



# Selectie en evaluatie van nieuwe natuurlijke vijanden voor preventieve bestrijding van bladluis in de glastuinbouw

Gerben J. Messelink, Jesica Pérez-Rodríguez, Nathan Koedijk, Marijke Koornneef, Denise Sewkaransing en Ada Leman

Rapport WPR-1296

## Referaat

Dit rapport geeft de resultaten weer van het vier jaar durende project 'Stabiele ecosystemen voor beheersing van opkomende plagen in kassen' dat liep van 2020 tot en met 2023. In ons onderzoek hebben we geprobeerd de mogelijkheden voor biologische bestrijding van bladluis te verbeteren met aanvullende soorten. Dit heeft twee interessante nieuwe kandidaten opgeleverd, namelijk het driehoekkapoentje, *Scymnus interruptus* en het bont gaasvliegje, *Micromus variegatus*. Bij preventieve inzet kunnen beide soorten nieuwe bladluishaarden onderdrukken. Het voordeel van *S. interruptus* is dat deze soort lange periode zonder bladluis kan overbruggen met alleen stuifmeel en nectar van de paprikabloemen. De gaasvlieg *M. variegatus* bleek in komkommer een goede kandidaat te zijn voor het lokaliseren van nieuwe bladluishaarden. In roos was de bestrijding van aardappeltopluis het meest succesvol met de sluipwespen *Praon volucre* en *Aphelinus abdominalis*.

## Abstract

This report presents the results of the four-year project 'Stable ecosystems for control of emerging pests in greenhouses' in the period 2020 to 2023. We aimed to improve the options for biological control of aphids with additional species. This has yielded two interesting new candidates, the red-flanked ladybird beetle *Scymnus interruptus* and the brown lacewing, *Micromus variegatus*. When used preventively, both species can suppress new outbreaks of aphids. The advantage of *S. interruptus* is their ability to survive a long period without aphids using only pollen and nectar from the pepper flowers. The lacewing *M. variegatus* turned out to be a good candidate in cucumber for locating new aphid hotspots. The control of potato aphid was in roses most successful with the parasitic wasps *Praon volucre* and *Aphelinus abdominalis*.

## Rapportgegevens

Rapport WPR-1296

Projectnummer: 3742286800/LWV19100

BO-nummer: BO-56-001-052

DOI: <https://doi.org/10.18174/650171>

Dit project is mede tot stand gekomen door de bijdrage van het Ministerie van LNV via de Topsector T&U, stichting KIJK, de gewascoöperaties paprika, komkommer en roos. De producenten van natuurlijke vijanden Koppert, Viridaxis en Bioplanet hebben in natura bijgedragen aan het project.



Koppert

BIOPLANET



## Disclaimer

© 2024 Wageningen, Stichting Wageningen Research, Wageningen Plant Research, Business unit Glastuinbouw, Postbus 20, 2665 MV Bleiswijk T 0317 48 56 06, [www.wur.nl/plant-research](http://www.wur.nl/plant-research).

Kamer van Koophandel nr.: 09098104

BTW nr.: NL 8113.83.696.B07

Stichting Wageningen Research. Alle rechten voorbehouden. Niets uit deze uitgave mag worden verveelvoudigd, opgeslagen in een geautomatiseerd gegevensbestand, of openbaar gemaakt, in enige vorm of op enige wijze, hetzij elektronisch, mechanisch, door fotokopieën, opnamen of enige andere manier zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van Stichting Wageningen Research.

Stichting Wageningen Research aanvaardt geen aansprakelijkheid voor eventuele schade voortvloeiend uit het gebruik van de resultaten van dit onderzoek of de toepassing van de adviezen.

## Adresgegevens

### Wageningen University & Research, BU Glastuinbouw

Postbus 20, 2665 ZG Bleiswijk

Violierenweg 1, 2665 MV Bleiswijk

T +31 (0)317 - 48 56 06

F +31 (0)10 - 522 51 93

[glastuinbouw@wur.nl](mailto:glastuinbouw@wur.nl)

[wur.nl/glastuinbouw](http://wur.nl/glastuinbouw)

---

# Inhoud

<b>Voorwoord</b>	<b>5</b>
<b>Samenvatting</b>	<b>7</b>
<b>1 Inleiding</b>	<b>9</b>
<b>2 Selectie van nieuwe bladluisbestrijders</b>	<b>10</b>
2.1 Inleiding	10
2.2 Materiaal en methoden	11
2.2.1 Verzamelen en predatietesten	11
2.2.2 Vestiging op planten met bladluis	12
2.3 Resultaten	12
2.3.1 Vestiging op planten met bladluis	14
2.4 Conclusies	15
<b>3 Evaluatie van 2 nieuwe natuurlijke vijanden voor preventieve bladluisbestrijding in paprika</b>	<b>16</b>
3.1 Inleiding	16
3.2 Materiaal en methoden	16
3.2.1 Overleving op alternatieve voedselbronnen	16
3.2.2 Bestrijding van bladluis	16
3.3 Resultaten	19
3.3.1 Overleving op alternatieve voedselbronnen	19
3.3.2 Bestrijding van bladluis	21
3.4 Discussie en conclusies	26
<b>4 Vestiging van nieuwe bestrijders in de paprikateelt</b>	<b>27</b>
4.1 Inleiding	27
4.2 Materiaal en methoden	27
4.2.1 Effect van schuildoosjes op de eileg van <i>Scymnus interruptus</i>	27
4.2.2 Effect van schuildoosjes op bladluisbestrijding met <i>Scymnus interruptus</i>	28
4.2.3 Vestiging in een kascompartiment met schuilplekken	28
4.2.4 Inzet op een praktijkbedrijf	30
4.3 Resultaten	31
4.3.1 Effect van schuildoosjes op de eileg van <i>Scymnus interruptus</i>	31
4.3.2 Effect van schuildoosjes op bladluisbestrijding met <i>Scymnus interruptus</i>	32
4.3.3 Inzet in kasteelten en praktijk	33
4.3.4 Praktijkproef	35
4.4 Conclusies en discussie	36
<b>5 Interacties met andere bestrijders</b>	<b>37</b>
5.1 Inleiding	37
5.2 Materiaal en methoden	38
5.2.1 Laboratoriumtesten	38
5.2.2 Kasproef met individuele planten	38
5.3 Resultaten	40
5.3.1 Laboratoriumproeven	40
5.3.2 Kasproef	41
5.4 Conclusies en discussie	41

---

<b>6</b>	<b>Zoekefficiëntie bestrijders in komkommer</b>	<b>42</b>
6.1	Inleiding	42
6.2	Materiaal en methoden	42
6.2.1	Kasproef met sluipwespen	42
6.2.2	Overleving sluipwespen in afwezigheid van bladluis	43
6.2.3	Kasproef met predatoren	44
6.3	Resultaten	45
6.3.1	Kasproef met sluipwespen	45
6.3.2	Overleving sluipwespen in afwezigheid van bladluis	47
6.3.3	Kasproef met predatoren	48
6.4	Conclusies en discussie	51
<b>7</b>	<b>Bestrijding van aardappeltopluis in roos</b>	<b>52</b>
7.1	Inleiding	52
7.2	Materiaal en methoden	53
7.2.1	Evaluatie soorten kasproef 1	53
7.2.2	Valgedrag aardappeltopluis	54
7.2.3	Kasproef 2: combinaties van natuurlijke vijanden	55
7.3	Resultaten	57
7.3.1	Evaluatie soorten kasproef 1	57
7.3.2	Valgedrag aardappeltopluis	59
7.3.3	Kasproef 2: combinaties van natuurlijke vijanden	61
7.4	Conclusies en discussie	63
<b>8</b>	<b>Conclusies en aanbevelingen</b>	<b>64</b>
	<b>Literatuur</b>	<b>66</b>

---

# Voorwoord

Dit rapport geeft de resultaten weer van het vier jaar durende project 'Stabiele ecosystemen voor beheersing van opkomende plagen in kassen' dat liep van 2020 tot en met 2023. Het onderzoek werd gefinancierd door het Ministerie van LNV via de Topsector T&U, stichting KIJK en de gewascoöperaties paprika, komkommer en roos. De producenten van natuurlijke vijanden Koppert, Viridaxis en Bioplanet droegen in natura bij aan het project. Het project werd gecoördineerd door Glastuinbouw Nederland. We willen alle projectpartners en BCO-leden van het project hartelijk danken voor hun actieve inzet en meedenken in het onderzoek. Naast deze partners willen we ook Entocare bedanken voor het beschikbaar stellen van het schaakbordlieveheersbeestje voor de zoekproeven in komkommer. Verder zijn we dank verschuldigd aan de studenten Reinier Valstar en Fabio Dorn die hebben bijgedragen aan het onderzoek in paprika. Tot slot dank aan alle collega's die regelmatig bijsprongen bij alle proeven: Angelos Mouratidis, Kyra Vervoorn, Marcel Heijkoop, Hessel van der Heide en Elena Leonard.



---

# Samenvatting

De preventieve inzet en het in stand houden van populaties natuurlijke vijanden is in veel teelten in de glastuinbouw de belangrijkste pijler in een weerbaar teeltsysteem (Messelink and Kruidhof 2019). Deze preventieve inzet en vestiging van natuurlijke vijanden noemen we ook wel een “standing army”, verwijzend naar leger van natuurlijke vijanden dat klaar staat voor biologische bestrijding van plagen (Messelink et al. 2014). Biologische bestrijding verschuift met deze inzet meer richting een ecosysteem dat idealiter zelfregulerend en in staat is om opkomende plagen snel te onderdrukken. In de praktijk zijn dit soort ecosystemen met biologische bestrijders nog lang niet zo robuust. In dit project hebben we gekeken of de huidige strategieën voor biologische bestrijding van bladluis versterkt kunnen worden met preventieve inzet van aanvullende biologische bestrijders. In dit onderzoek zijn twee soorten nieuwe natuurlijke vijanden uitgebreid geëvalueerd voor de bestrijding van perzikluis *Myzus persicae* in paprika, namelijk het driehoekkapoentje, *Scymnus interruptus* en het bont gaasvliegje *Micromus variegatus*. Beide soorten lijken veel potentie te bieden voor preventieve bestrijding van bladluis in paprika. *Scymnus interruptus* blijkt zeer lang te kunnen overleven op stuifmeel en nectar van paprikabloemen. Negentig procent van de volwassen was na 100 dagen nog in leven. Dit is erg gunstig voor preventieve inzet, omdat paprika voortdurend bloeit en dit voedsel dan dus altijd aanwezig is. De gaasvlieg *M. variegatus* kan ook enkele weken overleven op stuifmeel en nectar van paprikabloemen, maar overleeft beter in aanwezigheid van een hoogwaardige voedselbron zoals meelmoteieren (*Ephestia kuehniella*). Bij preventieve inzet waren deze soorten erg succesvol bij de bestrijding van bladluis. Het viel hierbij wel op dat er vaak een kantelpunt wordt bereikt bij de bestrijding. In sommige kooien werd bladluis volledig bestreden en in sommige kooien schoten de bestrijders net te kort, waardoor bladluis zich vervolgens explosief kon ontwikkelen. In dat geval is de numerieke response van deze predatoren te traag om bladluis snel te bestrijden en is inzet van een aanvullende natuurlijke vijand nodig. De galmug *Aphidoletes aphidimyza* is daar zeer geschikt voor. In de behandelingen waar deze galmug werd toegevoegd aan de gaasvliegen en lieveheersbeestjes werd bladluis uiteindelijk beter bestreden dan bij de behandelingen met alleen gaasvliegen of lieveheersbeestjes. De verschillende bestrijders kunnen op deze manier elkaar aanvullen in een strategie om zowel preventief als curatief bladluis biologisch te bestrijden. Preventieve vestiging van het driehoekkapoentje *S. interruptus* kon verbeterd worden met het aanbieden van schuildoosjes. Deze bleken een stimulans te zijn voor de eileg, wat resulteerde in hoge dichtheden van larven op de planten met deze schuildoosjes. De vestiging van het driehoekkapoentje *S. interruptus* kan op praktijkbedrijven mogelijk verbeterd worden door het aanbieden van dit soort schuildoosjes. Bij inzet van de nieuwe soorten is het goed te weten wat de interacties zijn met andere predatoren. In een laboratoriumproef hebben we aangetoond dat *O. laevigatus* in potentie een predator is van zowel *S. interruptus* als *M. variegatus*, en dus de bladluisbestrijding zou kunnen verstoren. In een kasproef met een complexere omgeving van bloeiende paprikaplanten en andere prooien was deze nevenwerking echter niet aanwezig. De combinatie van *S. interruptus* met *O. laevigatus* bleek juist positief en resulteerde in een betere bestrijding van bladluis dan bij de predatoren afzonderlijk.

In komkommer is vooral gekeken naar de mogelijkheden voor snelle detectie van beginnende haarden van katoenluis *Aphis gossypii* met natuurlijke vijanden. Dit onderzoek heeft laten zien dat de strategie om kleine bladluishaarden zo snel te bestrijden met preventieve inzet van natuurlijke vijanden in principe kan met zowel sluipwespen als bladluispredatoren. Bij de sluipwespen bleek *Aphidius colemani* het goed te doen in een zomerproef, maar in een najaarsproef bleek een verrassend groot aandeel van de katoenluis geparasiteerd te zijn door *Aphidius matricariae*. Op basis van onze studie lijkt het een goede strategie te zijn om naast *A. colemani* ook *A. matricariae* in te zetten. De levensduur van sluipwespen kan verlengd worden met het aanbieden van suikers. In een laboratoriumproef hebben we echter laten zien dat de capaciteit van *A. colemani* om nog bladluizen te kunnen parasiteren na 5 dagen dramatisch daalt, mogelijk omdat ze een deel van hun eieren gebruiken voor hun energievoorziening (Pan et al. 2017). Dit wetende lijkt het dus verstandig om voor een preventieve strategie van bladluisbestrijding minimaal 2x per week verse sluipwespen in te zetten en deze te voorzien van honingwater of een andere suikerbron. Naast sluipwespen is ook de bekende galmug *A. aphidimyza* zeer geschikt om haarden bladluis op te sporen. In ons onderzoek werden eieren al binnen een dag in bladluishaarden gevonden. Wel kwam duidelijk naar voren dat

---

galmuggen een sterke voorkeur hebben voor de grotere bladluishaarden. Kleinere bladluishaarden zullen dus eerder ontsnappen aan deze predatoren wanneer er ook grotere bladluishaarden aanwezig zijn. Van de overige geteste nieuwe predatoren gaf de gaasvlieg *M. variegatus* een mooi resultaat. De volwassenen en eieren van deze gaasvlieg werden in bijna evenveel haarden teruggevonden als bij de galmug en deze soort lijkt dus interessant om naast sluipwespen en galmuggen preventief in te zetten. In de toekomst zou dat mogelijk kunnen vanuit een bankerplantsysteem, maar dit vraagt verder onderzoek om dat te ontwikkelen. De verwante soort *M. angulatus*, die momenteel commercieel beschikbaar is, werd net als de lieveheersbeestjes *P. quatuordecimpunctata* (P14) en *Scymnus interruptus* nauwelijks teruggevonden.

Tot slot is in roos een reeks van bestaande en nieuwe natuurlijke vijanden getest voor bestrijding van de aardappeltopluis *Macrosiphum euphorbiae*. De sluipwesp *Aphidius ervi* is een soort die vaak wordt geadviseerd voor de bestrijding van aardappeltopluis, maar onze experimenten laten zien dat de sluipwespen *Praon volucre* en *Aphelinus abdominalis* veel betere kandidaten zijn. Een mogelijke verklaring van de matige parasitering van aardappeltopluis door *A. ervi* in onze proeven is de aanwezigheid van bacteriële endosymbionten. Dit zijn bacteriën die facultatief aanwezig zijn in bladluizen en in sommige gevallen bladluizen compleet resistent kunnen maken (Oliver et al. 2003). Ook in onze kloon van aardappeltopluis werd een endosymbiont gevonden, namelijk *Regiella insecticola*. De kleine sluipwesp *A. abdominalis* is geschikt voor een langdurige strategie voor aardappeltopluisbestrijding in roos. De wespen doen aan gastheervoeding en kunnen lang overleven, zoals ook aangetoond in onze studie. In onze proeven werden ook altijd meer mummies teruggevonden bij deze soort dan bij *P. volucre* of *A. ervi*. Combinaties van natuurlijke vijanden kunnen de bestrijding van aardappeltopluis mogelijk versterken.

De alom bekende galmug *A. aphidimyza* is een andere sterke kandidaat voor bestrijding van bladluis. Deze soort is juist erg voorzichtig bij benadering van bladluiskolonies, waardoor er weinig verstoring optreedt. De combinatie met de sluipwespen *P. volucre* en *A. abdominalis* lijkt een sterke combinatie te zijn, hoewel er wel minder sluipwespummies werden gevonden wanneer er ook galmuggen aanwezig waren. Samenvattend is ons advies voor de bestrijding van aardappeltopluis om als basisstrategie de galmug *A. aphidoletes* gecombineerd in te zetten met de sluipwespen *P. volucre* en *A. abdominalis*.



---

# 1 Inleiding

De preventieve inzet en het in stand houden van populaties natuurlijke vijanden is in veel teelten in de glastuinbouw de belangrijkste pijler in een weerbaar teeltsysteem (Messelink and Kruidhof 2019). Deze preventieve inzet en vestiging van natuurlijke vijanden noemen we ook wel een "standing army", verwijzend naar leger van natuurlijke vijanden dat klaar staat voor biologische bestrijding van plagen (Messelink et al. 2014). Biologische bestrijding verschuift met deze inzet meer richting een ecosysteem dat idealiter zelfregulerend en in staat is om opkomende plagen snel te onderdrukken. In de praktijk zijn dit soort ecosystemen met biologische bestrijders nog lang niet zo robuust. De bestrijding van veel plaagorganismen zoals bladluis, wittevlies, wol- en schildluis is daarom noodzakelijkerwijs nog deels afhankelijk van inzet van chemische gewasbeschermingsmiddelen. In dit project hebben we gekeken of de huidige strategieën voor biologische bestrijding van bladluis versterkt kunnen worden met preventieve inzet van aanvullende biologische bestrijders.

De huidige biologische bestrijding van bladluis leunt vooral op inzet van sluipwespen en de galmug *Aphidoletes aphidimyza*. Sluipwespen kunnen zeer effectief zijn in de bestrijding van bladluis, maar hun populatieopbouw kan volledig worden afgeremd door hyperparasitoïden (secundaire sluipwespen die primaire sluipwespen parasiteren) (Acheampong et al. 2012, Bloemhard et al. 2014). Ook galmuggen kunnen effectief zijn, mits niet verstoord door hyperpredatoren (e.g. roofmijten) (Messelink et al. 2011). Van generalistische predatoren, veelal roofwantsen, wordt het effect op de bladluisbeheersing al snel minder door de aanwezigheid van andere prooien of bij te grote haardkolonies. Voor een effectieve plaagbestrijding is het een uitdaging het ecosysteem zo in te richten dat er een stabiel en zelfregulerend systeem van bestrijding ontstaat waarbij deze versturende interacties geminimaliseerd worden. Veel studies laten zien dat, ondanks versturende onderlinge interacties, een grotere mate van diversiteit van natuurlijke vijanden over het algemeen gunstig is voor de bestrijding van plagen (Cardinale et al. 2003, Snyder et al. 2006, Letourneau et al. 2009). De bestrijding van bladluis is bijvoorbeeld vaak effectiever met meerdere soorten lieveheersbeestjes dan met slechts een of twee soorten, doordat ze elkaar aanvullen in de tijd of op de plek waar ze in de plant foerageren (Snyder 2009). In een recente meta-analyse van 51 studies is specifiek gekeken naar complementaire eigenschappen van predatoren en de invloed daarvan op plaagbestrijding (Greenop et al. 2018). De studies lieten duidelijk zien dat functionele diversiteit op basis van predatoreigenschappen betreffende de breedte van het prooidieet, de manier van prooibenadering en habitatvoorkeur leidde tot een betere plaagbestrijding dan bij de meest effectieve bestrijder afzonderlijk. Het is dus van belang om niet zomaar in het wilde weg de diversiteit van natuurlijke vijanden te vergroten, maar specifiek te kijken naar complementaire eigenschappen tussen bestrijders. Bladluisbestrijders zoals sluipwespen, zweefvliegen, gaasvliegen, galmuggen, lieveheersbeestjes en generalistische roofwantsen kunnen complementair zijn door te verschillen in 1) activiteit gedurende de dag en nacht, 2) grenswaarden voor activiteit bij hoge en lage temperaturen, 3) activiteit gedurende het teeltseizoen in het jaar, 4) habitatsvoorkeur in de plant (bijv. laag of hoog in het gewas, schuilplekken dag/nacht, alternatieve voedselplekken), 5) hun voorkeur voor haardgrootte voor ovipositie en predatie of 6) de manier waarop ze hun prooi benaderen (sterk versturend of sluipend) en de bijbehorende consequenties voor het gedrag van bladluis.

In dit onderzoek zijn twee soorten nieuwe natuurlijke vijanden uitgebreid geëvalueerd voor de bestrijding van perzikluis in paprika. In komkommer is vooral gekeken naar de mogelijkheden voor snelle detectie van beginnende haarden van katoenluis met natuurlijke vijanden. Tot slot is in roos een reeks van bestaande en nieuwe natuurlijke vijanden getest voor bestrijding van de aardappeltopluis.

---

## 2 Selectie van nieuwe bladluisbestrijders

### 2.1 Inleiding

Zoals betoogd in de algemene inleiding van dit rapport, is er veel voor te zeggen om het aantal soorten natuurlijke vijanden voor plaagbestrijding in kassen te vergroten, omdat verschillende soorten elkaar kunnen aanvullen met functionele verschillen in eigenschappen. Voor bladluis zijn er ontzettend veel soorten natuurlijke vijanden die in de natuur voorkomen en potentie bieden voor biologische bestrijding (Messelink 2022). In onze selectie hebben we vooral gekeken naar soorten die aanvullend zijn op de reeds beschikbare soorten en daarbij hebben we ons hoofdzakelijk beperkt tot de gaasvliegen en lieveheersbeestjes. De reden hiervoor is dat deze soorten ook potentie bieden om preventief te worden ingezet, omdat ze naast bladluis ook kunnen overleven op alternatieve voedselbronnen.

Gaasvliegen (Chrysopidae), kunnen worden beschouwd als generalistische predatoren met een voorkeur voor bladluis. Tot nu toe worden ze op beperkte schaal ingezet voor de biologische bestrijding van bladluis, maar soms ook voor de bestrijding van bladtripsen zoals *Echinothrips americanus* of wolluis. De larven worden met name gebruikt in de kruidenteelt en in laagblijvende gewassen zoals aardbei. In de paprikateelt zetten telers incidenteel larven van gaasvliegen in om een haard met bladluizen te bestrijden. Dit is echter een relatief dure methode omdat de larven vrij snel na de inzet verpoppen en daarna niet meer bijdragen aan de bestrijding. Bovendien wordt er vrijwel nooit een populatieopbouw in kassen waargenomen. Recent kunnen gaasvliegen ook massaal als ei-stadium worden ingezet. Op die manier kan je langer profiteren van het larvale stadium. Een nadeel is dat de larven vrij kannibalistisch zijn, waardoor de effecten beperkt kunnen blijven. Dit is echt een "overkill" strategie om zo snel mogelijk haarden te bestrijden. In de natuur komen verschillende soorten gaasvliegen voor. En veldonderzoek in Zuidwest Europa leverde een lijst van 56 soorten op (Canard et al. 2007). De biologie en het gedrag van deze soorten verschilt onderling sterk. Sommige soorten zijn bijvoorbeeld vooral in bomen te vinden, terwijl andere soorten laag in kruidlagen voorkomen. Er zijn soorten waarvan de volwassen stadia ook bladluis eten en soorten waarbij alleen de larven carnivoren zijn en de volwassenen als vegetariërs door het leven gaan doordat ze uitsluitend stuifmeel en nectar eten. De eieren worden meestal verspreid, maar soms geclusterd afgezet. Groene gaasvliegen zetten de eieren af op steeltjes, maar bruine gaasvliegen direct op het blad. Verder verschillen de soorten waarschijnlijk sterk in voorkeur voor temperatuur en vochtigheid. In hoeverre al deze eigenschappen bepalen of een soort wel of niet geschikt is als bladluisbestrijder in een kasgewas is onbekend. Tot nu toe worden voornamelijk larven van de groene gaasvlieg ingezet, welke worden verkocht onder de naam "*Chrysoperla carnea*". Het is al lange tijd bekend dat deze groene gaasvlieg niet één soort is, maar een complex van verschillende soorten die verschillen in morfologie en het zanggedrag van de mannetjes (Henry et al. 2002). Het is goed mogelijk dat ze niet alleen qua uiterlijk anders zijn, maar ook in hun gedrag en effectiviteit als bladluisbestrijder. In paprika zijn naast *Chrysoperla carnea* 4 andere soorten getest voor de bestrijding van bladluis in kassen (Messelink et al. 2012a): *Chrysoperla affinis*, *Chrysoperla lucasina*, *Micromus variegatus* en *Chrysopa perla*. Het bijzondere van de laatste 2 soorten is dat hier de volwassenen ook bladluis eten. In kooien was vooral *Chrysopa perla* bijzonder effectief. Deze soort wordt momenteel niet gebruikt in plaagbestrijding in kassen, omdat er nog geen bedrijf is dat deze soort produceert. *Micromus variegatus* kan een goede aanvulling zijn op bestrijding van bladluis met sluipwespen, doordat ze wat actiever zijn lager in het gewas waar ze bladluizen kunnen bestrijden die zich na verstoring door sluipwespen laten vallen (Rocca and Messelink 2017). Deze soort wordt al enige tijd in Canada ingezet. Sinds 2022 is een andere bruine gaasvliegsoort beschikbaar voor Nederlandse telers, namelijk *Micromus angulatus*. Net als bij *M. variegatus* zijn ook hier de adulten predatoren van bladluis, wat een groot voordeel is ten opzichte van de groene gaasvlieg. In kasproeven met paprika is een goede bestrijding van bladluis met deze nieuwe gaasvlieg aangetoond (Ntalia et al. 2022).

