm chi phí sản xuất nhất là giống và thuốc bảo vệ thực vật, góp phần làm tăng lợi nhuận đến 35,6% và giảm tác hại đến môi trường.

Qua kết quả thực hiện mô hình IPM nhện gié tại đồng bằng sông Cửu Long cho thấy:

- Mô hình thực hiện đã giảm chi phí sản xuất nhất là khâu giống và thuốc BVTV, góp phần tăng năng suất và nâng cao hiệu quả kinh tế từ 18,9%-35,6%.
- Quy trình IPM nhện gié đã được thực hiện trong mô hình tại An Giang và Đồng Tháp trên lúa hè thu là vụ nhện gié gây hại nặng nhất trong năm.
- Quy trình là dễ thực hiện, có sự phối hợp và tham gia tích cực của 4 nhà.

Tại Đồng Tháp quy trình áp dụng như tại An Giang năm 2011, riêng giống sử dụng là VD 20.

5.6.2.2. Mô hình quản lý tổng hợp nhện gié ở Bắc Trung bộ

a) Quy trình vụ hè thu 2010

- Điều kiện, quy mô triển khai mô hình

+ Địa điểm mô hình:

* Năm 2010: HTX La Chũ, Hương Trà, Thừa Thiên Huế và xã Nghi Mỹ, Nghi Lộc, Nghệ An.

* Năm 2011: HTX La Chũ, Hương Trà Thừa Thiên Huế và Xã Nam Thanh, Nam Đàn, Nghệ An.

+ Diện tích mô hình: Vụ hè thu 2010: 10,7 ha; vụ hè thu 2011: 10,0 ha. Các ruộng trong mô hình có thời vụ, chân đất, giống lúa tương đồng.

+ Biện pháp kỹ thuật

* Phương thức gieo trồng: gieo sạ.

* Vệ sinh đồng ruộng và chuẩn bị đất trồng.

* Sau thu hoạch lúa vụ xuân tiến hành đập bằng máy sau đó cày lật gốc rạ, dùng máy bừa phay đất và làm dầm (ngâm đất) 10-15 ngày. Làm sạch cỏ bờ ngay sau khi thu hoạch để nhện gié không có nơi trú ngụ.

* Đất ruộng phải được cày, bừa kỹ, đánh bùn nhuyễn, san phẳng mặt ruộng trước khi gieo. Ruộng được chia thành luống rộng 2 m, rãnh rộng 20-30 cm, sâu 15-20 cm (dùng túi đất/túi cát kéo mạnh để tạo rãnh).

+ Hạt giống

* Sử dụng giống lúa theo cơ cấu của địa phương là KD 18 nguyên chủng hoặc giống xác nhận có bao gói và địa chỉ rõ ràng.

* Lượng giống sử dụng: 60-80 kg/ha.

* Hình thức gieo: ngâm hạt giống trong nước lã 48 giờ, ủ kỹ trong thời gian 12 giờ khi hạt lúa nứt nanh tiến hành xử lý bằng thuốc Cruiser plus 312,5 FS, liều lượng 5 ml thuốc/10 kg hạt giống (pha 5 ml thuốc vào 0,4-0,5 lít nước), ủ tiếp (10-12 giờ) cho đến khi hạt giống nảy mầm đạt tiêu chuẩn đem gieo.

+ Các kỹ thuật chăm sóc

Phân bón: bón theo nhu cầu của cây vào các thời điểm sinh trưởng (bón lót, bón thúc đẻ nhánh, tượng khối sơ khởi); bón đúng liều lượng; không bón thừa phân đạm. Thời kỳ bón cho cây lúa, có thể chia làm:

* Bón lót trước lúc bừa lần cuối: toàn bộ phân chuồng, NPK (loại 8:10:3), 25% urê.

* Bón thúc lần 1: sau gieo từ 10-15 ngày, (giai đoạn lúa bắt đầu đẻ nhánh) 50% urê, 30-40% kali.

* Bón thúc lần 2: (giai đoạn tượng khối sơ khởi) bón lượng 25% urê và 60-70% kali (BẢNG 5.25a).

BẢNG 5.25a. Lượng phân bón cho các điểm mô hình trong năm 2010 (Đơn vị tính: kg/ha)

Loại phân bón	Nghi Mỹ, Nghi Lộc (Nghệ An)	La Chũ, Hương Trà (Thừa Thiên Huế)
Phân chuồng	60000	0
Phân lân	0	400
Phân NPK (8:10:3)	450	60
Phân đạm ure	170	150
Phân kali	100	100

+ Quản lý nước ruộng: theo quy trình tưới nước tiết kiệm như sau: 5 NSS cho nước vào ruộng, mực nước xâm xấp (tráng gốc cây lúa) giúp ruộng giữ ẩm tốt hoặc ngập 2-3 cm. Sau gieo 7-10 ngày tiếp tục cho nước vào ruộng ngập 5-7 cm kết hợp bón thúc lần 1. Khi lúa đẻ nhánh tối đa (30-35 NSS) bắt đầu tháo khô ruộng lần thứ nhất. 40-45 NSS cho nước vào ruộng, giữ mực nước 5 cm kết hợp bón thúc lần 2 (bón thúc tượng khối sơ khởi), sau khi bón phân để nước rút tự nhiên, đến khi xuống dưới mặt đất 15 cm thì bơm nước vào cao nhất là 5 cm. Khi lúa đổ đuôi bắt đầu tháo khô nước ruộng để lúa chín đều và dễ thu hoạch.

Chú ý: tùy thời gian sinh trưởng của giống lúa mà điều chỉnh thời gian tưới tiêu, không để lúa bị ngập úng suốt vụ.

+ Làm cỏ: toàn khu thí nghiệm được phun thuốc trừ cỏ Sofit sau khi gieo sạ một số hộ làm cỏ bằng tay.

+ Phòng trừ sâu bệnh: thăm đồng thường xuyên, theo dõi sự xuất hiện gây hại của các đối tượng sâu bệnh khác và nhện gié, đặc biệt từ khi lúa làm đòng đến trổ.

* Các đối tượng sâu bệnh khác: theo ngưỡng phòng trừ đối với từng loại sâu bệnh cụ thể, ruộng nào có khả năng ảnh hưởng đến năng suất thì hướng dẫn nông dân phun xịt theo kết quả điều tra của cán bộ kỹ thuật phụ trách mô hình. Cụ thể ở ruộng mô hình:

* Mô hình ở Nghi Mỹ, Nghệ An phun 2 lần thuốc trừ sâu cuốn lá nhỏ (CLN) lúa 4 và lúa 5; 2 lần trừ bệnh khô vằn.

* Mô hình ở La Chũ, Thừa thiên Huế phun 1 lần trừ CLN; 1 lần trừ rầy nâu; 2 lần trừ nhện gié; 1 lần trừ bệnh khô vằn và 1 lần trừ bệnh đen lép hạt.

* Phòng trừ nhện: không phun thuốc quá sớm và không phun giữa để tạo điều kiện cho thiên địch như Bù lạch đen và nhện nhỏ bắt mồi phát triển. Đặc biệt chú ý phát hiện nhện gié hại ở 2 thời kỳ, có thể phun thuốc trừ nhện gié từ 1 đến 2 lần:

Lần 1: cuối giai đoạn lúa đẻ nhánh (40–50 ngày sau sạ) khi thấy ruộng có 5% số dảnh có bẹ lá xuất hiện vết cạo gió hoặc vết màu đen hình chữ nhật chạy dọc bẹ lá. Mô hình ở La Chũ, TT Huế phun lần 1 bằng Kinalux 25 EC.

Lần 2: trước trổ 5-7 ngày khi có triệu chứng gây hại của nhện gié (5% bẹ lá đòng có vết cạo gió hoặc vết màu đen chạy dọc, hoặc có 5% phía trong lá đòng chuyển màu thâm nâu) cả 2 mô hình phun Kinalux 25 EC.

* Sử dụng trừ nhện gié bằng 1 trong các loại thuốc sau (Kinalux 25 EC, Virtako 40WG, Ortus 5 SC, Danitol 10 EC hoặc nhóm thuốc được đăng ký vào danh mục trừ nhện gié). Lượng nước phun là 600-700 lít/ha, nồng độ như khuyến cáo.

Không sử dụng thuốc trừ nhện khi mật độ nhện hại chưa tới ngưỡng gây hại kinh tế đặc biệt ở giai đoạn trước 40 ngày sau sạ.

b) Những điểm thay đổi của Quy trình năm 2011

Nhìn chung, các biện pháp canh tác của quy trình năm 2011 không khác biệt so với năm 2010. Tuy nhiên, có một số điều chỉnh cho phù hợp với điều kiện ở nơi thực hiện mô hình.

+ Làm đất có bổ sung cụm từ “làm sạch cỏ bờ đặc biệt là lúa chết, cỏ lồng vực ven bờ ruộng và ở đường dẫn nước tưới để nhện gié không có nơi trú ngụ”.

BẢNG 5.25b. Lượng phân bón cho các điểm mô hình trong năm 2011 (Đơn vị tính: kg/ha)

Loại phân bón	Nghi Mỹ, Nghi Lộc (Nghệ An)	La Chũ, Hương Trà (Thừa Thiên Huế)
Phân chuồng	60000	0
Phân lân	0	400
Phân NPK (8:10:3)	500	60
Phân đạm ure	110	120
Phân kali	120	110

+ Phân bón:

Cả 2 mô hình đều giảm lượng phân đạm ure bón (mô hình ở La Chũ giảm 50 kg/ha; mô hình ở Nam Đàn giảm 60 kg/ha so với khuyến cáo). Lượng kali bón tăng lên 20 kg/ha (xem **BẢNG 5.25b**).

+ Quản lý nhện gié

Từ kết quả thí nghiệm vụ hè thu 2010, khẳng định không cần xử lý nhện rước 40 ngày sau sạ và tập trung quản lý ở giai đoạn trước trổ 5–7 ngày. Nhện gié thường tập trung ở lúa chết, cỏ lồng vực mọc ở nơi dẫn nước vào ruộng và gò cao, đặc biệt là sự xuất hiện của chúng ở từ bờ vào khoảng 2 mét. Do vậy, đề tài đã điều chỉnh cách quản lý nhện như sau:

- Nhấn mạnh sự chú ý nhện gié hại ở thời kỳ trước trổ 5-7 ngày (khi 5% bẹ lá đồng có triệu chứng gây hại của nhện gié (có vết cạo gió hoặc vết màu nâu đen chạy dọc), hoặc 5% bên trong bẹ lá đồng chuyển sang màu hơi thâm nâu).

