



# Biologische bestrijding van wol- en schildluis in de sierteelt onder glas

Marjolein Kruidhof, Ada Leman, Laura Catalá-Senent, Roland Vijverberg en Gerben Messelink

Rapport WPR-785



## Referaat

Dit project had als doel om de biologische bestrijding van wol-en schild luis in roos en snijcymbidium te verbeteren met nieuwe inzetstrategieën van bestaande bestrijders en door evaluatie van complementaire nieuwe bestrijders. De zoek-efficiëntie van twee soorten sluipwespen van citruswolluis kon worden verbeterd door de sluipwespen voor het uitzetten in de kas te trainen op de geur van wolluis-geïnfesteerde rozenplanten. De roofkever *Rhyzobius lophanthae* kwam als beste bestrijder van *Diaspis boisduvalii* schildluis naar voren in een vergelijkende kooiproef met Cymbidium. Kasproeven wezen uit dat deze roofkevertjes weliswaar snel en gemakkelijk nieuwe schildluishaarden konden lokaliseren, maar dat het aantal volwassen *R. lophanthae* dat in de schildluishaard bleef relatief laag was. Verder werden kleine haarden over het algemeen minder goed opgeruimd dan grotere haarden. Bijvoeren met *Ephestia eitjes* kon de schildluisbestrijding in kleine schildluishaarden enigszins verbeteren. In labproeven kon de levensduur van volwassen *R. lophanthae* in de afwezigheid van schildluis met verschillende soorten alternatief voedsel worden verlengd. Hoewel *R. lophanthae* een belangrijke bijdrage leverde aan de schildluisbestrijding, konden zich ondanks het regelmatige uitzetten toch steeds nieuwe schildluishaarden vormen. Additionele bestrijders zijn nodig om beginnende schildluishaarden aan te pakken en de werking van *R. lophanthae* te versterken. Oorwormen en roofmijten bleken hiervoor niet geschikt.

## Abstract

The objective of this project was to improve the control of mealybugs and scale-insects in rose and cut cymbidium with new release strategies of existing natural enemies and through the evaluation of complementary new natural enemies. The searching efficacy of two parasitoid species of citrus-mealybugs could be improved by training them with the odour of mealybug-infested rose plants. In a comparative cage experiment with Cymbidium plants, the predatory beetle *Rhyzobius lophanthae* gave the best control of *Diaspis boisduvalii* scales. Additional greenhouse experiments showed that these beetles could easily find new scale-infestations, but that the number of adult *R. lophanthae* remaining in the infected areas was relatively low. Moreover, small scale-infestations were less well controlled than larger scale-infestations. Adding *Ephestia* eggs as additional food could somewhat improve the control of small scale-infestations. Additional laboratory experiments showed that several alternative food sources were suitable to enhance the survival of *R. lophanthae* in the absence of scales. Even thus *R. lophanthae* could give an important contribution to scale control, new infestations could establish in spite of its repeated release. Additional control agents are needed to control beginning scale infestations and complement the effect of *R. lophanthae*. Earwigs and predatory mites were not suitable in this regard.

## Rapportgegevens

Rapport WPR-785

Projectnummer: 3742201500

PT nummer: 14977 en 15141 PPS: KV 1406-089

Thema: Gewasbescherming

DOI nummer: 10.18174/454090

Dit project / onderzoek is mede tot stand gekomen door de bijdrage van Stichting TKI Tuinbouw, Ministerie van Economische Zaken, Coöperatie Roos, Coöperatie Snij Cymbidium, Koppert Biological Systems, Productschap Tuinbouw en LTO Glaskracht Nederland.

## Disclaimer

© 2018 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

# Inhoud

	<b>Samenvatting</b>	<b>5</b>
<b>1</b>	<b>Introductie</b>	<b>7</b>
<b>2</b>	<b>Nieuwe strategieën voor inzet van bestaande biologische bestrijders tegen wolluis</b>	<b>9</b>
2.1	Inleiding	9
2.2	Materiaal en methoden	10
2.2.1	Testen van zoek- en leergedrag van sluipwespen van citrus-wolluis in een y-buis olfactometer	10
2.2.2	Kooiproeven leergedrag sluipwespen van citruswolluis	11
2.3	Resultaten	12
2.3.1	Proeven leergedrag sluipwespen van citruswolluis in y-buis opstelling	12
2.3.2	Kooiproeven leergedrag sluipwespen van citruswolluis	15
2.4	Conclusies en aanbevelingen	16
<b>3</b>	<b>Nieuwe strategieën voor inzet van bestaande biologische bestrijders tegen schildluis</b>	<b>17</b>
3.1	Inleiding	17
3.2	Materiaal en methoden	20
3.2.1	Vergelijkende kooiproef biologische bestrijders van <i>Diaspis boisduvalii</i> schildluis in cymbidium	20
3.2.2	Verkennde kasproeven gedrag <i>Rhyzobius lophanthae</i> roofkevers als bestrijders van <i>Diaspis boisduvalii</i> schildluis in cymbidium	21
3.2.3	Grote kasproef gedrag <i>Rhyzobius lophanthae</i> roofkevers als bestrijders van <i>Diaspis boisduvalii</i> schildluis in cymbidium	23
3.2.4	Vervolgproef uitbreiding schildluishaarden buurplanten	26
3.2.5	Labproeven naar het effect additioneel voedsel op overleving en eileg van <i>R. lophanthae</i>	27
3.3	Resultaten	29
3.3.1	Evaluatie 5 soorten biologische bestrijders van <i>Diaspis boisduvalii</i> schildluis in cymbidium	29
3.3.2	Vekennende kasproeven gedrag <i>Rhyzobius lophanthae</i> roofkevers als bestrijders van <i>D. boisduvalii</i> schildluis in cymbidium	31
3.3.3	Grote kasproef gedrag <i>Rhyzobius lophanthae</i> roofkevers als bestrijders van <i>D. boisduvalii</i> schildluis in cymbidium	33
3.3.4	Vervolgproef uitbreiding schildluishaarden buurplanten	35
3.3.5	Labproeven naar het effect additioneel voedsel op overleving en eileg van <i>R. lophanthae</i>	37
3.4	Conclusies en aanbevelingen	38
<b>4</b>	<b>Nieuwe natuurlijke vijanden</b>	<b>41</b>
4.1	Inleiding	41
4.2	Materiaal en methoden	41
4.2.1	Kooiproeven met oorwormen tegen rozenschildluis <i>Aulacaspis rosae</i>	41
4.2.2	Kasproef met oorwormen tegen <i>A. rosae</i> schildluis en citruswolluis in roos	42
4.3	Resultaten	44
4.3.1	Kooiproeven met oorwormen tegen rozenschildluis <i>Aulacaspis rosae</i>	44
4.3.2	Kasproef met oorwormen tegen <i>A. rosae</i> schildluis en citruswolluis in roos	46
4.4	Conclusies	48

<b>5</b>	<b>Geïntegreerd systeem</b>	<b>49</b>
5.1	Inleiding	49
5.2	Materiaal en methoden	50
5.2.1	Gedragsproef interactie tussen sluipwespen en roofkevers van wolluis	50
5.2.2	Labproeven bestrijding van wol- en schildluiscrawlers door roofmijten	51
5.3	Resultaten	52
5.3.1	Gedragsproef interactie tussen sluipwespen en roofkevers van wolluis	52
5.3.2	Labproeven bestrijding van wol- en schildluiscrawlers door roofmijten	53
5.4	Conclusies	54
	<b>Literatuur</b>	<b>55</b>



# Samenvatting

Wol-, en schildluis zijn een toenemend probleem in de sierteelt onder glas. Bedrijven die eenmaal besmet zijn komen maar zelden van deze plagen af. Dit project had als doel om de biologische bestrijding van wol- en schildluis te verbeteren met nieuwe inzetstrategieën van bestaande bestrijders en door opsporing van complementaire nieuwe bestrijders. Het onderzoek heeft zich specifiek gericht op het verbeteren van de bestrijding van de citruswolluis (*Planococcus citri*) en rozenschildluis (*Aulacaspis rosae*) in roos, de orchideeën- of Boisduval schildluis (*Diaspis boisduvalii*) in snijcymbidium.

Het is belangrijk om wolluishaarden al in een vroeg stadium te bestrijden, maar omdat wolluizen zich vaak verstoppen in de houtige delen onderin het gewas zijn ze moeilijk te monitoren. Curatieve maatregelen, zoals het uitzetten van larven van *Cryptolaemus montrouzieri*, zijn dan ook voornamelijk een strategie om grotere, reeds zichtbare haarden te reduceren. Sluipwespen zijn, in tegenstelling tot *C. montrouzieri* roofkevers, in principe goede zoekers die zich ook in kleinere haarden kunnen voortplanten. Echter zijn de commercieel beschikbare sluipwespen tegen wolluis relatief duur en niet voldoende effectief. In dit onderzoek is met lab- en kasproeven aangetoond dat de zoek-efficiëntie van de sluipwespen *Anagyrus pseudococci* en *Leptomastix dactylopii* kon worden verbeterd door de sluipwespen voor het uitzetten in de kas te trainen op de geur van wolluis-geïnfesteerde rozenplanten. Voor *Leptomastidae abnormis* had training geen effect op de zoek-efficiëntie. Tevens is in kooiproeven aangetoond dat geen van deze 3 sluipwespsoorten de eigenschap hebben om wolluishaarden met geursporen van *Cryptolaemus* larven uit de weg gaan, om zo te voorkomen dat hun nageslacht door deze rovers wordt opgegeten.

In kooiproeven met cymbidiumplanten zijn 5 verschillende haardbestrijders van *D. boisduvalii* met elkaar vergeleken. Hieruit kwam de roofkever *Rhyzobius lophanthae* als beste bestrijder naar voren. Ook de Europese oorworm leek perspectieven te bieden voor het bestrijden van schildluizen in het hart van Cymbidiumplanten. Vervolgens is onderzoek gedaan naar het gedrag en gebruik van additionele voedselbronnen om de inzet van de roofkever *Rhyzobius lophanthae* verder te verbeteren, en om te bekijken in hoeverre additionele maatregelen nodig zijn om *R. lophanthae* schildluis in bedwang te houden. De verschillende kasproeven met *R. lophanthae* lieten ook zien dat dit roofkevertje een zeer belangrijke bijdrage levert aan het beheersen van schildluishaarden van *D. boisduvallii* in cymbidium. De roofkevertjes kunnen snel en gemakkelijk nieuwe schildluishaarden lokaliseren. Echter is het aantal volwassen roofkevertjes dat in de haard blijft relatief laag. Verder viel het op dat kleine haarden over het algemeen minder goed werden opgeruimd dan grotere haarden. Het zou kunnen dat *R. lophanthae* vrouwtjes bij lagere schildluisdichtheden er relatief vaak voor kiezen om in plaats van eitjes te leggen op zoek gaan naar een betere plek voor hun nageslacht. Bijvoeren met *Ephestia* eitjes kon in kleine schildluishaarden de schildluisbestrijding door *R. lophanthae* enigzins verbeteren. Uit aanvullende labproeven bleek dat verschillende soorten alternatieve voedselbronnen geschikt zijn om de levensduur van volwassen roofkevers te verlengen. Wanneer *R. lophanthae* vrouwtjes een aantal weken overleven op een alternatieve voedselbron, hebben ze na omschakeling op een dieet van schildluizen weer enkele dagen nodig om de eileg te hervatten. Het toedienen van additioneel voedsel zou dus een strategie kunnen zijn om de bestrijding van schildluis door *R. lophanthae* verder te verbeteren, maar meer onderzoek in kasproeven is nodig om alle effecten hiervan goed in beeld te brengen. Ondanks de regelmatige inzet van *R. lophanthae* roofkevers, konden zich door de overloop van crawlers naar schone buurplanten steeds nieuwe schildluishaarden vormen. In feite liep *R. lophanthae* 'achter de feiten aan', en is het voor een systeemaanpak nodig om naast de inzet van *R. lophanthae* een manier te vinden om met name de kleinere haarden beter te bestrijden. Naast het toevoegen van alternatief voedsel in kleine haarden, zou een combinatie van *R. lophanthae* roofkevers met een tweede predatorsoort die ook in kleine haarden verblijft en/of eitjes afzet goed kunnen werken, zo mogelijk in combinatie met predatoren die de crawlers van schildluis kunnen prederen en zo de uitbreiding van schildluishaarden naar nieuwe planten zouden kunnen remmen. Uit verschillende proeven met oorwormen bleek echter dat deze natuurlijke vijand geen betrouwbare bestrijding geeft van zowel *Diaspis* schildluis in Cymbidium als van de rozenschildluis in roos. Ook de roofmijten *Macrocheles robustulus* en *Amblyseius swirskii* bleken ongeschikt om respectievelijk wolluis en schildluis crawlers te bestrijden. In 2018 worden roofkeversoorten die nog kleiner zijn als *R. lophanthae* getest en wordt de eileg en verblijftijd van deze soorten in relatief kleine schildluishaarden op roos en cymbidium vergeleken met die van *R. lophanthae*.



# 1 Introductie

Wol-, en schildluis zijn een toenemend probleem in de sierteelt onder glas. Bedrijven die eenmaal besmet zijn komen maar zelden van deze plagen af. Dit onderzoek richt zich op nieuwe en effectieve maatregelen tegen wol- en schildluis. Chemische bestrijding tegen wol- en schildluis met neonicotinoïden staat onder grote druk vanwege de schadelijkheid voor bijen en ecosystemen. Los daarvan is inzet van deze middelen niet gewenst vanwege de lange nawerking op veel natuurlijke vijanden, waardoor geïntegreerde bestrijding niet meer mogelijk is. Het aantal integreerbare en effectieve middelen is zeer beperkt. Afgelopen jaren zijn verschillende biologische bestrijders getest, maar deze worden beperkt gebruikt door de hoge kosten en beperkte effectiviteit. Er is dus grote behoefte aan nieuwe en effectieve maatregelen tegen wol- en schildluis.

Dit project had als doel om de biologische bestrijding van wol- en schildluis te verbeteren met nieuwe inzetstrategieën van bestaande bestrijders en door opsporing van complementaire nieuwe bestrijders. Het onderzoek heeft zich specifiek gericht op het verbeteren van de bestrijding van de citruswolluis (*Planococcus citri*) en rozenschildluis (*Aulacaspis rosae*) in roos, de orchideeën- of Boisduval schildluis (*Diaspis boisduvalii*) in snijcymbidium.

De levenswijze van de citruswolluis staat beschreven in het rapport 'Inventarisatie problemen met wol-, schild- en dopluizen in bloemisterijgewassen' (Boertjes *et al.* 2003). Een citruswolluisvrouwje kan gedurende haar leven tot wel 600 eitjes leggen, waardoor een wolluis haard snel in grootte toe kan nemen. Het is belangrijk om haarden al in een vroeg stadium te bestrijden, maar omdat wolluisen zich vaak verstoppen in de houtige delen onderin het gewas zijn ze moeilijk te monitoren. Curatieve maatregelen, zoals het uitzetten van larven van *Cryptolaemus montrouzieri*, zijn dan ook voornamelijk een strategie om grotere, reeds zichtbare haarden te reduceren. Sluipwespen zijn, in tegenstelling tot *C. montrouzieri* roofkevers, in principe goede zoekers die zich ook in kleinere haarden kunnen voortplanten. Sluipwespen zouden daarom kunnen bijdragen aan het bestrijden van kleine wolluishaarden zonder de noodzaak om deze haarden eerst zelf te monitoren. Echter zijn de commercieel beschikbare sluipwespen tegen wolluis relatief duur en niet voldoende effectief. In dit onderzoek is met lab- en kasproeven onderzocht of de zoek-efficiëntie van 3 soorten sluipwespen (*Anagyrus pseudococci*, *Leptomastix dactylopii* en *Leptomastix abnormis*) kon worden verbeterd door de sluipwespen voor het uitzetten in de kas te trainen op de geur van wolluis-geïnfesteerde rozenplanten (Hoofdstuk 2). Verder is onderzocht welke van deze sluipwespsoorten haarden waar reeds larven van de roofkever *C. montrouzieri* zijn uitgezet vermijden, waardoor intraguuld predatie bij een gecombineerde inzet van roofkevers en sluipwespen zou kunnen worden gereduceerd (Hoofdstuk 5).

De orchideeënschildluis of Boisduval schildluis (*Diaspis boisduvalii*) en de rozenschildluis *Aulacaspis rosae* zijn zeer lastig te bestrijden plagen in respectievelijk cymbidium en roos. De levenswijze van de Boisduval schildluis staat beschreven in het rapport 'Inventarisatie problemen met wol-, schild- en dopluizen in bloemisterijgewassen' (Boertjes *et al.* 2003) en de levenswijze van de rozenschildluis staat beschreven in het rapport 'Geïntegreerde bestrijding van rozenschildluis *Aulacaspis rosae* in roos' (Pijnakker *et al.* 2013). Chemische bestrijding is behalve onwenselijk ook per definitie moeilijk omdat het insect zich het grootste deel van zijn leven verborgen houdt onder een ondoordringbaar schildje. Er is grote behoefte aan een effectieve haardbestrijder tegen *D. boisduvalii*. In Hoofdstuk 3 zijn 5 verschillende haardbestrijders van *D. boisduvalii* met elkaar vergeleken in een kooiproef. Vervolgens is onderzoek gedaan naar het gedrag en gebruik van additionele voedselbronnen om de inzet van de roofkever *Rhyzobius lophanthae* verder te verbeteren, en om te bekijken in hoeverre additionele maatregelen nodig zijn om *R. lophanthae* schildluis in bedwang te houden.

In hoofdstuk 4 is vervolgens onderzocht in hoeverre oorwormen een bedrage kunnen leveren aan de bestrijding van rozenschildluis (*A. rosae*) op roos, Boisduval schildluis op cymbidium en citruswolluis op roos. Voor zowel voor wolluis als voor schildluis geldt dat alleen het eerste nimfenstadium (de zogenaamde 'crawlers') zich actief kunnen verplaatsen waardoor nieuwe haarden kunnen worden gevormd. We hebben daarom tenslotte onderzocht in hoeverre roofmijten een bijdrage kunnen leveren aan de bestrijding van wol- en schildluis-crawlers en zo de verspreiding van de wol- en schildluis kunnen inperken (Hoofdstuk 5).





## 2 Nieuwe strategieën voor inzet van bestaande biologische bestrijders tegen wolluis

### 2.1 Inleiding

Om de citruswolluis te bestrijden zijn er in Nederland 3 commercieel beschikbare soorten sluipwespen op de markt; *Anagyrus pseudococci*, *Leptomastix dactylopii* en *Leptomastix abnormis*. Van deze sluipwespen is bekend dat ze een goede bijdrage kunnen leveren aan de bestrijding van citruswolluis *Planococcus citri*. Ze zijn echter relatief duur en is er een sterk vermoeden dat veel sluipwespen verloren gaan voordat ze wolluizen hebben kunnen vinden om te parasiteren. Manieren om de zoek-efficiëntie van sluipwespen te optimaliseren zouden daarom bij kunnen dragen aan het verbeteren van de biologische bestrijding van wolluizen.

Veel sluipwesp soorten maken gebruik van specifieke plantengeuren wanneer ze zoeken naar geschikte plaaginsecten om te parasiteren. Deze specifieke geuren worden aangemaakt door planten als respons op vraatschade. Wanneer sluipwespen uit de opkweek in de kas worden ingezet, hebben ze meestal nog geen sterke respons voor deze zogenaamde 'plaag-geïnduceerde plantengeuren' die door het gewas worden uitgescheiden. Deze respons kan in verschillende soorten sluipwespen echter door positieve leerervaringen worden versterkt. Net als de hond van Pavlov kunnen deze sluipwespen worden getraind om een geur te associëren met een beloning; contact en/of het leggen van een eitje in een geschikt plaaginsect. Door de sluipwespen voor het uitzetten in de kas te trainen op de geuren die rozenplanten uitscheiden wanneer ze door wolluis zijn geïnfecteerd, verwachten we dat meer sluipwespen de wolluis in de kas kunnen vinden en parasiteren, waardoor er meer nakomelingen worden gegenereerd en de opbouw van de sluipwesp populatie in de kas sneller zal verlopen. In dit hoofdstuk worden gedragsexperimenten in y-buis olfactometers en kooien beschreven. De volgende onderzoeksvragen zijn onderzocht:

- *Reageren onervaren sluipwespen van L. dactylopii, A. pseudococci en L. abnormis op de geuren van met citruswolluis besmette rozenplanten?*
- *Kunnen onervaren sluipwespen van L. dactylopii, A. pseudococci en L. abnormis onderscheid maken tussen rozenplanten die besmet zijn met wolluis en rozenplanten die niet besmet zijn met wolluis?*
- *Kunnen sluipwespen van L. dactylopii, A. pseudococci en L. abnormis na een associatieve leerervaring onderscheid maken tussen rozenplanten die besmet zijn met wolluis en rozenplanten die niet besmet zijn met wolluis?*
- *Kunnen de sluipwespsoorten met leervermogen in kooiproeven sneller en beter rozenplanten lokaliseren die met wolluis zijn besmet als ze voor het uitzetten zijn getraind op met wolluis besmette rozenplanten?*

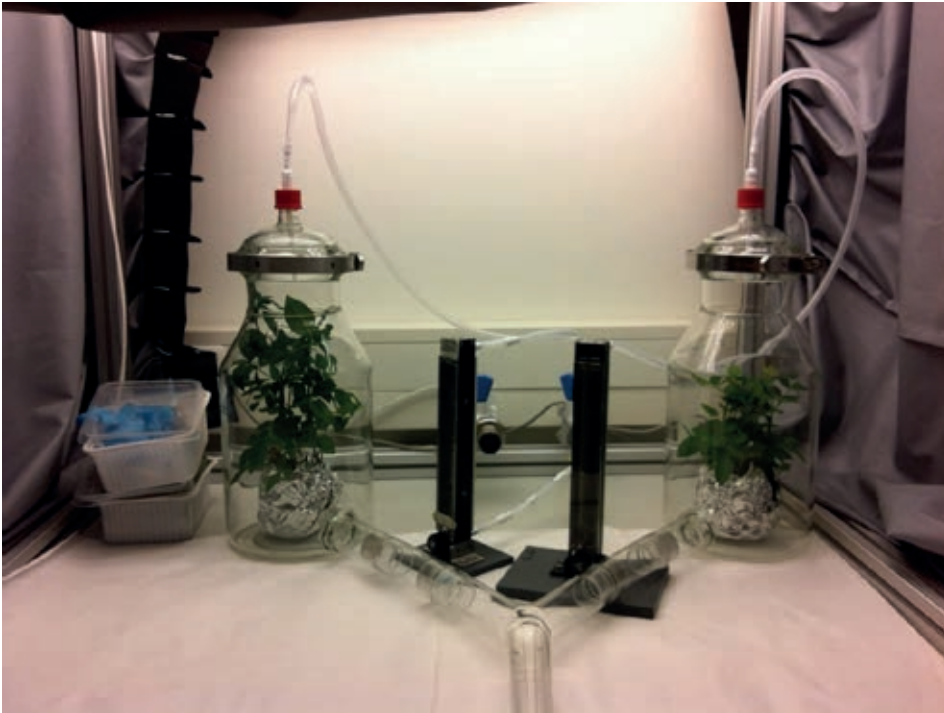
## 2.2 Materiaal en methoden

### 2.2.1 Testen van zoek- en leergedrag van sluipwespen van citrus-wolluis in een y-buis olfactometer

Het onderzoek is uitgevoerd met potroos (cv. Flamingo Jewel). Met wolluis besmette planten, voor gebruik in de experimenten, waren tenminste 4 weken van tevoren besmet met wolluizen en bevatten tenminste 100 L2-L3 wolluizen. Sluipwespen zijn besteld bij Koppert (*A. pseudococci*) of bij Nijhof BGB (*L. dactylopii* & *L. abnormis*) en bij aankomst in bugdorms met water en honing geplaatst totdat ze de juiste leeftijd (3-7 dagen) hadden bereikt voor de experimenten. De gepaarde vrouwtjes zijn vervolgens getraind door ze in een kooi (40 x 40 x 60 cm) met een met wolluis besmette potroosplant te introduceren, en na een periode van 4 uur terug te vangen. Er zijn steeds 25 sluipwespvrouwtjes tegelijkertijd in eenzelfde trainingskooi geïntroduceerd, en elke plant is eenmalig gebruikt om sluipwespen op te trainen. Alleen de vrouwtjes die na 4 uur op de planten zaten zijn gebruikt in de experimenten. Na training zijn de sluipwespen in een aparte bugdorm met water en honing teruggeplaatst. Vervolgens is de respons van deze sluipwespen 16-24 uur na trainen, samen met de respons van onervaren sluipwespen van dezelfde leeftijd, getest in een y-buis olfactometer waarin in de ene glazen stolp een potroos plant met citruswolluis is geplaatst en in de andere glazen stolp een potroosplant zonder wolluis (zie Figuur 2.1). Een half uur voor aanvang van de tests werd de luchtstroom door de y-buis aangezet en konden de planten acclimatiseren. Lucht werd met een snelheid van 2.1 liter/min door de y-buis olfactometer geleid. Elke dag werden 10-20 sluipwespen (*L. dactylopii* en *A. pseudococci*) of 24 sluipwespen (*L. abnormis*) van elk van 3 behandelingen getest:

- a. Getrainde sluipwespen met de keuze tussen wolluis-besmette en schone potroosplanten.
- b. Ongetrainde sluipwespen met de keuze tussen wolluis-besmette en schone potroosplanten.
- c. Ongetrainde sluipwespen met de keuze tussen wolluis-besmette potroosplanten en schone lucht.

