



Bouwstenen voor tripsbestrijding in chrysant

Anton van der Linden, Amir Grosman, Marieke van der Staaij en Gerben Messelink



Referaat

De Californische trips, *Frankliniella occidentalis* is een moeilijk te bestrijden plaag in de chrysantenteelt. Dit onderzoek richtte zich op de verbetering van biologische bestrijding met roofmijten en roofwantsen. In een kasproef met 6 opeenvolgende teelten is de bestrijding van trips gevolgd bij 7 soorten roofmijten (phytoseïden). Van deze soorten was *Amblydromalus limonicus* de beste verspreider en werd de beste bestrijding van trips bereikt met *Amblyseius montdorensis* en *A. limonicus*, beide subtropische soorten. De resultaten met *Amblyseius swirskii* waren net iets slechter dan deze 2 soorten. *Neoseiulus cucumeris*, de soort die tot nu toe veel gebruikt is, was net als *Neoseiulus barkeri* nauwelijks terug te vinden. Ook de inheemse soorten *Amblyseius andersoni* en *Neoseiulus reductus* vestigden zich minder goed dan de subtropische roofmijten. Bij *Orius* is aangetoond dat stuifmeel en bloeiende bankerplanten geschikt zijn voor vermeerdering van *Orius laevigatus* maar niet voor *Orius majusculus*. Beide soorten roofwantsen konden ook doorgekweekt worden op mycofage mijten. Deze mijten bieden daarom perspectief om roofwantsen in gewassen te ondersteunen. Tot slot is aangetoond dat toplagen met mycofage mijten natuurlijke populaties bodempredatoren zoals bodemroofmijten en kortschildkevers, sterk laten toenemen.

Abstract

Western flower thrips, *Frankliniella occidentalis*, is a major pest in greenhouse crops of chrysanthemum. This project aimed to enhance the biological control of thrips with predatory mites and predatory bugs. We evaluated 7 species of phytoseiid predatory mites in 6 successive crops of chrysanthemum. The best control of thrips was achieved with *Amblydromalus limonicus* and *Amblyseius montdorensis*, but also *Amblyseius swirskii* established well. The standardly used *Neoseiulus cucumeris* gave poor results and established hardly, just like *Neoseiulus barkeri*. The endemic species *Amblyseius andersoni* and *Neoseiulus reductus* were less effective than the subtropical species. Laboratory and greenhouse trials showed that pollen and flowering banker plants can support *Orius laevigatus* but not *Orius majusculus*, however, both predators could be supported with storage mites (Astigmata). These mites could also be used in mulch layers to support soil-dwelling predatory mites and staphylinid beetles.



© 2013 Wageningen, Stichting Dienst Landbouwkundig Onderzoek (DLO) onderzoeksinstituut Wageningen UR Glastuinbouw.

Wageningen UR Glastuinbouw

Adres : Violierenweg 1, 2665 MV Bleiswijk
: Postbus 20, 2665 ZG Bleiswijk
Tel. : 0317 - 48 56 06
Fax : 010 - 522 51 93
E-mail : glastuinbouw@wur.nl
Internet : www.glastuinbouw.wur.nl

Inhoudsopgave

Bijlage I	Samenvatting	5
1	Inleiding	7
2	Evaluatie van bladbewonende roofmijten	9
	2.1 Inleiding	9
	2.2 Opzet	9
	2.3 Resultaten	11
	2.4 Conclusies	15
3	Voedsel voor Orius	17
	3.1 Inleiding	17
	3.2 Opzet	20
	3.2.1 Ontwikkeling en overleving van nimfen (laboratoriumproeven)	20
	3.2.2 Populatieopbouw (Kasproeven)	21
	3.3 Resultaten	22
	3.3.1 Ontwikkeling en overleving van nimfen (laboratoriumproeven)	22
	3.3.2 Populatieopbouw (kasproeven)	23
	3.4 Discussie en conclusies	25
4	Toplagen voor roofmijtstimulering	27
	4.1 Inleiding	27
	4.2 Opzet	27
	4.3 Resultaten	30
	4.4 Conclusies	37
5	Aanbevelingen	39
6	Literatuur	41

Samenvatting

Biologische bestrijding van trips in chrysant is afhankelijk van een continue inzet van grote aantallen roofmijten doordat deze zich over het algemeen slecht in het gewas vestigen. Echter, door natuurlijk vijanden al vanaf een vroeg stadium in het gewas te laten vestigen, kan de bestrijding effectiever worden. Het project “bouwstenen voor tripsbestrijding in chrysant” heeft zich daarop gericht vanuit 3 onderzoeksvragen: 1.) Welke roofmijt kan zich het beste in chrysant vestigen en geeft de beste bestrijding van trips?, 2.) Wat zijn de mogelijkheden om de roofwantsen *Orius majusculus* en *Orius laevigatus* met alternatief voedsel of alternatieve prooien te ondersteunen in het gewas? en 3.) Kunnen bodemmaatregelen roofmijten in de bodem en op de plant stimuleren?

In dit onderzoek zijn 7 soorten roofmijten (phytoseïden) vergeleken. Van deze soorten blijken vooral de roofmijten van subtropisch oorsprong het beste te presteren, namelijk *Amblyseius swirskii*, *Amblydromalus limonicus* en *Amblyseius montdorensis*. Van deze soorten was *A. limonicus* de beste verspreider en werd de beste bestrijding van trips bereikt met *A. montdorensis* en *A. limonicus*. *Neoseiulus cucumeris*, de soort die tot nu toe veel gebruikt is, was net als *Neoseiulus barkeri* nauwelijks terug te vinden. Ook de inheemse soorten *Amblyseius andersoni* en *Neoseiulus reductus* vestigden zich minder goed dan de subtropische roofmijten.

De resultaten van het tweede onderdeel laten zien dat er goede mogelijkheden zijn om populaties *Orius* in een chrysantengewas te ondersteunen. Gesteriliseerde eieren van de meelmot (*Ephestia*) bleken zeer geschikt zijn om *Orius* te laten vermeerderen in het gewas. Cysten van pekelkreeftjes (*Artemia*) waren een stuk minder geschikt, maar verbeterden de overleving ten opzichte van een onbehandeld gewas. Stuifmeel van mais was, net als bankerplanten van sierpeper en alyssum, alleen geschikt voor ondersteuning van *O. laevigatus*, maar niet voor *O. majusculus*. Dit onderzoek bevestigde verder dat *Orius* roofwantsen niet overleven in een chrysantengewas zonder plagen of andere prooien. Naast alternatief voedsel is de mogelijkheid bestudeerd om roofwantsen te ondersteunen met alternatieve prooien. Drie soorten prooien zijn getest, namelijk de mycofage (schimmel-etende) mijten *Tyrophagus putrescentiae*, *Acarus siro* en *Carpoglyphus lactis*. In het laboratorium is de overleving van jonge wantsen (nimfen) bestudeerd. Bij *O. laevigatus* was de overleving van nimfen iets lager op een dieet van voermijten dan op *ephestia*, maar niet significant verschillend. Bij *O. majusculus* was de overleving van nimfen optimaal (100%) op *ephestia* en op twee voermijtsoorten (*Acarus siro*, en *T. putrescentiae*), maar significant lager op een derde voermijtsoort (*Carpoglyphus lactis*). Indien de voermijten geschikt voedsel blijken voor reproductie van *Orius*, zal verder onderzoek zich moeten richten op ontwikkeling van toedieningsmethoden voor voermijten in het gewas. Deze methode kan bijvoeding bieden voor zowel roofmijten als roofwantsen.

Voor het derde onderdeel is bij een commercieel chrysantbedrijf getest of het aanbrengen van een toplaag met mycofage mijten de vestiging van roofmijten kan stimuleren. Deze bodemtoepassing leverde onverwachte resultaten op: de toplagen bleken niet alleen bodemroofmijten gedurende de hele teelt te ondersteunen (resulterend in een factor 14 grotere populatie dan bij onbehandeld), maar ook de dichtheid van spontaan optredende roofkevers (*Staphilinidae*) in de toplaag was 16 keer hoger dan in onbehandelde vakken. Hoewel dit niet was voorzien, kan de stimulering van deze roofkevers ook bijdragen aan de bestrijding van trips. In vervolgonderzoek zal worden gekeken hoe de samenstelling van de toplaag zo gemanipuleerd kan worden, dat het ook een bijdrage kan leveren aan bladbewonende roofmijten die vanaf de plant afdalen om zich te voeden in de bodem.

1 Inleiding

Californische trips, *Frankliniella occidentalis*, is een groot probleem in chrysant. De plaag is zowel met chemische middelen als met biologische bestrijders vaak onvoldoende onder controle te houden. De problemen nemen in de herfst eerder toe dan af, waardoor het ook in de winter moeilijker wordt om de plaag helemaal op te ruimen. Bij veel telers werken chemische middelen nog maar nauwelijks vanwege resistenties in tripspopulaties, of doordat de toedieningstechnieken ontoereikend zijn. Bovendien wordt het gebruik van bestaande middelen ook nog eens teruggebracht door verdere restricties bij herregistraties van middelen. De algemene constatering is dan ook dat de bestrijding drastisch anders moet met andere, niet-chemische, methoden. Bestrijding van trips kan mogelijk verbeterd worden met nieuwe effectievere bestrijders die elkaar aanvullen, doordat ze verschillende stadia van trips bestrijden. Daarnaast is er een sterke behoefte aan methoden die de vestiging van deze bestrijders ondersteunen. Dit was reden om in 2012 met financiering van het Productschap Tuinbouw dit onderzoeksproject te starten. Het doel van dit project was om bouwstenen te ontwikkelen voor een nieuwe geïntegreerde aanpak van trips in chrysant.

Het onderzoek bestond uit 3 onderdelen:

- A. Evaluatie van bladbewonende roofmijten
- B. Voedsel voor Orius
- C. Toplagen voor roofmijtstimulering

Deze onderdelen worden in de volgende hoofdstukken verder toegelicht.

2 Evaluatie van bladbewonende roofmijten

2.1 Inleiding

Biologische bestrijding van trips wordt op veel bedrijven al toegepast met de roofmijten *Neoseiulus cucumeris* en *Amblyseius swirskii*. Deze bestrijding is beperkt tot bestrijding van de eerste larvale stadia van trips. Het probleem bij deze soorten is dat ze zich vaak slecht vestigen in het gewas, en bij lage roofmijtdichtheden is er weinig effect op trips. In 2010 heeft Wageningen UR Glastuinbouw een kweek opgezet van de roofmijtsoort *Neoseiulus reductus* (PT-project 14279), welke verzameld is van chrysant buiten. De soort lijkt zich goed te handhaven in chrysant met alleen trips als voedsel. Een andere nieuwe roofmijt voor chrysant is *Amblyseius montdorensis*. Deze soort komt van nature ook op chrysant voor. Het is nog niet bekend of deze roofmijten trips onder controle kunnen houden in chrysant en of trips beter wordt bestreden dan met de huidige soorten roofmijten. In dit onderzoek is gekozen om de volgende 7 soorten roofmijten te vergelijken:

1. *Neoseiulus cucumeris*
2. *Amblyseius swirskii*
3. *Amblyseius montdorensis*
4. *Neoseiulus barkeri*
5. *Amblyseius andersoni*
6. *Neoseiulus reductus*
7. *Amblydromalus limonicus*

In opeenvolgende chrysantenteelten zijn aan het begin van de teelt steeds opnieuw roofmijten losgelaten. Mogelijke invloeden van het seizoen zijn hierdoor ook waar te nemen. Aanvullend is in de praktijk de vestiging van nieuwe roofmijtsoorten beoordeeld op een aantal cultivars.

2.2 Opzet

De effecten van 7 soorten roofmijten op trips in chrysant zijn beoordeeld in 6 teelten met chrysant van het cultivar Euro White. Een teelt werd uitgevoerd op een oppervlakte van 72 m² waarop 9 veldje aanwezig waren van elk 7m² (Figuur 2.1.). Twee weken na het uitplanten werden ca. 1000 roofmijten per soort uitgezet door ze uit te strooien over de jonge planten. In sommige gevallen waren de aantallen lager, omdat de kweek op onvoldoende peil was (Tabel 2.1.). Bij *A. limonicus* is dat aantal in de 3de planting niet gehaald en bij *N. reductus* in de 4de en 5de planting niet.

Amblyseius montdorensis en *A. andersoni* zijn in de 4de planting een week later uitgezet dan de andere roofmijten vanwege problemen tijdens het transport. Trips werd eenmalig geïntroduceerd in het midden van de kas door 100 volwassenen los te laten. De populaties trips en roofmijten werden in iedere teelt gevolgd door planten te bemonsteren op 3 tijdstipmomenten: 2, 6 en 10 weken na het uitzetten van de roofmijten. Op ieder moment werden per veldje 3 takken geplukt om te beoordelen in het laboratorium (in totaal 9 planten per planting). Deze werden geheel afgezocht onder een binoculair, waarbij de roofmijten werden geteld evenals de tripslarven. De roofmijten, volwassen stadia, werden in microscooppreparaten gedaan om ze te kunnen determineren. De posities van de verschillende behandelingen werden per teelt gewisseld (Figuur 2.2.).

Aanvullend op deze proef zijn in de praktijk op 2 bedrijven mixen van roofmijtsoorten uitgezet om te volgen welke soorten na een aantal weken zich het beste vestigen. Bij het bedrijf Deliflor aan de Maasdijk zijn in één kap van ca. 500 m² met verschillende cultivars in 2 perioden mengsels van roofmijten uitgezet.

Op 6 juli 2012 is het volgende uitgezet: *A. swirskii* 25.000, *A. andersoni* 12.500, *A. montdorensis* 7.500, *A. limonicus* 6.250, *N. cucumeris* 25.000, *N. barkeri* 10.000, *N. reductus* 5.000 en *A. alpinus* 5.000. Op 23 augustus zijn planten beoordeeld door bij 12 cultivars één tak te beoordelen.