- Giữa 2 vụ lúa nhện gié thường tập trung trên lúa chết và cỏ lồng vực mọc ở mương nước, bờ ruộng, gò đất cao, vì vậy cần điều tra trước khi sạ hoặc cấy, nếu phát hiện thấy nhện gié thì chỉ cần xử lý ngay ở những nơi có nhện và phun từ bờ vào trong ruộng 2 mét, phun đầm và kỹ (4 bình 16 lít/1000 m²).

Kết quả gặt ngẫu nhiên 100 dảnh tại Nghệ An và Thừa Thiên–Huế (năm 2011) trình bày tại **BẢNG 5.26** và **BẢNG 5.27**. Ruộng mô hình tại Nghệ An có cấp hại phổ biến là cấp 1, 3, tỷ lệ hạt chắc/bông 82,2%, tỷ lệ hạt bị nhện hại 9%. Ruộng nông dân có cấp hại nặng hơn ruộng mô hình, tỷ lệ hạt bị nhện hại 25%, cao hơn so với mô hình.

Tại Thừa Thiên–Huế, nhện gié xuất hiện gây hại từ giai đoạn kết thúc đẻ nhánh, chủ yếu gây hại trên gân lá, tỷ lệ hại tăng dần và sai khác rõ giữa ruộng mô hình và ruộng nông dân từ giai đoạn đồng trổ (mô hình: TLH 8%; chỉ số hại (CSH) 1,11%; nông dân: TLH 14%; CSH 2,89%). Giai đoạn trổ chín ruộng nông dân chỉ số hại gấp hơn 2 lần so với ruộng mô hình (mô hình: TLH 20%;

BẢNG 5.26. Kết quả gặt ngẫu nhiên 100 dảnh tại Nghệ An (2011)

Công thức	Cấp hại phổ biến	Góc ω	Số hạt chắc/bông	TLH chắc (%)	TLH bị nhện hại (%)	Số bông/m ²	P1000 (g)	NSTT (tạ/ha)
Ruộng IPM	C1, 3	72,30	113,69	82,2	9,0	290	19,35	58,99
Ruộng nông dân	C3,5, 7	65,9	98,47	75,5	25,0	295	19,10	54,44

Ghi chú: TLH- tỷ lệ hạt, NSTT: Năng suất thực thu

BẢNG 5.27. Bảng theo dõi cấp hại trên dảnh lúa và bông lúa (Thừa Thiên Huế)

Giai đoạn sinh trưởng cây lúa		Cấp 0	Cấp 1	Cấp 3	Cấp 5	Cấp 7	Cấp 9	TLH (%)	CSH (%)	Chiều dài vết hại (cm)
Kết thúc	MH	98	2					2.0	0.22	0,4
Đẻ nhánh	ND	95	5	0				5.0	0.56	1,1
Đòng-trở	MH	92	7	1				8.0	1.11	1,5
	ND	86	9	4	1			14.0	2.89	3,2
Chín sữa	MH	85	10	4	1			15.0	3.00	4,5
	ND	74	16	6	2	1	0	25.0	5.67	7,9
Chín	MH	80	12	6	2			20.0	4.44	6,4
	ND	66	17	9	5	2	1	34.0	10.22	10,5

Ghi chú: MH- mô hình; ND- nông dân

CSH 4,44%; nông dân: TLH 34%; CSH 10,22%). Chiều dài vết hại lớn nhất do nhện gié gây ra ở ruộng mô hình là 6,4 cm và ruộng nông dân là 10,5 cm.

c) Đánh giá chung mô hình sau 2 năm

- Mô hình được thực hiện dựa trên sự đóng góp ý kiến của các cán bộ kỹ thuật, nông dân tham gia, nên mô hình tương đối dễ thực hiện và phù hợp với điều kiện canh tác ở địa phương.

- Qua 2 năm thực hiện đã tập huấn 210 lượt nông dân tham gia. Kết quả đạt được giúp nông dân tự tin hơn trong việc ứng dụng mô hình vào sản xuất.

- Nông dân áp dụng quy trình IPM đã giảm được lượng thóc giống 20 kg/ha, giảm số lần phun thuốc trừ sâu 2 -3 lần/vụ, giảm một cách rõ rệt tác hại của nhện gié, có một số ruộng không phải phun thuốc trừ nhện.

- Đã thực hiện thành công mô hình IPM trên diện tích là 20,7 ha.

- Nhện gié có mật độ thấp ở giai đoạn từ 0-40 ngày sau sạ.

- Thời điểm xuất hiện nhện gié ở 35-50 NSS và cao đỉnh trong mô hình trễ hơn ngoài mô hình từ 7-10 ngày. Khuynh hướng nhện di chuyển dần vào bên trong bẹ lá đòng ở giai đoạn cuối vụ.

- Nông dân áp dụng quy trình IPM đã giảm chi phí sản xuất, đặc biệt giảm chi phí về giống, phân đạm và thuốc BVTV. Năm 2010 năng suất tăng

với đối chứng 473–1.714 kg/ha, tăng hiệu quả kinh tế của mô hình lên từ 56 đến 93,29%. Năm 2011 năng suất tăng so với đối chứng 455 – 600 kg/ha, tăng hiệu quả kinh tế của mô hình lên từ 16,63% đến 24,12%.

5.2.3. Mô hình quản lý tổng hợp nhện gié ở Đồng bằng sông Hồng (ĐBSH)

ĐBSH, mô hình được thực hiện tại 2 tỉnh là Hải Dương và Hà Nam, mỗi ô hình là 5,0 ha, thực hiện trong vụ mùa năm 2010 và 2011.

a) Quy trình IPM nhện gié năm 2010 tại Hải Dương

- Biện pháp kỹ thuật

+ Phương thức gieo trồng: gieo vãi.

+ Vệ sinh đồng ruộng và chuẩn bị đất trồng.

* Cày lật gốc rạ (vùi hết tàn dư và tránh lúa chết mọc/đốt hết tàn dư đối với những ruộng vụ trước hại nặng ngay sau khi thu hoạch lúa, làm sạch cỏ để nhện không có nơi cư trú).

* Cho đất nghỉ 10-14 ngày.

* Đất ruộng phải làm kỹ, nhuyễn, san phẳng mặt ruộng trước khi gieo.

+ Hạt giống

* Sử dụng giống lúa xác nhận (có bao gói và địa chỉ rõ ràng), các giống lúa gieo trồng phổ biến trong vùng được khuyến cáo sử dụng có khả năng kháng với các đối tượng sâu bệnh hại chính trong vùng như rầy nâu và bệnh vàng lùn, lùn xoắn lá và lùn sọc đen. Không sử dụng các giống lúa thường bị nhện hại nặng.

* Lượng giống: đối với lúa sạ 55 kg/ha; gieo tập trung một thời gian ngắn là cùng giống.

+ Kỹ thuật chăm sóc.

* Phân bón: lượng phân bón (kg nguyên chất/ha): 80-90 N; 40-60 P_2O_5 , 0-50 K_2O (bổ sung lượng phân bón theo bảng so màu; ruộng bón thừa đạm dễ bị nhện gié gây hại).

Bón theo nhu cầu của cây vào các thời điểm sinh trưởng (mạ, đẻ nhánh, đòng đòng); bón đúng liều lượng; không bón thừa phân đạm. Thời kỳ bón cho cây lúa, có thể chia làm 3 đợt bón chính: Đợt 1: 7-10 ngày sau sạ (NSS), đợt 2: 18-22 NSS, đợt 3: 40-45 NSS.

* Quản lý nước: theo quy trình tưới nước tiết kiệm.

Theo quy trình tưới nước tiết kiệm như sau: 3-5 NSS cho nước vào ruộng để trắng mầm ngập 2-3 cm, 7-10 NSS tiếp tục cho nước vào ruộng ngập 5-7 cm.

8 NSS bắt đầu tháo khô ruộng lần thứ nhất (nếu các hàng lúa lá đã giáp tán ới nhau). 35-49 NSS cho nước vào ruộng, giữ mực nước 5 cm (chuẩn bị bón hân đợt 3), sau khi bón phân để nước rút tự nhiên, đến khi xuống dưới mặt ất 15 cm thì bơm nước vào cao nhất là 5 cm. 80-85 NSS bắt đầu tháo khô ước ruộng để lúa chín đều và dễ thu hoạch.

* Làm cỏ: toàn khu thí nghiệm được thực hiện làm cỏ bằng tay hoặc xử lý nước cỏ theo tập quán nông dân.

* Phòng trừ sâu bệnh: thăm đồng thường xuyên, theo dõi sự xuất hiện gây ại của các đối tượng sâu bệnh khác và nhện gié, đặc biệt từ khi lúa làm đồng ến trổ (35-60 ngày sau sạ).

* Các đối tượng sâu bệnh khác: ruộng nào có khả năng ảnh hưởng đến ăng suất thì hướng dẫn nông dân phun trừ theo kết quả điều tra của cán bộ ỹ thuật phụ trách mô hình.

* Phòng trừ nhện gié: không phun thuốc quá sớm và không phun ngừa để ạo điều kiện cho thiên địch như bọ trĩ đen và nhện nhỏ bắt mỗi phát triển. ặc biệt chú ý phát hiện nhện gié hại ở 2 thời kỳ, có thể phun thuốc trừ nhện ié từ 1 đến 2 lần:

* Thời kỳ 1: cuối giai đoạn đẻ nhánh (40-50) ngày khi thấy ruộng có 5% ổ dảnh có bẹ lá xuất hiện vết cạo gió hoặc vết màu nâu đen hình chữ nhật ạy dọc bẹ lá.

* Thời kỳ 2: trước trổ 5-7 ngày khi có triệu chứng gây hại của nhện gié (5% ổ dảnh có bẹ lá xuất hiện vết cạo gió hoặc vết màu nâu đen hình chữ nhật ạy dọc bẹ lá, hoặc 5% lá đòng chuyển sang màu hơi thâm nâu).

* Khi thấy triệu chứng trên, cần phun trừ nhện gié bằng Kinalux 25 EC ới lượng nước phun lá 600-700 lít/ha, nồng độ theo khuyến cáo. Không sử ụng thuốc trừ nhện khi mật độ nhện hại chưa tới ngưỡng gây hại kinh tế ặc iệt ở giai đoạn trước 40 ngày sau sạ.