Naast gaasvliegen zijn lieveheersbeestjes erg interessant om in te zetten voor biologische bestrijding van bladluis. In Nederland komen zo'n zestig soorten voor, waarvan de meeste soorten bladluis eten. In de glastuinbouw werd tot nu toe hoofdzakelijk het tweestippelig lieveheersbeestje *Adalia bipunctata* ingezet. De strategie is dan om larven in te zetten in haarden om bladluis snel te reduceren. Het nadeel is dat deze soort slecht werkt bij lage bladluisdichtheden. Grote lieveheersbeestjes zullen alleen eieren afzetten in haarden van voldoende omvang, zodat hun nakomelingen zich goed kunnen ontwikkelen (mother-knows-best-theorie). Kleinere lieveheersbeestjes daarentegen zullen eerder eieren afzetten bij kleine bladluishaarden en in die zin aanvullend werken (Sloggett 2008). Meer recent is ook het schaakbordlieveheersbeestje *Propylea quatuordecimpunctata* beschikbaar gekomen voor telers. Deze soort is iets kleiner dan het tweestippelig lieveheersbeestjes en is vaak spontaan gevonden bij biologische telers van vruchtgroenten onder glas en kan zich beter handhaven bij lagere bladluisdichtheden dan de grotere soorten zoals het zevenstippelig lieveheersbeestje (Honek et al. 2008). In citrusboomgaarden blijken juist de kleinere soorten lieveheersbeestjes (micro-coccinellidae) het meest belangrijk te zijn voor de bestrijding van bladluis, terwijl ze individueel veel minder vraatzuchtig zijn dan de grotere soorten lieveheersbeestjes (Bouvet et al. 2021).

In dit onderzoek hebben we verschillende soorten nieuwe bestrijders verzameld en in het laboratorium getest op kweekbaarheid en potentie voor bestrijding met korte predatietesten.

## 2.2 Materiaal en methoden

### 2.2.1 Verzamelen en predatietesten

Voor het verzamelen van nieuwe soorten natuurlijke vijanden zijn diverse plekken in de natuur verkend in het voorjaar en de zomer van 2020 (Figuur 2.1). Soorten werden verzameld in voldoende aantallen om mogelijke inteelt te voorkomen. Na het verzamelen werd gepoogd een kweek op te zetten met bladluis en meelmoteieren als voedsel. Ook werden soorten morfologisch (met behulp van experts) en moleculair geïdentificeerd. Bij de soorten lieveheersbeestjes die kweekbaar bleken zijn simpele predatietesten uitgevoerd op bladpansen met een overmaat aan perzikluis met één week oude adulten en larven van het vierde stadium en met bladluisninfen van het derde en vierde stadium. Dit werd uitgevoerd in een klimaatcel bij 25°C en 16/8 L/D-periode. Na 24 uur werd het aantal overlevende bladluizen geteld.



**Figuur 2.1** Verzamelen van natuurlijke vijanden in de natuur.

## 2.2.2 Vestiging op planten met bladluis

Naast predatietesten in het laboratorium zijn proeven met observatie uitgevoerd op paprikaplanten met perzikluis om te bepalen of en waar in de plant de nieuwe natuurlijke vijanden zich gaan vestigen. In een kascompartiment hebben we in totaal 36 bloeiende paprikaplanten in insectenkooien geplaatst. De planten waren 7 weken oud. Tijdens de proef was de gemiddelde temperatuur  $22\text{ °C} \pm 2\text{ °C}$  en 70% RH.

In elke plant hebben we willekeurig drie bladeren geselecteerd en gelabeld: één behoorde tot de bovenste laag (eerste nieuwe groei d.w.z. 15 cm van de top van plant), één van de middelste laag en één van de onderste laag. Op elk blad werden 50 bladluizen van *Myzus persicae* geplaatst van het 3e stadium. In elke plant werden 3 paartjes van een natuurlijke vijand geplaatst van 7-10 dagen oud. Dit werd gedaan voor vijf nieuw verzamelde soorten (Tabel 2.1). Nadat de natuurlijke vijanden waren ingezet, werd elke vier dagen het aantal bladluizen per gelabeld blad en het aantal predatoren (eieren, larven, poppen en volwassenen) in elk blad en elke laag geteld. Verder werden ook alle bestrijders op de kooiwanden geteld. De laatste dag van de proef (na een maand) vond een destructieve bemonsteringsprocedure plaats en werd onder de microscoop het aantal eieren, larven en volwassen predatoren geteld.

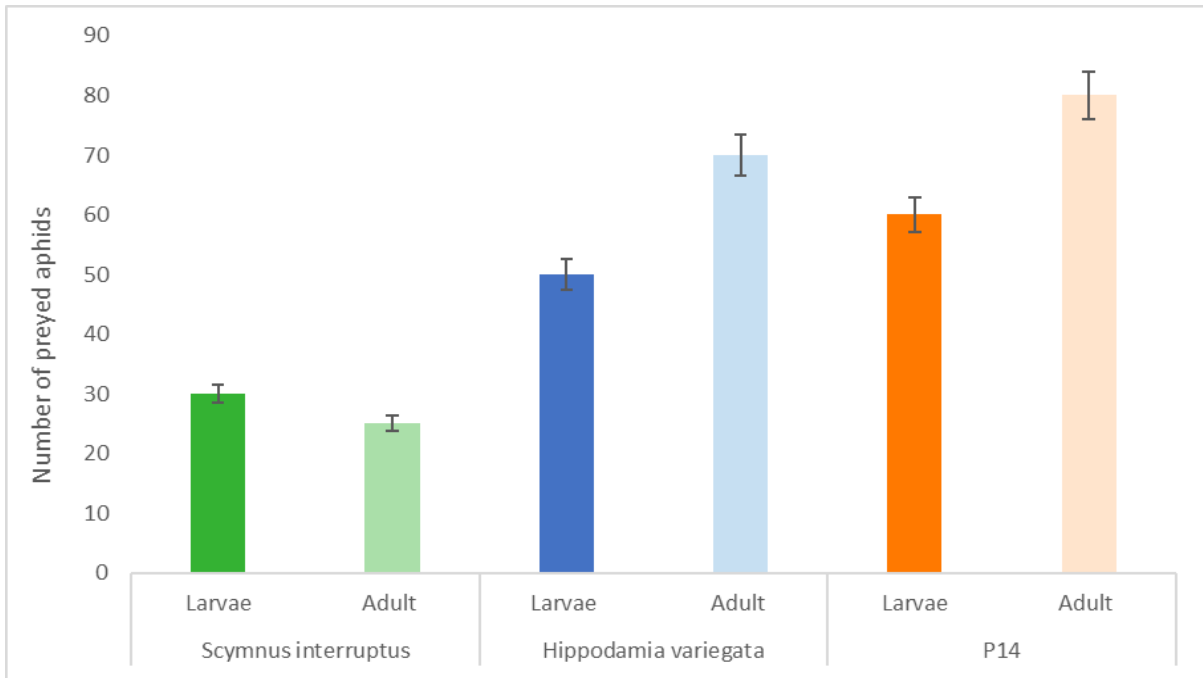
## 2.3 Resultaten

Totaal werden 6 nieuwe soorten natuurlijke vijanden verzameld in de provincie Limburg en de omgeving Bleiswijk (Tabel 2.1).

**Tabel 2.1** Overzicht van verzamelde soorten bladluisbestrijders.

Nederlandse naam	Wetenschappelijke naam	Groep	Bron
Ruigtelieveheersbeestje	<i>Hippodamia variegata</i>	lieveheersbeestjes	Noord-Limburg
Driehoekkapoentje	<i>Scymnus interruptus</i>	lieveheersbeestjes	Stadspark Maastricht
Roestpuntkapoentje	<i>Scymnus ferrugatus</i>	lieveheersbeestjes	Noord-Limburg
Roodkopkapoentje	<i>Scymnus rubromaculatus</i>	lieveheersbeestjes	Bleiswijk
Schaakbordlieveheersbeestje (P14)	<i>Propylea quatuordecimpunctata</i>	lieveheersbeestjes	Nootdorp
Bont gaasvliegje	<i>Micromus variegatus</i>	Gaasvliegen	Bleiswijk
Donkerbruine mierwants	<i>Pilophorus clavatus</i>	Blindwantsen	Noord-Limburg

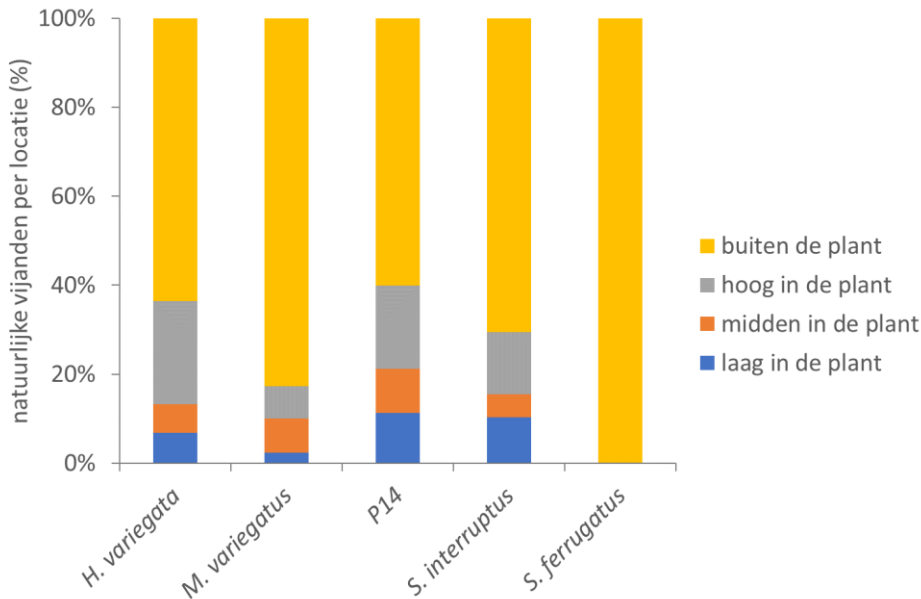
Van deze soorten is het ons niet gelukt om de donkerbruine mierwants te kweken en deze werd dan ook niet verder meegenomen in het onderzoek. Van de andere soorten werd succesvol een kweek gestart en verder opgenomen in het onderzoek. De predatiecapaciteit voor 24 uur werd getest voor het schaaqbordlieveheersbeestjes, het ruigtelieveheersbeestje en het driehoekkapoentje (Figuur 2.2). Dit laat duidelijk zien dat de grootte van het lieveheersbeestje bepalend is voor de predatiecapaciteit. De kleinste soort, *S. interruptus* (1.5-2.2 mm) consumeerde duidelijk minder bladluizen per 24 uur dan de grotere soorten *H. variegata* (3-6 mm) en *P. quatuordecimpunctata* (P14) (3.5-5 mm).



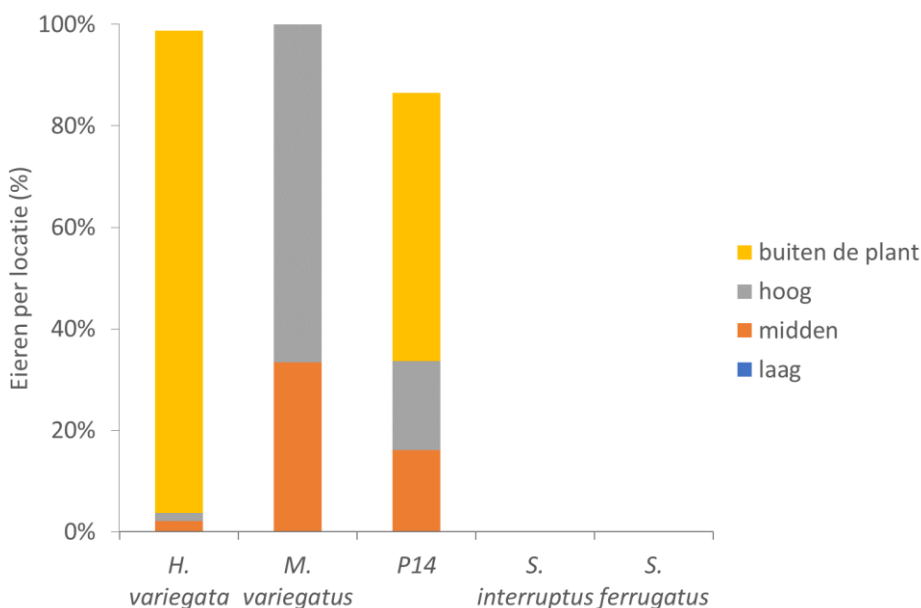
**Figuur 2.2** Aantal geconsumeerde bladluizen van de soort *Myzus persicae* (3<sup>e</sup> en 4<sup>e</sup> nimfale stadium) in 24 uur door adulten en larven van het vierde stadium van 3 soorten lieveheersbeestjes.

### 2.3.1 Vestiging op planten met bladluis

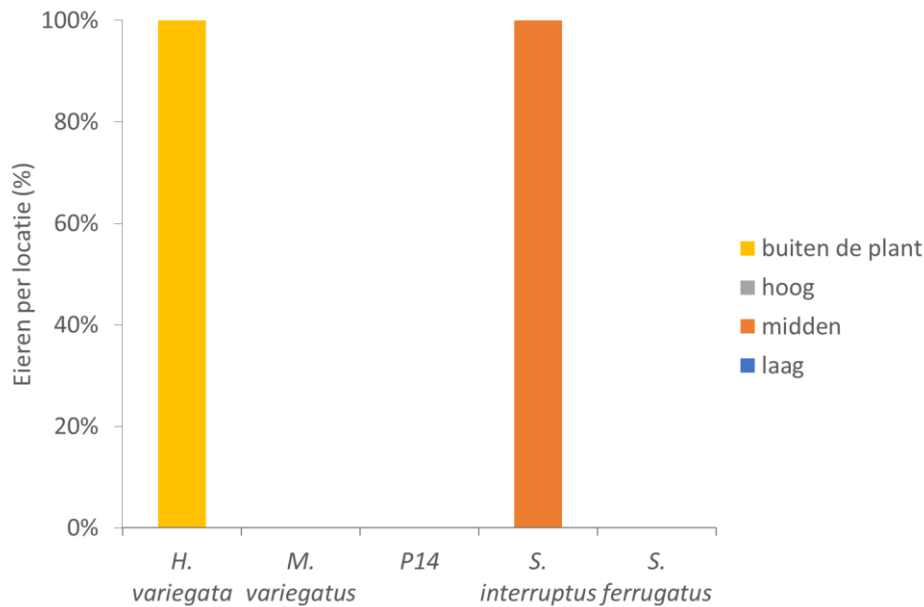
Over het algemeen was de aanwezigheid van de predatoren in de plant voor alle soorten hoger in de bovenste en middelste lagen van de plant dan in de onderste lagen (Figuur 2.3). Meer dan de helft van de natuurlijke vijanden werden waargenomen op de kooiwanden, buiten de plant. De lieveheersbeestjes P14 en *H. variegata* vertoonden een voorkeur voor het leggen van hun eieren buiten de plant (meer dan 50% van de waarnemingen). *Micromus variegatus* legde daarentegen alleen eieren in de plant. Alle drie de soorten gaven de voorkeur aan de bovenste en middelste lagen voor het leggen van eieren, aangezien er geen eieren werden waargenomen in de onderste lagen van de plant. *Scymnus*-eieren werden niet geregistreerd tijdens het niet-destructieve bemonsteringsproces vanwege hun kleinere omvang (Figuur 2.4). Deze eieren werden wel waargenomen bij de eindtelling. Eieren van *S. interruptus* werden alleen in de middelste lagen van de plant waargenomen. Bij *S. ferrugatus* werd géén eileg waargenomen (Figuur 2.5).



**Figuur 2.3** Procentuele verdeling van aanwezigheid van natuurlijke vijanden over 3 locaties in de plant en buiten de plant.



**Figuur 2.4** Procentuele verdeling van eieren van natuurlijke vijanden over 3 locaties in de plant en buiten de plant tijdens de niet-destructieve plantbeoordeling.



**Figuur 2.5** Procentuele verdeling van eieren van natuurlijke vijanden over 3 locaties in de plant en buiten de plant bij de destructieve eindbeoordeling.

## 2.4 Conclusies

Van de nieuw verzamelde soorten bleek *S. ferrugatus* zich niet te reproduceren op paprikaplanten. De andere geteste soorten lijken allemaal potentie te hebben als bladluisbestrijder. Om het onderzoek enigszins af te bakenen is besloten om met 2 nieuwe bestrijders verder te gaan in vervolgprouven, namelijk met het driehoekkapoentje, *Scymnus interruptus* en het bont gaasvliegje *Micromus variegatus* (Figuur 2.6). Het driehoekkapoentje is zeer klein (1.5-2 mm) en daarmee echt onderscheidend van de soorten die reeds beschikbaar zijn. In citrusboomgaarden in Spanje komt deze soort ook vaak spontaan voor en blijkt een belangrijk rol te spelen bij de bladluisbestrijding (Bouvet et al. 2021). Ook is in het verleden al redelijk wat onderzoek gedaan door de WUR aan het schaakbordlieveheersbeestje (P14) en deze wordt inmiddels al met succes in de praktijk ingezet. Het bont gaasvliegje *Micromus variegatus* werd al in januari in een kas met *Alstroemeria* gevonden en kan dus al vroeg in het jaar actief zijn bij redelijk lage temperaturen. Hoewel de soort in Canada al jaren wordt verkocht als biologische bestrijders, is er nog nauwelijks onderzoek gedaan aan deze soort. Dit was voor ons reden om ook deze soort verder te testen in kasproeven.



**Figuur 2.6** Het driehoekkapoentje, *Scymnus interruptus* (Links) en het bont gaasvliegje *Micromus variegatus* (rechts).

---

# 3 Evaluatie van 2 nieuwe natuurlijke vijanden voor preventieve bladluisbestrijding in paprika

## 3.1 Inleiding

Op basis van de eerste selectieproeven met nieuwe bestrijders is verder onderzoek opgezet om de potentie voor preventieve bestrijding van bladluis te bepalen. De belangrijkste vervolgvraag was: hoe effectief kunnen de nieuwe bestrijders *Micromus variegatus* en *Scymnus interruptus* (Figuur 2.6) bladluis bestrijden bij preventieve inzet in paprika? Voorafgaand aan een kasproef is in het laboratorium gekeken op welke alternatieve voedselbronnen deze bestrijders kunnen overleven. Dit is immers belangrijke informatie wanneer de bestrijders worden ingezet in afwezigheid van bladluis en geeft de mogelijkheden weer om ze te ondersteunen met alternatief voedsel.

## 3.2 Materiaal en methoden

### 3.2.1 Overleving op alternatieve voedselbronnen

De overleving van volwassen *Micromus variegatus* en *Scymnus interruptus* op verschillende diëten is getest voor de volgende behandelingen:

- Onbehandeld (geen voedsel)
- Lisdoddestuifmeel, *Typha latifolia*
- Paprikastuifmeel
- Paprikabloemen
- Eieren van de meelmot *Ephestia kuehniella*
- Pekelkreeftcysten van de soort *Artemia franciscana*
- Groene perzikluis, *Myzus persicae*

Per voedselbron zijn 10 herhalingen ingezet met jonge gepaarde vrouwtjes van 2 dagen oud. Het voedsel werd om de 3 dagen verversd en de bakjes met bladposen werden wekelijks verversd. Het experiment duurde 100 dagen.

### 3.2.2 Bestrijding van bladluis

Een kasproef is uitgevoerd in 28 grote insectenkooien van 1\*2\*2 m met elk 4 paprikaplanten (cv Margrethe, Enza Zaden) en per plant 3 stelen. De planten werden opgekweekt in steenwol blokken en zijn geplaatst op 1m lange steenwolmatten. De experimentele eenheid is 1 kooi met daarin de 4 planten in deze kooi (Figuur 3.1). De proef is opgezet als een gewarde blokkenproef met 7 behandelingen en 4 herhalingen, welke zijn verdeeld over 2 kasafdelingen van 98 m<sup>2</sup>, met per afdeling 2 blokken. De proef start 6 weken na het planten wanneer de planten bloeien en met 3 stelen een lengte van ongeveer 1m hebben bereikt. De planten worden gescout op aanwezigheid van onbedoelde plagen zoals spint en trips. De tripspredatoren zoals roofmijten en Orius zijn niet geïntroduceerd vanwege de mogelijke verstoringende interactie met de bladluisbestrijders (zie hoofdstuk 4). Naast de gaasvliegen en lieveheersbeestjes is de galmug *Aphidoletes aphidimyza* als referentie meegenomen en ook getest in combinatie met de andere bestrijders.



De volgende behandelingen zijn getest:

- A. onbehandeld
- B. *Scymnus interruptus* + pollen
- C. *Micromus variegatus* + *Ephestia*
- D. *Aphidoletes aphidimyza*
- E. *Scymnus* + pollen + *Aphidoletes*
- F. *Micromus* + *Ephestia* + *Aphidoletes*
- G. *Scymnus* + *Micromus* + pollen en *Ephestia* + *Aphidoletes*

De gaasvliegen en lieveheersbeestjes werden in week 16 van het jaar preventief geïntroduceerd met een wekelijkse ondersteuning van alternatief voedsel (1 ml *Ephestia*-eieren/pollen per kooi). Dit werd 3x gedaan gedurende 3 weken totdat de bladluizen werden geïntroduceerd in week 19. Per planten zijn 6 paartjes *Micromus* of 12 paartjes *Scymnus* ingezet van ongeveer 1 week oud, dus 0.5-1 paartjes per steel. Bladluis werd 3 weken later geïntroduceerd in dichtheden van 10 per steel, dus 120 per kooi. Dit werd vervolgens nog 3x gedaan met telkens een interval van een week. In de laatste week werden 20 in plaats van 10 bladluizen per steel uitgezet. In week 24 en 25 werden galmuggen curatief ingezet bij de 4 behandelingen met galmug. Per kooi zijn 200 poppen ingezet per week. De dichtheden van bladluis en de predatoren zijn wekelijks gevolgd met tellingen in de kooien van week 20 tot en met 27 (Tabel 3.1). Daarvoor werden per kooi 24 bladeren beoordeeld door willekeurig per steel 1 blad boven en 1 blad in het midden van de plant te beoordelen. Verder werd het aantal predatoren op de kooiwand ook geteld. Bij *Scymnus* is alleen het aantal volwassenen en larven geteld, omdat de eieren te klein zijn om waar te nemen. De planten werden wekelijks getopt en ingedraaid. De verwijderde scheuten zijn in de kooi achtergelaten, zodat de eventueel aanwezige predatoren in deze scheuten de planten weer konden koloniseren. De kasproef werd uitgevoerd in het voorjaar van week 10 tot en met 27. Tijdens de periode vanaf inzet van de eerste natuurlijke vijanden (week 16) tot en met de laatste waarneming was de gemiddelde temperatuur van 22,7°C (range 16.6-37.3) en de relatieve luchtvochtigheid 62% (range 27-92).

**Tabel 3.1** Overzicht van introducties van natuurlijke vijanden, bladluis en de waarnemingsmomenten.

Week	Introducties natuurlijke vijanden en voedsel	Introducties bladluis	Waarnemingen
16	Micromus en Scymnus + voedsel		
17	Voedsel		
18	Voedsel		
19		Bladluis	
20		Bladluis	Waarneming 1
21		Bladluis	Waarneming 2
22		Bladluis	Waarneming 3
23			Waarneming 4
24	Aphidoletes		Waarneming 5
25	Aphidoletes		Waarneming 6
26			Waarneming 7
27			Waarneming 8

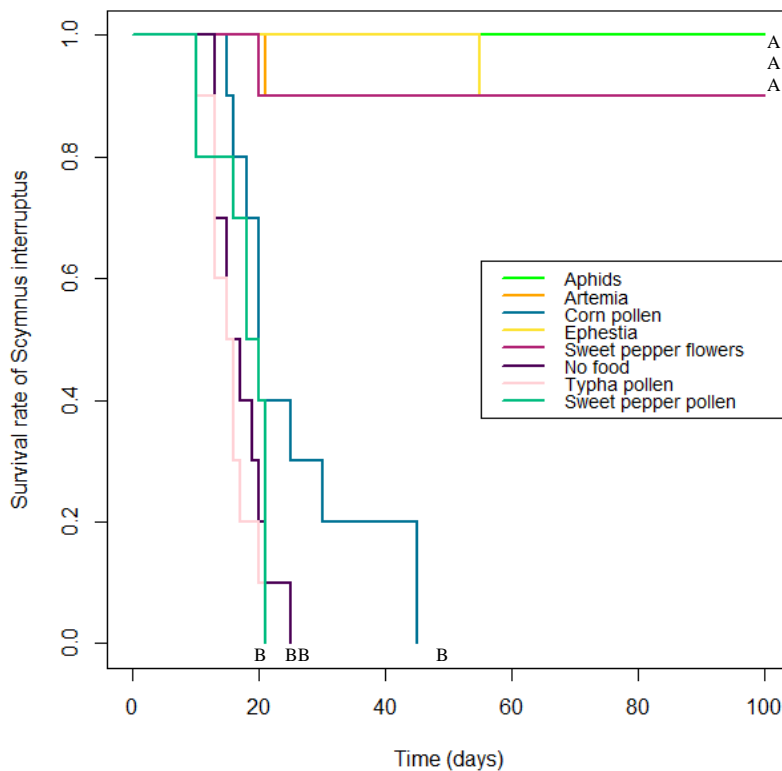


**Figuur 3.1** Experimentele eenheid bestaande uit een insectenkooi met daarin 4 paprikaplanten.

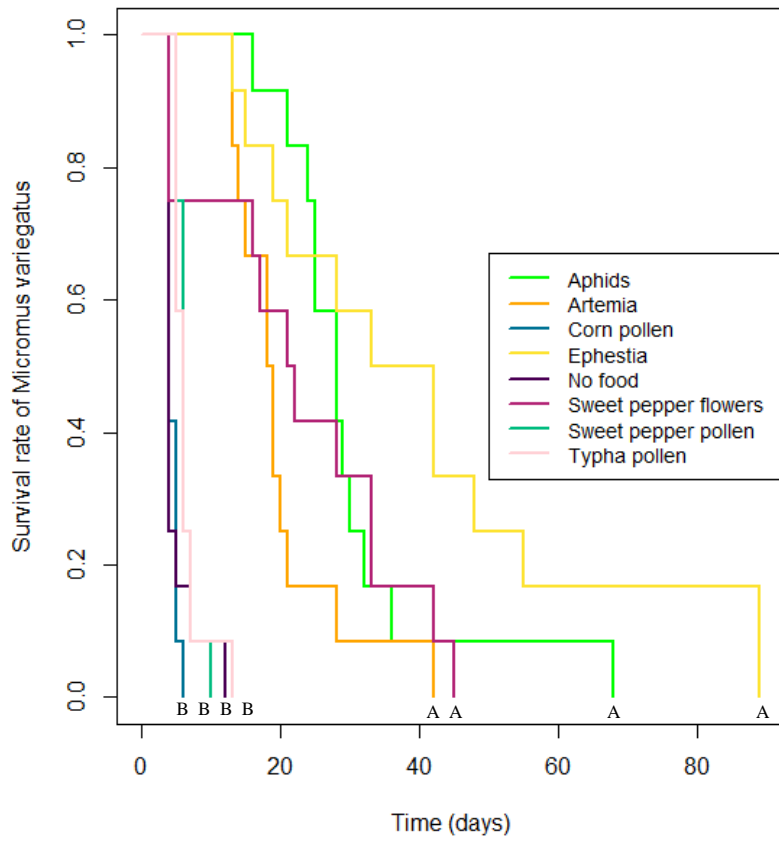
### 3.3 Resultaten

#### 3.3.1 Overleving op alternatieve voedselbronnen

Volwassen lieveheersbeestjes van *S. interruptus* bleken uitstekend te kunnen overleven op de alternatieve voedselbronnen Artemia, Ephestia en het stuifmeel en de nectar van paprikabloemen (Figuur 3.2). De overleving op deze diëten was bijna even goed als op een dieet van bladluis met gemiddeld 90% overleving na 100 dagen. Wanneer alleen stuifmeel werd aangeboden ging meer dan 50% van de lieveheersbeestjes binnen 20 dagen dood (Figuur 3.2). Bij het bont gaasvliegje *M. variegatus* was de overleving op alternatieve voedselbronnen minder lang dan bij *S. interruptus*, gemiddeld zo'n 30-40 dagen op de meest geschikte voedselbronnen (Figuur 3.3). De overleving op meelmoteieren was het beste, met enkele adulten die zelfs 90 dagen bleven leven (Figuur 3.3). Ook op Artemia en paprikabloemen was er een redelijke overleving van de gaasvliegen. Op een dieet van alleen stuifmeel gingen bijna alle gaasvliegen binnen een week dood (Figuur 3.3).