Een tweede loslating werd uitgevoerd op 12 september met hogere dichtheden van roofmijten: *A. swirskii* 50.000, *A. andersoni* 25.000, *A. montdorensis* 15.000, *A. limonicus* 12.500, *N. cucumeris* 50.000, *N. barkeri* 20.000, *N. reductus*

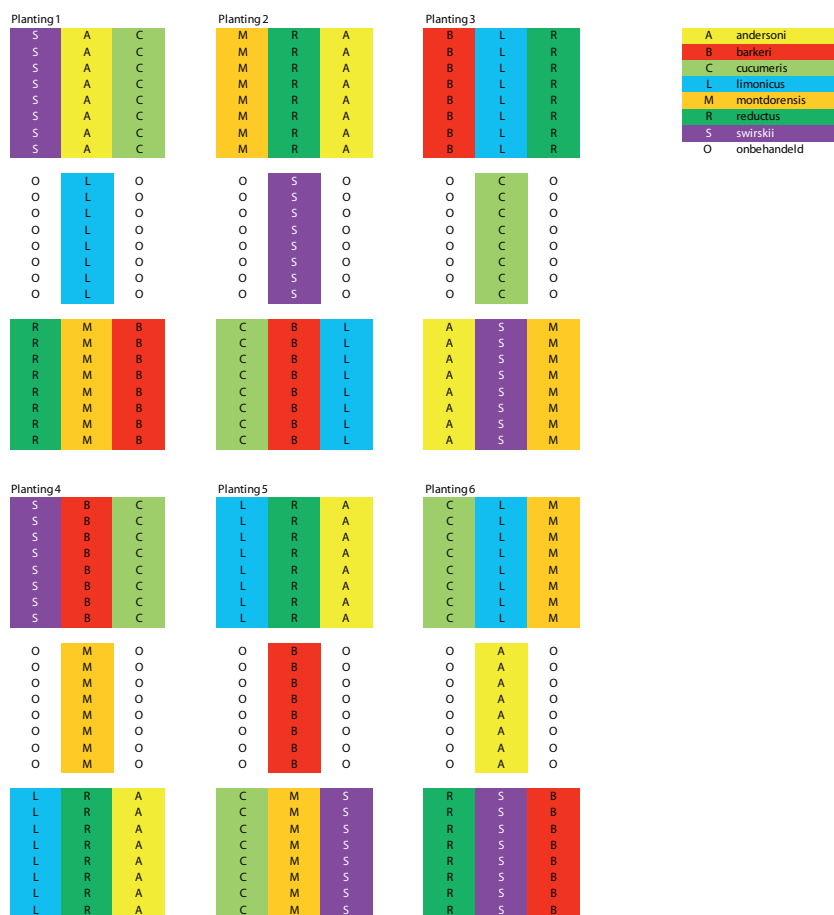
10.000 en *A. alpinus* 10.000. De dichtheden van de roofmijten waren niet gelijk, omdat niet alle roofmijten in voldoende aantallen beschikbaar waren. De tweede uitzet is bemonsterd op dezelfde manier op 12 oktober.

Tabel 2.1. Uitzetdichtheden van roofmijten in 6 teelten chrysant.

datum van uitzet	<i>N. cucumeris</i>	<i>A. swirskii</i>	<i>A. limonicus</i>	<i>A. montdorensis</i>	<i>A. andersoni</i>	<i>N. barkeri</i>	<i>N. reductus</i>
28 maart	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000
4 mei	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000
19 juni	1000	1000	500	1000	1000	1000	1000
25 juli / 1 aug.	1000	1000	1000	1000	1000	1000	150
5 sept.	1000	1000	1000	1000	1000	1000	500
17 okt.	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000



Figuur 2.1. Overzicht van 9 veldjes met chrysant waarop verschillende roofmijten zijn uitgezet.

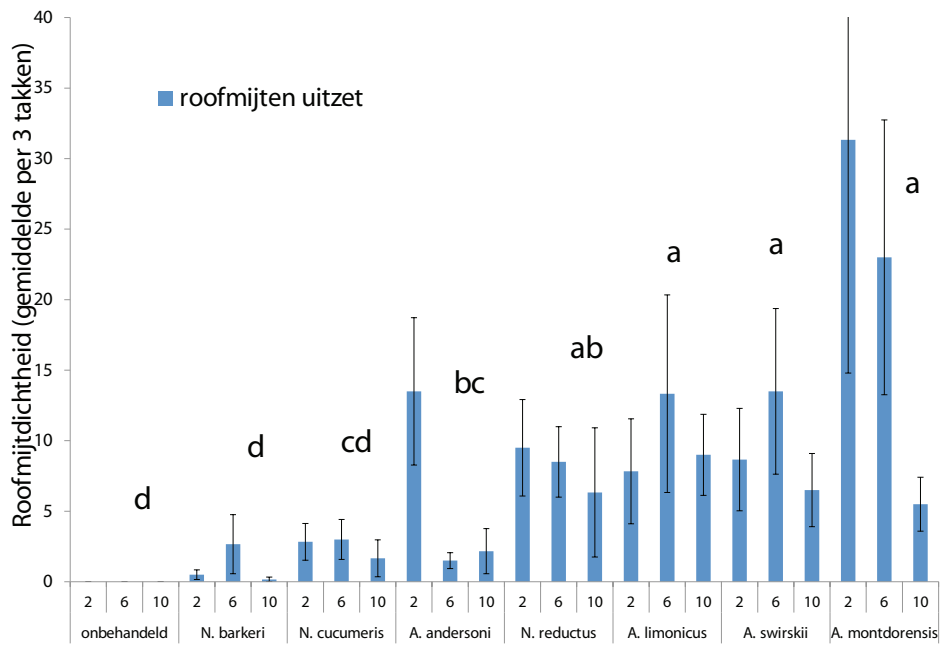


Figuur 2.2. Posities van de verschillende behandelingen verdeeld per planting over 9 veldjes.

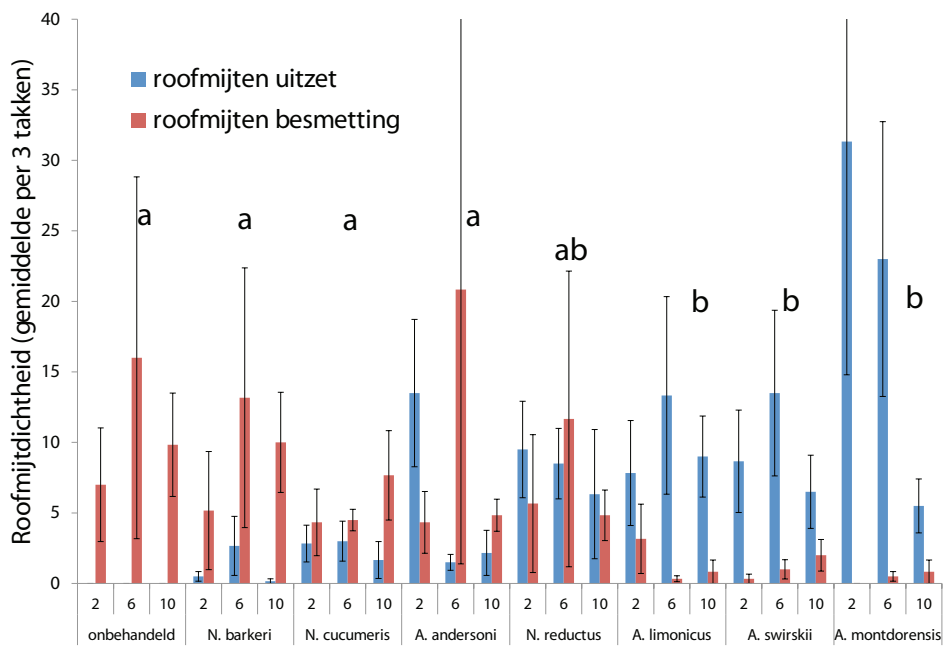
2.3 Resultaten

Tijdens de 6 opeenvolgende teelten van chrysan bleken de roofmijten *A. swirskii*, *A. limonicus* en *A. montdorensis* zich het beste te vestigen (Figuur 2.3.). De dichtheden waren significant hoger dan bij de roofmijten *A. andersoni*, *N. cucumeris* en *N. barkeri*, die zich slecht vestigden. De roofmijt *N. reductus* vestigde zich matig. Er moet hierbij opgemerkt worden dat deze roofmijt een aantal keer in lagere dichtheden is uitgezet (Tabel 1.), dus de vestigingsdichtheden zijn waarschijnlijk een onderschatting. Wanneer per veldje ook de roofmijten werden geteld die er oorspronkelijk niet in zijn uitgezet, werden er zelfs meer roofmijten gevonden in de veldjes waar niets was uitgezet (Figuur 2.4.). Waarschijnlijk nam de trips daar in het begin van de teelt sterker toe, waardoor er meer voedsel was voor roofmijten en de roofmijtdichtheden er het hoogst werden. De roofmijt die hier het meest voor verantwoordelijk was, was *A. limonicus* (Figuur 2.5.). De roofmijten *A. montdorensis* en *A. limonicus* gaven de beste onderdrukking van trips (Figuur 2.6.). Tijdens planting 2 en 6 waren de tripsdichtheden aanzienlijk hoger dan in de andere teelten (Figuur 2.7.). Om te bepalen of de vestiging van roofmijten anders is bij lagere dichtheden, zijn de gemiddelde roofmijt- en tripsdichtheden ook berekend zonder deze 2 teelten. Het beeld werd echter niet anders. Opnieuw werd de beste vestiging waargenomen bij de roofmijten *A. swirskii*, *A. limonicus* en *A. montdorensis* (Figuur 2.8.) en de beste bestrijding van trips bij *A. montdorensis* en *A. limonicus* (Figuur 2.9.). Tijdens de 1ste planting is het gewas kunstmatig geïnfecteerd met Californische trips in een zeer lage dichtheid. Echter, later in het najaar zijn ook tripsen van de soort *Thrips nigropilosus*, de chrysentrips, waargenomen. Vooral bij de sterke tripstoename in planting 6 was deze trips sterk vertegenwoordigd. Er was dus een gemengde populatie van 2 tripssoorten aanwezig die bij de verdere analyses zijn beschouwd als één groep.

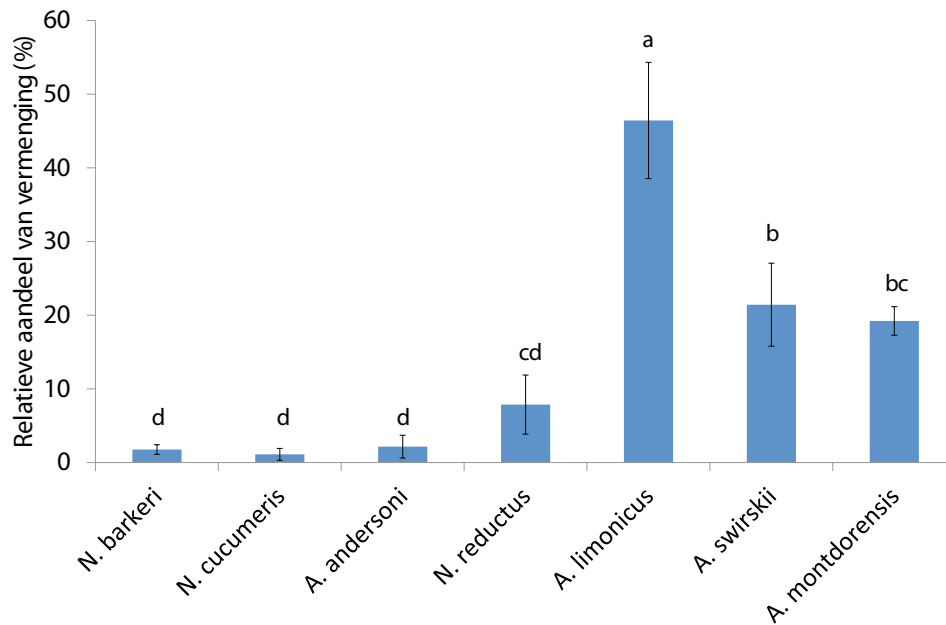
In de praktijkmonsters werd *A. montdorensis* teruggevonden op Fortune, Amadea, Baltica spin yellow, Asenka, nr. 42456 en 42754. *Amblyseius swirskii* werd gevonden op Baltica yellow, Baltica spin yellow en nr. 42456. *Amblyseius andersoni* werd gevonden op Amadea en Baltica cream. De dichtheden waren in alle gevallen zeer laag, maximaal 1 of 2 roofmijten per tak.



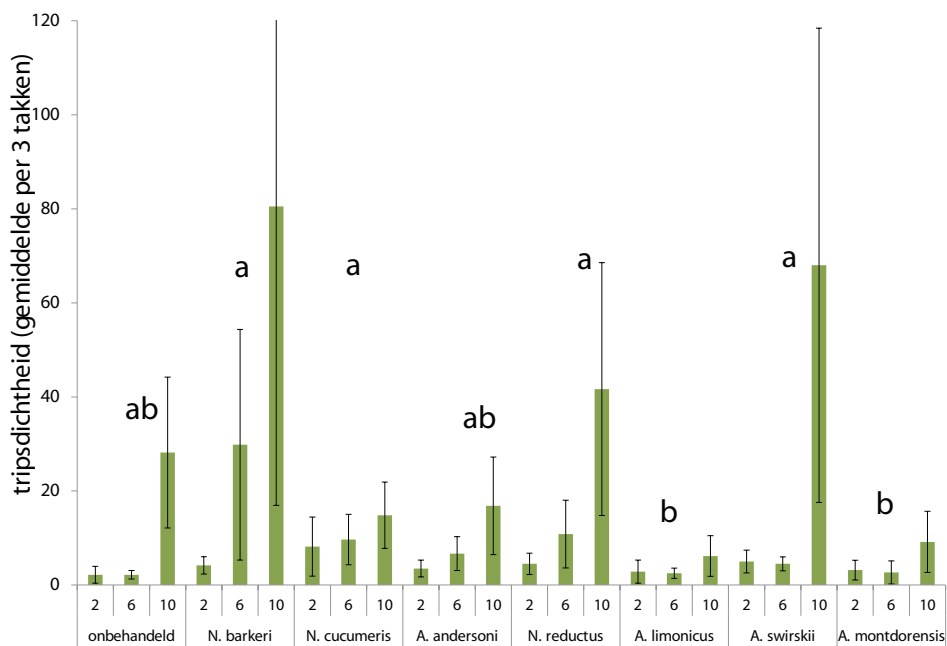
Figuur 2.3. Gemiddelde dichtheden (\pm se) van uitgezette roofmijten van 6 teelten. Verschillende letters geven significante verschillen tussen de behandelingen weer ($p < 0.05$).



