

A
135
83

Proefstation voor Bloemisterij en Glasgroente
Postbus 8
2670 AA Naaldwijk
Tel. 0174-636700

**GEÏNTEGREERDE BESTRIJDING VAN BLADLUIZEN,
MET NAME DE RESTENTE " RODE LUIS", *MYZUS NICOTIANA***

Project 3316

Ir. M.J. van Steenis
Naaldwijk, oktober 1995



Intern verslag 6

221 3697

VOORWOORD

In dit verslag worden de resultaten van project 3316 beschreven. In dit project is onderzocht hoe de biologische bestrijding van rode luis in paprika verbeterd kan worden. Project 3316 is het vervolg op project 3304 (dat in september 1994 afliep) waarin met name naar de biologische bestrijding van katoenluis in komkommer is gekeken.

INHOUD

Voorwoord

Samenvatting

1	Inleiding	4
2	Geschiktheid van <i>Myzus nicotianae</i> en <i>M. persicae</i> als gastheer voor <i>Aphelinus gossypii</i> (3316.01)	9
3	Geschiktheid van <i>Myzus nicotianae</i> als gastheer voor <i>Aphelinus varipes</i> (3316.02)	11
4	Geschiktheid van <i>Myzus nicotianae</i> en <i>M. persicae</i> als gastheer voor <i>Aphidius colemani</i> (3316.03)	15
5	Verspreiding van via een open kweek geïntroduceerde <i>Aphidius colemani</i> door de kas (3316.06).	19
6	Introductie van natuurlijke vijanden ter bestrijding van <i>Myzus nicotianae</i> via een open kweek (3316.08)	23
7	Geïntegreerde bestrijding van bladluis in paprika (3316.12)	27

SAMENVATTING

De rode luis, *Myzus nicotianae* Blackman, geeft sinds een aantal jaren problemen in de paprikateelt. Deze bladluis is resistent tegen Pirimor en kan alleen met breedwerkende chemische middelen nog enigszins worden bestreden. Het recent toegelaten systemische bladluismiddel, Admire, is waarschijnlijk geen permanente oplossing daar dit soort lang werkende middelen snel resistentie in het plaaginsekt kunnen veroorzaken.

Zonder chemische ondersteuning blijkt de biologische bestrijding met sluipwespen (*Aphidius colemani*) en galmuggen (*Aphidoletes aphidimyza*) niet optimaal te werken. In dit onderzoek is gezocht naar andere sluipwespsoorten en andere introductiemethodes. Tevens is een oriënterend onderzoek gedaan naar de beste manier om de ontwikkeling van de bladluis- en sluipwesppopulaties op een praktijkbedrijf te volgen.

Van de onderzochte sluipwespsoorten is alleen *Aphidius colemani* een geschikte bestrijder van *Myzus nicotianae*. Met deze soort zijn dan ook meerdere kasproeven gedaan om een efficiëntere introductiemethode te ontwikkelen. Het introduceren van sluipwespen via een open kweek in de kas op graan en graanluis heeft bij bestrijding van katoenluis al goede resultaten opgeleverd. Omdat nog niet duidelijk was hoeveel open kweek eenheden nodig zijn om een goede bestrijding te krijgen is allereerst de verspreiding van sluipwespen door de kas onderzocht. Bij gewone introducties bleek het aantal sluipwespen in de kas na enkele dagen zeer klein te zijn. Hierdoor is dit systeem niet echt stabiel. Duidelijk was wel dat de sluipwespen zich zeer goed door de kas verspreiden. Introductie van sluipwespen via een open kweek systeem op graanluis geeft een hoge en constante produktie van sluipwespen. In een kas van 400 m² bleek één open kweek ruim voldoende om een goede verspreiding van sluipwespen door de kas te krijgen. Het duurt echter twee tot vier weken voor een open kweek goed loopt en de open kweek moet dus ruim voor de eerste bladluisinfectie in de kas zijn gebracht.

Vanwege het optreden van hyperparasieten is het met een open kweek in een aantal gevallen waarschijnlijk niet mogelijk om het hele seizoen een goede bestrijding te krijgen. Er kan overwogen worden om op een gegeven moment op introducties van galmuggen over te schakelen.

Wanneer het open kweek systeem in de praktijk uitgetest gaat worden is een goede monstermethode van groot belang. Een incidentietelling (aantal planten met bladluis) geeft een redelijk goede schatting van de grootte van de bladluispopulatie. Ook incidentietellingen kosten op grote oppervlaktes veel tijd, maar alleen bij zeer grote bladluisdichtheden kan een random monster op basis van incidentietellingen een betrouwbare schatting van het totaal aantal planten met bladluis geven.

De beste schatting van het aantal bladluizen in een kas kan waarschijnlijk verkregen worden door het selectief opsporen van planten met bladluis. Omdat bestrijding van bladluizen in de kop van de plant en onderin de plant minder goed verloopt, is het goed om juist deze plekken in de gaten te houden en te gebruiken bij de bemonstering.

Geconcludeerd kan worden dat het introduceren van sluipwespen via een open kweek gedurende een geruime tijd een goede bestrijding van bladluizen geeft.

1 INLEIDING

In de vruchtgroenten is biologische / geïntegreerde bestrijding van plagen al geruime tijd ingeburgerd. De massale toepassing hiervan wordt de laatste jaren gestimuleerd door het MBT-project (MilieuBewuste Teelt) van het CBT. Daardoor worden in toenemende mate natuurlijke vijanden uitgezet tegen verschillende plagen. Tegen bladluis worden de sluipwesp *Aphidius colemani* en de galmug *Aphidoletes aphidimyza* het meest frequent gebruikt. Voor bijsturing is al meer dan twintig jaar het selectieve bladluismiddel pirimicarb (Pirimor) beschikbaar. Omdat de negatieve invloed van dit middel op de biologische bestrijding van andere plagen gering is, werd tot voor kort de geïntegreerde bestrijding van bladluizen niet als bijzonder problematisch ervaren.

Nadat katoenluis (*Aphis gossypii*), een belangrijke plaag in de komkommerteelt, in de afgelopen jaren resistent tegen dit middel bleek te zijn geworden, is vanaf begin 1993 ook in paprikateelten een extreme vorm van resistentie bij bladluizen waargenomen (van der Staaij & van Steenis, 1994). Deze bladluis, die zich uiterlijk onderscheidt door haar rode kleur, werd het eerst gesignaleerd in de paprika's, maar blijkt ook voor te komen in komkommer, aubergine, alstroemeria en gipskruid. Hoewel in eerste instantie gedacht werd aan een rode resistente vorm van de groene perzikluis *Myzus persicae*, ging het om een andere bladluissoort: de tabaksperzikluis (of "rode luis"), *Myzus nicotianae* (Guldemon & Dieleman, 1994).

Nu bleek dat pure biologische bestrijding van bladluis zonder chemisch correctiemiddel in de praktijk niet goed verloopt. Het optreden van "rode luis" noodzaakte veel telers tot de inzet van breedwerkende chemische middelen, wat bovendien vaak moest worden herhaald, waardoor alle natuurlijke vijanden werden uitgeroeid. Hierdoor is een groot deel van de telers in de loop van het seizoen gedwongen geweest om vroegtijdig uit het MBT-project te stappen.

Eén van de weinige nog werkzame middelen is dichloorvos. Deze stof geeft echter een grote emissie naar de lucht, en wordt frequent aangetroffen in norm-overschrijdende concentraties in zowel oppervlakte- als regenwater. Het is dus zeer ongewenst dat door bovengeschetste ontwikkeling het gebruik van deze stof nog zou toenemen.

Was het in 1993 nog zo dat de resistente tabaksperzikluis bij de meeste bedrijven pas laat in het seizoen werd aangetroffen, in de jaren daarna is ze bij een groot aantal bedrijven al vanaf het begin van de teelt aanwezig geweest. De mogelijkheid om paprika, tot voor kort het meest succesvolle MBT-gewas, gedurende een groot deel van het seizoen volgens MBT-richtlijnen te kunnen telen, komt dus onder grote druk te staan. Snelle verbetering van de kwaliteit van biologische bestrijding van "rode luis" en integratie van chemische bladluisbestrijding met biologische bestrijding van andere plagen, is daarom gewenst.

In 1990 werd aan het PTG een onderzoek gestart naar de biologische bestrijding van katoenluis, *Aphis gossypii*, op komkommer. Uit dit onderzoek is een nieuwe sluipwesp voortgekomen, die bruikbaar bleek te zijn tegen zowel *Aphis gossypii* als *Myzus persicae*. Echter, er is ook gebleken dat zonder chemische ondersteuning dit systeem onstabiel is en gemakkelijk leidt tot sterke gewasvervuiling door honingdauw.

Met het hier beschreven project is onderzocht of de biologische bestrijding van bladluis dusdanig te verbeteren is, dat chemisch ingrijpen tot een minimum beperkt wordt. Er kunnen globaal twee onderzoeksvragen onderscheiden worden:

- (1) Hoe geschikt zijn de huidige natuurlijke vijanden voor bestrijding van *Myzus nicotianae* en zijn er betere natuurlijke vijanden te vinden? (Hoofdstuk 2 t/m 4)
- (2) Valt de manier van het introduceren van natuurlijke vijanden te verbeteren? (Hoofdstuk 5 t/m 6)

1.1 DE TABAKSPERZIKLUIZ *MYZUS NICOTIANAE*

In 1987 is de tabakspierzikluis voor het eerst als zelfstandige soort beschreven (Blackman, 1987). Tot deze tijd werden populaties van deze soort samen met *Myzus antirrhinii* toegeschreven aan de groene perzikluis, *Myzus persicae*. Het onderscheid tussen voornoemde soorten is op basis van morfologische kenmerken moeilijk te maken, zelfs wanneer een groot aantal kenmerken gebruikt worden zijn er altijd twijfelgevallen (Blackman, 1987). Door middel van elektroforese kan een meer betrouwbaar onderscheid gemaakt worden (Blackman & Spence, 1992), hoewel ook deze methode niet waterdicht is.

