Green Challenges: Systeemaanpak biologische plaagbestrijding met gebruik van functionele biodiversiteit

Deel 1: Chrysant

Marjolein Kruidhof, Chantal Bloemhard, Laura Catalá-Senent, Parth Shah, Anup Shinde, Gerben Messelink en Caroline van der Salm

Rapport WPR-941

Referaat

Het doel van het in dit rapport beschreven onderzoek was het ontwerpen en testen van een systeemaanpak voor plaagbestrijding in chrysant op basis van functionele biodiversiteit. De lage plaagtolerantie, het totaalooft systeem en de korte teeltduur van chrysant zijn een uitdaging voor biologische bestrijding. Ze betekenen respectievelijk dat er van nature weinig voedsel voor biologische bestrijders aanwezig is in het gewas, dat biologische bestrijders uit de kas worden afgevoerd wanneer het gewas wordt geoogst, en dat er maar een korte periode is voor het opbouwen van een zogenaamde 'standing army' van biologische bestrijders. Als eerste stap is er een overzicht gemaakt van de belangrijkste soorten plagen en bestrijders en de potentiële kansen en knelpunten voor een systeemaanpak voor plaagbestrijding in chrysant. Het onderzoek heeft zich vervolgens gericht rondom een strategie gebaseerd op een biologische start met generalistische roofwantsen (*Orius* sp.) en roofmijten (*Transeius montdorensis*) in combinatie met verschillende bijvoer-methoden en het verhogen van de plantweerbaarheid door middel van het verrijken van het microbiom in de bodem. In een serie kasproeven is het effect van deze strategie op Californische trips (*Frankliniella occidentalis*) en katoenluis (*Aphis gossypii*) onderzocht. Het inoculeren van bewortelde chrysantenstekken met een relatief hoge dichtheid *Orius* roofwantsen, en het volvelds bijvoeren van de roofwantsen met kwaliteits-Artemia van Biobee Biological Systems, resulteerde in een goede vestiging van *Orius* en een goede bestrijding van Californische trips en katoenluis. Wanneer de kwaliteits-Artemia alleen pleksgewijs werd toegediend, was de bestrijding van trips elders in het gewas onvoldoende. Er zijn geen effecten van de getoetste weerbaarheidsbehandelingen op trips en bladluis waargenomen.

Abstract

The goal of the research described in the report was designing and testing a systems approach for pest control in chrysanthemum on the basis of functional biodiversity. The low pest tolerance, harvest of the complete plants and the short cropping cycle of chrysanthemum form a challenge for biological pest control. They imply respectively that there are naturally no or only little food sources in the crop for natural enemies, that natural enemies are eliminated with the crop at harvest, and that there is only a short time period for the establishment of a so-called 'standing army' of natural enemies. As a first step, an overview was made of the most important pests and natural enemies, and the potential chances and bottlenecks for a systems approach of pest control in chrysanthemum. Subsequent research was focused around a strategy based on a biological start with generalist predatory bugs (*Orius* sp.) and predatory mites (*Transeius montdorensis*) combined with several additional food sources and the elicitation of induced crop defenses through enrichment of the microbiome of the soil. In a series of greenhouse experiments the effect of this strategy on the control of Western flower thrips (*Frankliniella occidentalis*) and the cotton aphid (*Aphis gossypii*) was investigated. The inoculation of rooted chrysanthemum cuttings with a relatively high density *Orius laevigatus* predatory bugs, and full-field application of high-quality Artemia (Biobee Biological Systems) as an additional food source, resulted in a good establishment of *Orius* in the crop and a good control of Western flower thrips and cotton aphids. No effects of the tested soil microbiome enrichment treatments on thrips and aphids were observed.

Rapportgegevens

Rapport WPR-941

PT nummer: 10.18174/522046

Doinummer: 10.18174/522046

Projectnummer: 3742201102

Thema: Gewasgezondheid

Dit project/onderzoek is mede tot stand gekomen door de bijdrage van Productschap Tuinbouw, Ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit, Glastuinbouw Nederland en Biobee Biological Systems

Disclaimer

© 2020 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.

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

	Dankwoord	5
	Samenvatting	7
1	Introductie	11
2	Belangrijkste plagen en ziektes in chrysant	13
	2.1 Californische trips	13
	2.2 Spint	15
	2.3 Bladluis	16
	2.4 Mineervlieg	16
	2.5 Schadelijke rupsen	17
	2.6 Schadelijke wantsen	17
	2.7 Aaltjes	18
	2.8 Overige plagen	18
	2.9 Ziekten	19
3	Kansen en (mogelijke) knelpunten voor een systeemaanpak gewasgezondheid in chrysant	21
	3.1 Huidige geïntegreerde plaagbestrijding	21
	3.2 Overzicht van kansen en (mogelijke) knelpunten voor een systeemaanpak gewasgezondheid in chrysant	21
	3.3 Beschrijving van een systeemaanpak voor biologische plaagbestrijding in chrysant	24
	3.3.1 Biologische start	24
	3.3.2 Bijvoeren van Orius roofwantsen en roofmijten	24
	3.3.3 Watergift	26
	3.3.4 Semi-permanente stroken met functionele biodiversiteit	27
	3.3.4.1 Bankerplanten	27
	3.3.4.2 Nectarplanten	30
	3.3.4.3 Lokplanten	31
	3.3.5 Interacties tussen verschillende soorten natuurlijke vijanden	31
	3.3.6 Mogelijkheden om de weerbaarheid van het chrysantengewas te verhogen	33
4	Ontwerp en toetsing van een strategie voor plaagbestrijding in chrysant met gebruik van functionele biodiversiteit	35
5	Kasproef 1: Effect van biologische start, alternatieve voedselsoort en functionele micro-organismen op de vestiging van natuurlijke vijanden en de bestrijding van trips	37
	5.1 Inleiding	37
	5.2 Materiaal en methoden	37
	5.3 Resultaten	43
	5.4 Discussie	51

6	Kasproef 2: Effect van kwaliteits-Artemia op de vestiging van natuurlijke vijanden en de bestrijding van trips	53
6.1	Inleiding	53
6.2	Materiaal en methoden	53
6.3	Resultaten	57
6.4	Discussie	61
7	Kooiproef 1: Effect van voerstrategie en berekening op de overleving en voortplanting van <i>Orius laevigatus</i>	63
7.1	Inleiding	63
7.2	Materiaal en methoden	63
7.3	Resultaten	64
7.4	Discussie	65
8	Kooiproef 2: Effectiviteit van de roofwantsen <i>Orius laevigatus</i> en <i>Macrolophus pygmaeus</i> op de bestrijding van katoenluis in chrysant	67
8.1	Inleiding	67
8.2	Materiaal en methoden	67
8.3	Resultaten	67
8.4	Discussie	69
9	Kasproef 3: Effect van pleksgewijs bijvoeren met kwaliteits-artemia op de vestiging van <i>Orius laevigatus</i> en de bestrijding van trips en katoenluis	71
9.1	Inleiding	71
9.2	Materiaal en methoden	72
9.3	Resultaten	78
9.4	Discussie	86
10	Systeemaanpak biologische plaagbestrijding in chrysant: waar staan we nu?	87
	Literatuur	89

Dankwoord

Hierbij willen we graag iedereen die aan dit rapport heeft bijgedragen bedanken.

- Productschap Tuinbouw en het Ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit voor de financiële ondersteuning van dit project.
- Helma Verberkt, Aron Boerefijn en hun collega's van Glastuinbouw Nederland voor hun inbreng en ondersteuning van dit project.
- Biobee Biological Systems voor de in-kind bijdrage voor dit project en Amir Grosman voor het meedenken over de proeven.
- Ana Pineda en Martijn Bezemer van het Nederlands Instituut voor Ecologie (NIOO-KNAW) voor de samenwerking binnen dit project.
- Caroline van den Hoek en Meindert van der Wielen van Bioline AgroSciences voor de levering van de roofmijten en prooimijten, en de discussies over de bijvoer strategieën van natuurlijke vijanden.
- Rene Corsten van Delphy voor de teeltbegeleiding van chrysant en het delen van zijn kennis.
- Robert Stolker van Delifor voor de levering van de IPM chrysantenstekken.
- Juliette Pijnakker van Biobest voor de levering van *Orius majusculus*.
- Eveline Stilma van Innoplant voor de brainstormen en discussies voor het inpassen van functionele biodiversiteit in de kas.
- Chrysantenbedrijf Laurens van der Lans in 's Gravenzande en alle deelnemers aan de Bijeenkomst Systeemsprong Chrysant voor de input en feedback over de richting van het onderzoek.
- Alle collega's van Wageningen UR Glastuinbouw die de kassen hebben ingericht, de planten hebben verzorgd en het kasklimaat hebben geregeld.
- Eric Poot en Jim van Ruijven, die samen met Helma Verberkt van Glastuinbouw Nederland aan de wieg van dit project hebben gestaan.

Samenvatting

Een kansrijke manier om teeltsystemen meer robuust en weerbaar te maken is door middel van het incorporeren van functionele biodiversiteit. Het doel van dit projectonderdeel was het ontwerpen en testen van een systeemaanpak op basis van functionele biodiversiteit, waarbij de 'green challenge' lag in de volgende onderzoeksvragen:

Hoe bouw je zo snel mogelijk een functioneel ecosysteem op, en hoe hou je deze in stand, in kasteelten met een:

- *lage plaagtolerantie (= weinig voedsel voor specialistische biologische bestrijders)?*
- *totaaloogst systeem (= afvoer van biologische bestrijders uit de kas met de oogst van het gewas)?*
- *korte teeltduur en/of koele teeltomstandigheden? (= korte periode voor opbouw van een 'standing army')?*

Voor twee verschillende gewas(groep)en is vervolgens een systeemaanpak verder uitgewerkt; voor chrysant en voor eenjarige zomerbloeiers. In dit rapport wordt verslag gedaan van het onderzoek in chrysant.

Om de mogelijkheden voor een systeemsprong in chrysant uit te werken is er bij de start van het project in 2016:

- a. Een overzicht gemaakt van de belangrijkste ziekten en plagen in chrysant. Hierbij zijn de op dat moment belangrijkste bestrijdingsmethoden beschreven en de belangrijkste interacties tussen plagen en natuurlijke vijanden, en tussen natuurlijke vijanden onderling (intraguild predatie) weergegeven (Hoofdstuk 2),
- b. Een overzicht gemaakt van potentiële kansen en knelpunten voor een systeemaanpak gewasgezondheid in chrysant, waarbij mogelijke systeemsprongen zijn geïdentificeerd. Dit overzicht is gebruikt als uitgangspunt voor een discussie met praktijkexperts uit de chrysantensector over mogelijke ontwerpen van een systeemaanpak in chrysant (Hoofdstuk 3).
- c. In samenwerking met Glastuinbouw Nederland een bijeenkomst 'Systeemsprong voor de Chrysantenteelt' georganiseerd bij chrysantenbedrijf van der Lans in 's Gravenzande. Bij deze bijeenkomst waren zowel tuinders, veredelingsbedrijven als adviseurs uit de chrysantensector vertegenwoordigd. Tijdens de bijeenkomst zijn de voor- en nadelen van mogelijke systeemsprongen op basis van functionele biodiversiteit op het gebied van biologische plaagbestrijding besproken.

Op basis van de uitkomsten van de bijeenkomst 'Systeemsprong voor de Chrysantenteelt', is besloten om het vervolgonderzoek van dit projectonderdeel in te richten rondom een strategie gebouwd op een biologische start met generalistische roofwantsen en roofmijten in combinatie met verschillende bijvoer-methoden en het verhogen van de plantweerbaarheid door middel van het verrijken van het microbiom in de bodem (zie Hoofdstuk 4 voor een uiteenzetting van deze strategie). De effecten van verschillende variaties op deze strategie op Californische trips en bladluis zijn onderzocht in een reeks experimenten beschreven in Hoofdstukken 5 t/m 9.

In het voorjaar van 2017 is een eerste kasproef uitgevoerd (Hoofdstuk 5). Om zo vroeg mogelijk in de teelt een sterke populatie ('standing army') natuurlijke vijanden in het gewas te laten vestigen – nog voordat trips in het gewas komt – zijn de bewortelde chrysantenstekken met biologische bestrijders geïnoculeerd voor ze de kas ingingen. Om deze vroege vestiging van biologische bestrijders mogelijk te maken is met zogenaamde IPM stekken gewerkt. Bij deze IPM stekken is rekening gehouden met de nawerking van de middelen die zijn gebruikt bij het telen van de moederplanten (J. Boerefijn, Deliflor 2020). Er is gewerkt met twee soorten natuurlijke vijanden: Orius roofwantsen (*O. laevigatus* en *O. majusculus*) en de roofmijt *Transeius montdorensis*. Er is geëxperimenteerd met verschillende soorten voedsel voor Orius; 2 soorten prooimijten en de gesteriliseerde eitjes van de meelmot *Ephestia kuehniella*. Orius bleek de meeste eitjes af te zetten in de plotjes waar *Ephestia*-eitjes waren toegediend. Nadat het toedienen van *Ephestia* was gestopt, daalde de populatie van Orius in het gehele proefveld snel. Dit duidt erop dat het lastig is om een Orius populatie in het veld te onderhouden met alleen prooimijten als alternatief voedsel. Tevens is onderzocht of de plantweerbaarheid in chrysant kon worden verhoogd door middel van stimulatie van een functioneel microbiom of door de introductie van endofytische schimmels in de perskluiten van de chrysantenstekken. Voor stimulatie van een functioneel microbiom is samengewerkt met het Nederlands Instituut voor Ecologie (NIOO-KNAW), binnen het NWO groen project 'Linking above-belowground interactions and plant-soil feedback to improve sustainability in greenhouse cut-flowers' (Hannula, 2020). Voor het aspect van bijvoermethodes van *Orius laevigatus*, en de werking van endofytische schimmels in chrysant, is aangesloten bij de PPS 'Masterplan trips' (Messelink *et al.* 2019). Het toevoegen van een functioneel microbiom of endofytische schimmels aan de perskluit leidde niet tot een afname in tripsschade.

Omdat *Ephestia* een relatief dure voedselbron is, zijn er binnen de PPS Masterplan trips kooiproeven gedaan om de ontwikkeling van *Orius laevigatus* op een reeks alternatieve voedselbronnen te onderzoeken (Messelink *et al.* 2019). Hieruit kwam 'kwaliteits-Artemia' als beste voedselbron naar voren. De cysten van *Artemia* pekelkreeftjes kunnen op verschillende manieren worden gekweekt en verwerkt, en de in deze proef gebruikte 'kwaliteits-Artemia' was in tegenstelling tot de standaard-kwaliteit *Artemia* voor *Macrolophus pygmaeus* roofwantsen wel geschikt als voedsel voor Orius. Het voordeel van kwaliteits-Artemia in vergelijking met *Ephestia* zijn de lagere productiekosten en de langere houdbaarheid. Een tweede kasproef is daarom uitgevoerd met kwaliteits-Artemia als voedselbron (zie Hoofdstuk 6) en bestond uit 4 behandelingen: a) *Orius laevigatus* + kwaliteits-Artemia, b) *T. montdorensis* + kwaliteits-Artemia, c) *Orius laevigatus* + *T. montdorensis* + kwaliteits-Artemia, en d) controle (geen bestrijders, geen *Artemia*). Orius werd eenmalig geïntroduceerd in de stekfase (42 wantsen/m²), en *T. montdorensis* werd 6 keer geïntroduceerd (250 mijten/m²), één keer tijdens de stekfase en één keer per week gedurende de eerste 5 weken van de teelt. Er is wekelijks bijgevoerd met kwaliteits-Artemia (2g/m²). In de eerste, tweede en derde week van de teelt is trips geïntroduceerd in elk plotje. Met een enkele introductie van Orius (<1 wants/stek) kon een goede populatie worden opgebouwd. Aan het einde van de proef werden er gemiddeld 40 wantsen/tak geteld. In de controlepotjes was de helft van de jongere bladeren beschadigd door trips, terwijl dit in de plotjes met Orius wantsen minder dan 2 procent was. De roofmijten deden het minder goed dan Orius qua tripsbestrijding (20-25 % schade), terwijl ze toch een goede populatie hadden opgebouwd met *Artemia* als voedselbron. In de plotjes met Orius ontwikkelde de roofmijtpopulatie zich duidelijk minder goed, en de combinatie van deze twee biologische bestrijders had geen meerwaarde voor de tripsbestrijding. Met deze proef is aangetoond dat trips goed kan worden bestreden met een vroege introductie van Orius in combinatie met *Artemia* als alternatief voedsel.

De uitkomsten van deze succesvolle tweede kasproef, waarbij *Orius laevigatus* zich in chrysant goed kon vestigen op de kwaliteits-Artemia van Biobee Biological Systems, gaven een mooi perspectief. Maar het introduceren van de gebruikte aantallen Orius bij de start van elke teeltcyclus, en de gebruikte hoeveelheden kwaliteits-Artemia die was toegediend zijn economisch niet rendabel. Om de economische haalbaarheid van het inzetten van Orius in chrysant te verhogen is in 2019 op drie sporen verder onderzoek gedaan:

- Mogelijkheden om de hoeveelheid voedsel voor Orius terug te dringen (dit project).
- De inzetbaarheid van *Orius laevigatus* tegen meerdere soorten plagen (dit project).
- De mogelijkheid om het aantal *Orius laevigatus* dat moet worden ingezet bij elke nieuwe teeltcyclus te reduceren, door Orius uit oudere teelten te 'recyclen' (PPS Masterplan Trips).

In chrysant vindt de watergift plaats door middel van beregening, wat invloed heeft op de verdeling van het voedsel voor Orius dat is uitgestrooid over het gewas. Hoewel een deel van het voedsel in de bladoksels blijft steken, komt een groot deel op de bodem terecht nadat het van de plant is gespoeld. Om te kijken welk effect dit heeft op Orius roofwantsen, en of deze zich ook voeden met voedsel dat op de bodem terecht is gekomen, is in het najaar van 2017 een kooiproef gedaan waarbij het effect van watergift (beregening van bovenaf versus watergift onderlangs) en de positie van het voedsel (op de plant vs op de bodem) op de overleving en voortplanting van *Orius laevigatus* is onderzocht (zie Hoofdstuk 7). Het bleek dat er in de behandeling waarbij de kwaliteits-Artemia op de plant was toegediend, en de watergift onderlangs via druppelirrigatie plaatsvond, en in de behandeling waarbij steeds na watergift d.m.v. beregening kwaliteits-Artemia op de plant werd toegediend de overleving van *O. laevigatus* nimfen significant beter was dan wanneer de kwaliteits-Artemia op de bodem werd toegediend en/of de watergift via beregening plaatsvond. Wel profiteerden de *O. laevigatus* nimfen van het voedsel dat op de bodem lag, want de overleving in deze laatste behandelingen was nog altijd significant hoger dan in de behandeling zonder voedsel. De planten van de behandeling met kwaliteits-Artemia op de plant en druppelirrigatie hadden 4 weken na de introductie van de *O. laevigatus* nimfen een significant hoger aantal *O. laevigatus* eitjes dan alle andere behandelingen.

In het najaar van 2018 is er een kooiproef uitgevoerd waarbij de effectiviteit van 2 soorten roofwantsen (*Orius laevigatus* en *Macrolophus pygmaeus*) als bladluisbestrijders is getoetst (zie Hoofdstuk 8). Beide soorten roofwantsen roeiden de bladluis in de kooien volledig uit.