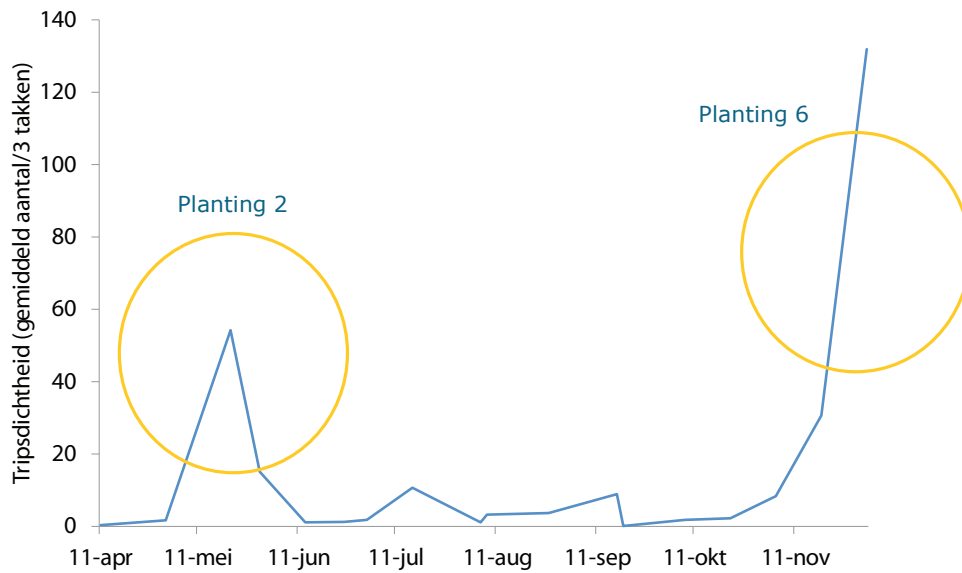
Figuur 2.4. Gemiddelde dichtheden (\pm se) van uitgezette roofmijten en roofmijten vanuit andere veldjes van 6 teelten. Verschillende letters geven significante verschillen aan voor de som van roofmijten tussen de behandelingen ($p < 0.05$).



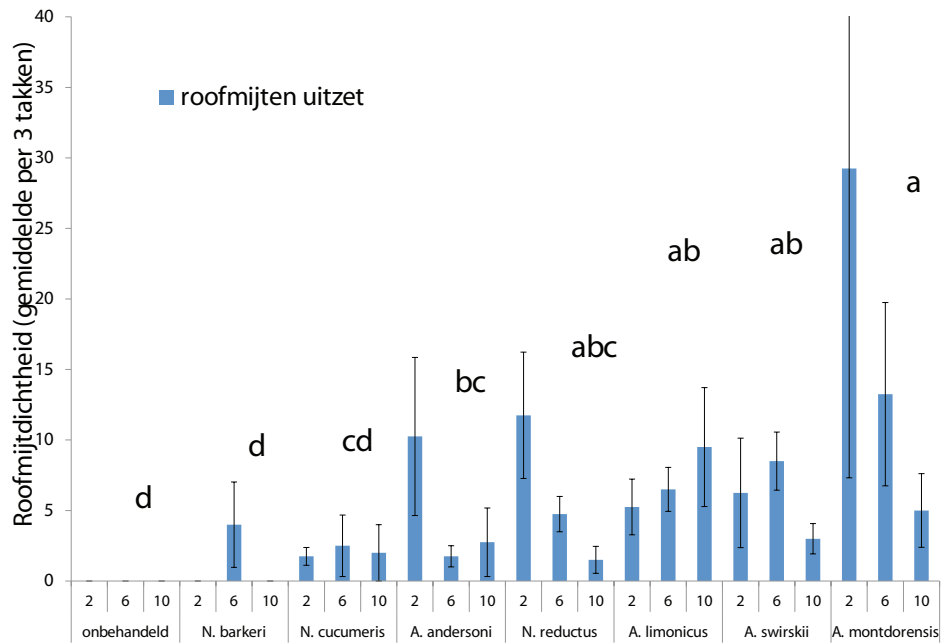
Figuur 2.5. Relatieve aandeel van roofmijtsoorten in vermengingen bij andere veldjes. Weergegeven zijn de gemiddelde percentages (\pm se) per teelt. Verschillende letters geven significante verschillen tussen de behandelingen weer ($p < 0.05$).



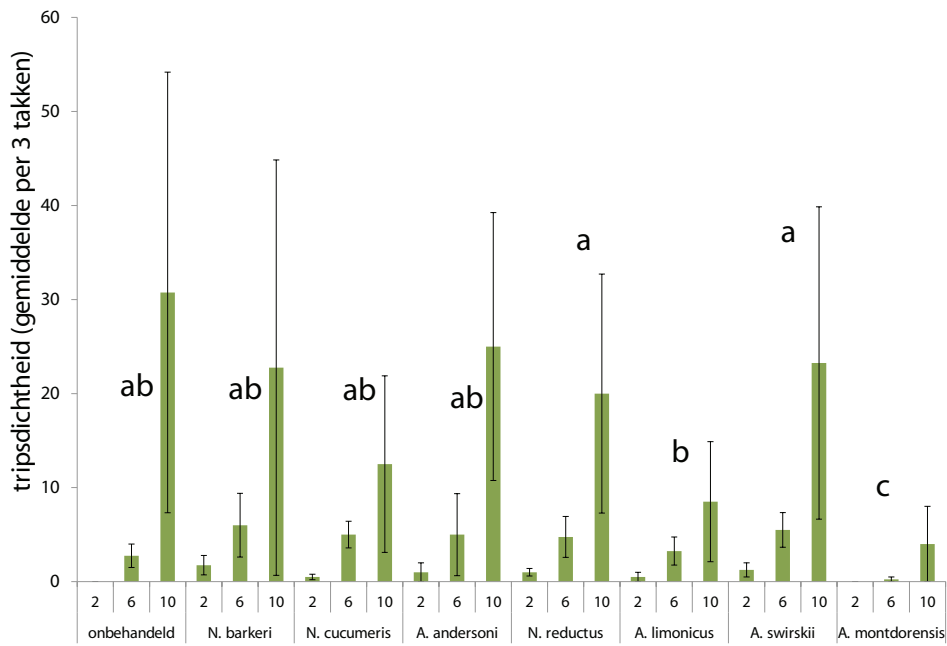
Figuur 2.6. Gemiddelde dichtheden (\pm se) van trips van 6 teelten. Verschillende letters geven significante verschillen tussen de behandelingen weer ($p < 0.05$).



Figuur 2.7. Gemiddelde tripsdichtheid van alle behandelingen tijdens de 6 teelten chrysant.



Figuur 2.8. Gemiddelde dichtheden ($\pm se$) van uitgezette roofmijten van 4 teelten met een relatief lage tripsdichtheid (planting 1, 3, 4 en 5). Verschillende letters geven significante verschillen tussen de behandelingen weer ($p < 0.05$).



Figuur 2.9. Gemiddelde dichtheden (\pm se) van trips van 4 teelten met een relatief lage tripsdichtheid (planting 1, 3, 4 en 5). Verschillende letters geven significante verschillen tussen de behandelingen weer ($p < 0.05$).

2.4 Conclusies

- De roofmijten *N. barkeri* en *N. cucumeris* vestigden zich slecht in chryasant
- Er was een matige vestiging van *A. andersoni* en *N. reductus*
- Er was een goede vestiging van *A. swirskii*, *A. limonicus* en *A. montdorensis*, behalve *A. swirskii* in het najaar
- De beste verspreiding van de roofmijten werd waargenomen bij de soorten *A. limonicus*, *A. swirskii*, en *A. montdorensis*, met name bij *A. limonicus*
- De roofmijten *A. montdorensis* en *A. limonicus* gaven de beste onderdrukking van trips

3 Voedsel voor Orius

3.1 Inleiding

Roofwantsen van het geslacht *Orius* kunnen een goede aanvulling zijn op tripsbestrijding met roofmijten, doordat ze zich ook voeden met de grotere tripslarven en volwassen tripsen. In de praktijk worden ze echter nauwelijks ingezet, omdat ze zich moeilijk handhaven in een chrysantengewas met zeer lage plaagdichtheden. Sommige telers zetten in bepaalde perioden wekelijks roofwantsen uit, maar dit is een erg dure methode met weinig aantoonbaar effect. In 2011 is door Wageningen UR Glastuinbouw onderzoek gedaan aan de roofwants *Orius majusculus* in chrysant (PT-project 14050). Deze soort blijkt zich redelijk goed te kunnen handhaven in chrysant van voorjaar tot in oktober, mits er voldoende prooien aanwezig zijn. In de praktijk is dit vaak niet het geval. Er is daarom behoefte aan methoden om de vestiging van deze roofwants te verbeteren met alternatieve prooien of alternatief voedsel. Het voordeel van *O. majusculus* is dat ze naast trips ook goede bestrijders van bladluis zijn (Messelink *et al.* 2013). Het doel van dit onderdeel is om te bepalen of de vestiging en populatieopbouw van de roofwants *O. majusculus* op chrysant te verbeteren is door het aanbieden van bijvoeding. Parallel aan dit project, is een verwant project uitgevoerd gericht op het bijvoeren van *Orius laevigatus* in het gewas: "Natuurlijke vijanden lokken en vasthouden (Lure & reward) voor weerbare teeltsystemen". Dit project viel onder het Programma Innovatie Plantgezondheid, wat wordt gefinancierd door het Ministerie van Economische Zaken. Voor de volledigheid van de informatie worden in dit verslag resultaten getoond over beide roofwantsen (beide projecten).

Geteste voedseltypes

Om voedseltypes te selecteren is er een literatuuronderzoek uitgevoerd en is er informatie verzameld via contacten. Het overzicht (Tabel 3.1.) resulteerde in drie soorten bijvoeding: alternatief (niet levend) voedsel, bankerplanten en alternatieve prooien (Tabel 3.1; Figure 3.1, 3.2, en 3.3).

Tabel 3.1. Overzicht van de voedseltypes die getest zijn in het kader van dit project (*O. majusculus*) en een verwant project (*O. laevigatus*). Voor de volledigheid van de informatie worden resultaten vermeld van beide projecten. Roofwants-voedsel combinaties die gemarkeerd zijn met een '+' zijn in het kader van het onderzoek getest.

Voedseltype	Voedsel	<i>O. laevigatus</i> (EZ)	<i>O. majusculus</i> (PT)	Referentie
Alternatief voedsel	Kreeftcysten (<i>Artemia franciscana</i>)	+	+	(de Clercq, Arijs et al. 2005; Riudavets, Arno et al. 2006)
	Meelmoteieren (<i>Ephestia kuehniella</i>)	+	+	(de Clercq, Arijs et al. 2005; Riudavets, Arno et al. 2006)
	Maispollen (<i>Zea mays</i> cv saccharata)	+	+	(Hoogerbrugge, van Houten et al. 2008)
	Predfeed®		+	(Messelink, Holstein-Saj et al. 2009)
	Bijenpollen (Cistus)		+	(Cocuzza, Clercq et al. 1997)
Bankerplanten	Alyssum (<i>Lobularia maritima</i>)	+	+	(Oveja, Arno et al. 2012; Pumarino & Alomar 2012a; Pumarino, Alomar et al. 2012b)
	Peper (<i>Capsicum annuum</i> cv Purple Flash)	+	+	contacten
Alternatieve prooien (voermijten)	<i>Acarus siro</i>	+	+	(El-Husseini & Sermann 1992)
	<i>Tyrophagus putrescentiae</i>	+	+	(El-Husseini & Sermann 1992)
	<i>Carpoglyphus lactis</i>	+	+	(El-Husseini & Sermann 1992)



Artemia - Kreeftcysten
(*Artemia franciscana*)



Ephestia - Meelmoteieren
(*Ephestia kuehniella*)



Maispollen
(*Zea mays* cv *saccharata*)

Figuur 3.1. Roofwantsen zijn generalistische predatoren en kunnen zich voeden met prooien zoals meelmoteieren (verder 'ephestia' genoemd), maar ook met andere voedseltypen zoals pollen en kreeftcysten (verder 'artemia' genoemd). De ontwikkeling van *O. majusculus* en *O. laevigatus* is vergeleken op verschillende types van alternatief voedsel (Tabel 1.), waaronder ephestia, artemia en maispollen.



Figuur 3.2. Bankerplanten: De planten produceren pollen die als alternatief voedsel kan dienen voor roofwantsen en andere predatoren. Twee soorten bankerplanten zijn getest. Links: Alyssum (*Lobularia maritima*). Rechts: Peper (*Capsicum annum* cv *Purple Flash*).



Figuur 3.3. Alternatieve prooien: Astigmata mijten op een chrysantblad. Astigmata is een diverse groep van veelal schimmel-etende (=mycofage) mijten (verder 'voermijten' genoemd). Verschillende Astigmata soorten worden gebruikt als prooien in de massakweken van roofmijten, maar er zijn ook aanwijzingen dat het geschikte prooien zijn voor roofwantsen (El-Husseini & Sermann 1992). De meeste voermijten kunnen prima gekweekt worden op voedingstoffen zoals zemelen en gist. Door deze voedingstoffen aan te brengen in het gewas, kan zich een populatie alternatieve prooien ontwikkelen die niet afhankelijk is van het plant als voedselbron (Hoogerbrugge et al. 2008). Deze prooien kunnen mogelijk de opbouw van predatorpopulaties, zowel roofmijten als roofwantsen, verbeteren. Drie soorten voermijten zijn getest als mogelijke alternatieve prooien voor *Orius*: *Acarus siro*, *Tyrophagus putrescentiae* en *Carpoglyphus lactis*.

3.2 Opzet

De verschillende voedseltypen zijn getest in laboratorium en / of kasproeven, afhankelijk van de eigenschappen van het voedsel. In de laboratoriumproeven is de ontwikkeling en overleving van *Orius* nimfen individueel gemeten, terwijl bij de kasproeven is de opbouw van *Orius* populaties getest. Bankerplanten zijn uitsluitend in kasproeven getest, zodat er intacte planten (en daarmee pollen in optimale kwaliteit), aan de wantsen aangeboden werden. Voermijten zijn uitsluitend in laboratoriumproeven getest zodat de kwaliteit van verschillende mijtsoorten nauwkeurig vergeleken kon worden. De meeste alternatieve voedseltypen zijn zowel in kasproeven als in laboratoriumproeven getest.

3.2.1 Ontwikkeling en overleving van nimfen (laboratoriumproeven)

De proeven zijn uitgevoerd in petrischalen. Op de bodem van de schaal was wateragar gegoten en daarop een bladpons van chrysant (cv. Omega Pink) gelegd met de bovenkant van het blad op de agar (Figuur 3.4.). Het voedsel is op de bladpons gelegd en twee maal per week verversd. Per schaalje is één pas uitgekomen *Orius* nimf geplaatst. De schalen zijn weggezet in een klimaatkast (25 °C/ 70 RV/ 16L:8D). Jonge nimfen zijn 3 maal per week gemonitord en de overleving werd bepaald. Oudere nimfen zijn dagelijks gemonitord om de exacte ontwikkelingsduur tot adult te bepalen. Verschillen in overleving van nimfen tussen behandelingen zijn getest met Kaplan-Meijer Survival Analyse.



Figuur 3.4. Opzet laboratorium proeven: ontwikkeling en overleving van nimfen. De proeven zijn uitgevoerd in petrischalen met bladpensen chrysant op agar. Per schaal is één pas uitgekomen *Orius* nimf gekweekt met één van de geteste diëten. Jonge nimfen zijn 3 maal per week gemonitord om de overleving te bepalen. Nimfen die de volwassen stadium naderden zijn dagelijks gemonitord om de ontwikkelingstijd tot adult te bepalen.