Ook populaties binnen de soorten kunnen morfologisch verschillen. Het is dan ook niet zo dat de rode kleur van de in Nederland gevonden *M. nicotianae* als soortsonderscheid kan worden gebruikt. Ook van *M. persicae* komen rode vormen voor, terwijl *M. nicotianae* ook groene vormen kent (Blackman & Spence, 1992).

De resistentie tegen insecticiden wordt veroorzaakt door een hogere activiteit van carboxylesterases (Abdel Aal *et al*, 1990) en is niet soortgebonden of gecorreleerd met kleur (Harlow & Lampert, 1990). Binnen beide bladluissoorten komen resistente populaties voor. Ondanks het ontbreken van correlaties tussen resistentie, kleur en soort, lijkt het erop dat voor de in Nederland aanwezige populaties geldt dat de rode en resistente vorm *M. nicotianae* is, terwijl de groene, niet resistente vorm *M. persicae* is.

Hoe *M. nicotianae* in Nederland overwintert is nog onbekend. *Myzus persicae* ondergaat buiten een volledige cyclus, waarbij in de herfst van waardplant wordt gewisseld en sexuele voortplanting plaatsvindt, die resulteert in het afzetten van winterieren. Voor *M. nicotianae* lijkt zowel overleving als volwassen bladluizen in kassen als een volledige cyclus buiten mogelijk. Beide vormen van overwintering zijn namelijk al eens gevonden (Halbert *et al*, 1995; Lykouressis & Mentzos, 1995).

LITERATUUR

- ABDEL AAL, Y.A.I.; WOLFF, M.A.; ROE, R.M. & LAMPERT, E.P. (1990). Aphid carboxylesterases: biochemical aspects and importance in the diagnosis of insecticide resistance. *Pesticide Biochemistry and Physiology* **38**: 255-266.
- BLACKMAN, R.L. (1987). Morphological discrimination of a tobacco-feeding form from *Myzus persicae* Sulzer (Hemiptera: Aphididae), and a key to New World *Myzus* (*Nectarosiphon*) species. *Bulletin of Entomological Research* **77**: 713-730.
- BLACKMAN, R.L. & SPENCE, J.M. (1992). Electrophoretic distinction between the peach-potato aphid, *Myzus persicae*, and the tobacco aphid, *M. nicotianae* (Homoptera: Aphididae). *Bulletin of Entomological Research* **82**: 161-165.
- GULDEMOND, A. & DIELEMAN, F. (1994). Rode luis blijkt tabakspierzikluis. *Groenten + Fruit / Glasgroenten* **27**: 16-17.

- HALBERT, S.E.; CASTLE, S.J. & MOWRY, T.M. (1995). Do *Myzus* (*Nectarosiphon*) species other than *M. persicae* pose a threat to the Idaho potato crop? *American Potato Journal* **72**: 85-97.
- HARLOW, C.D. & LAMPERT, E.P. (1990). Resistance mechanisms in two color forms of the tobacco aphid (Homoptera: Aphididae). *Journal of Economic Entomology* **83**: 2130-2135.
- LYKOURESSIS, D.P. & MENTZOS, G.V. (1995). Effects of biological control agents and insecticides on the population development of *Myzus nicotianae* Blackman (Homoptera: Aphididae) on tobacco. *Agriculture Ecosystems & Environment* **52**: 57-64.
- VAN DER STAAL, M. & VAN STEENIS, M. (1994). Rode luis is te bestrijden. *Groenten + Fruit / Glasgroenten* **26**: 9.

2 GESCHIKTHEID VAN *MYZUS NICOTIANAE* EN *M. PERSICAE* ALS GASTHEER VOOR *APHELINUS GOSSYPII* (3316.01)

2.1 INLEIDING

Hoge temperaturen in kassen hebben een negatieve invloed hebben op de levensduur en reproductiecapaciteit van de veelgebruikte sluipwesp *Aphidius colemani* Viereck (Hymenoptera: Braconidae) (van Steenis, 1995). Met name in de zomer resulteert dit in een minder goed verlopende bladluisbestrijding (van Steenis, 1995).

Aphelinus-soorten zijn minder gevoelig voor hoge temperaturen en hebben een langere levensduur dan *Aphidius*-soorten (Force & Messenger, 1964, 1965; Bernal & González, 1993). Deze soorten zouden een positieve invloed op de stabiliteit van de bladluisbestrijding kunnen hebben (van Steenis, 1995). Een *Aphelinus*-soort die in kweek is genomen tijdens het onderzoek naar biologische bestrijding van katoenluis is *Aphelinus gossypii* Timberlake (Hymenoptera: Aphelinidae). *Aphelinus gossypii* komt voor in Australië, Nieuw Zeeland, Hawaii, Tonga en India (Zehavi & Rosen, 1988; Carver *et al*, 1993). De soort is vrij polyfaag en parasiteert in ieder geval *Myzus persicae* Sulzer (Carver, 1992), *Aphis gossypii* Glover (Carver *et al*, 1993), *Pentalonia nigronervosa* Coquerel (Stechmann & Völkl, 1990) en *Toxoptera*-soorten (Homoptera: Aphididae) (Carver, 1978). Het is mogelijk dat deze sluipwespsoort onder een andere naam ook in andere delen van de wereld voorkomt.

Met de hier beschreven proef is gekeken of *Aphelinus gossypii* gebruikt kan worden bij biologische bestrijding van *Myzus nicotianae* Blackman (Homoptera: Aphididae).

2.2 MATERIAAL EN METHODEN

De proeven zijn uitgevoerd in het laboratorium bij een temperatuur van 20 tot 25 °C. Eén sluipwesp is in een petrischaal met dertig jonge bladluizen (tweede nymfestadium van *A. gossypii*, *Myzus nicotianae* of *M. persicae*) gedaan. De bladluizen bevonden zich op een bladponsje (komkommer voor *A. gossypii* en paprika voor *M. nicotianae* en *M. persicae*). Twee uur na de eerste parasitering werd de sluipwesp weer verwijderd en kon het aantal door gastheervoeding gedoodde bladluizen geteld worden. De overige bladluizen zijn in een klimaatkast bij 25 °C verder gekweekt tot het mummie stadium. De parasiteringspercentages zijn berekend aan de hand van het aantal gezonde bladluizen en mummies op het moment dat er geen mummies meer bijkwamen.

2.3 RESULTATEN EN DISCUSSIE

Uit tabel 2.1 blijkt dat de parasiteringspercentages zeer laag waren, er werden slechts twee tot drie mummies gevonden op een totaal van dertig aangeboden bladluizen. Ook het aantal bladluizen dat gedood werd voor gastheervoeding was laag. Verschillen tussen de bladluisoorten waren niet aanwezig, wat waarschijnlijk te wijten valt aan het lage aantal herhalingen. Ook in het veld is het percentage bladluizen dat door *Aphelinus gossypii* is geparasiteerd laag (minder dan vijf procent) (Stechmann & Völkl, 1990). Vergeleken met *A. varipes* (zie volgende hoofdstuk) is de parasitering zeer laag en *Aphelinus gossypii* lijkt dan ook minder geschikt om te gebruiken bij biologische bestrijding van katoenluis, perzikluis en tabaksperezikluis ("rode luis").

Tabel 2.1

Resultaten van parasitering van verschillende bladluisoorten door *Aphelinus gossypii* (n=5).

ABSOLUTE AANTALLEN

	gastheer-voeding	mummies	totaal
<i>Aphis gossypii</i>	1	1,6	2,6
<i>Myzus nicotianae</i>	0	2,8	2,8
<i>Myzus persicae</i>	0	2	2

PERCENTAGES

	gastheer-voeding	mummies	totaal
<i>Aphis gossypii</i>	3,3	5,5	9,0
<i>Myzus nicotianae</i>	0	9,3	9,3
<i>Myzus persicae</i>	0	6,7	6,7

2.4 CONCLUSIES

- * *Aphelinus gossypii* lijkt geen geschikte kandidaat voor biologische bestrijding van *Aphis gossypii*, *Myzus nicotianae* en *Myzus persicae*.

LITERATUUR

- BERNAL, J. & GONZÁLEZ, D. (1993). Temperature requirements of four parasites of the Russian Wheat Aphid *Diuraphis noxia* Mordwilko (Homoptera, Aphididae). *Entomologia Experimentalis et Applicata* **69**: 173-182.
- CARVER, M. (1978). The black citrus aphids, *Toxoptera citricidus* (Kirkaldy) and *T. aurantii* (Boyer de Fonscolombe) (Homoptera: Aphididae). *Journal of the Australian Entomological Society* **17**: 263-270.
- CARVER, M. (1992). Alloxystinae (Hymenoptera: Cynipoidea: Charipidae) in Australia. *Invertebrate Taxonomy* **6**: 769-785.
- CARVER, M.; HART, P.J. & WELLINGS, P.W. (1993). Aphids (Hemiptera: Aphididae) and associated biota from the Kingdom of Tonga, with respect to biological control. *Pan-pacific Entomologist* **69**: 250-260.
- FORCE, D.C. & MESSENGER, P.S. (1964). Duration of development, generation time, and longevity of three hymenopterous parasites of *Therioaphis maculata*, reared at various constant temperatures. *Annals of the Entomological Society of America* **57**: 405-413.
- FORCE, D.C. & MESSENGER, P.S. (1965). Laboratory studies on competition among three parasites of the spotted alfalfa aphid *Therioaphis maculata* (Buckton). *Ecology* **46**: 853-859.