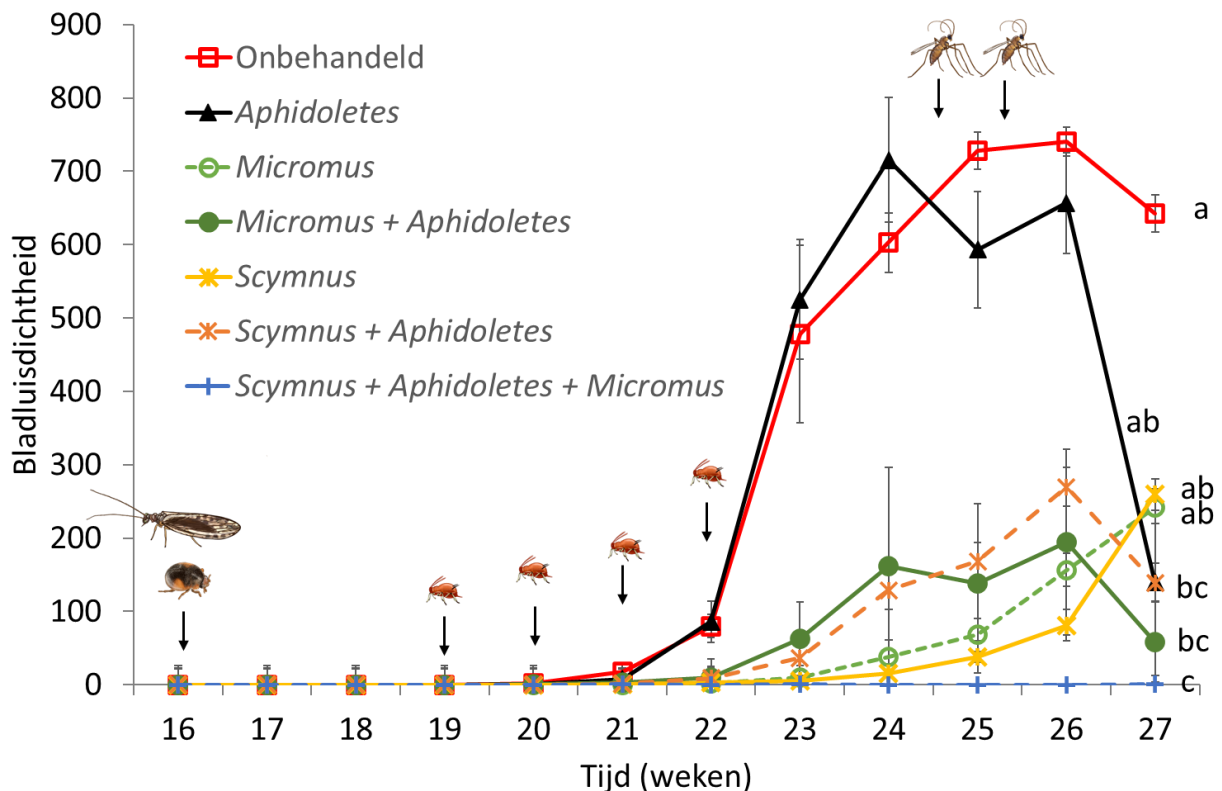
**Figuur 3.2** Fracties overlevende adulten van *Scymnus interruptus* op verschillende voedselbronnen. Verschillende letters geven significante verschillen aan tussen de behandelingen (Kaplan-Meier,  $p < 0.05$ ).



**Figuur 3.3** Fracties overlevende adulten van *Micromus variegatus* op verschillende voedselbronnen. Verschillende letters geven significante verschillen aan tussen de behandelingen (Kaplan-Meier,  $p < 0.05$ ).

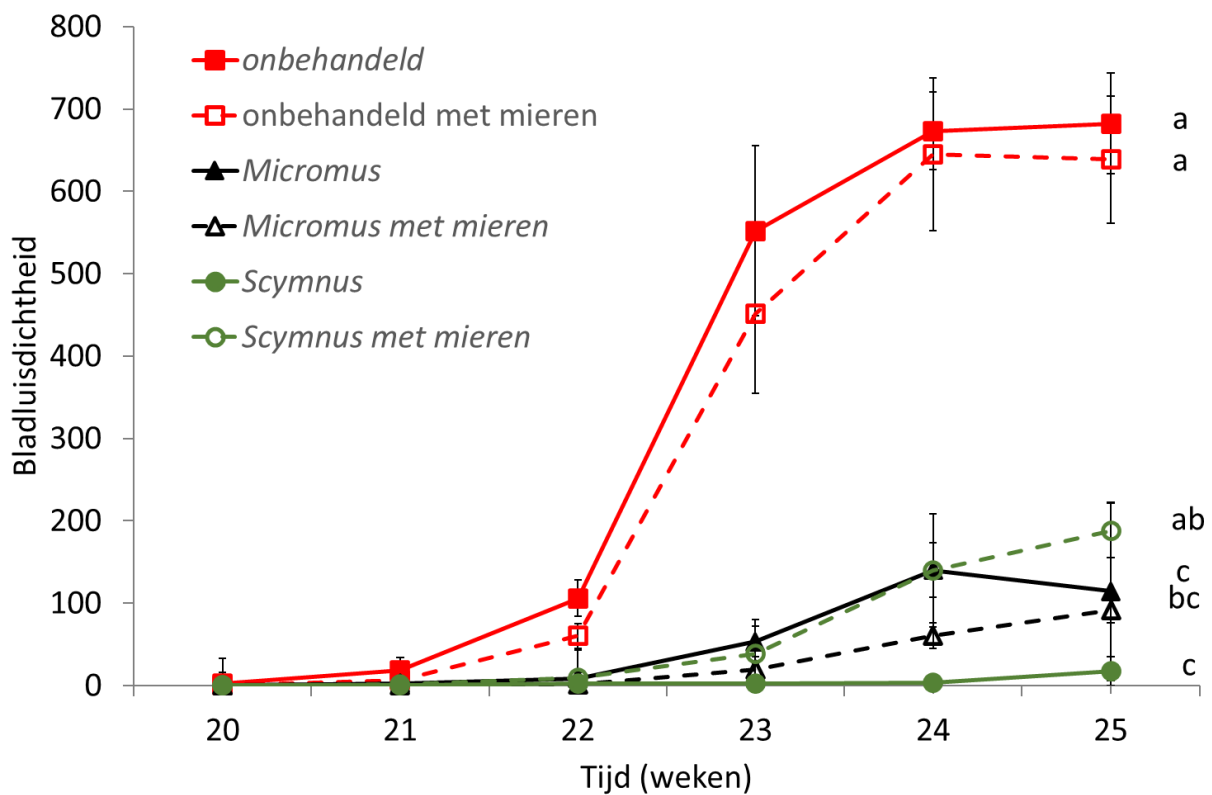
### 3.3.2 Bestrijding van bladluis

De beste bestrijding van bladluis werd behaald in de behandeling met een combinatie van gaasvliegen (*Micromus*), lieveheersbeestjes (*Scymnus*) en galmuggen (*Aphidoletes*) (Figuur 3.4). In deze behandeling werden alle bladluiskolonies snel en volledig bestreden. De behandelingen met alleen *S. interruptus* of *M. variegatus* geven een duidelijke vertraging in de opbouw van bladluis, maar in de eindfase schiet bladluis is sommige kooien er doorheen, waardoor de dichtheden in deze laatste week niet significant lager zijn dan bij onbehandeld. De latere inzet van de galmug *A. aphidimyza* resulteerde duidelijk in een snelle afname van bladluis, maar ook hier was het effect niet significant verschillend van onbehandeld. De combinatiebehandelingen van lieveheersbeestjes met galmuggen of gaasvliegen met galmuggen gaven een significante reductie ten opzichte van onbehandeld (Figuur 3.4). Deze resultaten laten zien dat de preventieve inzet van gaasvliegen en lieveheersbeestjes de populatieontwikkeling van bladluis kunnen vertragen, waardoor het effect van de latere inzet van galmuggen verbetert ten opzichte van de behandeling met alleen galmuggen.



**Figuur 3.4** Populatieontwikkeling van bladluis op paprikaplanten met verschillende bladluisbestrijders of combinaties van bladluisbestrijders ten opzichte van onbehandeld. De lijnen laten de gemiddelde dichtheden ( $\pm$ SE) per blad per kooi zien op basis van 24 willekeurig geselecteerd bladeren van 4 planten met totaal 12 stelen. Pijlen geven introductiemomenten aan van *Micromus variegatus* en *Scymnus interruptus* (week 16), bladluis *Myzus persicae* (week 19-22) en de galmug *Aphidoletes aphidimyza* (week 24-25). Verschillende letters achter de lijnen geven significante verschillen tussen de behandelingen weer (ANOVA,  $p < 0.05$ ).

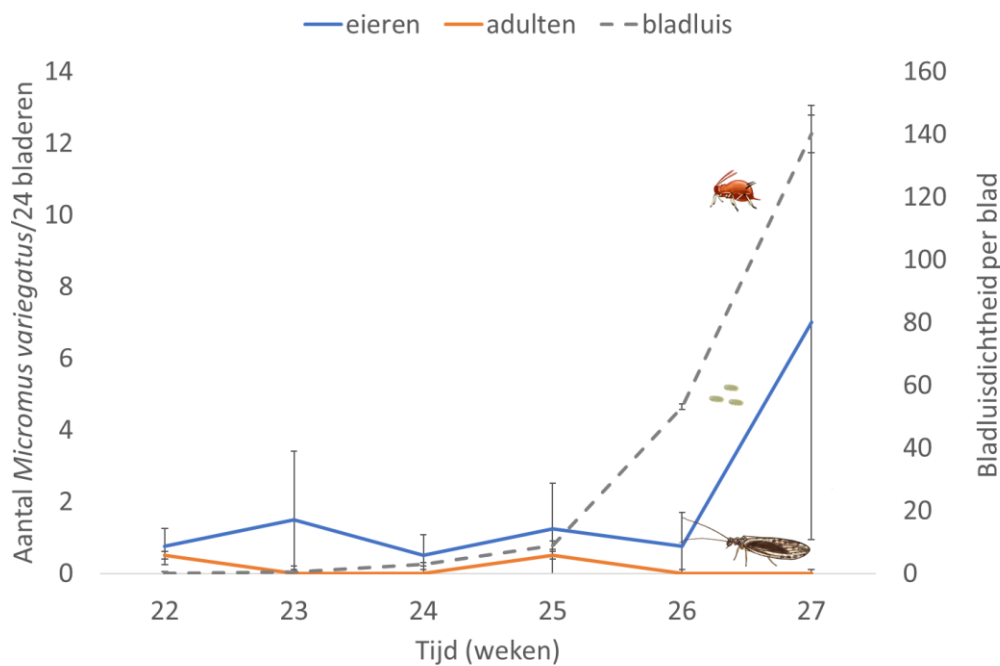
Tijdens de proef bleek dat één kasafdeling was gekoloniseerd door de wegmier *Lasius niger*. Deze mieren werden regelmatig gevonden nabij bladluiskolonies en het is bekend dat ze honingdauw "melken" bij bladluizen en daarbij de bladluiskolonies beschermen tegen bladluisbestrijders (Banks 1962). Om dit effect van mieren op de bladluisbestrijding te analyseren, kunnen we de periode van week 20 tot en met week 25 pakken en daarbij de introductie van de galmuggen negeren, omdat die pas na week 25 effect gehad hebben. Inzet van volwassen galmuggen heeft immers een vertraagd effect door de periode die nodig is voor eileg en het uitkomen van de eieren voordat de uitgekomen larven bladluis beginnen te consumeren. Door de galmuggen weg te laten, krijgen we een verdubbeling van het aantal behandelingen (met uitzondering van de behandeling van de combinatie gaasvliegen en lieveheersbeestjes) en kunnen we het effect van mieren bij 4 herhalingen per behandeling analyseren. Over de hele linie leverde dit een significant effect op van zowel de bladluisbestrijders als de aanwezigheid van mieren (Repeated Measures ANOVA). De interactie tussen deze factoren was niet significant, wat betekent dat het effect niet afhankelijk is van het type bestrijder. Toch zagen we alleen bij het driehoekkapoentje een significant negatief effect van de aanwezigheid van mieren op de effectiviteit van de bestrijding van bladluis. De larven en adulten van deze bestrijder lijken dus last te hebben van de aanwezige mieren die de bladluiskolonies verdedigen. Bij de gaasvlieg *M. variegatus* was dit effect niet significant (Figuur 3.5)



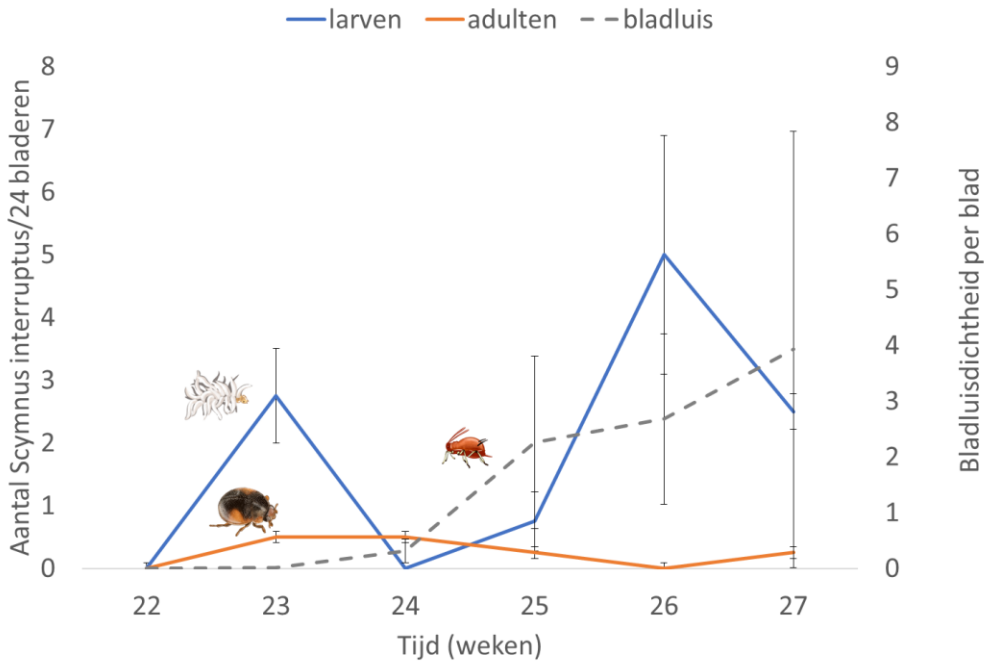
**Figuur 3.5** Populatieontwikkeling van bladluis op paprikaplanten met *Micromus variegatus* en *Scymnus interruptus* ten opzichte van onbehandeld in een kas met en zonder aanwezigheid van mierenkolonies (*Lasius niger*). De lijnen geven de gemiddelde dichtheden ( $\pm$ SE) per blad weer per kooi op basis van 24 willekeurig geselecteerd bladeren van 4 planten met totaal 12 stelen. Verschillende letters achter de lijnen geven significante verschillen tussen de behandelingen weer (Repeated Measures ANOVA,  $p < 0.05$ ).

Zowel het driehoekkapoentje, *S. interruptus* en het bont gaasvliegje *M. variegatus* vestigden zich goed in de kooien met paprika en bladluis (Figuur 3.6-3.9). Bij het driehoekkapoentje zijn duidelijk 2 pieken van larven te zien (Figuur 3.7). Waarschijnlijk was de tweede piek larven afkomstig van de tweede generatie adulten. Bij *M. variegatus* waren larven niet of zelden te vinden, mogelijk omdat deze meer nachtactief zijn en ze overdag wegkruipen. Bij tellingen zijn daarom alleen de eieren en adulten weergegeven. In de eindfase is er duidelijk een toename van eieren van *M. variegatus* te zien, wat overeenkomt met meer voedsel door hogere bladluisaantallen (Figuur 3.6). In de combinatiebehandeling bleven beide soorten aanwezig, ondanks de zeer lage aantallen van bladluis (Figuur 3.8).

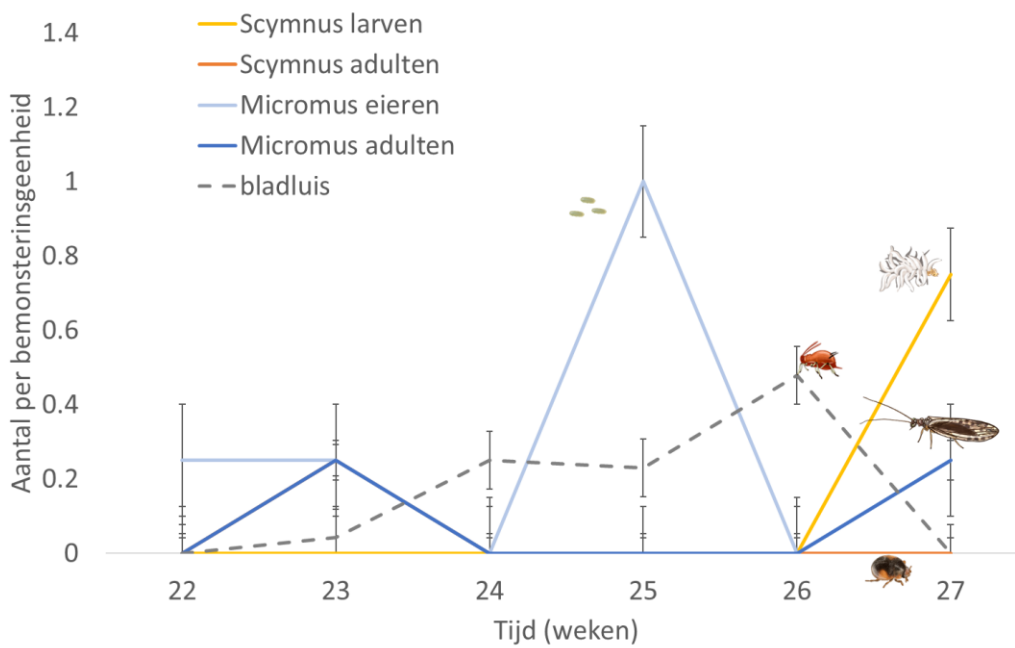
De explosie van bladluis in de kooien zonder bestrijders of met de late inzet van alleen galmuggen had een significant effect op de totale productie van paprika gedurende de proef (Figuur 3.10). Er is duidelijke een trend te zien dat de hoogste productie is gehaald in de kooien met de laagste aantallen bladluizen (de combinatiebehandeling van de 3 bestrijders).



**Figuur 3.6** Populatieontwikkeling van *Micromus variegatus* en bladluis (*Myzus persicae*) op paprikaplanten.



**Figuur 3.7** Populatieontwikkeling van *Scymnus interruptus* en bladluis (*Myzus persicae*) op paprikaplanten.

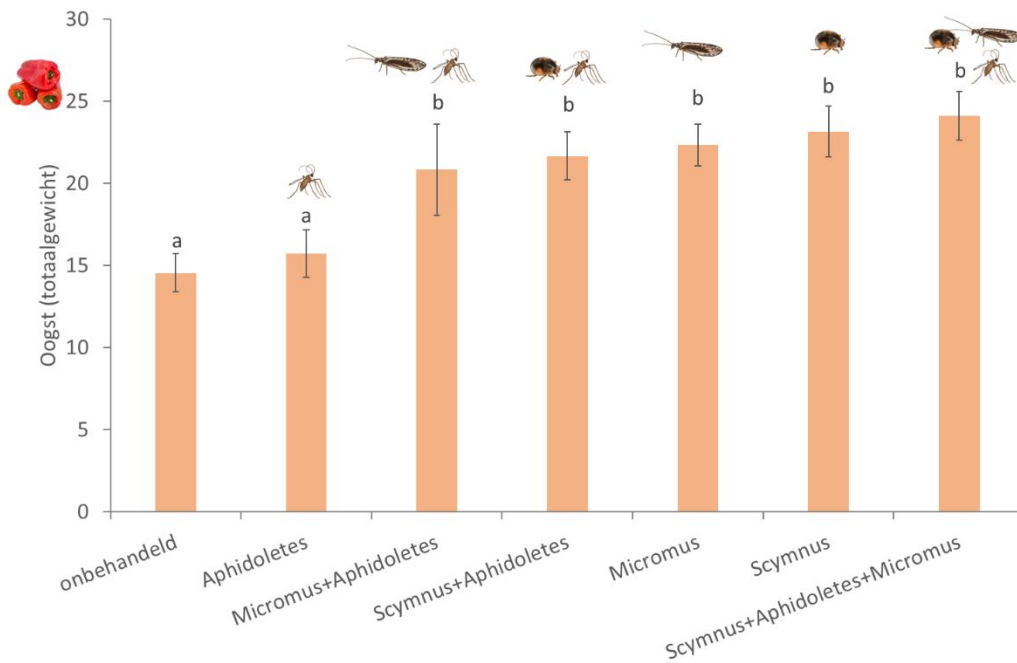


**Figuur 3.8** Populatieontwikkeling van *Scymnus interruptus*, *Micromus variegatus* en bladluis (*Myzus persicae*) op paprikaplanten in de behandeling met de combinatie van beide predatoren.





**Figuur 3.9** Paprikabladeren met larven van *Scymnus interruptus* (links) en *Micromus variegatus* (rechts).



**Figuur 3.10** Gemiddelde totale productie (kg paprika ±SE) in kooien met 4 paprikaplanten gedurende de proefperiode van week 16-24. Verschillende letters boven de staven geven significante verschillen tussen de behandelingen weer (ANOVA,  $p < 0.05$ ).

---

## 3.4 Discussie en conclusies

Samenvattend kunnen we concluderen dat zowel het driehoekkapoentje, *S. interruptus* als het bont gaasvliegje *M. variegatus* veel potentie biedt voor preventieve bestrijding van bladluis in paprika. *Scymnus interruptus* blijkt zeer lang te kunnen overleven op stuifmeel en nectar van paprikabloemen. Negentig procent van de volwassenen was na 100 dagen nog in leven. Dit is erg gunstig voor preventieve inzet, omdat paprika voortdurend bloeit en dit voedsel dan dus altijd aanwezig is. De volwassenen planten zich echter niet voort op dit voedsel, maar dit kunnen ze waarschijnlijk weer oppakken zodra bladluis als voedselbron aanwezig is. De gaasvlieg *M. variegatus* kan ook enige tijd overleven op stuifmeel en nectar van paprikabloemen, maar overleeft beter in aanwezigheid van een hoogwaardige voedselbron zoals meelmoteieren. Ook is de overleving van de volwassenen wat korter dan bij het driehoekkapoentje. Ons onderzoek heeft verder laten zien dat wanneer deze predatoren preventief ingezet worden, ze latere invasies van bladluis kunnen opvangen en bestrijden. Het viel hierbij wel op dat er vaak een kantelpunt wordt bereikt bij de bestrijding. In sommige kooien werd bladluis volledig bestreden en in sommige kooien schoten de bestrijders net te kort, waardoor bladluis zich vervolgens explosief kon ontwikkelen. In dat geval is de numerieke response van deze predatoren te traag om bladluis snel te bestrijden en is inzet van een aanvullende natuurlijke vijand nodig. De galmug *A. aphidimyza* is daar zeer geschikt voor. In de behandelingen waar deze galmug werd toegevoegd aan de gaasvliegen en lieveheersbeestjes werd bladluis uiteindelijk beter bestreden dan bij de behandelingen met alleen gaasvliegen of lieveheersbeestjes. De verschillende bestrijders kunnen op deze manier elkaar aanvullen in een strategie om zowel preventief als curatief bladluis biologisch te bestrijden.

De niet-geplande invasie van de wegmier *L. niger* liet zien dat mieren bladluisbestrijding kunnen verstoren. In onze proef was het effect op het driehoekkapoentje *S. interruptus* zeer duidelijk en significant. In alle kooien zonder mieren werd bladluis zeer goed bestreden, maar met mieren liep bladluis in de eindfase uit de hand. De gaasvlieg *M. variegatus* leek minder last te hebben van mieren bij hun bestrijding van bladluis. Dit geeft aan dat biologische bestrijding een complexe zaak kan zijn met soms onverwachte versturende effecten. Naast de interactie met mieren, is het goed te weten in hoeverre andere natuurlijke vijanden die worden ingezet voor de bestrijding van trips en wittevlieg mogelijk interacteren met deze nieuwe bladluisbestrijders. Zo is bijvoorbeeld bekend dat roofmijten prederen op de eieren van galmuggen en daardoor de bestrijding behoorlijk kunnen verstoren (Messelink et al. 2011, Messelink et al. 2013). Daarnaast is het goed te kijken hoe vestiging van de bestrijders verbeterd kan worden met schuilplekken. Deze aspecten worden in de volgende hoofdstukken verder behandeld.