Những điểm thay đổi của Quy trình năm 2011

Nhìn chung, các biện pháp canh tác của quy trình năm 2011 không khác iệt so với năm 2010. Tuy nhiên, có một số điều chỉnh cho phù hợp hơn.

Làm đất có bổ sung cụm từ “làm sạch cỏ bờ đặc biệt là lúa chết, cỏ lồng ực ven bờ ruộng và ở đường dẫn nước tưới để nhện gié không có nơi trú ụ”.

Quản lý nhện gié:

Từ kết quả thí nghiệm vụ mùa 2010, khẳng định không cần xử lý nhện ié trước 40 ngày sau sạ và tập trung quản lý ở giai đoạn trước trổ 5-7 ngày.

Nhện thường tập trung ở lúa chết, cỏ lồng vực mọc ở nơi dẫn nước vào ruộng và gò cao. Do vậy, nhóm nghiên cứu hiệu chỉnh cách quản lý nhện như sau:

- Chú ý: nhện gié hại ở thời kỳ trước trổ 5-7 ngày (khi 5% bẹ lá đồng có triệu chứng gây hại của nhện gié (có vết cạo gió hoặc vết màu nâu đen chạy dọc), hoặc 5% bên trong bẹ lá đồng chuyển sang màu hơi thâm nâu).

- Giữa 2 vụ lúa nhện gié thường tập trung trên lúa chết và cỏ lồng vực mọc ở mương nước, bờ ruộng, gò đất cao, vì vậy cần thiết phải xử lý thuốc trừ nhện trên bờ, phun dặm và kỹ (4 bình 16 lít/1000 m²).

Điều kiện áp dụng:

Mô hình được triển khai rộng rãi ở các vùng có chân đất 2 lúa một màu vì tính hiệu quả của nó như: phải sử dụng giống xác nhận kết hợp giảm mật độ giống gieo, giảm phân đạm thừa, giảm thuốc trừ sâu, giảm lượng nước tưới và giảm thất thoát sau thu hoạch. Điều kiện này sẽ giúp cây lúa khỏe ngay từ đầu và tạo điều kiện bất lợi cho dịch hại.

b) Quy trình IPM nhện gié tại Hà Nam

Các điểm thay đổi bao gồm:

i. Quy trình năm 2010

- Lượng giống sử dụng trung bình: 42 kg/ha.
- Hình thức gieo cấy: cấy mạ non tuổi mạ 15–20 ngày tùy theo tình hình thời tiết.

ii. Quy trình năm 2011:

- Làm đất: bổ sung “Để lắng bùn 1 ngày trước khi cấy”.
- Phương thức gieo trồng: bổ sung “cấy 2 danh/khóm, cấy nông tay, cấy theo băng”.
- Phân bón: bón theo quy trình, để lại 20% đạm tùy theo số màu sắc lá lúa lúc lúa phân hoá đồng có thể bón nốt hoặc không bón.
- Quản lý nhện gié: từ kết quả thí nghiệm vụ mùa 2010, nhóm nghiên cứu hiệu chỉnh cách quản lý nhện như sau:

Thời điểm phun: phun trừ 1-2 lần giai đoạn lúa phát triển đồng-trổ, khi 5-10% số danh có vết nhện gié hoặc 5-10 trứng + nhện/danh tương đương 1.500–3.000 con/m² (trước trổ 14 ngày, trước trổ 7 ngày, thấp thoi trổ).

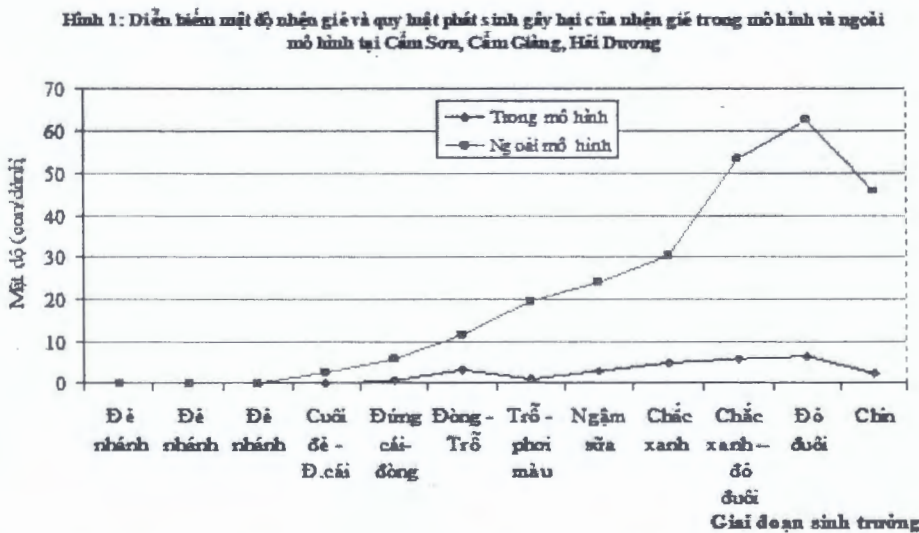
Thuốc phun: Kinalux 25EC; Regent 800WG; Virtako 40WG. Có thể kết hợp với phun trừ sâu cuốn lá nhỏ hoặc đối tượng sâu bệnh hại khác tùy theo tình hình cụ thể.

c) Kết quả mô hình

Kết quả cho thấy ruộng mô hình tại 2 điểm (Hà Nam và Hải Dương), nhện gié xuất hiện sau cấy 40 ngày, mật độ nhện gié và trứng trên ruộng mô hình luôn luôn thấp hơn so với ruộng đối chứng ít nhất 2-3 lần (BẢNG 5.28 và HÌNH 5.8), tỷ lệ hại và chỉ số hại thấp hơn trên 2 lần (BẢNG 5.29).

BẢNG 5.28. Diễn biến mật độ nhện gié trong mô hình và đối chứng tại Hà Nam (2011)

Ngày điều tra	Giai đoạn sinh trưởng của lúa	Trong mô hình		Đối chứng	
		Nhện	Trứng	Nhện	Trứng
12/7/2011	Bén rễ hồi xanh	0	0	0	0
19/7/2011	Đẻ nhánh rộ	0	0	0	0
26/7/2011	Đẻ nhánh rộ	0	0	0	0
02/8/2011	Cuối đẻ-phân hóa đòng	0	0	0	0
09/8/2011	Phân hóa đòng	0	0	0	0
16/8/2011	Phát triển đòng	0,05	0,08	0,07	0,12
23/8/2011	Phát triển đòng	0,14	0,32	0,28	0,50
30/8/2011	Đòng già	0,45	0,51	0,75	0,92
5/9/2011	Thấp thoi-trở	0,89	2,38	5,81	8,36
13/9/2011	Chín sữa	3,65	4,78	40,23	65,85
20/9/2011	Chín sữa	10,35	12,86	98,62	48,73
27/9/2011	Chín sấp	16,22	5,76	71,78	30,26
3/10/2011	Chín sấp	12,48	1,85	25,80	8,59



HÌNH 5.8. Diễn biến mật độ nhện gié và quy luật phát sinh gây hại của nhện gié trên giống KD 18 trong mô hình và ngoài mô hình (Hải Dương 2011)
Thi chú: Ngày 3/8/2011 phun thuốc trừ rầy bằng thuốc APTA 300WG

BẢNG 5.29. Tỷ lệ hại, chỉ số hại của nhện gié ở các thời điểm điều tra trên ruộng mô hình và ruộng nông dân

Giai đoạn sinh trưởng cây lúa	Trong mô hình		Ngoài mô hình	
	Tỷ lệ đánh bị hại (%)	Chỉ số hại (%)	Tỷ lệ đánh bị hại (%)	Chỉ số hại (%)
Trước trổ	8,0	0,1	25,0	3,4
Sau trổ	13,0	2,3	31,0	7,3
Trước khi thu hoạch	24,0	4,2	58,0	11,0

BẢNG 5.30. Tổng hợp kết quả thực hiện mô hình tại Đồng bằng sông Hồng

TT	Chỉ tiêu	Năm 2010		Năm 2011	
		Hải Dương*	Hà Nam**	Hải Dương*	Hà Nam**
1	Số hộ trong mô hình IPM nhện gié	90	74	90	71
2	Số người được tập huấn	90	60	90	60
3	Diện tích mô hình IPM nhện gié (ha)	5	5	5	5
4	Diện tích đối chứng (ha)	2	2	2	2
5	Năng suất mô hình IPM (kg/ha)	6,30	5,58	6,75	5,85
	Năng suất đối chứng (tấn/ha)	5,70	4,65	6,33	5,28
6	Tổng thu mô hình IPM (1000đ/ha)	37.800	33.480.000	50.620	40.950.000
	Tổng thu đối chứng (1000đ/ha)	34.200	27.900.000	47.475	36.960.000
7	Tổng chi phí mô hình IPM (1000đ/ha)	21.671	23.445.700	24.726	24.512.000
	Tổng chi phí đối chứng (1000đ/ha)	23.556	25.868.500	26.776	26.374.000
8	Lãi của mô hình (1000đ/ha)	16.129	10.034.300	25.894	16.438.000
	Lãi của đối chứng (1000đ/ha)	11.324	2.031.500	20.699	10.586.000
9	% chênh lệch thu chi so với đối chứng	51,53	493,93	25,7	44,7

*: Xã Cẩm Sơn, huyện Cẩm Giàng, Hải Dương. **: Xã Công Lý, huyện Lý Nhân, Hà Nam.

Qua 2 năm thực hiện mô hình IPM nhện gié tại đồng bằng sông Hồng kết quả thể hiện ở **BẢNG 5.30** cho thấy:

- Quy trình phòng trừ tổng hợp (IPM) nhện gié là dễ thực hiện.
- Áp dụng quy trình IPM nhện gié đã giảm được lượng thóc giống, giảm số lần phun thuốc trừ sâu từ 1 đến 3 lần/vụ, giảm một cách rõ rệt tác hại của nhện gié, tăng năng suất so với đối chứng. Hiệu quả kinh tế của mô hình tăng hơn so với đối chứng từ 20,92–393,9%.
- Kết quả nghiên cứu của mô hình trong 2 năm 2010–2011 đã góp phần bổ sung nhện gié vào đối tượng dịch hại chính trên lúa.
- Nguồn lây lan nhện gié trong vụ chủ yếu là lúa chết còn lại của vụ trước.
- Nhện gié phát sinh, phát triển từ mạnh từ cuối đẻ nhánh – phân hóa đòng trở đi và đạt đỉnh cao mật độ trong khi lúa trổ. Các vết cạo gió

thường xuất hiện sau khi lúa trở 1 tuần và càng về cuối vụ vết gây hại càng đậm.