Verschillende sluipwesp soorten werden op aparte dagen getest. 's Ochtends werd begonnen met de behandelingen a) en b) en behandeling c) werd steeds 's middags getest. Voor *L. dactylopii* en *A. pseudococci* werden voor de behandelingen a) en b) steeds 3 getrainde sluipwespen en daarna 3 ongetrainde sluipwespen één voor één getest. De positie van de planten (links/rechts) werd na elke 6 geteste sluipwespen gewisseld. Voor *L. abnormis* werden steeds 6 sluipwespen tegelijkertijd in de y-buis geïntroduceerd, en werd de positie van de planten na elke 12 geteste sluipwespen gewisseld. De sluipwespen kregen 10 minuten de tijd om zich naar één van de twee armen van de olfactometer te bewegen, waarna de keuze voor een met wolluis besmette of schone potroosplant werd genoteerd. Wanneer een sluipwesp zich na 10 minuten nog in het voorste stuk van de y-buis bevond, werd dit genoteerd als 'geen respons'. Elke behandeling werd op 3 verschillende dagen getest, en elke dag werd met een nieuwe set planten gewerkt.



**Figuur 2.1** Y-buis olfactometer. Deze opstelling is gebruikt om de voorkeur van getrainde en ongetrainde sluipwesp vrouwtjes voor plantengeuren te bepalen. Door een koolfilter gezuiverde lucht werd met een snelheid van 2.1 liter/min door de beide glazen potten geleid waarin potroosplanten met of zonder wolluis waren geplaatst. Sluipwespen werden aan de voorkant van de y-buis, waarna ze zich tegen de luchtstroom in konden bewegen naar een van beide olfactometer-armen.

## 2.2.2 Kooiproeven leergedrag sluipwespen van citruswolluis



**Figuur 2.2** Potroosplanten in kooi van kooiexperiment leergedrag sluipwespen van citruswolluis.

In kooiproeven is getest of hoeverre het zoekvermogen van *L. dactylopii* en *A. pseudococci* voor potroosplanten met citruswolluis wordt beïnvloedt door een eerdere leerervaring. De proeven zijn uitgevoerd in een kas bij 20 °C en 70% RV in weken 34 tm 37, 2016. Er zijn hiervoor 3 verschillende trainingsprocedures van 3-7 dagen oude, gepaarde, sluipwespvrouwtjes toegepast:

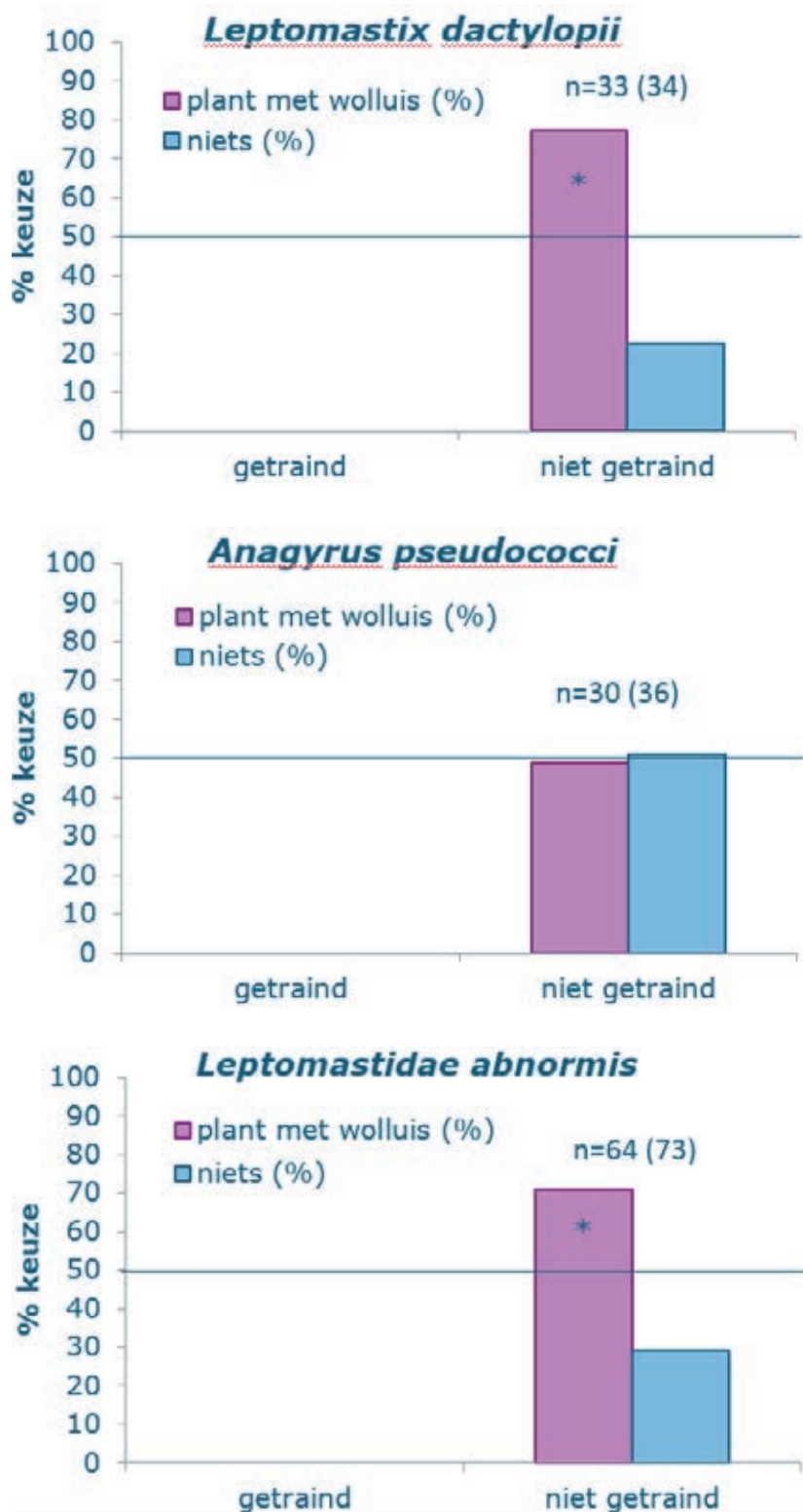
- d. 4-uur durende training op een met wolluis besmette potroos plant (cv. Flamingo Jewel).
- e. 4-uur durende training op een met wolluis besmette kalanchoë plant.
- f. 4-uur durende training op een schone kalanchoë plant (controle).

Vervolgens werden de sluipwespen één dag na training in een 100 x 150 cm kooi geplaatst met 24 potroos planten. Eén van deze potroos planten was besmet met wolluis. Vier uur en na 24 uur na introductie in de kooi werden de sluipwespen die op de plant met wolluis zaten teruggevangen en geteld. De verwachting was dat na een associatieve leerervaring op wolluis-besmette potroos (behandeling a) er meer en/of sneller sluipwespen konden worden teruggevonden op de met wolluis besmette plant dan na een associatieve leerervaring op een andere plantensoort (behandeling b) of na een controlebehandeling (behandeling c). Voor elke behandeling zijn in totaal 6 herhalingen uitgevoerd, met steeds 3 herhalingen op eenzelfde tijdstip. In elke kooi zijn steeds 15 (*A. pseudococci*) of 11 (*L. dactylopii*) sluipwesp vrouwtjes geïntroduceerd.

## 2.3 Resultaten

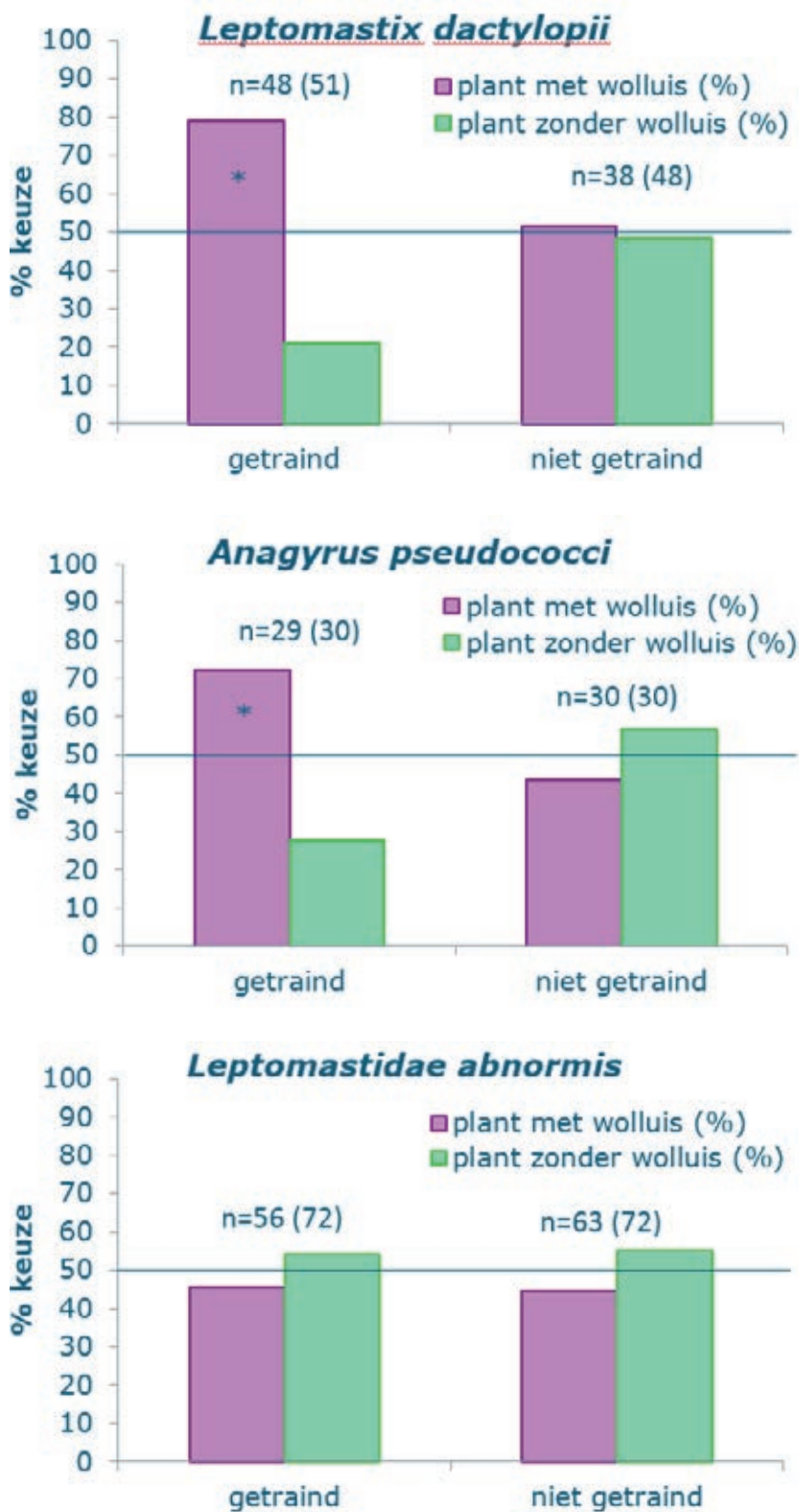
### 2.3.1 Proeven leergedrag sluipwespen van citruswolluis in y-buis opstelling

Uit de y-buis experimenten komt naar voren dat alle 3 de sluipwespsoorten verschillend reageren op de geur van planten met wolluis. Terwijl er significant meer ongetrainde *L. dactylopii* (79%;  $P = 0.001$ ) en *L. abnormis* vrouwtjes (70%;  $P = 0.002$ ) afkwamen op de geur van potroosplanten met wolluis ten opzichte van de controle (geen plant), kwamen ongetrainde sluipwespvrouwtjes van *A. pseudococci* niet op de geur van potroosplanten met wolluis af (zie Figuur 2.3). Training had een significant effect op de voorkeur van vrouwtjes van *L. dactylopii* en *A. pseudococci* (GLMM, respectievelijk  $P = 0.01$  en  $P = 0.025$ ). Eén dag na trainen kozen meer vrouwtjes van *L. dactylopii* (79%;  $P < 0.001$ ) en *A. pseudococci* (72%;  $P = 0.024$ ) voor potroosplanten met wolluis in plaats van potroosplanten zonder wolluis (zie Figuur 2.4). Voor *L. abnormis* kon er na 24 uur geen effect van trainen worden waargenomen. Van geen van de 3 sluipwespsoorten konden ongetrainde vrouwtjes planten met en zonder wolluis van elkaar onderscheiden.



**Figuur 2.3** Voorkeur van ongetrainde vrouwtjes van de sluipwespsoorten *L. dactylopii*, *A. pseudococci* en *L. abnormis* voor de geur van potroos met wolluis tov controle (geen plant) in een  $\gamma$ -buis olfactometer. Een sterretje (\*) geeft aan of het % van de vrouwtjes die kozen voor één van de geurbehandelingen significant verschillend was van 50%.  $n$  = het aantal sluipwespvrouwtjes die een keuze voor één van de armen van de  $\gamma$ -buis olfactometer hebben gemaakt, met tussen haakjes het aantal sluipwespvrouwtjes dat in de  $\gamma$ -buis opstelling is geïntroduceerd.

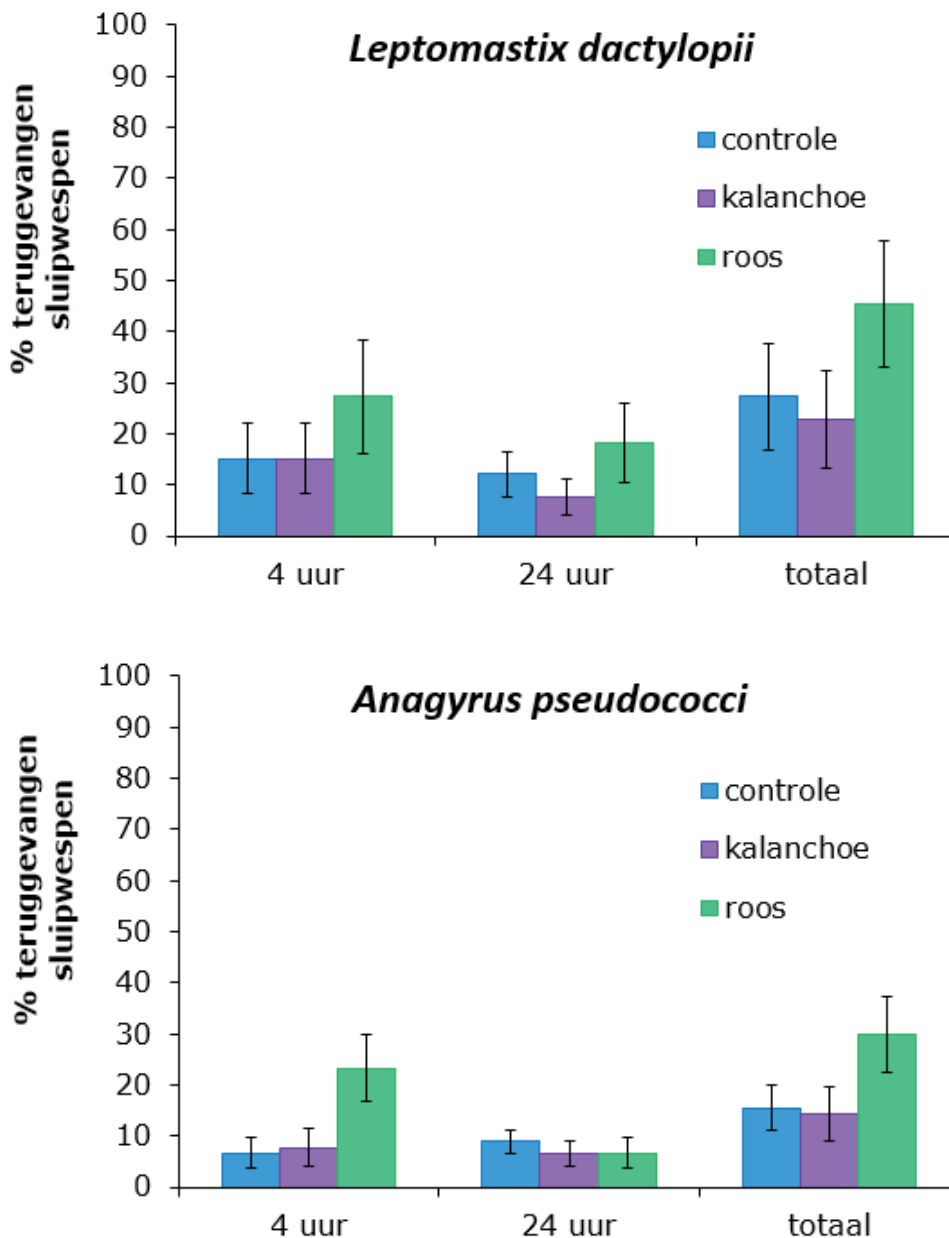




**Figuur 2.4** Voorkeur van getrainde en ongetrainde vrouwtjes van de sluipwespsoorten *L. dactylopii*, *A. pseudococci* en *L. abnormis* voor de geur van potroos met wolluis tov potroos zonder wolluis in een y-buis olfactometer. Een sterretje (\*) geeft aan of het % van de vrouwtjes die kozen voor één van de geurbehandelingen significant verschillend was van 50%. n = het aantal sluipwespvrouwtjes die een keuze voor één van de armen van de y-buis olfactometer hebben gemaakt, met tussen haakjes het aantal sluipwespvrouwtjes dat in de y-buis opstelling is geïntroduceerd.

### 2.3.2 Kooiproeven leergedrag sluipwespen van citruswolluis

In de kooiexperimenten zijn er in totaal voor zowel *L. dactylopii* en *A. pseudococci* ongeveer 2x zoveel sluipwespen teruggevangen op de met wolluis-besmette potroosplant van de trainingsbehandeling op potroosplanten in vergelijking met de trainingsbehandeling kalanchoëplanten en de controlebehandeling (GLM;  $P < 0.001$  voor *L. dactylopii* en  $P = 0.064$  voor *A. pseudococci*). Voor *L. dactylopii* was er ook een significant verschil tussen de 6 herhalingen. Doordat dit effect dezelfde kant op werkte voor alle 3 de behandelingen, en hiervoor kon worden gecorrigeerd in de statistische analyse, werd er ondanks deze spreiding toch een significant behandelingseffect gevonden. Voor *L. dactylopii* werd er voor het % teruggevangen sluipwespen na 4 uur en 24 uur afzonderlijk geen significant verschil gevonden tussen de behandelingen. Voor *A. pseudococci*, daarentegen, lag alleen na 4 uur het aantal teruggevangen sluipwespen van de trainingsbehandeling op potroos significant hoger dan het aantal teruggevangen sluipwespen van de overige 2 behandelingen.



**Figuur 2.5** % sluipwespen dat na een trainingsbehandeling in totaal, en 4 uur en 24 uur na introductie, kon worden teruggevangen op de enige met wolluis-besmette plant in een kooi met 24 potroosplanten.

## 2.4 Conclusies en aanbevelingen

Uit zowel de gedragsexperimenten in de y-buis olfactometer als in de kooiproeven komt duidelijk naar voren dat het zoekvermogen van de sluipwespen *A. pseudococci* en *L. dactylopii* wordt verbeterd na een leerervaring op wolluizen. Binnen het NWO project "*Boosting the efficacy of biological control agents of citrus mealybugs through olfactory conditioning*" wordt verder gewerkt aan een praktische trainingsmethode voor sluipwespen van citruswolluis waarvoor geen levende wolluizen nodig zijn en welke eenvoudig kan worden uitgevoerd voordat de sluipwespen worden losgelaten in de kas. Tevens zal binnen dit project het effect van training van sluipwespen op de wolluis bestrijding in een grotere kasproef worden onderzocht.

# 3 Nieuwe strategieën voor inzet van bestaande biologische bestrijders tegen schildluis

## 3.1 Inleiding

De orchideeënschildluis of Boisduval schildluis (*Diaspis boisduvalii*) is een zeer lastig te bestrijden plaag in cymbidium. De mogelijkheden voor chemische bestrijding worden steeds verder beperkt, en zijn per definitie moeilijk omdat het insect zich het grootste deel van zijn leven verborgen houdt onder een ondoordringbaar schildje. Chemische bestrijding is bovendien niet wenselijk omdat dit effect heeft op bijen, welke worden ingezet tegen honingdauw, en het de biologische bestrijding van spint verstoort. Er is behoefte aan een effectieve haardbestrijder. Er zijn verschillende commercieel bestrijders van schildluis bekend, waaronder roofkevers (*Rhyzobius lophanthae* en *Chilocorus nigritus*), sluipwespen (*Aphitis* sp. en *Encarsia citrina*), de rooftrips *Karnyothrips melaleucus*. Verder zouden oorwormen (*Forficula auricularia*) welke in boomgaarden worden gestimuleerd als bestrijders van onder andere bladluis, ook een bijdrage kunnen leveren aan de bestrijding van schildluis.

*Rhyzobius lophanthae* Blaisdell (Coleoptera: Coccinellidae) zijn kleine ( $\pm 2.5$  mm) behaarde kevertjes (Figuur 3.1 C1,2), en zijn gespecialiseerde predatoren van Diaspididae schildluizen. Ze leggen hun eitjes onder de dekschildluis van deze schildluizen (Figuur 3.2 B). De ontwikkelingsduur van ei tot ei is ongeveer 43 dagen bij 20 °C en 32 dagen bij 25 °C. De volwassen kevertjes hebben een relatief lange levensduur, van om en nabij de 2 maanden. *Rhyzobius lophanthae* is al met succes gebruikt in verschillende programma's voor biologische bestrijding. In wetenschappelijke publicaties is de morfologie, ontwikkeling, voortplanting, levensduur, prooiconsumptie en gevoeligheid van *R. lophanthae* tegen bestrijdingsmiddelen beschreven (Honda and Luck 1995, Stathas 2000a, b, 2001, Stathas *et al.* 2002, Smith and Cave 2006, Flores and Carlson 2009, Simsek *et al.* 2016, Branco *et al.* 2017, Senal *et al.* 2017).

*Chilocorus nigritus* Fabricius (Coleoptera: Coccinellidae) zijn glanzend zwarte ronde roofkevertjes ( $\pm 3-5.5$  mm), en kunnen net als *R. lophanthae* van verschillende soorten Diaspididae schildluizen leven. De buik van het volwassen kevertje is bruin en de kop is tussen de ogen oranje van kleur (Figuur 3.1, A1). De larven zijn grijs-geel met stekelige aanhangsels (Figuur 3.1, A2). De volwassen *C. nigritus* vrouwtjes kunnen ook ruim 2 maanden overleven. De ontwikkelingsduur van ei tot adult is ongeveer 74.5 dagen bij 20 °C en 34 dagen bij 26 °C graden. Informatie over de levenscyclus, ecologie en effectiviteit als biologische bestrijder is in verschillende wetenschappelijke studies gepubliceerd (e.g. Samways and Wilson 1988, Ponsonby and Copland 1996, 1998, 2000, Omkar and Pervez 2003, Ponsonby and Copland 2007b, a).

*Karnyothrips melaleucus* Bagnall (Thysanoptera: Phlaeothripidae) is een rooftrips soort die verschillende soorten schildluizen kan bestrijden. Hij komt van oorsprong uit de tropen, en is onder andere gevonden in/op citrusbomen, wijnstokken, dood hout, bamboe bladafval, oude citrustakjes met korstmos, Indische goudenregen en de grassoort *Eragrostis*. Sinds 1994 wordt *K. melaleucus* in beschermde teelten inzet voor de bestrijding van schildluis. Echter is er nog maar beperkt onderzoek gedaan naar deze soort, en zijn er geen wetenschappelijke studies gepubliceerd over de levenscyclus, ecologie en/of effectiviteit als biologische bestrijder. In de studie van Pijnakker *et al.* (2013) werd geen vestiging en geen effect van *K. melaleucus* op rozenschildluis gevonden, wat eventueel te wijten zou zijn aan verstoring door de roofmijt *Amblyseius swirskii*.

*Aphytis melinus* DeBach (Hymenoptera: Aphelinidae) is een kleine gele sluipwesp die verschillende soorten schildluizen kan parasiteren. Het vrouwtje legt haar eieren op het lichaam van de schildluis onder het uitwendige harde schild. Het slagen van de parasitering is vervolgens te zien aan het gaatje in het schild waardoor de volwassen sluipwesp de schildluis verlaten heeft. *Aphytis melinus* wordt onder andere grootschalig ingezet in de bestrijding van de *Aonidiella aurantii* schildluis in citrus boomgaarden in Californië, en er is relatief veel bekend over de levenswijze, gedrag en ecologie van deze sluipwesp-soort (e.g. Opp and Luck 1986, Reeve 1987, Collier *et al.* 1994, Collier 1995, Hare *et al.* 1997, Morgan and Hare 1997, Gonzalez-Zamora *et al.* 2015). In het onderzoek van Boertjes *et al.* (2003) werd parasitering van de Boisduval schildluis door *Aphytis melinus* waargenomen, hetzij op een laag niveau. *Aphytis melinus* wordt in Nederland door Entocare verkocht.