- STECHMANN, D.-H. & VÖLKL, W. (1990). A preliminary survey of aphidophagous insects of Tonga, with regards to the biological control of the banana aphid. *Journal of Applied Entomology* **110**: 408-415.
- VAN STEENIS, M.J. (1995). Evaluation and application of parasitoids for biological control of *Aphis gossypii* in glasshouse cucumber crops. Proefschrift, Vakgroep Entomologie, Landbouwniversiteit Wageningen.
- ZEHAVI, A. & ROSEN, D. (1988). A new species of *Aphelinus* (Hymenoptera: Aphelinidae) from Israel, with notes on the *mali* group. *Israel Journal of Entomology* **32**: 101-108.

3 GESCHIKTHEID VAN *MYZUS NICOTIANAE* ALS GASTHEER VOOR *APHELINUS VARIPES* (3316.02)

3.1 INLEIDING

Een andere *Aphelinus*-soort die in aanmerking komt voor gebruik bij biologische bestrijding van bladluizen is de sluipwesp *Aphelinus varipes* Förster (Hymenoptera: Aphelinidae). Deze soort komt ook in Europa voor (de Graham, 1976). In verband met de benodigde aanpassing aan hoge temperaturen in de kas is een stam uit Kameroen gebruikt.

Eerder is gebleken dat het een goede parasitoid van katoenluis is en ook in kassen zijn goede resultaten verkregen in combinatie met *Aphidius colemani* (van Steenis, 1995). Bovendien is *A. varipes* minder gevoelig voor in Nederland voorkomende hyperparasieten (van Steenis, 1995), hoewel ook bij *Aphelinus*-soorten hyperparasieten gevonden kunnen worden (Stechmann & Völkl, 1990; Carver, 1992; Carver *et al*, 1993).

Aphelinus soorten zijn vaak zeer specifiek (Raney *et al*, 1971; Kuo-Sell & Kreisfeld, 1987; Haardt & Höller, 1992; Lajeunesse & Johnson, 1992; Hughes *et al*, 1994) en het is dus allereerst nuttig om te kijken of *Myzus nicotianae* wel een geschikte gastheer voor *A. varipes* is.

3.2 MATERIAAL EN METHODEN

De proeven zijn uitgevoerd in het laboratorium bij een temperatuur van 20 tot 25 °C. Eén sluipwesp is in een petrischaal met dertig jonge bladluizen (tweede nymfestadium van *Aphis gossypii* of *M. nicotianae*) gedaan. De bladluizen bevonden zich op een bladponsje (komkommer voor *A. gossypii* en paprika voor *M. nicotianae*) dat weer op een laagje agar lag. Twee uur na de eerste parasitering werd de sluipwesp weer verwijderd en kon het aantal door gastheervoeding gedoodde bladluizen geteld worden. De overige bladluizen zijn in een klimaatkast bij 25 °C verder gekweekt tot het mummiestadium. De parasiteringspercentages zijn berekend aan de hand van het aantal gezonde bladluizen en mummies op het moment dat er geen mummies meer bijkwamen. De parasiteringspercentages zijn geanalyseerd met binomiale regressie analyse in Genstat 5.

3.3 RESULTATEN EN DISCUSSIE

Uit tabel 3.1 blijkt dat *Aphelinus varipes* het duidelijk beter doet op *A. gossypii* dan op *M. nicotianae*. Zowel de gastheervoeding als de parasitering is significant hoger op katoenluis ($P < 0.05$; Binomiale regressie analyse). Het inzetten van *A. varipes* tegen *M. nicotianae* in paprika zal dan ook waarschijnlijk niet succesvol zijn.

Als deze soort vergeleken wordt met *Aphelinus gossypii* is te zien dat er met *M. nicotianae* als gastheer weinig verschillen zijn. De parasitering van *Aphis gossypii* door *A. varipes* is duidelijk beter dan de parasitering van *Aphis gossypii* door *Aphelinus gossypii*. Deze conclusie moet met de nodige voorzichtigheid betracht worden omdat bij *Aphelinus gossypii* het aantal herhalingen aan de lage kant is.

Tabel 3.1

Resultaten van parasitering van verschillende bladluisoorten door *Aphelinus varipes* (n=10).

ABSOLUTE AANTALLEN			
	gastheer-voeding	mummies	totaal
<i>Aphis gossypii</i>	4,1	8,8	12,9
<i>Myzus nicotianae</i>	0,2	2,6	2,8

PERCENTAGES			
	gastheer-voeding	mummies	totaal
<i>Aphis gossypii</i>	13,7	29,3	31,0
<i>Myzus nicotianae</i>	0,7	8,7	9,4

3.4 CONCLUSIES

- * *Aphelinus varipes* is een betere sluipwesp op *Aphis gossypii* dan *Aphelinus gossypii*.
- * *Myzus nicotianae* is een slechte gastheer voor *Aphelinus varipes*.
- * *Aphelinus varipes* is geen geschikte kandidaat voor gebruik bij biologische bestrijding van *Myzus nicotianae* in paprika.

LITERATUUR

- BERNAL, J. & GONZÁLEZ, D. (1993). Temperature requirements of four parasites of the Russian Wheat Aphid *Diuraphis noxia* Mordwilko (Homoptera, Aphididae). *Entomologia Experimentalis et Applicata* **69**: 173-182.
- CARVER, M. (1978). The black citrus aphids, *Toxoptera citricidus* (Kirkaldy) and *T. aurantii* (Boyer de Fonscolombe) (Homoptera: Aphididae). *Journal of the Australian Entomological Society* **17**: 263-270.
- CARVER, M. (1992). Alloxystinae (Hymenoptera: Cynipoidea: Charipidae) in Australia. *Invertebrate Taxonomy* **6**: 769-785.
- CARVER, M.; HART, P.J. & WELLINGS, P.W. (1993). Aphids (Hemiptera: Aphididae) and associated biota from the Kingdom of Tonga, with respect to biological control. *Pan-pacific Entomologist* **69**: 250-260.

- FORCE, D.C. & MESSENGER, P.S. (1964). Duration of development, generation time, and longevity of three hymenopterous parasites of *Therioaphis maculata*, reared at various constant temperatures. *Annals of the Entomological Society of America* **57**: 405-413.
- FORCE, D.C. & MESSENGER, P.S. (1965). Laboratory studies on competition among three parasites of the spotted alfalfa aphid *Therioaphis maculata* (Buckton). *Ecology* **46**: 853-859.
- DE GRAHAM, M.V.R. (1976). The British species of *Aphelinus* with notes and descriptions of other European Aphelinidae (Hymenoptera). *Systematic Entomology* **1**: 123-146.
- HAARDT, H. & HÖLLER, C. (1992). Differences in life history traits between isofemale lines of the aphid parasitoid *Aphelinus abdominalis* (Hymenoptera: Aphelinidae). *Bulletin of Entomological Research* **82**: 479-484.
- HUGHES, R.D., HUGHES, M.A., AESCHLIMANN, J.-P.; WOOLCOCK, L.T. & CARVER, M. (1994). An attempt to anticipate biological control of *Diuraphis noxia* (Hom., Aphididae). *Entomophaga* **39**: 211-223.
- KUO-SELL, H.L. & KREISFELD, K. (1987). Zur Wirtseignung verschiedener Getreideblattlausarten für den Parasitoiden *Aphelinus asychis* (Walker). *Mededelingen van de Faculteit Landbouwwetenschappen Rijksuniversiteit Gent* **52/2a**: 353-362.
- LAJEUNESSE, S.E. & JOHNSON, G.D. (1992). Developmental time and host selection by the aphid parasitoid *Aphelinus sp. nr. varipes* (Foerster) (Hymenoptera: Aphelinidae). *Canadian Entomologist* **124**: 565-575.
- RANEY, H.G.; COLES, L.W.; EIKENBARY, R.D.; MORRISON, R.D. & STARKS, K.J. (1971). Host preference, longevity, developmental period and sex ratio of *Aphelinus asychis* with three sorghum-fed species of aphids held at controlled temperatures. *Annals of the Entomological Society of America* **64**: 169-176.
- STECHMANN, D.-H. & VÖLKL, W. (1990). A preliminary survey of aphidophagous insects of Tonga, with regards to the biological control of the banana aphid. *Journal of Applied Entomology* **110**: 408-415.
- VAN STEENIS, M.J. (1995). Evaluation and application of parasitoids for biological control of *Aphis gossypii* in glasshouse cucumber crops. Proefschrift, Vakgroep Entomologie, Landbouwniversiteit Wageningen.
- ZEHAVI, A. & ROSEN, D. (1988). A new species of *Aphelinus* (Hymenoptera: Aphelinidae) from Israel, with notes on the *mali* group. *Israel Journal of Entomology* **32**: 101-108.

4 GESCHIKTHEID VAN *MYZUS NICOTIANAE* EN *M. PERSICAE* ALS GASTHEER VOOR *APHIDIUS COLEMANI* (3316.03)

4.1 INLEIDING

Door het mislukken van de biologische bestrijding van "rode luis" of tabaksperzikluis (*Myzus nicotianae*) rees in de praktijk de vraag of *Aphidius colemani* wel net zo goed rode luis parasiteert als *A. matricariae* de groene perzikluis (*Myzus persicae*) parasiteert. Ook *A. colemani* heeft voorkeur voor bepaalde bladluisoorten, *Macrosiphum euphorbiae* wordt bijvoorbeeld niet geparasiteerd (van Steenis, 1993b). Ook bij bladluizen die wel aangeprikt worden, kan een immuunreactie van de bladluis er voor zorgen dat het ei niet tot ontwikkeling komt (Carver & Sullivan, 1988) of kan de larve in de mummie sterven (Carver, 1984; Starý, 1989).

Om een antwoord op deze vraag te verkrijgen is in het laboratorium de parasitering van *M. nicotianae* en *M. persicae* door *A. colemani* bekeken. Als controle is katoenluis (*Aphis gossypii*) ook in de toets meegenomen, omdat van deze soort al langer bekend is, dat het een goede gastheer voor *A. colemani* is (van Steenis, 1993a).