3.2.2 Populatieopbouw (Kasproeven)

De proeven zijn uitgevoerd in gaaskooien (90X60X60 cm) in een kas (Figuur 3.5. en 3.6). Per kooi zijn er 10 opgepotte chrysanten geplaatst (snijchrysant: cv Euro) of vijf opgepotte bankerplanten. De kooien stonden op teelttafels en de planten zijn voorzien van water en voeding via eb en vloed. Per kooi, zijn 10 pas volwassen geworden *Orius*-paren ingezet, samen met het te testen alternatief voedsel of de bankerplanten. Het voedsel werd in overvloed op de bladeren toegediend twee maal per week. De bankerplanten begonnen net met bloeien tijdens de start van het experiment (Figuur 3.6.). Vijf weken na de inzet is er een eindtelling uitgevoerd van de *Orius*-populatie per kooi. Het effect van behandeling (dieet, roofwantssoort) op de (log-getransformeerde) aantallen roofwantsen per kooi zijn getest met Anova (GenStat 15^{de} editie). Gepaarde vergelijkingen van behandelingen zijn uitgevoerd met de Fisher's Protected LSD toets.



Figuur 3.5. Opzet kasproeven: Populatieopbouw. Volwassen *Orius* op een chrysantblad met meelmoteieren (*Ephesttia kuehniella*) in één van de kasproeven.



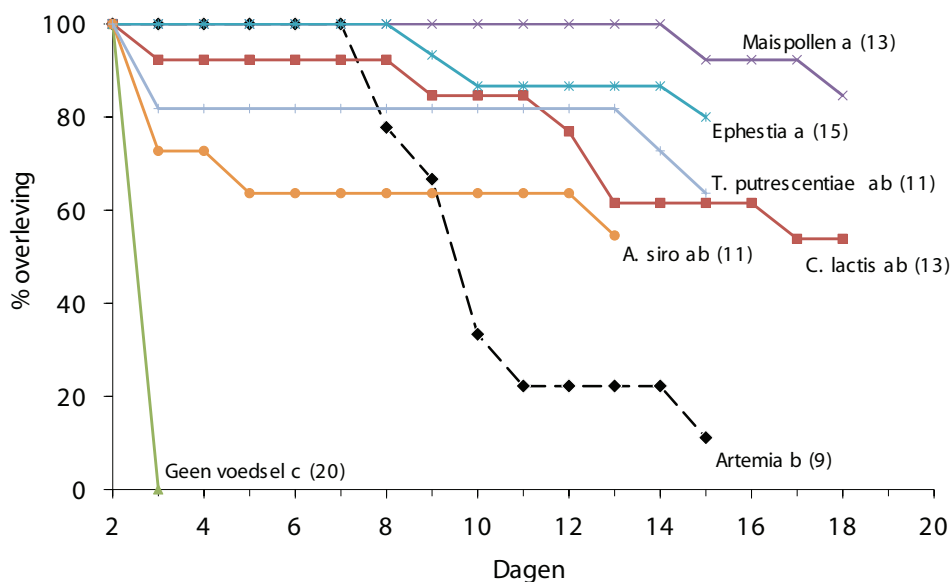
Figuur 3.6. Opzet kasproeven: Populatieopbouw. Kooien met de geteste bankerplanten. Links: Alyssum (*Lobularia maritima*). Rechts: Peper (*Capsicum annuum* cv Purple Flash). Per kooi zijn 10 paren volwassen *Orius* ingezet. Vijf weken na inzet is de populatiegrootte per kooi bepaald.

3.3 Resultaten

3.3.1 Ontwikkeling en overleving van nimfen (laboratoriumproeven)

Orius laevigatus

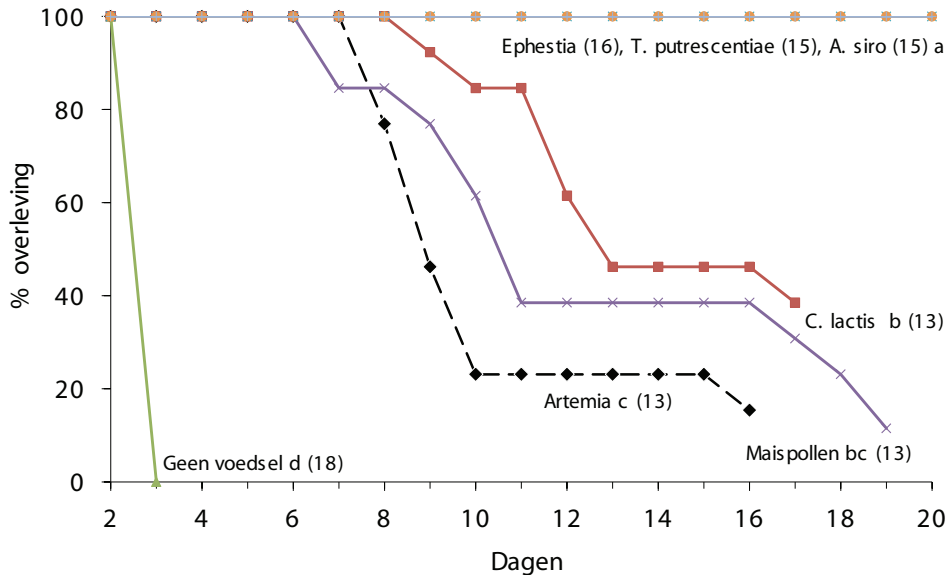
De percentage nimfen van *O. laevigatus* die zich tot het volwassen stadium hebben kunnen ontwikkelen was het hoogste op een dieet van maispollen (85%) en ephestia (80%; Figuur 3.7.). De overleving op voermijten was lager (*T. putrescentiae*: 64%; *A. siro*: 55%; *C. lactis*: 46%;), maar niet significant verschillend dan de overleving op ephestia en maispollen (Figuur 3.7.). De overleving op een dieet van artemiacysten (11%) was lager dan op ephestia en pollen maar beter dan de overleving op chrysantblad zonder voedsel (0%).



Figuur 3.7. Overleving van nimfen van *O. laevigatus* op verschillende diëten. Weergegeven zijn de gemiddelde percentages per dag na inzet. Per petrischaal is één pas uitgekomen *Orius* nimf gekweekt met één van de geteste diëten. Behandelingen gemarkeerd met verschillende letters zijn significant verschillend van elkaar. Het aantal herhalingen per behandeling worden vermeld tussenhaakjes.

Orius majusculus

De overleving van nimfen van *O. majusculus* tot de volwassen stadium was optimaal (100%) op een dieet van ephestia en op twee van de geteste soorten voermijten - *T. putrescentiae* en *A. siro* (Figuur 3.8.). De overleving op de voermijt *C. lactis* was significant lager (38%; Figuur 3.7.). De overleving op een dieet van artemiacysten (15%) en maispollen (11%) was laag, maar beter dan de overleving op chrysantblad zonder voedsel (0%; Figuur 3.8.).

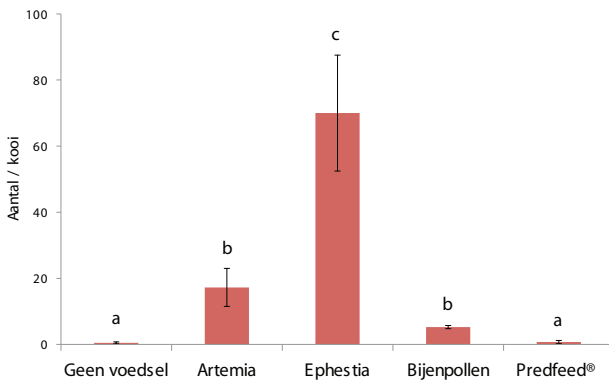


Figuur 3.8. Overleving van nimfen van *O. majusculus* op verschillende diëten. Weergegeven zijn de gemiddelde percentages per dag na inzet. Per petrischaal is één pas uitgekomen *Orius* nimf gekweekt met één van de geteste diëten. Behandelingen gemarkeerd met verschillende letters zijn significant verschillend van elkaar. Het aantal herhalingen per behandeling worden vermeld tussenhaakjes.

3.3.2 Populatieopbouw (kasproeven)

Kasproef 1: Alternatief voedsel voor *Orius majusculus* (week 16 t/m 20, 2012)

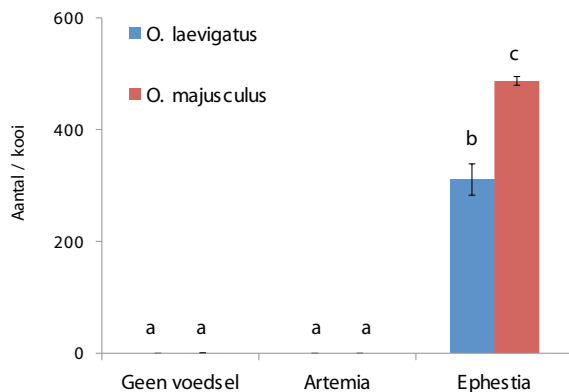
Er was een sterk effect van het type alternatief voedsel op de populatieopbouw van *O. majusculus* op chrysant ($P < 0.001$; Figuur 3.9.). De beste populatieopbouw is gemeten op chrysantplanten met ephestia ($P \leq 0.001$; Figuur 3.9.). Op planten met artemiacysten en bijenpollen (cistus) is betere populatieopbouw gemeten dan op planten met Predfeed® en planten zonder voedsel ($P \leq 0.01$; Figuur 3.9.).



Figuur 3.9. Populatieopbouw van *O. majusculus* op chrysant met verschillende typen bijvoeding. De proeven zijn uitgevoerd in kooien (60X60X90 cm) in een kas, ieder behandeling in vier herhalingen. Tien jonge paren van *O. majusculus* zijn geïntroduceerd per kooi. De wantsen waren 2 maal per week voorzien van voedsel in overvloed. Vijf weken na de introductie van de wantsen is een eindtelling uitgevoerd en populatiegrootte bepaald.

Kasproef 2: Vergelijking populatieopbouw *O. majusculus* en *O. laevigatus* met alternatief voedsel (week 25 t/m 30, 2012)

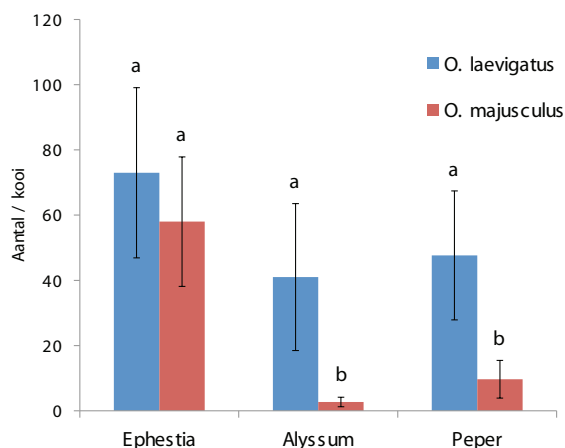
Er was een sterk effect van het type alternatief voedsel op de populatieopbouw van beide roofwantsen ($P < 0.001$; Figuur 3.10.). Bij beide roofwantsen was er geen populatieopbouw op chrysantplanten zonder voedsel of met artemia (Figuur 3.10.). Echter, beide wantsen hebben grote populaties opgebouwd op chrysantplanten met ephestia. De populaties van *O. majusculus* (gemiddeld 487 wantsen / kooi) waren significant groter ($P < 0.05$) dan die van *O. laevigatus* (gemiddeld 311 wantsen / kooi).



Figuur 3.10. Populatieopbouw van *O. majusculus* en *O. laevigatus* op chrysant met verschillende typen bijvoeding. De proeven zijn uitgevoerd in kooien (60X60X90 cm) in een kas, ieder behandeling in drie herhalingen. Tien jonge *Orius* paren van zijn geïntroduceerd per kooi. De wantsen waren 2 maal per week voorzien van voedsel in overvloed. Vijf weken na de introductie van de wantsen is een eindtelling uitgevoerd en populatiegrootte bepaald.

Kasproef 3: Bankerplanten

Er was een significant verschil in de populatieopbouw tussen de twee roofwantsensoorten ($P = 0.006$) op de verschillende planten. De populatieopbouw van *O. laevigatus* was vergelijkbaar op chrysantplanten met ephestia en op beide bankerplanten. Echter, de populatieopbouw van *O. majusculus* was significant lager op de bankerplanten t.o.v. chrysant met ephestia ($P < 0.05$).



Figuur 3.11. Populatieopbouw van *O. majusculus* en *O. laevigatus* op chrysant met ephestia of op bankerplanten. De proeven zijn uitgevoerd in kooien (60X60X90 cm) in een kas, ieder behandeling in drie herhalingen. Tien jonge *Orius* paren van zijn geïntroduceerd per kooi. In kooien met chrysant en ephestia is het voedsel in overvloed op de bladeren toegediend twee maal per week. De bankerplanten waren in bloei bij aanvang en tijdens het experiment (Figuur 3.6.). Vijf weken na de introductie van de wantsen is een eindtelling uitgevoerd en populatiegrootte bepaald.

3.4 Discussie en conclusies

Geen voedsel

De resultaten bevestigen de indruk uit het veld dat *O. laevigatus* en *O. majusculus* zich niet in stand kunnen houden op chrysant zonder voedsel: nimfen waren binnen enkele dagen dood op een dieet van chrysantblad (Figuur 3.7, 3.8) en volwassenen hebben zich niet kunnen vermeerderen in kooien met alleen chrysantplanten (Figuur 3.10.). Echter, voor beide roofwantsen zijn er enkele potentiële vormen van bijvoeding gevonden:

Ephestia

Ephestia is een goede bijvoeding voor beide geteste *Orius*-soorten (Figuur 3.7, 3.8, 3.10). Dat is geen grote verrassing - ephestia wordt als voedsel gebruikt in de massakweken van de wantsen. Het is echter wel belangrijk om te zien dat de wantsen dit voedsel ook op gewasniveau gebruiken en daarmee in staat zijn om grote populaties op te bouwen. In kasproef 2, heeft *O. majusculus* hogere populaties bereikt dan *O. laevigatus* op chrysant met ephestia. Een mogelijke verklaring is te vinden in de resultaten van de laboratoriumproeven: bij *O. majusculus* is de overleving van nimfen tot adult hoger dan bij *O. laevigatus* op een dieet van ephestia (100% vs. 80% respectievelijk). Echter, in kasproef 3 was de populatieopbouw van beide wantsen vergelijkbaar op chrysant met ephestia (Figuur 3.11.).