In het voorjaar van 2019 is een kasproef uitgevoerd waarbij het effect van pleksgewijs bijvoeren van *Orius laevigatus* met kwaliteits-Artemia op zowel trips als bladluis is onderzocht (zie Hoofdstuk 9). Voor deze proef werd een proefkas met behulp van plastic afscheidingen opgedeeld in drie afdelingen. Elke afdeling bestond uit twee stroken chrysant van 9.5 meter lang en 1 meter breed. Orius roofwantsen werden alleen in de linker kasafdeling en in de rechter kasafdeling geïntroduceerd, en niet in de middelste kasafdeling welke als controlebehandeling fungeerde. De kwaliteits-Artemia werd alleen over een lengte van 2 meter over de chrysantenstroken aangebracht (de zogenaamde 'bijvoervakken'), welke ofwel helemaal aan de voorkant van de kasafdeling (linker kasafdeling), of helemaal aan de achterkant van de kasafdeling (rechter kasafdeling) waren gepositioneerd. In elk bijvoervak zijn 256 volwassen Orius roofwantsen uitgezet. Dit komt overeen met 13 roofwantsen per m² gerekend over het gehele teeltoppervlak en 64 roofwantsen per m² gerekend over de oppervlakte van de bijvoervakken. In week een, twee en drie van de teelt werd in het gehele gewas trips uitgezet, en in week zeven is eenmalig katoenluis geïntroduceerd. Orius zette alleen eitjes af in de bijvoervakken. Er was een hele duidelijke grens; in de naastgelegen vakken werden geen Orius eitjes gevonden. Trips werd alleen in de bijvoervakken effectief bestreden, maar nam elders in het gewas flink toe. Voor de bladluisbestrijding lag dit anders. Opvallend genoeg groeide de bladluispopulatie alleen in de controlebehandeling van de middenafdeling, maar nam de bladluispopulatie over de gehele lengte van de chrysantenstroken in de afdelingen waar Orius was uitgezet niet toe. Dit duidt op een goede bladluisbestrijding door Orius, die onafhankelijk was van de afstand van het bijvoervak. Een mogelijke verklaring voor het verschil in bestrijdingsniveau van bladluis en trips buiten de bijvoervakken is het tijdstip waarop de plagen waren geïntroduceerd. Net als in de vorige proef nam de populatie van Orius in de loop van het experiment fors toe. Op het moment dat trips zijn intrede deed, waren er echter nog maar weinig adulten. Op dat moment waren ook de nimfen hard nodig om trips effectief te bestrijden, en deze nimfen waren alleen in de bijvoervakken aanwezig. Ten tijde van de bladluisintroductie in week 7 van de teelt had zich al een nieuwe generatie mobiele adulten gevormd, waardoor deze plaag in tegenstelling tot trips wel in de kiem kon worden gesmoord.

Uit kasproef 1 van dit project bleek dat Orius roofwantsen sterk worden aangetrokken tot plekken met voedsel. Van dit gegeven is in het project 'PPS Masterplant trips' gebruik gemaakt om te toetsen of het mogelijk is om Orius uit oudere teeltvakken naar aangrenzende teeltvakken met jonge planten te lokken. Op deze manier zou Orius op het bedrijf kunnen worden 'gerecycled' waardoor er bij de start van elke teeltcyclus minder nieuwe Orius hoeven worden ingezet. Door een goede timing van het stoppen met bijvoeren tegen het einde van de teeltcyclus, konden Orius adulten inderdaad naar aangrenzende velden met vers voedsel worden gelokt om eitjes te leggen. Op deze manier kon Orius gedurende meerdere teeltcycli worden gerecycled (Messelink *et al.* 2019).

Of de inzet van Orius in de chrysantenteelt rendabel is hangt samen met vele factoren die nog niet allemaal duidelijk zijn. Hieronder vallen onduidelijkheden over de aantallen en frequentie van introductie van Orius, de bandbreedte van de effectiviteit van Orius tegen verschillende soorten plagen en de hoeveelheid voedsel die moet worden toegediend. Maar ook de prijsontwikkeling van Orius en de kwaliteits-artemia is onduidelijk, wanneer deze producten op grotere schaal zullen worden toegepast. Vooralsnog lijkt het het veiligst om Orius volvelds uit te zetten in chrysant, zeker als de aantallen adulten bij de start van de teelt nog laag zijn. Het besparen op voedsel zal dus eerder moeten worden gezocht in het minder frequent bijvoeren dan in het pleksgewijs bijvoeren. Uit de hierboven beschreven 'recyclingsproef' van PPS 'Masterplan trips' werd duidelijk dat Orius pas 4 weken na de laatste keer bijvoeren stopt met het leggen van eitjes. Daarnaast werkt Biobee Biological Systems aan de ontwikkeling en toetsing van zogenaamde voerlinten. De houdbaarheid van de kwaliteits-artemia op deze voerlinten is erg lang, en een voordeel in de chrysantenteelt, waarbij van bovenaf wordt watergegeven, is dat de artemia niet wegspoelt. Hierdoor zal minder voedsel nodig zijn. Verder onderzoek zal moeten uitwijzen of a) een enkele introductie van voerlinten bij de start van de teelt voldoende is om Orius zodanig te ondersteunen dat een goede tripsbestrijding tot het einde van de teelt gegarandeerd is, en b) tegelijkertijd de kwantiteit en kwaliteit van het voedsel op het goede moment tijdens de teelt zoverre is gereduceerd dat de volwassen Orius naar een naastgelegen jongere teelt met vers voedsel migreert. Hoe deze bijvoerstrategie met voerlinten in de chrysantenteelt het beste vorm kan krijgen moet verder worden onderzocht. Ook moet verder worden onderzocht hoe de migratie van Orius adulten van oude teelten naar jonge teelten met vers voedsel verloopt op een grotere schaal. Wat verder duidelijk is geworden uit dit project: Orius is een goede bestrijder van katoenluis in chrysant. Dit zal de meerwaarde van het uitzetten van Orius verhogen. Plagen die nog wel roet in het eten kunnen gooien zijn mineervlieg en schadelijke wantsen. Hoe effectief Orius tegen deze plagen is moet verder worden onderzocht. Al met al bieden de resultaten van de proeven met Orius in chrysant voldoende perspectief voor een verdere ontwikkeling van deze systemsprong.

1 Introductie

Een kansrijke manier om teeltsystemen meer robuust en weerbaar te maken is door middel van het incorporeren van functionele biodiversiteit. Het doel van dit projectonderdeel was het ontwerpen en testen van een systeemaanpak op basis van functionele biodiversiteit, waarbij de 'green challenge' lag in de volgende onderzoeksvragen:

Hoe bouw je zo snel mogelijk een functioneel ecosysteem op, en hoe hou je deze in stand, in kasteelten met een:

- *lage plaagtolerantie (= weinig voedsel voor specialistische biologische bestrijders)?*
- *totaal oogst systeem (= afvoer van biologische bestrijders uit de kas met de oogst van het gewas)?*
- *korte teeltduur en/of koele teeltomstandigheden? (= korte periode voor opbouw van een 'standing army')?*

Voor twee verschillende gewas(groep)en is vervolgens een systeemaanpak verder uitgewerkt; voor chrysant en voor eenjarige zomerbloeiërs. In dit rapport wordt verslag gedaan van het onderzoek in chrysant.

Om de mogelijkheden voor een systeemsprong in chrysant uit te werken is er bij de start van het project in 2016:

- a. Een overzicht gemaakt van de belangrijkste ziekten en plagen in chrysant. Hierbij zijn de op dat moment belangrijkste bestrijdingsmethoden beschreven en de belangrijkste interacties tussen plagen en natuurlijke vijanden, en tussen natuurlijke vijanden onderling (intraguild predatie) weergegeven (Hoofdstuk 2),
- b. Een overzicht gemaakt van potentiële kansen en knelpunten voor een systeemaanpak gewasgezondheid in chrysant, waarbij mogelijke systeemsprongen zijn geïdentificeerd. Dit overzicht is gebruikt als uitgangspunt voor een discussie met praktijkexperts uit de chrysantensector over mogelijke ontwerpen van een systeemaanpak in chrysant (Hoofdstuk 3).
- c. In samenwerking met Glastuinbouw Nederland een bijeenkomst 'Systeemsprong voor de Chrysantenteelt' georganiseerd bij chrysantenbedrijf van der Lans in 's Gravenzande. Bij deze bijeenkomst waren zowel tuinders, veredelingsbedrijven als adviseurs uit de chrysantensector vertegenwoordigd. Tijdens de bijeenkomst zijn de voor- en nadelen van mogelijke systeemsprongen op basis van functionele biodiversiteit op het gebied van biologische plaagbestrijding besproken.

Op basis van de uitkomsten van de bijeenkomst 'Systeemsprong voor de Chrysantenteelt', is besloten om het vervolgonderzoek van dit projectonderdeel in te richten rondom een strategie gebouwd op een biologische start met generalistische roofwantsen en roofmijten in combinatie met verschillende bijvoer-methoden en het verhogen van de plantweerbaarheid door middel van het verrijken van het microbiom in de bodem (zie Hoofdstuk 4 voor een uiteenzetting van deze strategie). De effecten van verschillende variaties op deze strategie op Californische trips en bladluis zijn onderzocht in een reeks experimenten beschreven in Hoofdstukken 5 t/m 9.

2 Belangrijkste plagen en ziektes in chrysant

In dit Hoofdstuk worden de belangrijkste plagen beschreven die een probleem vormen in de teelt van chrysanten. Er wordt een beeld geschetst van de algemene problematiek (schadepatroon, knelpunten huidige bestrijding), belangrijkste aspecten van de biologie (levenscyclus, populatie-ontwikkeling, gedrag), natuurlijke vijanden en overige bestrijdingsopties. Ook wordt een overzicht gegeven van ziekten en overige plagen die in de teelt van chrysant onder glas voorkomen. In Figuur 2.2 zijn de verschillende plagen en hun natuurlijke vijanden in beeld gebracht.

2.1 Californische trips

Californische trips (*Frankliniella occidentalis*) is de belangrijkste plaag in chrysant. De tolerantie voor trips in chrysant is erg laag. Behalve directe schade door trips aan bladeren en bloemen, kan Californische trips virussen overbrengen. In chrysant is met name het tomatenbronsvlekkenvirus (TSVW) een probleem. In 2014 was het aantal chrysantenbedrijven dat met dit virus te maken had al gestegen naar 10-20% (Corsten, 2014). Zowel chemische middelen als biologische bestrijders zijn momenteel niet voldoende effectief om Californische trips onder controle te houden. Het afwisselen van selectieve middelen om resistentie te voorkomen is niet mogelijk doordat het aantal selectieve middelen zeer beperkt is. Veel tripspopulaties zijn al resistent geworden tegen chemische middelen. Inzet van breedwerkende chemische middelen is niet wenselijk, omdat dit de biologische bestrijding van andere plagen, zoals spint, bladluis en mineervlieg verstoort. De gewoonte van tripsen om weg te kruipen in de nauwste hoekjes van de plant, maakt het bestrijden en wegvangen van trips nog eens extra lastig. Bij voorkeur zitten de tripsen in de bloemen, waar ze zich ook met stuifmeel voeden. Trips in chrysant vormt jaarrond een probleem. Tripsvrouwtjes kunnen als ze volwassen zijn vrijwel meteen beginnen met het leggen van eitjes; onbevuchte eitjes ontwikkelen zich tot mannetjes en bevruchte eitjes tot vrouwtjes. Een tripspopulatie kan daarom snel in omvang toenemen. Onder laboratoriumomstandigheden kan een tripsvrouwtje in een chrysantengewas bij een temperatuur van 20°C gemiddeld maar liefst 125 nakomelingen voortbrengen, waarvan de ontwikkeling van ei tot volwassen trips (waarbij 2 nimfenstadia en 2 popstadia worden doorlopen) 26 dagen duurt. Verpoping vindt, afhankelijk van de RV, plaats in de grond of op de plant. Ondanks de geringe grootte (1-1.5 mm) kunnen tripsen lang leven; in het lab bij 20°C kunnen de vrouwtjes 75 dagen oud worden (Robb & Parella, 1991).

Biologische bestrijding. Roofmijten zijn belangrijke bestrijders van trips. Sinds de jaren 80 wordt *Neoseiulus cucumeris* ingezet als trips bestrijder, en in paprika werden goede resultaten behaald met deze roofwants (Ramakers, 1980). In het nieuwe millennium is het aantal soorten commercieel beschikbare roofmijten sterk toegenomen, toen werd ontdekt dat sommige soorten roofmijten ook effectief wittevlieg kunnen bestrijden (Messelink *et al.* 2008, Nomikou *et al.* 2001). Met name *Transeius montdorensis* en *Amblyseius swirskii* worden ingezet voor de tripsbestrijding. Er zijn naast *T. montdorensis*, *A. swirskii* en *N. cucumeris* echter nog meer generalistische roofmijten beschikbaar, waaronder *Amblydromalus limonicus*, *Amblyseius andersoni*, *Iphiseius degenerans* en *Neoseiulus barkeri* (Messelink *et al.* 2013). In het project 'Bouwstenen voor tripsbestrijding in chrysant' (Van der Linden *et al.* 2013) zijn 7 soorten roofmijten vergeleken, nl. *Neoseiulus cucumeris*, *Amblyseius swirskii*, *Amblyseius montdorensis*, *Neoseiulus barkeri*, *Amblyseius andersoni*, *Neoseiulus reductus* en *Amblydromalus limonicus*. Van de geteste soorten bleken de roofmijten van subtropische oorsprong (*Amblydromalus limonicus*, *Amblyseius montdorensis* en *Amblyseius swirskii*) zich het beste in het gewas te kunnen vestigen, veel beter dan de inheemse soorten *Amblyseius andersoni* en *Neoseiulus reductus*. *Neoseiulus cucumeris* kon net als *Amblyseius barkeri* nauwelijks in het gewas worden teruggevonden. Bovendien bleken *A. limonicus* en *A. montdorensis* de beste onderdrukking van trips te geven, en kon *A. limonicus* zich van alle geteste soorten het beste in het gewas verspreiden. Roofmijten bestrijden met name het eerste larvale stadium van trips. Grotere tripslarven kunnen zich namelijk beter verdedigen tegen een aanval van roofmijten (Teerling *et al.* 1993; Vangansbeke, *et al.* 2020). Van de roofmijtsoorten *A. montdorensis* en *A. limonicus* wordt gezegd dat ze ook het tweede larvenstadium van trips kunnen aanvallen, maar de predatie van deze grotere tripslarven is duidelijk minder efficiënt dan de predatie van jongere tripslarven (Steiner *et al.* 2003; Vangansbeke *et al.* 2020). Roofmijten kunnen ook de eitjes van trips bestrijden, maar er zijn grote verschillen tussen roofmijtsoorten met betrekking tot hun vermogen tot predatie van trips-eieren en hun voorkeur voor trips-eieren ten opzichte van tripslarven (Vangansbeke *et al.* 2017). Roofmijten kunnen geen volwassen tripsen bestrijden. In de laatste jaren heeft de inzet van *T. montdorensis* en *A. swirskii* in chrysant aan terrein gewonnen ten opzicht van *N. cucumeris*. Met name in combinatie met bijvoeren (zie Hoofdstuk 3) is het aantrekkelijk om in deze iets duurdere roofmijten te investeren.

Ook Orius roofwantsen, behorende tot de familie van de Anthocoridae, zijn belangrijke bestrijders van trips. Ze kunnen naast de nimfen ook volwassen tripsen opeten. Er zijn wereldwijd veel verschillende soorten Orius roofwantsen. In Europa wordt met name *Orius laevigatus* veel ingezet in de glastuinbouw, terwijl in Canada en de Verenigde Staten de daar inheemse soort *Orius insidiosus* wordt gebruikt. *Orius laevigatus*, ook wel bloemenwants genoemd, is in paprika een zeer effectieve bestrijder van trips. Deze roofwantsen verblijven, net als volwassen tripsen, bij voorkeur in bloemen en kunnen zich ook in afwezigheid van deze plaag goed ontwikkelen op het stuifmeel in de bloemen. Daarnaast is ook *Orius majusculus* een soort die wordt gebruikt in de glastuinbouw. Deze soort ontwikkelt zich echter niet goed op stuifmeel (van der Linden *et al.* 2013; Pumarino & Alomar, 2012), en verblijft in tegenstelling tot *O. laevigatus* bij voorkeur op het blad (Chambers *et al.* 1993; Ramakers and O'Neill, 1999). Van der Linden en van der Staaïj (2011) konden *Orius majusculus* wel in lage dichtheden laten vestigen in een chrysantengewas tijdens het voorjaar en de zomer, maar deze roofwantsen konden in de herfst niet meer worden teruggevonden in het gewas. Deze teloorgang van de *O. majusculus* populatie zou gerelateerd kunnen zijn aan een gebrek aan prooien en/of een gebrek aan licht. Van *Orius majusculus* is bekend dat ze daglengte gevoelig zijn, en zich bij daglengtes en lichtniveau's die onder een bepaalde grenswaarde komen in diapauze gaan en zich niet meer voortplanten. Volgens van den Meiracker (1994) ligt de grenswaarde voor daglengte voor *O. majusculus* tussen de 14 en 16 uur licht bij een temperatuur van 18°C. Bij 16 uur licht was het aantal vrouwtjes dat eieren produceerde al bijna gehalveerd. Om de vestiging van *Orius* roofwantsen in chrysant toch te laten slagen moet er een geschikte alternatieve voedselbron worden gevonden die in het gewas kan worden aangebracht.

Roofwantsen van de familie Miridae, zoals *M. pygmaeus*, kunnen naast verschillende andere plagen ook een bijdrage leveren aan de bestrijding van trips. Deze miride roofwantsen zijn over het algemeen minder effectieve tripsbestrijders dan *Orius* roofwantsen (e.g. Messelink *et al.* 2014). Voor het bestrijden van de tripspoppen zijn weer andere natuurlijke vijanden actief. Bodemroofmijten (m.n. *Macrocheles robustulus*, *Stratiolaelaps scimitus* en *Geolaelaps aculeifer*) en bodemroofkevers (*Dalotia* (voorheen *Atheta*) *coriaria*) kunnen een belangrijke bijdrage leveren aan de bestrijding van tripspoppen in de bodem. Uit een vergelijkend experiment bleek dat van deze drie roofmijtsoorten *M. robustulus* de meest effectieve bestrijder van tripspoppen was (Messelink & van Holstein-Saj, 2008). De vestiging van bodemroofmijten, en zelfs dat van bladbewonende roofmijten, kan worden gestimuleerd met toplagen van organisch materiaal (Grosman *et al.* 2014; Messelink *et al.* 2016).

Ook insectparasitaire aaltjes, zoals *Steinernema feltiae* kunnen tripspoppen parasiteren. Ook kunnen deze aaltjes als bladbehandeling voor de bestrijding van trips nimfen en □volwassenen ingezet. Echter, deze stadia worden door hun beweeglijkheid minder snel geïnfecteerd door de aaltjes (Buitenhuis & Shipp, 2005). Ook zijn bij bladbehandeling met aaltjes de condities heel belangrijk, de aaltjes zijn met name gevoelig voor uitdroging en straling. Hoewel insectparasitaire aaltjes in de praktijk veel worden ingezet, is het niet zo duidelijk wat ze precies bijdragen aan de bestrijding van trips. In een studie in potchrysant werd bij een toepassing van *S. feltiae* om de 3 dagen een matige bestrijding van 35% reductie gevonden (Arthurs & Heinz, 2006), en ook liet een proef in potchrysant geen bestrijdend effect zien van de toediening van deze aaltjes (Messelink *et al.* 2016). Verder kunnen ook zogenaamde entomopathogene schimmels (e.g. *Metarhizium brunneum* (Bio1020), *Beauveria bassiana* (Botanigard, Naturalis)) alle verschillende stadia van tripsen infecteren. Entomopathogene schimmels lijken het sterkste effect te hebben op volwassen tripsen. Op tripslarven en tripspoppen is het effect beperkt, waarschijnlijk doordat de tripslarven en -poppen de schimmelsporen weer kwijtraken tijdens de vervelling (Messelink & van Holstein-Saj, 2012). Hoewel aanwezigheid van roofvliegen (Coenosia) in de praktijk wel eens in verband is gebracht met lagere tripsdichtheden, is er geen bewijs dat deze vliegen trips ook echt bestrijden. Omdat volwassen trips niet actief vliegt, en de tripsen relatief klein zijn, is het niet waarschijnlijk dat volwassen roofvliegen een belangrijke bijdrage aan de bestrijding van volwassen tripsen leveren. Wel kunnen de larven van roofvliegen trips poppen in de bodem eten, maar dit effect is lastig te onderscheiden van het effect van andere bodempredatoren (Grosman *et al.* 2014). In Figuur 2.1 staan de biologische en fysische bestrijdingsopties per ontwikkelingsstadium van trips weergegeven.