4.2 MATERIAAL EN METHODEN

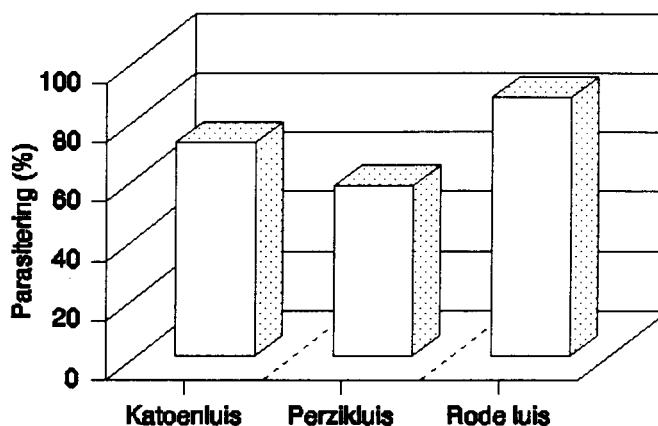
De proeven zijn uitgevoerd in het laboratorium bij een temperatuur van 20 tot 25 °C. De bladluizen (30 tweede stadium nymfen) bevonden zich in een petrischaal met een laagje agar en een bladponsje (komkommer voor katoenluis en paprika voor groene perzikluis en tabaksperzikluis). Eén sluipwesp werd in de petrischaal met de bladluizen gezet. Twee uur na de eerste parasitering werd de sluipwesp verwijderd en werden de bladluizen in een klimaatkast bij een temperatuur van 25 °C verder gekweekt. Per bladluis-sluipwesp combinatie zijn tien waarnemingen gedaan.

De parasiteringspercentages zijn berekend aan de hand van het aantal gezonde en gemummificeerde bladluizen. Het aantal gezonde bladluizen is bepaald op het moment dat er geen mummies meer bij kwamen (na ongeveer een week). Dit betekent dat er aangenomen is dat er geen verschil in mortaliteit is tussen geparasiteerde en ongeparasiteerde bladluizen. De parasiteringspercentages zijn geanalyseerd met binomiale regressie analyse in Genstat 5.

4.3 RESULTATEN EN DISCUSSIE

Figuur 3.1

Parasitering van katoenluis (*Aphis gossypii*), groene perzikluis (*Myzus persicae*) en tabaksperzikluis (rode luis, *Myzus nicotianae*) door de sluipwesp *Aphidius colemani*. Alle bladluisoorten worden even goed geparasiteerd (Binomiale regressie analyse).



In figuur 3.1 zijn de gemiddelde parasiteringspercentages bij de drie bladluisoorten weergegeven. Er was geen significant verschil in de parasiteringspercentages op de drie bladluisoorten (Binomiale regressie analyse). De "rode luis", *Myzus nicotianae* blijkt een goede gastheer voor de sluipwesp *A. colemani* te zijn.

Op basis van deze gegevens kan gezegd worden dat biologische bestrijding van *M. nicotianae* in principe dus niet moeilijker is dan biologische bestrijding van *M. persicae*. Waarschijnlijk kunnen de problemen in de praktijk voor een groot deel toegeschreven worden aan het ontbreken van mogelijkheden tot chemische bijsturing bij een aantasting door *M. nicotianae*.

4.4 CONCLUSIES

- * Zowel *Aphis gossypii* als *Myzus nicotianae* en *Myzus persicae* zijn geschikte gastheeren voor de sluipwesp *Aphidius colemani*.
- * *Aphidius colemani* is net zo geschikt voor biologische bestrijding van *Myzus nicotianae* als voor biologische bestrijding van *Myzus persicae* en *Aphis gossypii*.

LITERATUUR

- CARVER, M. (1984). Potential host ranges of some imported aphid parasites (Hym.: Ichneumonidae: Aphidiidae). *Entomophaga* **29**: 351-359.
- CARVER, M. & SULLIVAN, D.J. (1988). Encapsulative defence reactions of aphids (Hemiptera: Aphididae) to insect parasitoids (Hymenoptera: Aphidiidae and Aphelinidae). In: Niemczyk, E. & Dixon, A.F.G. (Eds.). *Ecology and effectiveness of Aphidophaga*. SPB Academic Publishing, The Hague, The Netherlands, p. 299-300.
- STARÝ, P. (1989). Incomplete parasitization in aphids and its role in pest management (Hymenoptera: Aphidiidae). *Acta Entomologica Bohemoslovaca* **86**: 356-367.
- VAN STEENIS, M.J. (1993a). Intrinsic rate of increase of *Aphidius colemani* Viereck (Hymenoptera: Braconidae), a parasitoid of *Aphis gossypii* Glover (Homoptera: Aphididae) at different temperatures. *Journal of Applied Entomology* **116**: 192-198.

VAN STEENIS, M.J. (1993b). Suitability of *Aphis gossypii* Glov., *Macrosiphum euphorbiae* (Thom.), and *Myzus persicae* Sulz. (Hom.: Aphididae) as host for several aphid parasitoid species (Hym.: Braconidae). *WPRS/IOBC Bulletin* **26(2)**: 157-160.

5 VERSPREIDING VAN VIA EEN OPEN KWEK GEÏNTRODUCERDE *APHIDIUS COLEMANI* DOOR DE KAS (3316.06)

5.1 INLEIDING

Ondanks het gebruik van een goede natuurlijke vijand (zie hoofdstuk 4) is de biologische bestrijding van de tabakspierzikluis, *Myzus nicotianae* ("rode luis") nog niet betrouwbaar genoeg. Juist de eerste weken zijn van groot belang voor het al dan niet slagen van de bladluisbestrijding (van Steenis, 1995) en het is dus van groot belang dat de natuurlijke vijanden altijd in voldoende aantallen aanwezig zijn om de groei van de bladluispopulatie op tijd af te remmen. Door sluipwespen continu in de kas op te kweken kan bereikt worden dat er altijd een flink aantal sluipwespen in de kas aanwezig is om binnengevlogen bladluizen te parasiteren.

Bovendien heeft de aanwezigheid van alternatieve gastheren een positieve invloed op de stabiliteit van de sluipwesp en gastheerpopulaties (Murdoch *et al*, 1995). Hierdoor zouden ongewenste fluctuaties van het aantal bladluizen en sluipwespen voorkomen kunnen worden.

Eerdere proeven hebben laten zien dat het kweken van natuurlijke vijanden op een alternatieve gastheer in de kas een goede bladluisbestrijding kan geven, zowel bij *Aphis gossypii* als bij *Myzus persicae* en *Myzus nicotianae* aantastingen (Bennison, 1992; Ramakers *et al*, 1995; van Steenis, 1995).

Het is echter nog niet bekend op hoeveel plaatsen een open kweek moet staan om een goede verspreiding van natuurlijke vijanden door de kas te verkrijgen. Te weinig loslaatpunten zou er toe kunnen leiden dat een deel van de bladluiskolonies niet op tijd geparasiteerd wordt en een infectiehaard voor de rest van de kas gaan vormen. Omdat het onderhouden van de open kweken aardig wat tijd kost, is het aan de andere kant van belang om het aantal loslaatpunten zo klein mogelijk te houden.

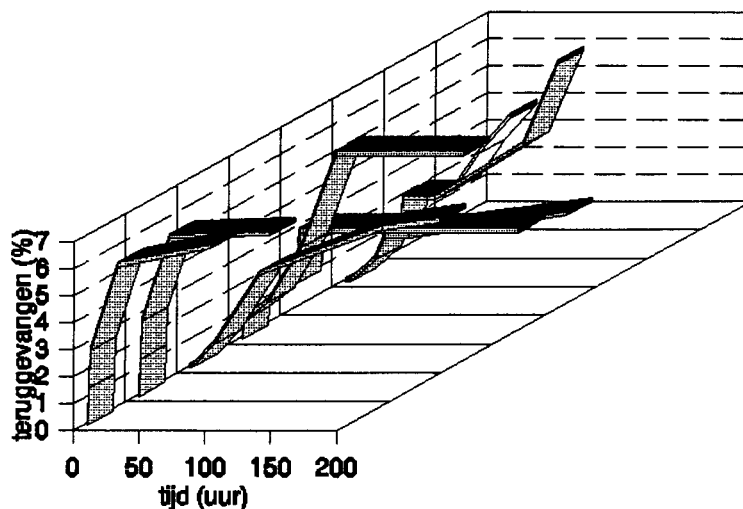
Met deze proef wordt geprobeerd meer inzicht te krijgen in de verspreiding van sluipwespen na loslating. Tevens kan een schatting gemaakt worden van het aantal sluipwespen dat door een open kweek geproduceerd wordt.

5.2 MATERIAAL EN METHODEN

In een hoek van de kas (400 m², paprika) wordt een aantal keer een bekend aantal volwassen sluipwespen (*Aphidius colemani*) losgelaten. In de kas hangen 32 gele vangplaten die na de loslating van de sluipwespen regelmatig worden bekeken. Op deze manier kan vastgesteld worden hoeveel sluipwespen worden teruggevangen en hoe de verdeling van de sluipwespen over de kas is. In totaal zijn er acht loslatingen gedaan met 80 tot 350 sluipwespen per keer.

Nadat dit een aantal keer gedaan is, wordt een open kweek systeem (graan met de graanluis *Rhopalosiphum padi* en de sluipwesp *A. colemani*) in de kas gebracht. De open kweek eenheid bestond uit een standaard steenwolblok waarop graan is gezaaid en met een laagje zand is afgedekt. In een hoek van de kas staat het steenwolblok op de mat en krijgt voedingsoplossing via een druppelaar. Door de teruggevangen sluipwespen te relateren aan de terugvangst van het bekende aantal losgelaten sluipwespen kan ongeveer bepaald worden hoeveel sluipwespen door de open kweek geproduceerd zijn en hoe de verspreiding van de sluipwespen zich verhoudt tot gewone loslatingen.