- Thời điểm phun trừ nhện gié đạt hiệu quả cao vào giai đoạn trước trở 7-10 ngày và khi lúa thấp thoi trở.

5.6.2.4. Tổng hợp kết quả mô hình ba vùng

Tổng hợp kết quả mô hình trong 2 năm 2010 và 2011 tại 3 vùng được trình bày tại BẢNG 5.31. Kết quả cho thấy diện tích mô hình đạt 71,98 ha với sự tham gia của 526 hộ nông dân.

BẢNG 5.31. Tổng hợp kết quả Mô hình IPM tại 3 vùng

Chỉ tiêu	Đồng bằng Sông Cửu Long	Bắc Trung bộ	Đồng bằng sông Hồng	Tổng số/Trung bình chung
Số hộ trong mô hình IPM nhện gié	28	173	325	526
Số người được tập huấn	85	210	300	595
Diện tích mô hình IPM nhện gié (ha)	31,28	20,7	20	71,98
% chênh lệch thu chi so với đối chứng (tăng)*	18,92-35,58	16,63-24,12	25,09-44,7	16,63-44,7

Ghi chú: Chi lấy giá trị năm 2012

Năng suất tăng chung trong các mô hình của cả 3 vùng trong 2 năm là 12%.

Trong ruộng mô hình, mật độ nhện gié thấp hơn ruộng đối chứng trên 50%; tỷ lệ hại và chỉ số hại thấp hơn ruộng đối chứng khoảng 2 lần.

Thu nhập so với đối chứng tăng ở tất cả các điểm với mức tăng trung bình là 16,63-44,7% (năm 2011).

5.6.2.5. Nội dung của Quy trình IPM nhện gié cho 3 vùng lúa

Trên cơ sở kết quả thực nghiệm 2 năm 2010 và 2011, ý kiến đóng góp của người dân, cán bộ kỹ thuật của các chi cục BVTV và 2 Trung tâm BVTV (phía Bắc và Bắc Trung bộ) tham gia mô hình đã tổ chức Hội thảo lấy ý kiến các nhà khoa học BVTV về Nội dung quy trình IPM nhện gié cho 3 vùng lúa trọng điểm và chung cho cả nước. Từ kết quả thực nghiệm và kết quả các hội thảo xây dựng quy trình, một quy trình IPM nhện gié đã được đệ trình lên Cục Bảo vệ thực vật và Tiến bộ kỹ thuật mang tên “Quy trình quản lý tổng hợp (IPM) nhện gié (*Steneotarsonemus spinki*) ở Việt Nam” được công nhận tại Quyết định số 659/QĐ BVTV ngày 2/4/2013.

QUY TRÌNH QUẢN LÝ TỔNG HỢP (IPM) NHỆN GIẾ HẠI LÚA Ở VIỆT NAM

Nguyễn Văn Đĩnh¹, Nguyễn Thị Kim Oanh¹, Nguyễn Văn Viên¹,
Hồ Thị Thu Giang¹, Trần Quyết Tâm², Bạch Văn Huy³,
Nguyễn Tuấn Lộc⁴, Nguyễn Phước Thành⁵, Ngô Việt Cường⁶, Lê Minh Tuệ⁶

I. PHẠM VI, ĐỐI TƯỢNG ÁP DỤNG VÀ ĐỊNH NGHĨA CÁC THUẬT NGỮ

1.1. Phạm vi áp dụng

Quy trình kỹ thuật Quản lý tổng hợp (IPM) nhện giế hại lúa ở Việt Nam được áp dụng cho sản xuất lúa nước trong cả nước.

1.2. Đối tượng áp dụng

Quy trình kỹ thuật Quản lý tổng hợp (IPM) nhện giế hại lúa ở Việt Nam được áp dụng để quản lý tổng hợp nhện giế hại lúa theo hướng Thực hành nông nghiệp tốt (GAP).

1.3. Mục đích sử dụng

Tạo điều kiện cho người sản xuất lúa thực hiện phòng chống nhện giế theo hướng tổng hợp đạt hiệu quả cao, giảm thiểu lượng thuốc và số lần dùng thuốc, giảm dư lượng thuốc, giảm giá thành sản phẩm, bảo vệ môi trường sinh thái và các loài thiên địch trên ruộng lúa, nâng cao sản lượng và chất lượng sản phẩm lúa gạo.

1.4. Tài liệu viện dẫn

- Quy chuẩn quốc gia về phương pháp điều tra phát hiện dịch hại cây trồng (QCVN 01-38: 2010/BNNPTNT).
- Quy trình “1 phải, 5 giảm”
- Quy trình phòng chống vàng lùn, lùn xoắn lá do rầy nâu là môi giới truyền bệnh tại các tỉnh phía Nam, tại Quyết định số 355/2009 QĐ BVTV23/3/2009.
- Quy trình SRI “Ứng dụng hệ thống thâm canh tổng hợp trong sản xuất lúa ở một số tỉnh phía Bắc”, tại Quyết định số 3062 QĐBNN-KHCN ngày 15/10/2007.
- Báo cáo tổng kết đề tài độc lập cấp nhà nước “Nghiên cứu biện pháp phòng trừ tổng hợp nhện giế (*Steneotarsonemus spinki* Smiley) hại lúa ở Việt Nam”, mã số: 20/2010 ĐT ĐL.

1.5. Các thuật ngữ và định nghĩa

Trong Quy trình kỹ thuật này, các từ ngữ dưới đây được hiểu như sau:

- **Nhện giế hại lúa** là loài động vật nhỏ khó nhìn thấy bằng mắt thường, sống trong bẹ lá lúa hoặc các bộ phận kín trên cây lúa, thuộc bộ Ve bét (Acarina) có tên

khoa học là *Steneotarsonemus spinki* Smiley gây hại với triệu chứng điển hình trên thân cây lúa là các vết “cạo gió,” và hiện tượng “đen lép hạt”.

- **Hạt giống xác nhận** là hạt giống được nhân ra từ hạt giống nguyên chủng và đạt tiêu chuẩn chất lượng theo quy định.

- **Thiên địch** là các loài sinh vật bao gồm vi rút, vi khuẩn, tuyến trùng, nấm, côn trùng, động vật và các sinh vật khác có tác dụng hạn chế tác hại của dịch hại.

- **Nguyên tắc 4 đúng** là nguyên tắc cơ bản trong sử dụng thuốc BVTV bao gồm đúng thuốc, đúng lúc, đúng liều lượng và nồng độ và đúng cách.

- **Nhờn thuốc** là hiện tượng giảm hiệu lực của thuốc BVTV đối với dịch hại sau khi sử dụng nhiều lần.

- **Thuốc trừ nhện gié** là những hợp chất hoá học (vô cơ, hữu cơ), những chế phẩm sinh học (chất kháng sinh, vi khuẩn, nấm, siêu vi trùng, tuyến trùng,...), những chất có nguồn gốc thực vật, động vật nằm trong danh lục các loại thuốc được phép sử dụng trừ nhện gié trên cây lúa.

II. CƠ SỞ CỦA QUY TRÌNH QUẢN LÝ TỔNG HỢP (IPM) NHỆN GIÉ HẠI LÚA Ở VIỆT NAM

Quy trình này được xây dựng trên cơ sở kế thừa các kết quả nghiên cứu khoa học của đề tài độc lập cấp nhà nước “Nghiên cứu biện pháp phòng trừ tổng hợp nhện gié (*Steneotarsonemus spinki* Smiley) hại lúa ở Việt Nam”; Mã số: 20/2010 ĐT ĐL thực hiện tại 3 vùng trồng lúa chính ở Việt Nam từ năm 2010–2012.

III. NỘI DUNG CỦA QUY TRÌNH

3.1. Làm đất và vệ sinh đồng ruộng

Cày và lồng vùi gốc rạ (vùi hết tàn dư cây lúa để tránh lúa chết mọc) ngay sau thu hoạch, làm sạch lúa chết, cỏ lồng vực ven bờ ruộng và ở đường dẫn nước tưới để nhện gié không có nơi trú ngụ.

Trên các khu ruộng bị nhện gié hại nặng vụ trước, khi phát hiện thấy triệu chứng gây hại của nhện gié trên lúa chết và cỏ lồng vực mọc ở mương nước, bờ ruộng, gò đất cao, thì phải phun thuốc trừ nhện gié trên đó và phun vào sâu trong ruộng 2 m, phun đảm và kỹ trước khi gieo cấy vụ hè thu hoặc vụ mùa.

Cho đất nghỉ từ 2-3 tuần.

Đất ruộng làm kỹ, san phẳng mặt ruộng.

3.2. Hạt giống

Sử dụng giống lúa xác nhận (có bao gói, địa chỉ và nguồn gốc giống rõ ràng).

Không sử dụng các giống thường bị nhện gié hại nặng.

Lượng giống sử dụng theo khuyến cáo, tùy theo vùng, mùa vụ và giống như sau:

Đồng bằng sông Cửu Long: 80-120 kg/ha,

Bắc Trung bộ: 28-42 kg/ha (lúa cấy) 50-70 kg (lúa sạ),

Đồng bằng sông Hồng: 26-30 kg/ha (lúa lai cấy), 45-55 kg/ha (lúa thuần cấy); 50-65 kg/ha (lúa sạ).

Gieo cấy tập trung trong thời gian ngắn.

3.3. Kỹ thuật chăm sóc

Phân bón: bón phân cân đối. Lưu ý bón thừa đạm nhện gié gây hại tăng.

Quản lý nước: theo quy trình tưới nước tiết kiệm.

Cần chú ý phát hiện các vết nhện gié hại trên bẹ lá từ khi lúa làm đồng đến trổ (35-60 ngày sau gieo, cấy), đặc biệt 5-7 ngày trước trổ.

3.4. Sử dụng thuốc trừ nhện gié

Không phun thuốc sớm và không phun ngừa để tạo điều kiện cho thiên địch nhện gié như Bọ trĩ (Bù lạch) đen và Nhện nhỏ bắt mồi phát triển.

Phun thuốc trừ nhện gié nếu trước khi lúa trổ 5-7 ngày phát hiện triệu chứng gây hại của nhện gié (5% số dảnh có bẹ lá xuất hiện vết "cạo gió" hoặc 5% bẹ lá đồng có vết thâm bên trong).