---

## 4 Vestiging van nieuwe bestrijders in de paprikateelt

### 4.1 Inleiding

De kasproeven met de nieuwe natuurlijke vijanden *Scymnus interruptus* (driehoekkapoentje) en *Micromus variegatus* (bont gaasvliegje) hebben aangetoond dat een preventieve vestiging de populatieopbouw van bladluis aanzienlijk kan remmen. In de praktijk zal het succes sterk afhangen van een goede en langdurige vestiging in het teeltgewas. Naast het aanbieden van voedsel is het ook belangrijk dat de natuurlijke vijanden geschikte plekken hebben om hun eieren af te zetten, of waar jonge stadia kunnen schuilen en mogelijk beschermd zijn tegen andere predatoren. In ons onderzoek aan *S. interruptus* viel het op dat de eieren vaak in bladoksels met sterke beharing worden afgezet (Figuur 4.1). Op basis van deze observaties hebben we gekeken of de eileg gestimuleerd kan worden met het aanbieden van schuildoosjes met katoenwatten en of dit ook een positief effect heeft op de bestrijding van bladluis. Vervolgens is beoordeeld in hoeverre populaties van zowel *S. interruptus* als *M. variegatus* zich langdurig in een teelt van paprika met lage dichtheden van bladluis kunnen vestigen.



**Figuur 4.1** Ei van *Scymnus interruptus* in een bladoksel van paprikablاد.

### 4.2 Materiaal en methoden

#### 4.2.1 Effect van schuildoosjes op de eileg van *Scymnus interruptus*

Voor dit onderzoek zijn door de firma Global-Biodesign biologisch afbreekbare schuildoosjes gemaakt met een 3d-printer. De doosjes hadden een afmeting van 10 x 3 x 3 cm, bestaande uit twee helften die op elkaar geklikt konden worden (Figuur 4.2). De wanden hadden tien kleine gaten met een diameter van 2,4 mm als ingangspoort voor de lieveheersbeestje. Deze gaten vergemakkelijkten het binnenkomen en verlaten van kleine insecten en de grootte was net voldoende voor het binnendringen van *S. interruptus*-volwassenen (2 mm breed). De omtrek van elk gat was omgeven door een uitsteeksel dat het binnendringen van water verhinderde. In de schuildoosjes zijn katoenen watten aangebracht als eilegsubstraat (Figuur 4.1). Om het effect van schuildoosjes op de eileg van *S. interruptus* te meten werden jonge paartjes toegevoegd aan een geventileerde container met daarin een paprikablاد met de rugzijde in wateragar en ca. 200 bladluizen van *M. persicae*. Totaal werden 20 paartjes vergeleken, waarbij de helft voorzien werd van een schuildoosje en de helft niet. De eileg werd gedurende 23 dagen gevolgd door eieren in de watten en op het blad dagelijks te tellen. Bladeren met bladluis en de watten in de schuildoosjes werden dagelijks vervangen. De proef is uitgevoerd in een klimaatcel bij 25°C en 16/8 L/D-periode.



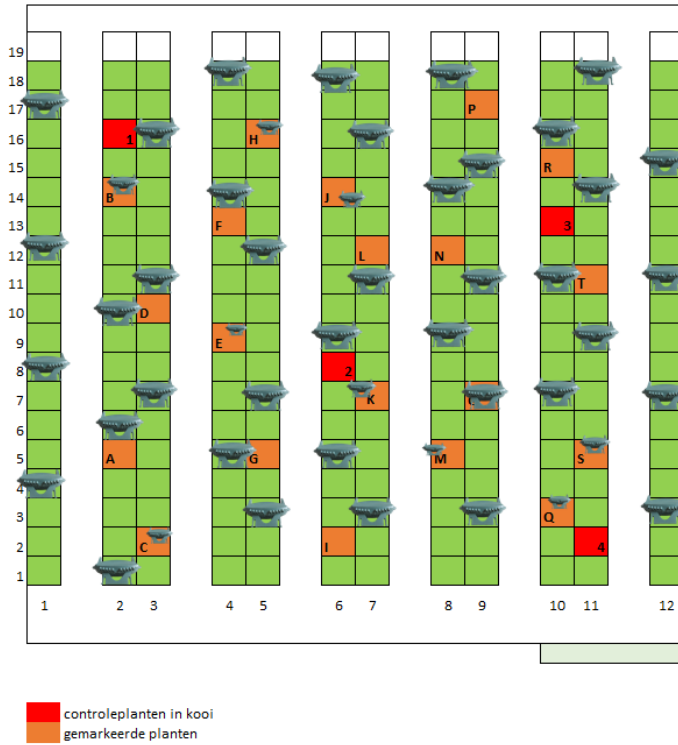
**Figuur 4.2** Biologisch afbreekbaar schuildoosje voor het dwergkapoentje *Scymnus interruptus*.

#### 4.2.2 Effect van schuildoosjes op bladluisbestrijding met *Scymnus interruptus*

Een kasproef is opgezet om het effect van de schuildoosjes op de bestrijding van bladluis met *S. interruptus* te meten. In totaal werden 16 zes-weken-oude paprikaplanten (cv. Maranello) in insectenkooien geplaatst (60 x 60 x 90 cm, maaswijdte 650 µm). De planten stonden op steenwolmatten en werden met druppelaars voorzien van plantenvoeding. De twee behandelingen met en zonder schuildoosjes werden willekeurig toegewezen. De schuildoosjes, zoals beschreven in 4.2.1 werden geplaatst op twee houten stokken van 25 cm, welke in de steenwolmat waren gestoken. Per plant werden 30 perzikluizen van gemengde leeftijd aangebracht. Een dag later werden per kooi 3 paartjes *S. interruptus* ingezet van ca. 2 weken oud. Het aantal bladluizen werd vervolgens gedurende 4 weken gevolgd en het aantal eieren in de schuildoosjes werd wekelijks geteld. Bij de eindbeoordeling werden de planten destructief beoordeeld door alle bladeren te plukken en onder een microscoop de aantallen van alle stadia van *S. interruptus* en bladluis te tellen.

#### 4.2.3 Vestiging in een kascompartiment met schuilplekken

In de zomer van 2022 is een kasproef opgezet om de vestiging van *S. interruptus* en *M. variegatus* op iets grotere schaal te volgen. Hiervoor is een kasafdeling van 98 m<sup>2</sup> aangeplant met 12 rijen van 19 paprikaplanten van cultivar Maranello (Figuur 4.3). De planten waren in week 19 gezaaid en zonder chemische gewasbeschermingsmiddelen opgekweekt. Na 6 weken, in week 25, zijn de planten geplant. Per plant werden 2 stelen aangehouden. Per rij werden met een regelmatig patroon 4 schuildoosjes op houten stokken tussen het gewas geplaatst (Figuur 4.3 en 4.4), dus totaal 48 doosjes. Dit waren dezelfde doosjes zoals beschreven in paragraaf 4.2.1 en zoals weergegeven in Figuur 4.2. In week 27 zijn over de kas verdeeld 250 paartjes van *S. interruptus* en 250 paartjes van *M. variegatus* ingezet. De lieveheersbeestjes *S. interruptus* waren voor dit experiment gekweekt door Bioplanet, partner van dit project. De gaasvliegen waren door ons zelf opgekweekt op bladluis en meelmoteieren. Zowel de gaasvliegen als lieveheersbeestjes waren 1-2 weken oud bij inzet. De planten werden bij inzet voorzien van een kleine hoeveelheid meelmoteieren en Artemia. In week 28, 29 en 30 zijn op gemarkeerde planten bladluizen ingezet, telkens 5 *M. persicae* per plant. De dichtheden van de predatoren en bladluis werd gedurende een aantal weken gevolgd. Tijdens de periode vanaf inzet van de eerste natuurlijke vijanden (week 27) tot en met de laatste waarneming was de gemiddelde temperatuur van 24,2°C en de relatieve luchtvochtigheid 77%.



**Figuur 4.3** Overzicht kasindeling met paprikaplanten en de posities van schuildoosjes in het gewas. De oranje en rode vlakken geven planten weer die zijn waargenomen, waarbij de rode vlakken de controleplanten in een kooi aangeven.



**Figuur 4.4** Overzicht kasindeling met paprikaplanten bij de start (links) de schuildoosjes nabij de planten (midden) en de meelmoteieren (rechts).

#### 4.2.4 Inzet op een praktijkbedrijf

In juni 2022 zijn de nieuwe natuurlijke vijanden *S. interruptus* en *M. variegatus* voor het eerst in de praktijk losgelaten. Voor beide soorten was een ontheffing aangevraagd bij RVO (ontheffingsnummers BBS.21.9990100765256 *Micromus* en BBS.21.5540026157595 *Scymnus*). De lieveheersbeestjes *S. interruptus* waren voor dit experiment gekweekt door Bioplanet, partner van dit project. De gaasvliegen waren door ons zelf opgekweekt op bladluis en meelmoteieren. De uitzet is gedaan bij een biologische paprikateler in Brielle in het cultivar Red Wing. Totaal zijn 800 gaasvliegadulten en 2000 lieveheersbeestjes verdeeld over 4 rijen van ingezet (Figuur 4.5). De kas was op het moment van inzet vrij van bladluis. Zes weken later is de kas opnieuw bezocht om te bekijken of de bestrijders nog aanwezig waren.

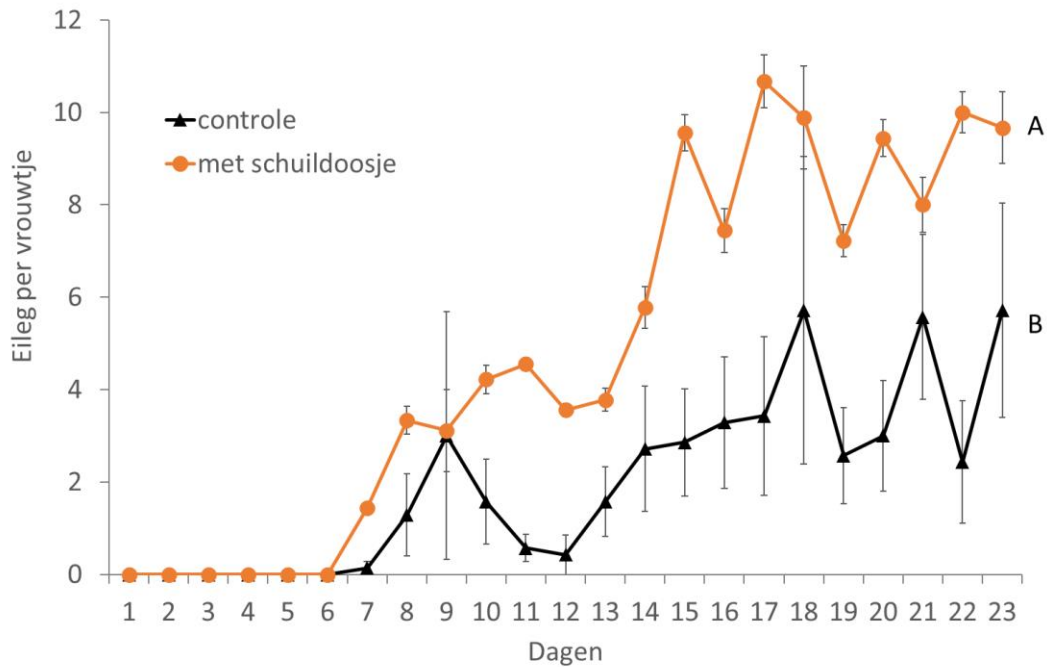


**Figuur 4.5** Inzet van *Scymnus interruptus* op een praktijkbedrijf met een biologische teelt van paprika.

## 4.3 Resultaten

### 4.3.1 Effect van schuildoosjes op de eileg van *Scymnus interruptus*

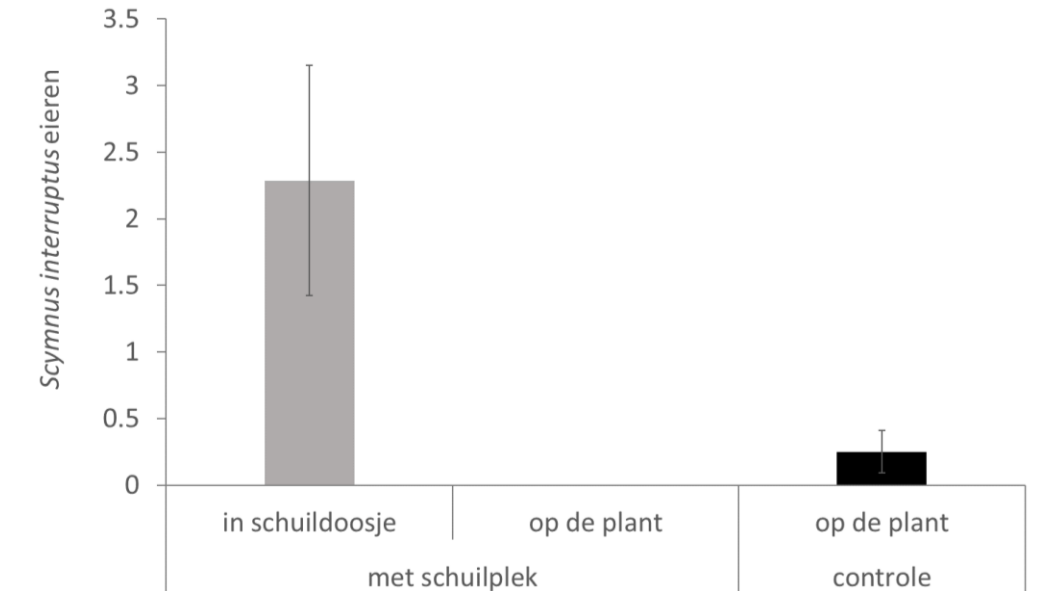
Het aanbieden van schuildoosjes had een sterk stimulerend effect op de eileg van *S. interruptus*, de totale eileg was consistent hoger werd in totaal meer dan verdubbeld (Figuur 4.6). In de behandelingen met schuildoosjes werden de eieren nagenoeg altijd (99%) in de watten in de doosjes gevonden.



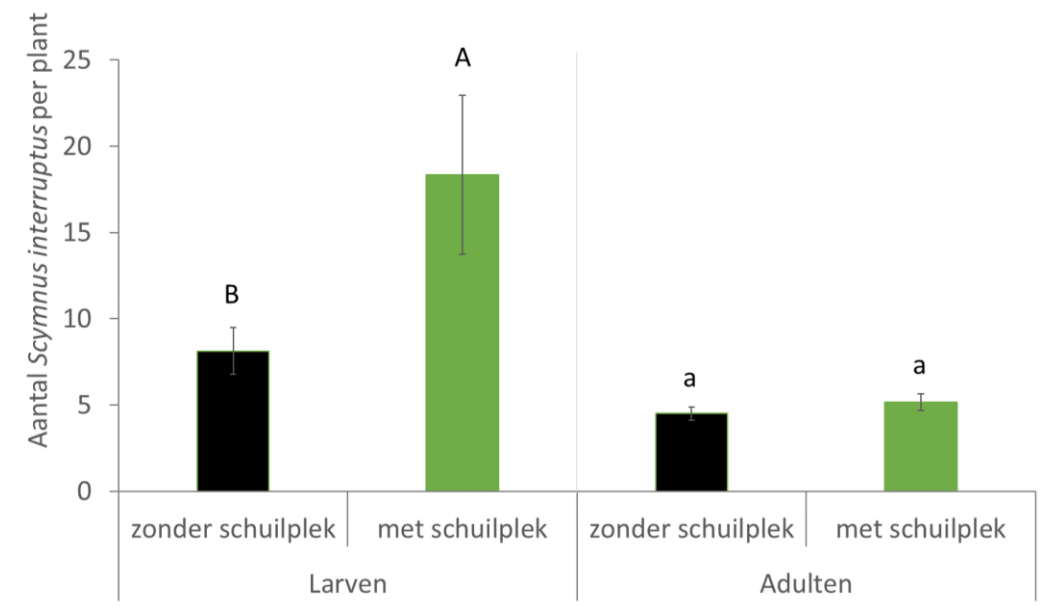
**Figuur 4.6** Gemiddelde eileg ( $\pm$ SE) per vrouwtje van het driehoekkapoentje *Scymnus interruptus* met en zonder schuildoosje. Verschillende letters geven significante verschillen tussen de behandelingen weer (GLMM,  $p < 0.05$ ).

### 4.3.2 Effect van schuildoosjes op bladluisbestrijding met *Scymnus interruptus*

Aan het einde van de proef, 4 weken na inzet van de lieveheersbeestjes, werden er meer eieren op de planten met schuildoosjes gevonden dan op de planten zonder schuildoosjes, maar het totaal aantal eieren was erg laag (Figuur 4.7). De tussentijdse waarnemingen gaven aan dat de piek van eileg 2 weken na inzet was. Bij de slotwaarneming waren de meeste eieren dus al uitgekomen. Er werden bij de slottelling ook significant meer larven van *S. interruptus* gevonden op de planten met schuildoosjes, maar het aantal adulten was gelijk bij beide behandelingen (Figuur 4.8).



**Figuur 4.7** Gemiddeld ( $\pm$ SE) aantal eieren van *Scymnus interruptus* per plant aan het einde van de proef in de schuildoosjes en op de plant.

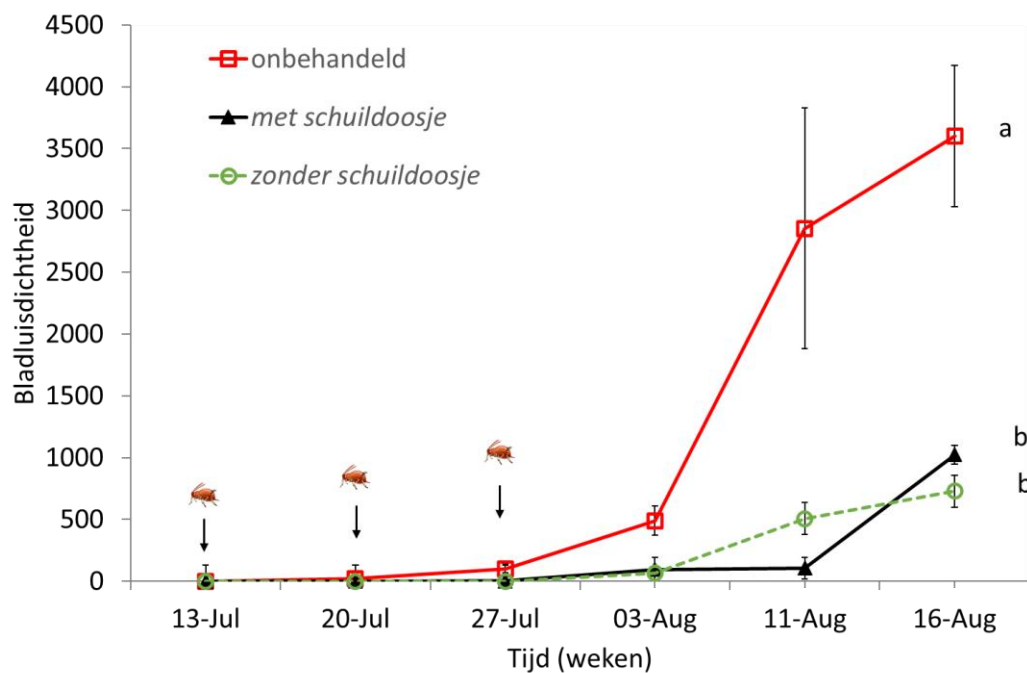


**Figuur 4.8** Gemiddeld ( $\pm$ SE) aantal larven en adulten van *Scymnus interruptus* per plant aan het einde van de proef. Verschillende letters geven significante verschillen tussen de behandelingen weer (GLM,  $p < 0.05$ ).

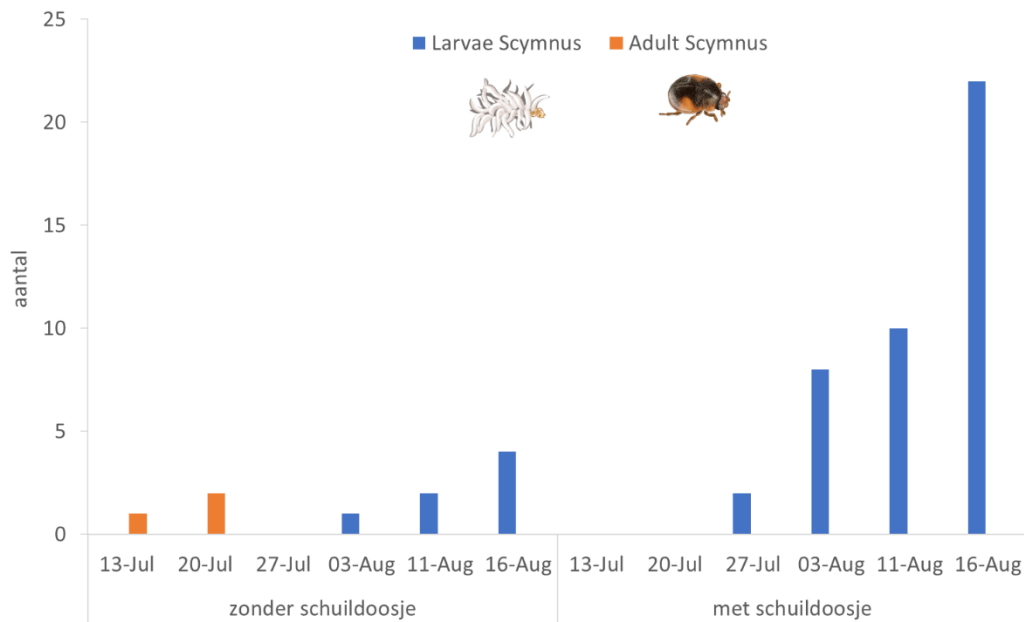


### 4.3.3 Inzet in kasteelten en praktijk

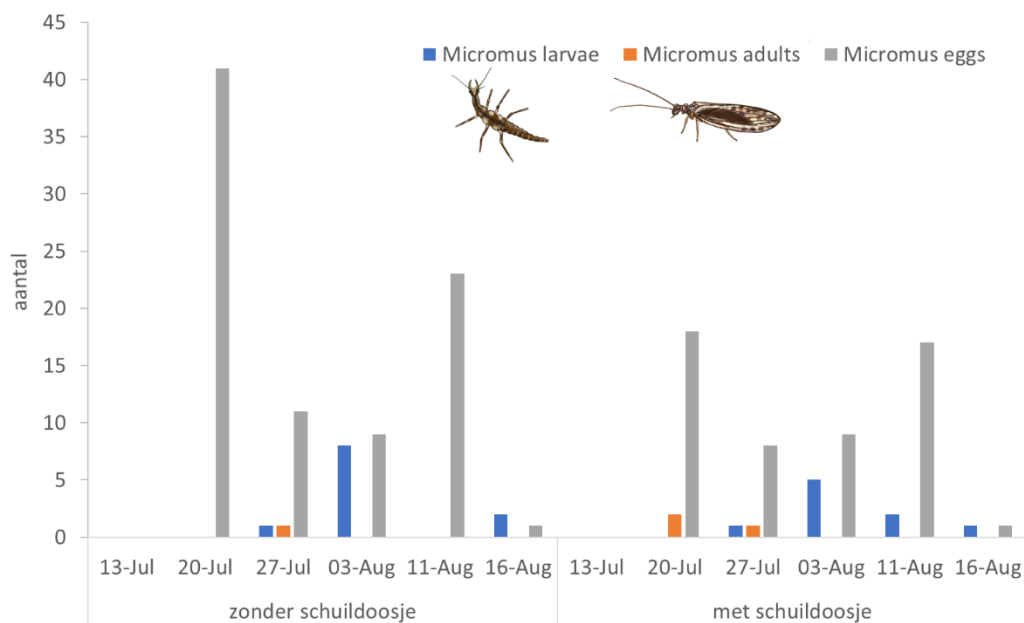
In de eerste weken van de zomer ontwikkelde de bladluipopulatie naar verwachting explosief op de planten in de kooien die waren afgeschermd van de natuurlijke vijanden in de kas (Figuur 4.9). Op de planten buiten de kooien was er een significante vertraging van de ontwikkeling van bladluis, maar ook daar bereikte de kolonies uiteindelijk hoge dichtheden (Figuur 4.9). De aanwezigheid van schuildoosjes bij een paprikaplant had géén effect op de bestrijding van bladluis, maar we vonden wel hogere dichtheden van larven van *S. interruptus* op deze planten ten opzichte van de planten zonder schuildoosjes (Figuur 4.10). Op de dichtheden van de gaasvlieg *M. variegatus* hadden de doosjes géén effect (Figuur 4.11). De waarnemingen in deze proef zijn half augustus gestopt, omdat de kas besmet raakte met de galmug *Aphidoletes aphidimyza* en de sluipwespen *Aphelinus abdominalis*, *Aphidius ervi* en *Aphidius colemani*, waarschijnlijk vanuit naburige kassen (ondanks deursluisen en afgazing van luchtramen). Half september was alle bladluis volledig bestreden, voornamelijk door de galmuglarven (Figuur 4.12). Bij een eindtelling half september werd geen enkele *M. variegatus* meer teruggevonden. Het lieveheersbeestje *S. interruptus*, daarentegen, was nog op 25 procent van alle planten aanwezig. In bijna alle schuildoosjes werden nog individuen van *S. interruptus* teruggevonden en bij 12 van de 24 doosjes werden ook nog eieren gevonden.



**Figuur 4.9** Populatieontwikkeling van bladluis op paprikaplanten met en zonder schuildoosjes in een open kas waar preventief de predatoren *Scymnus interruptus* en *Micromus variegatus* zijn ingezet, en op controleplanten in een kooi waar deze predatoren geen toegang tot hadden. De lijnen laten de gemiddelde dichtheden ( $\pm$ SE) per plant zien. Pijlen geven introductiemomenten aan van bladluis *Myzus persicae* weer. Verschillende letters achter de lijnen geven significante verschillen tussen de behandelingen weer (GLMM, Poisson,  $p < 0.05$ ).



**Figuur 4.10** Gemiddelde dichtheden van larven en adulten van *Scymnus interruptus* op planten met en zonder schuildoosjes.



**Figuur 4.11** Gemiddelde dichtheden van eieren, larven en adulten van *Micromus variegatus* op planten met en zonder schuildoosjes.



**Figuur 4.12** Paprikablade met de bladluise *Myzus persicae*, larven van de galmug *Aphidoletes aphidimyza* en een larve van de gaasvlieg *Micromus variegatus*.

#### 4.3.4 Praktijkproef

Zes weken na de introducties van *S. interruptus* en *M. variegatus* op het biologische praktijkbedrijf werd geen enkel individu meer teruggevonden. Ook in andere plekken in de kas waar bladluis aanwezig was, zijn deze soorten niet teruggevonden. In januari 2023 zijn wel op enkele plekken in het gewas volwassen gaasvliegen teruggevonden in bladluishaarden. Dit was 7 maanden na inzet en in een nieuwe teelt van paprika en aubergine.