De Europese oorworm *Forficula auricularia* L. (Dermaptera: Forficulidae) is de meest voorkomende soort oorworm in Nederland en een generalistische predator welke een belangrijke rol speelt in de biologische bestrijding van plagen in boomgaarden (waaronder de appelbloedluis (*Eriosoma lanigerum*) en de gewone perebladvlo (*Psylla pyri* L.)). Het is bekend dat ze ook andere bladluisoorten, spinnen, rupsenpoppen, schildluis en springstaarten op het menu hebben staan. Naast plaaginsecten kan deze oorworm zich ook met plantmateriaal voeden. Oorwormen hebben slechts één generatie per jaar, en doorlopen 4 nimfenstadia voordat ze volwassen worden. Ze paren in de nazomer, overwinteren als adulten en in het voorjaar leggen de vrouwelijke oorwormen hun eitjes in de grond. Elk oorworm vrouwtjes kan in haar leven 1 tot 2 nestjes met 30-60 eitjes produceren. Ze bewaakt haar nestje met eitjes en verdedigt het tegen indringers en verzorgt en voedt later de jonge nimfen. Wanneer ze het tweede nimfenstadium hebben bereikt zijn de oorwormen niet meer afhankelijk van hun moeder en gaan ze zelf op de grond zoek naar voedsel. Vanaf het derde nimfenstadium worden ze in de bomen van boomgaarden waargenomen. Na het paren in de nazomer neemt de activiteit van de volwassen oorwormen af en gaan ze in winterrust. De ontwikkeling bij 15-21 °C onder laboratoriumomstandigheden is gemiddeld 12.0 dagen (1<sup>e</sup> nimfenstadium), 10.2 dagen (2<sup>e</sup> nimfenstadium), 11.2 dagen (3<sup>e</sup> nimfenstadium) en 16.2 dagen (4<sup>e</sup> nimfenstadium), maar duurt onder veldomstandigheden langer. Oorwormen zijn nacht-actief en schuilen overdag tussen bladafval, en op donkere plekken in scheuren en inkepingen.

Ten eerste is in een kooiproef onderzocht hoe goed 5 verschillende soorten biologische bestrijders haarden van de Boisduval schildluis in cymbidium kunnen opruimen (3.2.1 en 3.3.1). *Rhyzobius lophanthae* kwam uit deze proef als beste bestrijder naar voren. Omdat praktijkonderzoek een gemengd beeld laat zien van de effectiviteit van *R. lophanthae* als schildluisbestrijder (Boertjes 2003, Pijnakker *et al.* 2013, Hennekam *et al.* 2014) en omdat er nog weinig bekend is over het zoek- en eileggedrag van deze bestrijder zijn er een aantal kasproeven met *R. lophanthae* gedaan waarbij de planten niet in kooien stonden. Het vervolgonderzoek met *R. lophanthae* is begonnen met verkennende proeven in kleine 24 m<sup>2</sup> kasjes uitgevoerd (3.2.2 en 3.3.3) met als uitgangspunt de volgende onderzoeksvragen:

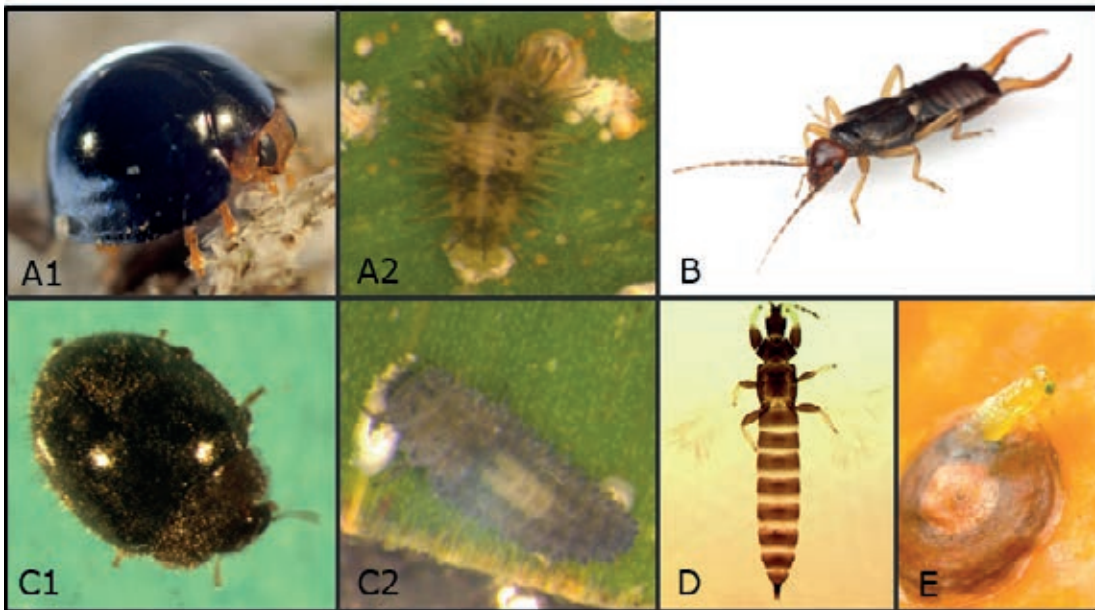
- Kunnen *R. lophanthae* roofkevers planten met schildluishaarden vinden als ze elders in de kas zijn uitgezet?
- Hoelang blijven *R. lophanthae* roofkevers die in een schildluishaard zijn uitgezet ook in deze haard?
- Worden er door *R. lophanthae* ook eitjes afgezet in de schildluishaarden?
- Kan de verblijftijd van *R. lophanthae* in de haarden en de vraatschade van schildluizen door *R. lophanthae* worden verbeterd door *R. lophanthae* voor het uitzetten in de kas te een aantal dagen te voeden met *D. boisduvalii* schildluis?
- Kan het bestrijdende effect van *R. lophanthae* worden verbeterd door meer volwassen *R. lophanthae* roofkevers in de haard uit te zetten?

Ten tweede is er een grote kasproef in twee opeenvolgende herhalingen uitgevoerd in een 96 m<sup>2</sup> kas waarbij de volgende onderzoeksvragen zijn onderzocht:

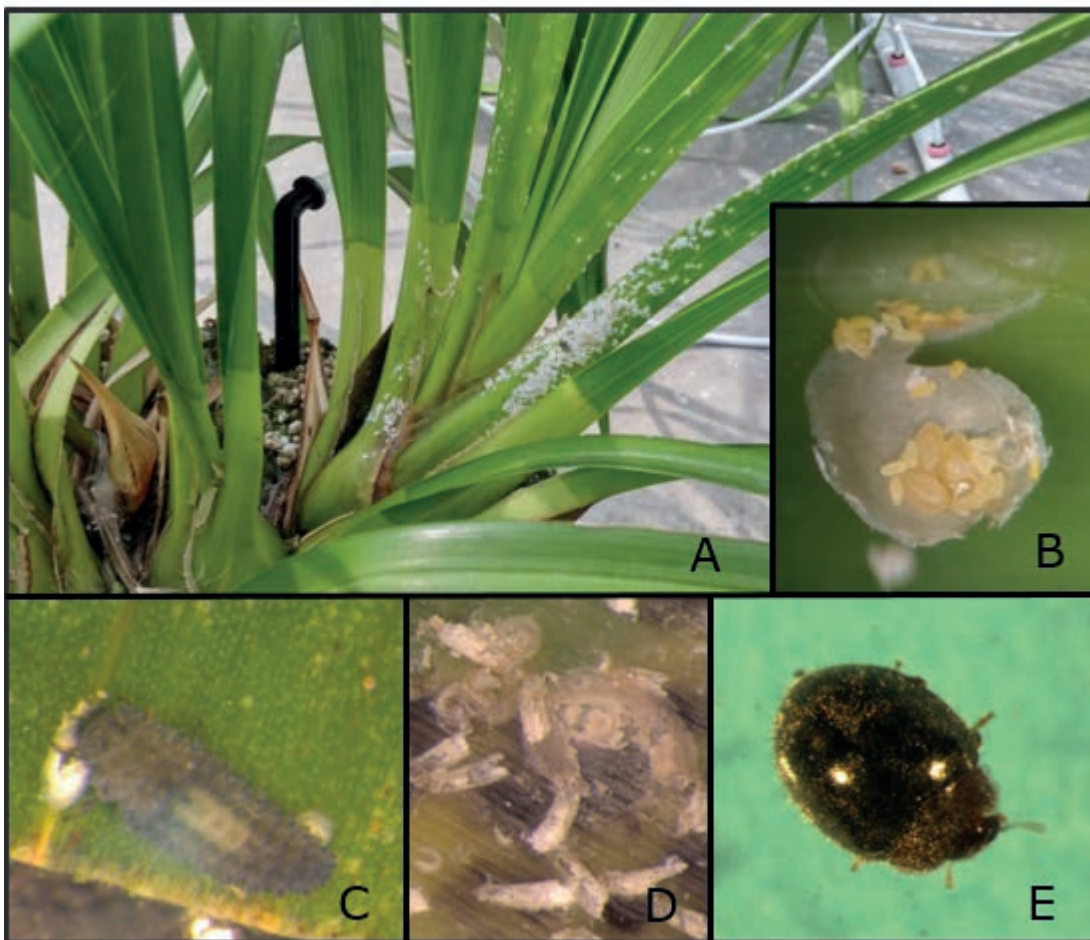
- Kunnen *R. lophanthae* roofkevers de Boisduval schildluis op cymbidium beter bestrijden wanneer ze worden geïntroduceerd in de schildluishaard zelf dan wanneer ze ergens anders in de kas worden losgelaten?
- Is het bestrijdingseffect van *R. lophanthae* afhankelijk van de grootte van de schildluishaard?
- Kan de bestrijding van kleine- tot middelgrote schildluishaarden door *R. lophanthae* worden verbeterd door middel van toevoeging van additioneel voedsel in de haarden in de vorm van *Ephestia kuehniella* eitjes?

Ten derde zijn er twee laboratoriumexperimenten gedaan om te onderzoeken welke voedselbronnen geschikt zijn om *R. lophanthae* in de kas te ondersteunen. Hierbij is gekeken naar het effect van alternatieve voedselbronnen op de overleving van volwassen *R. lophanthae* roofkevers en naar het effect van een periode met een dieet van alternatief voedsel op de eileg van *R. lophanthae* vrouwtjes.





**Figuur 3.1** A1. *Chilocorus nigritus*, volwassen roofkever, A2. *Chilocorus nigritus* larve, B. *Forficula auricularia* volwassen oorworm, C1 *Rhyzobius lophanthae* volwassen roofkever, C2 *Rhyzobius lophanthae* larve, D. *Karnyothrips melaleucus* volwassen rooftrips, E. *Aphitis melinus* volwassen sluipwesp.



**Figuur 3.2** A. *Cymbidium* plant met schildluis haard, B. Boisduval schildluisdekseltje met daaronder zowel schildluis eitjes als *Rhyzobius lophanthae* eitjes, C. *R. lophanthae* larve, D. vraatschade aan schildluis toegebracht door *R. lophanthae* roofkevers, E. volwassen *R. lophanthae* roofkever.

## 3.2 Materiaal en methoden

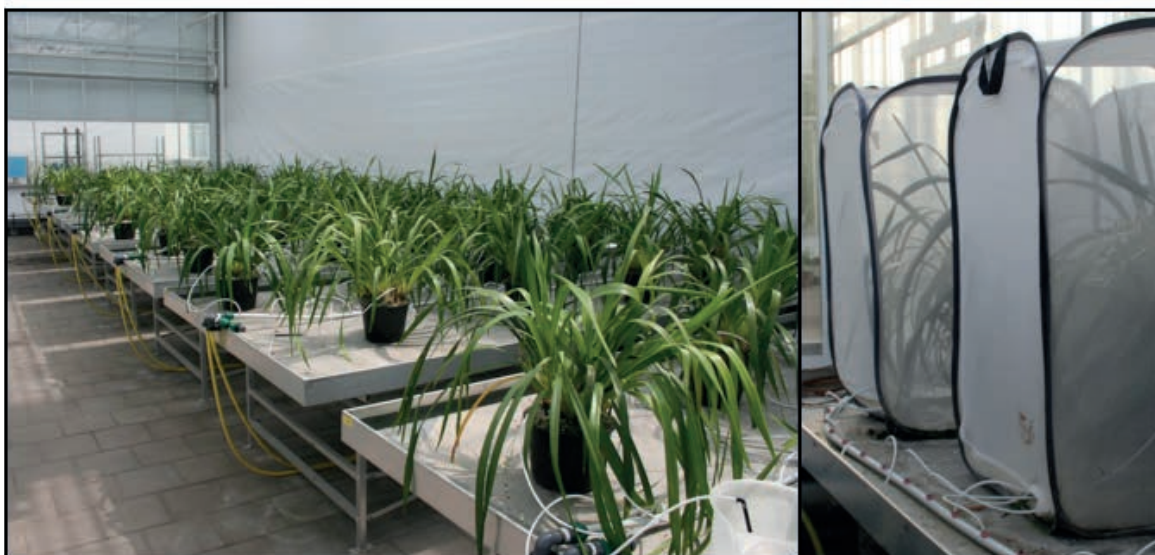
### 3.2.1 Vergelijkende kooiproef biologische bestrijders van *Diaspis boisduvalii* schildluis in cymbidium

In deze eerste kooiproef is onderzocht hoe goed 5 verschillende soorten biologische bestrijders haarden van de Boisduval schildluis in cymbidium kunnen opruimen. Voor de proef zijn jonge cymbidiumplanten van een Nederlandse cymbidiumkwekerij zonder residuen van pesticiden gebruikt. De proef is uitgevoerd in een kas bij 70% RV, 20.5 °C dagtemperatuur, en 18.5 °C nachttemperatuur. In week 28, 2016 zijn in totaal 40 cymbidiumplanten geïnoculeerd met Boisduval schildluis door tussen de schubben in het hart van elke plant 2x (10 cm lange) stukken cymbidiumblad met een zware besmetting van schildluis te steken. Acht weken na inoculatie (week 36) is het aantal met schildluis besmette bladeren van iedere plant bepaald, zijn de planten in kooien van 60 x 60 x 90 cm (L x B x H) geplaatst en zijn ze verdeeld over de volgende 8 behandelingen:

Onbehandeld

- |   |  |
|---|--|
| A. Larven van <i>Rhyzobius lophantae</i> (Nijhof)             | (2x 50/ kooi; wk 38 & 40)                  |
| B. Adulten van <i>Rhyzobius lophantae</i> (Koppert)           | (2x 50/ kooi)                              |
| C. Adulten van <i>Rhyzobius lophantae</i>                     | (2x 50/ kooi; wk 37 & 39)                  |
| D. + additioneel voedsel ( <i>Ephestia eitjes</i> )           | (0.5 g /kooi; wk 37 & 0.25 g /kooi; wk 39) |
| E. Larven van <i>Chilocorus nigritus</i> (Nijhof)             | (2x 50/ kooi; wk 38 & 40)                  |
| F. Adulten van <i>Forficula auricularia</i> + schuilplaats    | (1x 20/ kooi; wk 37)                       |
| G. (praktijk PPO-fruit)                                       |  |
| H. <i>Karnyothrips melaleucus</i> adulten + larven (Entocare) | (2x 100/ kooi; wk 37 & 39)                 |
| I. <i>Aphytis melinus</i> (Koppert)                           | (1x 200/kooi; wk 37 & 1x 100/kooi; wk 40)  |

Voor behandeling F was bij elke plant een rolletje karton als schuilplek voor de oorwormen (*F. auricularia*) aangeboden. Van elke behandeling zijn 5 herhalingen gedaan, in een volledig gewarde blokkenproef. In week 43 is een eindevaluatie uitgevoerd. Hierbij zijn de volgende bepalingen gedaan: a) het aantal met schildluis besmette bladeren/plant b) de schildluis bedekkingsgraad (cm<sup>2</sup>) van elke plant, en c) het aantal adulten, larven en poppen van de uitgezette bestrijders per kooi.



**Figuur 3.3** Cymbidium planten in de vergelijkende kooiproef van biologische bestrijders van *Diaspis boisduvalii* schildluis, voor de start van het experiment (links) en in kooien tijdens het experiment (rechts).

*Data analyse.* Ten eerste is het effect van de behandelingen op het aantal bladeren met schildluis bij de start van de proef (week 36) en aan het einde van de proef (week 43) geanalyseerd. Hierbij is er eerst een 'generalized linear model' met een quasipoisson data verdeling en 'log' link gebruikt om de effecten van tijdstip (start proef/ eind proef) en behandeling te testen. Omdat hierbij een significant interactie-effect van tijdstip en behandeling werd gevonden is het effect van tijdstip vervolgens apart getest voor elke behandeling, en is het effect van behandeling apart getest voor elk tijdstip. Ten tweede is het effect van de behandelingen op de bedekkingsgraad (cm<sup>2</sup>) van cymbidiumplanten met onbeschadigde en beschadigde schildluizen aan het einde van de proef bepaald. Hiervoor is hetzelfde 'generalized linear model' gebruikt als hierboven beschreven. Paarsgewijze vergelijkingen tussen de verschillende behandelingen zijn gemaakt met het R pakket 'lsmeans' waarbij een Tukey correctiemethode is toegepast. Alle analyses zijn met het statistische programma R (versie 3.1.0) uitgevoerd.

### 3.2.2 Verkennende kasproeven gedrag *Rhyzobius lophanthae* roofkevers als bestrijders van *Diaspis boisduvalii* schildluis in cymbidium

Er zijn 2 verkennende experimenten gedaan om meer grip te krijgen op de volgende onderzoeksvragen:

- Kunnen *R. lophanthae* roofkevers planten met schildluishaarden vinden als ze elders in de kas zijn uitgezet?
- Hoelang blijven *R. lophanthae* roofkevers die in een schildluishaard zijn uitgezet in deze haard?
- Kan de verblijftijd van *R. lophanthae* in de haarden en de vraatschade van schildluizen door *R. lophanthae* worden verbeterd door *R. lophanthae* voor het uitzetten in de kas te een aantal dagen te voeden met *D. boisduvalii* schildluis?
- Kan het bestrijdende effect van *R. lophanthae* worden verbeterd door meer volwassen *R. lophanthae* roofkevers in de haard uit te zetten?

Het eerste verkennende experiment is gestart in week 24 van 2016. Het is in vier 24 m<sup>2</sup> kassen uitgevoerd, met in elke kas 3 teelttafels met elk 8 cymbidiumplanten. In elke kas waren 2 van de totaal 24 cymbidiumplanten besmet met schildluis. De volgende 4 behandelingen zijn uitgevoerd:

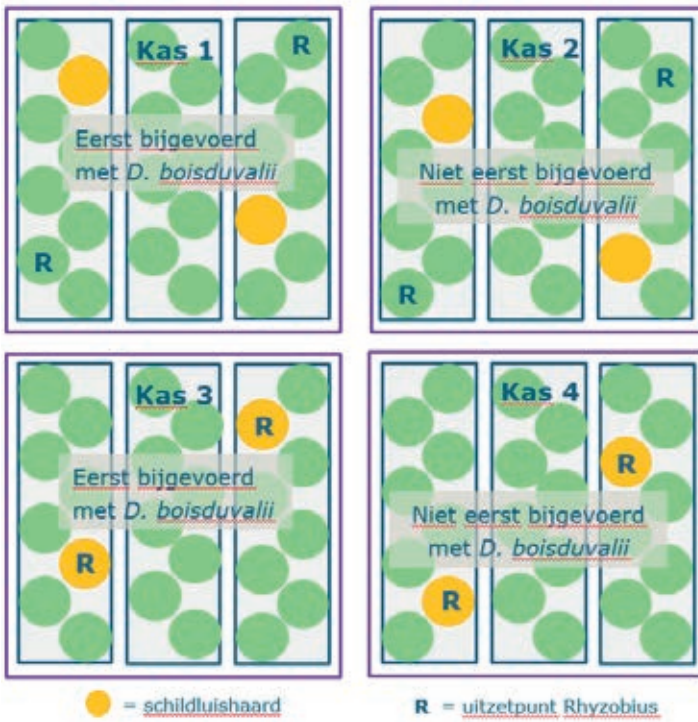
- *R. lophanthae* uitgezet in schildluishaard & voor uitzetten voor periode van 5 dagen bijgevoerd met *D. boisduvalii* schildluis.
- *R. lophanthae* uitgezet in schildluishaard – *R. lophanthae* gelijk uit de verpakking uitgezet.
- *R. lophanthae* uitgezet op schone plant & voor uitzetten voor periode van 5 dagen bijgevoerd met *D. boisduvalii* schildluis.
- *R. lophanthae* uitgezet op schone plant – *R. lophanthae* gelijk uit de verpakking uitgezet.

*Rhyzobius lophanthae* kevers zijn geleverd als jonge volwassen kevers door Nijhof BGB (Noordlaren). In elke kas zijn 50 *R. lophanthae* kevers uitgezet, verdeeld over 2 uitzetpunten (zie Figuur 3.3). De roofkevers zijn steeds 's avonds, net na zonsondergang uitgezet. Vervolgens is tijdens de eerste 3 weken van het experiment elke dag het # volwassen *R. lophanthae* kevers op de planten met schildluis gemonitord. Na 4 weken zijn de planten met schildluis in 60x60x90 cm kooien geplaatst, en is na nogmaals 4 weken (8 weken vanaf de start van het experiment) het percentage beschadigde en onbeschadigde schildluisnimmfen en volwassen schildluisvrouwtjes bepaald.

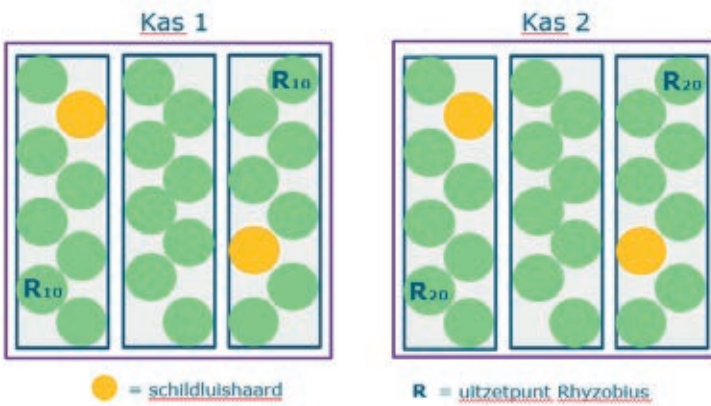
Het tweede verkennende experiment is gestart in week 28 van 2016. In twee 24 m<sup>2</sup> kassen zijn elk wederom 24 cymbidium planten verdeeld over 3 teelttafels geplaatst, waarvan 2 cymbidiumplanten besmet waren met schildluis. Hierbij zijn in de ene kas 40 volwassen *R. lophanthae* roofkevers losgelaten en in de andere kas 20 *R. lophanthae* roofkevers. In beide kassen zijn de kevers losgelaten vanuit 2 uitzetpunten op schone cymbidiumplanten (zie Figuur 3.4). Ook hier is voor een periode van 3 weken het aantal volwassen *R. lophanthae* kevers per plant met schildluis gemonitord, waarna de planten in 60x60x90 cm kooien zijn geplaatst tot de eindevaluatie 7 weken na de start van de proef. Tevens is de schildluis bedekkingsgraad (cm<sup>2</sup>) van het cymbidiumblad van elke plant met schildluis bij de start van de proef en aan het einde van de proef bepaald. Aan het einde van de proef is hierbij onderscheid gemaakt tussen beschadigde en onbeschadigde schildluizen.

*Data analyse.* Van zowel het eerste als het tweede verkennende experiment is slechts 1 echte herhaling uitgevoerd. De resultaten zijn derhalve alleen indicatief, en er is geen statistische analyse uitgevoerd.

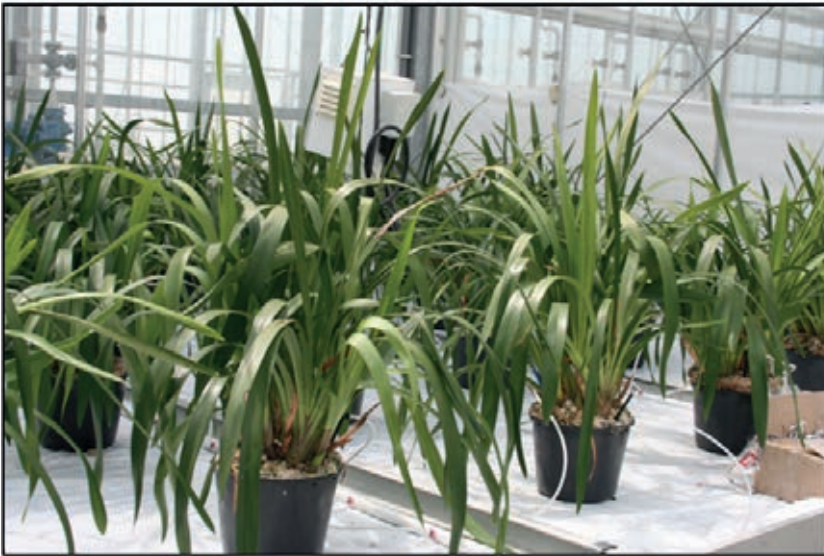




**Figuur 3.4** Opzet eerste verkennende kasproef met *R. lophanthae* tegen *D. boissduvalii* schildluis in cymbidium.



**Figuur 3.5** Opzet tweede verkennende kasproef met *R. lophanthae* tegen *D. boissduvalii* schildluis in cymbidium.



**Figuur 3.6** Kleine 24 m<sup>2</sup> kas met 24 cymbidiumplanten verdeeld over 3 teelttafels.

### 3.2.3 Grote kasproef gedrag *Rhyzobius lophanthae* roofkevers als bestrijders van *Diaspis boisduvalii* schildluis in cymbidium

In deze kasproef is getest of a) *R. lophanthae* roofkevers de Boisduval schildluis op cymbidium beter kunnen bestrijden wanneer ze worden geïntroduceerd in de schildluishaard zelf dan wanneer ze ergens anders in de kas worden losgelaten, b) het bestrijdingseffect afhankelijk is van de grootte van de schildluishaard, en c) de bestrijding van kleine- tot middelgrote schildluishaarden door *R. lophanthae* kan worden verbeterd door de toevoeging van additioneel voedsel in de haarden in de vorm van *Ephestia kuehniella* eitjes.