Khi thấy triệu chứng trên, phun trừ nhện gié bằng các loại thuốc đã được đăng ký trong danh mục thuốc trừ nhện gié như *Quinalphos* (Kinalux 25EC), *Propargite* (Comite 73EC), *Hexythiazox* (Nissorun 5EC)...

Lưu ý tránh phun các loại thuốc có độ độc cao đối với động vật thủy sinh.

Cần sử dụng thuốc theo nguyên tắc "4 đúng", lượng nước phun và nồng độ như khuyến cáo.

Luân phiên thuốc để tránh nhện gié nhờn thuốc.

3.5. Điều kiện áp dụng

Quy trình quản lý tổng hợp nhện gié là một quy trình động, cần được vận dụng linh hoạt để phù hợp với điều kiện cụ thể tại nông hộ;

Để ứng dụng quy trình một cách hiệu quả, người nông dân cần tuân thủ chương trình IPM và xác định rõ triệu chứng gây hại của nhện gié để xử lý kịp thời.

⁽¹⁾: Trường ĐH Nông nghiệp Hà Nội

⁽²⁾: Trung tâm BVTV phía Bắc

⁽³⁾: Chi cục BVTV Hà Nam

⁽⁴⁾: Trung tâm BVTV Bắc Trung bộ

⁽⁵⁾: Chi cục BVTV An Giang

⁽⁶⁾: Công ty Cổ phần BVTV An Giang

*** Một số điểm cần lưu ý thêm:**

Khi thảo luận Quy trình IPM nhện gié tại một số địa phương và tại các chi cục BVTV hoặc Trung tâm BVTV thì vẫn còn một điểm người dân cho rằng hơi khó để thực hiện.

Chẳng hạn như việc cho đất nghỉ 2-3 tuần do đòi hỏi phải tiến hành gieo cấy vụ sau (vụ 2, vụ 3) sớm nếu không vụ sau có thể sẽ bị muộn thời vụ. Tuy vậy, đứng về khía cạnh muốn thực hiện được quản lý nhện gié một cách toàn diện bền vững cần lưu ý:

Thứ nhất nếu thời gian đất nghỉ không đạt từ 2-3 tuần thì nhện gié có thể vẫn sống trong bẹ lúa hoặc trong thân cây lúa ngay cả khi cây lúa bị lổn nát, lúc này bẹ hoặc thân cây lúa đã chết hoặc bị phân hủy. Do vậy, chỉ khi bừa lổn 2-3 tuần mới đảm bảo cắt đứt hoàn toàn nhện gié từ vụ trước sang vụ sau.

Điểm thứ 2 là bản khoản của một số chuyên gia về việc loại trừ lúa chết và lúa mọc trên bờ ruộng kèm theo phun thuốc trừ nhện gié triệt để trên bờ ruộng và vào sâu trong ruộng 2 m có thể sẽ tiêu diệt hoàn toàn nhóm thiên địch nhện gié có mặt trên đó, như vậy có thể ảnh hưởng tới đa dạng sinh học của khu ruộng.

Thực tế đây là vấn đề cần quan tâm. Tuy vậy, nhìn rộng vấn đề ta sẽ thấy mấy điểm sau: thứ nhất là nhện gié có tỷ lệ gia tăng quần thể rất cao nên chỉ cần 1 lượng nhỏ tồn tại trên bờ ruộng sẽ là rất khó quản lý cho vụ tới. Ngoài ra, nếu so sánh chỉ phun trên bờ ruộng và vào sâu 2 m lúc trước sạ hoặc cấy thì diện tích phun sẽ là rất nhỏ so với việc phải phun cả ruộng sau này và do nhện gié sống trong bẹ lá lúa hoặc trong thân cây lúa là chính nên các thuốc phòng trừ ít khi tiếp xúc trực tiếp được nên trong nhiều trường hợp việc phun thuốc không có hiệu quả. Do đó, cách phun như quy trình sẽ ít ảnh hưởng tới nhóm thiên địch và đa dạng sinh học toàn bộ khu ruộng hơn.

KẾT LUẬN CHUNG

1. Hiện nay, loài nhện gié, *Steneotarsonemus spinki* Smiley, họ Tarsonemidae, bộ Ve bét (Acarina), lớp Hình nhện (Arachnida) là loài dịch hại mới, nguy hiểm tại các vùng trồng lúa Việt Nam. Triệu chứng gây hại điển hình là các vết râm trên bẹ lá màu nâu đen trông như vết “cạo gió”. Nếu bị hại nặng toàn bộ bẹ lá và thân cây lúa có màu nâu đen đậm, trên gân lá có các vết sọc chạy dọc màu nâu đen. Bông lúa không trổ thoát, gié lúa hoặc cả phía dưới thân gié lúa bị cong queo, toàn bộ cuống bông lúa và hạt lúa bị biến màu từ trắng vàng sang màu nâu. Hạt lúa bị nhện gié hại thường có hiện tượng bị biến dạng cong queo, lép ửng. Vỏ trấu thường bị biến màu hoàn toàn hoặc lốm đốm nâu đến nâu đen. Nhện gié là tác nhân quan trọng nhất gây nên hiện tượng lem (đen) lép hạt lúa.
2. Nhện gié phát sinh gây hại trên tất cả các vụ lúa trong năm và diện tích gây hại ngày càng gia tăng. Trong năm, vụ 1 (vụ xuân) do nhiệt độ thấp và nguồn lây nhiễm ban đầu ít, nên mật độ nhện gié thấp, tỷ lệ hại và chỉ số hại thấp. Sang vụ 2 (vụ mùa) khi thời tiết nóng hơn kèm theo nguồn lây nhiễm ban đầu dồi dào nên mật độ nhện gié cao, tỷ lệ hại và chỉ số hại cao hơn vụ thứ nhất, thiệt hại 5-20%, nặng 30-50% hoặc cao hơn. Đối với một số tỉnh Nam bộ có vụ 3, ở vụ này do mưa nhiều nên mật độ và sự gây hại của nhện gié không cao.
3. Trong vụ xuân, nhện gié phát sinh gây hại vào giai đoạn lúa làm đòng với mật độ thấp, mật độ nhện tăng vào giai đoạn chín sữa đến chín sấp. Vụ mùa, nhện gié phát sinh gây hại vào giai đoạn cuối đẻ nhánh, mật độ tăng cao vào giai đoạn lúa trổ và chín sữa. Nhện gié thường gây hại nặng trên

chân đất vụn cạo và ít nước. Trong 80 dòng/giống lúa khảo sát, có 66,25% số giống lúa nhiễm nhện gié ở mức từ rất nhẹ tới nhiễm ít và 22,5% giống nhiễm nhện gié nặng tới rất nặng.

4. Nhện gié gây hại trên các bộ phận và vị trí khác nhau của cây lúa. Giai đoạn trước trổ, theo thứ tự lá đồng là lá thứ nhất, lá kế lá đồng là lá thứ 2 thì nhện gié và trứng phân bố tập trung nhiều nhất ở lá thứ 3. Giai đoạn trổ, chúng tập trung nhiều nhất ở lá thứ 2 và lá thứ 3. Giai đoạn chín sữa nhện gié phân bố và tập trung gây hại nhiều nhất ở lá đồng và mật độ thấp ở trên bông. Giai đoạn chín sấp mật độ nhện và trứng trên các lá giảm rõ nhưng vẫn phân bố chủ yếu ở lá đồng và lá thứ 2.
5. Lần đầu tiên nuôi sinh học cá thể thành công trong ống thân cây lúa. Trong khoảng nhiệt độ từ 22,5°C-32,5°C các pha phát dục khác nhau có thời gian phát dục khác nhau, vòng đời của nhện gié là ngắn đến rất ngắn, từ 5,54-10,06 ngày. Sức đẻ trứng cao, tương ứng tại 30°C và 32,5°C là 70,14 và 34,69 quả/con cái. Hệ số nhân của một thế hệ (R_0) của nhện gié rất cao, cao nhất ở nhiệt độ 30°C là 59,96. Nhện gié là loài dịch hại có tỉ lệ tăng tự nhiên (r) rất cao, cao nhất là ở nhiệt độ 30°C ($r = 0,48$), tại nhiệt độ này chúng có thời gian nhân đôi quần thể (DT) là 1,44 ngày. Nhiệt độ từ 25-30°C nhện gié phát triển thuận lợi nhất.
6. Trên đồng ruộng nhện gié sống chủ yếu trên cây lúa *Oryza sativa* và cây lúa chết sau vụ thu hoạch. Ngoài ra, các loài cỏ lồng vực *Echinochloa* spp. và lúa dại *O. latifolia* cũng là cây kí chủ của nhện gié.
7. Nhện gié dễ dàng xâm nhập vào bẹ, lá lúa và thân cây lúa qua vết thương cơ học, làm tổ và phát triển quần thể tới vài trăm cá thể trong đó. Chúng tự bò phát tán hoặc truyền lan thụ động nhờ gió và dòng nước chảy ở trên đồng ruộng.
8. Loài Nhện nhỏ trắng vàng *Lasioseius chaudhrii* W & W. là loài thiên địch phổ biến hơn cả đối với nhện gié. Chúng có vòng đời tương đối ngắn, tương ứng tại 25°C và 30°C là 7,5 và 6,29 ngày. Sức đẻ trứng cao, ở nhiệt độ 25°C chúng đẻ được 114,79 trứng/con cái còn ở 30°C chúng đẻ được 55,4 trứng/con cái. Hệ số nhân trong một thế hệ (R_0) là rất cao, 81,24 lần (ở 25°C) và 56,75 lần (ở 30°C). Tỷ lệ tăng tự nhiên (r) cao, đạt từ 0,3523 đến 0,3656 ứng với nhiệt độ 30°C và 25°C. Nhện bắt mồi có sức ăn nhện gié cao. Tất cả các pha di động của nhện bắt mồi đều ăn các pha phát dục của nhện gié. Loài *L. chaudhrii* có thể dễ dàng nhân nuôi mang tính công nghiệp, do đó chúng là loài có triển vọng tốt trong phòng chống sinh học nhện gié.