---

## 4.4 Conclusies en discussie

Onze proeven met schuildoosjes laten zien dat het interessant kan zijn om te kijken of je natuurlijke vijanden in kasteelten, naast inzet van additioneel of alternatief voedsel, ook verder kunt ondersteunen met schuilplekken. Met dit soort structuren kan een teeltsysteem aantrekkelijker gemaakt worden voor de vestiging van natuurlijke vijanden. Voor het driehoekkapoentje *S. interruptus* bleken de schuildoosjes een stimulans te zijn voor de eileg, wat resulteerde in hoge dichtheden van larven op de planten met deze schuildoosjes. De doosjes waren speciaal ontworpen met kleine gaatjes die te groot zijn voor het binnendringen van andere natuurlijke vijanden, zoals volwassen gaasvliegen of grotere lieveheersbeestjes. Op deze manier is er een habitatniche gecreëerd die mogelijk ook bescherming biedt tegen intraguildpredatie door andere predatoren (Snyder 2019). De resultaten van dit onderzoek met schuildoosjes zijn gepubliceerd en meer details over dit onderzoek kunnen in deze studie worden gevonden (Perez-Rodriguez and Messelink 2023).

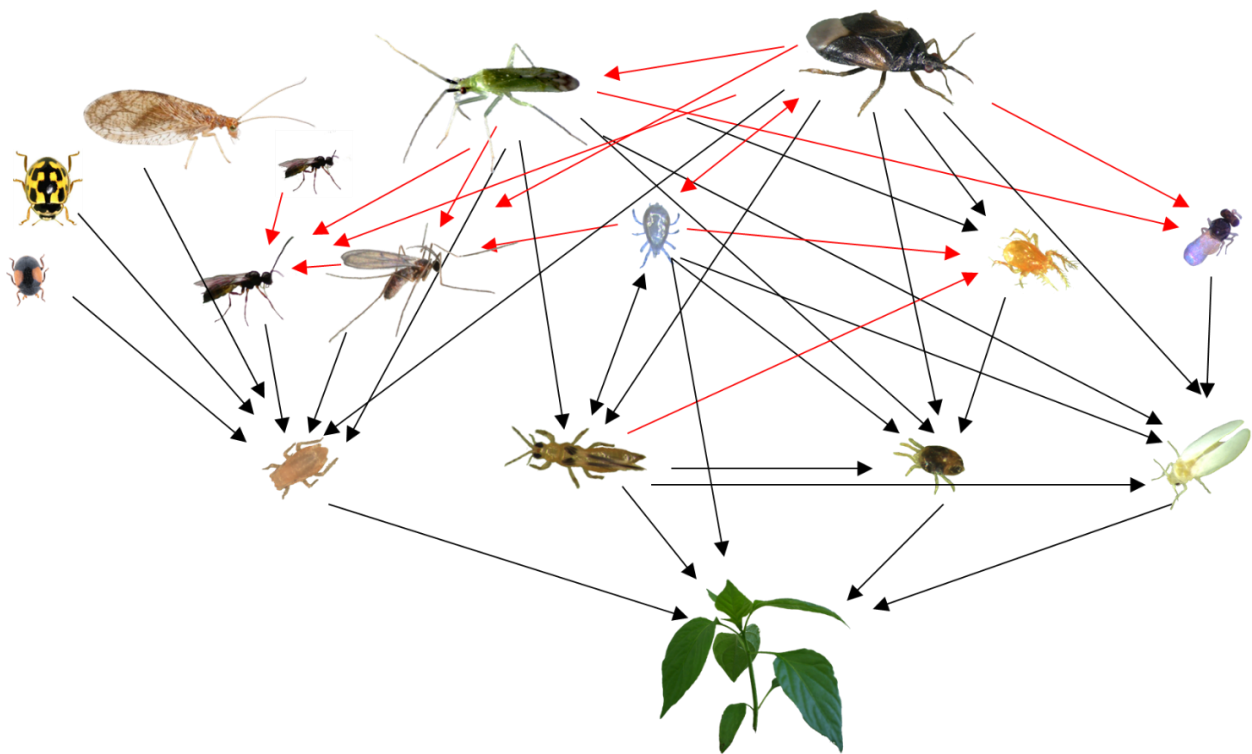
Bij inzet van *S. interruptus* en *M. variegatus* in een grotere kasafdeling bleken ze ook daar de ontwikkeling van bladluis te kunnen vertragen, maar voor een volledige bestrijding waren aanvullende natuurlijke vijanden zoals *A. aphidimyza* nodig. Bij inzet van de twee nieuwe soorten zal rekening gehouden moeten worden met de waarschijnlijkheid dat ze in het najaar in winterrust (diapauze) gaan. In onze onbelichte kas waren, ondanks een hoge temperatuur, deze soorten in oktober niet meer terug te vinden. De diapauze wordt waarschijnlijk sterk geïnduceerd door daglengte en niet, of in mindere mate door temperatuur. De piek van activiteit ligt waarschijnlijk tussen april en september. Buiten deze periodes kan activiteit beïnvloed worden door inductie van winterrust, waardoor er geen populatieopbouw plaatsvindt.

De vestiging van beide soorten op een praktijkbedrijf (met ontheffing) viel tegen. Daarbij moet echter opgemerkt worden dat het bedrijf op het moment van inzet géén last van bladluis had en dat er ook al diverse andere bladluisbestrijders waren ingezet. Dit heeft de losgelaten adulten van de gaasvliegen en lieveheersbeestjes wellicht doen migreren. Een andere verklaring is dat de soorten mogelijk wel aanwezig waren, maar in zulke lage aantallen dat ze moeilijk waren terug te vinden. Bij verspreiding over de hele kas is er een sterk verdunningseffect, waardoor de kans van treffen aanzienlijk lager is. In het jaar volgend op de uitzet, na een teeltwisseling, werd desondanks de bruine gaasvlieg weer teruggevonden in bladluishaarden, hetgeen aangeeft dat de soort waarschijnlijk ergens in de kas heeft overwinterd. De vestiging van het driehoekkapoentje *S. interruptus* kan op praktijkbedrijven mogelijk verbeterd worden door het aanbieden van schuildoosjes.

# 5 Interacties met andere bestrijders

## 5.1 Inleiding

Bij de introductie van nieuwe natuurlijke vijanden in een biologisch bestrijdingssysteem is het goed te weten of en in welke mate er een interactie is met andere natuurlijke vijanden (Janssen et al. 1998, Messelink et al. 2012b). Het voedselweb van plagen en hun natuurlijke vijanden is al behoorlijk complex in paprika (Figuur 5.1). In dit voedselweb zijn generalistische roofmijten, zoals *Amblyseius swirskii* en generalistische roofwantsen zoals *Orius laevigatus* erg belangrijk voor de bestrijding van trips, maar ze kunnen ook verstorend werken door predatie van andere natuurlijke vijanden (Messelink et al. 2013). In deze studie hebben we daarom gekeken het effect van *O. laevigatus* op de nieuwe bestrijders *S. interruptus* en *M. variegatus*.



**Figuur 5.1** Voedselweb van plagen en natuurlijke vijanden in paprika. Rode lijnen geven interacties aan die potentieel versturend kunnen zijn voor de plaagbestrijding. Lijnen naar nieuwe bestrijders ontbreken nog.

---

## 5.2 Materiaal en methoden

### 5.2.1 Laboratoriumtesten

In het laboratorium is het effect van *O. laevigatus* op de eieren van *S. interruptus* en *M. variegatus* getest, omdat deze stadia naar verwachting het meest kwetsbaar zijn voor predatie door deze roofwants. Voor deze testen werden individuele vrouwtjes van *O. laevigatus* geplaatst in bakjes met een paprikabladdop op wateragar met daarin 2 eieren van *S. interruptus* en *M. variegatus*. De roofwantsvrouwtjes waren 7 dagen oud en 16 uur van te voren gehongerd. Vervolgens werden ze voor 8 uur aan het bakje toegevoegd en na 8 uur werd het aantal geconsumeerde eieren geteld. Deze behandelingen werden uitgevoerd met alleen de eieren van *S. interruptus* en *M. variegatus* of in aanwezigheid van extragilde prooi, namelijk 7 bladluizen van *M. persicae* of 30 larven van *F. occidentalis* of 30 adulten van *F. occidentalis*. Tijdens deze proef werden de bakjes geplaatst in een klimaatcel bij 25°C en 70% RV met volledig licht. Per behandeling zijn 10 herhalingen ingezet.

### 5.2.2 Kasproef met individuele planten

Het effect van de roofwants *Orius laevigatus* op de bestrijding van perzikluis met *M. variegatus* en *S. interruptus* is onderzocht in een kooiproef met paprikaplanten. Dit is uitgevoerd in het voorjaar van 2021 in twee kasafdelingen van elk 24 m<sup>2</sup> met teelttafels. Paprikaplanten van het cultivar Margrethe werden zonder chemische gewasbeschermingsmiddelen opgekweekt in potgrond en bij de eerste bloei werden de planten in insectenkooien met fijnmazig gaas van 75\*75\*115 cm geplaatst in een plastic bakje met vermiculiet (Figuur 5.2). De experimentele eenheid was één kooi met daarin 1 paprikaplant. De planten kregen een standaard plantenvoeding via druppelaars. De volgende 6 behandelingen zijn getest:

- A. Onbehandeld
- B. *Orius laevigatus*
- C. *Scymnus interruptus*
- D. *Micromus variegatus*
- E. *O. laevigatus* + *S. interruptus*
- F. *O. laevigatus* + *M. variegatus*

Per behandeling waren er 6 herhalingen, dus 36 kooien in totaal. Deze werden verdeeld over 6 blokken en binnen de blokken zijn alle behandelingen geward. Van ieder predator werden 2 paartjes per kooi ingezet, afhankelijk van de behandeling. De roofwantsen waren 1 week oud en de lieveheersbeestjes en gaasvliegen tussen de 7 en 10 dagen oud. Een week na deze introducties is in iedere kooi Californische trips *Frankliniella occidentalis* ingezet, 10 vrouwtjes per plant en 7 bladluizen, *Myzus persicae*. De populatieontwikkeling van bladluis en trips is vervolgens gedurende

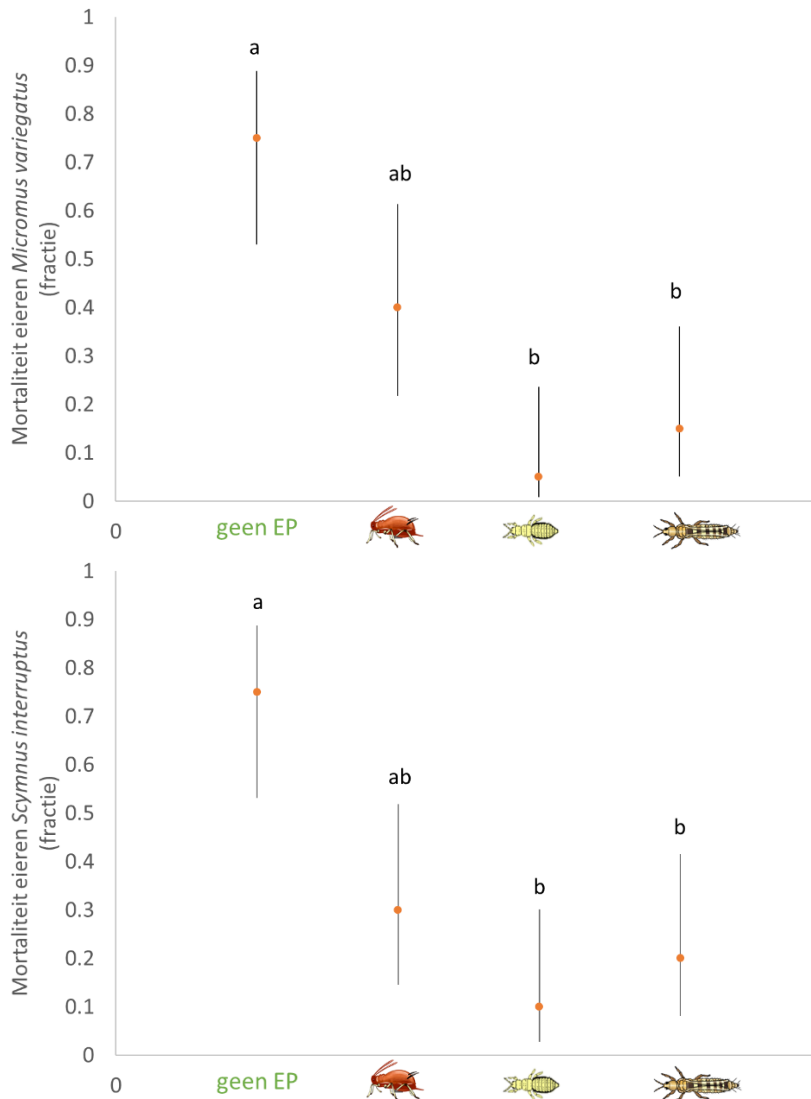


**Figuur 5.2** *Insectenkooi met paprikaplant bij de start van de proef.*

## 5.3 Resultaten

### 5.3.1 Laboratoriumproeven

De laboratoriumproeven laten zien dat *O. laevigatus* in potentie een intraguild-predator is van zowel *S. interruptus* als *M. variegatus*. Van beide soorten werd gemiddeld 80% van de eieren opvreten door de roofwants. Deze consumptie van eieren ging echter sterk naar beneden in aanwezigheid van de plagen bladluis en trips (Figuur 5.3). Vooral in aanwezigheid van tripslarven was de consumptie van de eieren van *S. interruptus* en *M. variegatus* nog maar minimaal (5 en 10%).

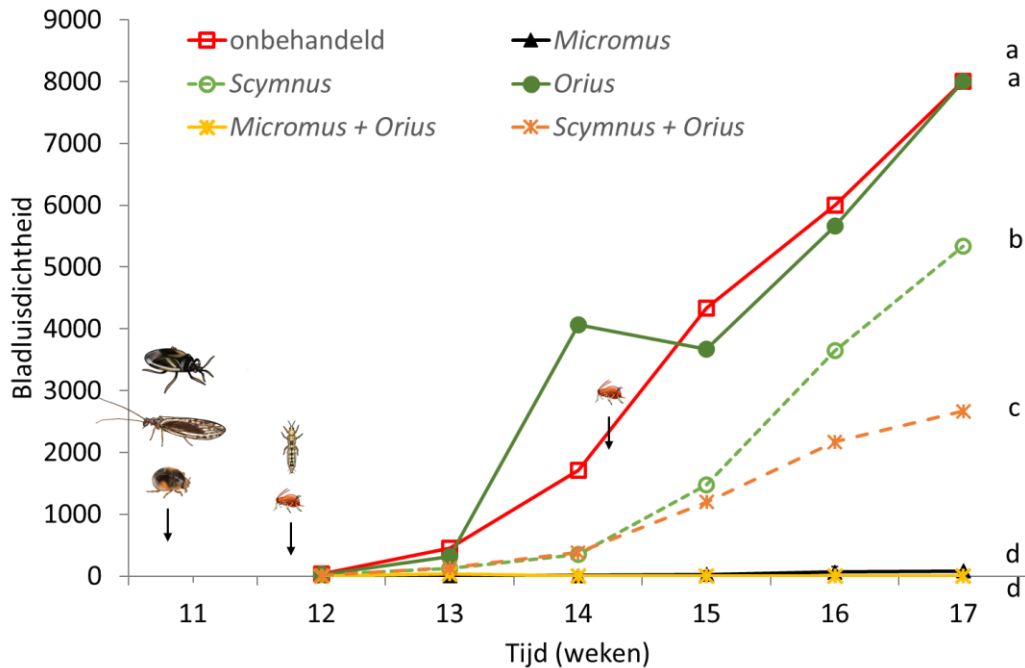


**Figuur 5.3** Gemiddelde mortaliteit van eieren van *Scymnus interruptus* en *Micromus variegatus* in aanwezigheid van *Orius laevigatus* zonder extraguildde prooi (EP) of in aanwezigheid van bladluis of trips (larven of adulten). De punten geven de gemiddelde fractie mortaliteit weer met een 95% betrouwbaarheidsinterval. Verschillende letters geven significante verschillen tussen behandelingen weer (GLM,  $p < 0.05$ ).



### 5.3.2 Kasproef

De toevoeging van *O. laevigatus* aan de bladluispredatoren *S. interruptus* en *M. variegatus* had géén negatief effect op de bestrijding van bladluis (Figuur 5.4). Sterker nog, bij de behandeling met *S. interruptus* was er een significant beter onderdrukking van bladluis dan in de behandeling met alleen *S. interruptus*. Bij de gaasvlieg was in alle gevallen de bestrijding zeer effectief. De roofwants alleen had géén significant effect op bladluis (Figuur 5.4). De dichtheden *S. interruptus* en *M. variegatus* waren met en zonder *O. laevigatus* niet significant anders.



**Figuur 5.4** Populatieontwikkeling van bladluis op paprikaplanten met verschillende bladluisbestrijders of combinaties van bladluisbestrijders ten opzichte van onbehandeld. De lijnen geven de gemiddelde dichtheden ( $\pm$ SE) per plant weer. Pijlen geven introductiemomenten van de predatoren en trips en bladluis weer. Verschillende letters achter de lijnen geven significante verschillen tussen de behandelingen weer (GLMM, Poisson,  $p < 0.05$ ).

## 5.4 Conclusies en discussie

Hoewel de laboratoriumproef heeft aangetoond dat *O. laevigatus* in potentie een intraguild-predator is van zowel *S. interruptus* als *M. variegatus*, en dus de bladluisbestrijding zou kunnen verstoren, laat de kasproef zien dat in een complexere omgeving met bloeiende paprikaplanten en andere prooien deze nevenwerking niet aanwezig is. De combinatie van *S. interruptus* met *O. laevigatus* bleek juist positief met een betere bestrijding van bladluis dan bij de predatoren afzonderlijk.

---

# 6 Zoekefficiëntie bestrijders in komkommer

## 6.1 Inleiding

De katoenluis *Aphis gossypii* is de belangrijkste bladluisplaag in kaskomkommer. De tolerantie voor bladluizen is erg laag vanwege het huidige risico op virusoverdracht. Het geelvirus (CABYV) wordt persistent overgedragen door katoenluis en wordt steeds vaker waargenomen in Nederlandse kassen. Vanwege dit virusrisico is er een sterke behoefte om nieuwe bladluiskolonies die van buitenaf de kas binnenkomen zo snel mogelijk te bestrijden. Sluipwespen lijken hiervoor de beste mogelijkheid te bieden, vanwege hun sterke zoekvermogen. Het zoekvermogen van bladluissluipwespen voor de bestrijding van katoenluis is eerder onderzocht, maar slechts op beperkte schaal in kleine kascompartimenten (Van Steenis, 1995). In hoeverre deze sluipwespen ook in staat zijn kleine bladluishaarden op te sporen en te parasiteren in een grotere en complexere omgeving is niet bekend. In dit onderzoek is de zoekefficiëntie van verschillende soorten bladluissluipwespen in een hogedraadteelt van komkommer getest. Bij preventieve inzet van sluipwespen is het ook goed te weten hoe lang de wespen zonder bladluis kunnen overleven en of ze na deze periode zonder bladluis nog steeds evenveel bladluizen kunnen parasiteren. Soorten van het genus *Aphidius* en *Praon* zijn pro-ovigenic waarbij het merendeel van hun eieren al volledig zijn ontwikkeld voordat de eilegperiode start. Deze soorten leven over het algemeen ook korter dan bijvoorbeeld *Aphelinus*-soorten die synovigenic zijn en gedurende hun leven eieren blijven ontwikkelen en afrijpen (Jervis et al. 2001). Bij *Aphidius*-soorten kunnen in periode zonder bladluis de eieren in het lichaam van de vrouwtjes afnemen door oösorptie (Pan et al. 2017). Dit fenomeen zou kunnen optreden bij preventieve inzet van de sluipwespen in kassen wanneer bladluizen nog niet aanwezig zijn. In dit onderzoek hebben we onderzocht of de overleving en eilegcapaciteit behouden kan worden met het aanbieden van honingwater. Tot slot hebben we ook het zoekvermogen van een aantal bladluispredatoren onderzocht. Het achterliggende idee hierbij is dat het wellicht mogelijk is om met preventief gevestigde predatoren vanaf bankerplanten beginnende bladluishaarden in kassen te bestrijden.

## 6.2 Materiaal en methoden

### 6.2.1 Kasproef met sluipwespen

Het zoekvermogen van sluipwespen is onderzocht in één kascompartiment van 98 m<sup>2</sup> waarvan de luchtramen voorzien waren van fijn insectengaas (maaswijdte 0,15 x 0,31 mm). Komkommer, cv Proloog, werd geplant in met 12 rijen van 17 planten. *Amblyseius swirskii* is bij de start van de teelt ingezet voor tripsbestrijding. Twee weken na het planten zijn 8 bladluiskolonies toegevoegd aan 8 verschillende komkommerplanten op een afstand van 2 en 4 m van het midden van de kas. Op elke afstand zijn 4 planten gemarkeerd voor introducties van katoenluis. Per plant werden 3 bladeren gemarkeerd waarop 5 volwassen bladluizen werden geplaatst, laag, in het midden en hoog in de plant, dus 15 bladluizen in totaal. Op 8 andere planten is hetzelfde gedaan voor de bladluis *Myzus persicae*, maar de kloon afkomstig van paprika bleek niet aan te slaan in komkommer. Zes dagen na de inzet van bladluis werd in het midden van de kas een mix van sluipwespen losgelaten, van elke soort 15 vrouwtjes van 1 dag oud en gepaard. Dit waren de soorten *Aphidius ervi*, *Aphidius colemani*, *Aphidius matricariae* en *Praon volucre*. Na 1, 3 en 6 dagen werden telkens 8 bladeren uit de kas geplukt. De aanwezige bladluizen werden overgeplaatst op bladponzen op wateragar en na verloop van tijd werd het aantal geparasiteerde bladluizen geteld. De sluipwespensoorten werden morfologisch en moleculair geïdentificeerd na uitkomst. De kasproef is twee keer uitgevoerd. De eerste proef vond plaats in augustus bij 15 uur licht per dag en tweede in november met 9 uur licht per dag. De gemiddelde temperatuur was 21°C tijdens deze proeven. In de tweede proef is alleen katoenluis ingezet, nu op 16 planten in plaats van 8. Verder was de opzet identiek aan de eerste proef.



**Figuur 6.1** Kas met hogedraadteelt komkommer voor het testen van zoekefficiëntie bladluissluipwespen.

### 6.2.2 Overleving sluipwespen in afwezigheid van bladluis

In het laboratorium is onderzocht hoe lang vrouwtjes van de sluipwespsoort *A. colemani* kunnen overleven in afwezigheid van bladluizen met alleen water of honingwater en in hoeverre deze periode van afwezigheid van geschikte gastheren effect heeft op de eilegcapaciteit. Voor dit onderzoek zijn 160 verse mummies van *A. colemani* verzameld en evenredig verdeeld over 8 insectenkooien van 30\*30\*30 cm (20 per kooi) die werden geplaatst in een klimaatcel bij 20 °C en 70% RV. De uitkomende sluipwespen werden in 4 kooien voorzien van 30% honingwater en in de andere 4 kooien van alleen water. De voedselbron werd elke 24 uur ververs. Uitgekomen en gepaarde sluipwespvrouwtjes werden vervolgens 1, 2, 3, 5 of 8 dagen na uitkomst individueel geplaatst in een bakje met komkommerblad op wateragar met daarop ca. 200 bladluizen *A. gossypii* (3e en 4e stadium). Totaal waren er dus 10 behandelingen: 5 tijdstipmomenten met en zonder honingwater. Elke behandeling had 10 herhalingen waarbij elke herhaling één vrouwelijke parasitoïde voor gedurende 24 uur werd aangeboden aan een bakje met bladluis. Daarna werden de bakjes in een klimaatcel geplaatst bij 20 °C en 70% RV tot mummificatie. Uiteindelijk is per bakje het aantal mummies en uitgekomen parasitoïden geteld.

---

### 6.2.3 Kasproef met predatoren

In 2023 is een vergelijkbare kasproef uitgevoerd als de kasproef beschreven in paragraaf 6.2.1, maar in plaats van sluipwespen is dit keer gekeken naar de zoekefficiëntie van bladluispredatoren. Daarvoor zijn de volgende natuurlijke vijanden geselecteerd:

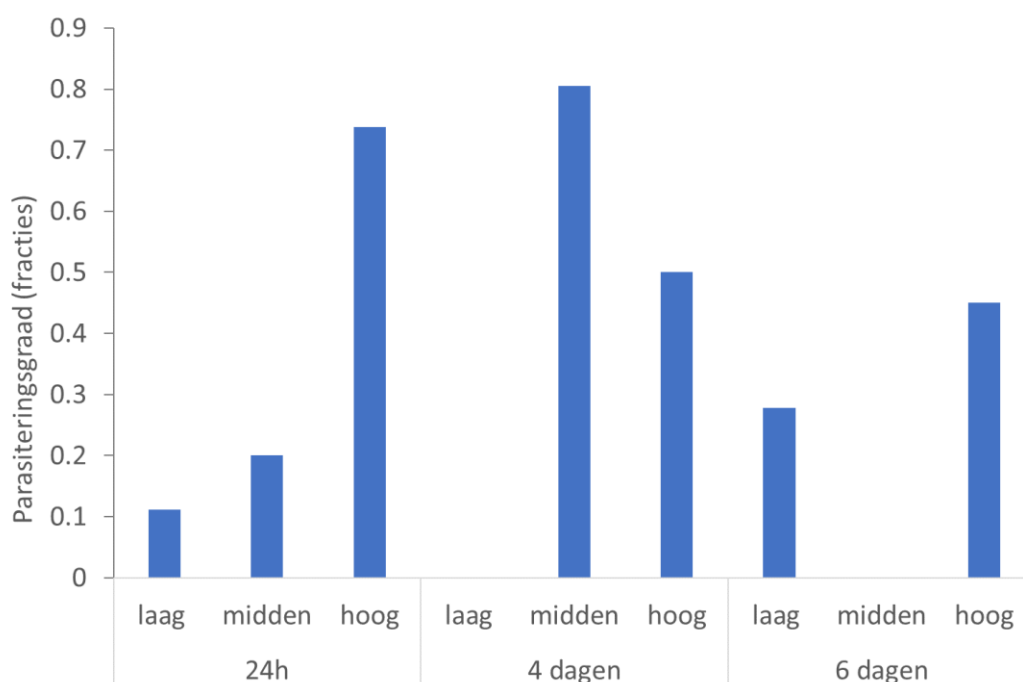
- *Micromus variegatus*,
- *Micromus angulatus*
- *Propylea quatuordecimpunctata* (P14)
- *Scymnus interruptus*
- *Aphidoletes aphidimyza* (referentie)

De twee gaasvliegsoorten en *S. interruptus* werden voor dit onderzoek door ons op bladluis gekweekt. De galmuggen waren afkomstig van Koppert en P14 van Entocare. De kasproef is opnieuw uitgevoerd in één compartiment van 98 m<sup>2</sup> voorzien van insectengaas, beplant met komkommer, cv Proloog, 12 rijen met elk 17 planten. Dit keer is gekeken naar het effect van bladluishaardgrootte en de positie in de plant. Roofmijten zijn bewust niet ingezet vanwege het effect op galmugeieren. Door strikte hygiëne lukte het goed om géén infecties met trips op te lopen. Vier weken na het planten zijn 32 bladluiskolonies met *A. gossypii* toegevoegd aan 16 verschillende komkommerplanten op een afstand van 2 en 4 m van het midden van de kas. Op elke afstand zijn 8 planten gemarkeerd voor bladluisintroducties en per plant zijn 2 kolonies aangebracht: één laag op 1.5 m hoogte en 1 hoog op 4 m hoogte. De variatie in grootte van bladluiskolonies werd gerealiseerd door bij de start 10 of 50 ongevleugelde volwassenen bladluizen van willekeurige leeftijd toe te voegen aan een enkel groot stamblad. Na 3 dagen resulteerde die in een gemiddelde koloniegrootte van 15 en 65 bladluizen. Vervolgens zijn om 15 uur in het midden van de kas 40 paartjes per bladluispredator uitgezet, telkens met een interval van 1 minuut tussen de soorten. De volwassen galmuggen waren 1 dag oud en de overige predatoren 7-10 dagen oud. De bladluiskolonies worden vervolgens dagelijks in de ochtend gemonitord om te bepalen welke bestrijders aanwezig zijn. Na een week zijn alle bladeren met kolonies geplukt en is het aantal eieren, larven en adulten per soort geteld. De eieren van de twee soorten *Micromus* konden morfologisch onder een stereomicroscop onderscheiden worden. De gemiddelde kastemperatuur in de week van 3-10 juli waarin de proef plaatsvond was 24.5°C (range 18.7-38.7) en de relatieve luchtvochtigheid 77% (range 35-95).