Artemia

Hoewel er in laboratoriumstudies goede overleving en reproductie is gemeten van *O. laevigatus* op Artemia (de Clercq *et al.* 2005), waren de resultaten met artemia in deze studie matig (Figure 3.7, 3.8, 3.9, 3.10). Een mogelijke oorzaak is dat *Orius* wantsen een hoger vochtgehalte in het voedsel nodig hebben om die te kunnen benutten, in vergelijking met andere wantsen zoals *Macrolophus pygmaeus* (Patrick de Clercq, pers. com.). In de laboratoriumstudies waar goede ontwikkeling is gemeten op artemia, was het voedsel verzadigd met water voordat het aan de wantsen is aangeboden (de Clercq *et al.* 2005). De huidige studie laat zien dat de vochtopname door artemia op het gewas niet voldoende is om consumptie door *Orius* mogelijk te maken. Dat in tegenstelling tot vergelijkbare proeven met *Macrolophus pygmaeus* in tomaat (PT project 14540, Wageningen UR Glastuinbouw), waar de wantsen prima in staat bleken om artemia te eten nadat deze droog op het gewas was gestrooid. Een succesvol gebruik van artemia als bijvoeding voor *Orius* op gewasniveau vraagt om een toedieningsmethode waarbij het voedsel nat op het gewas wordt toegediend - mogelijk door een gel-achtige formulering te gebruiken. Dit zal mogelijk in vervolgonderzoek ontwikkeld kunnen worden.

Pollen en bankerplanten

In het huidige project bleken maispollen en de geteste bankerplanten goede vormen van bijvoeding te zijn voor *O. laevigatus* maar niet voor *O. majusculus* (Figure 3.7, 3.8, 3.11). De overleving van *O. laevigatus* nimfen was vergelijkbaar op maispollen en ephestia (Figuur 4.7.), terwijl bij *O. majusculus* de overleving significant lager was op maispollen (Figuur 3.8.). Bij de bankerplanten was het beeld vergelijkbaar - de populatieopbouw van *O. laevigatus* was vergelijkbaar op beide bankerplanten als op chrysantplanten met ephestia (Figuur 3.11.), terwijl de populatieopbouw van *O. majusculus* significant lager was op de bankerplanten. Dit is in overeenstemming met een recente studie waar voeding met de bankerplant alyssum de overleving van *O. majusculus* verlengde maar niet voldoende was voor reproductie (Pumarino & Alomar 2012a). Dit patroon, waarbij *O. laevigatus* zich beter met pollen kan voeden dan *O. majusculus*, is in overeenstemming met veldwaarnemingen: *O. laevigatus* wordt vaak in bloemen gevonden, zoals in paprika, waar ze dankzij de aanwezige pollen populaties kunnen opbouwen nog voordat plagen het gewas binnendringen. *O. majusculus* wordt meer op het blad waargenomen, mogelijk omdat ze zich minder goed kan voeden met pollen en opzoek moet naar prooien. Het ondersteunen van *O. laevigatus* populaties met bankerplanten of commercieel beschikbare (bijen)-pollen is een strategie die verdere onderzoek rechtvaardigt.

Voermijten

Een tot nu toe amper bestudeerde optie is het bijvoeden van roofwantsen met voermijten van de groep Astigmata. Hoewel verschillende soorten voermijten breed gebruikt worden in de biologische bestrijding, zowel in massakweken als in kweekzakjes, is het gebruikt daarvan tot dusver beperkt tot het voeden van roofmijten. Een eerdere studie wees de mogelijkheid aan om de voermijt *Tyrophagus putrescentiae* ook in de kweek van roofwantsen te gebruiken (El-Husseini & Sermann 1992). De huidige studie laat zien dat naast *T. putrescentiae*, ook andere voermijtsorten mogelijke alternatieve

prooien zijn voor *Orius*. Bij *O. laevigatus* was de overleving van nimfen iets lager op een dieet van voermijten dan op ephestia, maar niet significant verschillend (Figuur 3.7.). Bij *O. majusculus* was de overleving van nimfen optimaal (100%) op ephestia en op twee voermijtsoorten (*Acarus siro*, en *T. putrescentiae*), maar significant lager op een derde voermijtsoort (*Carpoglyphus lactis*).

De reproductie van *Orius* op de verschillende voermijten is nog niet getest en zal het onderwerp zijn van vervolgonderzoek in 2013. Indien de voermijten geschikt voedsel blijken voor reproductie van *Orius*, zal verder onderzoek zich moeten richten op ontwikkeling van toedieningsmethodes voor voermijten in het gewas. Deze methode kan bijvoeding bieden voor zowel roofmijten als roofwantsen.

De huidige studie toont aan dat voermijtsoorten onderling verschillen in hun geschiktheid als alternatieve prooien voor *Orius* soorten. Gezien de enorme soortendiversiteit van de Astigmata lijkt het goed mogelijk om via verdere selectie een optimale match te maken tussen voermijtsoort en roofwantssoort.

Eileg op chryasant

Dat er populatieopbouw optreedt in chryasant bij voldoende geschikt voedsel bevestigt dat chryasant een geschikt is voor afzet van eieren door *Orius*. In proeven is eileg vaak waargenomen in de stengels en bladoksels. Op basis van deze resultaten lijkt het goed mogelijk om *Orius* populaties op te bouwen in chryasant door bijvoeding aan te bieden. In vervolgonderzoek zal deze strategie op grotere schaal (semipraktijk/praktijk) getest moeten worden en het effect ervan op tripsbestrijding moeten worden bepaald.

4 Toplagen voor roofmijtstimulering

4.1 Inleiding

Trips verpopt zich gedeeltelijk in de bodem en de bestrijding daarvan met bodemroofmijten kan een belangrijke schakel zijn in een systeemaanpak. Wageningen UR Glastuinbouw heeft in eerder onderzoek de roofmijt *Macrocheles robustulus* geselecteerd voor de bestrijding van trips (Messelink & van Holstein-Saj, 2008) en inmiddels is deze predator commercieel beschikbaar. Echter, ook voor deze bestrijders geldt dat bestrijding pas effectief is bij voldoende hoge dichtheden. Bodemroofmijten komen spontaan in kasgronden voor, maar worden ook door telers uitgezet als aanvulling op de bestrijding van trips en andere grondgebonden plagen. In eerdere proeven met potchrysan bleek dat de toevoeging van toplagen de dichtheid van bodemroofmijten met een factor 5-8 kan verbeteren (Grosman *et al.* 2011). Er waren veel alternatieve prooien (voermijten) in de toplaag, waardoor de roofmijten voedsel hadden en zich konden voortplanten. Recentelijk zijn er ook aanwijzingen gevonden dat bladbewonende roofmijten met deze toplagen gestimuleerd kunnen worden omdat de roofmijten kunnen migreren van het gewas naar de bodem en weer terug. Uitzet van bladroofmijten én bodemroofmijten met toplaag resulteerde in verbeterde vestiging van beiden. Dat resulteerde in verbeterde bestrijding van trips én varenrouwmuggen, ook 11 weken na de laatste introductie van de roofmijten.

Deze toplagen zijn echter nog niet getest in de vollegrondteelt. Het doel van dit onderdeel was om de het gebruik van roofmijtstimulerende toplagen te testen onder praktijkomstandigheden in snijchrysan. De vestiging en populatieopbouw van bodemroofmijten en bladbewonende roofmijten werden bij een chrysanbedrijf getest. Verschillende toedieningswijze en formuleringen van de toplaag zijn getest en vergeleken met uitzet van de roofmijten zonder toplaag. Populatie-dichtheid van prooi en roofmijten in de toplaag en op het blad werden gedurende 2 teelten gevolgd.

4.2 Opzet

Alle proeven zijn uitgevoerd bij het bedrijf 'Harry Wubben Flowers' in Nootdorp. Er zijn twee proeven uitgevoerd, ieder met een duur van één chrysanteelt (8 weken). In de eerste proef is een toplaag op basis van Biotop® getest, en zijn verschillende toedieningsmethodes met elkaar vergeleken. Voermijten hebben zich niet kunnen vestigen in de toplaag in proef 1. Besloten is om in proef 2 de samenstelling van de toplaag aan te passen en om de vestiging van verschillende voermijtsoorten te vergelijken. In beide proeven is de dichtheid van predatoren en potentiële prooien vergeleken in proefvelden met en zonder toplaag gedurende de hele teelt.

Proef 1: Vergelijking toedieningsmethoden

Toplaagvoorbereiding

De geteste toplaag bestond uit een mengsel van Biotop®, bark en gist. De materialen zijn gedurende 24 uur gedroogd (60 °C) en zijn gemengd vlak voor de toediening in het veld.

Proefvelden

Alle proefvelden lagen in dezelfde kasafdeling op verschillende afstanden van het pad (Figuur 4.1.). De grond was vlak voor de teelt gestoomd en de proef is ingezet enkele dagen na het planten (snijchrysan: cv. Euro). Ieder proefveld bestond uit een strook ter grootte van 100 X 360 cm in een bed. Er was een afstand van minstens 4 m tussen proefvelden dat beplant was met hetzelfde cultivar.

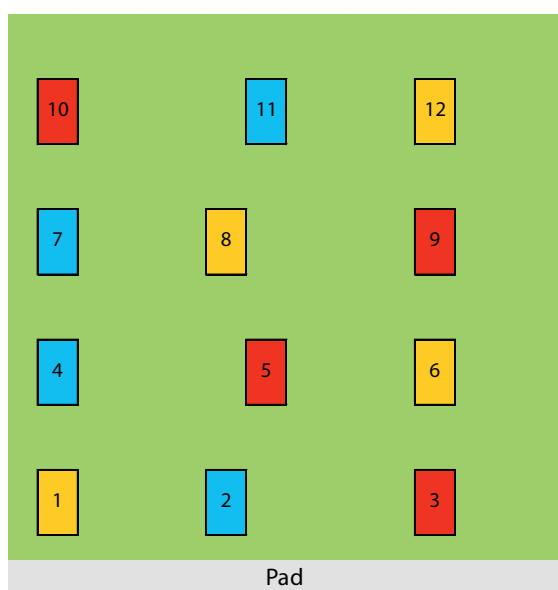
Toedieningsmethoden toplaag

Twee toedieningsmethoden zijn getest: toplaag in stroken en volvelds (Tabel 4.1.). Bij een volvelds toediening is een gelijkmatige laag (1-1.5 cm) aangebracht over het hele proefveld. Bij toediening in stroken, zijn er in de lengte van het proefveld 3 geulen ingegraven (breedte: 3 cm; diepte: 7 cm) waar de toplaag is aangebracht. Na de toediening zijn de

toplagen geïnoculeerd met voermijten (Tabel 4.1.), en is de roofmijt *Amblyseius swirskii* uitgezet in alle proefbedden (Tabel 4.1.). Twee weken na de start bleek dat de voermijten zich niet hebben kunnen vestigen. Er is daarom besloten om voermijten nogmaals uit te zetten. In de tweede uitzet zijn er drie verschillende soorten voermijten gebruikt (Tabel 4.2.).

Monitoring

Alle proefvelden zijn vier keer bemonsterd met intervallen van 2 weken (weken 2, 4, 6 en 8 na start). Per proefveld zijn substraatmonsters genomen van de toplaag of grond (in controles) en bladmonsters van het gewas. Ieder substraatmonster bestond uit drie sub-monsters van circa 100 ml substraat, genomen op verschillende plaatsen in het proefveld en samengevoegd tot één mengmonster van circa 300 ml per proefveld. Bladmonsters bestonden uit 20 bladeren per proefveld. Insecten en mijten zijn uit de substraatmonsters geëxtraheerd met Tullgrentrechters. Het aantal roofmijten per blad is geteld door de bladeren onder de stereomicroscop te observeren. Verschillen in dichtheden van insecten en mijten tussen behandelingen zijn getest met gegeneraliseerde lineair modellen, met een Poisson verdeling (GenStat 15^{de} editie). De dichtheden zijn vergeleken per proefweek en / of de cumulatieve dichtheid over de hele proefperiode.



Tabel 4.1: Verdeling behandelingen over proefvelden in proef 1 en uitzetdichtheden van voermijt en roofmijt

Toediening toplaag	Proefvelden	Toplaag (L/m ²)	Voermijt <i>A. siro</i> (#/m ²)	Roofmijt <i>A. swirskii</i> (# / m ²)
Geen (controle)	1, 6, 8, 12	0	0	275
Toplaag volvelds	2, 4, 7, 11	18	25,000	275
Toplaag stroken	3, 5, 9, 10	18	25,000	275

Figuur 4.1. Plattegrond proef 1: Alle proefvelden lagen in dezelfde kasafdeling op verschillende afstanden van het pad. Er was een afstand van minstens 4 m tussen proefvelden. Ieder proefveld bestond uit een strook ter grootte van 100 X 360 cm in een bed.

Tabel 4.2. Tweede uitzet voermijten: verdeling voermijtsoorten over proefvelden en uitzetdichtheden. De voermijten zijn voor de tweede keer uitgezet twee weken na de start van proef 1.

Voermijt	Toplaag volvelds	Toplaag stroken	Uitzetdichtheid (#/m ²)
Geen	11	3	0
<i>Tyrophagus putrescentiae</i>	4	9	25,000
<i>Carpoglyphus lactis</i>	7	5	25,000
<i>Acarus siro</i>	2	10	25,000

Proef 2: Vergelijking voermijtsoorten

Aanpassing toplaag samenstelling

In proef 1 bleek dat toplaag toepassing een sterk stimulerend effect had op bodempredatoren. Echter voermijten, die de belangrijkste prooi vormen voor bladbewonende roofmijten in de toplaag, hebben zich niet kunnen vestigen in de toplaag. Het vermoeden was dat de zware beregening en sterke predatie door bodempredatoren de mogelijke oorzaken waren van de slechte vestiging van voermijten. Besloten is om de toplaagsamenstelling aan te passen in proef 2. Biotop is vervangen door zemelen, omdat deze voedselbron consequent goede vestiging van voermijten leverde in proeven met potplanten. Ook is stro toegevoegd om een mogelijke schuilplaats te bieden aan de voermijten tegen beregening en predatie door bodempredatoren. In oriënterende proeven bleek dat de voermijten inderdaad de stro-sprieten zijn ingegaan, er eieren hebben gelegd en kolonies hebben gevormd. In proef 2 hebben de voermijten twee weken de tijd gehad om zich te vestigen in de toplaag voordat deze in het veld is toegediend.

Toplaag voorbereiding

De geteste toplaag bestond uit een mengsel van zemelen, bark, stro en gist. De materialen zijn gedroogd gedurende 24 uur (60 °C) en zijn vervolgens gemengd. De toplagen zijn geïnoculeerd met verschillende soorten voermijten (Tabel 4.3.) en zijn gedurende twee weken in een klimaat-cel gehouden (25 °C; 80% RV; geen licht) vóór de toediening in het veld.