Figuur 2.1 Schematische weergave van de belangrijkste huidige biologische en fysische bestrijdingsopties tegen trips per ontwikkelingsstadium.

2.2 Spint

Bonenspint, *Tetranychus urticae*, komt zeer algemeen voor als plaag in de glastuinbouw. Ook in de teelt van chrysant geeft ze regelmatig problemen. Ze veroorzaken bladvergelting en groeistoornissen. Door haar snelle levenscyclus ontwikkelt spint snel resistentie tegen acariciden. Hierdoor, en door het beperkte aantal acariciden is de chemische bestrijding vaak onvoldoende effectief.

Biologische bestrijding. Spint kan goed worden bestreden met de roofmijten *Phytoseiulus persimilis* en *Neoseiulus californicus*. Ook kan de galmug *Feltiella acarisuga* een bijdrage leveren aan spintbestrijding. Deze soort is echter voornamelijk actief in dichte spinthaarden.

2.3 Bladluis

De meest voorkomende soort bladluis op chrysant is de katoenluis (*Aphis gossypii*). Dit is een relatief kleine bladluis (tot 1.8 mm) met een gedrongen, bijna rond postuur en een geel tot donkergroen, bijna zwarte kleur. Ze kunnen het hele jaar voorkomen, maar pieken vooral in het voor- en najaar. De bladluizen prikken de bladeren aan en zuigen sap op uit de floëmvaten. Hierdoor kunnen de bladeren samentrekken en omkrullen. Ook kunnen ze virussen overbrengen en produceren ze honingdauw. Dit voelt plakkerig aan en is een goede voedingsbodem voor de roetdauwschimmel, zodat de sierwaarde ernstig wordt aangetast. Bladluizen planten zich in de kas ongeslachtelijk voort, en de vrouwtjes zijn levendbarend. Hierdoor kan een luizenpopulatie enorm snel uitbreiden en is een preventieve bestrijding essentieel.

Biologische bestrijding. Er zijn veel natuurlijke vijanden die bladluis kunnen bestrijden. In de praktijk wordt voor de bestrijding van katoenluis vaak gebruik gemaakt van de sluipwesp *Aphidius colemani*. Van de verschillende *Aphidius* soorten die op de markt zijn, is deze soort het meest effectief tegen katoenluis (van Steenis, 1995). Een voordeel van het gebruik van sluipwespen is dat ze goed kunnen zoeken naar relatief kleine bladluishaarden. Een nadeel is dat deze sluipwespen zelf ook kunnen worden aangevallen door zogenaamde hypersluiswespen, welke in het voorjaar en de zomer vaak spontaan kunnen invliegen in kassen (Bloemhard *et al.* 2014). Ook zweefvliegen worden met enige regelmaat ingezet. Er zijn twee soorten zweefvliegen op de markt; *Episyrphus balteatus* en *Sphaerophoria rüppelii*. Zowel zweefvliegen als galmuggen (*Aphidoletes aphidimyza*) hebben een goed zoekgedrag voor bladluis. Overige bestrijders zijn larven van gaasvliegen (e.g. *Chrysoperla carnea* en *Chrysoperla lucasina*) en lieveheersbeestjes (e.g. *Adalia bipunctata*). Hoewel de larven van deze soorten gebruikt kunnen worden als haardbestrijders, vliegen de volwassen gaasvliegen bij lage bladluisdichtheden snel weg en zijn ze derhalve als preventieve bestrijders minder geschikt (Lommen, 2013). Recent is er een nieuw soort lieverheersbeestje onderzocht als bestrijder van bladluis (*Propylea quatordecimpunctata*), welke beter presteert in de bestrijding van kleine bladluishaarden (Messelink, 2017). Tenslotte kunnen entomopathogene schimmels (voornamelijk *Pandora neoaphidis*) een bijdrage leveren aan de bestrijding van bladluis (Dinu *et al.* 2017). *Pandora* schimmels zijn echter niet commercieel beschikbaar, er is een hoge luchtvochtigheid nodig voor het laten slagen van de bestrijding met deze schimmels.

2.4 Mineervlieg

De kleine (2-3 mm) zwart-gele mineervliegen kunnen makkelijk worden gemonitord met behulp van signaalplaten. In het gewas zijn de zogenaamde voedingsstippen een eerste indicatie van een besmetting met mineervlieg. Dit zijn ronde gaten in de bovenkant van het blad, welke door de volwassen mineervliegenvrouwtjes met hun legboor worden aangebracht om vervolgens het plantensap op te zuigen. Een enkel mineervlieg vrouwtje kan tijdens haar leven van gemiddeld twee weken wel meer dan 1200 van deze voedingsstippen veroorzaken (Parella, 1984). Vraat van de larven van de mineervlieg is makkelijk te herkennen aan de gangen die in het blad ontstaan. Naast een vermindering in de sierwaarde van chrysant, kunnen de mineergangen een verdroging of vroegtijdige val van het blad veroorzaken, en kunnen de voedingsstippen invalspoorten vormen voor ziekten. Er zijn in Nederland verschillende soorten mineervliegen die een probleem vormen in de glastuinbouw. In chrysant is de floridamineervlieg (*Liriomyza trifolii*) de belangrijkste soort, maar ook de tomatenmineervlieg (*Liriomyza bryoniae*) en de chrysantenmineervlieg (*Chromatomyia syngenesiae*) kunnen voor problemen zorgen. Volwassen *L. trifolii* mineervliegenvrouwtjes kunnen tijdens hun leven meer dan 200 eitjes leggen (Parella, 1984). Na het doorlopen van 3 larvale stadia in de mijnen van het blad vallen de volgroeide larven van *Liriomyza* mineervliegen op de grond om in de bodem te verpoppen. De chrysantenmineervlieg daarentegen verpopt in het blad zelf. Volwassen mineervliegen kunnen ongeveer 2 weken overleven. Problemen met mineervlieg ontstaan voornamelijk door invlieg vanuit andere kassen. De schade is meestal als eerste zichtbaar langs het betonpad en de gevels. Ook kunnen mineervliegen in het voorjaar problemen veroorzaken wanneer het gewas in de wintermaanden niet goed schoon wordt en de resterende mineervliegen in het voorjaar snel in aantal toenemen.

Biologische bestrijding. Tegen de mineervlieg kunnen sluipwespen worden ingezet. Momenteel zijn er twee soorten sluipwespen op de markt; *Diglyphus isaea* en *Dacnusa sibirica*, waarbij *D. isaea* in chrysant het meest wordt ingezet. Het voordeel van het gebruik van *Diglyphus isaea* is dat de vraat van de mineervlieglarve onmiddellijk stopt na een aanval van een *Diglyphus* sluipwespvrouwte doordat a) het sluipwespvrouwte zich voedt met de larve waardoor de larve wordt gedood, of b) doordat het sluipwespvrouwte een eitje naast de larve legt en de larve paralyseert, waarna de larve uiteindelijk door de sluipwesplarve wordt gedood. Dit in tegenstelling tot *Dacnusa sibirica*, welke een eitje in de mineervlieglarve legt maar deze niet meteen doodt of paralyseert. Pas als de mineervlieglarve verpopt ontwikkelt de *D. sibirica* larve zich tot volwassen sluipwesp. De aanwezigheid van de *Diglyphus* sluipwespen is te herkennen aan korte mijnen met een dode mineervlieglarve en de poppen van deze sluipwesp zijn zichtbaar door de bladeren tegen het licht te houden. Parasitering door *Dacnusa* sluipwespen is niet eenvoudig waar te nemen. *Diglyphus isaea* is effectief vanaf 15°C tot 30°C (Onillon, 1999). *Dacnusa sibirica* wordt vaak bij lagere temperaturen en lage plaagdichtheden ingezet. Verder kunnen roofvliegen (*Coenosia* sp.) die vaak spontaan in kassen voorkomen een beperkte bijdrage leveren aan de bestrijding van volwassen mineervliegen (del Mar Tellez *et al.* 2009). Ook insectparasitaire aaltjes (*Steinernema feltiae* & *S. carpocapsae*) kunnen als bladbehandeling worden ingezet tegen mineervlieglarven, en zijn mogelijk effectief tegen de mineervliegpoppen in de grond. Bladbehandeling met *S. carpocapsae* aaltjes (5x10⁸/ ha) in chrysant veroorzaakte 64% doding van *L. trifolii* mineervlieg larven (Harris *et al.* 1991). Verder zijn er tussen rassen grote verschillen in resistentie tegen mineervliegen. Met name de overleving van de larven is sterk afhankelijk van het chrysantenras (de Jong & Rademaker, 1991).

2.5 Schadelijke rupsen

In de teelt van chrysant kunnen verschillende soorten rupsen voor problemen zorgen. Met name Turkse mot (*Chrysodeixis chalcites*), maar ook groente-uil (*Lacanobia oleracea*) en kooluil (*Mamestra brassicae*), en in mindere mate floridamot (*Spodoptera exigua*) en *Duponchelia*, kunnen voorkomen in chrysant. Dit hangt voornamelijk met de invlieg van volwassen motten van buiten samen. Veelal worden de rupsen als eerste langs de gevels waargenomen. Rupsen vreten gaten in de bladeren, en laten zwarte uitwerpselen achter. *Duponchelia*-rupsen vormen hierbij een aparte groep. Deze rupsen voeden zich voornamelijk met dood organisch materiaal maar kunnen ook levende planten aanvreten. Volwassen motten kunnen met vanglampen en/of feromoonvallen worden gemonitord. Turkse mot is 's nachts actief, en legt haar eitjes verspreid over het gewas (Linden, 1996). Hoeveel eitjes een Turkse vrouwtjesmot kan leggen is erg variabel, met gerapporteerde aantallen van gemiddeld 150 (Harakly & Farag, 1975) tot tussen de 385 en 640 eitjes (Gasim & Younis, 1989).

Biologische bestrijding. Rupsen kunnen biologisch worden bestreden met bacteriepreparaten op basis van *Bacillus thuringiensis* (Bt) of op basis van de toxines die door deze Bt bacteriën worden geproduceerd, welke een selectieve werking op rupsen hebben. Ook kunnen *Trichogramma* sluipwespen worden ingezet die de eitjes parasiteren. De soort *Trichogramma archae* bleek de eitjes van Turkse mot zeer goed te parasiteren (Grosman & Bloemhard, 2013). Ook kan insectengaas uitkomst bieden om invlieg van motten te voorkomen. Omdat motten relatief groot zijn ten opzichte van veel andere plagen (e.g. trips, bladluis), kan met gaas met een iets grotere maaswijdte worden gewerkt zodat neveneffecten op het kasklimaat beperkter zijn.

2.6 Schadelijke wantsen

In Nederland zorgen drie verschillende soorten schadelijke wantsen voor problemen in kassen, de behaarde wants, de brandnetelwants en de groene appelwants. In chrysant is met name de behaarde wants (*Lygus rugulipennis*) een lastige plaag. Verreweg de meeste wantsen komen via invlieg in de kas terecht in het voorjaar en de (na)zomer (Hennekam, 2012). Deze wantsen veroorzaken schade aan het gewas doordat ze plantencellen aanprikken. Het aanprikken van planten in de kop veroorzaakt zogenaamde splitkoppen. Hierdoor wordt de plant in de groei geremd en groeit de tak niet meer mooi recht omhoog. Ook kunnen de bloemen worden beschadigd. Het zuigen van de wantsen aan de bloemblaadjes veroorzaakt vlekjes, en het aanprikken van het hart van de bloem zorgt voor vergroeiingen. Beschadigde chrysanten zijn niet langer verkoopbaar, wat een aanzienlijke inkomstenderving voor de teler betekent. Wanneer de eerste schade door wantsen wordt waargenomen, worden de wantsen chemisch bestreden met middelen die veelal niet integreerbaar zijn met biologische bestrijding. Dit kan de biologische bestrijding van andere plagen in de kas ernstig belemmeren.

Biologische bestrijding. Er zijn in Nederland geen predatoren of sluipwespen tegen schadelijke wantsen op de markt. Wel is in de Verenigde Staten de oorspronkelijk uit Noord-Europa afkomstige sluipwesp *Peristenus digoneutis* op grote schaal gekweekt en uitgezet om de aldaar invasieve schadelijke wantsensoorten te bestrijden. Deze sluipwespsoorten parasiteren het nimfenstadium van de wantsen. Hoewel de sluipwespen zouden kunnen bijdragen aan het tegengaan van populatie-opbouw van de wantsen in de kas, kunnen ze niet voorkomen dat volwassen wantsen die de kas zijn binnengekomen schade aanrichten in het gewas. Hetzelfde geldt voor de entomopathogene schimmel *Beauveria bassiana* (Botanigard). Terwijl het biologische middel Botanigard effectief de nimfen van de behaarde wants kan bestrijden, is het effect op de volwassen stadia slechts matig (Steenhuizen & Messelink 2006). De beste manier om problemen met schadelijke wantsen te beperken lijkt het voorkomen van invlieg door het gebruik van insectengaas. Ook voor deze plaag geldt dat door de relatief grote omvang van de wantsen kan worden gewerkt met gaas met een betrekkelijk grote maaswijdte, zodat de negatieve bijeffecten van gaas op het kasklimaat beperkt kunnen worden. Er is gewerkt aan de identificatie en synthese van lokstoffen die kunnen worden toegepast in vallen (Meijer *et al.* 2011, van Tol *et al.* 2016). Daarnaast is geëxperimenteerd met het gebruik van lokplanten om de volwassen wantsen weg te lokken van het gewas, en lokaal te bestrijden (chemisch of afzuigen). Tevens is er gewerkt aan de identificatie en synthese van geurstoffen (feromonen) welke als lokstof kunnen worden ingezet tegen wantsen (Meijer *et al.* 2011).

2.7 Aaltjes

Wanneer plekken in het gewas achterblijven in groei is er een grote kans dat dit wordt veroorzaakt door aaltjes. Er zijn twee groepen aaltjes die voor problemen in chrysant zorgen, de wortelknobbelaaltjes (*Meloidogyne* spp.) en de wortellesieaaltjes (*Pratylenchus* spp.). Met name het warmteminnende wortelknobbelaaltje *Meloidogyne javanica* kan in chrysant tot kwaliteits- en productieverlies leiden. Bovengronds worden de bloemtakken korter en dunner, ondergronds is het wortelstelsel aangetast. Bij hoge dichtheden is er plantuitval. In aanwezigheid van het wortelknobbelaaltje zijn er kleine knobbels op de wortels te zien. Wortellesie-aaltjes leven vrij in de grond, dringen de wortels binnen en leggen daar eitjes. Bij het binnendringen veroorzaken ze wondjes (lesies), waardoor de wortels niet meer optimaal functioneren. Ook vormen de lesies een gemakkelijke invalspoort voor schimmels zoals *Pythium* en *Verticillium*. In de praktijk worden de verschijnselen die het wortellesie-aaltje veroorzaakt aangeduid als bodemmoeheid.

Stomen van de bodem wordt veelvuldig toegepast om problemen met aaltjes het hoofd te bieden. Een nadeel van stomen is echter dat ook de nuttige bodemorganismen worden gedood. Ook kost het stomen veel energie. Cultivars verschillen in gevoeligheid voor aaltjes, en is het bij een aaltjesbesmetting handig om hiermee bij de cultivarkeuze rekening te houden. Verder kan het inbrengen van organisch materiaal om de bodemstructuur te verbeteren de aaltjesdruk verlagen (Hazendonk, 2000). Chemische opties om aaltjes te onderdrukken zijn erg beperkt. Het enige middel dat een effect heeft is Vydate granulaat (actieve stof oxamyl). De aaltjes kunnen echter snel resistentie ontwikkelen tegen oxamyl en het middel heeft, door opname in de plant, bovendien een sterk negatieve bijwerking op natuurlijke vijanden (met name *Orius* roofwantsen). Ook is er in de praktijk geëxperimenteerd met het toedienen van kalkstikstof (calciumcyanamide), welke de ontwikkeling van aaltjes kan remmen. De effectiviteit hiervan is echter lastig te bepalen. Ook kan deze meststof bijwerkingen hebben op het overige bodemleven. In het Green Challenges rapport 'Plant- en bodemweerbaarheid tegen ondergrondse ziekten' is onderzoek uitgevoerd naar de biologische bestrijding van aaltjes in chrysant (de Long *et al.* 2020).

2.8 Overige plagen

Naast de eerder genoemde plaagsoorten komen er incidenteel ook andere plagen voor in de teelt van chrysanten. Slakken kunnen met name langs de gevels voor problemen zorgen. Ze kunnen worden bestreden met slakkenkorrels. Verder steekt op sommige bedrijven de wortelduizendpoot de kop op. Deze bodemplaag is erg lastig biologisch te bestrijden (Kruidhof & Bloemhard, 2015). Stomen van de grond kan enige onderdrukking geven, maar de wortelduizendpoten kunnen zich diep in de bodem terugtrekken en zo aan de stoombehandeling ontsnappen.

2.9 Ziekten

Bovengronds kan voornamelijk Japanse roest (*Puccinia horiana*) een probleem vormen. Deze schimmelziekte is herkenbaar aan de roestbruin-oranje-rode sporenhoopjes, welke meestal aan de onderzijde van de bladeren zitten. Vochtige omstandigheden kunnen de ziekte bevorderen. Een combinatie van een goede klimaatbeheersing, waarbij de bladnat periode wordt gereduceerd, en bedrijfhygiënische maatregelen vormen de basis voor de bestrijding tegen Japanse roest. Ook zijn er roestresistente rassen. Tevens kan het natuurlijke afweermechanisme van het gewas tegen Japanse roest worden aangeschakeld door het middel Inssimo (Acibenzolar-S-methyl). Incidenteel kan *Botrytis cinerea* een probleem vormen. Deze schimmel geeft een grijs tot grijsbruin stuivend schimmelpluis.

Ondergronds kunnen de verwerkingsziekten *Verticillium* en *Fusarium oxysporum* chrysant aantasten. Bij *Verticillium* verwelken de bladeren langs de stengel van beneden naar boven en kleuren flesgroen en dof, waarna de bladeren vervolgens oranje-geel verkleuren. Deze ziekte kan worden verspreid via besmette stekken. Bij *Fusarium* kleuren de oudste en middelste bladeren geel vanaf de randen. Ook is vaak één zijde van de stengel inwendig aangetast en bruin verkleurd. Verder kan met name bij de start van de teelt wortelrot (*Pythium ultimum*) optreden, welke zich uit als kleine, langgerekte, donkerbruine strepen op de stengels. Bodemschimmels treden met name op als de omstandigheden rondom de wortels niet goed zijn. Goede hygiëne en goede bodemstructuur en ontwatering kunnen helpen om problemen met wortelziektes te voorkomen. Er zijn rassen beschikbaar die minder gevoelig zijn voor *Pythium*. Met stomen kunnen de problemen met bodemschimmels tijdelijk worden voorkomen. Echter, alle antagonisten in de bodem worden dan ook gedood, wat de bodemweerbaarheid aantast.

Over het algemeen hebben fungiciden weinig tot geen invloed op natuurlijke vijanden. Uitzondering hierop zijn fungiciden met de werkzame stoffen Carbendazim (e.g. Luxan Carbendazim 500 FC), thio-fanaat-methyl (Topsin-M), tolylfluanide (Eupareen Multi) en zwavel.