9. Trong nhà lưới có mái che, lây nhiễm với mật độ là 0,33 nhện cái đang đẻ trứng/dảnh ở giai đoạn sau cấy 30 ngày, tương ứng ở giai đoạn lúa trổ với 90,30 nhện/dảnh (Khang dân 18) và 41 nhện/dảnh (IR 50404) tại Gia Lâm, Hà Nội đã làm cho giống lúa Khang dân 18 giảm 18,09% năng suất và giống IR 50404 giảm 23,8% năng suất. Trên đồng ruộng, lây nhiễm sau cấy 30 ngày với mật độ 2-4 con/dảnh (giống KD18), tương ứng với 167,67-246,73 con/dảnh khi lúa trổ làm giảm năng suất 15,18%-15,95% và trên giống IR50404 với mật độ 0,5 con/dảnh tương ứng với 34,26 con/dảnh khi lúa thấp thoi trổ làm giảm năng suất 24,49%.
10. Phun thuốc trừ nhện gié 1 lần vào thời điểm trước khi lúa trổ 1 tuần, khi lúa trổ thấp thoi hoặc 2 lần và thời điểm trước khi lúa trổ 1 tuần và khi lúa trổ thấp thoi, năng suất tăng từ 13,9–19,6%.
11. Quy trình kỹ thuật Quản lý tổng hợp (IPM) nhện gié hại lúa được công nhận là tiến bộ kỹ thuật và dễ áp dụng trong sản xuất lúa. Ngoài việc quản lý thành công nhện gié, thực hiện Quy trình còn giúp giảm đáng kể lượng thuốc trừ nhện gié, sản xuất lúa có hiệu quả và bền vững.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

I. Các bài báo của Đề tài cấp nhà nước “Nghiên cứu biện pháp phòng trừ tổng hợp nhện gié (*Steneotarsonemus spinki* Smiley) hại lúa ở Việt Nam”

1. Hà Viết Cường, Lưu Hà Huy Tuấn, Lưu Thị Thảo, Nguyễn Thị Huế, Nguyễn Văn Đĩnh (2013), “Xác định vi khuẩn *Burkholderia glumae* gây bệnh đen lép hạt lúa tại Việt Nam, *Tạp chí Bảo vệ thực vật* (1), tr 25-33.
2. Đỗ Thị Đào, Dương Thị Thanh Hương, Dương Tiến Viện, Nguyễn Văn Đĩnh (2011), “Đánh giá bước đầu về sự mẫn cảm nhện gié *Steneotarsonemus spinki* Smiley của một số giống lúa phổ biến ở Việt Nam”, *Hội nghị Côn trùng học Quốc gia lần thứ 7*, Nhà xuất bản Nông nghiệp, Hà Nội, tr 473-485.
3. Trần Thị Nga, Bạch Văn Huy, Trần Thị Mỹ Linh, Dương Tiến Viện, Nguyễn Văn Đĩnh (2011), “Đánh giá mức độ gây hại, thời điểm phun trừ và biện pháp quản lý tổng hợp (IPM) nhện gié *Steneotarsonemus spinki* Smiley tại Lý Nhân, Hà Nam vụ mùa năm 2010”, *Hội nghị Côn trùng học Quốc gia lần thứ 7*, Nhà xuất bản Nông nghiệp, Hà Nội, tr 607-613.
4. Nguyễn Thị Nhâm, Nguyễn Đức Khiêm, Dương Tiến Viện, Nguyễn Văn Đĩnh (2010), “Một số đặc điểm của nhện gié *Steneotarsonemus spinki* Smiley liên quan đến sự tồn tại, phát tán và chu chuyển của chúng trong ruộng lúa”, *Tạp chí Bảo vệ thực vật*, số 6/2010, tr 3-8.
5. Lê Đức Thủy, Nguyễn Đức Tùng, Nguyễn Văn Đĩnh (2011), “Biến động mật độ và sự xâm nhiễm của nhện gié *Steneotarsonemus spinki* Smiley

trên giống lúa IR50404 vụ hè thu 2010 tại Châu Thành, An Giang”, *Tạp chí Bảo vệ thực vật* (4), trang 10-15.

6. Lê Đắc Thủy, Nguyễn Văn Đĩnh (2012), “Sự phát triển quần thể nhện gié *Steneotarsonemus spinki* Smiley trên một số môi trường nhân nuôi”, *Tạp chí BVTV* số 3, tr 17-22.
7. Nguyễn Trung Thành, Lê Đắc Thủy và Nguyễn Văn Đĩnh (2013), “Đánh giá hiệu quả của nhện bắt mồi *Lasioseius chauhdi* đối với nhện gié tại Châu Thành, An Giang”. *Tạp chí BVTV* 2013(2): 14-20.
8. Dương Tiến Viện, Đỗ Thị Đào, Lê Đình Thanh & Nguyễn Văn Đĩnh (2011), “Sự phân bố của nhện gié *Steneotarsonemus spinki* Smiley và vết hại của chúng trên cây lúa”, *Hội nghị Côn trùng học Quốc gia lần thứ 7*, Nhà xuất bản Nông nghiệp, Hà Nội, tr 734-741.
9. Dương Tiến Viện, Nguyễn Thị Nga, Lê Đắc Thủy, Nguyễn Văn Đĩnh (2012), “Tình hình phát sinh gây hại của nhện gié *Steneotarsonemus spinki* Smiley hại lúa ở 7 vùng sinh thái của Việt Nam”, *Tạp chí Bảo vệ thực vật*, số 3/2012, tr 40-47.

II. Tài liệu tiếng Việt khác

10. Bộ Nông nghiệp và Phát triển nông thôn (2010), Quy chuẩn kỹ thuật quốc gia về phương pháp điều tra phát hiện dịch hại cây trồng (QCVN 01-38:2010/BNNPTNT).
11. Hồ Văn Chiến (2010), *Quản lý bọ cánh cứng hại dừa Brontispa longissima (Gestro, 1885) bằng biện pháp phóng thích ong ký sinh nhập nội Asecodes hispinarum* Boucek, Luận án tiến sĩ khoa học nông nghiệp, Đại học Cần Thơ.
12. Phạm Văn Dư (2004), “Kết quả điều tra sức khỏe hạt giống phục vụ cho nghiên cứu và sản xuất hạt giống lúa chất lượng cao ở ĐBSCL”, *Tạp chí Nông nghiệp và Phát triển Nông thôn* 9, 1184-1187.
13. Đỗ Thị Đào, Trần Thị Thu Phương, Nguyễn Văn Đĩnh (2008), “Nghiên cứu bước đầu về nhện gié *Steneotarsonemus spinki* Smiley trên một số giống lúa trồng ở miền Bắc”, *Báo cáo Khoa học Hội nghị côn trùng toàn quốc lần thứ 6*, trang 512-518.
14. Nguyễn Văn Đĩnh (1994), “Nghiên cứu đặc điểm sinh học và khả năng phòng chống một số loài nhện hại cây trồng ở Hà Nội và vùng phụ cận”, Luận án Phó tiến sĩ khoa học Nông nghiệp, Đại học Nông nghiệp I, Hà Nội.

15. Nguyễn Văn Đĩnh (2002), *Nhện hại cây trồng và biện pháp phòng chống*, NXB Nông nghiệp, Hà Nội.
16. Nguyễn Văn Đĩnh, Trần Thị Thu Phương (2006), “Kết quả nghiên cứu bước đầu về nhện gié”, *Tạp chí Bảo vệ thực vật* (4), trang 9-14.
17. Nguyễn Văn Đĩnh, Vương Tiến Hùng (2007), “Thành phần nhện hại lúa ở vùng Hà Nội”, *Tạp chí Bảo vệ thực vật* (3), trang 9-14.
18. Nguyễn Văn Đĩnh, Bùi Sĩ Doanh (2010), “Một số thay đổi đáng ghi nhận về thành phần dịch hại lúa trong 30 năm (1976-2005) ở Việt Nam”, *Hội nghị Khoa học Công nghệ toàn quốc về Bảo vệ thực vật lần thứ 3*, Nxb Khoa học tự nhiên và Công nghệ: 237-245.
19. Mai Văn Hào (2010), “Nghiên cứu biện pháp quản lý tổng hợp nhện đỏ hai chấm *Tetranychus urticae* Koch hại bông vụ Đông–Xuân tại Nam Trung bộ”, Luận án tiến sĩ khoa học nông nghiệp, Đại học Nông nghiệp Hà Nội.
20. Ngô Đình Hòa (1992), “Nhện nhỏ hại lúa ở Thừa Thiên Huế”, *Tạp chí Bảo vệ thực vật*, 126(6), trang 31-32.
21. Lương Thị Huyền, Nguyễn Thu Thuận, Nguyễn Thị Tuyết Nhung, Cao Văn Chí và Nguyễn Văn Đĩnh (2016). “Vòng đời và tỷ lệ tăng tự nhiên của loài nhện nhỏ bắt mồi *Neoseiulus longispinosus* Evans (Acari: Phytoseiidae) trên các loại thức ăn”. *Tạp chí khoa học và phát triển*, tập 14, số 9: trang 1323–1330.
22. Trần Quyết Tâm, Trần Đình Chiến và Nguyễn Văn Đĩnh (2013). “Gia tăng quần thể rầy nâu nhỏ *Laodelphax striatellus* Fallen (Homoptera: Delphacidae)”, *Tạp chí Khoa học và Phát triển*. 11(8): 1101-1108.
23. Hoàng Kim Thoa, Ngô Tiến Bình, Trịnh Thị Kim Anh, Hoàng Thị Thương, Hồ Thị Thu Giang và Nguyễn Thị Kim Oanh (2014). “Ảnh hưởng của nhiệt độ đến gia tăng quần thể của nhện hành tỏi *Rhizoglyphus echinopus* (Fumouze et Robin) (Acari: Acaridae)”. *Tạp chí khoa học và phát triển*. Tập 12 số 8/2014. Nhà xuất bản Đại học nông nghiệp – Học viện Nông nghiệp Việt nam. ISSN: 1859 – 0004 trang 1185–1191.
24. Hoàng Kim Thoa, Hồ Thị Quỳnh Trang, Lê Thị Nhi, Bùi Hạnh Mai, Hồ Thị Thu Giang và Nguyễn Thị Kim Oanh (2015). “Một số đặc điểm sinh học và tỷ lệ tăng tự nhiên của loài *Hypoaspis* sp. (Acari: Laelapidae)”. *Tạp chí Bảo vệ thực vật*, số 3 trang 39 – 45.
25. Nguyễn Thị Thanh Thu (2010), “Thành phần nhện nhỏ bắt mồi nhện gié; đặc điểm hình thái, sinh học, sinh thái học của loài nhện bắt mồi

- (*Lasioseius* sp.) tại Hà Nội và vùng phụ cận vụ xuân năm 2010”, Luận văn Thạc sỹ Nông nghiệp, Đại học Nông nghiệp Hà Nội.
26. Trung tâm Bảo vệ thực vật phía Bắc, Cục Bảo vệ thực vật (2008), *Tổng kết công tác và một số kết quả nghiên cứu chuyển giao khoa học kỹ thuật bảo vệ thực vật các tỉnh phía Bắc năm 2008*.
 27. Trung tâm Bảo vệ thực vật phía Bắc, Cục Bảo vệ thực vật (2009-2011), *Báo cáo tổng kết công tác BVTV năm 2009, 2010, 2011*, Hưng Yên, 2011, 14 trang.
 28. Viện Bảo vệ thực vật (1999), *Kết quả điều tra côn trùng và bệnh cây ở các tỉnh miền Nam 1977-1979*, Nhà xuất bản Nông nghiệp, Hà Nội, trang 170-172.