Figuur 5.1
 Terugvangst van *Aphidius colemani* na loslating van volwassen sluipwespen.
 Er zijn acht loslatingen van 80 tot 350 sluipwespen gedaan.

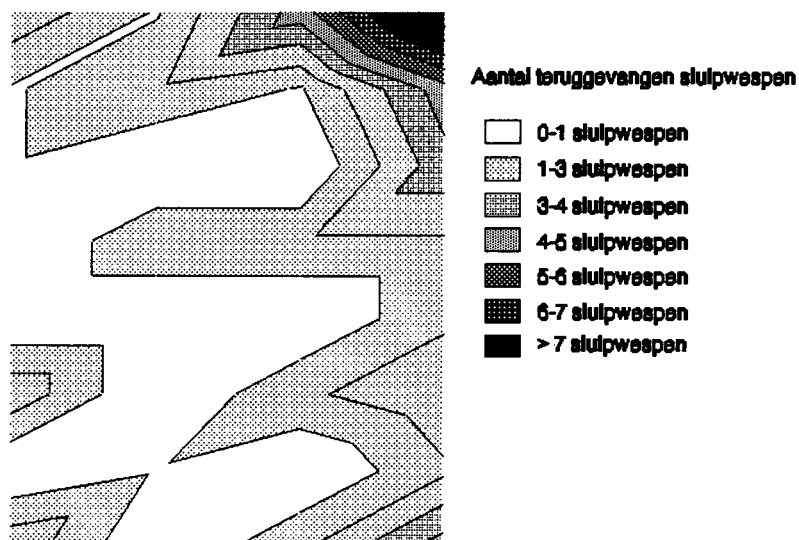


5.3 RESULTATEN EN DISCUSSIE

Het percentage sluipwespen dat in de loop van de tijd teruggevangen is, is weergegeven in figuur 5.1. Al na ongeveer twee dagen is er geen toename van het aantal teruggevangen sluipwespen zichtbaar. Dit komt overeen met de korte levensduur van volwassen sluipwespen die al eerder in het laboratorium gevonden is (van Steenis, 1993). Verder valt op dat zelfs bij een zeer hoge vangplaatdichtheid slechts vijf tot zeven procent van de losgelaten sluipwespen teruggevangen wordt.

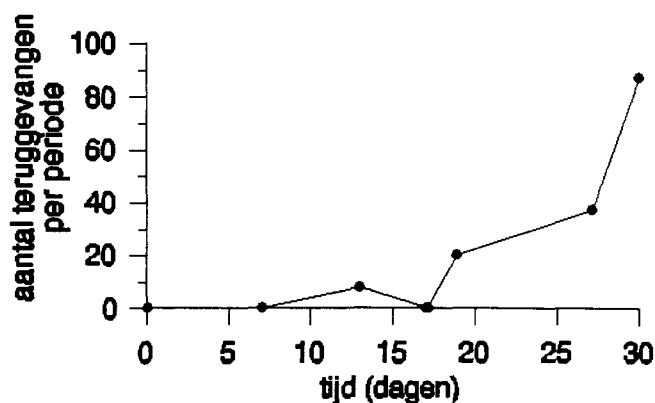
De meeste sluipwespen zijn vlakbij de loslaatplek teruggevangen (Figuur 5.2), hoewel uiteindelijk vrijwel overal sluipwespen teruggevonden zijn. Op grotere afstand van de loslaatplek is het aantal teruggevangen sluipwespen vrij constant, met wat pieken in de hoeken van de kas. Sluipwespen verlaten het gewas niet maar keren bij de randen terug wat resulteert in een grotere vangkans in de hoeken van de kas.

Figuur 5.2
 Verspreiding van *Aphidius colemani* na loslating van volwassen sluipwespen. De kas heeft een grootte van circa 10 bij 40 m en de sluipwespen zijn in de hoek rechtsboven losgelaten.



Figuur 5.3

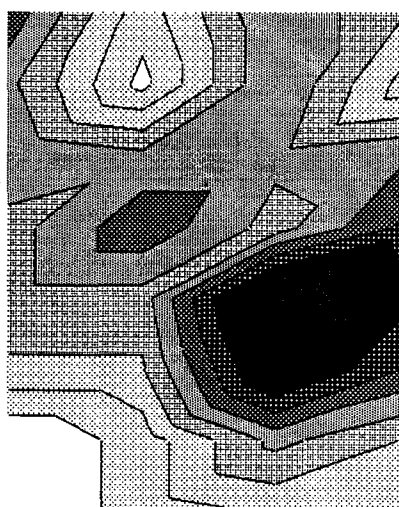
Aantal teruggevangen *Aphidius colemani* na het inzetten van een open kweek op graan met de graanluis *Rhopalosiphum padi*.



Na het inzetten van de open kweek worden na een aanlooperperiode van twee weken de eerste sluipwespen teruggevangen (Figuur 5.3). Aanvankelijk gebeurt dit op een niveau dat vergelijkbaar is met de loslatingen van volwassen sluipwespen (enkele sluipwespen per dag). Deze twee weken komen overeen met de ontwikkelingsduur van *A. colemani* in het laboratorium (van Steenis, 1993). Weer twee weken later worden zeer veel sluipwespen teruggevangen. Duidelijk is dat de produktie van een open kweek, na een zekere aanlooperperiode, veel groter is dan door gewone loslatingen bereikt kan worden (zie bijvoorbeeld ook Bennison (1992)). Het is wel van belang deze aanlooperperiode goed in de gaten te houden. Wanneer te laat begonnen wordt met de open kweek kan het zijn dat de bladluisbestrijding aanvankelijk niet goed verloopt (Hubers, 1995). De verspreiding van de op de open kweek gekweekte sluipwespen door de kas is weer-gegeven in figuur 5.4. Er zit een onverklaarbare piek in het midden van de kas. Verder is te zien dat de sluipwespen zich goed over de hele kas verdeeld hebben in een hogere dichtheid dan bij de gewone loslatingen. Het lijkt erop dat één open kweek eenheid per 400 m² meer dan voldoende moet zijn om een goede verspreiding van sluipwespen door de kas te verkrijgen.

Figuur 5.4

Verspreiding van *Aphidius colemani*, één maand na het inzetten van een open kweek op graanluis. De kas heeft een grootte van circa 10 bij 40 m en de sluipwespen zijn in de hoek rechtsboven losgelaten.



Aantal teruggevangen sluipwespen

- 0-2 sluipwespen
- ▤ 2-5 sluipwespen
- ▥ 5-8 sluipwespen
- ▧ 8-8 sluipwespen
- ▨ 8-9 sluipwespen
- ▩ 9-11 sluipwespen
- > 11 sluipwespen

5.4 CONCLUSIES

- * Volwassen sluipwespen verspreiden zich goed over een kas.
- * Door de korte levensduur van de volwassen sluipwespen neemt de sluipwesp-dichtheid na een loslating snel af.
- * Introductie van sluipwespen via een open kweek systeem op graanluis geeft een hoge en constante produktie van sluipwespen.
- * Het duurt twee tot vier weken voor een open kweek goed loopt en de open kweek moet dus ruim voor de eerste bladluisinfectie in de kas zijn gebracht.

LITERATUUR

- BENNISON, J.A. (1992). Biological control of aphids on cucumbers use of open rearing systems or "banker plants" to aid establishment of *Aphidius matricariae* and *Aphidoletes aphidimyza*. *Mededelingen van de Faculteit Landbouwwetenschappen Universiteit Gent* **57/2b**: 457-466.
- HUBERS, M.J.M. (1995). Introductie van natuurlijke vijanden van tabaksperzikluis met behulp van open kweken op graanluis. Stageverslag Agrarische Hogeschool Delft, Proefstation voor Bloemisterij en Glasgroente Naaldwijk.
- MURDOCH, W.W.; LUCK, R.F.; SWARBRICK, S.L.; WALDE, S.; YU, D.S. & REEVE, J.D. (1995). Regulation of an insect population under biological control. *Ecology* **76**: 206-217.
- RAMAKERS, P.; VAN STEENIS, M. & VOET, S. (1995). Gewasbescherming: rode luis bestrijden met 'banker plants'. *Groente + Fruit / Glasgroenten* **5(1995)5**: 16-17.
- VAN STEENIS, M.J. (1993). Intrinsic rate of increase of *Aphidius colemani* Viereck (Hym., Braconidae), a parasitoid of *Aphis gossypii* Glover (Hom., Aphididae) at different temperatures. *Journal of Applied Entomology* **116**: 192-198.
- VAN STEENIS, M.J. (1995). Evaluation and application of parasitoids for biological control of *Aphis gossypii* in glasshouse cucumber crops. Proefschrift, Vakgroep Entomologie, Landbouwniversiteit Wageningen.

6 INTRODUCTIE VAN NATUURLIJKE VIJANDEN TER BESTRIJDING VAN *MYZUS NICOTIANAE* VIA EEN OPEN KWEK (3316.08)

6.1 INLEIDING

Om een goede biologische bestrijding van bladluizen te krijgen, is het noodzakelijk dat de groei van de bladluispopulatie snel afgeremd wordt. Door de grote vermenigvuldigingscapaciteit van bladluizen, lukt dit alleen als er continu een grote hoeveelheid natuurlijke vijanden aanwezig is. De hoge kosten verhinderen dat dit bereikt kan worden door geregeld gekochte natuurlijke vijanden in te zetten. Een oplossing hiervoor zou het gebruik van open kweek systemen kunnen zijn. De natuurlijke vijanden worden dan in de kas gekweekt op een alternatieve gastheer. Hierdoor is het aantal losgelaten sluipwespen veel groter dan met gewone introducties verkregen kan worden (zie hoofdstuk 5). Deze proef onderzoekt het praktijk gebruik van zo'n systeem. Uit eerder onderzoek is gebleken dat deze methode een goede bestrijding van katoenluis in komkommer kan geven (Bennison, 1992; van Steenis, 1992).