Figuur 2.2 Overzicht van plagen en natuurlijke vijanden in chrysant. In deze Figuur zijn de opties voor biologische bestrijding met micro-organismen niet meegenomen. Van de natuurlijke vijanden zijn alleen de soorten meegenomen die commercieel beschikbaar zijn en actief zijn bij relatief lage plaagdichtheden.

3 Kansen en (mogelijke) knelpunten voor een systeemaanpak gewasgezondheid in chrysant

3.1 Huidige geïntegreerde plaagbestrijding

Voor de huidige geïntegreerde aanpak van plagen in chrysant wordt de teelt in 3 fasen opgedeeld. Tijdens de *startfase*, de eerste 3 weken na het planten, zijn er vaak nog chemische residuen in het gewas aanwezig van middelen die tijdens de stekfase zijn gebruikt. Hierdoor kan de ontwikkeling van biologische bestrijders ernstig worden belemmerd. Ook is de luchtvochtigheid in het gewas tijdens deze fase relatief laag, doordat planten nog niet tegen elkaar aanstaan, waardoor de populatie-opbouw van natuurlijke vijanden, zoals roofmijten, kan worden belemmerd. Tijdens deze periode wordt geprobeerd om met lokale bespuitingen met kortwerkende middelen met brede werking tegen trips, spint en mineervlieg het gewas zo schoon mogelijk te krijgen. Tijdens de *groeifase* (week 4 tot week 9), wanneer de residuen uit de opkweek zijn afgebroken en het gewas dichtgroeit, wordt zoveel mogelijk met natuurlijke vijanden gewerkt. Met name worden roofmijten ingezet tegen trips en spint. Ook worden entomopathogene schimmels en aaltjes gebruikt tegen trips gebruikt. Sommige telers zetten ook sluipwespen tegen mineervlieg en bladluis uit. Tijdens deze periode wordt ter correctie zoveel mogelijk met integreerbare middelen gewerkt.

Tijdens de laatste 2 weken van de teelt staat het gewas in bloei. Kleine aantallen plagen worden bestreden met correctiemiddelen om een schoon gewas te kunnen afleveren en geen sierwaarde te verliezen.

3.2 Overzicht van kansen en (mogelijke) knelpunten voor een systeemaanpak gewasgezondheid in chrysant

In Tabel 1 wordt een overzicht gegeven van de kansen voor een systeemaanpak gewasgezondheid in chrysant. Voor elke kans wordt aangegeven met welke methoden deze kan worden bereikt, wat hierbij de mogelijke knelpunten zijn en hoe deze knelpunten zouden kunnen worden opgelost. In Hoofdstuk 3.3, waarin de verschillende aspecten van deze systeemaanpak worden beschreven, wordt nader ingegaan op deze verschillende kansen.

Tabel 1a

Overzicht van kansen en knelpunten voor een systeem aanpak gewasgezondheid in chrysant (deel 1).

Kansen nieuw systeem	Mogelijke methodes	(Mogelijk) knelpunt	(Mogelijke) oplossing knelpunt
1. Betere vestiging roofmijten	a. Bijvoeren in het gewas b. Geen (breedwerkende) pesticiden bij stek & startfase van de teelt	a. 1. Beregening van bovenaf zorgt ervoor dat alternatief a. voedsel snel wegspoelt 2. Trips voedt zich met sommige soorten alternatief voedsel (zoals stuifmeel) b. 1. Huidige mogelijkheden ontoereikend voor schoonhouden uitgangsmateriaal 2. Bij export stek geen beestjes toegestaan	a. 1. Watergeven van onderaf (inline slangen) werkt helaas niet goed (Marcel Raaphorst, persoonlijke communicatie) of voedsel aanbrengen op voerlinten 2. roofmijten met stuifmeel preventief uitzetten b. 1. Inoculeren van het stekmateriaal met eitjes van <i>Orius</i> primen/induceren weerbaarheid (e.g. met LED behandeling, beneficial microbes) 3. CATT behandeling van stekmateriaal
3. Betere vestiging <i>Orius</i>	a. Bijvoeren in het gewas b. Inoculeren van stekken met <i>Orius</i> eitjes c. Semi-permanente stroken d. Verlengen lichtperiode met blauw licht ter stimulering van eileg (<i>Orius majusculus</i>)	a. Goede alternatieve voedselbron nog identificeren b. Moet worden gecombineerd met bijvoeren in het gewas c. 1. minder opbrengst door verkleinen areaal gewas 2. niet bekend hoe snel en hoe ver <i>Orius</i> zich vanaf de bankerplanten in het gewas verspreid d. 1. Fine-tuning vereist om verstoring van bloei-inductie chrysant te voorkomen 2. Effectiviteit van lichtkleur op eileg <i>Orius majusculus</i> nog niet bekend	c. 1. Strategische positionering van de stroken (e.g. langs de gevels, op de betonpaden, boven het gewas) 2. lokken van de trips naar de bankerplanten en/of stimuleren verspreiding <i>Orius</i> in gewas door bijvoeren 3. additioneel systeem met 'mobiele' bankerplanten die tijdelijk tussen het gewas kunnen worden geplaatst
4. Betere vestiging bodempredatoren	a. Aanbrengen van toplagen met zemelen, gist, prooimijten en/of kalkoenvoer	a. Tijdelijke verzadiging van bodemroofmijten en -kevers met alternatieve prooiën	Juiste verhoudingen van prooimijten en bodempredatoren toedienen
5. Verlengen levensduur en verhogen fertiliteit van sluipwespen, zweefvliegers en galmuggen	a. Bloeiende nectarplanten b. Voedselstations maken met kunstmatige bloemen met suikerwater	a. 1. Combinatie van kortedag voor bloei-inductie in chrysant mogelijk lastig bij langedag nectarplanten 2. Combinatie hoge temperatuur en minder licht geeft langgerekte nectarplanten die vaak laag over de grond groeien 3. Bloeiperiode van nectarplanten in de kas vaak korter dan buiten 4. risico dat nectarplanten 'sink' worden voor natuurlijke vijanden b. minder aantrekkelijk dan echte planten?; arbeid door vervangen suikerwater?	- Zoeken naar geschikte niet-daglength gevoelige of kortedag nectarplanten - Selectief bijbelichten van stroken met functionele biodiversiteit - Gebruik van plantensoorten die extraflorale nectar produceren - Bloeiperiode proberen te verlengen door nectarplanten met verschillende bloeiperiodes te introduceren, maaian gedeeltes van de nectarplanten
6. Betere vestiging sluipwespen mineervlieg	a. Bankerplanten met alternatieve mineervliegsoorten die niet op chrysant voorkomen	a. Nog geen ervaring met bankerplanten met alternatieve mineervliegsoorten voor <i>Diglyphus</i> en <i>Dacnusa</i> sluipwespen	-

Tabel 1b

Overzicht van kansen en knelpunten voor een systeemaanpak gewasgezondheid in chrysant (deel 2).

Kans nieuwe systeem	Methode	(Mogelijk) knelpunt	(Mogelijke) oplossing knelpunt
7. Betere vestiging specialistische natuurlijke vijanden van bladluis	a. Bankerplanten met alternatieve bladluissoorten die niet op chrysant voorkomen	a. Gevaar dat de bankerplanten een 'sink' worden voor bestrijders (galmuggen, zweefvliegen) b. Gevaar voor intraguild predatie van galmug-/ zweefvlieglarven door Orius en roofmijten c. Groter risico hyperparasitering (sluipwespen)	a. 1. Bankerplanten slechts tijdelijk blootstellen aan eileg door volwassen bestrijders 2. Bankerplanten met 'lagere kwaliteit' bladluizen en/of relatief minder aantrekkelijke bankerplant soorten b. Bankerplanten soorten identificeren die minder aantrekkelijk zijn voor roofmijten en Orius c. Lokstof hypersluipwespen (lopend STW onderzoeksproject)
8. Plaagdruk (trips, mineervlieg, rupsen) in het gewas verlagen	a. Lokplanten tussen de bankerplanten plaatsen b. Gebruikmaken van aantrekkelijke geuren, kleuren/kleurpatronen, lichtspectra boven de functionele biodiversiteitsstroken (géén kleverige vangplaten vanwege de natuurlijke vijanden in de biodiversiteitsstroken)	a. 1. Toevoegen van extra lokplanten verkleint areaal gewas/ areaal bankerplanten, nectarplanten 2. Uitkijken dat plaaginsecten zich niet vermeerderen op de lokplanten en opnieuw het gewas besmetten (e.g. wanneer lokplanten uitgebloeid zijn) b. Goed uitzoeken of dit de vermeerdering van de natuurlijke vijanden en hun verspreiding in het gewas niet nadelig beïnvloedt	a. Bankerplanten/ nectarplanten gebruiken die ook aantrekkelijk zijn voor plaaginsecten (echter nog niet duidelijk of aanwezigheid van natuurlijke vijanden de aantrekking van plaaginsecten beïnvloedt)
9. Plaagdruk schadelijke wantsen verminderen	a. Lokplanten voor schadelijke wantsen 1cm lokale (chemische) bestrijding/ afzuigen b. Insectengaas in de luchtramen aanbrengen	a. mogelijke 'sink' voor Orius	
10. Weerbaarheid van chrysant tegen plagen verbeteren	a. Meer resistente cultivars gebruiken b. Resistente en minder resistente cultivars afwisselen in tijd en ruimte c. Weerbaarheid primen/ induceren met behulp van plantversterkers, licht en/ of goedaardige micro-organismen, Orius eileg	a. Keuze van cultivar is grotendeels marktgestuurd b. Operationele en logistieke bezwaren?? 1. Mogelijk vertraagde groei en bloei 2. mogelijke trade-off met weerbaarheid tegen biotrofe pathogenen (JA/SA antagonisme)	a. Promoten van resistente rassen met speciaal 'groen' label b. ? c. 1. Gebruik van goedaardige micro-organismen die ook de groei van het gewas stimuleren 2. (combinatie van) primers/inducers identificeren waarbij geen / minimale trade-off optreedt met weerbaarheid tegen biotrofe pathogenen

3.3 Beschrijving van een systeemaanpak voor biologische plaagbestrijding in chrysant

3.3.1 Biologische start

Het is belangrijk om een nieuwe chrysantenteelt schoon te starten. In de huidige geïntegreerde gewasprogramma's in chrysant wordt het gewas tijdens de startfase van de teelt derhalve meestal preventief behandeld met breedwerkende chemische middelen. Het is echter tegelijkertijd zaak om de natuurlijke vijanden zo snel mogelijk te introduceren. Breedwerkende middelen vertragen de opbouw van populaties van natuurlijke vijanden. Het is daarom belangrijk om met stekken te werken die zijn opgekweekt zonder breedwerkende middelen. Stekbedrijven proberen hieraan al te voldoen door de productie van zogenaamde 'IPM' stekken. Door deze 'IPM' stekken al voor (of net na) introductie in de kas te inoculeren met *Orius* roofwantsen en/of roofmijten kunnen eventueel nog op de stek aanwezige plaaginsecten worden bestreden. Het voordeel van inoculatie met *Orius* roofwantsen is dat deze naast onvolwassen tripsen ook eventueel aanwezige volwassen tripsen en bladluizen effectief kunnen bestrijden. Daarnaast kan de eileg van *Orius* in het plantenweefsel van chrysant mogelijk de weerbaarheid van de plant tegen plagen verhogen. In tomaat en paprika is namelijk gevonden dat eileg van *Orius* in het plantenweefsel de plantweerbaarheid tegen trips kan verhogen (Bouagga, 2018; de Puyssseleyr, 2011). Andere manieren om de plantweerbaarheid van de jonge chrysantenplanten te bevorderen zouden kunnen worden gezocht in de verrijking van het microbioom van de perskluit en/of de bodem met goedaardige micro-organismen en/of het tijdens de bewortelingsfase toedienen van specifieke LED spectra en/of UV-B licht. Zo is aangetoond dat jonge chrysantenplanten die 3 weken hadden gegroeid bij lage intensiteit zonlicht aangevuld met 95% rood en 5% blauw LED spectrum maar half zo gevoelig waren voor tripsschade als planten die onder minder rood licht waren opgegroeid (Kruidhof *et al.* resultaten KaE 'LED bij zonlicht'). Ook ondervinden planten vaak minder schade door plaaginsecten wanneer ze worden blootgesteld aan UV-B licht (Escobar-Bravo *et al.* 2017). Dit is gerelateerd aan de accumulatie in het blad van secundaire metabolieten (met name flavonoiden en fenolen) die de plant beschermen tegen oxidatieve beschadiging en aan een versterking van de bescherm laag van het blad (Escobar-Bravo *et al.* 2017). Wellicht liggen er ook nog mogelijkheden in de toepassing van CATT (Controlled Atmosphere Temperature Treatment), waarbij plantmateriaal wordt blootgesteld aan een relatief hoge temperatuur in combinatie met hoge concentraties van CO₂ en O₂. Bij deze techniek is het de uitdaging om die omstandigheden te vinden waarbij de plagen worden gedood maar er geen negatieve bij-effecten op het plantmateriaal optreden. Hoewel deze techniek in het verleden positieve resultaten heeft opgeleverd voor de bestrijding van weekhuidmijten en wortelknobbelaaltjes op uitgangsmateriaal van aardbeiplanten (van Kruistum *et al.* 2014), is er nog meer onderzoek nodig om te kijken of deze techniek ook mogelijkheden biedt om chrysantenstekken te behandelen.

3.3.2 Bijvoeren van *Orius* roofwantsen en roofmijten

Het bijvoeren van generalistische roofmijten met alternatief voedsel om een vestiging van roofmijtpopulaties in het gewas te bewerkstelligen is het laatste decennium 'common practice' geworden in de glastuinbouw, en er is veel onderzoek naar verricht (van Rijn & Tanigoshi, 1999; Hoogerbrugge *et al.* 2008; Messelink *et al.* 2009; Messelink *et al.* 2014; Leman & Messelink, 2015; Vangansbeke *et al.* 2016). Verschillende studies hebben aangetoond dat roofmijten zich goed kunnen ontwikkelen op stuifmeel. Stuifmeel van lisdodde (*Typha latifolia*) is op de markt gekomen voor volvelds toepassing in het gewas. Ook heeft de ondersteuning van roofmijten in het gewas met volveldse introductie van prooimijten, welke voorheen alleen werden gebruikt in de massakweek van roofmijten en in de slow-release kweekzakjes, in de laatste jaren een grote vlucht genomen. Voor de ondersteuning van *Orius* waren er voor de start van dit project nog geen goede alternatieve voedselbronnen beschikbaar. Het is bekend dat *Orius* zich zonder alternatief voedsel goed kan vestigen in een aantal gewassen met stuifmeel-producerende bloemen. Het bekendste voorbeeld is paprika, waar *Orius* al lange tijd succesvol wordt ingezet als tripsbestrijder. Maar in een chrysantengewas dat (nog) geen stuifmeel-producerende bloemen produceert, kan *Orius* zich niet verder ontwikkelen en voortplanten. Wanneer chrysantenplanten worden geïnoculeerd met *Orius* voordat ze de kas ingaan, zullen de roofwantsen daarom moeten worden bijgevoerd met additioneel voedsel.

De eitjes van de meelmot *Ephestia kuehniella* vormen de standaard voedselbron voor Orius in massakweek systemen. Deze voedselbron is echter relatief duur, en de houdbaarheid beperkt. Er zijn verschillende studies gedaan om alternatieve voedselbronnen voor Orius te identificeren, ofwel ten behoeve van de massakweek van Orius (Arijs & de Clerq, 2001; Bonte *et al.* 2016, Bonte & de Clerq, 2008; Bonte & de Clerq, 2010; Cocuzza *et al.* 1997; Vacante *et al.* 1997) ofwel ten behoeve van een betere vestiging van Orius in het gewas, bijvoorbeeld met behulp van stuifmeel-producerende bankerplanten (Waite *et al.* 2014; Pumarino & Alomar, 2012; van der Linden en van der Staaij, 2011; van der Linden *et al.* 2013), of voerstations (Messelink *et al.* 2019). Hierbij is naar verschillende soorten voedsel gekeken, waaronder stuifmeel, bijenpollen, prooimijten (astigmata), cysten van *Artemia* pekelkreeftjes, eitjes van de Middellandse-zeevlieg *Ceratitis capitata* en verschillende soorten kunstmatige diëten op basis van eiwitten, koolhydraten, suikers en vitamines. Welke soort voedsel het meest geschikt is, is afhankelijk van de soort Orius. Zo bleek stuifmeel afkomstig van mais een goede voedselbron te zijn voor de ontwikkeling van *O. laevigatus*, maar ongeschikt als voedselbron voor de ontwikkeling van *O. majusculus* (van der Linden *et al.* 2013). In deze studie is echter alleen gekeken naar het effect van alternatief voedsel op de ontwikkeling en overleving van Orius roofwantsen. Een goede voedselbron moet ook de eileg van Orius kunnen ondersteunen. De studie van Cocuzza *et al.* (1997) liet zien dat de *O. laevigatus* op een dieet van bijenpollen minder dan de helft van de eitjes legde ten opzicht van *O. laevigatus* op een dieet van *Ephestia* eitjes. Stuifmeel afkomstig van verschillende plantensoorten kan sterk verschillen in voedingswaarde, en daarmee in de geschiktheid als voedselbron voor natuurlijke vijanden (e.g. van Rijn & Tanigoshi, 1999). Uit een vergelijkende test van 7 verschillende soorten stuifmeelproducerende bankerplanten voor *Orius insidiosus* kwam de sierpeper cv. Purple Flash als beste kandidaat naar voren (Waite *et al.* 2014). Tegelijkertijd liet het onderzoek van Waite *et al.* (2012) zien dat bijvoeren van het commercieel beschikbare stuifmeel van de lisdodde *Typha latifolia* de vestiging van *Orius insidiosus* in chrysant niet ondersteunde. Ook nam door het volvelds uitstrooien van lisdodde stuifmeel de populatie van Californische trips in het gewas toe (Waite *et al.* (2012). Verschillende studies hebben aangetoond dat stuifmeel de populatie-ontwikkeling van Californische trips kan ondersteunen (Hulshof *et al.* 2003; Vangansbeke *et al.* 2016; Leman & Messelink, 2015). Daarmee kan de toediening van stuifmeel een risico vormen voor de biologische bestrijding van trips. Dat stuifmeel toch vaak wordt toegepast als voedselbron van roofmijten ten behoeve van de tripsbestrijding, komt doordat roofmijtpopulaties heel snel kunnen groeien op stuifmeel. Deze grote aantallen roofmijten kunnen, ondanks de stimulering van de tripspopulatie door de aanwezigheid van stuifmeel, toch tot een goede tripsbestrijding kunnen leiden (Leman & Messelink, 2015). Populaties van Orius roofwantsen hebben echter een veel langere tijd nodig om te groeien. Daarom vormen voedselbronnen die volvelds worden toegediend en ook de populatiegroei van trips kunnen stimuleren naar verwachting een veel groter risico wanneer Orius roofwantsen de voornaamste bestrijders zijn dan wanneer roofmijten de voornaamste bestrijders zijn. Wanneer alternatief voedsel voor Orius niet volvelds wordt toegediend, maar alleen pleksgewijs, wordt het risico op het stimuleren van tripspopulaties veel kleiner. Daarom hebben Messelink *et al.* (2019) getoetst of het toedienen van alternatief voedsel in zogenaamde voerstations de vestiging van *Orius laevigatus* in chrysant kon ondersteunen. Hoewel uit eerder laboratoriumonderzoek was gebleken dat Orius zich goed kon ontwikkelen op een mengsel van cistus bijenpollen, *Carpoglyphus lactis* voermijten en bakkersgist (Messelink *et al.* 2016), was de bijdrage van de voerstations voor de vestiging van *O. laevigatus* zeer beperkt en werd er geen verbetering in de bestrijding van Californische trips waargenomen (Messelink *et al.* 2019).