De kasproef is in 2 opeenvolgende herhalingen uitgevoerd in de periode van juli tm september, 2016. Alle cymbidiumplanten die voor dit experiment zijn gebruikt zijn afkomstig van een Nederlandse cymbidiumkwekerij, en hadden geen residuen van systemische pesticiden. Voor elke kasherhaling zijn 12 cymbidiumplanten besmet met *D. boisduvalii* schildluis door 2x (10 cm lange) stukken cymbidiumblad met een zware besmetting van schildluis tussen de schubben in het hart van de plant te steken. De planten waren 5 of 9 weken voor de start van het experiment besmet, om zo respectievelijk kleine en middelgrote schildluishaarden te creëren. Echter bleek de grootte van de schildluishaarden moeilijk te beheersen. Bij de start van de proef is daarom afgeweken van de geplande indeling van de besmette planten in 2 categorieën op basis van haardgrootte. In plaats daarvan zijn de besmette planten onderverdeeld in 3 categorieën, met een categorie kleine schildluishaarden (< 150 cm<sup>2</sup>), een categorie middelgrote schildluishaarden (150-300 cm<sup>2</sup>) en een categorie grote schildluishaarden (> 300 cm<sup>2</sup>). De 12 planten met schildluishaarden werden vervolgens in een proefveld van 10x10 cymbidiumplanten geplaatst in een kas van 96 m<sup>2</sup>. Hierbij werden in elk van de 4 hoeken van het proefveld groepjes van 3 planten met schildluishaarden van verschillende grootte geplaatst. Tevens werden 8 planten met schildluishaarden in kooien (60 x 60 x 90 cm L x B x H) geplaatst aan de zijkanten van het proefveld. Deze gekooide planten dienden als controle voor het bestrijdingseffect van *R. lophanthae* roofkevers op schildluis. De gemiddelde temperatuur in de kas van 23 °C en de gemiddelde RV was 71%.

Bij de start van het experiment, werden 10 volwassen kevers van *R. lophanthae* (afkomstig van Nijhof BGB, Noordlaren) geïntroduceerd in de 6 schildluishaarden van 2 diagonaal tegenoverstaande hoeken van het proefveld. Na 1 week is deze introductie van *R. lophanthae* kevers herhaald, waardoor er in totaal 120 volwassen *R. lophanthae* kevers per kasherhaling zijn ingezet. In 4 kleine- of middelgrote schildluishaarden (1 haard in elke hoek van het proefveld) zijn voor een periode van 4 weken elke week 0.8 gram *Ephestia* eitjes toegediend.



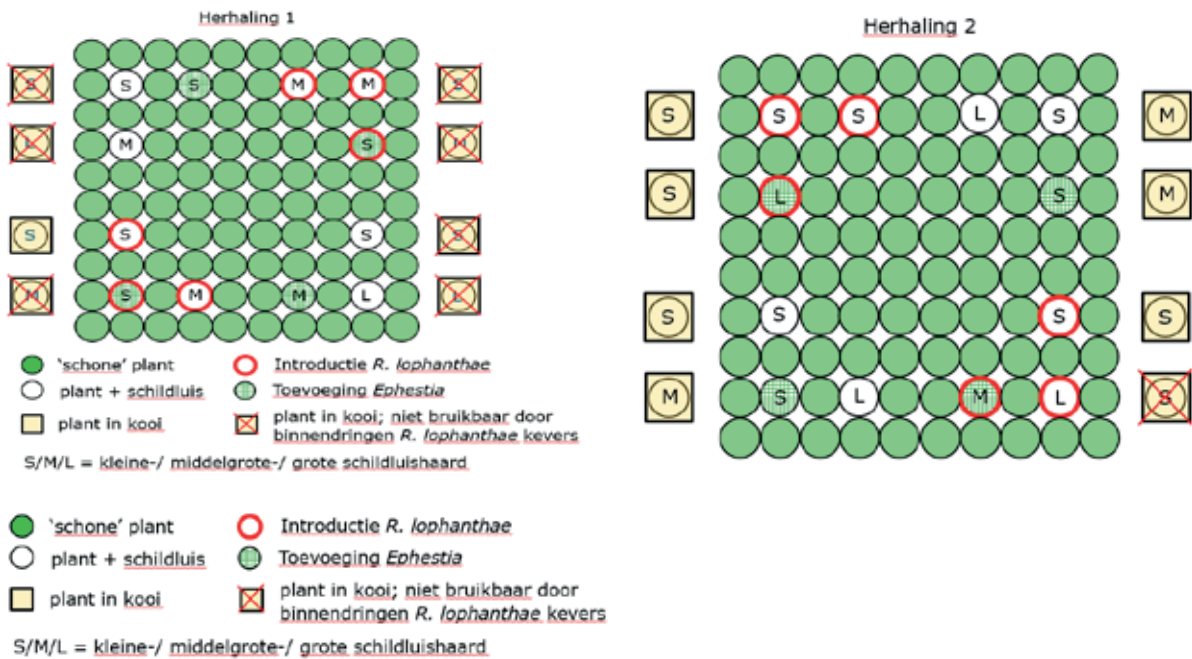
Gedurende een periode van 4 weken na de start van de proef, is het aantal volwassen *R. lophanthae* kevers dagelijks gemonitord in alle 12 niet-gekooide schildluis haarden. Na deze periode van 4 weken zijn de planten met schildluis haarden overgeplaatst naar een andere kas, waar elke plant in een afzonderlijke kooi (60 x 60 x 90 cm L x B x H) is gezet. In deze kas was de gemiddelde temperatuur 21.6 °C en de gemiddelde RV 70%. Na nogmaals 4 weken in de kooi, is de bedekkingsgraad van de bladeren met beschadigde en onbeschadigde schildluizen (cm<sup>2</sup>) van elke plant bepaald.

*Data analyse.* Eerst is het % verandering in de schildluis bedekkingsgraad (cm<sup>2</sup>) op de cymbidium bladeren tussen het begin en het eind van het experiment berekend voor elke schildluis haard. Dit werd zowel voor de bedekkingsgraad van onbeschadigde schildluizen, als voor de totale schildluis bedekkingsgraad (beschadigd + onbeschadigd) gedaan. De volgende formule is gebruikt voor de berekeningen:

% verandering schildluis bedekkingsgraad =

$$\frac{\text{cm}^2 \text{ bedekking schildluis start} - \text{cm}^2 \text{ bedekking onbeschadigde (+beschadigde) schildluis eind}}{\text{cm}^2 \text{ bedekking schildluis start}}$$

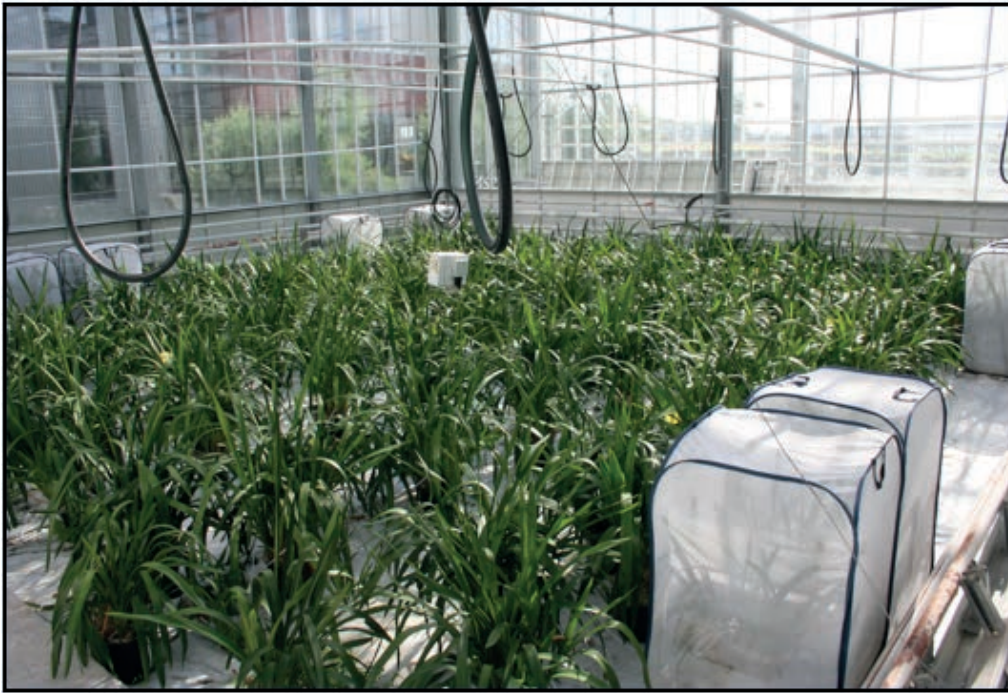
Omdat volwassen *R. lophanthae* kevers toch in sommige kooien konden binnendringen, moesten 8 planten met schildluis haarden die in kooien waren geplaatst uit de analyse worden verwijderd. Hierdoor had de controlebehandeling van gekooide planten alleen nog kleine- en middelgrote schildluis haarden. Daarom werd het overkoepelende effect van *R. lophanthae* op schildluisbestrijding getoetst door het vergelijken van het % verandering in schildluis bedekkingsgraad van niet-gekooide planten en gekooide planten van alleen de kleine- en middelgrote schildluis haarden. Hiervoor werd een 'linear mixed model' gebruikt in het statistische programma R (versie 3.1.0), met kooi (ja/nee) en haardgrootte (klein/ middelgroot) als de hoofdfactoren en 'kasherhaling' als de 'random factor'. Vervolgens is er een subset van data gemaakt voor de niet-gekooide planten zonder *Ephestia*, en is het effect van de factoren 'haardgrootte' (klein/ middelgroot/ groot) en 'uitzet van *R. lophanthae* in de schildluis haard' (ja/nee) getest op a) de verandering in het % bedekkingsgraad door onbeschadigde schildluizen en b) de verandering in totale schildluis bedekkingsgraad (beschadigde + onbeschadigde schildluizen) getoetst met een 'linear mixed model' in R (versie 3.1.0). Hierbij is rekening gehouden met de geneste datastructuur door zowel 'kasherhaling' als 'hoek van het proefveld' in het model op te nemen als 'random factoren'. Tenslotte is voor een subset van de niet-gekooide kleine- en middelgrote schildluis haarden, het effect van de toevoeging van *Ephestia* eitjes getoetst met behulp van een 'linear mixed model' in R (versie 3.1.0). Wederom zijn 'kasherhaling' en 'hoek van het proefveld' in opgenomen als 'random factoren'.



**Figuur 3.3** Proefvelden in grote kasproef naar gedrag van *R. lophanthae* roofkevers als bestrijders van *D. boisduvalii* schildluis. In beide herhalingen zijn 12 planten met kleine- middelgrote- of grote schildluishaard geplaatst in de 4 hoeken van het proefveld van in totaal 100 cymbidiumplanten. Stets is op 1 van de planten in elke hoek *Ephestia* toegevoegd. In 6 van de schildluishaarden, in diagonaal tegenoverstaande hoeken, zijn de *R. lophanthae* kevers in de haard uitgezet. De overige 6 schildluishaarden moesten actief door de kevers worden gelokaliseerd.



**Figuur 3.4** Cymbidiumplant met grote schildluishaard, en een *R. lophanthae* keverlarve die schildluis aanvreet.



**Figuur 3.5** Proefveld in grote kasproef naar gedrag van *R. lophanthae* roofkevers als bestrijders van *D. boisduvalii* schildluis.

#### 3.2.4 Vervolgproef uitbreiding schildluishaarden buurplanten

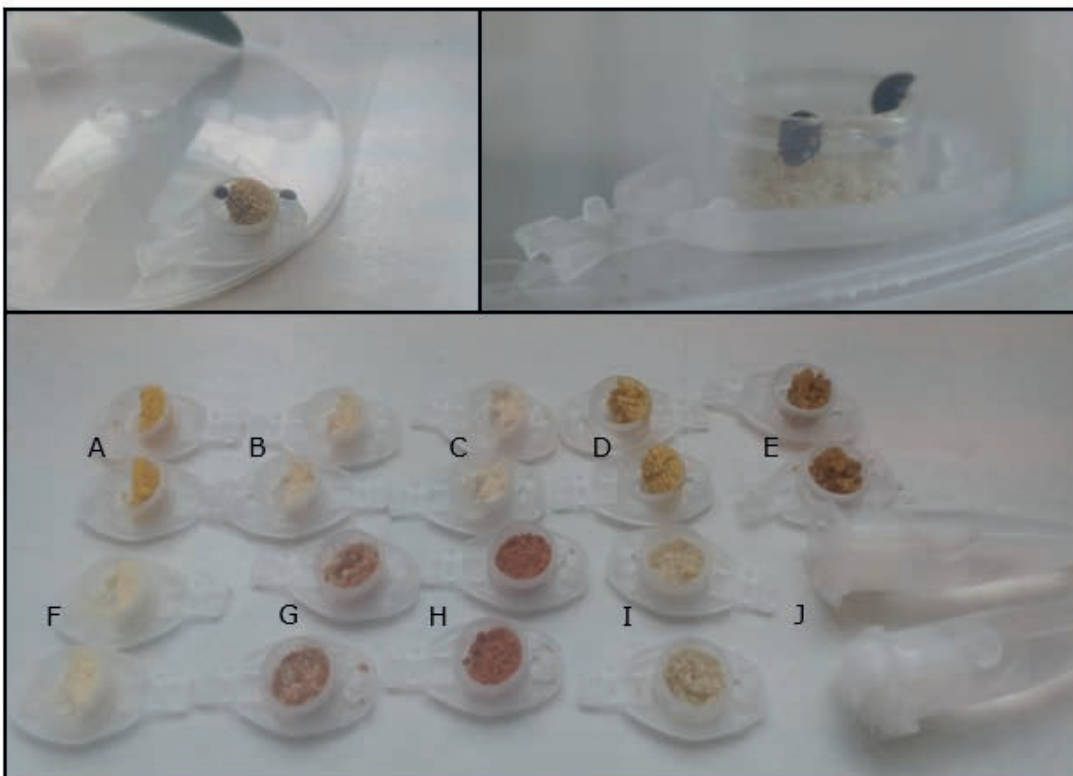
Nadat de grote kasproef was afgelopen, waren de buurplanten van de besmette schildluishaarden in deze kasproef naar een apart 24 m<sup>2</sup> kasje verplaatst. Hier werden in totaal 24 planten neergezet. Vervolgens werd van deze planten gedurende een periode van 1 jaar (aug 2016 tm aug 2017) een schatting van de schildluis bedekkingsgraad (cm<sup>2</sup>) (beschadigd + onbeschadigd) gemaakt. De etmaaltemperatuur in dit kasje lag gemiddeld op 20 °C van augustus tot begin december. Vanaf begin december tot begin februari werd de temperatuur van de kas overdag ingesteld op 14 °C en 's nachts op 11 °C. In de eerste helft van februari is de kastemperatuur stapsgewijs verhoogd tot een etmaal temperatuur van 20 °C. Vanaf augustus 2016 tm maart 2017 zijn maandelijks 20 *R. lophanthae* adulten in de kas uitgezet. Vanaf maart 2017 tm 19 juni 2017 is het aantal uitgezette *R. lophanthae* adulten met een factor 10 verhoogd tot een 2-wekelijkse introductie van 100 adulten per kas (ongeveer 4 volwassen roofkevers per plant). Vervolgens zijn er vanaf 6 juli tm eind augustus geen *R. lophanthae* adulten meer ingezet. In plaats hiervan zijn er steeds 8-20 *R. lophanthae* larven per plant per maand ingezet.

### 3.2.5 Labproeven naar het effect additioneel voedsel op overleving en eileg van *R. lophanthae*

In laboratoriumproeven is het effect van de volgende 10 alternatieve voedselbronnen op de overleving van volwassen *R. lophanthae* roofkevers getest:

- Biogluc® (Biobest).
- Ephestia kuehniella eitjes.
- Gedecapsuleerde Artemia franciscana cysten.
- Ephestia eitjes + gedecapsuleerde Artemia cysten (ratio 1:1).
- Caseine.
- Gemalen hondenvoer (Royal Canin mini Adult).
- Bijenpollen.
- Honing + bijenpollen + gist (ratio 1:1:1).
- Kunstmatig basisdieet + soja-eiwit (ratio 2:3).
- Soja eiwit + fructose + bijenpollen (ratio 1:1:1).

Het kunstmatige basisdieet bestond uit 5% honing, 5% sucrose, 5% tryptone, 5% gistextract en 10% vers kippen-eigeel, zoals beschreven in Nguyen *et al.* (2014). *Rhyzobius lophanthae* kevers zijn geleverd als jonge volwassen kevers door Nijhof BGB (Noordlaren). Per behandeling zijn 3 geventileerde plastic bakjes (diameter 8 cm, hoogte 6 cm) gebruikt, waarin elk 8-10 volwassen kevers zijn geïntroduceerd. Het voedsel werd aangeboden in kleine Eppendorf dopjes, en werd 3x per week ververs. Elk plastic bakje bevatte een waterbron, welke bestond uit een Eppendorf buisje gevuld met kraanwater en afgesloten met watten. De overleving van de volwassen *R. lophanthae* kevers werd 3x per week gemonitord (elke 2-3 dagen).



**Figuur 3.6** Verschillende alternatieve voedselbronnen waarvan het effect op de overleving van volwassen *R. lophanthae* roofkevers is getest. A = bijenpollen, B = Soja eiwit + fructose + bijenpollen (ratio 1:1:1), C = Kunstmatig basisdieet + soja-eiwit (ratio 2:3), D = honing + bijenpollen + gist (ratio 1:1:1), E = gemalen hondenvoer (Royal Canin mini Adult), F = caseine, G = Ephestia eitjes + gedecapsuleerde Artemia cysten (ratio 1:1), H = gedecapsuleerde Artemia cysten, I = Ephestia eitjes, J = Biogluc®.



Vervolgens werd het effect van alternatief voedsel op de eileg van *R. lophanthae* getest. Er werden naast het controledieet van *D. boisduvalii* schildluis, 4 alternatieve voedselbronnen getest. Dit resulteerde in de volgende behandelingen:

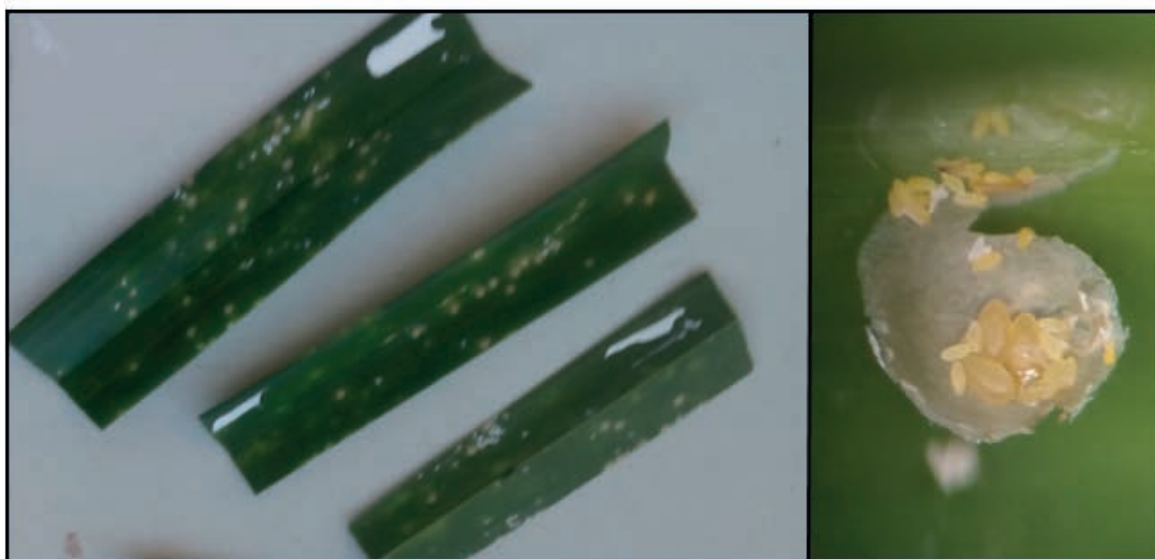
- Biogluc® (Biobest).
- Bijenpollen.
- Ephestia eitjes + gedecapsuleerde Artemia cysten.
- Soja eiwit + fructose + bijenpollen.
- Diaspis boisduvalii* schildluizen (controle).

*Rhyzobius lophanthae* werd voor dit experiment door Nijhof BGB geleverd als poppen. Bij het uitkomen van de poppen werden de volwassen kevers voor een periode van 1 maand (28-33 dagen) in plastic containers geplaatst, waar al naargelang te behandeling ofwel cymbidiumblad met *D. boisduvalii* schildluis ofwel één van de alternatieve voedselbronnen werd aangeboden in kleine Eppendorf dopjes, welke 3x per week werden ververs. Elk plastic bakje bevatte een waterbron, welke bestond uit een Eppendorf buisje gevuld met kraanwater en afgesloten met watten. Na deze 28-33 dagen durende periode werd elk vrouwtje apart samen met een mannetje in een plastic bakje geplaatst, waarin cymbidiumbladeren met *D. boisduvalii* schildluizen werden geïntroduceerd. Om de eileg te kunnen vaststellen, werd elk vrouwtje apart voor een periode van 24 uur bij een nieuw cymbidiumblad (testblad) met ongeveer 40 volwassen schildluisvrouwtjes geplaatst. Dit werd gedaan op 4 verschillende tijdstippen na de switch naar het dieet van *D. boisduvalii* schildluizen, namelijk 3 dagen, 10 dagen, 17 dagen en 24 dagen na de switch (DNS). Vervolgens werd het aantal eitjes dat onder de dekschildjes van de schildluisvrouwtjes op elk testblad is gelegd bepaald.

In de tweede serie labproeven is de eileg van *R. lophanthae* vrouwtjes na een maand op een dieet van Biogluc® of een dieet van extraflorale nectar van cymbidiumplanten vergeleken. Eileg van *R. lophanthae* vrouwtjes is 7 en 14 DNS naar het dieet van *D. boisduvalii* schildluizen getest op dezelfde manier als beschreven voor de eerste serie.

**Data analyse.** Voor de data analyse van de overleving van volwassen *R. lophanthae* kevers is eerst de tijdsduur (dagen) tot de mediane overleving bepaald voor elke herhaling. Vervolgens is het effect van het soort voedsel op de tijdsduur tot mediane overleving getoetst met behulp van een 'generalized linear mixed model' met Gamma verdeling, waarbij herhaling als een 'random factor' is opgenomen. Paarsgewijze vergelijkingen tussen de verschillende behandelingen zijn gemaakt met het R pakket 'multcomp' waarbij een Tukey correctiemethode is toegepast. Alle analyses zijn met het statistische programma R (versie 3.1.0) uitgevoerd.

Het effect van alternatieve voedselbronnen en DNS op de eileg van *R. lophanthae* is getoetst met een 'generalized linear model' met een QuasiPoisson data verdeling in R (versie 3.1.0). Paarsgewijze vergelijkingen tussen de verschillende behandelingen zijn gemaakt met het R pakket 'multcomp' waarbij een Tukey correctiemethode is toegepast.



**Figuur 3.7** Stukken cymbidiumblad gebruikt om de eileg van *R. lophanthae* te bepalen, en schildje van schildluis met daaronder schildluis eitjes en *R. lophanthae* eitjes.