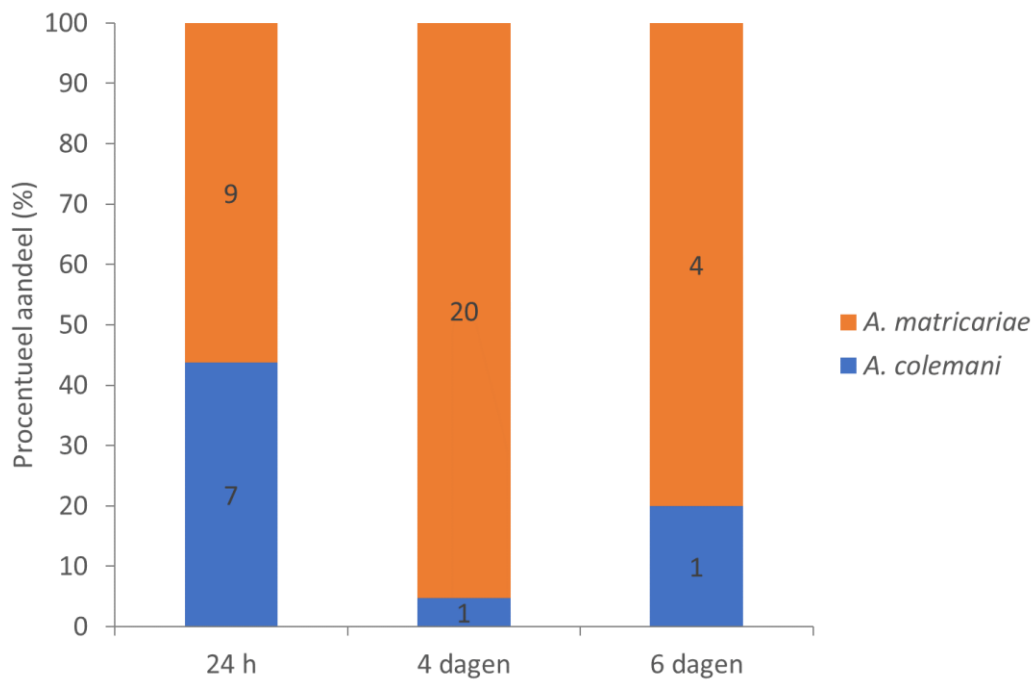
## 6.3 Resultaten

### 6.3.1 Kasproef met sluipwespen

Tijdens de eerste proef in augustus bleef de parasiteringsgraad erg laag. Na 24 uur werd nog géén parasitering op de geplukte bladeren waargenomen. Na 4 dagen en 6 dagen werd in 3 van de overige kolonies parasitering waargenomen. Totaal werden 28 geparasiteerde bladluizen gevonden, waarvan 82% *A. colemani* was en enkele *A. ervi* en *A. matricariae*. Tijdens de tweede kasproef in november waren de sluipwespen meer succesvol en werden 24 uur na inzet van kolonies gevonden en geparasiteerd (Figuur 6.2). Het lijkt erop dat de bladluizen hoog in de planten sneller werden gevonden dan laag in de planten. In de tweede proef werd het merendeel van de katoenluis geparasiteerd door *A. matricariae*, gevolgd door *A. colemani* (Figuur 6.3). De andere sluipwespsoorten werden niet meer teruggevonden.



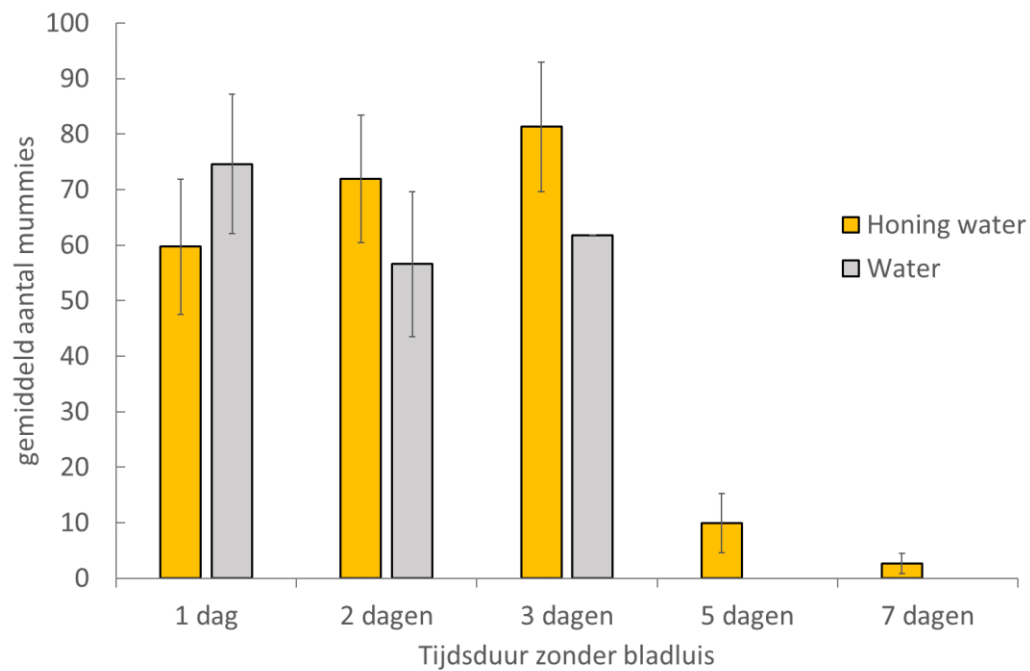
**Figuur 6.2** Gemiddelde parasiteringsgraad van de verzamelde katoenluizen 1, 4 en 6 dagen na inzet van de sluipwespen.



**Figuur 6.3** Procentueel aandeel per sluiptwespsoort van het totaal aantal geparasiteerde bladluizen 1, 4 en 6 dagen na inzet. Cijfers in de staven geven het werkelijke aantal succesvol uitgekomen sluiptwespen weer.

### 6.3.2 Overleving sluipwespen in afwezigheid van bladluis

Bij de behandeling zonder honingwater bleven de sluipwespen maximaal 3 dagen leven en er kon dus niet langer beoordeeld worden wat de eilegcapaciteit was. Met honingwater bleven de sluipwespen langer leven, maar het aantal gearparasiteerd bladluizen nam sterk af (Figuur 6.4).



**Figuur 6.4** Gemiddelde ( $\pm SE$ ) aantal mummies dat een sluipwespvrouwtjes van *Aphidius colemani* produceert na een tijdsperiode zonder bladluis met en zonder honingwater.

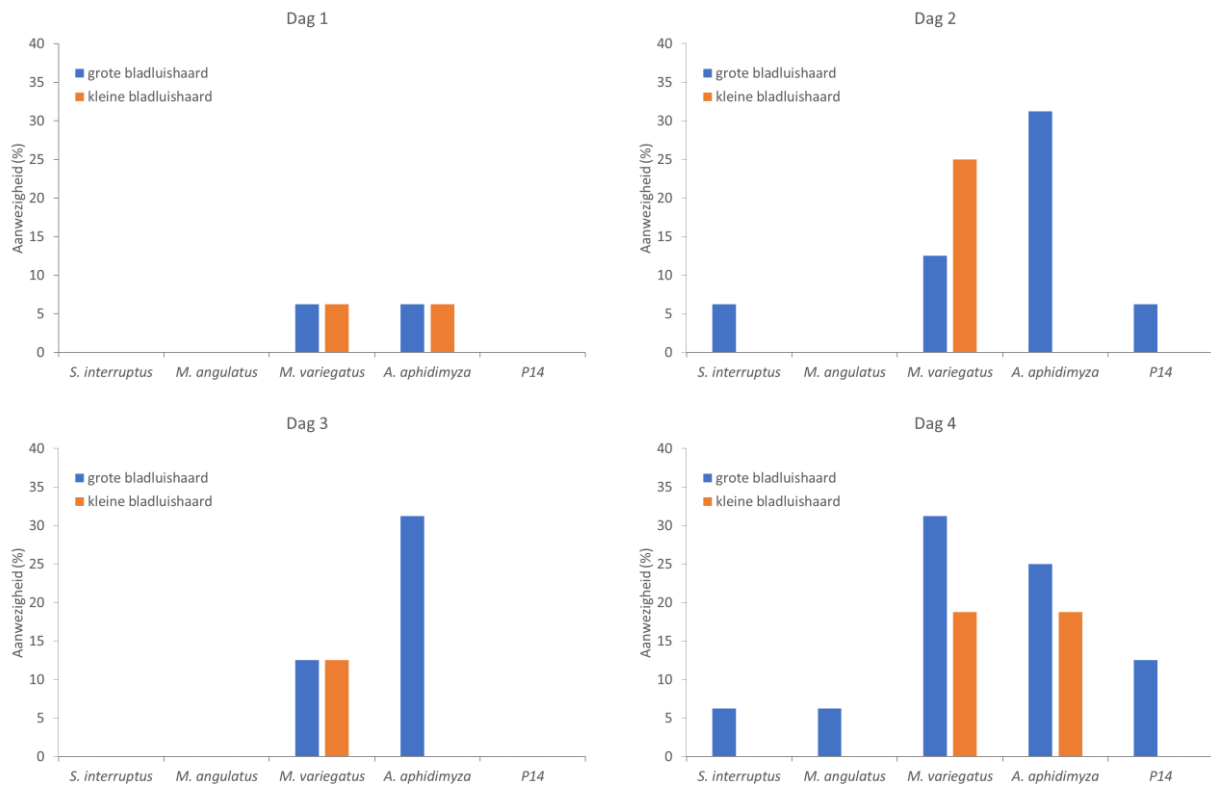
### 6.3.3 Kasproef met predatoren

De natuurlijke vijanden waren visueel goed waarneembaar gedurende de 4 dagen van directe observaties in de kas (Figuur 6.5). Eén dag na inzet van de bladluispredatoren werden in enkele haarden de gaasvlieg *M. variegatus* en de eieren van de galmug *A. aphidimyza* gevonden (Figuur 6.6). In de dagen daarop volgde nam het aantal bladluishaarden met natuurlijke vijanden toe, met nog steeds een sterke dominantie van de galmug en *M. variegatus*. De overige soorten werden het meest op de vierde dag na inzet gevonden en alleen in de grote bladluishaarden. Ook de galmug lijkt een sterke voorkeur te hebben voor de grote bladluishaarden (Figuur 6.5). Bij een verdere verdeling van bladluishaardgrootte en haardpositie (hoog versus laag in de plant) valt op dat de meeste natuurlijke vijanden een sterke voorkeur voor de bladluiskolonies hoog in de plant hebben (Figuur 6.6). Bij de eindtelling na een week werden alleen eieren van *M. variegatus* en eieren en larven van *A. aphidimyza* gevonden (Figuur 6.8) (afgezien van één enkele adult P14 en *M. variegatus*). Bladluishaardgrootte en bladluishaardpositie had géén significant effect op de aanwezigheid van eieren van *M. variegatus* of *A. aphidimyza*, maar er was een significant effect van haardgrootte op het aantal larven van *A. aphidimyza* (Figuur 6.8), hetgeen bevestigt wat in de dagen daaraan voorafgaan werd gevonden.

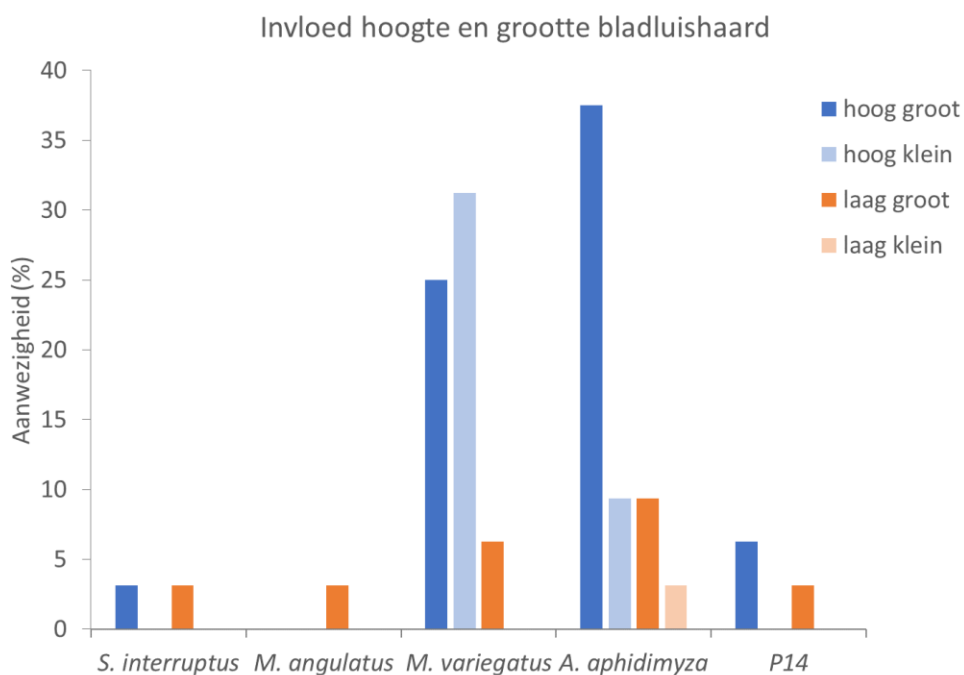


**Figuur 6.5** Natuurlijke vijanden van bladluis in komkommer, met links het schaakbordlieveheersbeestje (P14) en rechts de gaasvlieg *Micromus variegatus*.

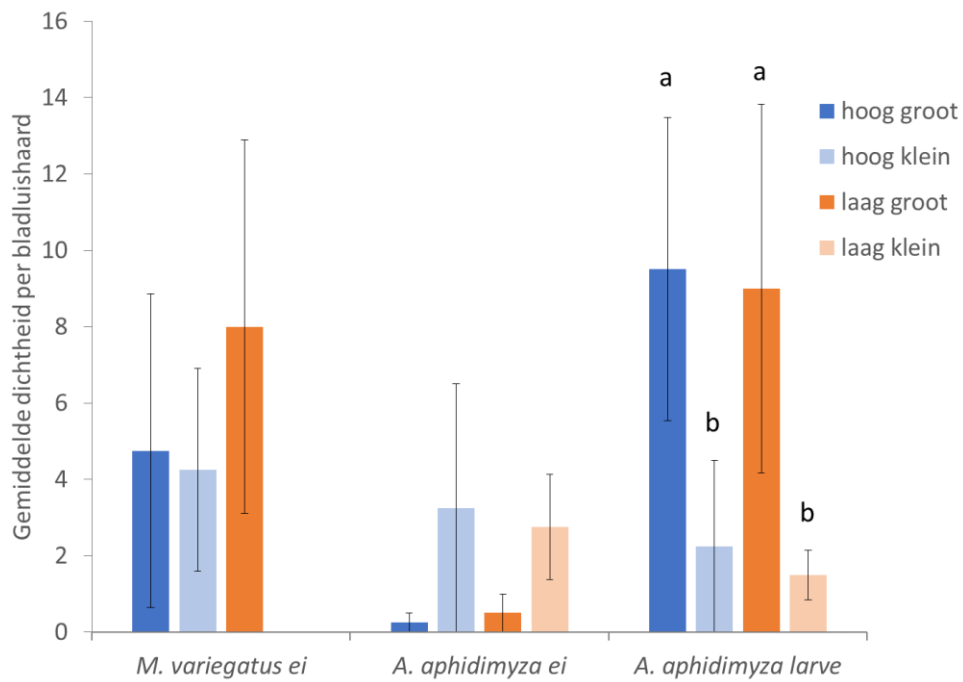




**Figuur 6.6** Percentage bladluishaarden (groot versus klein) waar natuurlijke vijanden aanwezig waren 1, 2, 3 en 4 dagen na inzet.



**Figuur 6.7** Effect van bladluishaardgrootte en bladluishaardpositie op de aanwezigheid van natuurlijke vijanden gedurende 4 opeenvolgende dagen van waarnemingen. Per positie en haardgrootte is het percentage kolonies met aanwezigheid van een bepaalde natuurlijke vijand weergegeven.



**Figuur 6.8** Effect van bladluishaardgrootte en bladluishaardpositie op de aanwezigheid van natuurlijke vijanden één week na inzet. Per positie en haardgrootte is het gemiddeld ( $\pm$ SE) aantal individuen per stadium weergegeven. De verschillende letters bij larven van *Aphidoletes aphidimyza* geven significante verschillen tussen de behandelingen weer (ANOVA,  $p=0.015$ ).

---

## 6.4 Conclusies en discussie

Dit onderzoek heeft laten zien dat de strategie om kleine bladluishaarden snel de bestrijden met preventieve inzet van natuurlijke vijanden in principe kan met zowel sluipwespen als bladluispredatoren. Bij de sluipwespen bleek *A. colemani* het goed te doen in een zomerproef, maar in een najaarsproef bleek een verrassend groot aandeel van de katoenluis geparasiteerd te zijn door *A. matricariae*. De soorten zijn zowel morfologische als moleculair met PCR-testen op naam gebracht, zodat daar geen twijfel over bestaat. Uit eerder onderzoek is bekend dat *A. colemani* een veel geschiktere sluipwesp voor katoenluis is dan *A. matricariae* (Van Steenis 1995). Op kleine schaal werd in dit oudere onderzoek nauwelijks parasitering door *A. matricariae* waargenomen, dus des te verrassender dat in onze proef *A. matricariae* zo goed presteerde. Het succes van een sluipwespsoort voor parasitering van een bepaalde bladluissoorten kan echter sterk afhangen van het genotype van de bladluis, de symbionten in de klonen en het genotype van de bladluissoort (Clarke et al. 2017). Dit maakt dat resultaten met sluipwespen kunnen variëren per bladluissoort. Op basis van onze studie lijkt het een goede strategie te zijn om naast *A. colemani* ook *A. matricariae* in te zetten. De levensduur van sluipwespen kan verlengd worden met het aanbieden van suikers in de vorm van honingwater of nectar van andere planten (Charles and Paine 2016). Op alleen water gaan de meeste sluipwespen na 1-3 dagen dood, terwijl met suikers dit wordt verlengd tot 6 dagen (Charles and Paine 2016). In onze laboratoriumproef hebben we echter laten zien dat de capaciteit van deze sluipwespen om nog bladluizen te kunnen parasiteren na 5 dagen drastisch daalt, mogelijk omdat ze een deel van hun eieren gebruiken voor hun energievoorziening (Pan et al. 2017). Dit wetende lijkt het dus verstandig om voor een preventieve strategie van bladluisbestrijding minimaal 2x per week verse sluipwespen in te zetten en deze te voorzien van honingwater of een andere suikerbron.

Naast sluipwespen is ook de bekende galmug *A. aphidimyza* zeer geschikt om haarden bladluis op te sporen. In ons onderzoek werden eieren al binnen een dag in bladluishaarden gevonden. Wel kwam duidelijk naar voren dat galmuggen een sterke voorkeur hebben voor de grotere bladluishaarden, zoals ook in eerder onderzoek is gevonden (Boulanger et al. 2019). Kleinere bladluishaarden zullen dus eerder ontsnappen aan deze predatoren wanneer er ook grotere bladluishaarden aanwezig zijn. Van de overige geteste nieuwe predatoren gaf de gaasvlieg *M. variegatus* een mooi resultaat. De volwassenen en eieren van deze gaasvlieg werden in bijna evenveel haarden teruggevonden als bij de galmug en deze soort lijkt dus interessant om naast sluipwespen en galmuggen preventief in te zetten. In de toekomst zou dat mogelijk kunnen vanuit een bankerplantsysteem, maar dit vraagt verder onderzoek om dat te ontwikkelen. De verwante soort *M. angulatus*, die momenteel commercieel beschikbaar is, werd net als de lieveheersbeestjes *P. quatuordecimpunctata* (P14) en *Scymnus interruptus* nauwelijks teruggevonden.

---

# 7 Bestrijding van aardappeltopluis in roos

## 7.1 Inleiding

Bladluis is door het verminderd gebruik van breedwerkende gewasbeschermingsmiddelen de laatste jaren een steeds groter probleem in de teelt van roos. Diverse soorten bladluis kunnen in roos voorkomen, maar de meest problematische soort is de aardappeltopluis *Macrosiphum euphorbiae*. De verwante soort *Macrosiphum rosae* is ook een bekende soort voor roos, maar bij inventarisaties van bladluiskolonies uit praktijkbedrijven bleek het in alle gevallen om de aardappeltopluis te gaan. In dit project is daarom besloten het onderzoek verder uit te voeren met deze soort. In het eerste jaar van het project zijn oriënterende proeven uitgevoerd met de terrasjeskommazweefvlieg *Eupeodes corollae* en het Kleine Langlijf *Sphaerophoria rueppellii*. Beide soorten komen algemeen voor in Nederland en zijn nu ook commercieel beschikbaar. Deze zweefvliegen bleken zich echter niet goed te vestigen in roos. In kooien met extra stuifmeel en nectar als voedsel (Leman et al. 2023), kunnen ze nakomelingen produceren, maar bij loslatingen in een kasafdeling van 150 m<sup>2</sup> in een onbespoten roosgewas met aardappeltopluis of bladluis op tarwebankerplanten en nectarbronnen werd nooit een vestiging van de zweefvliegen waargenomen.

De gedachte bij de start van het project was om bladluisbestrijding te versterken met preventieve inzet van natuurlijke vijanden. Roofwantsen van de familie Miridae lijken daar erg geschikt voor. In andere gewassen zoals paprika, tomaat, aubergine en gerbera, worden de predatoren *Macrolophus pygmaeus* en *Dicyphus errans*, beide ook miride wantsen, met succes ingezet en zijn goede effecten op bladluis gevonden (Messelink et al. 2015). Deze wantsen leggen echter hun eieren in zacht plantmateriaal en een houtig roosgewas is daar minder geschikt voor. Een miride roofwants die wel op houtige gewassen voorkomt is de donkerbruine mierwants *Pilophorus clavatus*. In het eerste en tweede jaar van dit project is deze soort verzameld van wilg in Limburg en hebben we geprobeerd kweken te starten, maar helaas zonder succes. Het onderzoek heeft zich daarom verder gericht op een evaluatie van gaasvliegen, lieveheersbeestjes en sluipwespen. Voor de bestrijding van aardappeltopluis wordt vaak geadviseerd om de sluipwesp *Aphidus ervi* in te zetten. Eerder onderzoek laat zien dat aardappeltopluis inderdaad een geschikte gastheer is, maar echter veel minder geschikt dan de groene perzikluis *Myzus persicae* (Velasco-Hernandez et al. 2017). Bij veldonderzoek in Zuidelijk en Oost-Europa valt op dat aardappeltopluis in de natuur nauwelijks door *A. ervi* wordt geparasiteerd, maar veel vaker door *Praon volucre* (Kavallieratos et al. 2004). Het is dus interessant te verkennen of deze sluipwesp een goede kandidaat is voor de bestrijding van aardappeltopluis in roos. Bij het selecteren en evalueren van natuurlijke vijanden voor de bestrijding van aardappeltopluis is het ook goed te weten wat het effect is van de natuurlijke vijanden op het gedrag van de bladluizen in het gewas. Aardappeltopluis staat er om bekend dat ze zich makkelijk laat vallen na een verstoring door een natuurlijke vijand, net zo als sommige andere bladluissoorten zoals boterbloemluis en erwtenluis (Losey and Denno 1998, Gillespie and Acheampong 2012). Dit is een verdedigingsmechanisme om te ontsnappen aan parasitering of predatie, maar het kost de bladluizen ook veel energie om na het vallen de planten te herkoloniseren. Dus uiteindelijk is het de vraag wat voor de bestrijding het beste resultaat geeft; natuurlijke vijanden die agressief de kolonies benaderen en veel valgedrag induceren, of juist bestrijders die kolonies voorzichtig benaderen en zo min mogelijk verstoring induceren. In dit onderzoek hebben we daarom beide aspecten onderzocht: de mate van bestrijding van aardappeltopluis bij preventieve inzet van natuurlijke vijanden of combinaties daarvan en de mate waarin het valgedrag van aardappeltopluis wordt geïnduceerd door natuurlijke vijanden.