De cysten van *Artemia* pekelkreeftjes werden ook al snel gezien als een potentieel interessante voedselbron. Deze pekelkreeft cysten zijn veel goedkoper om te kweken dan *Ephestia* eitjes, en ook langer houdbaar. Als voedselbron voor Orius lieten verschillende studies sterk wisselende resultaten zien. Dit heeft te maken met de kwaliteit van de *Artemia*, die kan veranderen door de opkweekmethode van de pekelkreeftjes, de soort *Artemia* pekelkreeftjes die wordt gekweekt, en de verwerking van de cysten na de oogst. Zo kan door middel van decapsulatie kan de buitenste harde 'schil' van de cysten worden verwijderd, waardoor het voedsel makkelijker toegankelijk wordt voor de roofwantsen. Arijs & de Clerque (2001) lieten zien dat de ontwikkelingsstijd van *Orius laevigatus* van ei-adult op de gedecapsuleerde cysten van het pekelkreeftje *Artemia franciscana* sneller ging dan op gesteriliseerde eitjes van de meelmot *Ephestia kuehniella*, maar dat het gewicht en de vruchtbaarheid van de volwassen roofwantsen niet verschilden tussen deze twee voedselsoorten. Wanneer de cysten van de pekelkreeftjes niet waren gedecapsuleerd, was de overleving van de *O. laevigatus* nimfen beduidend lager.

Ook had het hydrateren van de cysten in een zoutoplossing en het invriezen van gedecapsuleerde cysten een negatief effect op *Orius laevigatus*. Het is echter niet nodig om de cysten van *Artemia* sp. in te vriezen, omdat ze in gedroogde vorm jaren kunnen worden bewaard. Andere onderzoeken lieten echter zien dat de commercieel beschikbare gedecapsuleerde cysten die worden gebruikt voor het bijvoeren van de roofwants *Macrolophus pygmaeus* niet geschikt waren als voedselbron voor *Orius* (van der Linden, 2013)

Uit een proef met alternatieve voedseltypen is gebleken dat *O. majusculus* en *O. laevigatus* nimfen zich zeer goed kunnen ontwikkelen tot het volwassen stadium op prooimijten van de soorten *Tyrophagus putrescentiae* en *Acarus siro* (Van der Linden *et al.* 2013). Ook toonde een eerdere studie de mogelijkheid om *Orius* roofwantsen te kweken op *T. putrescentiae* prooimijten aan (El-Husseini & Sermann, 1992). Wel bleek uit een vergelijkende proef van Bonte *et al.* (2016) van verschillende soorten alternatief voedsel voor twee andere *Orius* soorten (*Orius thripoborus* en *Orius naivashae*) dat de prooimijten *T. putrescentiae* en *C. lactis* minder geschikt waren voor de reproductie van *Orius* dan gesteriliseerde eitjes van de meelmot *Ephestia kuehniella* of de Middellandse-zeevlieg *Ceratitis capitata*. Omdat er in de praktijk in chrysant reeds was begonnen met het volvelds bijvoeren roofmijten met voermijten, lijkt het erg interessant om verder te onderzoeken of deze voermijten ook de ontwikkeling en eileg van *Orius* kunnen ondersteunen.

Naast het bijvoeren van bladbewonende roofmijten en roofwantsen, is er ook onderzoek gedaan naar het bijvoeren van bodemroofmijten met behulp van zogenaamde toplagen van organisch materiaal. In een kooiproef in het najaar met potchrysanten bleek *Macrocheles* met of zonder toplaag zowel na 5 als 10 weken geen effect te hebben op trips, terwijl er wel hoge aantallen *Macrocheles* in de toplaag aanwezig waren (Grosman *et al.* (2014)). Mogelijkerwijs trad er op deze korte termijn een verzadigingseffect op, door de hoge aantallen prooimijten en andere alternatieve prooien, waardoor de bodemroofmijten de tripspoppen lieten liggen. Verder waren er relatief vochtige omstandigheden tijdens deze proef, waardoor de verpoping van trips mogelijkerwijs op de plant heeft plaatsgevonden. In hoeverre het aanbrengen van een toplaag in een chrysantengewas, met een teeltduur van ongeveer 10 weken en na elke teelt een grondbewerking, perspectief biedt voor een betere bestrijding van trips is dus nog niet geheel duidelijk en zal verder moeten worden uitgezocht.

3.3.3 Watergift

Binnen het project 'De Perfecte Chrysant' dat in februari 2017 van start gaat en wordt uitgevoerd door Delphy en Wageningen UR Glastuinbouw, is geëxperimenteerd met onderlangs watergeven in chrysant met behulp van druppelslangen. Door onderlangs water te geven zal het waarschijnlijk makkelijker zijn om populaties van bladbewonende roofmijten en roofwantsen te ondersteunen door het aanbrengen van alternatief voedsel in het gewas. Het voedsel wordt dan niet bij elke watergift weggespoeld. Tegelijkertijd kan beregening plagen zoals trips ook direct onderdrukken (van der Staij & Grosman, 2012). De manier van watergeven is derhalve ook voor de biologische bestrijding van plagen een belangrijk aspect. Tijdens de startfase van de chrysantenteelt blijft het noodzakelijk om te beregenen, omdat de perskluiten op de grond (en niet in de grond) worden geplaatst. Uiteindelijk is gebleken dat ook het tijdens de teelt werken met druppelslangen niet haalbaar was. De voordelen van het onderlangs watergeven waren voor de meeste telers te gering om de investeringskosten te verantwoorden (Marcel Raaphorst, persoonlijke communicatie).

3.3.4 Semi-permanente stroken met functionele biodiversiteit

Het in de kas aanbrengen van (semi-)permanente stroken met functionele biodiversiteit – waaronder bankerplanten en nectarplanten voor natuurlijke vijanden en lokplanten voor plaaginsecten – zou een alternatief en/of aanvulling op het volvelds bijvoeren van *Orius* roofwantsen in het gewas kunnen vormen. Met dergelijke biodiversiteitsstroken zouden naast *Orius* ook verschillende andere soorten natuurlijke vijanden kunnen worden ondersteund. De voordelen van nectarplanten en bankerplanten voor natuurlijke vijanden zijn al in verschillende artikelen beschreven (e.g. Messelink *et al.* (2014), Huang *et al.* (2011)). Bovendien zouden zowel vliegende plaaginsecten (met name volwassen trips, maar wellicht ook mineervliegen) en volwassen stadia van vliegende natuurlijke vijanden die tijdens de oogst van het gewas worden verstoort, zich tijdens de teeltwisseling op deze biodiversiteitsstroken kunnen terugtrekken. Op deze manier zouden deze plagen zich op de biodiversiteitsstroken kunnen concentreren en door de aldaar aanwezige en/of arriverende natuurlijke vijanden worden bestreden. Er zal verder moeten worden onderzocht of op deze manier de besmetting van de volgende teelt kan worden gereduceerd.

Tevens kunnen natuurlijke vijanden zich vanaf de biodiversiteitsstroken weer in het nieuwe gewas verspreiden. Dit zal voor bepaalde natuurlijke vijanden sneller gaan dan voor andere natuurlijke vijanden. Vooral natuurlijke vijanden die goed kunnen vliegen en actief op zoek gaan naar nieuwe plaaginsecten, zoals sluipwespen, zweefvliegen en galmuggen, zullen bij aanwezigheid in de kas direct in het nieuwe gewas hun werk kunnen doen. Roofmijten zullen zich naar verwachting minder snel en minder ver vanaf de biodiversiteitsstroken in het gewas verspreiden en kunnen daarom beter opnieuw in het nieuwe gewas worden geïntroduceerd. Hoe snel *Orius* roofwantsen zich vanaf de biodiversiteitsstroken in het gewas zullen verspreiden is nog niet duidelijk.

3.3.4.1 Bankerplanten

Met bankerplanten bedoelen we planten die de vestiging en vermeerdering van natuurlijke vijanden ondersteunen. Voor veel natuurlijke vijanden moeten deze bankerplanten alternatieve prooien of -gastheren bevatten. De soorten alternatieve prooien of -gastheren die hiervoor worden geselecteerd beschadigen het gewas zelf niet. Een bekend voorbeeld van een dergelijk bankerplantsysteem zijn graanplanten met graanluizen welke als alternatieve gastheer voor sluipwespen van bladluis dienen. Hiernaast zijn er ook zogenaamde omnivore predatoren, welke zich behalve met prooien ook met stuifmeel en nectar kunnen voeden. Deze omnivore predatoren kunnen vaak ook op bloeiende bankerplanten met voldoende stuifmeel van goede kwaliteit ontwikkelen, zonder dat ze alternatieve prooien nodig hebben. Een goed voorbeeld hiervan is bloeiende sierpeper, welke populaties van *Orius laevigatus* kan ondersteunen (Waite *et al.* 2014). In Canada, en later in Nederland (2016) zijn onder begeleiding van Bioline AgroSciences praktijkproeven gedaan met sierpeper ('Purple Flash') als bankerplant voor *Orius laevigatus* in de chrysantenteelt. Om de eileg van *Orius* nog verder te stimuleren werd er op de bankerplanten ook bijgevoerd met *Ephestia* eitjes. Voor veel Nederlandse telers was de bankerplant methode echter nog te omslachtig. Ook is het nog onduidelijk hoeveel bankerplanten er op een bepaald kasoppervlakte nodig zijn om een goede verspreiding van *Orius* in het gewas te krijgen.

In Tabel 2 staan plantensoorten weergegeven welke kunnen dienen als bankerplant voor natuurlijke vijanden van plagen die in chrysant voorkomen. Voor trips zijn dit de roofwantsen *Orius laevigatus* en *Orius majusculus*, voor bladluis de roofwants *O. majusculus*, de sluipwesp *Aphidius colemani*, de galmug *Aphidoletes aphidimyza*, en de zweefvliegen *Episyrphus balteatus* en *Sphaerophoria ruepelli*, en voor mineervlieg de sluipwespen *Diglyphus isaeae* en *Dacnusa sibirica*. Sierpeper (*Capsicum annuum*) kwam als beste bankerplantsoort naar voren in een vergelijkende studie van zeven bankerplantsoorten voor de roofwants *Orius insidiosus* (Waite *et al.* 2014). *Orius insidiosus* is net als *O. laevigatus* een bloemenwants. De verwachting is daarom dat de resultaten van *O. insidiosus* ook representatief zijn voor *O. laevigatus*. De sierpepercultivar 'Purple Flash' gaf meer bloemen en bloeide langduriger als de cultivar 'Black Pearl', waardoor zich op deze eerste cultivar ook meer *Orius* roofwantsen konden ontwikkelen. Verder zijn in het rapport van Grosman *et al.* (2014) enkele bankerplantsoorten getest met *Orius laevigatus*. Hier kwamen rode amarant cv 'Hopi red dye' en de korenbloem als meest veelbelovende soorten naar voren. *Orius majusculus* kan zich niet goed ontwikkelen op stuifmeel-producerende planten. Ter ondersteuning van *O. majusculus* kunnen eventueel bankerplanten met alternatieve bladluisoorten worden gebruikt, zoals bonenplanten met de erwtenluis *Acyrtosiphon pisum* of kruisbloemigen (e.g. mosterdplanten) met de melige koolluis *Brevicoryne brassicae*. Deze luizensoorten ontwikkelen zich respectievelijk alleen op planten van de familie vlinderbloemigen en kruisbloemigen, en zullen dus geen schade aanrichten op chrysant. Bonenplanten (*Vicia faba*) hebben als bijkomend voordeel dat ze extraflorale nectar produceren (= nectar die buiten de bloemen om in speciale klieren wordt geproduceerd, en dus ook in niet-bloeiende planten wordt uitgescheiden) welke ook kan dienen als voedsel voor o.a. sluipwespen en galmuggen. Hetzelfde principe, bankerplanten met alternatieve luizensoorten, kan ook worden gebruikt voor andere natuurlijke vijanden van bladluizen, zoals zweefvliegen, galmuggen en sluipwespen. Hoewel deze soorten specialistische natuurlijke vijanden nectar en stuifmeel kunnen gebruiken om hun levensduur te verlengen, hebben ze hun prooi (bladluis) nodig voor hun larvale ontwikkeling. Hetzelfde geldt voor sluipwespen van mineervliegen (*Diglyphus isaeae* en *Dacnusa sibirica*). Ook hier gaat het om specialistische soorten die zich alleen op mineervlieg kunnen voortplanten. In eerder onderzoek (Goossens 1992, van der Linden 1992) zijn er experimenten gedaan met boterbloemen met de alternatieve mineervliegsoort *Phytomyza caulinaris* als bankerplantsysteem. Echter zijn er in Europa verschillende soorten mineervliegen die een beperkte waardplantreeks hebben, en als zodanig geen risico vormen voor een chrysantengewas. Zo is de soort *Phytomyza rufipes* interessant, welke alleen kruisbloemigen (e.g. mosterd en koolsoorten) besmet en algemeen voorkomt in West-Europa. Op de website <http://www.bladmineerders.nl/> is meer informatie te vinden over bladmineer soorten en hun waardplantreeks.

Tabel 3.1

Lijst van plantensoorten die een bankerplant functie kunnen vervullen.

Plantensoort/ familie	Nederlandse naam	Cultivar	Natuurlijke vijand(en)	Voedselbron	Referenties
<i>Capsicum annuum</i>	Sierpeper	Purple Flash; Black Pearl	<i>Orius laevigatus</i>	stuifmeel	Waite et al. 2014
<i>Lobularia maritima</i>	Zilver-schildzaad		<i>Orius laevigatus</i>	stuifmeel	Oveja & Arno 2012; Pumerino & Alomar 2012; Grosman et al. 2014
<i>Calendula officinalis</i>	Goudsbloem	-	<i>Orius laevigatus</i>	stuifmeel	Grosman et al. 2014
<i>Amarantus cruentis</i>	Rode amarant	Hopi red dye	<i>Orius laevigatus</i>	stuifmeel	Grosman et al. 2014
<i>Chrysanthemum</i>	Chrysant	-	<i>Orius laevigatus</i>	stuifmeel	Huang et al. 2011
<i>Glebionis coronaria</i> (= <i>Chrysanthemum coronaria</i>)	Gekroonde ganzenbloem	-	<i>Orius laevigatus</i>	stuifmeel	Huang et al. 2011
<i>Centaurea cyanus</i>	Korenbloem		<i>Orius laevigatus</i>	stuifmeel	Grosman et al. 2014
<i>Ocimum basilicum</i>	Basilicum		<i>Orius laevigatus</i>	stuifmeel	Grosman et al. 2014
<i>Monocotyledons</i> (e.g. <i>Triticum aestivum</i> / <i>Hordeum vulgare</i>)	Monocotylen (e.g. tarwe/ gerst)	e.g. Wintertarwe cv Lincoln (Bloemhard & Messelink 2012)	<i>Orius majusculus</i> ; <i>Aphidius colemani</i> ; <i>Aphidoletes aphidimyza</i> ; <i>Episyrphus balteatus</i> ; <i>Spaerophoria ruepellii</i>	Alternatieve bladluis-soorten: <i>Rhopalosiphum padi</i> ; <i>Schizaphis graminum</i> ; <i>Sitobion avenae</i>	Diverse
<i>Vicia faba</i>	Boon	-	<i>Orius majusculus</i> ; <i>Aphidoletes aphidimyza</i> ; <i>Episyrphus balteatus</i> ; <i>Spaerophoria ruepellii</i>	Erwtenluis (<i>Acyrtosiphon pisum</i>)	Huang et al. 2011
<i>Brassicaceae</i>	Familie Kruis- bloemigen	-	<i>Orius majusculus</i> ?; <i>Aphidoletes aphidimyza</i> ?; <i>Episyrphus balteatus</i> ?; <i>Spaerophoria ruepellii</i> ?	Melige koolluis (<i>Brevicoryne brassicae</i>)	
<i>Ranunculus</i> sp.	Boterbloem		<i>Diglyphus isaea</i> , <i>Dacnusa sibirica</i>	<i>Phytomyza caulinaris</i>	Goossens 1992; Grosman et al. 2014

Een mogelijk probleem bij bankerplanten met alternatieve prooien voor specialistische predatoren is dat er op een gegeven moment de verhouding tussen het aantal alternatieve prooien en het aantal predatoren te laag wordt, waardoor bankerplanten door deze predatoren met teveel eitjes worden belegd en de zich ontwikkelende larven doodgaan van de honger. Dit probleem zou zich kunnen voordoen bij zweefvliegen en galmuggen, en zou eventueel kunnen worden beperkt door de bankerplanten alleen een beperkte tijd 'bloot te stellen' aan eileg door de volwassen vrouwtjes van deze natuurlijke vijanden. Verder is het bij de keuze van de soort bankerplanten en alternatieve prooien, en het inrichten van de biodiversiteits-stroken belangrijk dat er rekening worden gehouden met het feit dat generalistische natuurlijke vijanden, zoals Orius roofwantsen of roofmijten die tegen trips worden ingezet, ook andere natuurlijke vijanden kunnen opeten. Met name larven van zweefvliegen en galmuggen zijn gevoelig voor deze zogenaamde 'intraguild predatie', net als door sluipwespen geparasiteerde bladluizen voordat deze in zijn gemummificeerd. Het is goed mogelijk dat verschillende soorten natuurlijke vijanden verschillende voorkeuren hebben voor bankerplantsoorten en/of alternatieve prooien. Van dergelijke verschillen in voorkeur kan goed gebruik worden gemaakt om 'intraguild predatie' te beperken. Dit is echter tot op heden niet goed onderzocht.

3.3.4.2 Nectarplanten

Nectarplanten zijn planten die de volwassen stadia van natuurlijke vijanden bijvoeden met nectar (en stuifmeel). Op deze manier kan hun levensduur worden verlengd en kunnen ze voor meer nakomelingen zorgen. Niet alle bloeiende planten zijn geschikt voor het bijvoeren van natuurlijke vijanden. De lengte en vorm van de bloemkroon bepalen samen met de lichaamsgrootte van de natuurlijke vijand de toegankelijkheid van de nectar. Daarnaast heeft ook de samenstelling van de nectar, welke sterk kan verschillen tussen plantensoorten, een effect op natuurlijke vijanden (Wäckers *et al.* (2005), van Rijn *et al.* (2006), van Rijn & Wäckers (2010)). Er is veel onderzoek gedaan welke nectarplanten het meest geschikt zijn voor gebruik in akkerranden om verschillende soorten sluipwespen, zweefvliegen en andere natuurlijke vijanden te ondersteunen. Er zijn hiervoor specifieke bloemenmengsels op de markt, zoals het 'bloeiend bedrijf mengsel' (<https://www.vandijkezaaden.nl/bloemenmengsels/categorie/eenjarig-mengsel-bloeiend-bedrijf.html>). Echter zijn niet alle plantensoorten die voor gebruik buiten geschikt zijn, ook geschikt als toepassing in de kas. In de kas zijn de groeiomstandigheden anders als buiten. Uit kennis en ervaringen die zijn opgedaan binnen het praktijknetwerk 'Biodiversiteit in de kas', welke zijn beschreven in de gelijknamige brochure (Janmaat *et al.* 2014), bleek dat de meeste soorten uit het 'bloeiend bedrijf mengsel' in de kas slechts moeizaam in bloei kwamen. Tevens waren de planten in relatief warme kassen langgerekt en groeiden ze vaak laag over de grond in plaats van recht naar boven. Boekweit (*Fagopyrum esculentum*) vormde hierop een uitzondering. Deze soort kwam wel goed in bloei en bleef meestal ook lang doorbloeien. Tevens zijn met zeekool (*Crambe hispanica/ cordifolia*), een relatief vroege bloeier, reeds goede ervaringen opgedaan in de kas. Ook Turkse drakenkop (*Dracocephalum moldavica*), welke wordt aangemerkt als aantrekkelijk voor sluipwespen, vertoonde een redelijke groei in de kas. Zilverchildzaad (*Lobularia maritima*) kwam over het algemeen wel snel in bloei, maar was ook weer snel uitgebloeid. Wellicht zouden de planten na bijsnoeien weer opnieuw in bloei kunnen komen. Door verschillende plekken met nectarplanten op verschillende momenten te snoeien zou er kunnen worden gezorgd dat er constant bloeiende planten staan. Zilverchildzaad kwam ook in de studies van Pineda & Marcos-Garcia (2008) en Pumarín & Alomar (2012) als geschikte nectarplant voor gebruik in kassen naar voren. Tevens bleek boekweit in de studie van Tavares *et al.* (2015) veelbelovend als nectarplant in de glastuinbouw.