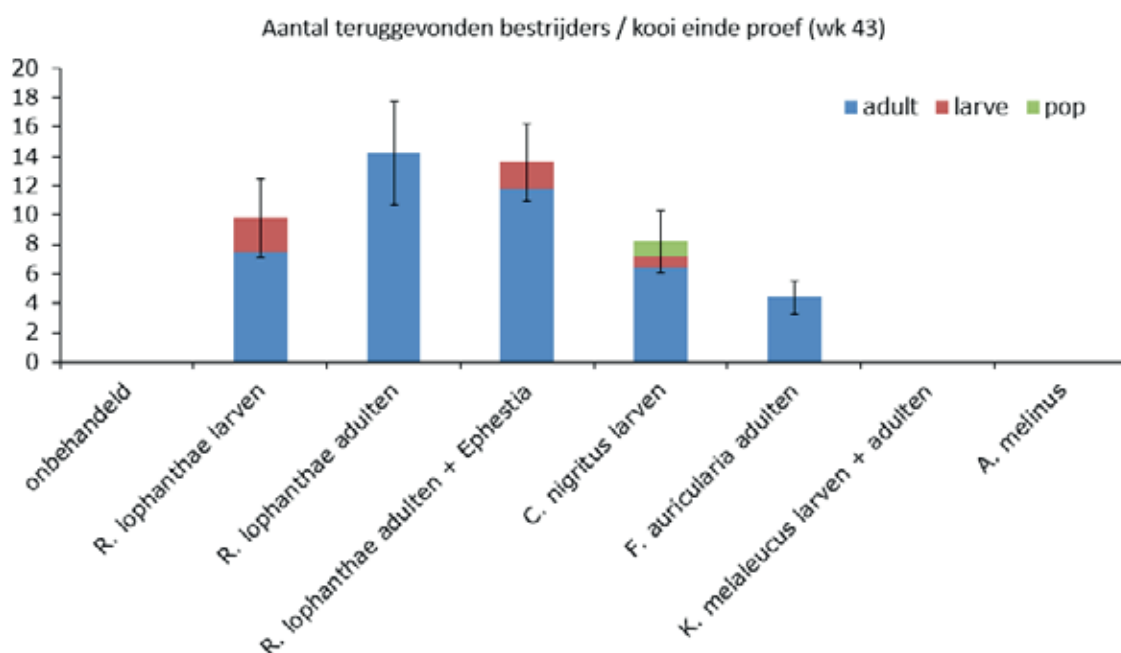
### 3.3 Resultaten

#### 3.3.1 Evaluatie 5 soorten biologische bestrijders van *Diaspis boisduvalii* schildluis in cymbidium

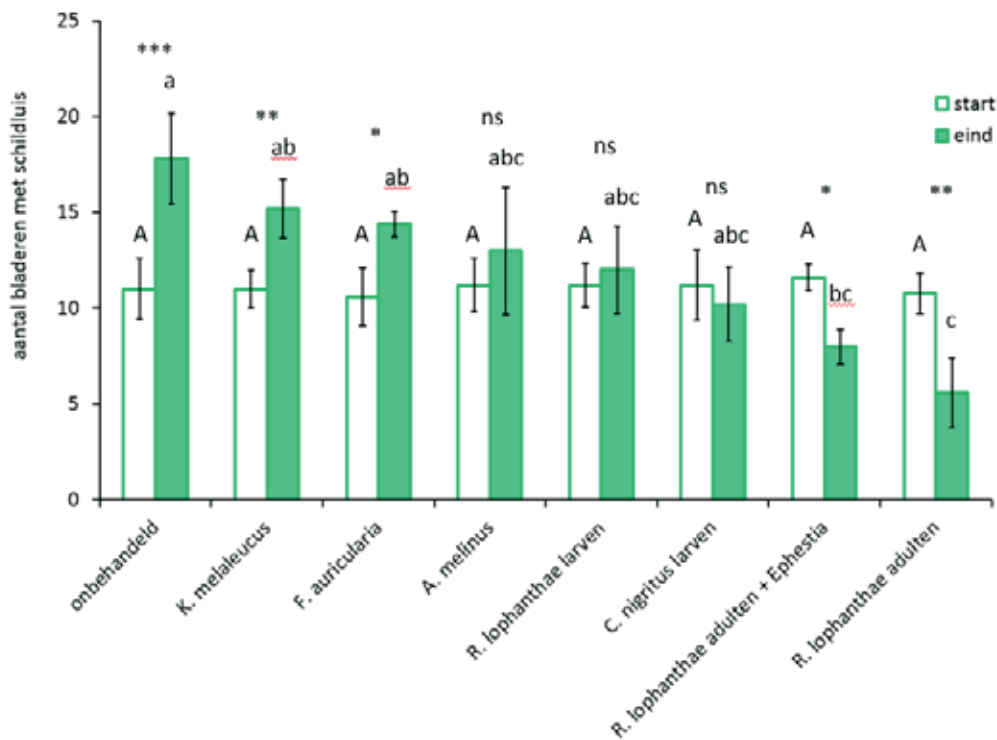
Van de rooftrips *K. melaleucus* en de sluipwesp *A. melinus* konden geen exemplaren meer worden teruggevonden aan het einde van de proef. Verder was het aantal bestrijders in alle behandelingen sterk afgenomen ten opzichte van het aantal uitgezette bestrijders (zie Figuur 3.10).

Er is een significante interactie gevonden voor het effect 'tijdstip' (start/ eind van de proef) en de behandeling met bestrijders op het aantal bladeren per cymbidiumplant dat met schildluis was besmet (GLM,  $P = 0.002$ ). Bij de start van de proef had elke cymbidiumplant gemiddeld 11 bladeren ongeacht de behandeling (GLM,  $P = 0.924$ ), en aan het einde van de proef was er een significant verschil in het aantal met schildluis besmette bladeren per cymbidiumplant tussen de behandelingen (GLM,  $P < 0.001$ ) (Zie Figuur 3.8). Voor de controlebehandeling was er een significante toename in het aantal bladeren met schildluis. Zowel de rooftrips *K. melaleucus* als de oorworm *F. auricularia* konden de uitbreiding van schildluis naar meerdere bladeren niet tegenhouden. Alleen voor de behandeling met volwassen *R. lophanthae* roofkevers was er een significante afname in het aantal met schildluis besmette bladeren. Voor de behandelingen met *A. melinus*, *R. lophanthae* larven en *C. nigrinus* larven bleef het aantal met schildluis besmette bladeren gelijk.

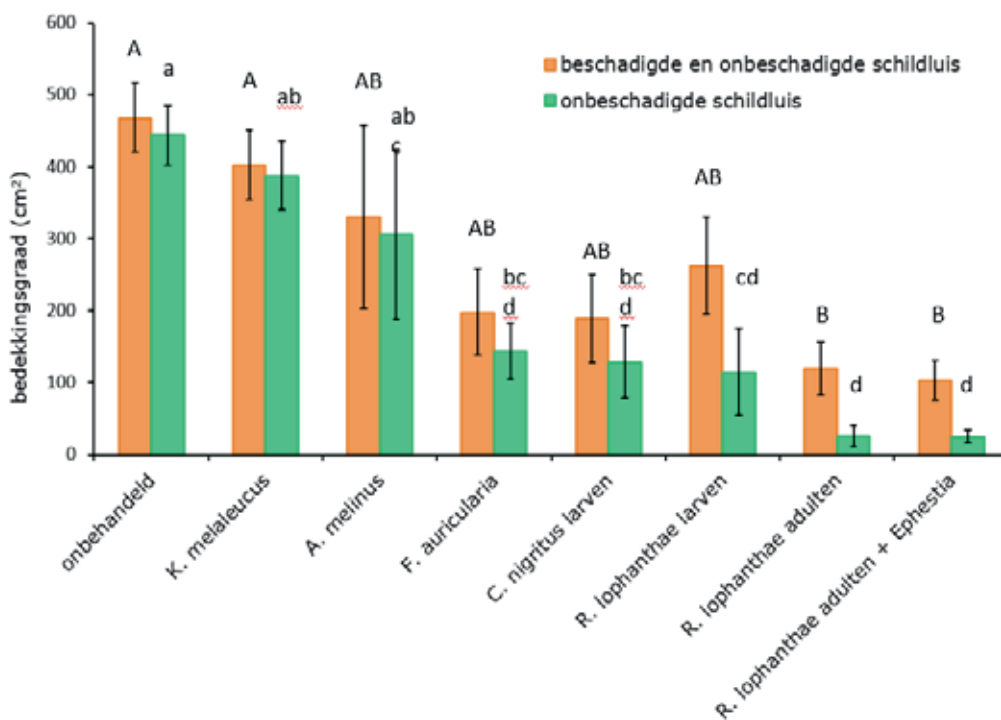
Er is ook een significant effect van behandeling gevonden op zowel de totale bedekkingsgraad van schildluis (GLM,  $P < 0.001$ ) als op de bedekkingsgraad van onbeschadigde schildluis (GLM,  $P < 0.001$ ) aan het einde van de proef. Alle bestrijders in alle behandelingen, behalve de rooftrips *K. melaleucus* en de sluipwesp *A. melinus*, konden de bedekkingsgraad van onbeschadigde schildluis reduceren ten opzichte van de controlebehandeling. Volwassen *R. lophanthae* roofkevers hadden de bedekkingsgraad van onbeschadigde schildluis het sterkst gereduceerd, tot  $< 30 \text{ cm}^2$  ten opzichte van  $> 400 \text{ cm}^2$  in de controlebehandeling. Op de cymbidiumplanten waar *R. lophanthae* als larve was uitgezet was de bedekkingsgraad met onbeschadigde schildluis niet zo sterk afgenomen als voor de volwassen *R. lophanthae* kevers, en was de afname ongeveer gelijk met de behandeling van *C. nigrinus* larven. Hoewel het aantal met schildluis besmette bladeren was toegenomen in de kooien met oorwormen (*F. auricularia*), was de bedekkingsgraad van de cymbidiumplanten met onbeschadigde schildluis in deze kooien wel significant afgenomen. De oorwormen bleken met name de schildluizen in het hart van de plant goed te kunnen bestrijden.



**Figuur 3.8** Aantal teruggevonden bestrijders, onderverdeeld in adulten, larven en poppen, per kooi aan het einde van de kooiproef met verschillende bestrijders.



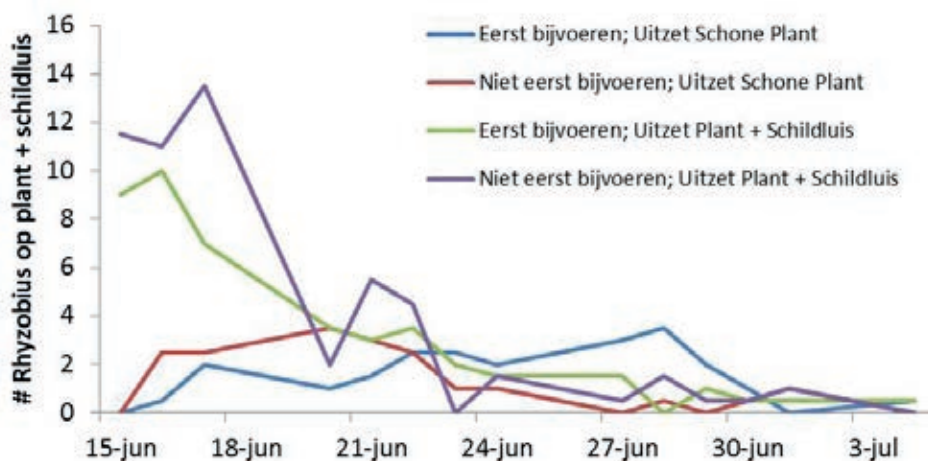
**Figuur 3.9** Aantal cymbidium bladeren met *D. boisduvalii* schildluis bij de start en aan het einde van de kooiproef met verschillende bestrijders. Bij verschillende hoofletters zijn er significante verschillen ( $P < 0.05$ ) gevonden in het aantal met schildluis besmette bladeren tussen de behandelingen bij de start van de proef, en bij verschillende kleine letters zijn er significante verschillen ( $P < 0.05$ ) gevonden tussen de behandelingen aan het einde van de proef. Sterretjes (\*) staan voor significante verschillen binnen een behandeling in het aantal met schildluis besmette cymbidiumbladeren aan het begin en het einde van de proef. \* ( $P < 0.05$ ); \*\* ( $P < 0.01$ ); \*\*\* ( $P < 0.001$ ).



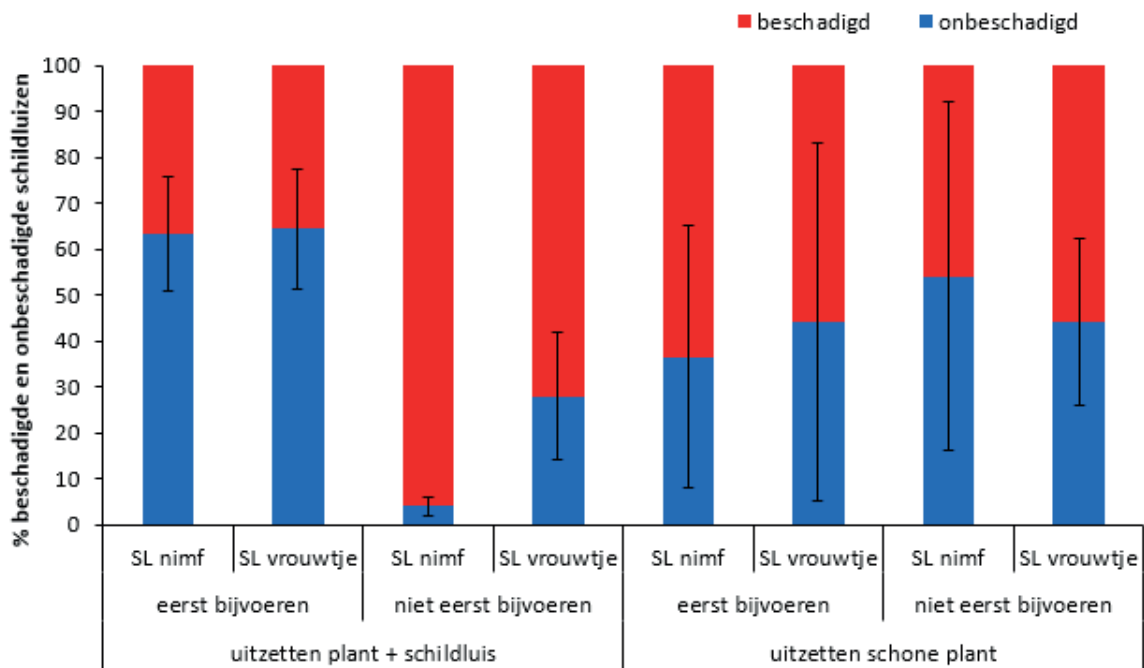
**Figuur 3.10** Bedekkingsgraad van cymbidiumplanten met beschadigde en/of onbeschadigde *D. boisduvalii* schildluis ( $\text{cm}^2$ ) aan het einde van de kooiproef met verschillende bestrijders. Bij verschillende hoofletters zijn er significante verschillen ( $P < 0.05$ ) gevonden tussen de behandelingen in de totale (beschadigde en onbeschadigde) schildluis bedekkingsgraad, en bij verschillende kleine letters zijn er significante verschillen ( $P < 0.05$ ) gevonden tussen de behandelingen in de bedekkingsgraad met onbeschadigde schildluis.

### 3.3.2 Vekennende kasproeven gedrag *Rhyzobius lophanthae* roofkevers als bestrijders van *D. boisduvalii* schildluis in cymbidium

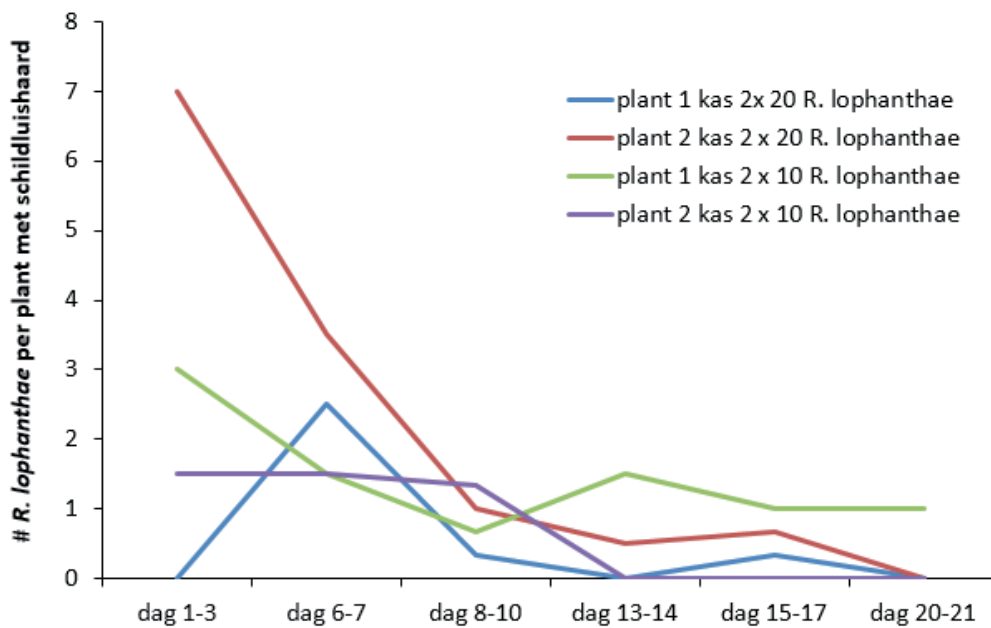
Uit de eerste verkennende proef komt naar voren dat het aantal *R. lophanthae* kevers dat in de schildluishaard blijft snel achteruit gaat. Van de 25 *R. lophanthae* kevers die in een schildluishaard waren uitgezet werden na 1-3 dagen 36% tot 56% teruggevonden. Dit aantal was na een week gedaald tot 1-5 kevers per schildluishaard, en was vanaf dat moment vergelijkbaar met de aantallen roofkevers die in de haarden werden gevonden waar de kevers niet waren uitgezet. Het al dan niet laten wennen van *R. lophanthae* roofkevers aan *D. boisduvalii* schildluis als voedselbron voordat ze werden uitgezet leek geen invloed te hebben op de verblijftijd van de kevers in de schildluishaarden (Figuur 3.11) en ook geen consistent effect te hebben op het % beschadigde schildluizen (Figuur 3.12). Verder is licht het percentage beschadigde schildluizen niet hoger wanneer *Rhyzobius* roofkevers zijn uitgezet in de schildluishaard zelf, dan wanneer de roofkevers zijn opgezet op schone planten (Figuur 3.12). Het lijkt er dus op dat *R. lophanthae* roofkevers nieuwe haarden met schildluis goed kunnen lokaliseren, maar dat ze de haard vrij snel weer verlaten en er slechts enkele volwassen roofkevers voor langere tijd in de haard blijven. Het verdubbelen van het aantal *R. lophanthae* roofkevers per kas van 20 tot 40 had geen positief effect op het aantal roofkevers dat in de schildluishaarden kon worden teruggevonden (Figuur 3.13) en zorgde niet voor een sterker bestrijdingseffect (Figuur 3.14).



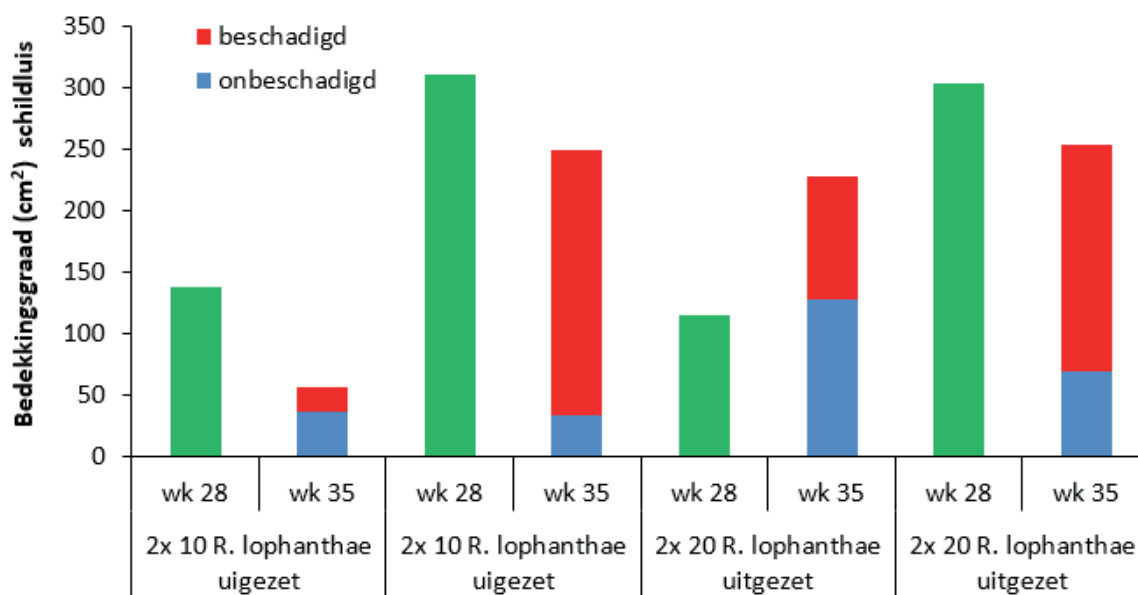
**Figuur 3.11** Gemiddeld aantal volwassen *R. lophanthae* roofkevers dat op een cymbidiumplant met schildluishaard kon worden gevonden gedurende de eerste 3 weken na uitzetten van de roofkevers op planten met schildluishaarden of op schone planten elders in de kas (waarna de roofkevers de planten met schildluishaard zelf moesten vinden). Afhankelijk van de behandeling hebben de roofkevers wel of niet een gewenningsperiode van een week met een dieet van *D. boisduvalii* schildluis doorlopen ('eerst bijvoeren', 'niet eerst bijvoeren').



**Figuur 3.12** Percentage door *R. lophanthae* beschadigde en onbeschadigde schildluis nimfen en volwassen vrouwtjes van de 4 verschillende behandelingen van de eerste verkennende proef met *R. lophanthae* roofkevers.



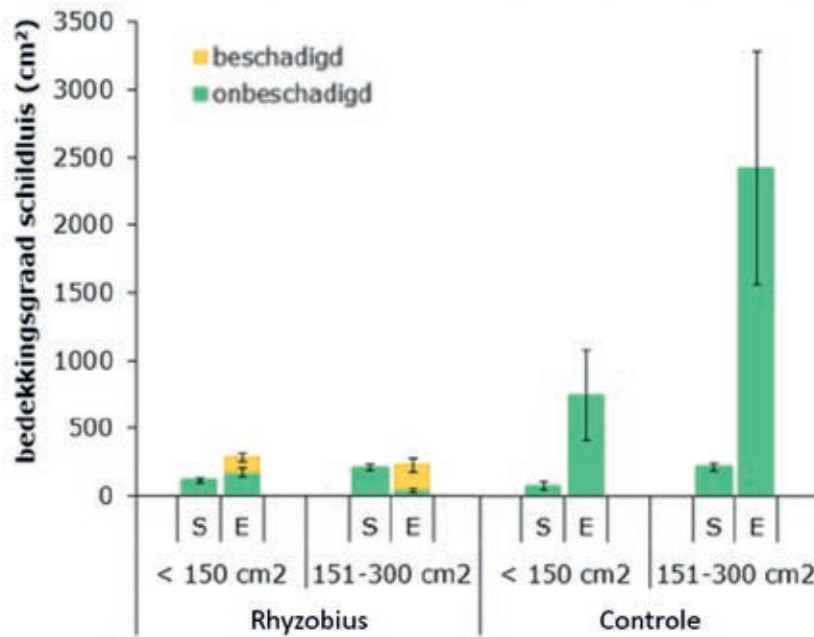
**Figuur 3.13** Aantal volwassen *R. lophanthae* roofkevers dat per cymbidiumplant met schildluishaard kon worden gevonden gedurende de eerste 3 weken na uitzetten van de roofkevers van 2 x 20 *R. lophanthae* of 2 x 10 *R. lophanthae* volwassen roofkevers op schone cymbidiumplanten.



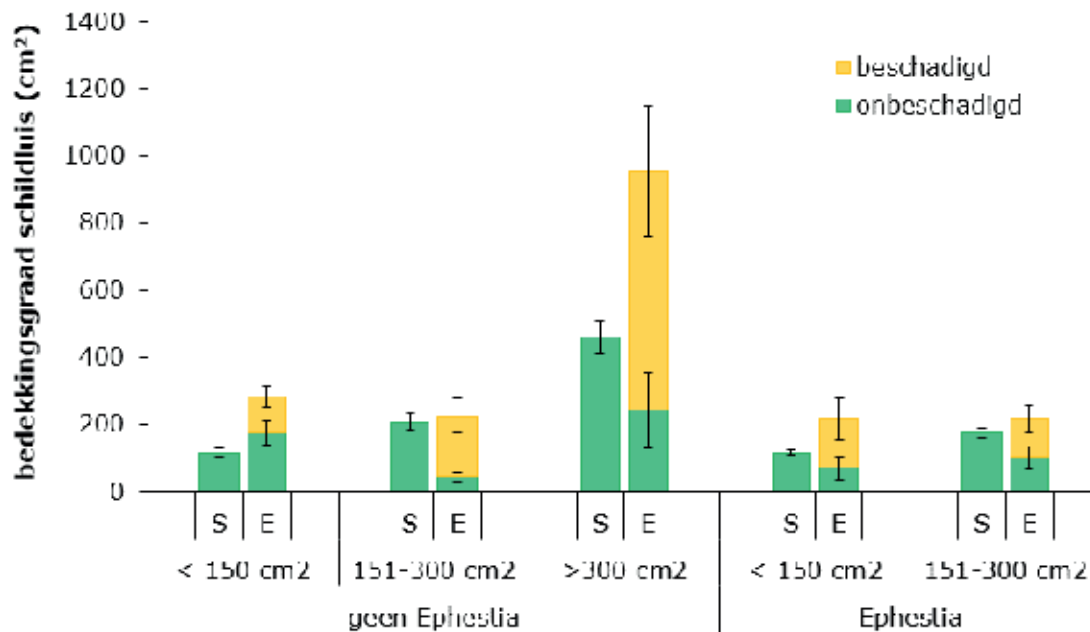
**Figuur 3.14** Bedekkingsgraad (cm<sup>2</sup>) van cymbidiumplanten met *D. boisduval* schildluis bij de aanvang en bij het einde van de 2<sup>e</sup> verkennende proef met *R. lophanthae*.