Proefvelden

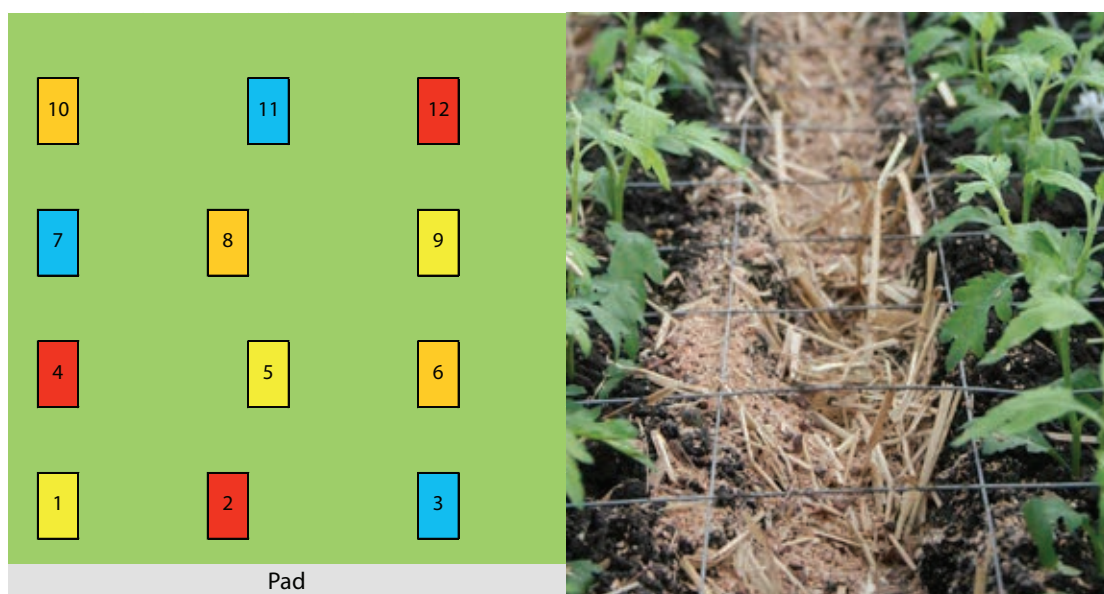
Alle proefvelden lagen in dezelfde kasafdeling op verschillende afstanden van het pad (Figuur 4.2.). De proef is ingezet enkele dagen na het planten (snijchrysant: cv. Euro). Ieder proefveld bestond uit een strook ter grootte van 100 X 360 cm in een bed. Er was een afstand van minstens 4 m tussen proefvelden dat beplant was met hetzelfde gewas.

Toedieningsmethoden toplaag

De toplagen zijn in stroken toegediend. Verschillende voermijtsoorten zijn gebruikt per behandeling (Tabel 4.3.). Per proefveld zijn er drie geulen ingegraven in de lengte van de bed (breedte: 3 cm; diepte: 7 cm) waar de toplaag is aangebracht. De roofmijt *Amblyseius swirskii* is uitgezet in alle proefbedden in de proefstart en 2 weken daarna (Tabel 4.3.).

Monitoring

Alle proefvelden zijn vier keer bemonsterd met intervallen van 2 weken (weken 2, 4, 6 en 8 na start). Per proefveld zijn er substraatmonsters genomen van de toplaag of grond (in controles) en bladmonsters van het gewas. Ieder substraatmonster bestond uit drie sub-monsters van circa 100 ml substraat, genomen op verschillende plaatsen in het proefveld en samengevoegd tot één mengmonster van circa 300 ml per proefveld. Bladmonsters bestonden uit 20 bladeren per proefveld. Insecten en mijten zijn uit de substraatmonsters geëxtraheerd gebruik makend van de Tullgrentrechters. Het aantal roofmijten per blad is geteld door de bladeren onder de stereomicroscop te observeren. Verschillen in dichtheden van insecten en mijten tussen behandelingen zijn getest met gegeneraliseerde lineair modellen, met een Poisson verdeling (GenStat 15^{de} editie). De dichtheden zijn vergeleken per proefweek en / of de cumulatieve dichtheid over de hele proefperiode.



Figuur 4.2. *Links*: Plattegrond teelt 2: Alle proefvelden lagen in dezelfde kasafdeling op verschillende afstanden van het pad met een afstand van minstens 4 m tussen proefvelden. Ieder proefveld bestond uit een strook ter grootte van 100 X 360 cm in een bed. *Rechts*: toplaagstrook in een proefveld. In proef 2 is stro toegevoegd aan de toplaag als mogelijke bescherming voor voermijten tegen beregening en predatie.

Tabel 4.3. Verdeling behandelingen over proefvelden en uitzetdichtheden voermijt en roofmijt.

Toplaag-voermijt combinatie	Proefvelden	Toplaag (L / m ²)	Voermijt (# / L toplaag)	Roofmijt <i>A. swirskii</i> (# / m ²)
Geen	6, 8, 10	0	0	2 X 275
<i>Carpoglyphus lactis</i>	3, 7, 11	18	25,000	2 X 275
<i>Tyrophagus putrescentiae</i>	2, 4, 12	18	25,000	2 X 275
<i>Acarus siro</i>	1, 5, 9	18	25,000	2 X 275

4.3 Resultaten

Proef 1: Vergelijking toedieningsmethoden

Voermijten

Voermijten hebben zich niet gevestigd in de toplaag. In de eerste twee weken na de proefstart zijn de toplagen twee maal per week gemonitord. De aantallen voermijten bleken heel laag. Besloten is om twee weken na de start voermijten voor de tweede keer uit te zetten. Meerdere soorten zijn uitgezet (Tabel 4.2.) om te testen of er verschil was tussen soorten in hun vermogen om te vestigen. Echter, geen van de uitgezette voermijtsoorten heeft zich kunnen vestigen in de toplaag.

Bladroofmijten

De roofmijt *A. swirskii* was nauwelijks waargenomen op bladeren na de uitzet. De roofmijt was ook niet waargenomen in de toplaag. Er is geen stimulerende effect gemeten van de toplaag op *A. swirskii*.

Bodempredatoren

Bodempredatoren zijn niet uitgezet maar kwamen spontaan voor, ondanks het feit dat de kasgrond gestoomd was vlak voor de proef. Verschillende bodempredatoren zijn waargenomen in de toplaag en in mindere mate ook in proefvelden zonder toplaag (Figuur 4.3.). Het zijn veelal generalistische predatoren: kortschildkevers (Staphylinidae), verschillende soorten bodemroofmijten (Tabel 4.4.) en spinnen. Onder de bodemroofmijten, waren predatoren van de genus *Parasitus*

het meest talrijk. In periodes dat deze mijten hoge dichtheden hebben bereikt (proef 1: week 6; proef 2: week2), zijn ze ook op bladeren waargenomen, vooral onderin het gewas.

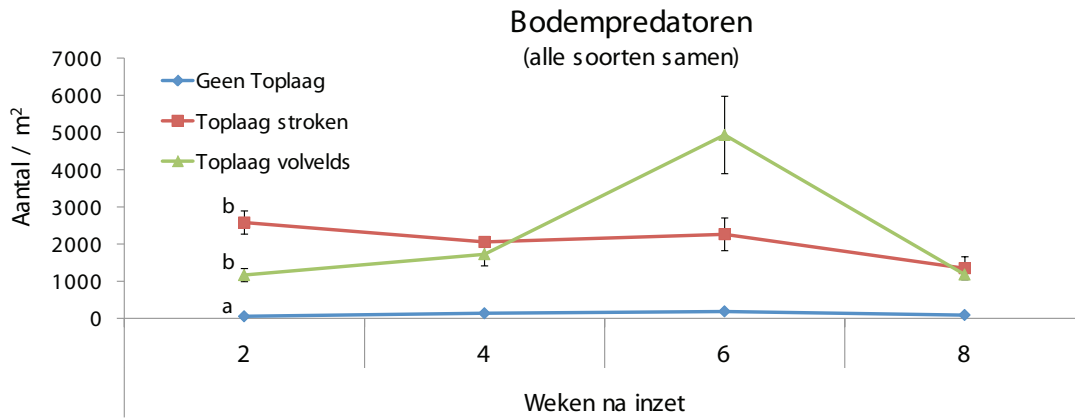
De dichtheid van bodempredatoren (alle soorten samen) was hoger in proefvelden met toplaag gedurende de hele teelt (Figuur 4.3; $P < 0.001$) met een gemiddelde dichtheid van 2157 predatoren/m² in proefvelden met toplaag t.o.v. 118/m² in controles: een toename van factor 18. Er waren geen significante verschillen tussen proefvelden met toplaagstroken en volvelds. De dichtheid van predatoren was hoger in toplaagstroken in week 2, maar omgekeerd (hoger in volvelds) in week 4.

De samenstelling van de predatoren-gemeenschap veranderde in de loop van de proef. In de eerste twee weken werd de toplaag gedomineerd door roofkevers (Figuur 4.4.), die al na 9 dagen in zeer hoge aantallen waren waargenomen in de toplaag. Toplaagtoepassing resulteerde in significant hogere dichtheden van roofkevers (Figuur 4.4; $P < 0.001$) en dit effect was sterker in toplaagstroken dan in volvelds toepassing (Figuur 4.4; $P = 0.005$). Twee weken na de start zijn er gemiddeld 2089 roofkevers/m² in toplaagstroken geteld t.o.v. 42/m² in onbehandelde proefvelden - een factor 50 toename. Gemiddeld over het hele teelt bereikten roofkevers een factor 17 hogere dichtheid in proefbedden met toplagen t.o.v. controles. Echter het stimulerende effect op kortschildkevers was beperkt tot de eerste twee weken van de teelt waarna de toplaag gedomineerd werd door bodemroofmijten.

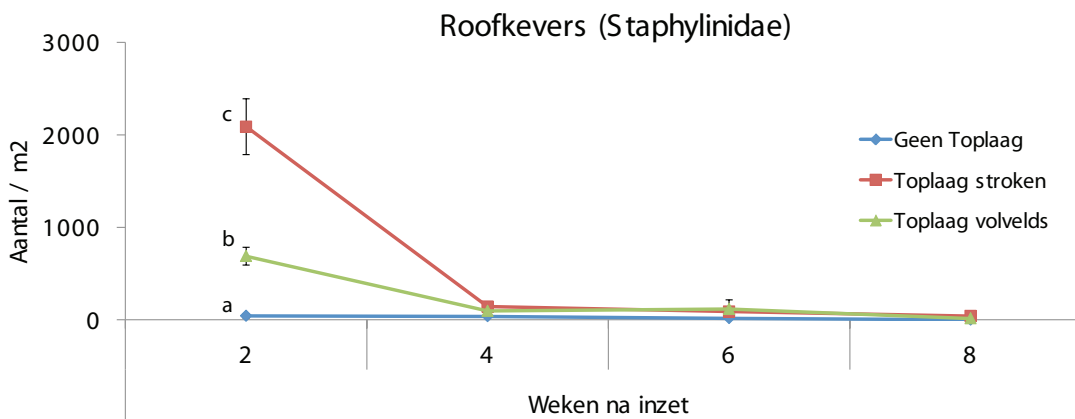
De toename van bodemroofmijten in de toplaag was vanaf week 2 zichtbaar maar pas vanaf week 4 significant hoger dan in proefvelden zonder toplaag (Figuur 4.5; $P < 0.001$). Bodemroofmijten, die de toplaag domineerden gedurende de rest van de teelt hadden sterkere populaties in proefvelden met toplaag tot het einde van de teelt (Figuur 4.5.) - gemiddeld 1719/m² t.o.v. 87/m² in proefvelden zonder toplaag (factor 20 hoger). Spinnen bereikten ook een hogere dichtheid in proefvelden met toplaag (Figuur 4.6; $P = 0.003$), vooral in week 6, maar de aantallen van deze groep (gemiddeld 29/m²) waren vele malen lager dan de dichtheid van bodemroofmijten. Er waren geen significante verschillen in de dichtheid van spinnen en bodemroofmijten tussen velden met toplaagstroken en volvelds.

Tabel 4.4. Bodemroofmijten in de proefvelden. Roofmijten van de genus *Parasitus* (++) waren de meest talrijke groep. Alle bodemroofmijten kwamen spontaan voor.

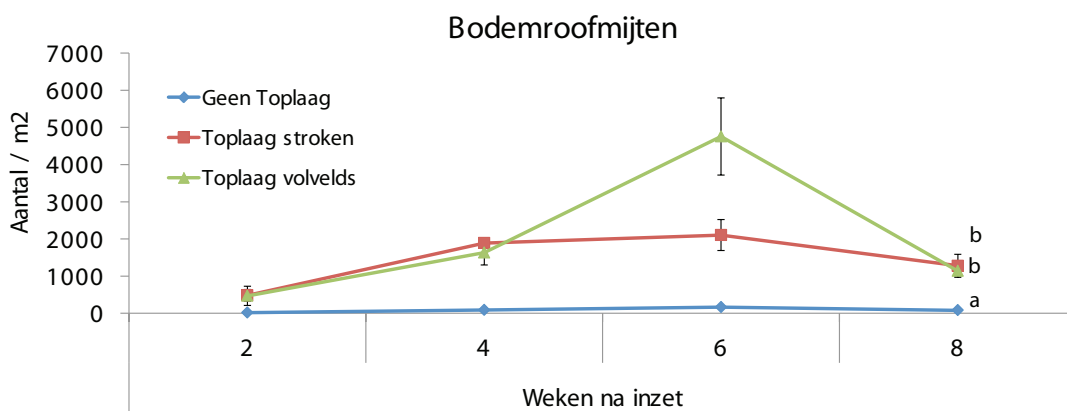
Genus / soort	Proef 1	Proef 2
<i>Parasitus</i> spp.	++	++
<i>Lasioseius</i> spp.	+	
<i>Rhodacarus</i> spp.	+	
<i>Ameroseius</i> spp.	+	
<i>Hypoaspis aculeifer</i>		+



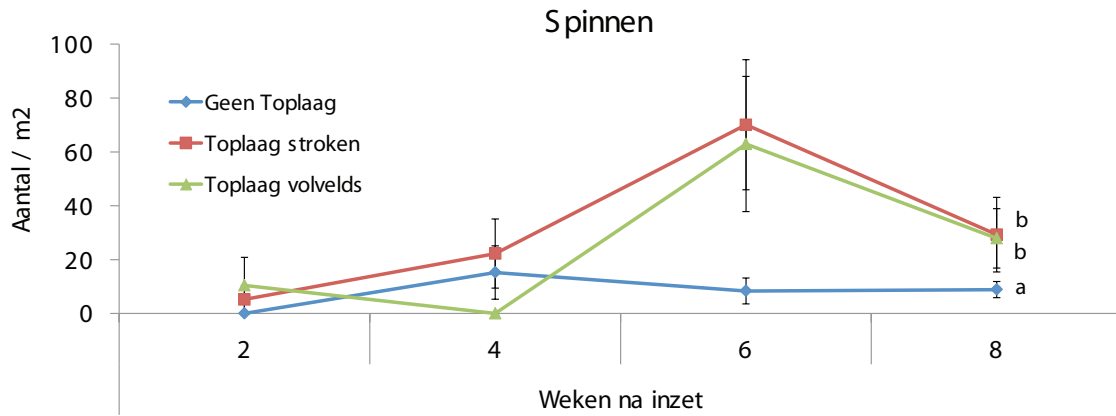
Figuur 4.3. Gemiddelde dichtheid van bodempredatoren in proefvelden zonder toplaag, met toplaag stroken en toplaag volvelds-toediening gedurende een teelt van snijchrysant. Dichtheid is uitgedrukt als aantal predatoren per m^2 proefveld. Verschillende letters geven significante verschillen aan tussen behandelingen (cumulatieve dichtheid over de hele proefperiode; Fisher's protected LSD).