Naast de hierboven genoemde soorten zijn er nog veel andere plantensoorten die potentie hebben als nectarplanten of bankerplanten voor omnivore predatoren, die nog niet in de kas zijn getest. Bovendien wijken de kasomstandigheden in de chrysantenteelt af van de kasomstandigheden van de biologische groentetelers van het praktijknetwerk 'Biodiversiteit onder glas'. Omdat chrysant een kortedag plant is wordt er tijdens het grootste gedeelte van de teeltperiode geschermd, waardoor de planten in chrysantenkassen slechts 11 tot 12 uren daglicht per dag krijgen. Het zal daarom naar verwachting lastig zijn om langedag planten in bloei te krijgen of te houden, en een keuze voor daglengte neutrale of kortedag planten lijkt logisch. Zo is boekweit, afhankelijk van de cultivar, een daglicht neutrale tot kortedag plant. Het lijkt goed om op basis van beschikbare openbare kennis en kennis van veredelaars een lijst te maken van plantensoorten die ook bij kortedag omstandigheden goed blijven doorbloeien.

3.3.4.3 Lokplanten

Lokplanten zijn planten waarmee plaaginsecten kunnen worden aangetrokken, waardoor de plaagdruk in het gewas omlaag gaat. Naar lokplanten voor Californische trips is slechts weinig onderzoek gedaan. Wel is bekend dat trips wordt aangetrokken door bloemen. Canadees onderzoek heeft aangetoond dat het plaatsen van bloeiende potchrysanten de tripsdruk in het vegetatieve gewas van potchrysanten kon reduceren. Deze lokplanten hadden voornamelijk een aantrekkende werking op invliegende tripsen, terwijl trips die zich eenmaal in het gewas had gevestigd moeilijker kon worden aangetrokken (Buitenhuis *et al.* 2006). Wanneer er zich tussen de lokplant en de trips geen gewas bevond, konden tripsen tot een afstand van 12 meter worden aangetrokken door bloeiende potchrysant. Dit geeft aan dat er goede kansen zijn tripsen die tijdens het oogsten van chrysant opvliegen aan te trekken tot de stroken met functionele biodiversiteit. Deze lokplanten zouden dan moeten concurreren met naastgelegen teeltvakken met bloeiende chrysantenplanten. In de stroken met lokplanten zouden de tripsen door de aldaar aanwezige natuurlijke vijanden kunnen worden bestreden. Het is echter nog niet onderzocht of de aanwezigheid van natuurlijke vijanden op lokplanten een invloed heeft op de aantrekkende werking van de lokplanten. Verder is gevonden dat de plantensoorten *Browallia speciosa*, *Sinningia speciosa*, *Impatiens wallerana* en *Verbena x hybrida* trips sterker aantrekken dan verschillende bloemisterij gewassen (Bennison *et al.* 2002, Hoyle & Saynor, 1993). Tevens is gebleken dat verschillende cultivars van Verbena sterk verschillen in hun aantrekkende werking op trips (Warnoch & Loughner, 2004). Tenslotte staat Petunia bekend als indicatorgewas voor virussen die door trips kunnen worden overgedragen. Of bloeiende bankerplantsoorten die de ontwikkeling van Orius kunnen ondersteunen ook aantrekkelijker voor trips zijn dan het chrysantengewas is nog niet uitgezocht.

Bij verder onderzoek naar lokplanten is het belangrijk om onderscheid te maken tussen de aantrekkende werking van de plant en de gevoeligheid van de plant voor de plaag. Idealiter trekt een lokplant de plaag aan, maar kan de plaag zich niet goed verder ontwikkelen op deze plantensoort. Een extreme vorm van een dergelijk mechanisme is de zogenaamde "dead-end trap crop" waarbij de plaag wordt aangetrokken door de lokplant maar zich hierop in het geheel niet kan vermeerderen.

3.3.5 Interacties tussen verschillende soorten natuurlijke vijanden

Om een integraal systeem voor plaagbestrijding in chrysant neer te zetten is het noodzakelijk om verschillende soorten natuurlijke vijanden te combineren. Idealiter vullen de verschillende soorten natuurlijke vijanden elkaar aan. Echter, de meer generalistische soorten natuurlijke vijanden kunnen andere natuurlijke vijanden ook opeten. Eerder werd al genoemd dat met name de larven van zweefvliegen en galmuggen, en reeds door sluipwespen geparasiteerde maar nog niet gemummificeerde bladluizen gevoelig zijn voor predatie door generalistische predatoren, zoals Orius roofwantsen en roofmijten die worden ingezet voor de bestrijding van trips. Ook kunnen Orius roofwantsen op hun beurt weer roofmijten eten. In Figuur 3.1 staat met rode pijlen aangegeven tussen welke natuurlijke vijanden 'intraguild predatie' kan plaatsvinden.

Problemen met intraguild predatie zijn lang als reden genoemd om het gebruik van generalistische predatoren in de biologische plaagbestrijding te beperken. Voor verschillende systemen is echter aangetoond dat, ondanks het voorkomen van intraguild predatie, de bestrijding van plagen beter gaat in aanwezigheid van generalistische predatoren. Voor elke combinatie en elk systeem zal dit echter anders uitpakken. Het is dus zeker een aspect om rekening mee te houden in het ontwerp van een integraal systeem voor plaagbestrijding. Zeker bij het samenstellen van de stroken met functionele biodiversiteit verdient dit aspect grote aandacht.

Een belangrijke beperking bij het onderzoek naar interacties tussen verschillende soorten natuurlijke vijanden is dat het aantal soorten waarbij tegelijkertijd naar de interacties kan worden gekeken beperkt is, omdat het aantal factoren in het experiment anders veel te groot wordt. In experimenten waarbij een groot aantal verschillende natuurlijke vijanden tegelijkertijd aanwezig is, kan met behulp van moleculaire technieken de maaginhoud van de natuurlijke vijanden worden geanalyseerd, en op deze manier iets meer duidelijkheid worden verschaft wie wat eet.

Figuur 3.1 Intraguild predatie tussen verschillende soorten natuurlijke vijanden.

3.3.6 Mogelijkheden om de weerbaarheid van het chrysantengewas te verhogen

Cultivars van chrysant kunnen sterk verschillen in gevoeligheid voor plagen en ziektes. Het zou dus voor de hand liggen om met de meer resistente cultivars te werken. De keuze van de cultivar is echter grotendeels marktgestuurd. Wellicht zou hieraan vanuit de marketingshoek wat kunnen worden gedaan, bijvoorbeeld door resistente rassen te promoten met een speciaal 'groen label'.

Anderzijds zou de weerbaarheid van de minder resistente cultivars kunnen worden verhoogd door het gebruik van plantversterkers, specifieke lichtspectra en/of goedaardige micro-organismen. Ook eileg van bepaalde natuurlijke vijanden, zoals Orius, in het plantenweefsel kan de weerbaarheid van het gewas verhogen.

Momenteel wordt er veel onderzoek gedaan naar deze zogenaamde □geïnduceerde weerbaarheid□ Wel is het belangrijk om rekening te houden met eventuele trade-offs tussen weerbaarheid tegen biotrofe ziekten en plagen. Vaak gaat een toename in de plantweerbaarheid tegen biotrofe pathogenen samen met een afname in plantweerbaarheid tegen plaaginsecten en necrotrofe pathogenen. Dit is echter niet altijd het geval.

Verder zou het goed zijn om resistente en minder resistente cultivars af te wisselen in de tijd en ruimte. Eventueel zou dit ook met eenzelfde cultivar kunnen die waarin op verschillende manieren weerbaarheid tegen ziekten en/of plagen wordt geïnduceerd. Eventuele praktische bezwaren zullen nader met de telers moeten worden besproken.

4 Ontwerp en toetsing van een strategie voor plaagbestrijding in chrysant met gebruik van functionele biodiversiteit

In december 2016 is samen met Glastuinbouw Nederland een bijeenkomst 'Systeemsprong voor de Chrysantenteelt' georganiseerd bij chrysantenbedrijf van der Lans in 's Gravenzande. Bij deze bijeenkomst waren zowel tuinders, veredelingsbedrijven als adviseurs uit de chrysantensector vertegenwoordigd. Tijdens de bijeenkomst zijn de voor- en nadelen van mogelijke systeemsprongen op basis van functionele biodiversiteit op het gebied van biologische plaagbestrijding besproken. Het werd duidelijk dat telers nog veel reserves hadden om aan de slag te gaan met biodiversiteitsstroken van bankerplanten en nectarplanten. Voor een strategie gebaseerd op een biologische start met generalistische roofwantsen en roofmijten in combinatie met verschillende bijvoer-methoden en het verhogen van de plantweerbaarheid door middel van het verrijken van het microbiom in de bodem was wel draagvlak. De effecten van verschillende variaties op deze strategie op Californische trips en bladluis zijn onderzocht in een reeks experimenten beschreven in Hoofdstukken 5 t/m 9.

5 Kasproef 1: Effect van biologische start, alternatieve voedselsoort en functionele micro-organismen op de vestiging van natuurlijke vijanden en de bestrijding van trips

5.1 Inleiding

Om zo vroeg mogelijk in de teelt een sterke populatie ('standing army') natuurlijke vijanden in het gewas te laten vestigen – nog voordat trips in het gewas komt – zijn de bewortelde chrysantenstekken met biologische bestrijders geïnoculeerd voor ze de kas ingingen. Om deze vroege vestiging van biologische bestrijders mogelijk te maken is met zogenaamde IPM stekken gewerkt, die in tegenstelling tot reguliere stekken geen residuen van pesticiden bevatten. Er is gewerkt met twee soorten natuurlijke vijanden: Orius roofwantsen en de roofmijt *Transeius montdorensis*. Er zijn verschillende soorten voedsel voor Orius getoetst; 2 soorten prooimijten en *Ephestia*-eitjes. Tevens is onderzocht of de plantweerbaarheid in chrysant kon worden verhoogd door middel van stimulatie van een functioneel microbiom of door de introductie van endofytische schimmels in de perskluiten van de chrysantenstekken. Voor stimulatie van een functioneel microbiom is samengewerkt met het Nederlands Instituut voor Ecologie (NIOO-KNAW), binnen het NWO groen project 'Linking above-belowground interactions and plant-soil feedback to improve sustainability in greenhouse cut-flowers' (Hannula, 2020). De endofyt *T. viride* Td50 is verkregen vanuit de PPS 'Masterplan trips' (Messelink *et al.* 2019). Bonenplanten geïnoculeerd met deze endofyt hadden een significant lagere aantallen Californische trips dan controleplanten die niet waren geïnoculeerd met endofyten. Zowel de vestiging van de natuurlijke vijanden in de plotjes met de verschillende voerbehandelingen, als de bestrijding van trips in alle behandelingscombinaties is in deze proef getoetst.

5.2 Materiaal en methoden

Voor deze proef zijn twee proefkassen van elk 144 m² met behulp van een plastic afscheiding opgedeeld in twee afdelingen. In elke afdeling waren 12 plotjes chrysant cv. Zembla (afkomstig van Deliflor) van elk 2 m lang en 1 m breed aangebracht. Tussen de plotjes zat steeds 0.5 meter ruimte zonder gewas. Alleen het midden van de plotjes (1x1m) werd gebruikt voor de bemonstering. In de ene helft van de kas zijn bewortelde stekken met *Orius laevigatus* en *Orius majusculus* geplant, en in de andere helft van de kas zijn bewortelde stekken zonder Orius roofwantsen geplant. In de kashelft met Orius zijn 4 voerbehandelingen aangebracht. Er is bijgevoerd met *Ephestia kuehniella* (V1), de prooimijt *Thyrophagus putrescentiae* (V2), de prooimijt *Tyrophagus entomophagus* (V3) of geen voer (controlebehandeling; CON) (zie Figuur 5.1). In de kashelft zonder *O. laevigatus* zijn 3 weerbaarheidsbehandelingen aangebracht. De perskluiten zijn geïnoculeerd met een inoculum afkomstig van het Nederlands Instituut voor Ecologie (NIOO-KNAW), een endofyt (*Trichoderma viride* Td50), of geen inoculum (controlebehandeling; CON). Als basisbehandeling die ook in de praktijk wordt toegepast, zijn in alle plotjes van de kas (Kas 1) of in alle plotjes zonder *O. laevigatus* (kas 2) wekelijks *T. montdorensis* roofmijten toegediend.

Op 20 maart zijn de chrysantenstekken van behandeling W1, net nadat ze in de perskluiten waren gezet, aangegoten met elk 15 mL van het NIOO-inoculum. Voor de inoculatie van behandeling W2, zijn de stekken voor een periode van 24 uur in een schaal met een sporenoplossing van *T. viride* Td50 (1x10⁷ sporen/ml) gelegd.

Vervolgens zijn de stekken op de perskluiten gezet en afgedekt met plastic voor de beworteling. Eén week later is het plastic verwijderd, en zijn de bakken met perskluiten in kooien (60x60x180 cm) gezet. In de helft van deze kooien zijn Orius roofwantsen geïntroduceerd. Per stek is een Orius paartje geïntroduceerd. Er is in elke kooi een gelijk aantal *O. laevigatus* en *O. majusculus* roofwantsen toegediend, welke afkomstig waren van Biobest Biological Systems. In alle kooien met Orius is 6 gram *Ephestia kuehniella* per 100 planten uitgestrooid. Eén week na de introductie van Orius op de bewortelde stekken zijn de perskluiten van behandeling W2 nogmaals aangegoten met een sporenoplossing van *T. viride* Td50. Tevens is over het oppervlakte van de plotjes van behandeling W1 in de proefkas grond met het NIOO inoculum uitgespreid en ingeharkt. Daarna zijn alle stekken in de daarvoor aangewezen plotjes geplant.

In alle plotjes van kas 1, en in de plotjes zonder *O. laevigatus* roofwantsen van kas 2 zijn tijdens teeltweek 1 en 2 150 roofmijten per m² geïntroduceerd, en zijn in de teeltweken 3 t/m 8 250 roofmijten per m² geïntroduceerd. Eén tot twee keer per week zijn de planten beregend. Er is steeds een 0.5-1 dagen na elke watergift bijgevoerd. Voor de behandelingen met prooimijten is als uitgangspunt genomen dat er voor elke Orius wants 100 prooimijten moesten worden toegediend. Omdat er per stek gemiddeld 30 Orius eitjes werden geteld voordat de stekken zijn overgezet naar de proefkas, is gerekend met 3000 prooimijten per stek, wat gelijk staat aan 192000 prooimijten per m². In de plotjes van de voerbehandeling met *Ephestia* zijn er na elke watergift 10 gram gesteriliseerde eitjes toegediend, wat overeenkomt met 100 kg/ ha. Vanaf teeltweek 7 is gestopt met bijvoeren met *Ephestia*, maar is er wel doorgegaan met het bijvoeren met prooimijten. Dit is gedaan om de kijken of Orius eitjes zou gaan leggen in de plotjes met prooimijten wanneer ze niet meer de keuze hadden voor plotjes met *Ephestia*.

In teeltweken 2, 3, 4 en 7 zijn in alle plotjes 10 volwassen Californische tripsen (*Frankliniella occidentalis*) geïntroduceerd en in teeltweek 8 zijn in alle plotjes 20 volwassen Californische tripsen geïntroduceerd. In teeltweken 5, 7, 9 en 11 is er in het midden van elk plotje, net boven het gewas, een blauwe vangkaart opgehangen. Deze vangplanten zijn vervolgens steeds na 1 week verwijderd, waarna het aantal tripsen per vangplaat is geteld. In teeltweken 2, 4, 6, 8 en 10 zijn steeds 2 planten per plotje geoogst, en zijn het aantal Orius eitjes, -larven en adulten, alsmede het aantal *T. mondtorensis* roofmijten en Californische tripsen per plant geteld. In teeltweek 7 zijn er voor de weerbaarheidsbehandelingen op de elk van de middelste 4 planten van ieder plotje 10 volwassen *A. gossypii* bladluizen geïntroduceerd. In week 12 zijn op dezelfde planten het aantal bladluizen per plant geteld. Tevens zijn er in teeltweek 12 (kas 1) of teeltweek 10 (kas 2), toen het gewas in volle bloei stond, uit elk plotje 10 bloemen geoogst en is het aantal tripsen en *O. laevigatus* roofwantsen in deze bloemen geteld. Alleen in kas 2 is in week 10 van zes planten per plotje het percentage bladeren met tripsschade bepaald.

Figuur 5.1 Indeling van de 2 proefkassen. Elke proefkas was in twee helften verdeeld, met op elke helft 12 plotjes van 2 m lang x 1 m breed en daartussen een plastic afscheiding. In de ene helft van de kas zijn chrysantenstekken met *Orius* roofwantsen (*O. laevigatus* en *O. majusculus*) geïntroduceerd, en in de andere helft chrysantenstekken zonder *Orius* roofwantsen. In de kashelften met *Orius* roofwantsen, zijn er 3 voerbehandelingen (V1-3) en een controlebehandeling uitgevoerd, bestaande uit gesteriliseerde *Ephesia kuehniella* eitjes (V1), *T. putrescentiae* (V2), en *T. entomophagus* (V3) of geen voer (CON). In de kashelften zonder *Orius* roofwantsen zijn 2 weerbaarheidsbehandelingen (W1, W2) en een controlebehandeling uitgevoerd (CON), bestaande uit een 'NIOO'-inoculum (W1), een endofyt (*Trichoderma viride* Td50; W2) of geen inoculum (CON). In kas 1 zijn in alle plotjes *T. montdorensis* roofmijten uitgezet, in kas 2 zijn alleen in de plotjes zonder *Orius* roofwantsen *T. montdorensis* roofmijten uitgezet.

Figuur 5.2 Overzicht van één kashelft met 12 plotjes van 2 m x 1 m waarin *Orius* roofwantsen zijn geïntroduceerd, afgescheiden van de andere kashelft waarin geen *Orius* is geïntroduceerd.

Figuur 5.3 Close-up van een plotje waar één van de prooimijtsoorten met dragermateriaal is uitgestrooid.

Figuur 5.4 Overzicht van een kashelft, met midden boven elk plotje een blauwe vangplaat.

Figuur 5.5 Close-up van de kop van chrysantenplanten met daarin meerdere *Orius* roofwantsen.

Figuur 5.6 Close-up van een chrysantenplant met tripsschade.

5.3 Resultaten

In kas 1 was bij de eerste evaluatie in teeltweek 2 het aantal Orius eitjes in alle 4 de bijvoer behandelingen gelijk (Figuren 5.7 en 5.8). In de behandelingen met de prooimijten *T. putrescentiae* en *T. entomophagus* nam het aantal dichte (pas gelegde en nog niet uitgekomen) Orius eitjes in de daarop volgende evaluaties snel af. In teeltweek 4 waren er in deze twee behandelingen nog 5-10 dichte eitjes per plant, maar vanaf teeltweek 6 was dit gezakt naar <2 dichte eitjes per plant (zie Figuur 5.8). In de behandeling met *Ephestia* zien we een dip in het aantal dichte Orius eitjes in teeltweek 4, terwijl we in diezelfde week in de controlebehandeling veel meer dichte eitjes per plant telden dan in de behandelingen met de prooimijten. Dit komt omdat er 3 dagen voor de evaluatie in teeltweek 4 een fout is gemaakt met het bijvoeren. Er is toen per ongeluk *Ephestia* toegediend in de controleplotjes in plaats van in de plotjes van de *Ephestia* behandeling. Het effect van deze fout met bijvoeren was ook nog waarneembaar in teeltweek 6, wanneer het aantal dichte Orius eitjes in de controleplotjes nog steeds hoger lag dan in de behandelingen met de prooimijten. Vanaf teeltweek 7 is gestopt met het toedienen van *Ephestia* na elke watergift, maar is er wel doorgegaan met het toedienen van de prooimijten. Hierna, toen Orius roofwantsen niet meer de keuze hadden om eitjes te leggen in plotjes met *Ephestia* eitjes, ging Orius niet over tot het leggen van eitjes in de plotjes met de prooimijten.