### 3.3.3 Grote kasproef gedrag *Rhyzobius lophanthae* roofkevers als bestrijders van *D. boisduvalii* schildluis in cymbidium

Op de planten met schildluishaarden waar *R. lophanthae* was losgelaten nam het aantal volwassen roofkevers binnen een week af van gemiddeld 10 adulten tot een niveau van 0-3 adulten per plant. De roofkevers konden snel vrijwel alle schildluishaarden waarin ze niet waren uitgezet lokaliseren. In deze schildluishaarden werden tot 3 volwassenen per haard gevonden. Door de inzet van de *R. lophanthae* roofkevers kon de schildluis bedekkingsgraad sterk worden teruggedrongen (GLM,  $P < 0.001$ ) (Figuur 3.15). Er was echter geen significant effect van de initiële grootte van de schildluishaard op het % verandering in de schildluis bedekkingsgraad. Voor de bestrijding van ongekooiden planten waaraan geen *Ephestia* eitjes waren toegevoegd, was er geen verschil of *R. lophanthae* in de schildluishaard of elders in de kas was uitgezet (GLM,  $P = 0.469$  voor bedekkingsgraad onbeschadigde schildluis en GLM  $P = 0.345$  voor de totale schildluis bedekkingsgraad (onbeschadigd + beschadigd)). Voor deze ongekooiden schildluishaarden zonder *Ephestia* eitjes was het % verandering in de bedekkingsgraad van onbeschadigde schildluis tussen de start en het einde van de proef wel afhankelijk van de initiële haardgrootte (GLM,  $P = 0.004$ ). De bedekkingsgraad van onbeschadigde schildluis was alleen in de middelgrote en de grote schildluishaarden afgenomen, maar was in de van oorsprong kleine schildluishaarden juist toegenomen. De totale schildluis bedekkingsgraad (onbeschadigd + beschadigd) was niet significant afhankelijk van de initiële haardgrootte (GLM,  $P = 0.158$ ). Er was een significante interactie tussen de factoren 'Ephestia' en 'initiële haardgrootte' voor het % verandering in de bedekkingsgraad van onbeschadigde schildluis (GLM,  $P = 0.007$ ). De toevoeging van *Ephestia* eitjes kon de bestrijding van schildluis door *R. lophanthae* roofkevers alleen verbeteren in de van oorsprong kleine haarden ( $P = 0.004$ ), maar in de van oorsprong middelgrote haarden was er juist een trend in de tegenovergestelde richting ( $P = 0.063$ ). Er was geen effect van de toevoeging van *Ephestia* eitjes op de totale schildluis bedekkingsgraad (onbeschadigd + beschadigd) van de van oorsprong kleine en middelgrote haarden.



**Figuur 3.15** Bedekkingsgraad (cm<sup>2</sup>) van onbeschadigde en beschadigde *D. boisduval* schildluis cymbidiumplanten zonder kooi (waar *Rhyzobius* predatie kon plaatsvinden) en cymbidiumplanten met kooi (controle zonder *Rhyzobius*) bij de start (S) en het einde (E) van de grote kasproef voor kleine en middelgrote schildluishaarden.

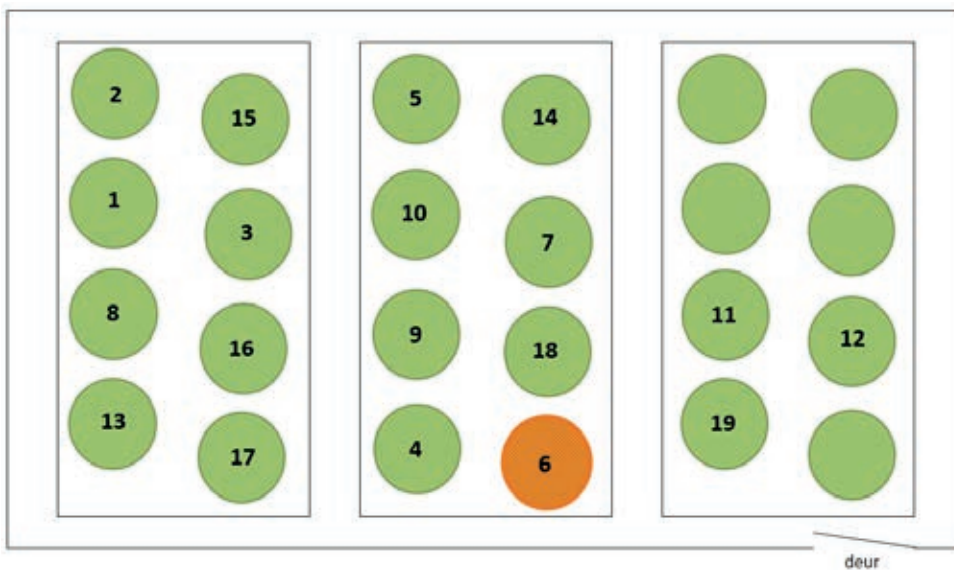


**Figuur 3.16** Bedekkingsgraad (cm<sup>2</sup>) van ongekooid cymbidiumplanten met onbeschadigde en beschadigde *D. boisduval* schildluis bij de start en het einde van de grote kasproef met *R. lophanthae*, voor de 3 categorieën van startpopulaties van schildluis (bedekkingsgraad < 150 cm<sup>2</sup> (kleine haard); 151-300 cm<sup>2</sup> (middelgrote haard) en > 300 cm<sup>2</sup> (grote haard) met of zonder additioneel voedsel in de vorm van *Ephestia* eitjes.

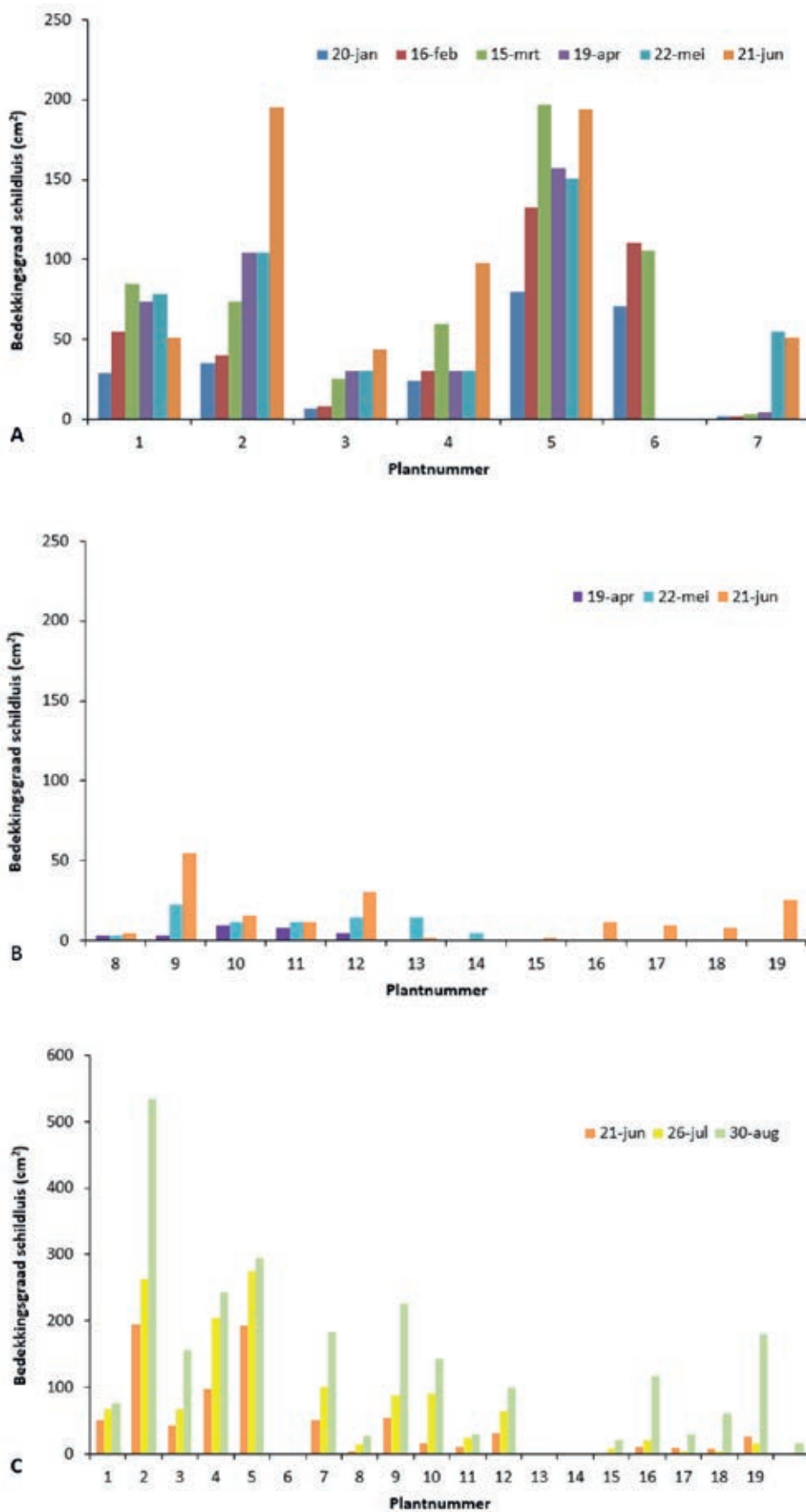


### 3.3.4 Vervolgproef uitbreiding schildluishaarden buurplanten

Op 19 van de 24 planten die in de kas stonden hebben zich in de loop van het jaar schildluishaarden ontwikkeld (zie Figuur 3.17). In januari 2016 waren er 7 cymbidiumplanten met schildluis. De grootte van deze haarden nam de eerste maand nog iets toe, maar bleef in verreweg de meeste haarden vrij stabiel in de periode van februari tm mei (zie Figuur 3.18 A). Waarschijnlijk heeft de activiteit van *R. lophanthae* hierbij een belangrijke rol gespeeld. Het regelmatige uitzetten van volwassen *R. lophanthae* roofkevers kon echter niet voorkomen dat het aantal schildluishaarden zich verder uitbreidde (zie Figuur 3.18 B). In april bleek het aantal planten met schildluis zich te hebben uitgebreid naar 12 planten, in mei tot 14 planten en in juni tot 19 planten. In de maanden juli en augustus namen de schildluishaarden vrijwel allemaal gestaag in omvang toe (zie Figuur 3.18 C). Dit viel ook samen met de switch van het uitzetten van volwassen *R. lophanthae* naar een relatief laag aantal *R. lophanthae* larven per plant.



**Figuur 3.17** Inrichting kas vervolgproef met cymbidiumplanten die in de grote kasproef naast cymbidiumplanten met een schildluishaard stonden. De volgorde van de nummers geeft aan op welke planten zich in de loop van de tijd een schildluishaard heeft ontwikkeld. De oranje plant (nr 6) was in april doodgegaan, waarschijnlijk door een besmetting met *fusarium*.

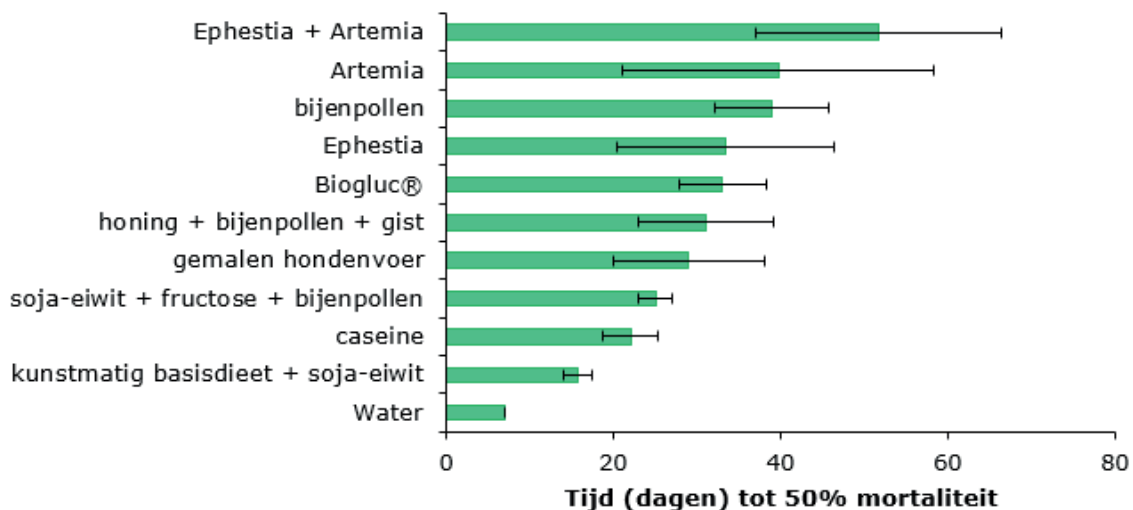


**Figuur 3.18** Maandelijks inschatting van de totale schildluis bedekkingsgraad (beschadigd + onbeschadigd) per cymbidiumplant van de vervolproef uitbreiding schildluishaarden buurplanten. Plantnummers komen overeen met de planten zoals afgebeeld in Figuur 3.17. Totale bedekkingsgraad van de eerste 7 schildluishaarden van januari tm juni (A), totale bedekkingsgraad van de overige schildluishaarden van april tm juni (B), en totale bedekkingsgraad van alle schildluishaarden van juni tm eind augustus (C).

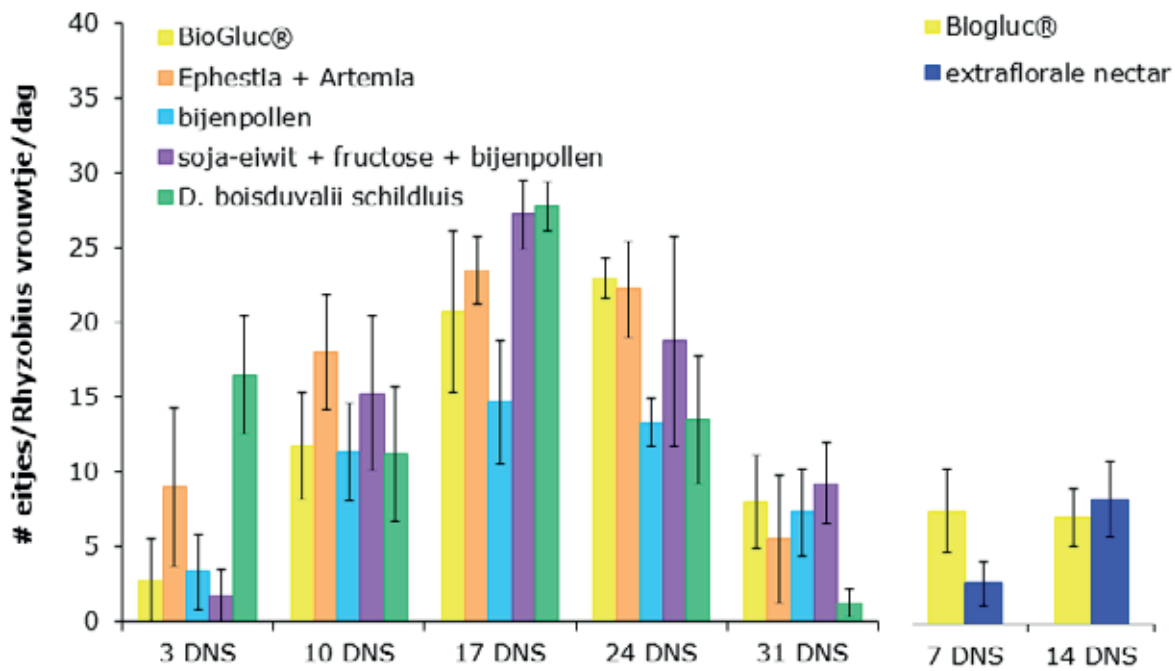
### 3.3.5 Labproeven naar het effect additioneel voedsel op overleving en eileg van *R. lophanthae*

Volwassen *R. lophanthae* kevers konden op veel alternatieve voedselbronnen goed overleven (zie Figuur 3.19). Er was een significant effect van het soort alternatief dieet op de tijdsduur (dagen) totdat 50% van de volwassen *R. lophanthae* kevers was overleden ('mediane overleving') (GLM  $P < 0.001$ ). Alle alternatieve diëten resulteerden in een hogere 'mediane overleving' dan de behandeling met alleen water, en volwassen *R. lophanthae* roofkevers overleefden significant langer op een dieet van Artemia of bijenpollen dan op het kunstmatig basisdieet aangevuld met soja-eiwit (Figuur 3.19).

*Rhyzobius lophanthae* vrouwtjes konden hun vermogen om eitjes te leggen onder de dekschildluis van *D. boisduvalli* behouden na een periode van 1 maand op een alternatief dieet (zie Figuur 3.20). Er was een significante interactie tussen de factoren 'alternatief dieet' en 'dagen na de switch op *D. boisduvalli* schildluis' (DNS) (GLM,  $P = 0.028$ ) op het aantal eitjes dat per *R. lophanthae* vrouwtje werd gelegd tijdens een periode van 24 uur. Op 3 DNS, was het aantal eitjes dat per *R. lophanthae* vrouwtje werd gelegd afhankelijk van het voorgaande dieet (GLM,  $P = 0.030$ ), waarbij *R. lophanthae* vrouwtjes die tijdens een maand op een dieet van bijenpollen, Biogluc® of soja-eiwit + fructose + bijenpollen hadden gezeten significant minder eitjes legden dan *R. lophanthae* vrouwtjes die tijdens deze maand een ruim aanbod van *D. boisduvalli* schildluis hadden genoten. Dit effect was echter slechts tijdelijk, op de overige data (10, 17, 24 en 31 DNS was het aantal eitjes dat door de *R. lophanthae* vrouwtjes werd gelegd onafhankelijk van het voorgaande dieet. De eileg van *R. lophanthae* vrouwtjes op 3 DNS was na een dieet op Ephestia + Artemia echter niet slechter dan na een dieet op *D. boisduvalli*. Het verschil in eileg tussen *R. lophanthae* vrouwtjes die tijdens een maand waren bijgevoerd met Biogluc® of extraflorale nectar van cymbidium was niet significant verschillend op 7 en 14 DNS (GLM,  $P = 0.108$ ).



**Figuur 3.19** Tijdsduur (dagen) totdat 50% van de volwassen *R. lophanthae* roofkevers was overleden in de labproef naar het effect van alternatieve diëten op de overleving van *R. lophanthae*.



**Figuur 3.20** Het aantal eitjes gelegd per *R. lophanthae* vrouwtje tijdens een 24-uurs periode op verschillende dagen na de switch (DNS) van een 1 maand durende periode op een alternatief dieet naar een dieet van *D. boisduvalii* schildluis.

### 3.4 Conclusies en aanbevelingen

De resultaten uit de vergelijkende kooiproef met verschillende bestrijders van *D. boisduvalii* schildluis komt grotendeels overeen met de resultaten van Pijnakker *et al.* (2013), welke *R. lophanthae*, *C. nigratus*, *K. melaleucus* en de sluipwesp *Encarsia citrina* tegen de rozenschildluis *Aulacaspis rosae* in roos hebben getest. Ook hier kwam *R. lophanthae* als de meest effectieve bestrijder naar voren.

Ook de verschillende kasproeven met *R. lophanthae* lieten zien dat dit roofkevertje een zeer belangrijke bijdrage levert aan het beheersen van schildluishaarden van *D. boisduvallii* in cymbidium. De roofkevertjes kunnen snel en gemakkelijk nieuwe schildluishaarden lokaliseren. Echter is het aantal volwassen roofkevertjes dat in de haard blijft relatief laag. Verder viel het op dat kleine haarden over het algemeen minder goed werden opgeruimd dan grotere haarden. Het zou kunnen dat *R. lophanthae* vrouwtjes bij lagere schildluisdichtheden er relatief vaak voor kiezen om in plaats van eitjes te leggen op zoek gaan naar een betere plek voor hun nageslacht. Bijvoeren met *Ephestia* eitjes kon in kleine schildluishaarden de schildluisbestrijding door *R. lophanthae* enigszins verbeteren. Uit aanvullende labproeven bleek dat verschillende soorten alternatieve voedselbronnen geschikt zijn om de levensduur van volwassen roofkevers te verlengen. Wanneer *R. lophanthae* vrouwtjes een aantal weken overleven op een alternatieve voedselbron, hebben ze na omschakeling op een dieet van schildluizen weer enkele dagen nodig om de eileg te hervatten. Het toedienen van additioneel voedsel zou dus een strategie kunnen zijn om de bestrijding van schildluis door *R. lophanthae* verder te verbeteren, maar meer onderzoek in kasproeven is nodig om alle effecten hiervan goed in beeld te brengen. Ondanks de regelmatige inzet van *R. lophanthae* roofkevers, konden zich door de overloop van crawlers naar schone buurplanten steeds nieuwe schildluishaarden vormen. In feite liep *R. lophanthae* 'achter de feiten aan', en is het voor een systeemaanpak nodig om naast de inzet van *R. lophanthae* een manier te vinden om met name de kleinere haarden beter te bestrijden. Naast het toevoegen van alternatief voedsel in kleine haarden, zou een combinatie van *R. lophanthae* roofkevers met een tweede predatorsoort die ook in kleine haarden verblijft en/of eitjes afzet goed kunnen werken, zo mogelijk in combinatie met predatoren die de crawlers van schildluis kunnen prederen en zo de uitbreiding van schildluishaarden naar nieuwe planten zouden kunnen remmen. In hoofdstuk 4 worden derhalve het onderzoek beschreven waarin de potentie van oorwormen om beginnende schildluishaarden te bestrijden verder getest in proeven zonder kooien, en worden in hoofdstuk 5 roofmijten getest om te kijken of deze een bijdrage kunnen leveren aan de onderdrukking van schildluis crawlers. In 2018 worden roofkeversoorten die nog kleiner zijn als *R. lophanthae* getest en wordt de eileg en verblijftijd van deze soorten in relatief kleine schildluishaarden op roos en cymbidium vergeleken met die van *R. lophanthae*. De resultaten van deze proef zijn op het moment van schrijven van deze rapportage nog niet bekend.





## 4 Nieuwe natuurlijke vijanden

### 4.1 Inleiding

De Europese oorworm *Forficula auricularia* L. (Dermaptera: Forficulidae) is de meest voorkomende soort oorworm in Nederland en een generalistische predator welke een belangrijke rol speelt in de biologische bestrijding van plagen in boomgaarden (waaronder de appelbloedluis (*Eriosoma lanigerum*) en de gewone perebladvlo (*Psylla pyri* L.)). Het is bekend dat ze ook andere bladluisoorten, spinnen, rupsenpoppen, schildluis en springstaarten op het menu hebben staan. Naast plaaginsecten kan deze oorworm zich ook met plantmateriaal voeden. Oorwormen hebben slechts één generatie per jaar, en doorlopen 4 nimfenstadia voordat ze volwassen worden. Ze paren in de nazomer, overwinteren als adulten en in het voorjaar leggen de vrouwelijke oorwormen hun eitjes in de grond. Elk oorworm vrouwtjes kan in haar leven 1 tot 2 nestjes met 30-60 eitjes produceren. Ze bewaakt haar nestje met eitjes en verdedigt het tegen indringers en verzorgt en voedt later de jonge nimfen. Wanneer ze het tweede nimfenstadium hebben bereikt zijn de oorwormen niet meer afhankelijk van hun moeder en gaan ze zelf op de grond zoek naar voedsel. Vanaf het derde nimfenstadium worden ze in de bomen van boomgaarden waargenomen. Na het paren in de nazomer neemt de activiteit van de volwassen oorwormen af en gaan ze in winterrust. De ontwikkeling bij 15-21 °C onder laboratoriumomstandigheden is gemiddeld 12.0 dagen (1<sup>e</sup> nimfenstadium), 10.2 dagen (2<sup>e</sup> nimfenstadium), 11.2 dagen (3<sup>e</sup> nimfenstadium) en 16.2 dagen (4<sup>e</sup> nimfenstadium), maar duurt onder veldomstandigheden langer. Oorwormen zijn nacht-actief en schuilen overdag tussen bladafval, en op donkere plekken in scheuren en inkepingen.

In de kooiproeven met *D. boisduvalii* schildluis in cymbidium is naar voren gekomen dat oorwormen de schildluis met name aan de basis van de plant, tussen de subbladeren, goed kan bestrijden. In een serie vervolggexperimenten hebben we verder onderzocht of oorwormen potentie hebben als bestrijder tegen rozenschildluis *Aulacaspis rosae*. Ten eerste zijn hiervoor 2 kooiproeven met snijrozen uitgevoerd; een kooiproef waarbij de bestrijding van *A. rosae* door oorwormen (*F. auricularia*) en roofkevers (*R. lophanthae*) is vergeleken op rozenstekken en een kooiproef waarbij de effectiviteit van *F. auricularia* op *A. rosae* op rozenstekken is vergeleken in aan- of afwezigheid van een strooisellaag met alternatief voedsel. Tenslotte is er een grote kasproef zonder kooien uitgevoerd. Doel van de proef was om te evalueren hoe goed jonge oorwormnimfen in het vroege voorjaar, iets oudere nimfen in het late voorjaar en volwassen oorwormen in de zomer schildluis en wolluis kunnen bestrijden bij omstandigheden die in de praktijk ook heersen. Hiervoor is een voller rozengewas met strooisellaag gebruikt en is de proef uitgevoerd bij een daglengte van 20 uur. In deze kasproef is ook het effect van oorwormen op wolluis in roos getoetst.

### 4.2 Materiaal en methoden

#### 4.2.1 Kooiproeven met oorwormen tegen rozenschildluis *Aulacaspis rosae*

In juni en augustus 2016 zijn twee opeenvolgende kooiproeven gedaan met *F. auricularia* oorwormen tegen *A. rosae* in roos. In de eerste kooiproef zijn zwaar besmette snijroosstekken horizontaal in kooien (40 x 60 x 40 cm) geplaatst (1 rozen/stek/ kooi). In 4 kooien met besmette rozenstekken zijn 10 volwassen oorwormen geïntroduceerd (5 mannetjes + 5 vrouwtjes) en in 4 andere kooien met besmette rozenstekken zijn 10 volwassen *R. lophanthae* kevers geïntroduceerd. In de kooien met oorwormen is elk een rolletje van karton als schuilplek voor de oorwormen geplaatst. De proef is uitgevoerd in een kas bij 20 °C, 70% RV en L:D = 16:8 uur. Op 3, 7 en 13 dagen na introductie van de bestrijders is de vrachtschade aan de schildluizen kwalitatief bepaald.