Hier wordt alleen een korte samenvatting van de belangrijkste onderzoeksresultaten gegeven. Een meer uitgebreide rapportage is te vinden in Hubers (1995).

6.2 MATERIAAL EN METHODEN

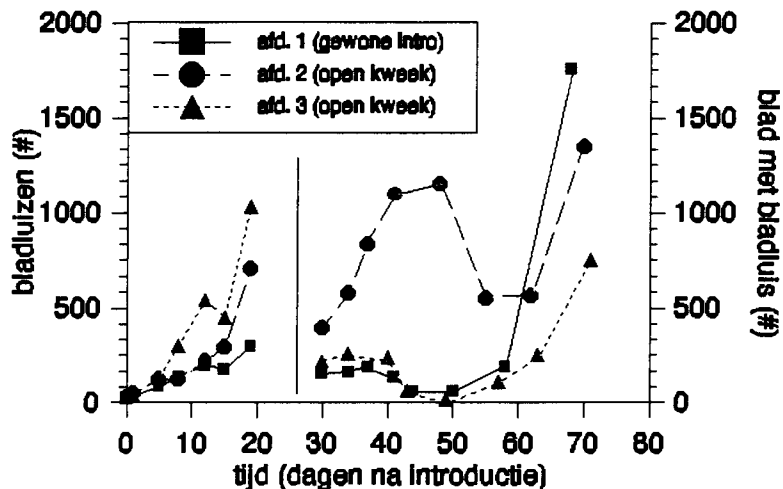
De proef is uitgevoerd in drie afdelingen van 101 m². In elke afdeling stonden 179 paprikaplanten (cv. 'Mazurka'). In twee afdelingen zijn *Aphidius colemani*-sluipwespen geïntroduceerd via een open kweek systeem. Dit systeem bestaat uit op graan gekweekte graanluizen (*Rhopalosiphum padi*). Per kas is één steenwolkblok (ca. 8 bij 8 cm) met graan en graanluis ingezet. De sluipwespen zijn twee maal in kleine hoeveelheden (ca. 10 per afdeling) ingezet. In de derde afdeling zijn de sluipwespen op de standaardmethode ingezet (0,5 sluipwespen/m²/week). Op 19 april zijn op één plant per afdeling 30 volwassen en ongevleugelde *Myzus nicotianae*-bladluizen ingezet.

Tot en met 8 mei is twee maal per week het aantal bladluizen op de bladeren van alle planten in de kas geteld. Later werd het aantal bladluizen te groot om op deze manier door te gaan en is besloten om één maal per week het aantal bladeren met bladluis waar te nemen.

6.3 RESULTATEN EN DISCUSSIE

Figuur 6.1

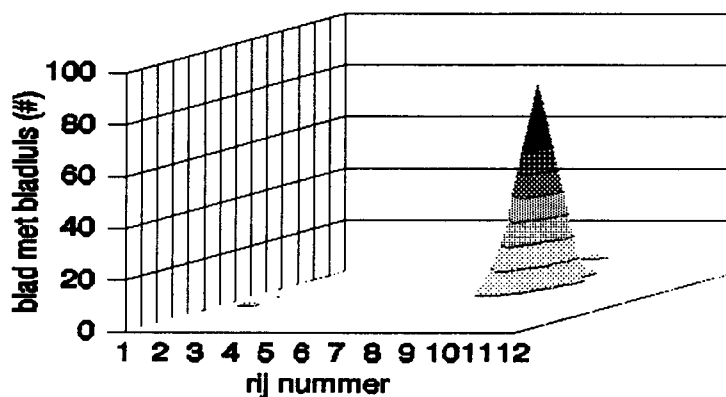
Totaal aantal bladluizen, cq. aantal bladeren met bladluis per afdeling bij twee verschillende introductiemethodes.



In figuur 6.1 is het verloop van het totaal aantal bladluizen, cq. aantal bladeren met bladluis, weergegeven per afdeling. In de twee afdelingen met open kweken is tot 30 dagen na introductie van de bladluizen meer bladluizen gevonden dan in de afdeling met de standaardintroducties. De oorzaak hiervan is waarschijnlijk dat de open kweken op het moment van de bladluisintroductie nog niet voldoende kweken produceerden. Zoals in hoofdstuk 5 te zien is, duurt het twee tot vier weken tot de open kweek goed begint te lopen. Omdat de gegevens van hoofdstuk 5 op dit moment nog niet bekend waren, zijn de bladluizen te vroeg geïntroduceerd. In de afdeling met de standaard introducties zijn de sluipwespen precies op het goede moment ingezet, een situatie die in de praktijk minder waarschijnlijk is omdat hier niet met zekerheid gezegd kan worden wanneer de eerste bladluizen de kas binnen komen. Ook bij bestrijding van katoenluis met *A.*

Figuur 6.2

Horizontale verspreiding van *Myzus nicotianae* vijf weken na de introductie van 30 volwassen ongevleugelde bladluizen op één plant.



colemani kon door de goede timing van de sluipwespintroducties met een normale dosis een goede bestrijding verkregen worden (van Steenis, 1995). Na ongeveer 60 dagen neemt de bladluipopulatie in alle afdelingen snel toe. Deze toename is gedeeltelijk te verklaren door het warme en zonnige weer van dat moment. De toename is het grootst in de afdeling waar wekelijkse sluipwespintroducties plaatsvinden.

De horizontale verspreiding van bladluizen is zeer gering. Zeker de eerste weken is er alleen binnen de rij een verplaatsing van de bladluizen waarneembaar (zie figuur 6.2). Pas bij hele hoge dichtheden (als er veel gevleugelde individuen gevormd worden) verspreidt de bladluis zich door de hele kas.

De parasiteringspercentages zijn afhankelijk van de hoogte waarop de bladluiskolonies zich bevindt (tabel 6.1). In de toppen en op de onderste bladeren is het parasiteringspercentage duidelijk lager dan in het midden van de

plant.

Een nadeel van het gebruik van graanplanten voor een open kweek is dat de plant vrij frequent vervangen moeten worden. In deze proef is in de periode van begin maart tot eind juni vier keer een nieuwe graanpol ingebracht. Het gebruik van gierst is geen goede oplossing voor dit probleem. Hoewel de gierstplant minder vaak vervangen hoeven te worden dan graan, is de ontwikkeling van de graanluis op gierst zeer langzaam. Veel bladluizen gaan dood en er kan geen goede produktie van natuurlijke vijanden worden verkregen.

Tabel 6.1

Parasiteringspercentages in bladluiskolonies op verschillende hoogtes in de plant.

hoogte (cm)	aantal bladeren met bladluis	aantal bladeren met mummies	parasiteringspercentage
0-40	54	9	17
40-80	99	32	32
80-120	107	59	55
120-160	202	127	63
160-200	223	65	29
200-240	80	7	9

6.4 CONCLUSIES

- * Ook een open kweek systeem geeft een goede bestrijding van *Myzus nicotianae*.
- * Wanneer de open kweek ruim voor de bladluisinfectie gestart wordt, zal de bestrijding van bladluis waarschijnlijk nog beter verlopen.
- * De bestrijding van bladluizen verloopt in de kop van de plant en onderin de plant minder goed.

LITERATUUR

- BENNISON, J.A. (1992). Biological control of aphids on cucumbers use of open rearing systems or "banker plants" to aid establishment of *Aphidius matricariae* and *Aphidoletes aphidimyza*. *Mededelingen van de Faculteit Landbouwwetenschappen Universiteit Gent* 57/2b: 457-466.
- HUBERS, M.J.M. (1995). Introductie van natuurlijke vijanden van tabaksperzikluis met behulp van open kweken op graanluis. Stageverslag Agrarische Hogeschool Delft, Proefstation voor Bloemisterij en Glasgroente Naaldwijk.
- VAN STEENIS, M.J. (1992). Biologische bestrijding katoenluis mogelijk. *Groenten + Fruit / Glasgroenten* 2/7: 30-31.
- VAN STEENIS, M.J. (1995). Evaluation and application of parasitoids for biological control of *Aphis gossypii* in glasshouse cucumber crops. Proefschrift, Vakgroep Entomologie, Landbouwniversiteit Wageningen.

7 GEÏNTEGREERDE BESTRIJDING VAN BLADLUIS IN PAPRIKA (3316.12)

7.1 INLEIDING

In verband met praktijkproeven die volgend jaar gedaan worden, is het van belang meer over de verspreiding van bladluizen in praktijksituaties te weten, met name om een geschikte bemonsteringsmethode te kunnen bepalen. Het tellen van individuele bladluizen is zeer tijdrovend. In chrysanten is aangetoond dat incidentietellingen (% planten met bladluis) ook een goede indicatie geven van de bladluisdichtheid (Guldemond, 1993).

Tot nu toe is het bladluisonderzoek uitgevoerd in kassen met een maximale oppervlakte van circa 100 m². Deze kassen zijn te klein om een duidelijk beeld van de praktijksituatie te verkrijgen. Bovendien kan in grotere kassen beter bekeken worden hoe een aantal maatregelen uitwerken op het verloop van de biologische bladluisbestrijding.

7.2 MATERIAAL EN METHODEN

De proef is uitgevoerd in een kas van circa 400 m² met 441 paprikaplanten (cv. 'Mazurka'). De planten zijn gezaaid op 2 november 1994 en geplant op 22 november 1994. De sluipwespen worden via een open kweek in de kas losgelaten. Bij het optreden van hyperparasieten wordt overgeschakeld op het gebruik van galmuggen.

Wekelijks worden alle planten nagelopen en wordt in ieder geval per plant het aantal bladeren met bladluis genoteerd. Bij een deel van de planten wordt bovendien het aantal bladluizen per plant genoteerd.