---

## 7.2 Materiaal en methoden

### 7.2.1 Evaluatie soorten kasproef 1

In 2022 is een kasproef uitgevoerd met als doel om de effecten van preventieve inzet van verschillende soorten en combinaties van natuurlijke vijanden met additioneel voedsel op aardappeltopluis te onderzoeken. De proef is uitgevoerd in 28 grote inloopkooien van 1\*2\*2 m met in elke kooi 6 rozenplanten, cv Annakarina, gekweekt op steenwolblokken die in een steenwolmat van 1 m met druppelirrigatie zijn geplaatst. De experimentele eenheid bestond uit één kooi met daarin de 6 planten. Het experiment was opgezet als een willekeurig gewarde blokkenproef met 7 behandelingen en 4 herhalingen. De 4 blokken zijn gelijkmatig verdeeld over 2 kascompartimenten van elk 98 m<sup>2</sup>, dus 2 blokken per compartiment. De planten waren bij aanvang van het experiment 9 maanden oud en uitgegroeid tot een volgroeid, dicht gewas dat voldoet aan standaard groeiomstandigheden. Planten werden vooraf behandeld met pirimicarp (Pediment) om eerdere bladluisplagen te bestrijden. In elke kooi werden tevens 2 zakjes met *Transeius montdorensis* uitgezet als preventieve bestrijding tegen trips, 1 kaart met *Encarsia formosa* tegen kaswittevlug en preventief wat *Phytoseiulus persimilis* tegen spintmijten. Collis werd gespoten tegen echte meeldauw. Totaal zijn de volgende 7 behandelingen getest:

- A. Onbehandeld
- B. *Aphidius ervi* + suikers
- C. Een sluipwespmix: *Aphidius ervi* + *Praon volucre* + *Aphelinus abdominalis* + suikers
- D. Het lieveheersbeestjes *Propylea quatuordecimpunctata* (P14) + Ephestia (voedsel)
- E. De sluipwespmix + suikers + P14 + Ephestia
- F. De zweefvlug *Episyrphus balteatus* + suikers
- G. De sluipwespmix + *E. balteatus* + suikers

De natuurlijke vijanden zijn in 2 rondes preventief ingezet: in week 12 en 13. In de sluipwespmix werden totaal evenveel sluipwespen ingezet als bij de behandeling met alleen *A. ervi*, namelijk 24 per kooi. In de mix waren dat 8 vrouwtjes per soort (4 per moment). De zweefvliegen P14 werden ook 2x ingezet met per uitzetmoment 2 paartjes per kooi. De natuurlijke vijanden werden van extra voeding: suikers voor de sluipwespen en zweefvliegen en Ephestia voor P14. De suikers, een mix van fructose (37.5%), glucose (34.5%), sucrose (25%), maltose (2%) en oligosachariden (1%) (Biogluc) werden aangeboden in een handgemaakt voerstation (Figuur 7.1). Om de overleving van de sluipwespen te monitoren, werden 6 vrouwtjes per soort in een bakje met insectengaas en suikers in de kas geplaatst. De inzet van de natuurlijke vijanden gevolgd door 3 opeenvolgende momenten van inzet van bladluis in week 13-15, telkens 20 bladluizen van gemengde leeftijd per plant, dus 120 bladluizen per inzetmoment, beginnend 1-2 dagen na de laatste inzet van de natuurlijke vijanden. De dichtheden van bladluizen en de natuurlijke vijanden werden gevolgd met wekelijkse beoordelingen in de kooien. Planten werden wekelijks gesnoeid en de verwijderde scheuten zijn in de kooien achtergelaten, zodat de aanwezige natuurlijke vijanden het gewas opnieuw konden koloniseren. Per kooi werd één plant intact gehouden om verstoring van natuurlijke vijanden te voorkomen. Tijdens de periode vanaf inzet van de eerste natuurlijke vijanden (week 12) tot en met de laatste waarneming was de gemiddelde temperatuur van 20.1°C (range 16.5- 26.3°C) en de relatieve luchtvochtigheid 73% (range 35-90%). Planten werden belicht met SON-T-lampen vanaf een instralingslimiet onder 350 Watt voor 20 uur per dag met een lichtintensiteit van 129,74 micromol/s/m<sup>2</sup>.



**Figuur 7.1** Kooi met rozen­gewas met daarin een voerstation met suikers voor sluipwespen en zweefvliegen.

### 7.2.2 Valgedrag aardappeltopluis

Bij een reeks van natuurlijke vijanden is bepaald in welke mate ze valgedrag van aardappeltopluis kunnen induceren. Dit werd bepaald in insectenkooien met fijnmazig gaas met daarin één of twee stelen roos met bloemknoppen die gekoloniseerd waren door aardappeltopluis. De plantvoet werd bij deze opzet afgedicht met wit folie zodat bladluizen, die na contact met een natuurlijke vijand op het folie vallen, makkelijk te tellen zijn (Figuur 7.2). Gemiddeld waren er tussen de 100 en 200 bladluizen op de stelen aanwezig. Na 24 uur werd het aantal bladluizen op het folie, de kooiwand en op de plant geteld. De aanname was dat bladluizen op de kooiwand (aan de wandel) en op het folie het aandeel was dat door verstoring niet meer op de plant was. Bij het testen werd telkens op hetzelfde tijdstip een controlebehandelingen meegenomen zonder natuurlijke vijand. Deze proeven werden voor de volgende natuurlijke vijanden uitgevoerd in verschillende herhalingen (n tussen haakjes):

- *Aphidius ervi* (20)
- *Aphelinus abdominalis* (4)
- *Micromus variegatus* (2)
- *Eupeodes corollae* (2)
- *Aphidoletes aphidimyza* (2)
- *Scymnus interruptus* (2)
- *Aphidius matricariae* (2)
- *Aphidius colemani* (2)

De meeste herhalingen zijn uitgevoerd met *A. ervi*. Voor de overige soorten is het aantal herhalingen lager gehouden om de kosten te beperken. Deze herhalingen zijn meer een indicatie voor het type gedrag dat ze kunnen induceren. Tijdens de testperiodes was de gemiddelde temperatuur 24.1°C (range 18.2- 34.3°C) en de relatieve luchtvochtigheid 83% (range 49-100%). Planten werden belicht met SON-T-lampen vanaf een instralingslimiet onder 350 Watt gedurende 20 uur per dag met een lichtintensiteit van 129,74 micromol/s/m<sup>2</sup>.



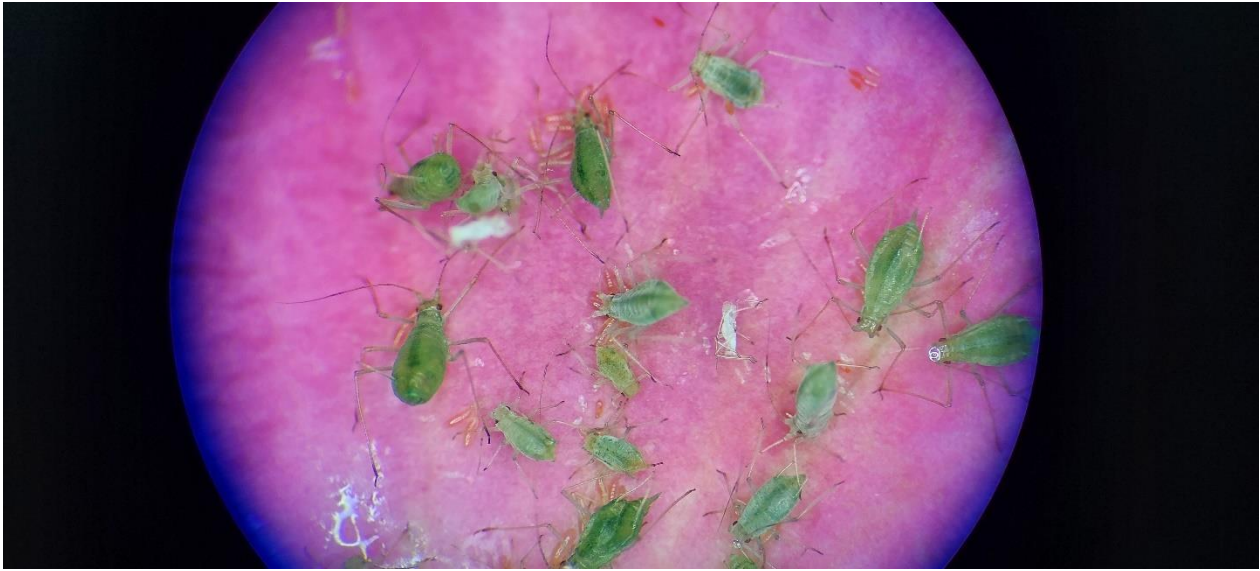
**Figuur 7.2** Opzet voor onderzoek valgedrag *Macrosiphum euphorbiae*.

### 7.2.3 Kasproef 2: combinaties van natuurlijke vijanden

In aansluiting op het onderzoek naar valgedrag bij aardappeltopluis is in 2023 een tweede kasproef ingezet met als doel te bepalen welke combinaties van bestrijders het meest effectief zijn. Daarbij zijn soorten getest waarbij zo min mogelijk verstoring werd verwacht, zoals *Aphidoletes aphidimyza* (Figuur 7.3) en *Aphelinus abdominalis* en combinaties van een verstorende sluipwesp *Praon volucre* en de gaasvlieg *Micromus variegatus* waarvan werd verondersteld dat de larven laag in het gewas foerageren. De volgende behandelingen zijn getest:

- A. onbehandeld
- B. *Aphidoletes aphidimyza*
- C. *Aphelinus abdominalis*
- D. *Aphidoletes* + *Aphelinus*
- E. *Praon volucre*
- F. *Micromus variegatus*
- G. *Praon* + *Micromus*

De proef werd uitgevoerd in de zomer-najaar van 2023 in een kas van 98 m<sup>2</sup> met daarin 42 insectenkooien met fijnmazig gaas van 75\*75\*115 cm. De experimentele eenheid was één kooi met daarin 2 rozenplanten van het cultivar Montana en op de onderstam Natal Briar (Figuur 7.4). De planten waren bij aanvang 3 maanden oud en ingebogen. In week 31 en 32 werden per week per kooi 30 aardappeltopluizen van gemengde leeftijd ingezet. In week 32 is eveneens in iedere kooi de roofmijt *Phytoseiulus persimilis* ingezet voor bestrijding van enkele spintmijten die waren gevonden. In week 33 is een voortelling uitgevoerd en is op basis van de tellingen een blokverdeling gemaakt waarbij kooien met relatief hogere dichtheden en lagere dichtheden werden gegroepeerd. Deze dichtheden varieerden van gemiddeld 30 tot 60 per kooi. Totaal waren er 6 blokken met 7 behandelingen. Na de voortelling werden de natuurlijke vijanden geïntroduceerd. Bij de inzet werd de galmug *A. aphidimyza* 2 dagen eerder ingezet dan de andere bestrijders, omdat het effect van deze bestrijder op bladluis pas start nadat de eieren zijn gelegd en uitgekomen en de eerste larven bladluis gaan consumeren. Per kooi zijn 3 gepaarde vrouwtjesgalmuggen ingezet. Twee dagen later zijn de sluipwespen en gaasvliegen ingezet, ook 3 vrouwtjes per kooi. In week 36 waren de dichtheden van bladluis in alle kooien erg laag geworden, waarna is besloten om extra bladluis en een nieuwe ronde bestrijders in te zetten. Per kooi zijn 60 bladluizen bijgezet, en, afhankelijk van de behandeling, 2 vrouwtjes *A. aphidimyza*, *M. variegatus*, *A. abdominalis* en 1 vrouwtje *P. volucre*. De galmug werd hier ook weer 2 dagen eerder ingezet dan de sluipwespen en gaasvliegen. In week 38 is vervolgens een destructieve eindtelling gedaan waarbij alle bladluizen en natuurlijke per kooi zijn geteld. Tijdens de periode vanaf inzet van de eerste natuurlijke vijanden (week 31) tot en met de laatste waarneming was de gemiddelde temperatuur van 24.1°C (range 18.2- 34.3°C) en de relatieve luchtvochtigheid 83% (range 49-100%). Planten werden belicht met SON-T-lampen vanaf een instralingslimiet onder 350 Watt voor 20 uur per dag met een lichtintensiteit van 129,74 micromol/s/m<sup>2</sup>.



**Figuur 7.3** Massale aanval van larven van *Aphidoletes aphidimyza* op aardappeltopluis. Larven kunnen hun prooi zonder al te veel verstoring doden door ze te verlammen en leeg te zuigen via de bladluispoten.



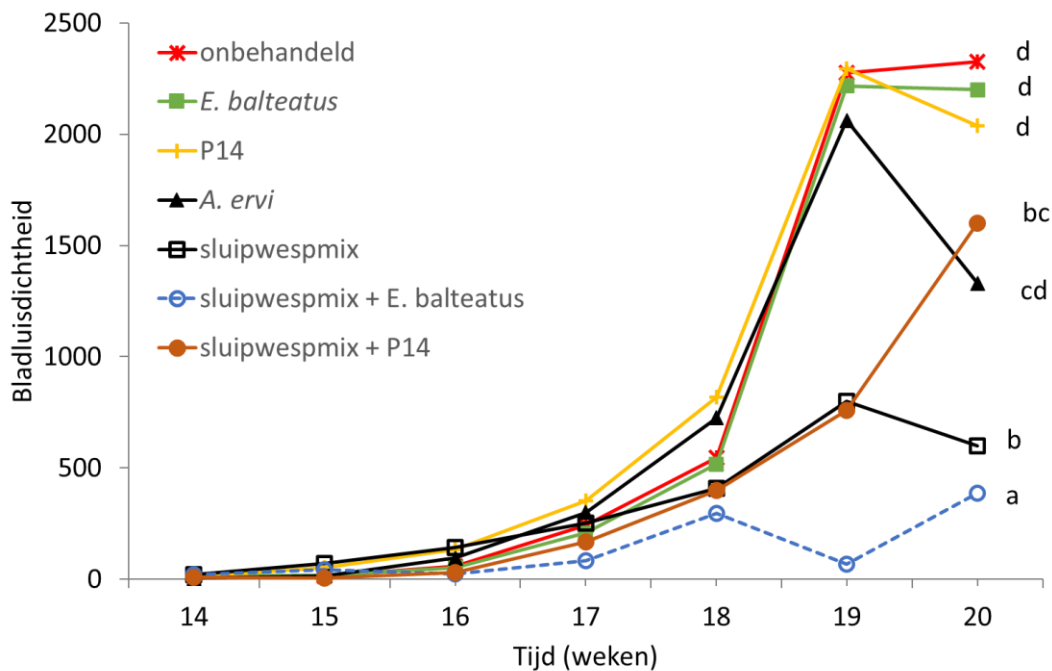
**Figuur 7.4** Overzicht kooiproef in kasafdeling en individuele kooi met per kooi 2 rozenplanten.



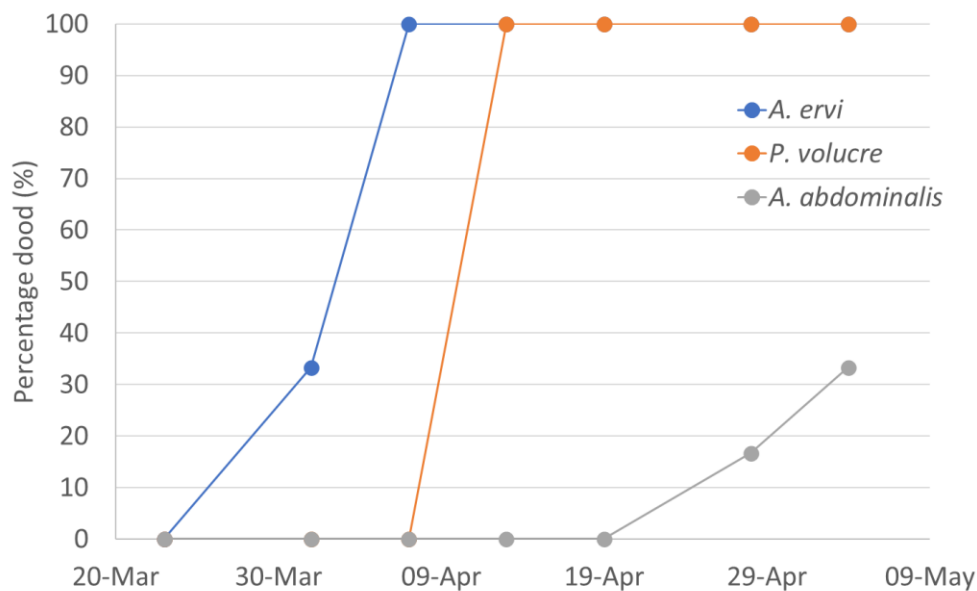
## 7.3 Resultaten

### 7.3.1 Evaluatie soorten kasproef 1

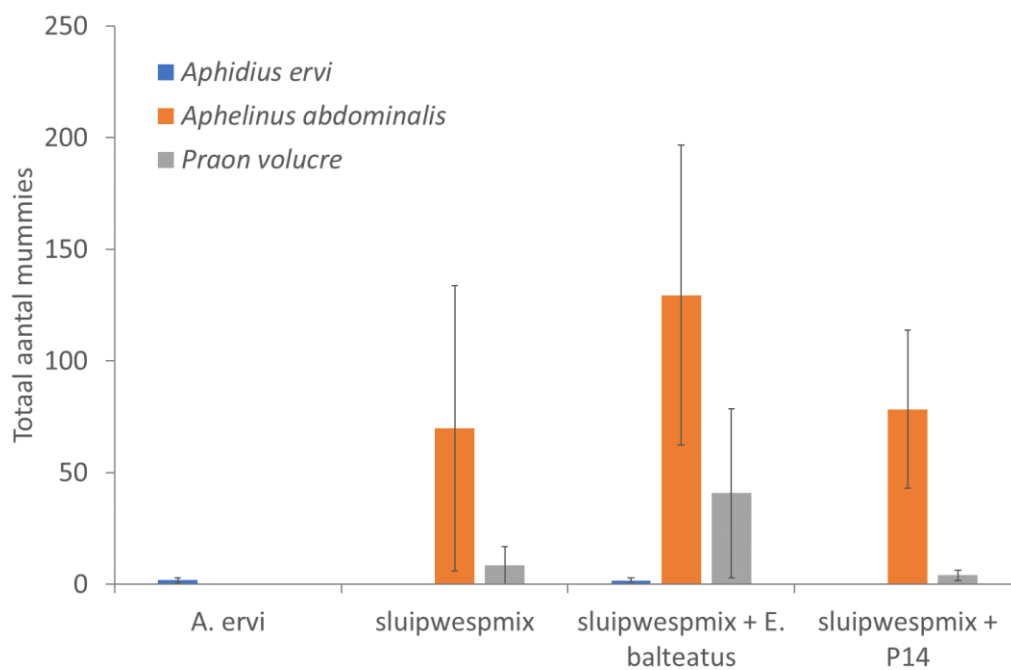
De beste bestrijding van aardappeltopluis werd behaald in de behandeling met de sluipwespmix in combinatie met de zweefvlieg *E. balteatus* (Figuur 7.5). De behandelingen met alleen *A. ervi*, de zweefvlieg *E. balteatus* of het schaakbordlieveheersbeestje (P14) hadden geen effect op de ontwikkeling van bladluis en verschilden niet significant van onbehandeld (Figuur 7.5). In al deze kooien bereikten de bladluizen hoge dichtheden en werd het gewas volledig gekoloniseerd. De overleving van de sluipwespen in de controlebakjes was het hoogst bij *A. abdominalis* (Figuur 7.6). Bij *A. ervi* waren alle wespen binnen 2 weken dood en de overleving van *P. volucre* was iets beter (Figuur 7.6). In de behandelingen met de sluipwespmix werden de meeste mummies teruggevonden van de *A. abdominalis*, gevolgd door *P. volucre* (Figuur 7.7). *Aphidius ervi* daarentegen werden nauwelijks teruggevonden, zowel in de behandeling met de mix van sluipwespen als in de behandeling met alleen *A. ervi* waar de inzetdichtheid 3x zo hoog was. De mummies van *A. abdominalis* en *P. volucre* waren beide goed terug te vinden in het gewas op zowel de bladeren als de knoppen van roos (Figuur 7.8). De zweefvliegen zijn bij de tellingen in het gewas niet meer teruggevonden. Het schaakbordlieveheersbeestje werd wel waargenomen, maar in zeer lage aantallen. De reden waarom de combinatie van zweefvliegen en sluipwespen de beste bestrijding gaf is niet helemaal duidelijk. Mogelijk was er in het begin van de proef een niet-consumptief effect van de volwassen zweefvliegen op aardappeltopluis door versterking van de kolonies. Dit zou dan in combinatie met sluipwespen een net iets beter bestrijding kunnen geven.



**Figuur 7.5** Populatieontwikkeling van aardappelbladluis op rozenplanten met verschillende bladluisbestrijders of combinaties van bladluisbestrijders ten opzichte van onbehandeld. De lijnen laten de gemiddelde dichtheden ( $\pm$ SE) per kooi zien op basis van tellingen aan 1 plant per kooi. Natuurlijke vijanden werden in week 12 en 13 ingezet. De sluipwespmix was een evenredige inzet van de soorten *Aphidius ervi*, *Aphelinus abdominalis* en *Praon volucre*. Bladluizen werden geïntroduceerd in week 13, 14 en 15. Verschillende letters achter de lijnen geven significante verschillen tussen de behandelingen weer (GLMM, Poisson,  $p < 0.05$ ).



**Figuur 7.6** Overleving van sluipwespen in bakjes in de kas door de tijd heen.



**Figuur 7.7** Gemiddeld aantal mummies per sluipwespsoort in de verschillende behandelingen waar sluipwespen zijn ingezet. Er zijn géén significante verschillen tussen de aantallen van soorten in de behandelingen waar deze zijn ingezet (ANOVA,  $p < 0.05$ ).



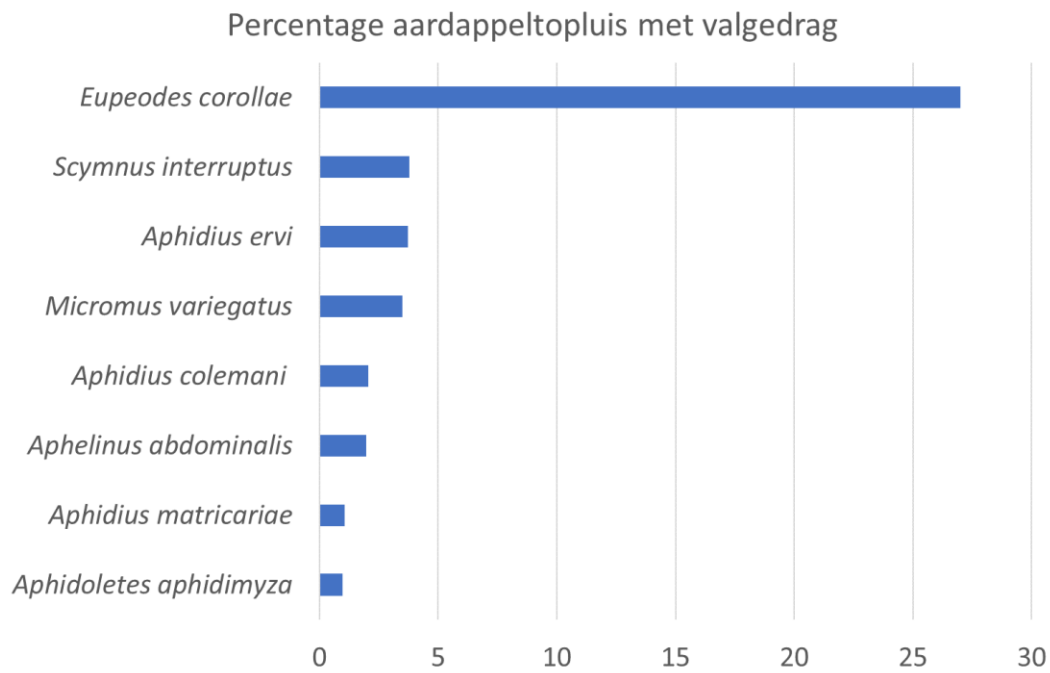
**Figuur 7.8** Rozenknoppen met geparasiteerde aardappeltopluis met links zwarte mummies van *Aphelinus abdominalis* en rechts mummies op een kenmerkend plateau van *Praon volucre*.

### 7.3.2 Valgedrag aardappeltopluis

Bij de sluipwesp *A. ervi* werd een significant effect van de sluipwespen op het valgedrag van aardappeltopluis waargenomen (GLM, binomial,  $p = 0.001$ ), maar het percentage dat verstoord werd bleef met gemiddeld 3% laag, net als bij de meeste andere natuurlijke vijanden (Tabel 7.1). Allen de zweefvlieg *E. corollae* sprong eruit met meer dan 25% verstoring (Figuur 7.9). Bij rangschikking op basis van verstoring lijkt de galmug *A. aphidimyza* de minste verstoring te geven, en de zweefvliegen en predatoren de meeste (Figuur 7.9). Ook in de kooien zonder natuurlijke vijanden was er in de meeste gevallen een percentage bladluis dat niet op de plant aanwezig was en dit fluctueerde sterk per proef en door de tijd heen (Tabel 7.1). Blijkbaar hebben andere omstandigheden zoals instraling of temperatuur ook een sterk effect. Desalniettemin is er ook een effect van de natuurlijke vijanden te zien.

**Tabel 7.1** Gemiddelde percentage ( $\pm SE$ ) bladluizen die 24 uur na inzet van natuurlijke niet meer op de planten aanwezig zijn ten opzichte van onbehandeld.