In kas 2 waren de verschillen in Orius eileg tussen de 4 bijvoer behandelingen nog duidelijker. Reeds vanaf de eerste evaluatie in teeltweek 2 werden er vrijwel geen dichte Orius eitjes meer waargenomen in de behandelingen met de prooimijten (Figuren 5.9 en 5.10). In de plotjes met *Ephestia* werden in teeltweken 2, 4 en 6 gemiddeld tussen de 15 en 30 dichte Orius eitjes per plant geteld. In de controlebehandeling werd in teeltweek 2 nog gemiddeld 15 dichte Orius eitjes per plant geteld, maar dit aantal was vanaf teeltweek 4 gedaald tot < 5 dichte Orius eitjes per plant.

Alleen in kas 1 zijn in de bijvoer behandelingen ook *T. montdorensis* roofmijten geïntroduceerd. In de plotjes met *T. entomophagus* prooimijten werden de hoogste dichtheden roofmijten waargenomen, met gemiddeld meer dan 50 roofmijten per plant in de plotjes met *T. entomophagus* in teeltweek 8 (zie Figuur 5.11). In de plotjes met *T. putrescentiae* werden gemiddeld tot 30 roofmijten per plant geteld in teeltweek 6. Het aantal roofmijten in de controleplotjes en de plotjes met *Ephestia* lag beduidend lager, met gemiddeld < 10 roofmijten per plant. In de plotjes waar niet werd bijgevoerd, maar waar de weerbaarheidsbehandelingen lagen, bleven de roofmijt dichtheden per plant in beide kassen < 10 roofmijten per plant (zie Figuren 5.12 en 5.13).

Het aantal tripsen dat op de vangkaarten werd geteld was in alle behandelingen van beide kassen erg laag (zie Figuren 5.14 t/m 5.17). Alleen in kas 2 werden in de week voorafgaand aan de evaluatie van teeltweek 6 meer dan 10 tripsen per vangkaart geteld in alle behandelingen waar geen Orius roofwantsen waren geïntroduceerd (zie Figuur 5.17). In de bloemen was het aantal tripsen en Orius in beide kassen nihil (zie Figuren 5.18 en 5.19). Wel waren er duidelijke verschillen in het percentage bladeren met tripsschade in kas 2 (zie Figuur 5.21). In de plotjes die waren bijgevoerd met *Ephestia* waren er geen beschadigde bladeren, maar in de controlebehandeling aan de kant van de kas waar Orius was geïntroduceerd, was het percentage beschadigde bladeren ook erg laag (ongeveer 2% van de bladeren had tripsschade). Opvallend genoeg lag het percentage bladeren met tripsschade beduidend hoger in de plotjes waar was bijgevoerd met de prooimijten, met 5% bladeren met tripsschade in de plotjes met *T. putrescentiae* en wel 30% bladeren met tripsschade in de plotjes met *T. entomophagus*. Er waren geen significante verschillen in het percentage bladeren met tripsschade (Figuur 5.21) of het aantal bladluizen per plant (Figuur 5.22) tussen de drie weerbaarheidsbehandelingen. Gemiddeld lag het percentage bladeren met tripsschade tussen de 10% en 20% in de drie weerbaarheidsbehandelingen en het aantal bladluizen tussen de 18 en 35 per plant.

Figuur 5.7 Gemiddelde aantal dichte Orius eitjes ($\pm$ S.E.) per plant in Kas 1 in de teeltweken 2, 4, 6, 8 en 10 in de plotjes waar stekken met Orius zijn geplant.

Figuur 5.8 Gemiddelde aantal open en dichte Orius eitjes samen ($\pm$ S.E.) per plant in Kas 1 in de teeltweken 2, 4, 6, 8 en 10 in de plotjes waar stekken met Orius zijn geplant.

Figuur 5.9 Gemiddelde aantal dichte Orius eitjes ($\pm$ S.E.) per plant in Kas 2 in de teeltweken 2, 4, 6, 8 en 10 in de plotjes waar stekken met Orius zijn geplant.

Figuur 5.10 Gemiddelde aantal open en dichte Orius eitjes samen ($\pm$ S.E.) per plant in Kas 2 in de teeltweken 2, 4, 6, 8 en 10 in de plotjes waar stekken met Orius zijn geplant.

Figuur 5.11 Gemiddelde aantal roofmijten ($\pm$ S.E.) per plant in Kas 1 in de teeltweken 2, 4, 6, 8 en 10 in de plotjes waar naast roofmijten ook Orius is geïntroduceerd.

Figuur 5.12 Gemiddelde aantal roofmijten ($\pm$ S.E.) per plant in Kas 1 in de teeltweken 2, 4, 6, 8 en 10 in de plotjes waar naast roofmijten geen Orius is geïntroduceerd.

Figuur 5.13 Gemiddelde aantal roofmijten ($\pm$ S.E.) per plant in Kas 2 in de teeltweken 2, 4, 6, 8 en 10 in de plotjes waar naast roofmijten geen Orius is geïntroduceerd.

tripsen per vangkaart over periode van 1 week Kas 1: met Orius

Figuur 5.14 Gemiddelde aantal tripsen ($\pm$ S.E.) per vangkaart over een periode van 1 week voorafgaand aan teeltweken 6, 8, 10 en 12 in kas 1 in de plotjes waar zowel roofmijten als Orius roofwantsen waren geïntroduceerd.

tripsen per vangkaart over periode van 1 week Kas 1: zonder Orius

Figuur 5.15 Gemiddelde aantal tripsen ($\pm$ S.E.) per vangkaart over een periode van 1 week voorafgaand aan teeltweken 6, 8, 10 en 12 in kas 1 in de plotjes waar alleen roofmijten waren geïntroduceerd.

tripsen per vangkaart over periode van 1 week Kas 2: met Orius

Figuur 5.16 Gemiddelde aantal tripsen ($\pm$ S.E.) per vangkaart over een periode van 1 week voorafgaand aan teeltweken 6, 8, 10 en 12 in kas 2 in de plotjes waar alleen Orius roofwantsen waren geïntroduceerd.

tripsen per vangkaart over periode van 1 week Kas 2: zonder Orius

Figuur 5.17 Gemiddelde aantal tripsen ($\pm$ S.E.) per vangkaart over een periode van 1 week voorafgaand aan teeltweken 6, 8, 10 en 12 in kas 2 in de plotjes waar alleen roofmijten waren geïntroduceerd.

Figuur 5.18 Gemiddelde aantal tripsen ($\pm$ S.E.) per bloem in kas 1 (teeltweek 12) en kas 2 (teeltweek 10) in de plotjes waar Orius roofwantsen en roofmijten (kas 1) of alleen Orius roofwantsen (kas 2) waren geïntroduceerd.

Figuur 5.19 Gemiddelde aantal tripsen ($\pm$ S.E.) per bloem in kas 1 (teeltweek 12) en kas 2 (teeltweek 10) in de plotjes waar alleen roofmijten waren geïntroduceerd.

Figuur 5.20 Gemiddelde aantal Orius roofwantsen ($\pm$ S.E.) per bloem in kas 1 (teeltweek 12) en kas 2 (teeltweek 10) in de plotjes waar Orius roofwantsen en roofmijten (kas 1) of alleen Orius roofwantsen (kas 2) waren geïntroduceerd.

Figuur 5.21 Het percentage bladeren ($\pm$ S.E.) per plant met tripsschade in teeltweek 12 in kas 2.

Figuur 5.22 Aantal bladluizen per plant gemiddeld over kas 1 en 2 in teeltweek 12 op de planten waar in teeltweek

5.4 Discussie

Hoewel van der Linden *et al.* (2013) vonden dat Orius roofwantsen zich goed konden ontwikkelen op *T. putrescentiae* prooimijten, blijkt uit de resultaten van deze kasproef dat Orius roofwantsen vrijwel geen eitjes leggen op plekken met deze prooimijten. Aan een tekort aan prooimijten kan dit niet liggen, omdat er na elke watergift een overmaat is toegediend. Om uit te onderzoeken of het uitblijven van eileg op plekken met prooimijten een gevolg was van een voorkeur van Orius voor plotjes met *Ephestia*, is in teeltweek 7 gestopt met bijvoeren met *Ephestia*. Ook hierna werden er vrijwel geen Orius eitjes gevonden in de prooimijt behandelingen.

Dit duidt erop dat *T. putrescentiae* en *T. entomophagus* prooimijten geen geschikt voedsel vormen om een populatie Orius roofwantsen op te bouwen in een chrysantengewas. Deze conclusie wordt onderschreven door de resultaten van een tweetal kooiproeven die net na de start van de hier beschreven kasproef zijn uitgevoerd binnen de PPS Masterplan trips. Ook hier bleek de populatiegroei van *Orius laevigatus* op planten waar werd bijgevoerd *T. putrescentiae* of *T. entomophagus* prooimijten veel lager te liggen dan op planten waar werd bijgevoerd met *Ephestia*. In kas 1 waren naast Orius roofwantsen ook *T. montdorensis* roofmijten geïntroduceerd in de bijvoer behandelingen. De roofmijt populatie ontwikkelde zich het beste op de prooimijt *T. entomophagus*. Deze prooimijt wordt ook door Bioline Agrosiences gebruikt om *T. montdorensis* in chrysant volvelds bij te voeren. In de plotjes waar is bijgevoerd met *Ephestia*, en waar de hoogste dichtheid Orius eitjes werd geteld, is het waarschijnlijk dat de roofmijt populatie klein bleef door intraguild predatie.

In kas 1 was de trips in geen van de behandelingen goed aangeslagen, en was er vrijwel geen sprake van tripsschade aan de planten. Het toevoegen van een functioneel microbiom of endofytische schimmels aan de perskluit leidde niet tot een afname in tripsschade of een remming van de populatiegroei van bladluis. Wel lag het percentage bladeren per plant met tripsschade in kas 2 lager in de bijvoer behandeling met *Ephestia* en in de controleplotjes die toegankelijk waren voor Orius roofwantsen dan in de weerbaarheidsbehandelingen waar geen Orius roofwantsen waren geïntroduceerd. Erg opvallend was dat het percentage bladeren met tripsschade het hoogste lag in de bijvoer behandeling met *T. entomophagus* prooimijten. Wat hiervoor de reden kan zijn is nog onbekend. Uit onderzoek van Pirayeshfara *et al.* (2020) blijkt dat Californische trips zich niet kan ontwikkelen op *T. putrescentiae* prooimijten. Of Californische trips zich wel kan ontwikkelen op *T. entomophagus* prooimijten is nog niet eerder onderzocht. Tenslotte duidt het relatief hoge aantal dichte Orius eitjes in de plotjes van de controlebehandeling, net nadat er in deze plotjes per ongeluk was bijgevoerd met *Ephestia*, erop dat Orius roofwantsen sterk en snel kunnen reageren op plekken met geschikt voedsel. Van dit gegeven kan gebruik worden gemaakt om de bijvoer strategie van Orius nog verder te ontwikkelen.

6 Kasproef 2: Effect van kwaliteits-Artemia op de vestiging van natuurlijke vijanden en de bestrijding van trips

6.1 Inleiding

In de eerste kasproef beschreven in Hoofdstuk 5 is aangetoond dat *Orius* roofwantsen veel eitjes legden in de plotjes waar was bijgevoerd met de gesteriliseerde eitjes van de meelmot *Ephestia kuehniella*. De prooimijt *Thyrophagus putrescentiae* en *Tyreophagus entomophagus* konden geen populatie-opbouw van *Orius* roofwantsen ondersteunen. Ondertussen is door door Messelink *et al.* (2019) binnen de PPS 'Masterplan trips' een brede reeks prooimijtsoorten in kooiproeven getoetst op geschiktheid als voedselbron voor *Orius laevigatus*. Ook is de in deze reeks een 'kwaliteits-Artemia' meegenomen. Deze *Artemia franciscana* cysten waren afkomstig van het Laboratory of Aquaculture van de Universiteit van Gent. Hieruit kwam kwaliteits-Artemia als beste voedselbron naar voren (Messelink *et al.* 2019). Deze kwaliteits-Artemia was van een hogere kwaliteit dan de Artemia die al commercieel beschikbaar was voor onder andere het bijvoeren van *Macrolophus pygmaeus* in tomaat. Uit eerdere proeven was namelijk gebleken dat deze standaard-kwaliteit Artemia niet geschikt is voor *Orius* roofwantsen (van der Linden *et al.* 2013). Het voordeel van kwaliteits-Artemia in vergelijking met *Ephestia* zijn de lagere productiekosten en de langere houdbaarheid. Een tweede kasproef is daarom uitgevoerd met kwaliteits-Artemia. Deze is geleverd door Biobee Biological Systems. De onderzoeksvragen die we met deze proef wilden beantwoorden luiden:

- Hoe goed kunnen *Orius laevigatus* roofwantsen en *Transeius montdorensis* roofmijten zich vestigen in chrysant met kwaliteits-Artemia als alternatief voedsel?
- Hoe goed kan *T. montdorensis* zich vestigen in de aanwezigheid van *Orius*?
- Hoe goed wordt trips bestreden door *O. laevigatus* en *T. montdorensis* in de aanwezigheid van Artemia als alternatief voedsel?
- Geeft de combinatie van *O. laevigatus* en *T. montdorensis* een beter bestrijdend effect dan elk van deze natuurlijke vijanden afzonderlijk?

6.2 Materiaal en methoden

Voor deze proef is een proefkas van 144 m² met behulp van plastic afscheidingen opgedeeld in twee afdelingen. In elke afdeling waren 8 plotjes chrysant cv. Baltica (afkomstig van Deliflor) van elk 2 m lang en 1 m breed aangebracht. In de ene helft van de kas zijn bewortelde stekken met *Orius laevigatus* geplant, en in de andere helft van de kas zijn bewortelde stekken zonder *O. laevigatus* geplant. In 4 van de 8 plotjes in elke afdeling is *T. montdorensis* geïntroduceerd. In alle plotjes met natuurlijke vijanden is elke week kwaliteits-Artemia (BioArt Feed van Biobee Biological Systems) toegediend (zie Figuur 6.3). Dit is zo getimed dat er steeds na een watergift is bijgevoerd, zodat het voedsel niet meteen wegspoelde. Dit resulteerde in de volgende 4 behandelingen A) *Orius laevigatus* + kwaliteits-Artemia, B) *T. montdorensis* + kwaliteits-Artemia, C) *Orius laevigatus* + *T. montdorensis* + kwaliteits-Artemia, en D) controle (geen bestrijders, geen Artemia) (zie Figuren 6.1 en 6.2). Op 7 augustus 2017 is begonnen met het bewortelen van de stekken. Na één week is het plastic dat over de stekken was aangebracht verwijderd, en zijn de bewortelde chrysantenstekken in kooien (60x60x180 cm) geplaatst. Vervolgens zijn er in de kooien met planten voor de behandelingen A en C twee volwassen *O. laevigatus* roofwantsen op elke 3 stekken geïntroduceerd. Dit komt overeen met 42 geïntroduceerde roofwantsen/m² teeltoppervlak in de proefkas. In de kooien met planten voor de behandelingen B en C, zijn er per stek vier *T. montdorensis* roofmijten geïntroduceerd. Dit komt overeen met 250 roofmijten/m² teeltoppervlakte in de proefkas. Eén week nadat de stekken in de kooien waren gezet, zijn ze overgezet naar de proefkas. Vervolgens zijn in de plotjes van behandelingen B en C direct na het planten nogmaals *T. montdorensis* roofmijten (250 roofmijten/m²) geïntroduceerd, en dit is daarna nog 4 keer wekelijks herhaald. Naast de *O. laevigatus* roofwantsen die in de kooien zijn geïntroduceerd, zijn er geen verdere introducties van *O. laevigatus* gedaan. In de eerste, tweede en derde week van de teelt zijn in elk plotje 50 volwassen tripsen geïntroduceerd.

In teeltweek 3, drie dagen voor de derde introductie van trips, is in het midden van elk plotje een halve blauwe vangplaat net boven het gewas opgehangen. Deze halve vangplaten zijn vervolgens elke week vervangen, en het aantal tripsen die op de halve vangplaten terecht zijn gekomen zijn geteld. In teeltweken 4, 6, 8 en 10 zijn uit de binnenste 1 m² van elk plotje willekeurig 4 planten (teeltweek 4) of 2 planten (teeltweken 6 en 8 en 10) geoogst. Van deze planten zijn het aantal *O. laevigatus* open en dicht eitjes, nimfen en adulten en het aantal *T. montdorensis* roofmijten geteld. Uit de open eitjes is reeds een nimf gekomen, de dichte eitjes zijn nog niet uitgekomen, en zijn minder dan 1 week voor de bemonsteringsdatum gelegd. In teeltweek 12, toen het gewas volop in bloei stond, zijn in elk plotje 10 hoofdbloemen geoogst, en zijn het aantal tripsen en *O. laevigatus* nimfen en adulten in deze bloemen geteld. Tevens zijn er in de plotjes van behandelingen A en C van 4 planten zowel de hoofdbloem als 10 zijbloemen geoogst, en is het aantal *O. laevigatus* nimfen en adulten in elke bloem geteld. Het doel hiervan was het bepalen van de verhouding tussen het aantal *O. laevigatus* roofwantsen in de hoofdbloem ten opzicht van de zijbloemen, om zo ook in de overige plotjes het totaal aantal *O. laevigatus* roofwantsen per plant en per m² te kunnen berekenen. Op 2 momenten tijdens de proef is de tripsschade (wel of geen schade) van de jongste 10 bladeren van de planten bepaald, in teeltweek 8 (10 planten per plotje) en na afloop van de proef (teeltweek 13; 8 planten/ plotje) (zie Figuur 6.4 en 6.5). Op basis hiervan is het percentage jonge bladeren met tripsschade berekend.

Figuur 6.1 Indeling van de proefkas, welke met een plastic afscheiding in twee helften is verdeeld. Aan de linkerkant zijn er plotjes gemaakt met chrysantenplanten die een week voor planten waren geïnoculeerd met *O. laevigatus* roofwantsen, en aan de rechterkant zijn er plotjes gemaakt chrysantenplanten die niet waren geïnoculeerd met *O. laevigatus*. In 4 van de 8 plotjes aan beide kanten van de plastic afscheiding zijn *T. montdorensis* roofmijten geïntroduceerd. In alle plotjes met natuurlijke vijanden is wekelijks kwaliteits-Artemia aangebracht.

Figuur 6.2 Weergave van de proefkas tijdens de vegetatieve fase van chrysant (boven), en tegen het einde van de proef (onder).

Figuur 6.3 Een *O. laevigatus* roofwants nimf die zich voedt met de cysten van kwaliteits-Artemia.

Figuur 6.4 Een plant met tripsschade in teeltweek 8 van de proef.

Figuur 6.5 Close-up van een chrysantenblad met tripsschade.