Op 16 en 19 april zijn de sluipwespen bij de open kweek gezet (10 mannetjes en 10 vrouwtjes per keer). Op 8 en 18 mei, 2 en 8 juni en 10 juli zijn er nieuwe graanluizen bij de open kweek gezet. De eerste kolonie *Myzus nicotianae* is gevonden op 8 mei.

De overige plagen zijn ook biologische bestreden. Er is een eenmalige introductie van *Orius* en *Amblyseius degenerans* tegen trips en een eenmalige introductie van *Encarsia formosa* tegen witte vlieg gedaan. Waar nodig is *Phytoseiulus persimilis* tegen spint ingezet.

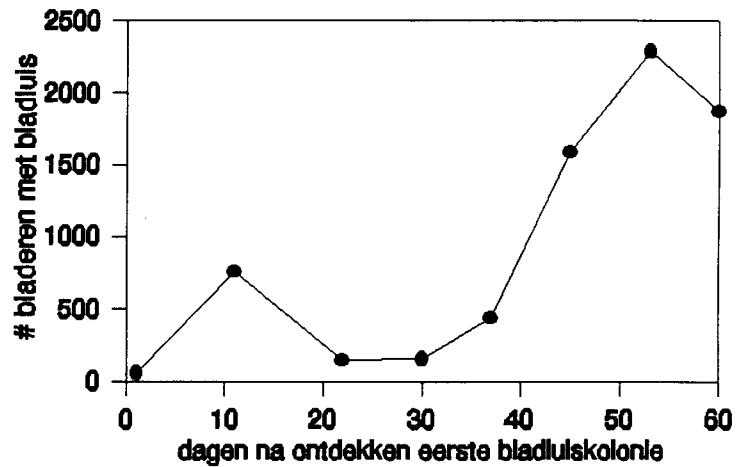
7.3 RESULTATEN EN DISCUSSIE

De ontwikkeling van de totale *M. nicotianae*-populatie (aantal bladeren met bladluis) is weergegeven in figuur 7.1. In eerste instantie verliep de biologische bestrijding zeer goed. Het aantal bladluizen bleef zeer laag en er was geen schade aan het gewas waarneembaar. Na 50 dagen (eind juli) nam het aantal bladluizen snel toe, door het warme weer van dat moment. Bladluizen ondervinden minder hinder van hoge temperaturen dan sluipwespen. Bovendien werden op dit moment werden veel hyperparasieten (voornamelijk *Dendrocerus aphidum*) waargenomen. Er is toen niet tijdig ingegrepen door bijvoorbeeld galmuggen in te zetten op de open kweek, zodat de werking van *A. colemani* danig is belemmerd.

Behalve tabaksperzikluis is er ook een aantasting van boterbloemluis (*Aulacorthum solani*) en aardappeltopluis (*Macrosiphum euphorbiae*) geweest. Op deze soorten is geen parasitering gevonden en op 1 juli (50 dagen na de eerste tabaksperzikluis gevonden is) is tegen deze bladluissoorten pirimor gerookt. Na deze behandeling zijn deze twee

bladluisoorten niet meer waargenomen. De resistentie van *M. nicotianae* tegen pirimor is zeer groot, er is totaal geen effect op de rode luis populatie gevonden (Figuur 7.1).

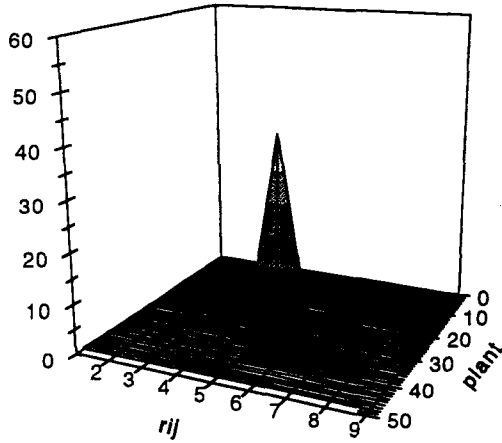
Figuur 7.1
Totaal aantal bladeren met bladluis (*Myzus nicotianae*) in de loop van de tijd. De eerste bladluizen zijn op 8 mei gevonden.



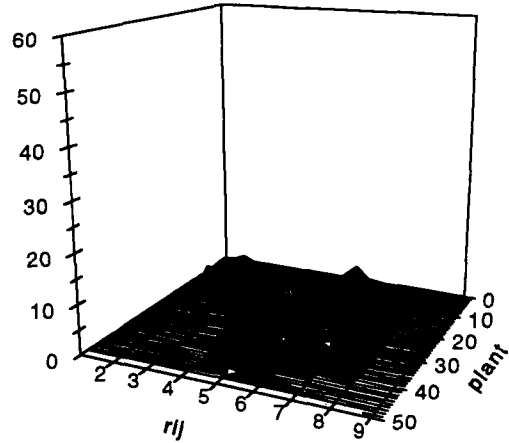
In figuur 7.2 is te zien hoe de bladluizen zich, vanuit de eerste waargenomen kolonie, in de loop van de tijd verspreiden over de kas. Tussen 8 mei en 6 juni was het aantal bladluizen betrekkelijk laag en veranderde de verdeling van bladluizen van veel bladluizen op enkele planten tot een klein aantal bladluizen op meerdere planten. Na 6 juni nam het aantal bladluizen snel toe en verspreidde zich over de gehele kas.

Het verband tussen het aantal bladluizen per blad en het aantal bladeren met bladluis is niet altijd even duidelijk (Figuur 7.3). Wanneer de bladluisdichtheid op de bladeren hoog is (zoals op 18 mei en 1 augustus) is er een duidelijke relatie tussen het aantal bladeren met bladluis en het aantal bladluizen per blad. Bij lage dichtheden is het verband minder duidelijk (zie figuur 7.3, 13 juni en 12 juli) en is de spreiding relatief groot. Omdat het hier om kleine hoeveelheden bladluizen gaat kan desalniettemin gesteld worden dat het mogelijk is om via het tellen van het aantal bladeren met bladluis een goed beeld van de bladluispopulatie te krijgen.

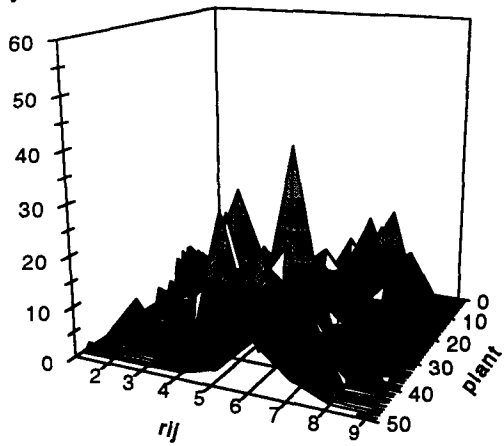
8 mei, aantal bladeren met bladluis



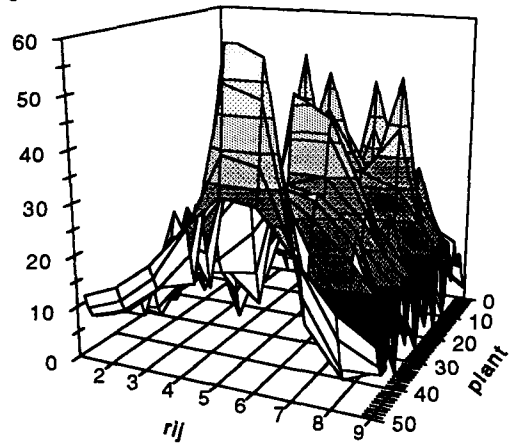
6 juni, aantal bladeren met bladluis



5 juli, aantal bladeren met bladluis

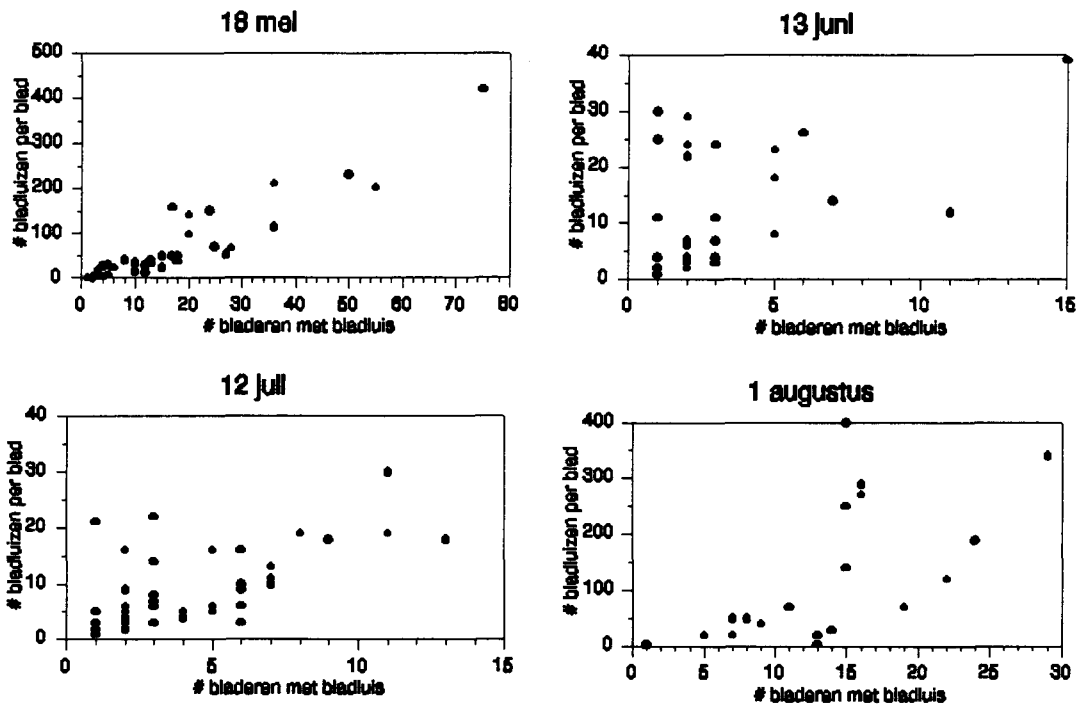


1 augustus, aantal bladeren met bladluis



Figuur 7.2

Verspreiding van *Myzus nicotianae* kolonies door de kas. Er zijn vier tijdstippen over een periode van drie maanden weergegeven.