III. Tài liệu tiếng nước ngoài

29. Almaguel L., (2004), “Suma de temperaturas efectivas y potencial de multiplicación del ácaro del vaneado del arroz (*Steneotarsonemus spinki* Smiley) en Cuba”, *Fitosanidad*, La Habana, vol. 8, no.1, pp. 37- 40.
30. Almaguel L., Botta E., (2005), Manejo Integrado de *Steneotarsonemus spinki*, Smiley. Resultados de Cuba y transferencia para la región de Latino américa y el Caribe. Curso de Postgrado de Acarología, ntroducción a la Acarología Agrícola. La Habana, Cuba. 44 pp, (in Spanish, Abstract in English).
31. Birch L. C., (1948), *The intrinsic rate of natural increase of an insect population*, Zoology Department, University of Sydney, Journal of Animal Ecology, 17, pp. 15–26.
32. Cabrera I.M., Ramos M., Fernández B. M., (2003), *Factores que influyen en la abundancia de Steneotarsonemus spinki en arroz en Cuba*. MIP Agroecol. (Costa Rica) 69, 34–37 (in Spanish, Abstract in English).
33. Cabrera I.R., García A., Otero-Conila G., Almaguel L., Ginarte A., (2005), *Hirsutera nodulosa y stroa nongos asciados al ascaro Tarsonemidae del del Ascaro del vaneado del ARROZ (arroz) an Cuba*, Folia Antomal, Mex, vol.44, no.2, pp115-121.
34. Castro B. A., Ochoa R., Cuevas F.E., (2006), The threat of the panicle rice mite, *Steneotarsonemus spinki* Smiley, to rice production in the United States. In: *Proceedings of the Thirty First Rice Techni*.
35. Castilla, N., Savary, S., Vera Cruz, C. M. & Leung, H. (2010). Rice Blast Fact sheet–IRRI.

36. Chandrasena, G.D.S.N., Jayawardane, J.D.K.M., Umange, S.D., Gunawardana, A.D.B.U., (2016), Host Range of Panicle Rice Mite *Steneotarsonemus spinki* Smiley (Acari: Tarsonemidae) in Sri Lanka. *Universal Journal of Agricultural Research* 4(1): 21-24, 2016
37. Cheng C.H., Chiu, Y.I., (1999), Review of changes involving rice pests and their control measures in Taiwan since 1945. *Plant Prot. Bull.* Taipei 41, 9–34 (in Chinese).
38. Dossmann J., Botero, C., García, J., (2005), El ácaro del vaneado del arroz *Steneotarsonemus spinki* Smiley en Colombia. En: Libro Resumen del Taller Regional Precongreso. El ácaro del arroz, *Steneotarsonemus spinki* (Tarsonemidae), retos y alternativas para América Latina y el Caribe. *III Encuentro Internacional del arroz y III Congreso Nacional de Arroz.* Ciudad de La Habana, Cuba.
39. Pham Van Du, Le Cam Loan, Nguyen Duc Cuong, Huynh Van Nghiep & Nguyen Danh Thach (2001), Survey on seed borne fungi and its effects on grain quality of common rice cultivars in the Mekong Delta. *Omonrice* 9, 107-113.
40. Fenando Corre Victori, Centro Internacional Agricultura Tropical, (2007), The Rice Tarsonemid Mite *Steneotarsonemus spinki* Smiley.
41. García M.P.G., (2005), Vaneamiento y manchado de grano en cultivos de arroz en Panamá, *Revista Arroz.* 53, 455 (in Spanish).
42. Groth, D., Hollier, C. & Rush, C. (2009). Disease Management. In *Louisiana Rice Production Handbook*, 2 edn, pp. 72-93. Edited by S. Johnny.
43. Ham, J. H., Melanson, R. A. & Rush, M. C. (2011). *Burkholderia glumae*: next major pathogen of rice? *Molecular plant pathology* 12, 329-339.
44. Hummel, N. A., Castro, B. A., McDonald, E. M., Pellerano, M. A. & Ochoa, R. (2009). The panicle rice mite, *Steneotarsonemus spinki* Smiley, a re-discovered pest of rice in the United States. *Crop Protection* 28, 547-560.
45. Jaimez-Ruiz IA, Otero-Colina G, Valdovinos-Ponce G, Villanueva-Jiménez JA, Vera-Graziano J. (2015). Population Growth and Characterization of Plant Injuries of *Steneotarsonemus spinki* Smiley (Acari: Tarsonemidae) on Rice. NCBI- 2015 Jun;44(3):294-300. Epub 2015 Apr 1. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov>

46. Krishna Karmakar., 2008. *Steneotarsonemus spinki* Smiley (Acari: Tarsonemidae)–A yield reducing mite of rice crops in West Bengal, India. *International Journal of Acarology* 34 (1), 95 – 99.
47. Leyva, Y., Zamora, N., Álvarez, E., Jiménez, M., 2003. Resultados preliminares de la dinámica poblacional del ácaro *Steneotarsonemus spinki*. *Revista Electrónica, Granma Ciencia* 17 (1), 1–6 (in Spanish).
48. Mendonça R.S., Navia D., Cabrera R.I., (2004), *Steneotarsonemus spinki* Smiley (Acari: Prostigmata: Tarsonemidae) – uma amarela para a cultura do arroz no Brasil. *Embrapa Documentos* 117, 1–48 (in Portuguese, Abstract in English).
49. Mew, T. W. & Gonzales, P. (2002). *A Handbook of Rice Seedborne Fungi*: Science Publisher Inc.
50. Nandakumar, R., Shahjahan, A. K. M., Yuan, X. L., Dickstein, E. R., Groth, D. E., Clark, C. A., Cartwright, R. D. & Rush, M. C. (2009). *Burkholderia glumae* and *B. gladioli* cause bacterial panicle blight in rice in the southern United States. *Plant disease* 93, 896-905.
51. Ochoa. R., (2007), Biology and the status of *Steneotarsonemus spinki*. Personal communication to S.M. Kubilus on august 14,2007, Fran R. Ochoa (USDA–ARS–SEL).
52. Ramos M., H. Rodríguez J., (2000), *Ciclode desarrollo de Steneotarsonemus spinki* Smiley (Acari : Tarsonemidae) en laboratorio. *Revista de protección vegetal*. Vol 15 No 2, pp. 130- 131.
53. Ramos M., H. Rodríguez, (2001), “Aspectos biológicos and ecológico de an Cuba”, *Revista Manejo Integrao de plagas*, Vol.61, Havanna, page 48-52.
54. Rao J., Prakash A., (2003), Panicle mites causing sterility in farmers’ paddy fields in India. *J. Appl. Zool. Res.* 14, 212–217.
55. Sanabria C., Aguilar H., (2005), El ácaro del vaneo del arroz *Steneotarsonemus spinki* L: Tarsonemidae). *Boletín Fitosanitario*, Ministerio de Agricultura y Ganadería, San Jose, Costa Rica, 16 p. (in Spanish, Abstract in English).
56. Smiley R. L, (1967), “Futher studies on the Tarsonemidae (Acarina)”, *Proceedings of the Entomological Society of Washington*, Vol 69, no. 2, pp. 127- 146.
57. Le Dac Thuy, Nguyen Duc Tung, Nguyen Van Dinh (2012), “Population intensity of panicle rice mite *Steneotarsonemus spinki* Smiley (Acari:

- Tarsonemidae) influencing rice yeild in Vietnam”, *Journal of ISSAAS Vol 18, No 2: 18-25 (2012)*.
58. Ha Minh Trung, Nguyen Van Van, Ngo Vinh Vien & Lien, M. (1993). Occurrence of rice grain rot disease in Viet Nam. *International Rice Research Notes* 18.
 59. Xu G. L., Wu H, J., Huan Z, L., Mo, G., Wan M., (2001), Study on reproductive characteristics of rice *tarsonemid* mite, *Steneotarsonemus spinki* (Acari: Tarsonemidae)”, *Systematic and Applies Acarology*, Vol. 6, pp. 45- 49.
 60. Yuan, X. (2004). Identification of bacterial pathogens causing panicle blight of rice in Louisiana. *Master thesis*. Louisiana State University.
 61. Zhang Zhi-qiang, Xiao-yue Hong & Qing-hai Fan (editors). *Xin Jie-Liu Centenary: Progress in Chinese Acarology In Zoompsia 4*, 2010.

**QUẢN LÝ TỔNG HỢP (IPM)
nhện gié hại lúa ở Việt Nam**

**Chịu trách nhiệm xuất bản
Giám đốc - Tổng Biên tập:
TS. LÊ QUANG KHÔI**

Biên tập: NGUYỄN THỊ THU HÀ

Trình bày, bìa: NGUYỄN THỊ ÁNH TUYẾT

NHÀ XUẤT BẢN NÔNG NGHIỆP

167/6 Phương Mai - Đống Đa - Hà Nội

ĐT: (04) 38523887, (04) 38521940 - Fax: (04) 35760748

Website: <http://www.nxbnongnghiep.com.vn>

E-mail: nxbnn@yahoo.com.vn

CHI NHÁNH NHÀ XUẤT BẢN NÔNG NGHIỆP

58 Nguyễn Bình Khiêm - Q.I - Tp. Hồ Chí Minh

ĐT: (08) 38299521, 38297157 - Fax: (08) 39101036

$\frac{63-630}{NN-2017} - 1/224-17$

In 300 bản, khổ 16 × 24cm tại Xưởng in NXB Nông nghiệp.

Địa chỉ: Số 6, ngõ 167 phố Phương Mai - Đống Đa - Hà Nội.

Xác nhận ĐKXB số 3459-2017/CXBIPH/1-224/NN.