Figuur 4.4. Gemiddelde dichtheid van roofkevers in proefvelden zonder toplaag, met toplaag stroken en toplaag volvelds-toediening gedurende een teelt van snijchrysant. Dichtheid is uitgedrukt als aantal roofkevers per m^2 proefveld. Verschillende letters geven significante verschillen aan tussen behandelingen (cumulatieve dichtheid over de hele proefperiode; Fisher's protected LSD).



Figuur 4.5. Gemiddelde dichtheid van bodemroofmijten (zie soortenlijst in Tabel 3.) in proefvelden zonder toplaag, met toplaag stroken en toplaag volvelds-toediening gedurende een teelt van snijchrysant. Dichtheid is uitgedrukt als aantal bodemroofmijten per m^2 proefveld. Verschillende letters geven significante verschillen aan tussen behandelingen (cumulatieve dichtheid over de hele proefperiode; Fisher's protected LSD).

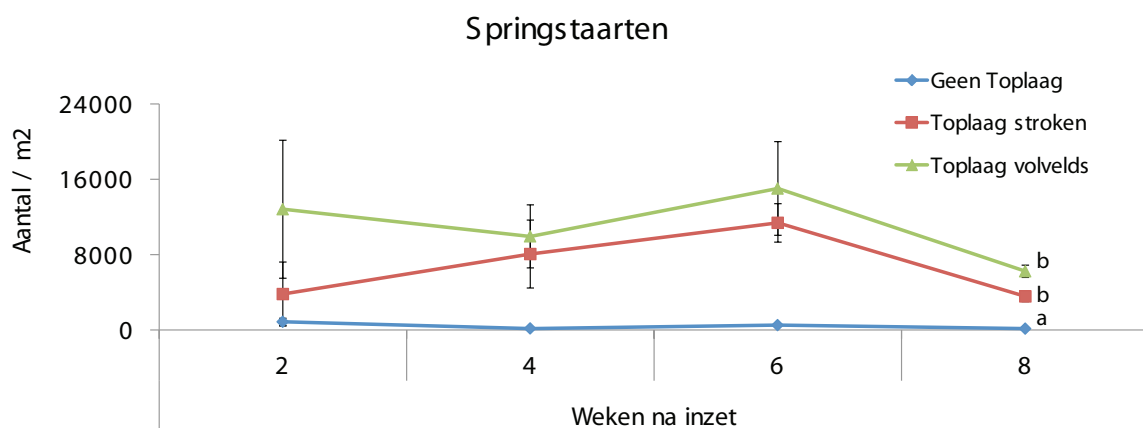


Figuur 4.6. Gemiddelde dichtheid van spinnen in proefvelden zonder toplaag, met toplaag stroken en toplaag volvelds-toediening gedurende een teelt van snijchrysan. Dichtheid is uitgedrukt als aantal spinnen per m² proefveld. Verschillende letters geven significante verschillen aan tussen behandelingen (cumulatieve dichtheid over de hele proefperiode; Fisher's protected LSD).

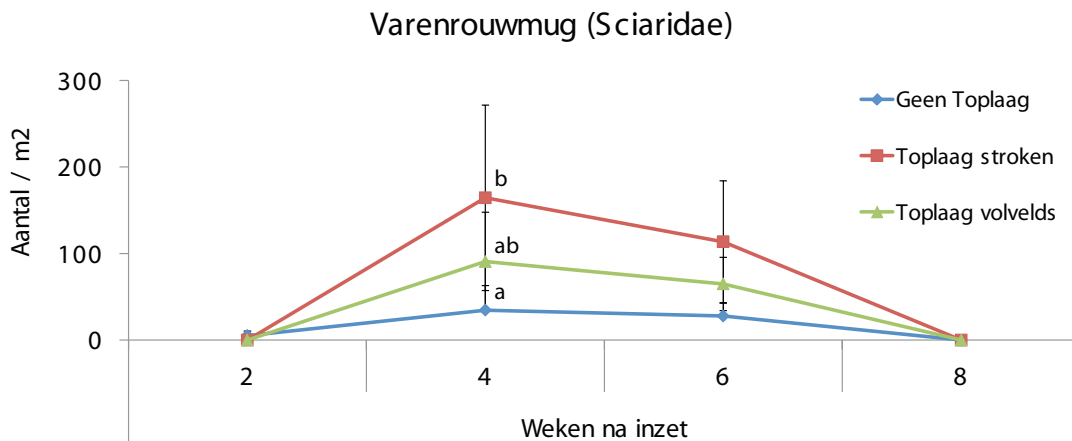
Voedingsbronnen voor bodempredatoren in de toplaag

Hoewel de uitgezette voermijten zich niet hebben kunnen vestigen in de toplaag, zijn er andere potentiële prooien waargenomen in de toplaag. Er is een significant hogere dichtheid van springstaarten (Figuur 4.7; $P < 0.001$) en varenrouwmug-larven (Figuur 4.8; $P = 0.004$) in de toplaag gemeten, maar aaltjes zijn ook af en toe waargenomen. De aanwezigheid van deze prooien kan mogelijk het stimulerende effect van de toplaag op bodempredatoren verklaren. Behalve met prooien bleken roofkevers zich ook met voedingsstoffen in de toplaag te kunnen voeden. Roofkevers hebben in korte tijd een hoge populatie bereikt in de toplaag en gemengde stadia zijn waargenomen. Vooral waar de gist nat werd en is gaan klonteren, zijn extreem hoge aantallen van roofkevernimfen waargenomen.

Om te testen of de roofkevers zich met de gist of met voermijten hebben gevoed in de toplaag, is een oriënterend proefje in het laboratorium uitgevoerd. Volwassen roofkevers zijn in de proefveld verzameld en in het laboratorium gekweekt met bark alleen, bark met de voermijt *Acarus siro* (gekweekt op zemelen) of bark met gist. De roofkevers bleken zich zowel met voermijten als met gist te kunnen vermeerderen. Exacte vergelijking van de kwaliteit van deze diëten is niet uitgevoerd.



Figuur 4.7. Gemiddelde dichtheid van springstaarten in proefvelden zonder toplaag, met toplaag stroken en toplaag volvelds-toediening gedurende een teelt van snijchrysan. Dichtheid is uitgedrukt als aantal springstaarten per m² proefveld. Verschillende letters geven significante verschillen aan tussen behandelingen (cumulatieve dichtheid over de hele proefperiode; Fisher's protected LSD).



Figuur 4.8. Gemiddelde dichtheid van varenrouwmuglarven in proefvelden zonder toplaag, met toplaag stroken en toplaag volvelds toediening gedurende een teelt van snijchrysanthe. Dichtheid is uitgedrukt als aantal varenrouwmug-larven per m² proefveld. Verschillende letters geven significante verschillen aan tussen behandelingen (cumulatieve dichtheid over de hele proefperiode; Fisher's protected LSD).

Proef 2: Vergelijking voermijtsorten

Voermijt vestiging

Ook in deze proef bleken de voermijten niet in staat om zich lang te kunnen vestigen in de toplaag. In de eerste twee weken na de start van de proef zijn de toplagen twee maal per week gemonitord. één week na de start zijn hoge dichtheden van voermijten waargenomen in en op de toplaag. Echter, bij de eerste grote waarneming, twee weken na de start, waren de voermijten praktisch verdwenen. Strosprieten zijn in het laboratorium verder onderzocht - daar bleek dat bodempredatoren (roofkevers en bodemroofmijten) de sprieten in zijn gegaan, en de daar aanwezige voermijtkolonies hebben opgegeten.

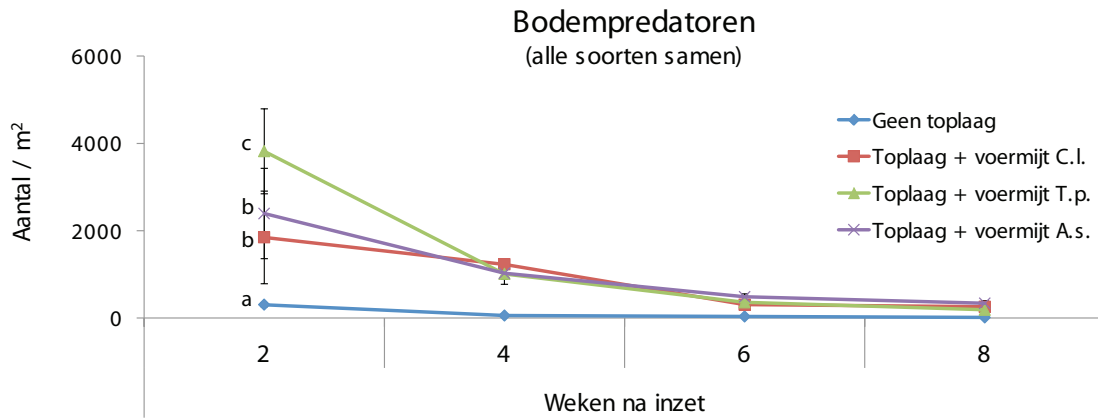
Effect op bladroofmijten

De roofmijt *A. swirskii* is nauwelijks waargenomen op bladeren na de uitzet. De roofmijt werd ook niet waargenomen in de toplaag. Er is dus geen stimulerende effect gemeten van de toplaag op *A. swirskii*.

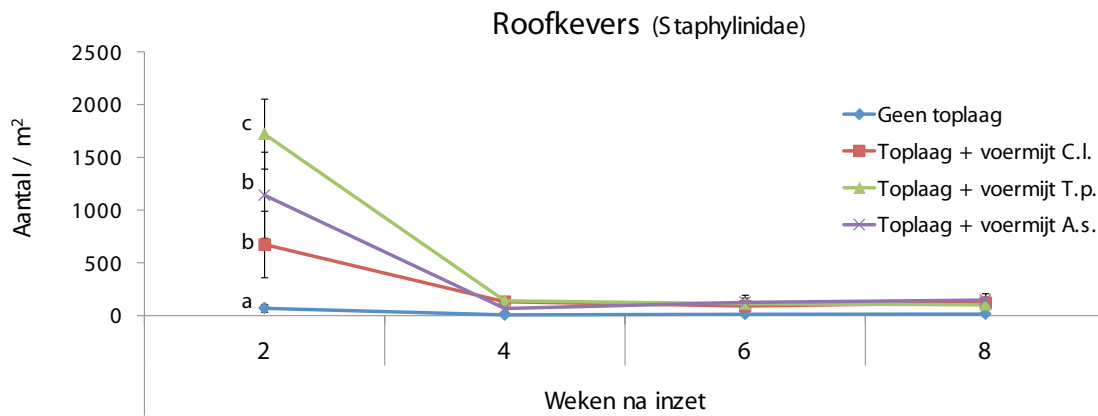
Bodempredatoren

Ook in deze proef zijn er verschillende bodempredatoren waargenomen in de toplaag en in mindere mate in proefvelden zonder toplaag (Figuur 4.9.). Naast kortschildkevers (Staphylinidae), verschillende soorten bodemroofmijten (Tabel 4.4.) en spinnen, zijn er in deze proef ook lage dichtheden van roofvlieg-larven (*Coenosia* sp.) waargenomen in de toplaag (Figuur 4.13.)

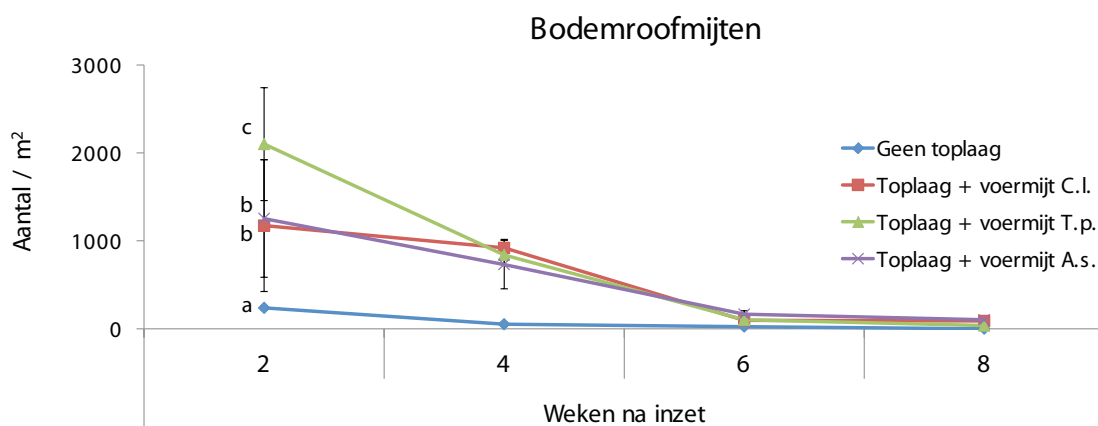
De dichtheid van bodempredatoren (alle soorten samen) was hoger in proefvelden met toplaag gedurende het hele teelt (Figuur 4.9; $P < 0.001$): Gemiddeld was er een factor 11 toename in dichtheid van bodempredatoren in proefvelden met toplagen t.o.v. controles. Bodempredatoren bereikten de hoogste dichtheid in de toplaag met de voermijt *T. putrescentiae*. De hoogste dichtheid aan bodempredatoren is gemeten aan het begin van de teelt (gemiddeld 2687 / m² in week 2), waarna de dichtheid geleidelijk afzakte (gemiddeld 262 / m² in week 8). Voor roofkevers (Figuur 4.10.) en bodemroofmijten (Figuur 4.11.) zijn significant hogere dichtheden gemeten in proefvelden met toplagen, met de hoogste dichtheden in toplagen met de voermijt *T. putrescentiae*. Ook in deze teelt zijn er significant meer spinnen (Figuur 4.12.) gevonden in proefvelden met toplagen, die later in de teelt een vergelijkbare dichtheid hebben bereikt als roofkevers en bodemroofmijten.