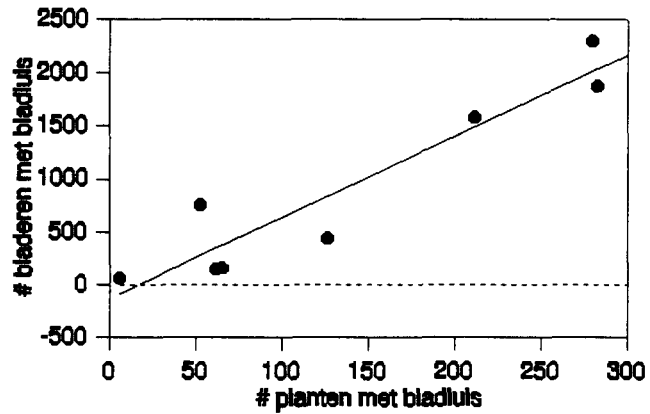


Figuur 7.3

Verband tussen het aantal bladeren met bladluis en het aantal bladluizen per blad op verschillende waarnemingsdata. Ieder punt is een plant.

Zelfs wanneer alleen het aantal bladeren met bladluis geteld wordt, is de hoeveelheid tijd die in het monsteren gestoken moet worden zeer groot. Er is daarom ook gekeken of er een relatie is tussen het totaal aantal bladeren met bladluis in de kas en het aantal planten met bladluis (incidentie) (Figuur 7.4). Er is een duidelijk rechtlijnig verband tussen deze twee waarnemingsmethodes en op basis van incidentie kan dus al een vrij duidelijk beeld van de bladluispopulatie verkregen worden. Omdat het verband tussen het aantal bladeren met bladluis en het aantal bladluizen per blad niet geheel betrouwbaar is, kan nog een betere schatting verkregen worden bij een aantal bladeren te tellen hoeveel bladluizen er op dat blad zitten.

Figuur 7.4
Verband tussen het aantal bladeren met bladluis en het aantal planten met bladluis op verschillende waarnemingsdata.



Tijdens deze proef is bij alle planten het aantal bladeren met bladluis geteld. Dit zal in de praktijk niet mogelijk zijn. De minimale steekproefgrootte die nodig is om een betrouwbaar beeld van de bladluispopulatie te krijgen, hangt af van de mate van clustering van de bladluizen. De ruimtelijke verdeling van een populatie kan worden bekeken met Taylor's Power Law (Taylor *et al*, 1978):

$$s^2 = a * m^b$$

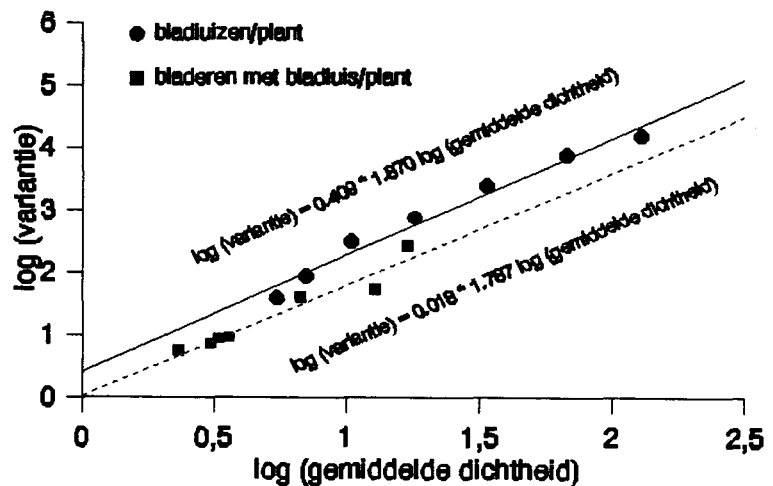
hierin geldt: s^2 = variantie van de steekproef en m = gemiddelde dichtheid in de steekproef. De parameters a en b kunnen door middel van lineaire regressie geschat worden door de formule om te zetten in:

$$\log(s^2) = a' + b * \log(m)$$

De waarde van b zegt iets over de mate van clustering, als $b > 1$ is de verdeling van bladluizen geclusterd (Taylor, 1961). De aggregatie van *Myzus nicotianae* op plant niveau komt met beide bemonsteringsmethodes duidelijk naar voren ($b = 1.870$ bij bladluistellingen en $b = 1.787$ bij tellingen van bladeren met bladluis).

Door de geclusterde verdeling van bladluizen zal deze zeer groot zijn. Bij incidentietellin-

Figuur 7.5
Relatie tussen de gemiddelde dichtheid en de steekproefvariantie op verschillende waarnemingsdata.



gen (aantal planten met bladluis) is de benodigde monstergrootte afhankelijk van de incidentie. Nachman (1981) heeft een formule beschreven waarmee het verband tussen bladluisdichtheid en incidentie van bladluizen in graan bepaald kan worden:

$$\log \mu = a_0 + a_1 * \log\left(\ln\left(\frac{1}{1-P}\right)\right)$$

In deze formule is μ de gemiddelde dichtheid en P de incidentie. Voor de gegevens uit deze proef gold: $a_0 = 3,214$ en $a_1 = 0,845$ ($r^2 = 0,79$). Ward *et al* (1985) hebben laten zien dat nu de minimale monstergrootte afgeleid kan worden uit de formule:

$$n \geq \frac{a_1^2 * P}{c^2 * [\ln(1-P)]^2 * (1-P)}$$

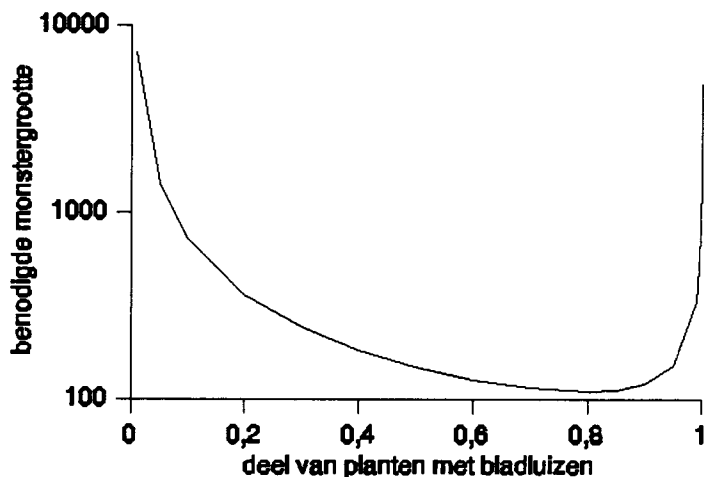
Hierin is n de minimale monstergrootte, c de onnauwkeurigheid van de schatting en P de incidentie. De relatie tussen de minimale monstergrootte en de incidentie is weergegeven in figuur 7.6 bij een nauwkeurigheid van 90% ($c = 0,1$).

Bij lage incidenties (wat bij een goed verlopende biologische bestrijding te verwachten is), hadden er in de kas al meer planten gemonsterd moeten dan de 400 die er in staan, om een betrouwbare schatting van de populatiegrootte te krijgen. Bij hogere incidenties kan met een kwart van de planten volstaan worden.

In de praktijk kan misschien beter gezocht worden naar geïnfecteerde planten (er was een goede relatie tussen het aantal planten met bladluis en het aantal bladluizen). In de buurt van deze planten kunnen dan meer gedetailleerde waarnemingen worden gedaan. Dit geeft dan een redelijk betrouwbare relatieve maat voor het aantal waarnemingen, exacte schattingen zijn moeilijk te verkrijgen zonder met zeer grote monstergroottes te werken.

Figuur 7.6

Minimale monstergroottes die genomen moeten worden bij verschillende incidenties, om een betrouwbare schatting (90%) van de bladluisdichtheid te verkrijgen.



7.4 CONCLUSIES

- * Het introduceren van sluipwespen via een open kweek geeft in ieder geval een groot deel van het seizoen een goede bladluisbestrijding.
- * Een incidentietelling (aantal planten met bladluis) geeft een redelijk goede schatting van de grootte van de bladluispopulatie.
- * Alleen bij zeer grote bladluisdichtheden kan een random monster op basis van incidentietellingen een betrouwbare schatting van het totaal aantal planten met bladluis geven.
- * De beste schatting van het aantal bladluizen in een kas kan waarschijnlijk verkregen worden door het selectief opsporen van planten met bladluis.

LITERATUUR

- GULDEMOND, J.A. (1993). Preliminary results on density and incidence counts of aphids in cut chrysanthemums in the greenhouse. *I.O.B.C./W.P.R.S. Bulletin* **16(8)**: 92-97.
- NACHMAN, G. (1981). A mathematical model of the functional relationship between density and the distribution of an animal population. *Journal of Animal Ecology* **50**: 453-460.
- TAYLOR, L.R. (1961). Aggregation, variance and the mean. *Nature* **189**: 732-735.
- TAYLOR, L.R.; WOIWOD, I.P. & PERRY, J.N. (1978). The density-dependence of spatial behaviour and the rarity of randomness. *Journal of Animal Ecology* **47**: 383-406.
- WARD, S.A.; RABBINGE, R. & MANTEL, W.P. (1985). The use of incidence counts for estimation of aphid populations. 1. Minimum sample size for required accuracy. *Netherlands Journal of Plant Pathology* **91**: 93-99.