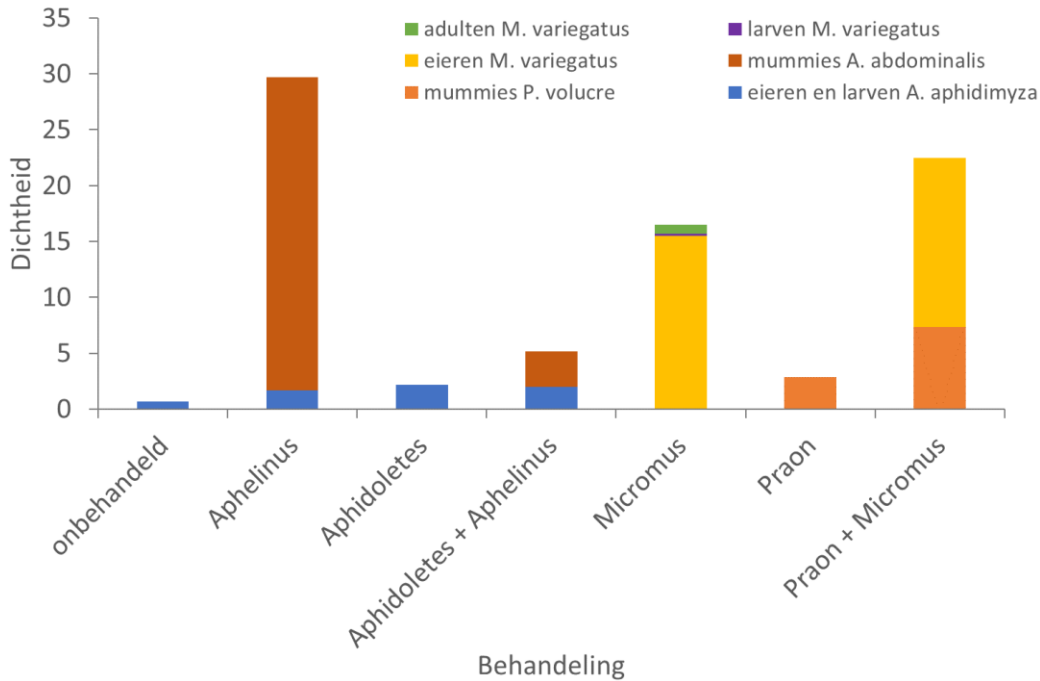
Soort	aantal herhalingen	onbehandeld	Se	met natuurlijke vijand	Se
<i>Aphidoletes aphidimyza</i>	2	3.18	0.90	4.14	2.23
<i>Aphidius matricariae</i>	2	2.00	0.73	3.06	1.70
<i>Aphelinus abdominalis</i>	4	1.36	0.54	3.33	1.23
<i>Aphidius colemani</i>	2	4.23	0.32	6.29	1.89
<i>Micromus variegatus</i>	2	1.16	1.16	4.67	0.22
<i>Aphidius ervi</i>	20	3.80	0.42	7.52	0.77
<i>Scymnus interruptus</i>	2	3.64	1.36	7.41	3.59
<i>Eupeodes corollae</i>	2	20.16	2.49	47.15	2.53



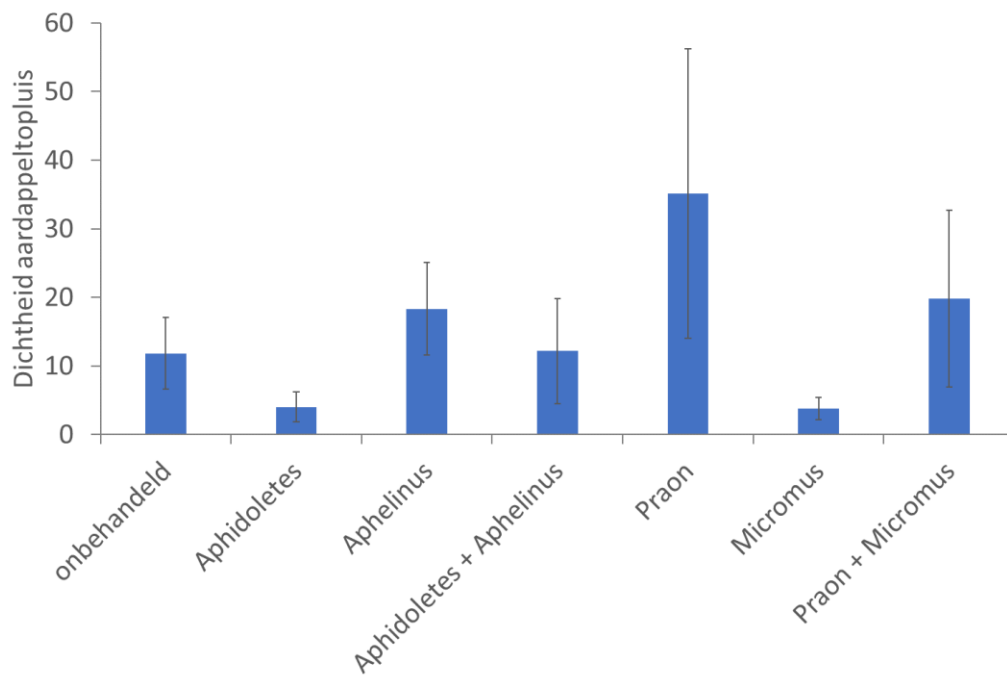
**Figuur 7.9** Gemiddeld percentage aardappeltopluis dat binnen 24 uur verstoord wordt door een natuurlijke vijand (na correctie t.o.v. onbehandeld).

### 7.3.3 Kasproef 2: combinaties van natuurlijke vijanden

In alle kooien was er een goede vestiging van de natuurlijke vijanden, zij het met veel variatie tussen de herhalingen (Figuur 7.10). Het aantal mummies van *A. abdominalis* was significant hoger in de behandeling met alleen deze sluipwesp ten opzichte van de behandeling waar deze gecombineerd werd ingezet met de galmug *A. aphidimyza* (GLM, Poisson,  $p < 0.05$ ) (Figuur 7.10). De overige dichtheden van natuurlijke vijanden waren niet significant verschillend tussen de behandelingen waar deze waren ingezet. Helaas waren er géén significante verschillen tussen de behandelingen te zien in aantallen bladluis (Figuur 7.11). In alle gevallen waren de uiteindelijke dichtheden erg laag, inclusief de controlebehandeling. Bij de eindtelling bleek de proef sterk verstoord te zijn door een spontane kolonisatie van kleine hangmatspinnen (Lyniphidae) die bekend staan als predatoren van bladluis (Madsen et al. 2004). Verder was er een massale uitbraak van de entomopathogene schimmel *Simplicillium lanosoniveum* (Figuur 7.12).



**Figuur 7.10** Gemiddeld aantal natuurlijke vijanden per stadium in verschillende behandelingen in week 36.



**Figuur 7.11** Gemiddeld ( $\pm$ SE) aantal aardappeltopluis per behandeling in week 36. Er zijn géén significante verschillen tussen de behandelingen (GLM, Poisson,  $p < 0.05$ ).



**Figuur 7.12** Rozenblad met door *Simplicillium lanosoniveum* geïnfecteerde aardappeltopluis en hangmatspinnen.

---

## 7.4 Conclusies en discussie

De verschillende proeven met natuurlijke vijanden in roos geven een goed beeld van de te verwachten effecten op aardappeltopluis. Het is duidelijk dat deze bladluisoort bijzonder lastig te bestrijden is en al snel schade geeft door een sterke clustering van de bladluizen in de groeischeuten en bloemknoppen. De bestrijding was in veel gevallen niet afdoende. De sluipwesp *A. ervi* is een soort die vaak wordt geadviseerd voor de bestrijding van aardappeltopluis, maar onze experimenten laten zien dat de sluipwespen *P. volucre* en *A. abdominalis* veel betere kandidaten zijn. Een mogelijke verklaring van de matige parasitering van aardappeltopluis door *A. ervi* in onze proeven is de aanwezigheid van bacteriële endosymbionten. Dit zijn bacteriën die facultatief aanwezig zijn in bladluizen en in sommige gevallen bladluizen compleet resistent kunnen maken (Oliver et al. 2003). Ook in onze kloon van aardappeltopluis werd een endosymbiont gevonden, namelijk *Regiella insecticola*. In een recente studie van Wageningse collega's is aangetoond dat symbionten een sterk negatief effect hebben op de parasitering van de Roger's luis, *Acyrtosiphon malvae*, door *A. ervi* (Donner et al. 2024). Het merkwaardige was dat wanneer dezelfde testen werden uitgevoerd met de sluipwesp *P. volucre* er geen enkel negatief effect van de symbionten werd gevonden. Blijkbaar kan deze sluipwesp beter omgaan met bepaalde symbionten. Ook dit kan een verklaring zijn waarom deze sluipwesp ten opzichte van *A. ervi* veel effectiever was. De kleine sluipwesp *A. abdominalis* is al lange tijd op de markt, maar wordt tot nu toe maar beperkt ingezet. Deze wesp lijkt echter zeer geschikt voor een langdurige strategie voor aardappeltopluisbestrijding in roos. De wespen doen aan gastheervoeding en kunnen lang overleven, zoals ook aangetoond in onze studie. In onze proeven werden ook altijd meer mummies teruggevonden bij deze soort dan bij *P. volucre* of *A. ervi*. Combinaties van natuurlijke vijanden kunnen de bestrijding van aardappeltopluis mogelijk versterken. De zweefvlieg *E. balteatus* was als behandeling alleen niet effectief tegen aardappeltopluis, maar in combinatie met sluipwespen was er een verbetering van de bestrijding van bladluis dan bij sluipwespen alleen. Een mogelijke verklaring is het niet-consumptieve effect van de volwassen zweefvliegen op aardappeltopluis door verstoring van de kolonies. Bij proeven met de soort *E. corollae* vonden een sterke verstoring met meer dan 25% van de bladluizen die door aanwezigheid van deze zweefvlieg zich van de planten lieten vallen. Het is echter de vraag of op grote schaal een vergelijkbaar effect behaald kan worden. In onze proeven in grote kasafdelingen zagen we nooit een goede vestiging van de zweefvliegen.

De alom bekende galmug *A. aphidimyza* is een andere sterke kandidaat voor bestrijding van bladluis. Deze soort is juist erg voorzichtig bij benadering van bladluiskolonies, waardoor er weinig verstoring optreedt. De combinatie met de sluipwespen *P. volucre* en *A. abdominalis* lijkt een sterke combinatie te zijn, hoewel er wel minder sluipwespmummies werden gevonden wanneer er ook galmuggen aanwezig waren. Dit kon echter simpelweg het gevolg zijn van een verminderde hoeveelheid beschikbare bladluis voor parasitering.

Samenvattend is ons advies voor de bestrijding van aardappeltopluis om als basisstrategie de galmug *A. aphidomyza* gecombineerd in te zetten met de sluipwespen *P. volucre* en *A. abdominalis*. De soort *P. volucre* is momenteel niet afzonderlijk te koop, maar alleen in gemengd met andere soorten sluipwespen. Voor roos lijkt het interessanter om deze soort apart als product te verkopen.

Voor de toekomst zou de bestrijding verder versterkt kunnen worden met nieuwe generalistische roofwantsen die zich goed vestigen op houtige gewassen, of roofwantsen zoals *Dicyphus errans* in combinatie met bankerplanten.

---

## 8 Conclusies en aanbevelingen

Bij het toepassen van biologische bestrijding in kassen is de complementariteit van natuurlijke vijanden altijd onderbelicht gebleven. Het opbouwen van een complementaire gemeenschap van natuurlijke vijanden gaat verder dan het uitzetten van verschillende soorten bestrijders op basis van hun eigenschappen. Er zal dan ook gekeken moeten worden hoe deze diversiteit gefaciliteerd kan worden door het aanbrengen van ecologische niches en voedselbronnen. In openteelten is dit ook wel eens samengevat met het makkelijk te onthouden SNAP, hetgeen staat voor Shelter, Nectar, Alternative prey/hosts en Pollen (Gurr et al. 2017). Ook in kasteelten is er de laatste jaren veel aandacht gekomen voor maatregelen die de vestiging van natuurlijke vijanden kunnen bevorderen (standing army), met name op het gebied van alternatief voedsel (Messelink et al. 2014). Er zijn echter nog veel meer maatregelen die genomen kunnen worden om specifiek de complementariteit van natuurlijke vijanden te bevorderen en faciliteren met specifieke voedselbronnen of veranderingen in habitatten (Snyder 2019). Verschillende soorten sluipwespen, gaasvliegen, lieveheersbeestjes en zweefvliegen kunnen ondersteund worden met specifieke bloeiende planten (van Rijn and Wäckers 2016, Hatt et al. 2017, Hatt et al. 2019) en het aanbrengen van verschillende schuilplekken of meer variatie in omgeving (habitat complexity) vermindert versturende interacties tussen soorten (Janssen et al. 2007, Snyder 2019). Ook zijn er aanwijzingen dat meer complexere gemeenschappen van meerdere soorten sluipwespen en bladluizen veel stabielere zijn en mogelijk ook minder verstoord worden door hyperparasitoiden (hypers) dan in gemeenschappen met minder diversiteit (Sanders et al. 2018). In de studie van Sanders et al. is bijvoorbeeld aangetoond dat het verwijderen van een bepaalde sluipwespsoort uit een eenvoudig voedselweb kan leiden tot het verdwijnen van andere sluipwespsoorten, de zogenaamde "secondary extinctions". In complexere voedselwebben met soorten met overlappende niches (zogenaamde "trophic redundancy") bleek het systeem veel stabielere.

In ons onderzoek hebben we ook geprobeerd de mogelijkheden voor biologische bestrijding van bladluis te verbeteren met aanvullende soorten. Dit heeft twee interessante nieuwe kandidaten opgeleverd, namelijk het driehoekkapoentje, *Scymnus interruptus*, en het bont gaasvliegje, *Micromus variegatus*. Bij preventieve inzet kunnen beide soorten nieuwe bladluishaarden onderdrukken. Het voordeel van *S. interruptus* is dat deze soort lange periode zonder bladluis kan overbruggen met alleen stuifmeel en nectar van de paprikabloemen. De gaasvlieg *M. variegatus* zal eerder bijgevoerd moeten worden met een hoogwaardige voedselbron, zoals meelmoteieren. De gaasvlieg *M. variegatus* bleek ook in komkommer een goede kandidaat te zijn voor het lokaliseren van nieuwe bladluishaarden. Mogelijk kan preventieve vestiging van deze gaasvlieg vanaf een bankerplantsysteem bijdragen aan de snelle detectie en uitschakeling van katoenluis, naast inzet van galmuggen en sluipwespen. In roos is de bestrijding van aardappeltopluis het meest succesvol met de sluipwespen *P. volucre* en *A. abdominalis*. Deze kunnen waarschijnlijk goed gecombineerd worden met de inzet van de galmug *A. aphidimyza*.

Voor verbetering van de bladluisbestrijding doen we de volgende aanbevelingen:

In paprika:

- Het pakket van biologische bestrijders verder aanvullen met *M. variegatus* en *S. interruptus* voor preventieve inzet
- Inzet van schuildoosjes door ondersteuning van *S. interruptus*

In komkommer:

- Preventieve tweewekelijkse inzet van *A. colemani* en *A. matricariae*
- Wekelijkse preventieve inzet van de galmug *A. aphidimyza*
- Preventieve inzet van *M. variegatus* in combinatie met een systeem voor bijvoeren/vestiging

In roos:

- Preventieve inzet van de sluipwespen *A. abdominalis* en *P. volucre* gecombineerd met *A. aphidimyza*.



---

Verder kan toekomstig onderzoek zich richten op systemen om natuurlijke vijanden beter te laten vestigen en is het ons advies om door te blijven gaan met de zoektocht naar nieuwe en aanvullende soorten (zoals miriden voor houtige gewassen). Tot slot zal ook meer onderzoek nodig zijn om totaalsystemen voor combinaties van maatregelen te ontwikkelen en testen.

---

# Literatuur

- Acheampong, S., D. R. Gillespie, and D. J. M. Quiring. 2012. Survey of parasitoids and hyperparasitoids (Hymenoptera) of the green peach aphid, *Myzus persicae* and the foxglove aphid, *Aulacorthum solani* (Hemiptera: Aphididae) in British Columbia. *Journal of the Entomological Society of British Columbia* 109:12-22.
- Banks, C. J. 1962. Effects of the ant *Lasius niger* (L.) on insects preying on small populations of *Aphis fabae* Scop. on bean plants. *Annals of Applied Biology* 50:669-8.
- Bloemhard, C. M. J., M. van der Wielen, and G. J. Messelink. 2014. Seasonal abundance of aphid hyperparasitoids in organic greenhouse crops in the Netherlands. *IOBC-WPRS Bulletin* 102:15-19.
- Boulanger, F. X., S. Jandricic, K. Bolckmans, F. L. Wackers, and A. Pekas. 2019. Optimizing aphid biocontrol with the predator *Aphidoletes aphidimyza*, based on biology and ecology. *Pest Management Science* 75:1479-1493.
- Bouvet, J. P. R., A. Urbaneja, and C. Monzó. 2021. Aphid predators in citrus crops: the least voracious predators are the most effective. *Journal of Pest Science* 94:321-333.
- Canard, M., A. Letardi, and D. Thierry. 2007. The rare Chrysopidae (Neuroptera) of southwestern Europe. *Acta Oecologica-International Journal of Ecology* 31:290-298.
- Cardinale, B. J., C. T. Harvey, K. Gross, and A. R. Ives. 2003. Biodiversity and biocontrol: emergent impacts of a multi-enemy assemblage on pest suppression and crop yield in an agroecosystem. *Ecology Letters* 6:857-865.
- Charles, J. J., and T. D. Paine. 2016. Fitness Effects of Food Resources on the Polyphagous Aphid Parasitoid, *Aphidius colemani* Viereck (Hymenoptera: Braconidae: Aphidiinae). *Plos One* 11:14.
- Clarke, H. V., D. Cullen, S. F. Hubbard, and A. J. Karley. 2017. Susceptibility of *Macrosiphum euphorbiae* to the parasitoid *Aphidius ervi*: larval development depends on host aphid genotype. *Entomologia Experimentalis et Applicata* 162:148-158.
- Donner, S. H., M. M. Beekman, K. Barth, M. Dicke, B. J. Zwaan, E. C. Verhulst, and B. A. Pannebakker. 2024. Facultative endosymbionts of aphids on strawberry crops affect aphid-parasitoid interactions. *Biological Control* 188:105383.
- Gillespie, D. R., and S. Acheampong. 2012. Dropping behaviour in *Aulacorthum solani* (Hemiptera: Aphididae) following attack by *Aphidius ervi* (Hymenoptera: Braconidae): are sticky stem bands a useful integrated pest management method? *Canadian Entomologist* 144:589-598.
- Greenop, A., B. A. Woodcock, A. Wilby, S. M. Cook, and R. F. Pywell. 2018. Functional diversity positively affects prey suppression by invertebrate predators: a meta-analysis. *Ecology* 99:1771-1782.
- Gurr, G. M., S. D. Wratten, D. A. Landis, and M. S. You. 2017. Habitat management to suppress pest populations: progress and prospects. Pages 91-+ in M. R. Berenbaum, editor. *Annual Review of Entomology*, Vol 62. Annual Reviews, Palo Alto.
- Hatt, S., R. Uyttenbroeck, T. Lopes, P. Mouchon, N. Osawa, J. Piqueray, A. Monty, and F. Francis. 2019. Identification of flower functional traits affecting abundance of generalist predators in perennial multiple species wildflower strips. *Arthropod-Plant Interactions* 13:127-137.
- Hatt, S., R. Uyttenbroeck, T. Lopes, P. Mouchon, J. L. Chen, J. Piqueray, A. Monty, and F. Francis. 2017. Do flower mixtures with high functional diversity enhance aphid predators in wildflower strips? *European Journal of Entomology* 114:66-76.
- Henry, C. S., S. J. Brooks, P. Duelli, and J. B. Johnson. 2002. Discovering the true *Chrysoperla carnea* (Insecta : Neuroptera : Chrysopidae) using song analysis, morphology, and ecology. *Annals of the Entomological Society of America* 95:172-191.
- Honek, A., A. F. G. Dixon, and Z. Martinkova. 2008. Body size and the temporal sequence in the reproductive activity of two species of aphidophagous coccinellids exploiting the same resource. *European Journal of Entomology* 105:421-425.
- Janssen, A., A. Pallini, M. Venzon, and M. W. Sabelis. 1998. Behaviour and indirect interactions in food webs of plant-inhabiting arthropods. *Experimental and Applied Acarology* 22:497-521.
- Janssen, A., M. W. Sabelis, S. Magalhaes, M. Montserrat, and T. van der Hammen. 2007. Habitat structure affects intraguild predation. *Ecology* 88:2713-2719.

- 
- Jervis, M. A., G. E. Heimpel, P. N. Ferns, J. A. Harvey, and N. A. C. Kidd. 2001. Life-history strategies in parasitoid wasps: a comparative analysis of 'ovigeny'. *Journal of Animal Ecology* 70:442-458.
- Kavallieratos, N. G., Z. Tomanovic, P. Stary, C. G. Athanassiou, G. P. Sarlis, O. Petrovic, M. Niketic, and M. A. Veroniki. 2004. A survey of aphid parasitoids (Hymenoptera : Braconidae : Aphidiinae) of Southeastern Europe and their aphid-plant associations. *Applied Entomology and Zoology* 39:527-563.
- Leman, A., A. Mouratidis, J. Pijnakker, K. Vervoorn, F. Wäckers, and G. J. Messelink. 2023. Sugar and pollen supply enhances aphid control by hoverflies in strawberry. *Biological Control* 186:105347.
- Letourneau, D. K., J. A. Jedlicka, S. G. Bothwell, and C. R. Moreno. 2009. Effects of natural enemy biodiversity on the suppression of arthropod herbivores in terrestrial ecosystems. *Annual Review of Ecology Evolution and Systematics* 40:573-592.
- Losey, J. E., and R. F. Denno. 1998. The escape response of pea aphids to foliar-foraging predators: factors affecting dropping behaviour. *Ecological Entomology* 23:53-61.
- Madsen, M., S. Terkildsen, and S. Toft. 2004. Microcosm studies on control of aphids by generalist arthropod predators: Effects of alternative prey. *Biocontrol* 49:483-504.
- Messelink, G., C. Bloemhard, H. Hoogerbrugge, and J. Van Schelt. 2012a. Evaluation of four lacewing species for aphid control in sweet pepper. *IOBC/WPRS Bulletin* 80:149-153.
- Messelink, G. J. 2022. Natuurvriendelijke bestrijding van bladluizen in de glastuinbouw: Een overzicht van bestaande en nieuwe methoden van bestrijding. Report Wageningen Plant Research: WPR-1112, Stichting Wageningen Research, Wageningen Plant Research, Business unit Glastuinbouw, Bleiswijk.
- Messelink, G. J., J. Bennison, O. Alomar, B. L. Ingegno, L. Tavella, L. Shipp, E. Palevsky, and F. L. Wäckers. 2014. Approaches to conserving natural enemy populations in greenhouse crops: current methods and future prospects. *Biocontrol* 59:377-393.
- Messelink, G. J., C. M. J. Bloemhard, J. A. Cortes, M. W. Sabelis, and A. Janssen. 2011. Hyperpredation by generalist predatory mites disrupts biological control of aphids by the aphidophagous gall midge *Aphidoletes aphidimyza*. *Biological Control* 57:246-252.
- Messelink, G. J., C. M. J. Bloemhard, H. Hoogerbrugge, J. van Schelt, B. L. Ingegno, and L. Tavella. 2015. Evaluation of mirid predatory bugs and release strategy for aphid control in sweet pepper. *Journal of Applied Entomology* 139:333-341.
- Messelink, G. J., C. M. J. Bloemhard, M. W. Sabelis, and A. Janssen. 2013. Biological control of aphids in the presence of thrips and their enemies. *Biocontrol* 58:45-55.
- Messelink, G. J., and H. M. Kruidhof. 2019. Advances in pest and disease management in greenhouse cultivation. Pages 311-356 in L. Marcelis and E. Heuvelink, editors. *Achieving sustainable greenhouse cultivation*. Burleigh Dodds Science Publishing Limited, Cambridge.
- Messelink, G. J., M. W. Sabelis, and A. Janssen. 2012b. Generalist predators, food web complexities and biological pest control in greenhouse crops. Pages 191-214 in M. L. Larramendy and S. Soloneski, editors. *Integrated pest management and pest control - current and future tactics*. InTech, Rijeka.
- Ntalia, P., G. D. Broufas, F. Wackers, A. Pekas, and M. L. Pappas. 2022. Overlooked lacewings in biological control: The brown lacewing *Micromus angulatus* and the green lacewing *Chrysopa formosa* suppress aphid populations in pepper. *Journal of Applied Entomology* 146:796-800.
- Oliver, K. M., J. A. Russell, N. A. Moran, and M. S. Hunter. 2003. Facultative bacterial symbionts in aphids confer resistance to parasitic wasps. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* 100:1803-1807.
- Pan, M. Z., L. Wang, C. Y. Zhang, L. X. Zhang, and T. X. Liu. 2017. The influence of feeding and host deprivation on egg load and reproduction of an aphid parasitoid, *Aphidius gifuensis* (Hymenoptera: Braconidae). *Applied Entomology and Zoology* 52:255-263.
- Perez-Rodriguez, J., and G. J. Messelink. 2023. Artificial shelters enhance the establishment of the aphidophagous predator *Scymnus interruptus* on sweet pepper plants. *Biological Control* 177:8.
- Rocca, M., and G. J. Messelink. 2017. Combining lacewings and parasitoids for biological control of foxglove aphids in sweet pepper. *Journal of Applied Entomology* 141:402-410.
- Sanders, D., E. Thebault, R. Kehoe, and F. J. F. van Veen. 2018. Trophic redundancy reduces vulnerability to extinction cascades. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* 115:2419-2424.
- Sloggett, J. J. 2008. Weighty matters: Body size, diet and specialization in aphidophagous ladybird beetles (Coleoptera : Coccinellidae). *European Journal of Entomology* 105:381-389.
- Snyder, W. E. 2009. Coccinellids in diverse communities: Which niche fits? *Biological Control* 51:323-335.

- 
- Snyder, W. E. 2019. Give predators a complement: Conserving natural enemy biodiversity to improve biocontrol. *Biological Control* 135:73-82.
- Snyder, W. E., G. B. Snyder, D. L. Finke, and C. S. Straub. 2006. Predator biodiversity strengthens herbivore suppression. *Ecology Letters* 9:789-796.
- van Rijn, P. C. J., and F. L. Wäckers. 2016. Nectar accessibility determines fitness, flower choice and abundance of hoverflies that provide natural pest control. *Journal of Applied Ecology*:n/a-n/a.
- Van Steenis, M. J. 1995. Evaluation of four aphidiine parasitoids for biological control of *Aphis gossypii*. *Entomologia Experimentalis et Applicata* 75:151-157.
- Velasco-Hernandez, M. C., N. Desneux, M. M. Ramirez-Martinez, L. Cicero, and R. Ramirez-Romero. 2017. Host species suitability and instar preference of *Aphidius ervi* and *Aphelinus abdominalis*. *Entomologia Generalis* 36:347-367.



To explore  
the potential  
of nature to  
improve the  
quality of life



Wageningen University & Research,  
BU Glastuinbouw  
Postbus 20  
2665 ZG Bleiswijk  
Violierenweg 1  
2665 MV Bleiswijk  
T +31 (0)317 48 56 06  
[www.wur.nl/glastuinbouw](http://www.wur.nl/glastuinbouw)

Rapport WPR-1296

De missie van Wageningen University & Research is 'To explore the potential of nature to improve the quality of life'. Binnen Wageningen University & Research bundelen Wageningen University en gespecialiseerde onderzoeksinstituten van Stichting Wageningen Research hun krachten om bij te dragen aan de oplossing van belangrijke vragen in het domein van gezonde voeding en leefomgeving. Met ongeveer 30 vestigingen, 7.600 medewerkers (6.700 fte) en 13.100 studenten en ruim 150.000 Leven Lang Leren-deelnemers behoort Wageningen University & Research wereldwijd tot de aansprekende kennisinstellingen binnen haar domein. De integrale benadering van de vraagstukken en de samenwerking tussen verschillende disciplines vormen het hart van de unieke Wageningen aanpak.