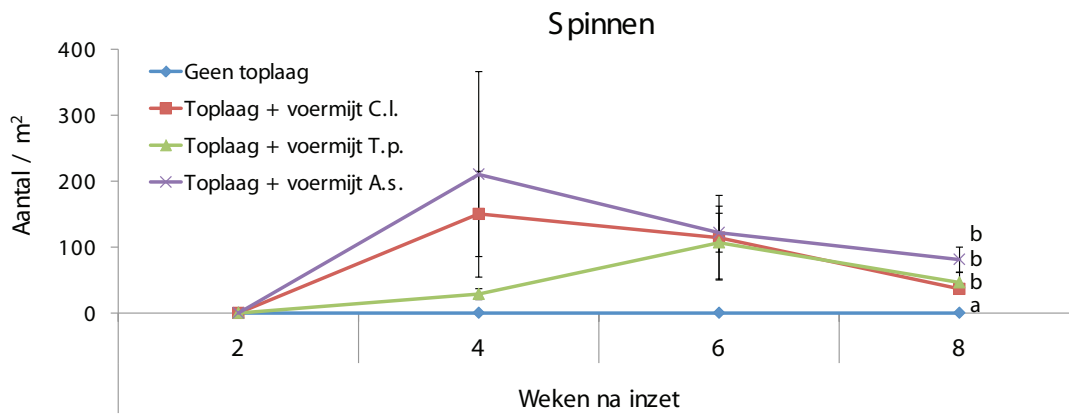
Figuur 4.9. Gemiddelde dichtheid van bodempredatoren in toplagen met verschillende voermijten (*C. lactis* (C.l.), *T. putrescentia* (T.p.) en *A. siro* (A.s.)), of zonder toplaag gedurende een teelt van snijchrysant. Dichtheid is uitgedrukt als aantal predatoren per m² proefveld. Verschillende letters geven significante verschillen aan tussen behandelingen (cumulatieve dichtheid over de hele proefperiode; Fisher's protected LSD).



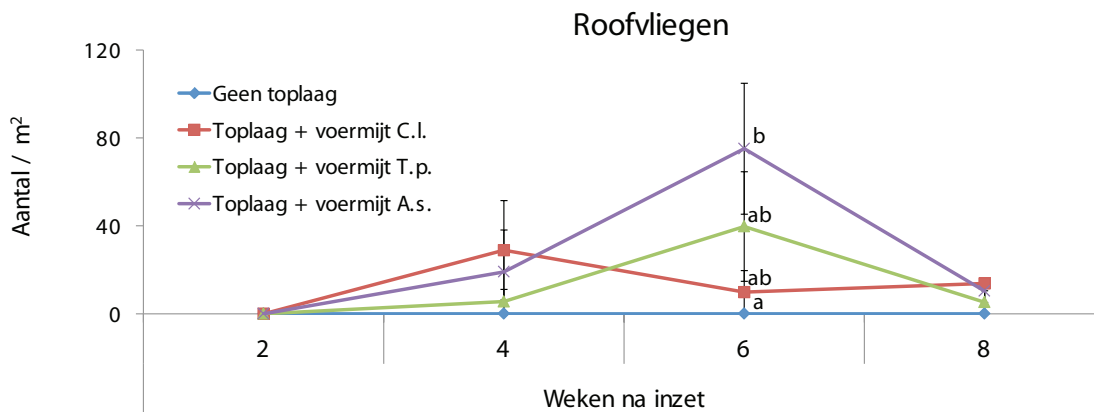
Figuur 4.10. Gemiddelde dichtheid van roofkevers in toplagen met verschillende voermijten (*C. lactis* (C.l.), *T. putrescentia* (T.p.) en *A. siro* (A.s.)), of zonder toplaag gedurende een teelt van snijchrysant. Dichtheid is uitgedrukt als aantal roofkevers per m² proefveld. Verschillende letters geven significante verschillen aan tussen behandelingen (cumulatieve dichtheid over de hele proefperiode; Fisher's protected LSD).



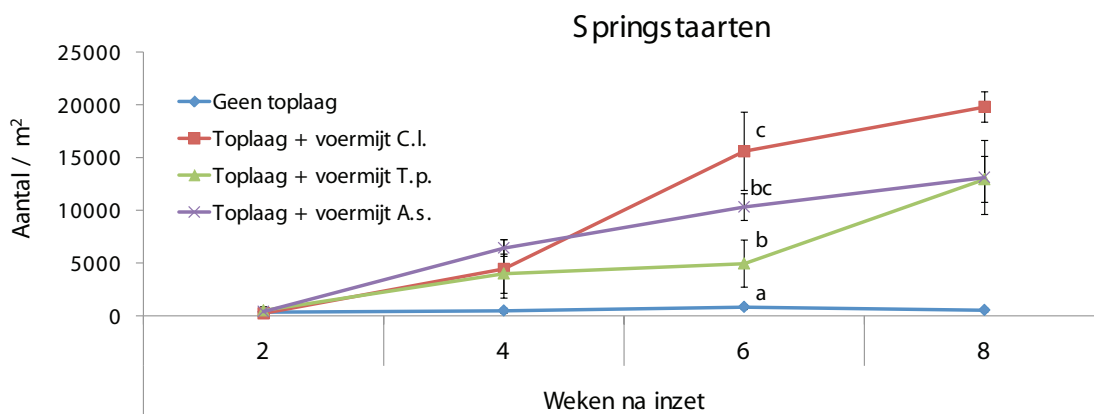
Figuur 4.11. Gemiddelde dichtheid van bodemroofmijten in toplagen met verschillende voermijten (*C. lactis* (C.l.), *T. putrescentia* (T.p.) en *A. siro* (A.s.)), of zonder toplaag gedurende een teelt van snijchrysant. Dichtheid is uitgedrukt als aantal bodemroofmijten per m² proefveld. Verschillende letters geven significante verschillen aan tussen behandelingen (cumulatieve dichtheid over de hele proefperiode; Fisher's protected LSD).



Figuur 4.12. Gemiddelde dichtheid van spinnen in toplagen met verschillende voermijten (*C. lactis* (C.I.), *T. putrescentia* (T.p.) en *A. siro* (A.s.)), of zonder toplaag gedurende een teelt van snijchrysant. Dichtheid is uitgedrukt als aantal spinnen per m² proefveld. Verschillende letters geven significante verschillen aan tussen behandelingen (cumulatieve dichtheid over de hele proefperiode; Fisher's protected LSD).



Figuur 4.13. Gemiddelde dichtheid van roofvliegervlarven in toplagen met verschillende voermijten (*C. lactis* (C.I.), *T. putrescentia* (T.p.) en *A. siro* (A.s.)), of zonder toplaag gedurende een teelt van snijchrysant. Dichtheid is uitgedrukt als aantal roofvliegervlarven per m² proefveld. Verschillende letters geven significante verschillen aan tussen behandelingen (cumulatieve dichtheid over de hele proefperiode; Fisher's protected LSD).



Figuur 4.14. Gemiddelde dichtheid van springstaarten in toplagen met verschillende voermijten (*C. lactis* (C.I.), *T. putrescentia* (T.p.) en *A. siro* (A.s.)), of zonder toplaag gedurende een teelt van snijchrysant. Dichtheid is uitgedrukt als aantal springstaarten per m² proefveld. Verschillende letters geven significante verschillen aan tussen behandelingen (cumulatieve dichtheid over de hele proefperiode; Fisher's protected LSD).

4.4 Conclusies

Dit onderzoek toont de enorme potentie aan om spontaan optredende bodempredatoren te versterken met teeltmaatregelen. Het toevoegen van simpele voedselbronnen zoals (zetmeelrijk) Biotop[®], zemelen en gist bleek een sterk stimulerend effect te hebben op bodempredatoren - vooral roofkevers en bodemroofmijten, maar ook spinnen en in mindere mate roofvliegen. Dit toont aan dat de potentiële waarde van deze predatoren in de bestrijding van trips nog niet benut wordt.

Eenmalige toediening van de topplaag bij de start van de teelt resulteerde in sterkere populaties bodempredatoren gedurende het hele teelt - met een gemiddelde toename van factor 18 en 11 t.o.v. controles (proef 1 en 2 respectievelijk). Bij bodemroofmijten leverde de topplaag een gemiddelde dichtheid van 1176/m², bijna 6 keer hoger dan het advies voor uizetdichtheid voor deze groep (bijv. *Macrocheles robustulus*: 200/m²). Bij roofkevers is een gemiddelde dichtheid bereikt van 394/m², 197 keer hoger dan het advies voor de kortschilkevers (bijv. *Atheta coriaria*: 2 /m²).

In een oriënterende proef bleek dat de roofkevers zich kunnen voeden met prooien in de topplaag (voermijten), maar ook direct met de voedingstoffen in de topplaag (gist). Dit biedt een simpele methode om deze groep generalistische predatoren te stimuleren. In vervolgonderzoek zal de reproductie van roofkevers op verschillende voedselbronnen vergeleken worden, om deze methode te optimaliseren. Dergelijke roofkevers, zoals de commercieel beschikbaar *Atheta coriaria*, worden in de Nederlandse glastuinbouw weinig toegepast, maar kunnen een bijdrage leveren aan de bestrijding van trips en andere bodemgebonden plagen.

Verschillende toedieningmethoden van de topplaag zijn vergeleken. Het stimulerende effect van de topplaag op bodempredatoren was vergelijkbaar bij een toediening in stroken en volvelds. Het is ook mogelijk om de topplaag puntsgewijs toe te dienen, bijvoorbeeld in de lege gaasvakken in chrysantenbedden, en de toediening ervan te automatiseren. In de huidige proeven is een dosering van 5L/m² gebruikt wat resulteerde in een dichtheid van predatoren die veel hoger was dan de adviesuizetdichtheid. De dosering in praktijktoepassing kan dus verlaagd worden afhankelijk van de werkelijke behoeften (plaagdruk).

Voermijten hebben zich niet kunnen vestigen in de topplaag waardoor er geen stimulerende effect was op bladroofmijten die vanaf de plant afdalen om zich te voeden in de bodem. In vervolgonderzoek zal gekeken kunnen worden hoe de samenstelling van de topplaag zo gemanipuleerd kan worden dat voermijten zich beter kunnen vestigen zodat het ook een bijdrage kan leveren aan bladbewonende roofmijten.

5 Aanbevelingen

Dit onderzoek heeft zich gericht op de verbetering van biologische bestrijding van trips met roofmijten en roofwantsen. De bestrijding met roofmijten was veel beter met *A. limonicus* en *A. montdorensis* dan met de standaard roofmijt *N. cucumeris*. Het is aan te bevelen om de massakweektechnieken voor deze soorten verder te optimaliseren, waardoor ze net zo massaal kunnen worden ingezet als *N. cucumeris*. (economisch haalbaar)

Dit onderzoek heeft verder laten zien dat vestiging van zowel roofmijten als roofwantsen enorm verbeterd kan worden met alternatief voedsel of alternatieve prooien in de vorm van mycofage mijten. Verder onderzoek is nodig om methoden te ontwikkelen voor toepassing op praktijkbedrijven. Meer kennis is nodig over de mogelijkheden om mycofage mijten in het gewas aan te brengen. Verder is het nodig om uit te zoeken hoe de samenstelling van een toplaag zo gemanipuleerd kan worden, dat het ook een bijdrage kan leveren aan stimulering van bladbewonende roofmijten die vanaf de plant afdalen om zich te voeden in de bodem.

Tot slot, er is weinig bekend over de chrysantentrips *Thrips nigropilosus*. Het is aan te raden een veldonderzoek te doen onder chrysantentelers om te bepalen welke tripssoorten voorkomen. De bestrijding van trips kan namelijk sterk afhankelijk zijn van de tripssoort omdat het gedrag per tripssoort anders is.

6 Literatuur

de Clercq, P., Y. Arijs, *et al.* (2005).

“Nutritional value of brine shrimp cysts as a factitious food for *Orius laevigatus* (Heteroptera: Anthocoridae).” *Biocontrol Science and Technology* 15(5): 467-479.

Cocuzza, G. E., P. d. Clercq, *et al.* (1997).

“Reproduction of *Orius laevigatus* and *Orius albidipennis* on pollen and *Ephestia kuehniella* eggs.” *Entomologia Experimentalis et Applicata* 82(1): 101-104.

El-Husseini, M. and H. Sermann (1992).

“First successful mass rearing of anthocorids (Heteroptera) on the acarid mould mite, *Tyrophagus putrescentiae* Schr. as new alternative prey.” *Beitrage zur Entomologie* 42(1): 207.

Grosman, A., G. Messelink, and E. d. Groot. (2011).

Combined use of a mulch layer and the soil-dwelling predatory mite *Macrocheles robustulus* (Berlese) enhance the biological control of sciarids in potted plants. *IOBC/wprs Bulletin* 68: 51-54.

Hoogerbrugge, H., Y. v. Houten, *et al.* (2008).

“Alternative food sources to enable establishment of *Amblyseius swirskii* (Athias-Henriot) on chrysanthemum without pest presence.” *IOBC/wprs Bulletin* 32: 79-82.

Messelink, G. and R. van Holstein-Saj. (2008).

Improving thrips control by the soil-dwelling predatory mite *Macrocheles robustulus* (Berlese). *IOBC/wprs Bulletin* 32: 135-138.

Messelink, G., R. v. Holstein-Saj, *et al.* (2009).

Haalbaarheidsstudie alternatief voedsel als ondersteuning voor biologische bestrijding. PT Rapport 254, WUR Glastuinbouw.

Messelink, G. J., C. M. J. Bloemhard, M. W. Sabelis, and A. Janssen. (2013).

Biological control of aphids in the presence of thrips and their enemies. *BioControl* 58: 45-55.

Oveja, M. F., J. Arno, *et al.* (2012).

“Effect of supplemental food on the fitness of four omnivorous predator species.” *IOBC/WPRS Bulletin* 80: 97-101.

Pumarino, L. and O. Alomar (2012a). “The role of omnivory in the conservation of predators: *Orius majusculus* (Heteroptera: Anthocoridae) on sweet alyssum.” *Biological Control* 62(1): 24-28.

Pumarino, L., O. Alomar, *et al.* (2012b). “Effects of floral and extrafloral resource diversity on the fitness of an omnivorous bug, *Orius insidiosus*.” *Entomologia Experimentalis et Applicata* 145(3): 181-190.

Riudavets, J., J. Arno, *et al.* (2006).

“Rearing predatory bugs with the brine shrimp *Artemia* sp. as alternative prey food.” *Bulletin OILB/SROP* 29(4): 235-240.