In de tweede kooiproef in augustus 2016 is onderzocht in hoeverre *F. auricularia* oorwormen de rozenschildluis goed bestrijden als de rozenstekken rechtop staan en als er een strooisellaag met/ zonder alternatieve prooien aanwezig is. Hiervoor zijn de volgende 3 behandelingen uitgevoerd: a) rozenstek + *A. rosae* schildluis: geen strooisellaag; b) rozenstek + *A. rosae* schildluis: strooisellaag met bodemleven; c) rozenstek + *A. rosae* schildluis: strooisellaag zonder bodemleven. De proef is in 5 herhalingen uitgevoerd. Per plant zijn er 4 oorwormen uitgezet (2 mannetjes en 2 vrouwtjes). In de strooisellaag met bodemleven was een heel scala aan bodemorganismen aanwezig: mosmijten, prooimijten, roofmijten, springstaarten, spinnen, keverlarven, wolluis, duizendpoten, vliegenlarven. De strooisellaag voor de behandeling zonder bodemleven had voor het inzetten van de proef gedurende 1 week op een Tullgren trechter gestaan om de beestjes uit de strooisellaag te verwijderen. In elke kooi is een rolletje van karton geplaatst als schuilplaats voor de oorwormen. Elke week gedurende 6 weken is de vraatschade aan de schildluizen gemonitord. Bij de start van de proef, en in week 5 en 6 is de bedekkingsgraad (cm<sup>2</sup> stengel) met intacte schildluis van alle planten bepaald.



**Figuur 4.1** Kooi van kooiproef effect van strooisellaag met/zonder bodemleven op de effectiviteit van oorwormen tegen rozenschildluis (*Aulacaspis rosae*) in roos.

#### 4.2.2 Kasproef met oorwormen tegen *A. rosae* schildluis en citruswolluis in roos

In 2017 is het effect van oorwormen op de bestrijding van schildluis in roos verder onderzocht. In een kas bij 20°C, 70% RV en L:D 20:4 uur zijn per teelttafel 6 steenwolmatten met elk 5 rozenplanten geplaatst. Tussen de rozenplanten is een strooisellaag aangebracht om de praktijksituatie zo sterk mogelijk te benaderen. Op elke steenwolmat waar oorwormen waren geïntroduceerd was een kartonnen rolletje als schuilplaats voor de oorwormen bevestigd. In week 15 is een voortelling gedaan van wolluis en schildluis op roos. Vervolgens zijn in week 16 twee oorwormen van het late N2/ vroege N3 stadium geïntroduceerd per plant (10 oorwormen/ steenwolmat). In week 18 zijn opnieuw twee oorwormen per plant, ditmaal van het N3/N4 stadium uitgezet, en in week 21 zijn alleen in de proef met schildluis nogmaals twee volwassen oorwormen per plant uitgezet. Bij schildluis kan oorworm vraatschade direct worden waargenomen, doordat aangevreten schildluizen achterblijven op de plant. Bij wolluis is dit niet het geval, en kan een bestrijdend effect alleen indirect uit de dichtheden van wolluis worden afgeleid. Het feit dat er op de rozenplanten met schildluis geen oorworm vraatschade kon worden waargenomen in week 18 en 20, was daarom een indicatie dat de oorwormen niet actief waren. De planten met wolluis zijn derhalve in deze weken niet beoordeeld.

Toen in week 23 wel vraatschade aan schildluis kon worden waargenomen, is de proef nog 4 weken doorgetrokken om te beoordelen of de vraatschade in de 4 steenwolblokken waar vraatschade was waargenomen verder was toegenomen. Verder is er op een subset van 4 steenwolblokken met elk 5 rozenplanten met wolluis in week 25 een extra voortelling gedaan van de verschillende wolluisstadia, en zijn vervolgens per plant twee oorwormen geïntroduceerd. Na 4 weken, in week 29, is er een eindtelling gedaan van de verschillende stadia van wolluis.



**Figuur 4.2** Kas met rozenplanten voor kasproef oorwormen in het begin van de teelt.



**Figuur 4.3** Rozenplanten met schildluis aan het begin van de kasproef met oorwormen, en kartonnen rolletje dat als schuilplek voor de oorwormen aan ieder steenwolblok was bevestigd.





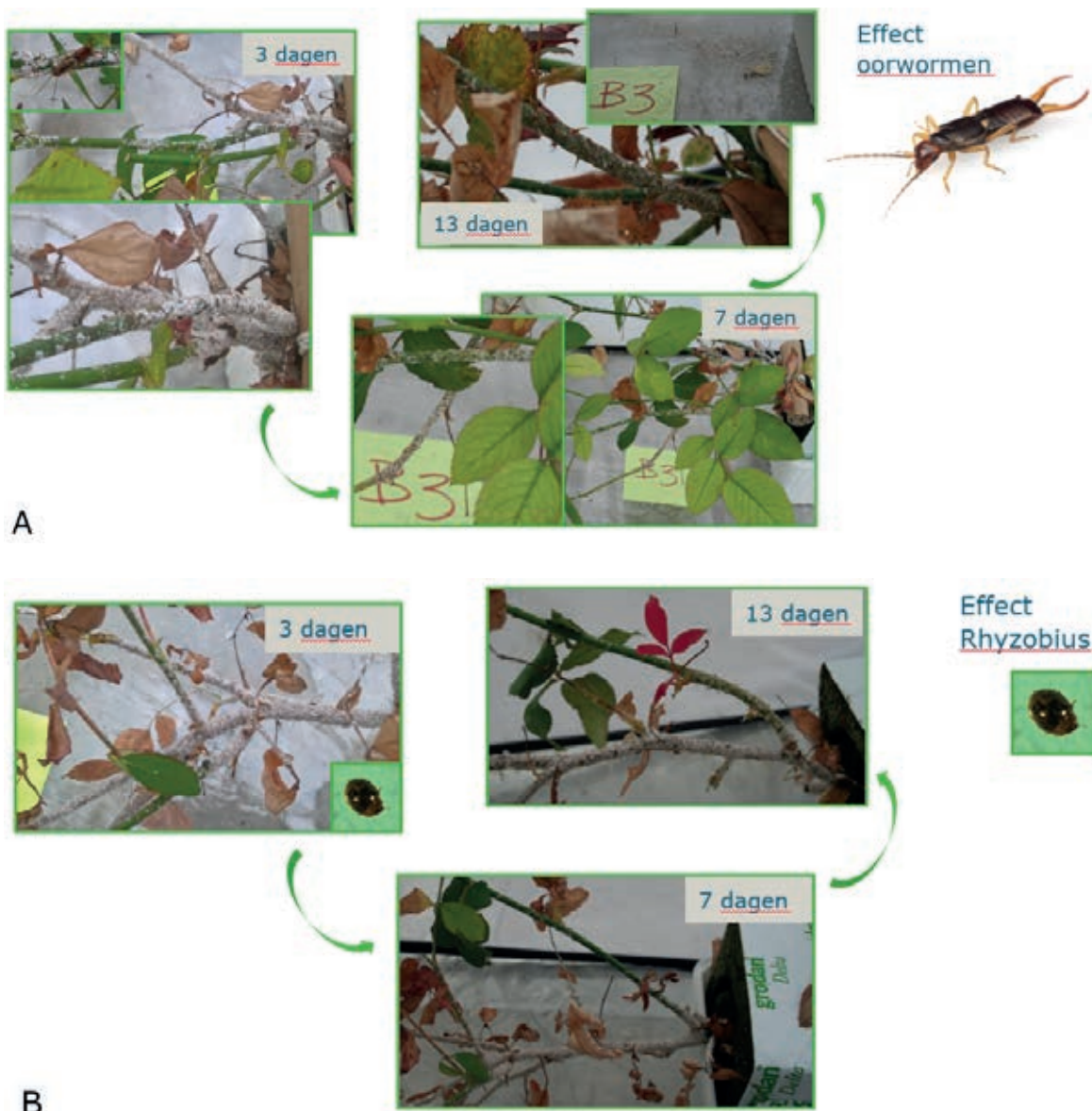
**Figuur 4.3** Rozenplanten met wolluis aan het begin van de kasproef met oorwormen.

## 4.3 Resultaten

### 4.3.1 Kooiproeven met oorwormen tegen rozenschildluis *Aulacaspis rosae*

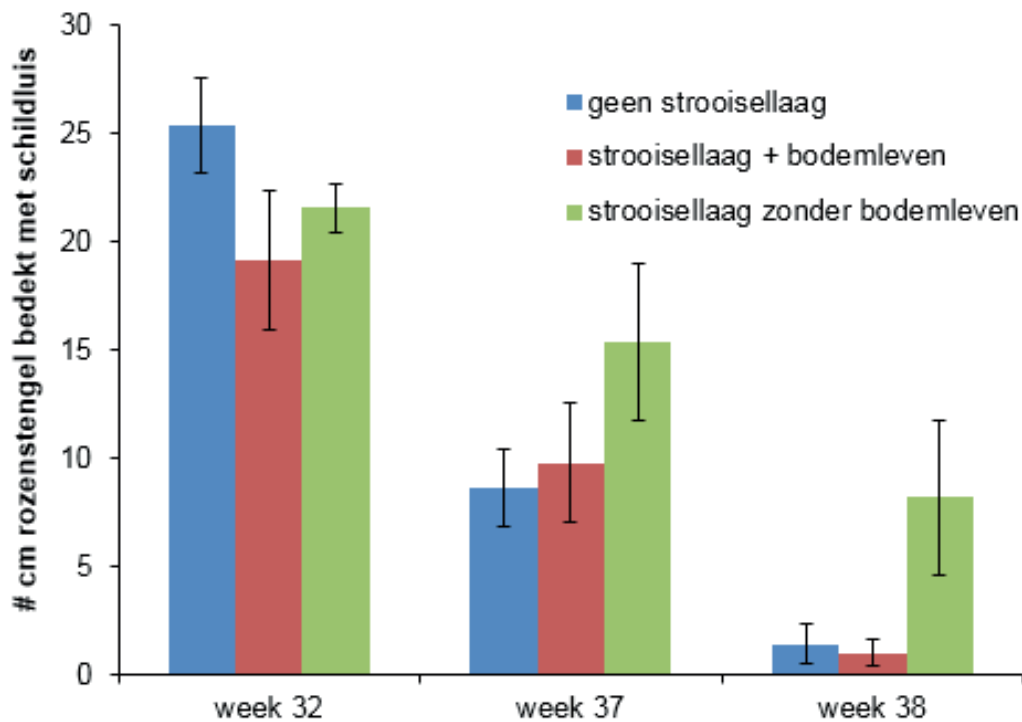
Voor de eerste kooiproef met oorwormen tegen *A. rosae* schildluis is de vraatschade aan de schildluis alleen kwalitatief beoordeeld. Er kwamen zeer sterke verschillen naar voren. Voor de behandeling met 10 oorwormen was na 13 dagen nagenoeg alle schildluis van de zwaar besmette planten weggevreten (zie Figuur 4.4 A). Hoewel ook in de behandeling met 10 volwassen *R. lophanthae* kevers vraatschade kon worden waargenomen, was dit effect na 13 dagen nog veel minder sterk (zie Figuur 4.4 B). Wel hebben zich later *R. lophanthae* larven op de planten ontwikkeld.

In de tweede kooiproef kon er 3 weken na de introductie van 4 oorwormen per plant slechts bij één van de 5 planten vraatschade worden waargenomen. Na 4 weken was er wel meer vraatschade zichtbaar en was het aantal cm van de rozenstengel welke was bedekt met schildluis afgenomen (Zie Figuur 4.5). Zes weken na de introductie van de oorwormen was de schildluis op alle behandelingen nog verder afgenomen, en was bijna alle schildluis in de behandeling zonder strooisellaag en in de behandeling met strooistellaag met bodemleven opgevreten. Het aanbrengen van een strooisellaag met alternatieve prooien had dus geen negatief effect op de bestrijding van de schildluis door oorwormen.



**Figuur 4.4** Resultaten eerste kooiproef vergelijking *F. auricularia* oorwormen (A) en *R. lophanthae* roofkevers (B) tegen *A. rosae* schildluis in rozenstekken die horizontaal in kooien waren geplaatst. Voor beide bestrijders waren 10 individuen per kooi geïntroduceerd, en was de vrachtschade na 3, 7 en 13 dagen beoordeeld. Voor de behandeling met oorwormen was na 13 dagen nagenoeg alle schildluis weggevreten.

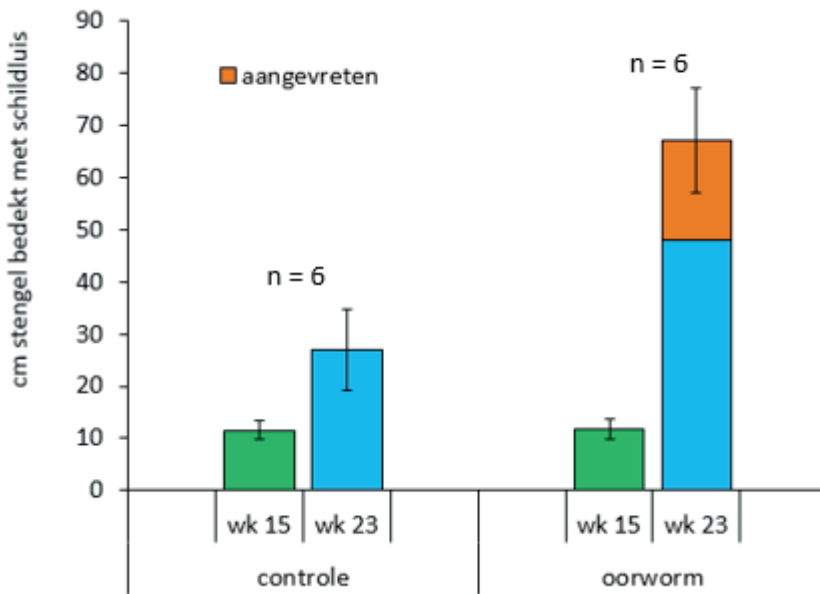




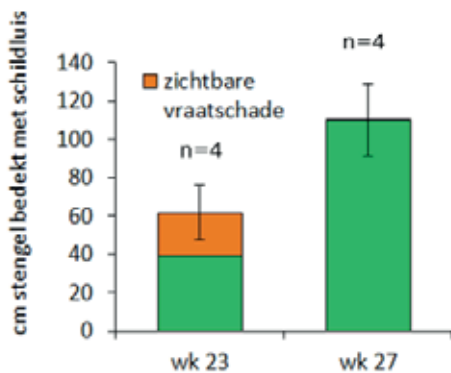
**Figuur 4.5** Resultaten tweede kooiproef vergelijking effect *F. auricularia* oorwormen op bedekkingsgraad roos met *A. rosae* schildluis in kooien met een rozenstek zonder strooisellaag (blauwe balken), een rozenstek met strooisellaag met bodemleven (rode balken) of een rozenstek met strooisellaag zonder bodemleven (groene balken).

#### 4.3.2 Kasproef met oorwormen tegen *A. rosae* schildluis en citruswolluis in roos

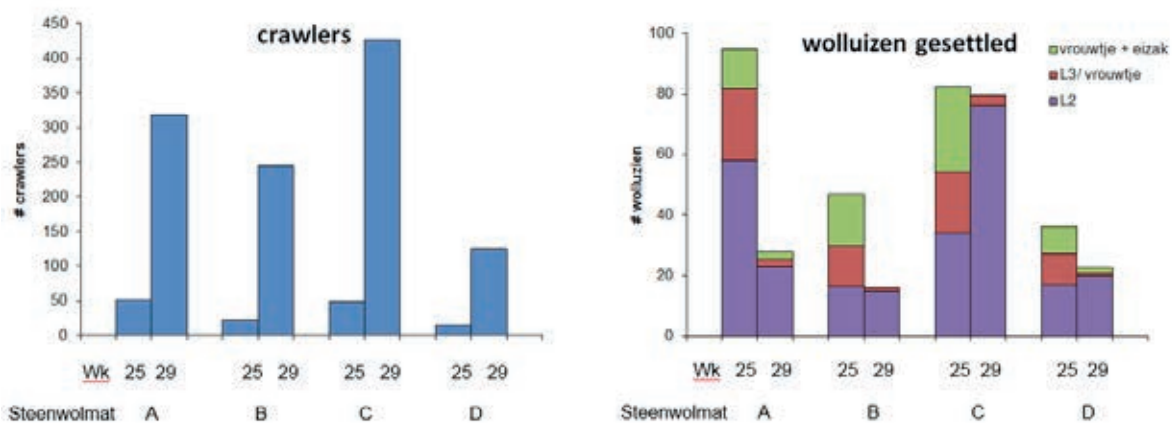
Zowel de jonge en oudere oorwormnimfen, geïntroduceerd in week 16 en 18, hadden geen schade aan de schildluis toegebracht. De volwassen oorwormen, die in week 21 waren geïntroduceerd werden 2 weken na introductie actief in de bestrijding van schildluis (zie Figuur 4.6). Dit bestrijdende effect hield echter niet aan. In week 27 was de schildluis bedekkingsgraad van de planten op steenwolblokken waar de oorwormen in week 23 vraatschade hadden veroorzaakt toch verder toegenomen. Het effect van de volwassen oorwormen op de citruswolluis is nog niet geheel duidelijk; het aantal wolluis crawlers was een maand na de introductie van de oorwormen sterk toegenomen, terwijl het aantal wolluis nimfen en -adulten met 40% was afgenomen.



**Figuur 4.6** Resultaten kasproef schildluisbestrijding door oorwormen. Bedekkingsgraad met intacte of door oorwormen aangevreten schildluis net voor introductie van de eerste oorwormen (week 15) en 2 weken na de derde introductie van oorwormen, waarbij volwassen oorwormen waren geïntroduceerd (in tegenstelling tot de eerste 2 introducties waarbij oorworm nimfen waren geïntroduceerd).



**Figuur 4.7** Verandering in schildluis bedekkingsgraad en oorworm vraatschade in 4 steenwolmatten waar in week 23 vraatschade door oorwormen was gedetecteerd.



**Figuur 4.7** Resultaten kasproef wolluisbestrijding door oorwormen. Aantal crawlers (links) en gesettelde wolluizen van verschillende stadia (rechts) in 4 steenwolmatten met elk 5 planten net voor de introductie van oorwormen (week 25) en 4 weken na introductie van de oorwormen (week 29).

## 4.4 Conclusies

Hoewel de oorwormen in kooiproeven een goede bestrijdende werking tegen rozenschildluis en een goede bijdrage aan de bestrijding van schildluis in cymbidium lieten zien, was dit in de kasproeven die de praktijksituatie beter benaderde niet het geval. De oorwormninfen bleken niet op de rozenplanten omhoog te gaan om plagen te bestrijden, en het effect van de volwassen oorwormen hield niet aan. Omdat oorwormen slechts 1 generatie per jaar hebben, slechts een zeer beperkt gedeelte van het jaar een actieve bestrijding kunnen geven, en bovendien gedurende het teeltseizoen niet in aantallen toenemen, kan worden geconcludeerd dat oorwormen geen potentie hebben om in de glastuinbouw als bestrijder van schildluis of wolluis te worden ingezet.

# 5 Geïntegreerd systeem

## 5.1 Inleiding

De tot nu toe beschikbare natuurlijke vijanden kunnen afzonderlijk geen goede bestrijding geven van wolluis en schildluis. Voor de curatieve bestrijding van wolluis is de specialistische roofkever *Cryptolaemus montrouzieri* beschikbaar, welke bij toediening van de larven in de wolluis haarden een goed bestrijdend resultaat kan geven, hoewel de haarden niet helemaal konden worden uitgeroeid (Messelink *et al.* 2016). Echter moet detectie van nieuwe wolluishaarden nog steeds handmatig gebeuren en is dit zeer tijdrovend. De vraag is in hoeverre sluipwespen een bijdrage kunnen leveren aan de bestrijding van nog niet gedetecteerde wolluishaarden in de aanwezigheid van *Cryptolaemus* larven in de reeds gedetecteerde wolluishaarden. Van *Cryptolaemus* is namelijk bekend dat de larven en adulten alle stadia van wolluis eten (Rosas-Garcia *et al.* 2009). Tevens is gevonden dat *Cryptolaemus* tot 5 dagen na parasitering door *Anagyrus pseudococci* sluipwespen, en tot 7 dagen na parasitering door *Leptomastix dactylopii* geen onderscheid maakt tussen geparasiteerde en ongeparasiteerde wolluisen (Chong and Oetting 2007, Mustu *et al.* 2008, Hernandez-Moreno *et al.* 2012). Wanneer sluipwespen en *Cryptolaemus* in kooiproeven werden gedwongen om wolluisen in dezelfde haard te bestrijden, werd de bijdrage van *A. pseudococci* aan de bestrijding door de aanwezigheid van *Cryptolaemus* teniet gedaan terwijl deze sluipwesp wel een significante bijdrage van citruswolluis gaf in kooien waar geen *Cryptolaemus* was geïntroduceerd (Messelink *et al.* 2016).

Interessant genoeg hebben Chong & Oetting (2007) aangetoond dat de aanwezigheid van 2 of meer volwassen *Cryptolaemus* kevers op een plant de parasiteringsactiviteit van *L. dactylopii* sluipwespen met 50% kon verminderen. Of de fysieke aanwezigheid van de kevers en/of de geursporen die de kevers uitscheiden dit effect heeft veroorzaakt is niet duidelijk. Uit andere publicaties blijkt dat sluipwespen minder tijd doorbrengen op planten waar predatoren aanwezig zijn die hun nakomelingen kunnen opeten. Zo toonden Taylor *et al.* (1998) aan dat de sluipwesp *Aphidius ervi* maar ongeveer de helft van de tijd in bladluishaarden met geursporen van *Coccinellidae septempunctata* roofkevers spendeert in vergelijking met bladluishaarden zonder geursporen van deze roofkevers. Dit effect werd niet sterker wanneer de roofkevers ook fysiek aanwezig waren. Almohamad and Hance (2014) toonden later aan dat dezelfde sluipwesp ook bladluishaarden met geursporen van de zweefvlieg *Episyrphus balteatus* en de larven van een andere roofkeversoort *Harmonia axyridis* uit de weg ging. Verder toonden Sheng *et al.* (2015) aan dat de sluipwesp *Meteorus pulchricornis* minder lang in haarden van *Spodoptera litura* rupsen verblijft wanneer hier ook de roofkever *Chlaenius bioculatus* aanwezig is. Ook voor deze sluipwesp was dit effect nog steeds significant wanneer alleen de geursporen van deze roofkever in de rupsenhaard aanwezig was.

Bij een geïntegreerde aanpak hebben sluipwesp soorten die wolluis haarden met *Cryptolaemus* larven kunnen vermijden om 2 redenen een sterk voordeel ten opzichte van een sluipwesp soorten die dit niet kunnen, nl. a) hun nakomelingen worden niet opgegeten door *Cryptolaemus* en b) ongedetecteerde wolluis haarden waar nog geen *Cryptolaemus* larven zijn geïntroduceerd zullen relatief beter worden bestreden. Daarom hebben we in dit project uitgezocht of *L. dactylopii* of *A. pseudococci* sluipwespen wolluis haarden met *Cryptolaemus* larven uit de weg gaat wanneer er ook wolluis haarden zonder *Cryptolaemus* larven beschikbaar zijn.

Verder is in labexperimenten onderzocht in hoeverre roofmijten een bijdrage kunnen leveren aan de bestrijding van de crawlers van wol- en schildluis, en op deze manier de verspreiding van haarden te kunnen remmen.

## 5.2 Materiaal en methoden

### 5.2.1 Gedragsproef interactie tussen sluipwespen en roofkevers van wolluis

Om te testen of en welke sluipwespsoorten die wolluis parasiteren haarden met *Cryptolaemus* larven uit de weg kunnen gaan is in eerste instantie een kooiproef opgezet in 1m x 1.5 m kooien, waarin 11 potroosplanten stonden, waarvan 3 planten met wolluis haarden. Vervolgens werd in de helft van de kooien in één van de wolluishaarden geursporen van *Cryptolaemus* larven aangebracht, door met een kwastje een laag van de waxsubstantie, waarmee de *Cryptolaemus* larven zijn bedekt (zie Figuur 5.1), over de plant aan te brengen, en een geventileerd bakje met 20 levende *Cryptolaemus* larven aan de basis van de plant te plaatsen (zie Figuur 5.2). In elke kooi zijn direct 12 *A. pseudococci*, *L. dactylopii* of *L. abnormis* sluipwesp vrouwtjes geïntroduceerd, welke gedurende 2 dagen (herhaling 1 tm 4) of 5 dagen (herhaling 5&6) konden parasiteren. Vervolgens zijn de planten met wolluishaarden uit de grote kooien gehaald en in individuele kooien geplaatst om het aantal mummies en sluipwespen in elke haard te kunnen bepalen. De verwachting was dat wanneer een sluipwesp soort wolluishaarden met geursporen van de *Cryptolaemus* roofkeverlarven zou vermijden, er relatief meer nakomelingen werden geproduceerd op de wolluishaarden zonder de roofkever larven.