Quyết định XB số: 95/QĐ-NXBNN ngày 12/10/2017.

ISBN 978-604-60-2625-9

In xong và nộp lưu chiểu Quý IV/2017.

GIẤY CHỨNG NHẬN MỤC ĐÍCH SỬ DỤNG SÁCH

Giám đốc Học viện Nông nghiệp Việt Nam xác nhận cuốn sách:

“Quản lý dịch hại tổng hợp”

Nhà xuất bản Đại học Nông nghiệp – 2017

của tác giả: **Nguyễn Thị Kim Oanh** (chủ biên), **Nguyễn Văn Đỉnh**, **Hồ Thị Thu Giang** và **Nguyễn Đức Tùng**.

Là sách **giáo trình** được sử dụng cho chương trình đào tạo của chuyên ngành Bảo vệ thực vật, Khoa học cây trồng, Chọn giống cây trồng, Khoa học cây dược liệu, Công nghệ rau hoa quả và cảnh quan tại Học viện Nông nghiệp Việt Nam.

Hà Nội, ngày 26 tháng 6 năm 2019



GS. TS. PHẠM VĂN CƯỜNG

GIÁM ĐỐC HỌC VIỆN NÔNG NGHIỆP VIỆT NAM

Theo đề nghị của Tổng Biên tập Nhà xuất bản Đại học Nông nghiệp,

SAO Y B
Ngày tháng
HỌC VIÊN NÔNG M

Điều 4. Các Ông/Bà Tổng biên tập Nhà xuất bản Đại học Nông nghiệp, thành viên trong Hội đồng theo Quyết định này và các đơn vị có liên quan chịu trách nhiệm thi hành Quyết định này./.

Phạm Văn Cường

767

DANH SÁCH HỘI ĐỒNG THẨM ĐỊNH GIÁO TRÌNH

(Kèm theo Quyết định số 3208 /QĐ-HVN ngày 19/01/2015)

Tên giáo trình: Quản lý dịch hại tổng hợp

Tên tác giả: PGS.TS. Nguyễn Thị Kim Oanh

STT	Họ tên	Chức danh hội đồng	Đơn vị công tác
1	TS. Hà Viết Cường	Chủ tịch	Khoa Nông học - HVNNVN
2	GS.TS. Nguyễn Viết Tùng	Phản biện 1	Hội BVTV
3	GS.TS. Phạm Văn Lâm	Phản biện 2	Viện Bảo vệ thực vật
4	TS. Lê Ngọc Anh	Ủy viên	Khoa Nông học - HVNNVN
5	PGS.TS. Trần Đình Chiến	Ủy viên - Thư ký	Khoa Nông học - HVNNVN



CHÍNH
..... năm 20.....
ĐỐC
HIỆP VIỆT NAM

Hà Nội, ngày 13 tháng 1 năm 2017

BIÊN BẢN THẨM ĐỊNH CHẤT LƯỢNG GIÁO TRÌNH

Căn cứ quyết định thành lập Hội đồng Thẩm định Chất lượng giáo trình số 3208..
ngày 19/10/2015 của Giám đốc Học viện Nông nghiệp Việt Nam, hôm nay ngày
Hội đồng Thẩm định Chất lượng giáo trình họp tại Nhà xuất bản ĐHNH

Đề thẩm định giáo trình..... Quản lý dịch hại tổng hợp (DPN) ..

Người biên soạn..... PGS. TS. Nguyễn Thị Kim Đào ..

Số thành viên có mặt trong phiên thẩm định giáo trình là ... 05 ... người trong đó số
người phản biện là ... 02 ... người.

Ý kiến nhận xét:

1/ PGS. TS. Nguyễn Việt Dũng ..

- Thuật ngữ "chuẩn" học : VD bộ cánh cốc PGS / bộ cánh cốc/ ngực P42

- Hình ảnh nền chuẩn : VD Fig. 1. P42

- Từ chuyên khảo : Đ. quá , nên là "xung"

2/ PGS. TS. Phạm Văn Lâm

- Nếu thay thuật ngữ "kiểu rất gây hại" cho thuật ngữ "dịch
hại" trong toàn bộ giáo trình

- Tên Latin : chỉnh sửa lại cho chuẩn , thêm ảnh tên tác
giả cho đúng , nếu không thì bỏ đi cũng được

- ĐPM thì cần viết theo đơn vị tương ứng VD : ĐPM trên
lá (C. dịch hại gây nên , bình khó vẽ ...)

- Nếu tập trung viết qui trình thí nghiệm cho 1 vài cây trồng đại
diện & để có kết quả rõ ràng như cây lúa , cây chè chủ
không cần phải viết cả các cây trồng

3/ PGS. TS. Trần Đức Chiến

- Bài trúc nên sắp xếp rõ đặt tên phần , chương mục cho dễ hiểu

- Hình ảnh , thuật ngữ chỉnh sửa

4/ PGS. TS. Hà Việt Lương

- Bài qui trình cần chú ý nếu đầy đủ thông tin thì hay đưa vào , còn
nếu không thì không khác trong giáo trình CTKK , BCKK

Số phiếu đã phát cho các thành viên : ... 05 ...

Số phiếu thu về : ... 05 ...

Kết quả kiểm phiếu thăm định giáo trình như sau :

Số phiếu hợp lệ : ... 5 ...

Số phiếu tán thành : ... 5 ...

Số phiếu không hợp lệ : ... 0 ...

Số phiếu không tán thành : ... 0 ...

Điểm trung bình: ... 86,2 ...

Xếp loại: ... Tốt ...

Kết luận của Hội đồng :

- Đây là 1 giáo trình về PPM như sau, nội dung
- Nội dung & phương pháp phân tích nước: có 10' KH, có 10' L
- Nội dung, lịch sử, hiện tại, kết quả về PPM
- + Phân tích khoa học: ứng dụng
- Chứng minh thực tế, tên danh, tên thông dụng, cấp nhất, nhất qu
- Bổ sung thêm tài liệu tham khảo, để biết là chủ tài
- Nội dung phân tích thêm đề tài, thêm ứng dụng cho giáo trình
- Chứng minh theo gộp ý của & phân tích
- Phân tích nên chứng minh theo đúng qui chuẩn

THỦ KÝ

PGS.TS. Trần Đình Chấn

CHỦ TỊCH HỘI ĐỒNG

TS. Hà Việt Cường

GIẤY CHỨNG NHẬN MỤC ĐÍCH SỬ DỤNG SÁCH

Giám đốc Học viện Nông nghiệp Việt Nam xác nhận cuốn sách:

“Quản lý tổng hợp (IPM) nhện gié hại lúa ở Việt Nam”

Nhà xuất bản Nông nghiệp – 2017

của tác giả: **Nguyễn Văn Đĩnh, Dương Tiến Viện** (đồng chủ biên), **Lê Đắc Thủy và Nguyễn Đức Tùng**.

Là **sách chuyên khảo** được sử dụng làm tài liệu tham khảo cho học phần Quản lý dịch hại tổng hợp, Động vật hại nông nghiệp và Nhện nhỏ hại cây trồng cho sinh viên và học viên cao học chuyên ngành Bảo vệ thực vật tại Học viện Nông nghiệp Việt Nam.

Hà Nội, ngày tháng 7 năm 2019

KT. GIÁM ĐỐC

PHÓ GIÁM ĐỐC



GS.TS. PHẠM VĂN CƯỜNG

Hà Nội, ngày 04 tháng 7 năm 2019

TRÍCH BIÊN BẢN THẨM ĐỊNH SÁCH

Hội đồng thẩm định sách phục vụ đào tạo của Học viện Nông nghiệp Việt Nam được thành lập theo Quyết định số 2365/QĐ - HVN ngày 01/7/2019, đã họp ngày 04 tháng 7 năm 2019 tại Học viện để thẩm định, đánh giá chất lượng cuốn sách:

“Quản lý tổng hợp (IPM) nhện gié hại lúa ở Việt Nam”

Nhà xuất bản Nông nghiệp - 2017

của tác giả: **Nguyễn Văn Đĩnh – Dương Tiến Viện (Đồng chủ biên), Lê Đắc Thủy và Nguyễn Đức Tùng.**

Sau khi nghe các ý kiến nhận xét của phản biện, Hội đồng đã thảo luận, bỏ phiếu đánh giá và kết luận: Cuốn sách có nội dung phù hợp với chương trình đào tạo ngành Bảo vệ thực vật của Học viện. Hội đồng công nhận cuốn sách này là sách **chuyên khảo** sử dụng cho chương trình đào tạo thuộc khoa Nông học của Học viện Nông nghiệp Việt Nam.

W

T/M HỘI ĐỒNG

CHỦ TỊCH



PHÓ GIÁM ĐỐC

GS.TS. PHẠM VĂN CƯỜNG

Hà Nội, ngày 02 tháng 5 năm 2019

XÁC NHẬN THẨM ĐỊNH VÀ MỤC ĐÍCH SỬ DỤNG SÁCH

Trường Đại học Sư phạm Hà Nội 2 xác nhận đã và đang sử dụng sách do tác giả Dương Tiến Viện (đồng chủ biên) biên soạn. Cụ thể thông tin về sách như sau:

Tên sách	Quản lý tổng hợp (IPM) nhện gié hại lúa ở Việt Nam
Loại sách	Chuyên khảo
Số trang	121
Chủ biên	Dương Tiến Viện hiện đang công tác tại Trường Đại học Sư phạm Hà Nội 2
Nhà xuất bản	Nông nghiệp
Năm xuất bản	2017
ISBN (nếu có)	978-604-60-2625-9
Giấy phép xuất bản số	3459-2017/CXBIPH/1-224/NN
Mục đích sử dụng	Dùng làm tài liệu tham khảo cho sinh viên ngành Sư phạm Sinh học, học phần: Động vật không xương sống và học viên Cao học ngành Động vật học, học phần: Nhện nhỏ hại cây trồng.

XÁC NHẬN HỘI ĐỒNG KHOA – KHOA SINH - KTN

Hội đồng Khoa - Khoa Sinh - KTN xác nhận tài liệu "Quản lý tổng hợp (IPM) Nhện gié hại lúa ở Việt Nam" đang được sử dụng làm tài liệu tham khảo cho sinh viên ngành Sư phạm Sinh học, học phần "Động vật không xương sống" và học viên thạc sĩ ngành Động vật học, học phần "Nhện nhỏ hại cây trồng".

T.M. Hội đồng
Trường Khoa

Nguyễn Văn Đình



Hoàng Ngọc Tuấn