Tevens is er een tweede proef gedaan waarbij het gedrag van de sluipwespen direct is geobserveerd. In langwerpige kooien is aan de ene kant een rozenplant met wolluis haard geplaatst en aan de andere kant een rozenplant met wolluis haard waarop geursporen van *Cryptolaemus* larven zijn aangebracht, op dezelfde manier als hierboven beschreven. Vervolgens zijn er per kooi 10-12 sluipwesp vrouwtjes in het midden van de kooi geïntroduceerd. Eén dag voor uitzetten waren alle sluipwesp vrouwtjes getraind, door ze 4 uur lang in een kooi te plaatsen met een rozenplant met wolluishaard. Na 24 uur zijn voor elke kooi beide rozenplanten gecontroleerd op het aantal sluipwespen. De proef is in 8 herhalingen uitgevoerd met zowel *A. pseudococci* als *L. dactylopii*.



**Figuur 5.1** Impressie van eerste kooiproef met 1x1.5 m kooien (A), waarbij in elke kooi 11 potroosplanten waren geplaatst (B), waarvan 3 planten een wolluis haard hadden en waarbij in de helft van de kooien één van deze haarden geursporen van *Cryptolaemus* larven werden aangebracht (C, D). Vervolgens zijn per kooi 12 sluipwespen losgelaten vanuit een pipetpunt (D). Na 2 of 5 dagen zijn de sluipwespen uit de wolluishaarden verwijderd en de planten met wolluis haarden in afzonderlijke kooien geplaatst om het aantal sluipwesp nakomelingen in elke haard te kunnen bepalen (F).



## 5.2.2 Labproeven bestrijding van wol- en schildluiscrawlers door roofmijten

In een eerste labproef is de overleving en voortplanting van de bodemroofmijt *Macrocheles robustulus* op een dieet van wolluis crawlers getest. Hiervoor zijn cupjes gemaakt met een vochtig gipslaagje en een bladponsje van roos, waarbij ongeveer 70% van het gipslaagje was bedekt met het bladponsje (zie Figuur 5.2). Van de proef zijn 3 behandelingen uitgevoerd in 6 herhalingen, nl.:

- Geen voedsel.
- Tyrophagus putrescentiae* prooimijten.
- Wolluis crawlers & volwassen wolluis vrouwtjes met eizak.

Vervolgens zijn in elk cupje 3 *M. robustulus* roofmijten geïntroduceerd en is na 12 en 23 de overleving van *Macrocheles* bepaald, en is er bepaald of er nakomelingen werden geproduceerd.



**Figuur 5.2** Cupjes met gipslaagje en bladponsje van roos, zonder voedsel (links) met *Tyrophagus* prooimijten (middel) en met volwassen wolluis vrouwtjes met eizak en wolluis crawlers (rechts), gebruikt voor het testen van overleving en voortplanting van *M. robustulus* roofmijten.

In een tweede labproef is onderzocht of de roofmijt *Amblyseius swirskii* kan overleven en zich kan voortplanten op een dieet van eitjes en crawlers van de Boisduval schildluis. Hiervoor zijn cupjes gemaakt van cymbidiumblad, met daarin een stukje touw voor de eileg. Er zijn 3 behandelingen getest in elk 8 herhalingen (zie Figuur 5.3):

- Bladponsjes met stuifmeel.
- Bladponsjes met volwassen schildluis vrouwtjes, onbeschadigd.
- Bladponsjes met volwassen schildluis vrouwtjes, beschadigd.

Het idee achter het beschadigen van de volwassen schildluis vrouwtjes is dat deze vrouwtjes kunnen worden beschadigd door (Rhyzobius) roofkevers, waarbij niet altijd alle eitjes worden opgegeten. Echter zouden de reeds beschadigde schildluizen met eitjes onder het deksel wel beter toegankelijk kunnen zijn voor de roofmijten. In elk cupje is 1 *A. swirskii* roofmijt geïntroduceerd, welke voor introductie in de cupjes 1 dag heeft gehongerd op een paprikabladd, waaraan watten waren toegevoegd voor ei-afzet. Vervolgens is eileg en overleving na 1 dag en na 4 dagen gemonitord.

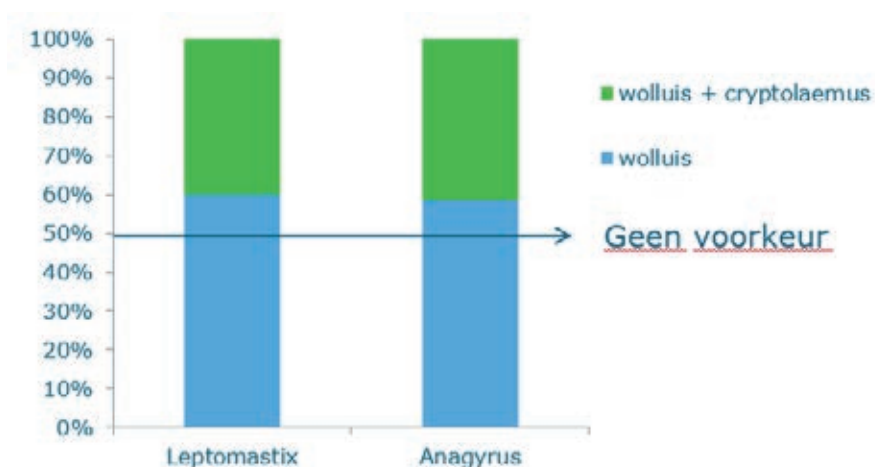


**Figuur 5.3** Cupjes met een bladponsje van cymbidium, met beschadigde of onbeschadigde schildluis vrouwtjes (links en midden) of met stuifmeel (rechts), gebruikt voor het testen van de overleving en eileg van *A. swirskii* roofmijten.

## 5.3 Resultaten

### 5.3.1 Gedragsproef interactie tussen sluipwespen en roofkevers van wolluis

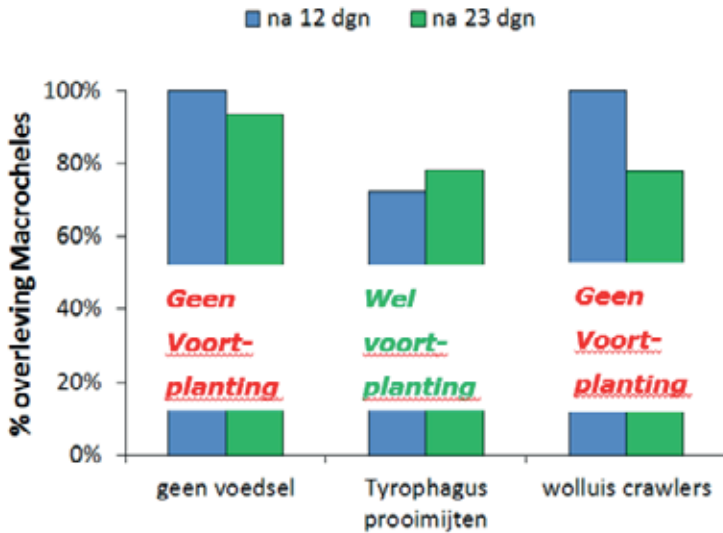
In de eerste kooiproef, waarbij het aantal sluipwesp nakomelingen op de wolluis haarden met en zonder *Cryptolaemus* geursporen is bepaald, hebben zich vrijwel geen sluipwesp nakomelingen ontwikkeld. In alle 6 herhalingen van de gehele proef zijn slechts 9 *L. dactylopii*, 1 *L. abnormis* en geen *A. pseudococci* nakomelingen geteld. De laatste 2 herhalingen, waarbij de sluipwespen 5 dagen de tijd hadden om wolluizen te parasiteren gaven niet meer nakomelingen dan de eerste 2 herhalingen. In de tweede kooiproef, waarbij het aantal sluipwespen in de wolluis haarden met of zonder geursporen van *Cryptolaemus* larven direct is bepaald, is geen voorkeur gevonden van *L. dactylopii* en *A. pseudococci* sluipwespen voor wolluis haarden zonder geursporen (zie Figuur 5.4).



**Figuur 5.4** Percentage sluipwespen van *Leptomastix dactylopii* en *Anagyrus pseudococci* dat werd teruggevonden in wolluis haarden met of zonder geursporen van *Cryptolaemus* larven.

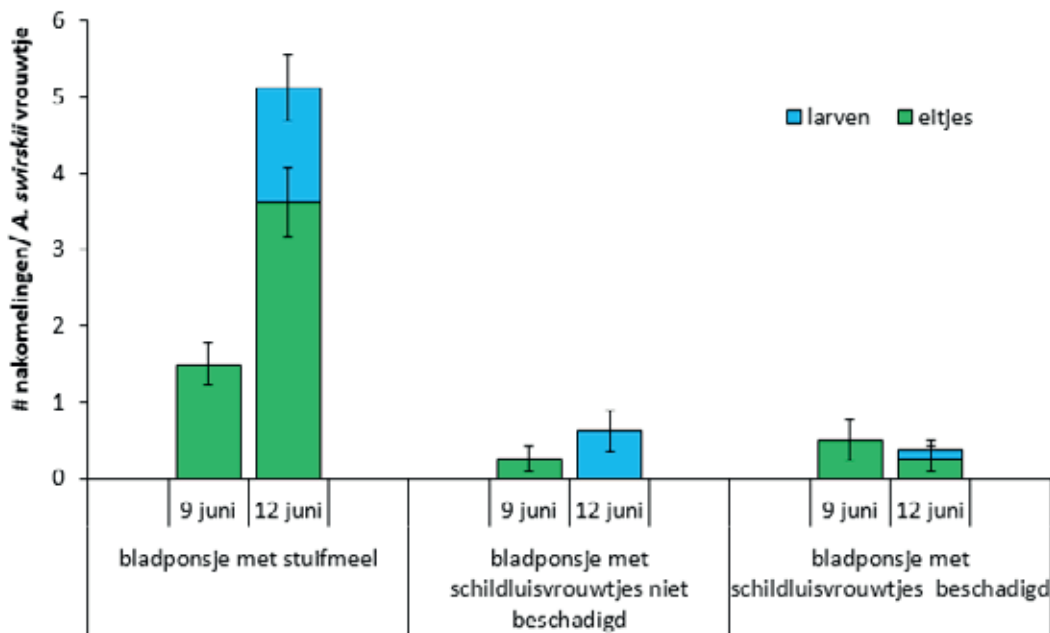
### 5.3.2 Labproeven bestrijding van wol- en schildluis crawlers door roofmijten

In de labproef met *Macrocheles* roofmijten werden alleen in de behandeling met *Tyrophagus* prooimijten nakomelingen van *Macrocheles* waargenomen. Wolluis crawlers bleken geen geschikte voedselbron voor de voortplanting van deze roofmijten. Met betrekking tot de overleving van *Macrocheles*, waren er in de 23 dagen van het experiment geen significante verschillen tussen de behandelingen. Zelfs in de behandeling zonder voedsel leefden nog vrijwel alle roofmijten die waren geïntroduceerd (zie Figuur 5.5).



**Figuur 5.5** Overleving en voortplanting van *M. robustulus* roofmijten op 3 verschillende diëten.

In de labproef met *A. swirskii* roofmijten werden vrijwel geen nakomelingen gevonden in de cupjes met schildluis eitjes en crawlers als voedsel, in tegenstelling tot de positieve controle met stuifmeel waarbij wel nakomelingen werden geproduceerd.



**Figuur 5.6** Aantal nakomelingen van *A. swirskii* roofmijten op drie verschillende diëten, op 1 en 4 dagen na introductie van 1 roofmijt per cupje.

## 5.4 Conclusies

Doordat er zich in de eerste kooiproef geen nakomelingen van de sluipwespen hebben ontwikkeld, kon niet worden vastgesteld of en welke sluipwespen haarden met geursporen van *Cryptolaemus* larven uit de weg gingen om zich te concentreren op het parasiteren van wolluizen in haarden waar geen *Cryptolaemus* werd uitgezet. Uit de tweede proef werd duidelijk dat zowel *A. pseudococci* als *L. dactylopii* haarden met geursporen van roofkevers die hun nakomelingen kunnen opeten niet actief uit de weg gaan. Dit in tegenstelling tot *A. ervi* en *M. pulchicornis* sluipwespen, die bladluishaarden met geursporen van 3 soorten predatoren wel uit de weg gingen. Er zijn wat dit betreft dus geen verschillen tussen deze twee sluipwespsoorten die citruswolluis kunnen bestrijden, waardoor predator-vermijndend gedrag geen rol zal spelen in de adviezen omtrent het soort sluipwespen dat het beste kan worden gecombineerd met de uitzet van *Cryptolaemus* larven.

Waarom er in de eerste kooiproef geen nakomelingen werden geproduceerd is niet duidelijk. Het aantal eitjes dat de sluipwespen per dag leggen wordt op basis van de literatuur ongeveer ingeschat op respectievelijk 2-3 (*A. pseudococci*), 5-7 (*L. dactylopii*) en 14 (*L. abnormis*). Een directe vertaling naar de 12 sluipwespen per kooi voor een periode van 2 dagen of 5 dagen zou betekenen dat het potentieel gemiddelde aantal wolluizen dat per kooi kan worden geparasiteerd ligt op 60 (2 dgn) of 150 (5 dgn) voor *A. pseudococci*, 144 (2 dgn) of 360 (5 dgn) voor *L. dactylopii* en 336 (2 dgn) tot 840 (5 dgn) voor *L. abnormis*. Nu is het logisch dat deze aantallen in kooien niet worden gehaald, omdat niet alle sluipwespen het potentiële aantal eitjes zal leggen, en omdat niet alle geparasiteerde wolluizen zullen overleven. Echter ligt het verwachte aantal nakomelingen een stuk hoger dan in de proef is waargenomen. In eerder onderzoek werden er ook slechts weinig door *A. pseudococci* geparasiteerde wolluis mummies gevonden, terwijl er wel een afname was in het aantal wolluizen in de kooien met *A. pseudococci* ten opzichte van de controlebehandeling (Messelink *et al.* 2016).

Uit de labproeven met roofmijten bleek dat wolluis crawlers geen geschikte voedselbron vormen voor *Macrocheles* bodemroofmijten, en dat schildluiscrawlers geen geschikte voedselbron vormen voor *A. swirskii* roofmijten.

# Literatuur

- Almohamad, R., and T. Hance. 2014.  
Encounters with aphid predators or their residues impede searching and oviposition by the aphid parasitoid *Aphidius ervi* (Hymenoptera: Aphidiinae). *Insect Science* **21**:181-188.
- Boertjes, B. C. 2003.  
Biologische bestrijding van de Boisduval schildluis *Diaspis boisduvalii* op *Cymbidium* Kasproef 2002. Praktijkonderzoek Plant & Omgeving B.V. Business Unit Glastuinbouw, Wageningen.
- Boertjes, B. C., J. J. Franssen, T. van de Berg, J.M. , L. Kok, and B. A. M. Overdeest. 2003.  
Inventarisatie problemen met wol-, schild- en dopluizen in bloemistrijgewassen; Literatuurstudie, praktijkinventarisatie en bestrijdingsproeven. Praktijkonderzoek Plant & Omgeving B.V. Business Unit Glastuinbouw, Wageningen.
- Branco, B., L. Dalmau, I. Borges, and A. O. Soares. 2017.  
Life-history traits of the predator *Rhyzobius lophanthae* reared on the scale *Chrysomphalus dictyospermi*. *Bulletin of Insectology* **70**:231-235.
- Chong, J. H., and R. D. Oetting. 2007.  
Intraguild predation and interference by the mealybug predator *Cryptolaemus montrouzieri* on the parasitoid *Leptomastix dactylopii*. *Biocontrol Science and Technology* **17**:933-944.
- Collier, T. R. 1995.  
Host Feeding, Egg Maturation, Resorption, and Longevity in The Parasitoid *Aphytis-Melinus* (Hymenoptera, Aphelinidae). *Annals of the Entomological Society of America* **88**:206-214.
- Collier, T. R., W. W. Murdoch, and R. M. Nisbet. 1994.  
Egg Load and the Decision To Host-Feed in the Parasitoid, *Aphytis-Melinus*. *Journal of Animal Ecology* **63**:299-306.
- Flores, D., and J. Carlson. 2009.  
Fortuitous Establishment of *Rhyzobius lophanthae* (Coleoptera: Coccinellidae) and *Aphytis lingnanensis* (Hymenoptera: Encyrtidae) in South Texas on the Cycad *Aulacaspis* Scale, *Aulacaspis yasumatsui* (Hemiptera: Diaspididae). *Southwestern Entomologist* **34**:489-492.
- Gonzalez-Zamora, J. E., M. L. Castillo, and C. Avilla. 2015.  
Improving the knowledge of *Aphytis melinus* biology to optimize its mass production: influence of food source, host and parasitoid densities. *Bulletin of Insectology* **68**:31-38.
- Hare, J. D., D. J. W. Morgan, and T. Nguyen. 1997.  
Increased parasitization of California red scale in the field after exposing its parasitoid, *Aphytis melinus*, to a synthetic kairomone. *Entomologia Experimentalis Et Applicata* **82**:73-81.
- Hennekam, M., N. Joosten, and R. van den Meiracker. 2014.  
Best Practices in de bestrijding van wol-, dop- en schildluis. Entocare CV, Wageningen.
- Hernandez-Moreno, S., H. Gonzalez-Hernandez, J. R. Lomeli-Flores, E. R. Leyva, and A. R. Bermudez. 2012.  
Effect of *Cryptolaemus montrouzieri* (Coleoptera: Coccinellidae) in the parasitoid activity of *Anagyrus kamali* (Hymenoptera: Encyrtidae) on *Maconellicoccus hirsutus* (Hemiptera: Pseudococcidae). *Revista Colombiana De Entomologia* **38**:64-69.
- Honda, J. Y., and R. F. Luck. 1995.  
Scale Morphology Effects on Feeding-Behavior and Biological-Control Potential of *Rhyzobius-Lophanthae* (Coleoptera, Coccinellidae). *Annals of the Entomological Society of America* **88**:441-450.
- Messelink, G., A. Leman, S. Ghasemzadeh, C. Bloemhard, R. van Holstein-Saj, R. Vijverberg, K. Munoz-Cardenas, and P. van Rijn. 2016.  
Geïntegreerde bestrijding van plagen in de sierteelt onder glas; een systeembenadering met preventieve biologische bestrijding als basis. Wageningen UR Glastuinbouw, Wageningen, Nederland.
- Morgan, D. J. W., and J. D. Hare. 1997.  
Uncoupling physical and chemical cues: The independent roles of scale cover size and kairomone concentration on host selection by *Aphytis melinus* DeBach (Hymenoptera: Aphelinidae). *Journal of Insect Behavior* **10**:679-694.
- Mustu, M., N. Kilincer, S. Ulgenturk, and M. B. Kaydan. 2008.  
Feeding behavior of *Cryptolaemus montrouzieri* mealybugs parasitized by *Anagyrus pseudococci*. *Phytoparasitica* **36**:360-367.



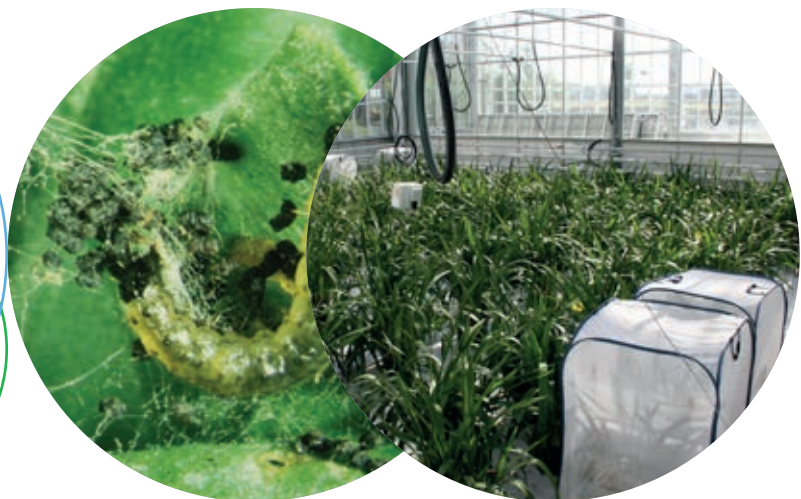
- Nguyen, D. T., D. Vangansbeke, and P. De Clercq. 2014.  
Artificial and factitious foods support the development and reproduction of the predatory mite *Amblyseius swirskii*. *Experimental and Applied Acarology* **62**:181-194.
- Omkar, and A. Pervez. 2003.  
Ecology and Biocontrol potential of a scale-predator, *Chilocorus nigritus*. *Biocontrol Science and Technology* **13**:379-390.
- Opp, S. B., and R. F. Luck. 1986.  
Effects of Host Size on Selected Fitness Components of *Aphytis-Melinus* and *Aphytis-Lingnanensis* (Hymenoptera, Aphelinidae). *Annals of the Entomological Society of America* **79**:700-704.
- Pijnakker, J., A. Leman, and M. Hennekam. 2013.  
Geïntegreerde bestrijding van rozenschildluis *Aulacaspis rosae* in roos. Wageningen UR Glastuinbouw, Entocare CV, Biologische gewasbescherming, Wageningen.
- Ponsonby, D. J., and M. J. W. Copland. 1996.  
Effect of temperature on development and immature survival in the scale insect predator, *Chilocorus nigritus* (F) (Coleoptera: Coccinellidae). *Biocontrol Science and Technology* **6**:101-109.
- Ponsonby, D. J., and M. J. W. Copland. 1998.  
Environmental influences on fecundity, egg viability and egg cannibalism in the scale insect predator, *Chilocorus nigritus*. *Biocontrol* **43**:39-52.
- Ponsonby, D. J., and M. J. W. Copland. 2000.  
Maximum feeding potential of larvae and adults of the scale insect predator, *Chilocorus nigritus* with a new method of estimating food intake. *Biocontrol* **45**:295-310.
- Ponsonby, D. J., and M. J. W. Copland. 2007a.  
Aspects of prey relations in the coccidophagous ladybird *Chilocorus nigritus* relevant to its use as a biological control agent of scale insects in temperate glasshouses. *Biocontrol* **52**:629-640.
- Ponsonby, D. J., and M. J. W. Copland. 2007b.  
Influence of host density and population structure on egg production in the coccidophagous ladybird, *Chilocorus nigritus* F. (Coleoptera : Coccinellidae). *Agricultural and Forest Entomology* **9**:287-296.
- Reeve, J. D. 1987.  
Foraging Behavior of *Aphytis-Melinus* - Effects of Patch Density and Host Size. *Ecology* **68**:530-538.
- Rosas-Garcia, N. M., E. P. Duran-Martinez, E. D. J. de Luna- Santillana, and J. M. Villegas-Mendoza. 2009.  
Predation potential of *Cryptolaemus montrouzieri* Mulsant for *Planococcus citri*. *Soutw. Entomol.* **34**:179-188.
- Samways, M. J., and S. J. Wilson. 1988.  
Aspects of the Feeding-Behavior of *Chilocorus-Nigritus* (F) (Col, Coccinellidae) Relative to its Effectiveness as a Biocontrol Agent. *Journal of Applied Entomology-Zeitschrift Fur Angewandte Entomologie* **106**:177-182.
- Senal, D., O. Demirozer, and I. Karaca. 2017.  
Investigation on the storage possibilities of *Rhyzobius lophanthae* Blaisdell (Coleoptera: Coccinellidae) at different temperatures and periods. *Phytoparasitica* **45**:175-182.
- Sheng, S., L. Meng, F. A. Wu, and B. P. Li. 2015.  
Patch Time Allocation and Oviposition Behavior in Response to Patch Quality and the Presence of a Generalist Predator in *Meteorus pulchricornis* (Hymenoptera: Braconidae). *Journal of Insect Science* **15**:4.
- Simsek, B., I. Karaca, and A. Kayahan. 2016.  
Determination of developmental and life table parameters of *Rhyzobius lophanthae* Blaisdell (Coleoptera Coccinellidae) on three armored scale insects (Hemiptera Diaspididae). *Redia-Giornale Di Zoologia* **99**:219-223.
- Smith, T. R., and R. D. Cave. 2006.  
Pesticide susceptibility of *Cybocephalus nipponicus* and *Rhyzobius lophanthae* (Coleoptera : Cybocephalidae, Coccinellidae). *Florida Entomologist* **89**:502-507.
- Stathas, G. J. 2000a.  
The effect of temperature on the development of the predator *Rhyzobius lophanthae* and its phenology in Greece. *Biocontrol* **45**:439-451.
- Stathas, G. J. 2000b.  
*Rhyzobius lophanthae* prey consumption and fecundity. *Phytoparasitica* **28**:203-211.

- Stathas, G. J. 2001.  
Studies on morphology and biology of immature stages of the predator *Rhyzobius lophanthae* Blaisdell (Col.: Coccinellidae). *Anzeiger Fur Schadlingskunde-Journal of Pest Science* **74**:113-116.
- Stathas, G. J., P. A. Eliopoulos, D. C. Kontodimas, and D. T. Siamos. 2002.  
Adult morphology and life cycle under constant temperatures of the predator *Rhyzobius lophanthae* Blaisdell (Col., Coccinellidae). *Anzeiger Fur Schadlingskunde-Journal of Pest Science* **75**:105-109.
- Taylor, A. J., C. B. Muller, and H. C. J. Godfray. 1998.  
Effect of aphid predators on oviposition behavior of aphid parasitoids. *Journal of Insect Behavior* **11**:297-302.





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  
F +31 (0) 10 522 51 93  
[www.wur.nl/glastuinbouw](http://www.wur.nl/glastuinbouw)

Rapport WPR-785

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, 5.000 medewerkers en 10.000 studenten 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.