6.3 Resultaten

In de plotjes waar *O. laevigatus* in de stekfase was geïntroduceerd werden in de bovenste 40 cm van de planten circa 30 eitjes geteld in teeltweken 4 en 6, en tussen de 30-50 eitjes in teeltweek 8 (zie Figuur 6.6). Toen de planten vanaf week 10 begonnen te bloeien nam ook het aantal *O. laevigatus* eitjes dat in de bovenste 40 cm van de planten werd geteld sterk toe, tot wel 80-90 eitjes/plant. Dit was niet alleen het geval in de plotjes waar *O. laevigatus* in de stekfase was geïntroduceerd, maar ook in de plotjes waar alleen *T. montdorensis* roofmijten waren geïntroduceerd, en welke waren bijgevoerd met kwaliteits-Artemia.

Het aantal *O. laevigatus* nimfen en adulten dat per plant werd geteld volgde in grote lijnen dezelfde trend als de eitjes (zie Figuur 6.7). Ook hier werden in teeltweek 10, toen de planten in bloei stonden, veel grotere aantallen gevonden dan in de vegetatieve fase van het gewas. Maar ook in week 6 en week 8 werden al hogere aantallen roofwantsen waargenomen dan aan het begin van de proef waren geïntroduceerd. Na afloop van de proef (in teeltweek 12), toen de planten volop bloeiden, werden er in alle plotjes waar kwaliteits-Artemia was toegediend maar liefst rond de 40 roofwantsen/plant teruggevonden (zie Figuur 6.8).

De populatie *T. montdorensis* roofmijten ontwikkelde zich goed in de plotjes waar geen *O. laevigatus* roofwantsen waren geïntroduceerd (zie Figuur 6.9). Hier werd in week 8 een populatiedichtheid van bijna 50 roofwantsen per plant bereikt, wat neerkomt op meer dan 3000 roofmijten per m². In de plotjes waar naast *T. montdorensis* ook *O. laevigatus* was geïntroduceerd lagen de aantallen roofmijten per plant significant lager. In teeltweek 6 werden hier gemiddeld 15 roofmijten per plant geteld, en dit aantal nam af tot rond de vijf roofmijten per plant in teeltweken 8 en 10.

Tot en met teeltweek 7 lag het aantal tripsadulten dat op de vangplaten werd geteld significant hoger in de behandelingen waar geen *O. laevigatus* was geïntroduceerd in vergelijking met de behandelingen waar wel *O. laevigatus* was geïntroduceerd (zie Figuur 6.10). In deze teeltweken waren de tripsdichtheden op de vangplanten tussen de controlebehandeling en de behandeling met alleen *T. montdorensis* niet significant. Vanaf teeltweek 8 waren de aantallen volwassen tripsen op de vangplaten in de behandelingen waar geen *O. laevigatus* was geïntroduceerd sterk afgenomen, en verschilden ze niet langer van de tripsaantallen op de vangplanten van de behandelingen waar wel *O. laevigatus* was geïntroduceerd.

Het percentage jonge bladeren met tripsschade lag wel ongeveer de helft lager in de behandeling met *T. montdorensis* in vergelijking met de controlebehandeling (met 20-25% tripsschade in de *T. montdorensis* behandeling tegen 40-50% tripsschade in de controlebehandeling; zie Figuur 6.11). In de behandelingen waar *O. laevigatus* was geïntroduceerd lag het percentage jonge bladeren met tripsschade rond de 2%. In teeltweek 12, toen de bloemen zijn bemonsterd op trips en *O. laevigatus*, zijn in geen van de behandelingen nog trips waargenomen.

Figuur 6.6 Het gemiddelde aantal open (uitgekomen) en dichte (nog niet uitgekomen) *O. laevigatus* eitjes per plant ($\pm$ standaardfout) in de vier behandelingen in teeltweken 4, 6, 8 en 10.

Figuur 6.7 Het gemiddelde aantal *O. laevigatus* nimfen en adulten per plant ($\pm$ standaardfout) in de vier behandelingen in teeltweken 4, 6, 8 en 10.

Figuur 6.8 Het gemiddelde aantal *O. laevigatus* nimfen en adulten per tak geteld in de bloem(knoppen) ($\pm$ standaardfout) in de vier behandelingen in teeltweek 12.

Figuur 6.9 Het gemiddelde aantal *T. montdorensis* roofmijten per plant ($\pm$ standaardfout) in de vier behandelingen in teeltweken 4, 6, 8 en 10.

Figuur 6.10 Het gemiddelde aantal *F. occidentalis* tripsadulten per halve vangplaat ($\pm$ standaardfout) in de vier behandelingen in teeltweken 4 t/m 12.

Figuur 6.11 Het gemiddelde percentage jonge bladeren met tripsschade ($\pm$ standaardfout) van planten in de vier behandelingen in teeltweken 8 en 13.

6.4 Discussie

Met een enkele introductie van *O. laevigatus* tijdens de stekfase (42 roofwantsen/m² teeltoppervlakte) kon een goede populatie roofwantsen worden opgebouwd. Ook de populatie *T. montdorensis* kon zich goed ontwikkelen op de kwaliteits-Artemia, wat bleek uit de aantallen roofmijten die per plant werden gevonden, en uit de rode kleur die de roofmijten van de kwaliteits-Artemia hadden aangenomen. In teeltweek 10, waarin normaliter wordt geoogst, waren er maar liefst ongeveer 1000 roofwantsen/m² geteld (17 per plant). In teeltweek 12, toen de bloemen volop in bloei stonden, was dit aantal zelfs gestegen naar gemiddeld 2500 roofwantsen/ m². In de controlepotjes was de helft van de jongere bladeren beschadigd door trips, terwijl dit in de plotjes met Orius wantsen minder dan 2% was. De roofmijten deden het minder goed dan *O. laevigatus* qua tripsbestrijding (20-25 % schade), terwijl ze toch een goede populatie hadden opgebouwd met Artemia als voedselbron. In de plotjes met *O. laevigatus* ontwikkelde de roofmijtenpopulatie zich duidelijk minder goed (zie Figuur 6.9), wat duidt op intraguild predatie van de roofmijten door *O. laevigatus*. De combinatie van deze twee biologische bestrijders had dan ook geen meerwaarde voor de tripsbestrijding, zoals is te zien in de Figuren 6.10 en 6.11.

In de loop van de proef hadden de *O. laevigatus* roofwantsen zich verspreid naar de plotjes van de behandelingen B en D aan de andere kant van de plastic afscheiding. Terwijl het aantal *O. laevigatus* eitjes en nimfen in deze behandelingen (waarin *O. laevigatus* niet was ingezet) t/m teeltweek 8 nog relatief laag was, waren het aantal *O. laevigatus* eitjes en nimfen in teeltweek 10 vrijwel even hoog in behandeling B (Montdorensis + kwaliteits-Artemia) dan in behandelingen A (Orius + kwaliteits-Artemia) en C (Orius + Montdorensis + kwaliteits-Artemia) (zie Figuur 6.6 en 6.7). Tegelijkertijd was er vanaf teeltweek 8 geen verschil in tripsdichtheid op de vangplaten meer te zien tussen de controlebehandeling en de behandelingen met natuurlijke vijanden (zie Figuur 6.10). In teeltweek 12 zijn er in geen van de behandelingen (dus ook niet in de controlebehandeling) nog tripsen waargenomen in de bloemen. Dit duidt erop dat *O. laevigatus* adulten zich actief verspreiden in de kas, en ook trips bestrijdt in de plotjes zonder kwaliteits-Artemia. Het feit dat dit effect pas later in de proef merkbaar wordt kan ermee te maken hebben dat er in week 8 een nieuwe generatie volwassen *O. laevigatus* roofwantsen aanwezig was, waardoor de aantallen mobiele adulten hoger lag dan in het begin van de proef.

Met deze proef is aangetoond dat trips goed kan worden bestreden met een vroege introductie van *O. laevigatus* roofwantsen in combinatie met Artemia als alternatief voedsel. Het introduceren van de gebruikte aantallen Orius bij de start van elke teeltcyclus, en de gebruikte hoeveelheden kwaliteits-Artemia die was toegediend zijn economisch niet rendabel. Er moet daarom verder worden onderzocht in hoeverre het aantal te introduceren *O. laevigatus* roofwantsen omlaag kan worden gebracht, en of er met een aangepaste voerstrategie minder kwaliteits-Artemia nodig is om de roofwantsen te voeden. Tevens is het – voor het slagen van de biologische bestrijding als geheel en ook voor het economische plaatje – belangrijk om te weten welke plagen in chrysant, naast Californische trips, nog meer effectief kunnen worden bestreden met Orius roofwantsen. In de volgende Hoofdstukken wordt hier verder op ingegaan.

7 Kooiproef 1: Effect van voerstrategie en beregening op de overleving en voortplanting van *Orius laevigatus*

7.1 Inleiding

In chrysant vindt de watergift plaats door middel van beregening, wat invloed heeft op de verdeling van het voedsel voor *Orius* dat is uitgestrooid over het gewas. Hoewel een deel van het voedsel in de bladoksels blijft steken, komt een groot deel op de bodem terecht nadat het van de plant is gespoeld. Om te kijken welk effect dit heeft op *Orius* roofwantsen, en of deze zich ook voeden met voedsel dat op de bodem terecht is gekomen, is in het najaar van 2017 een kooiproef gedaan waarbij het effect van watergift (beregening van bovenaf versus watergift onderlangs) en de positie van het voedsel (op de plant versus op de bodem) op de overleving en eileg van *Orius laevigatus* is onderzocht.

7.2 Materiaal en methoden

Om het effect van watergift en toediening van kwaliteits-Artemia op de overleving van *O. laevigatus* nimfen en op de eileg van volwassen *O. laevigatus* te onderzoeken zijn er twee kooiproeven opgezet met de volgende 5 behandelingen: behandeling A (controle; geen voedsel), behandeling B (kwaliteits-Artemia op de plant + druppelirrigatie), behandeling C (kwaliteits-Artemia op de grond + druppelirrigatie), behandeling D (kwaliteits-Artemia op de plant, toediening vlak voor beregening) en behandeling E (kwaliteits-Artemia op de plant, toediening vlak na beregening). Zowel voor de kooiproef naar het effect van bovenbeschreven behandelingen op de overleving van *O. laevigatus* nimfen als voor de kooiproef naar het effect van deze behandelingen op *O. laevigatus* eileg zijn voor elke behandeling 5 herhalingen uitgevoerd. De proef vond plaats in een kas bij 20°C en 70% RV. Chrysantenstekken cv. Baltica, afkomstig van Deliflor, zijn gedurende 10 dagen beworteld op standaard perskluiten. Daarna zijn de bewortelde stekken opgepot en per 4 stuks in de kooien gezet. In elke kooi zijn vervolgens 40 *O. laevigatus* nimfen van het 1^e nimfenstadium geïntroduceerd. Voor het eerste experiment zijn na 14 dagen het aantal levende en dode *O. laevigatus* nimfen in elke kooi geteld. Voor het tweede experiment zijn na 30 dagen het aantal open en dichte (nog niet uitgekomen) *O. laevigatus* eitjes geteld. In elke kooi, behalve in de kooien van behandeling A, werd een gelijke hoeveelheid kwaliteits-Artemia afkomstig van Biobee Biological Systems toegediend (0.125 g/ kooi) op de hierboven beschreven wijze. Om de 4 dagen is water gegeven met een gieter (beregening) of via druppelirrigatie.

Figuur 7.1 Kooien met elk 4 chrysantenplanten, waarin het effect van verschillen in de toediening van kwaliteits-Artemia en watergift zijn onderzocht op de overleving en eileg van *Orius laevigatus*.

7.3 Resultaten

In behandeling B (waarbij de kwaliteits-Artemia op de plant was toegediend en de watergift onderlangs via druppelirrigatie plaatsvond), en in behandeling E (waarbij steeds na watergift d.m.v. beregening kwaliteits-Artemia op de plant werd toegediend) bleek het aantal overlevende *O. laevigatus* nimfen significant hoger te zijn dan in behandeling C waarbij de kwaliteits-Artemia op de bodem werd toegediend en/of behandeling D, waarbij het voedsel steeds voor de watergift via beregening werd toegediend ($P < 0.001$; zie Figuur 7.2). Wel profiteerden de *O. laevigatus* nimfen van het voedsel dat op de bodem lag, want de overleving in behandeling C lag hoger dan in de behandeling zonder voedsel ($P < 0.001$). De planten van behandeling B (met kwaliteits-Artemia op de plant en druppelirrigatie) hadden 4 weken na de introductie van de *O. laevigatus* nimfen een significant hoger aantal *O. laevigatus* eitjes dan alle andere behandelingen ($P < 0.001$; zie Figuur 7.3).

Overleving Orius nimfen 2 weken na introductie

Figuur 7.2 Het gemiddelde aantal levende (blauw), dode (oranje) en niet gevonden (grijs) Orius nimfen in behandeling A (controle; geen voedsel), behandeling B (kwaliteits-Artemia op de plant + druppelirrigatie), behandeling C (kwaliteits-Artemia op de grond + druppelirrigatie), behandeling D (kwaliteits-Artemia op de plant, toediening vlak voor beregening) en behandeling E (kwaliteits-Artemia op de plant, toediening vlak na beregening).

Eileg Orius: 4 wkn na introductie nimfen

Figuur 7.3 Het gemiddelde aantal open Orius eitjes (blauw) en dichte Orius eitjes (oranje) in behandeling A (controle; geen voedsel), behandeling B (kwaliteits-Artemia op de plant + druppelirrigatie), behandeling C (kwaliteits-Artemia op de grond + druppelirrigatie), behandeling D (kwaliteits-Artemia op de plant, toediening vlak voor beregening) en behandeling E (kwaliteits-Artemia op de plant, toediening vlak na beregening).

7.4 Discussie

Uit de resultaten van deze proef blijkt dat *O. laevigatus* roofwantsen ook gebruik maken van voedsel dat op de bodem terecht is gekomen. In vergelijking met een situatie waarbij voedsel op het gewas aanwezig is, heeft echter wel een nadelig effect op de overleving en eileg van *O. laevigatus*. De timing van de volveldse toediening van voedsel in een chrysantengewas is ook van belang voor de overleving en eileg van *O. laevigatus*. Wanneer het voedsel steeds net na beregening wordt toegediend ondersteunt het de overleving en eileg van *O. laevigatus* minder goed dan wanneer het voedsel steeds na beregening wordt toegediend.

8 Kooiproef 2: Effectiviteit van de roofwantsen *Orius laevigatus* en *Macrolophus pygmaeus* op de bestrijding van katoenluis in chrysant

8.1 Inleiding

De kasproef van 2017 heeft aangetoond dat het bijvoeren van *Orius laevigatus* met kwaliteits-Artemia in chrysant leidt tot populatiegroei van deze roofwants soort en tot een effectieve tripsbestrijding. De meerwaarde van het inzetten van Orius roofwantsen zou nog verder kunnen worden verhoogd wanneer ze ook een goede bijdrage leveren aan de bestrijding van andere plaagsoorten in chrysant. Bladluis, en met name de soort *Aphis gossypii* (katoenluis) zorg regelmatig voor problemen in chrysant. Daarom is de effectiviteit van *O. laevigatus* tegen bladluis in chrysant, in aanwezigheid van kwaliteits-Artemia en/of Californische trips verder onderzocht in een kooiproef, en vergeleken met de effectiviteit van een andere soort roofwants: *Macrolophus pygmaeus*. Met deze laatste soort roofwants kon in een eerder project reeds een goede bladluisbestrijding in het gewas paprika bereikt (Messelink *et al.* 2011).

8.2 Materiaal en methoden

In een kas bij 20°C en 70% RV zijn 60 tripsdichte kooien (Bugdorm 75x75x115 cm) op teelttafels neergezet. In elke kooi waren 6 chrysantenplanten cv. Baltica in 10.5 cm potten geplaatst. In teeltweek 0 en in teeltweek 1 zijn in de behandelingen met *O. laevigatus* en/of *M. pygmaeus* steeds 6 paartjes per kooi uitgezet. *Orius laevigatus* is bijgevoerd met kwaliteits-Artemia afkomstig van Biobee Biological Systems. *Macrolophus pygmaeus* is bijgevoerd met entofood van Koppert, dat bestaat uit 50 gram *Ephestia kuehniella* eitjes gemengd met 250 gram Artemia spp. cysten. Het bijvoeren is wekelijks herhaald. Voor vroege introductie van bladluis zijn er verdeeld over teeltweken 4 en 5 op 2 planten per kooi in totaal 20 volwassen katoenluizen (*A. gossypii*) uitgezet (40 katoenluizen/ kooi). Voor de vroege introductie van Californische trips zijn er in teeltweek 4 in elke kooi 10 volwassen Californische tripsen geïntroduceerd. Voor de late introductie van bladluis zijn er in teeltweek 45 op 2 planten per desbetreffende kooi 20 katoenluizen geïntroduceerd (40 katoenluizen/ kooi). Voor de late introductie van trips zijn er in elke desbetreffende kooi 20 Californische tripsen geïntroduceerd. Met deze variaties zijn er in totaal 12 behandelingen gerealiseerd, waarvan elk 5 herhalingen zijn uitgevoerd. In teeltweek 11 zijn er in elke kooi 18 bloemen geplukt, waarin het aantal katoenluizen, Californische tripsen, *O. laevigatus* roofwantsen en/of *M. pygmaeus* roofwantsen zijn geteld.

8.3 Resultaten

In alle behandelingen met roofwantsen was bladluis volledig uitgeroeid in teeltweek 11. Qua trips waren er in sommige kooien nog 1 of een paar Californische tripsen, maar ook deze waren vrijwel volledig uitgeroeid door de roofwantsen. Daarbij maakte het niet uit welke roofwants soort (*M. pygmaeus* of *O. laevigatus*) er was ingezet en of de bladluis of trips vroeg of laat was geïntroduceerd. In de plotjes waar vroeg katoenluis was geïntroduceerd hebben de roofwantsen zich het beste gevestigd.

Figuur 8.1 Gemiddelde aantal *A. gossypii* katoenluizen per kooi ($\pm$ SE) in de verschillende behandelingscombinaties.

Figuur 8.2 Gemiddelde aantal *F. occidentalis* tripsen per kooi ($\pm$ SE) in de verschillende behandelingscombinaties.

Figuur 8.3 Gemiddelde aantal *O. laevigatus* roofwantsen per kooi ($\pm$ SE) in de verschillende behandelingscombinaties.

Figuur 8.4 Gemiddelde aantal *M. pygmaeus* roofwantsen per kooi ($\pm$ SE) in de verschillende behandelingscombinaties.

8.4 Discussie

Zowel *O. laevigatus* roofwantsen als *M. pygmaeus* roofwantsen hebben de potentie om zowel bladluis als Californische trips te onderdrukken op chrysant. De volgende vraag is hoe deze bladluizen volvelds worden bestreden door deze roofwantsen.

9 Kasproef 3: Effect van pleksgewijs bijvoeren met kwaliteits-artemia op de vestiging van *Orius laevigatus* en de bestrijding van trips en katoenluis

9.1 Inleiding

In de tweede kasproef (zie Hoofdstuk 6) is aangetoond dat *Orius laevigatus* zich in chrysant goed kon vestigen op de kwaliteits-Artemia van Biobee Biological Systems. Ook leidde dit tot een goede bestrijding van Californische trips. Californische trips is echter niet de enige plaag die voor problemen kan zorgen in chrysant. Door afname van de beschikbaarheid van chemische bestrijdingsmiddelen zullen naar verwachting ook de problemen met secundaire plagen toenemen. Katoenluis (*Aphis gossypii*) kan een probleem vormen in chrysant. Deze plaag ontwikkelt zich voornamelijk rondom de bloemen. Wanneer *O. laevigatus* ook effectief is als bladluisbestrijder, zal het een meerwaarde hebben om deze roofwants in chrysant in te zetten ten opzichte van roofmijten die enkel trips bestrijden. In de tweede kooiproef (zie Hoofdstuk 8) is reeds aangetoond dat *O. laevigatus* de potentie heeft om katoenluis op chrysant te bestrijden. In dit Hoofdstuk beschrijven we een experiment waarbij dit op kasniveau is onderzocht.

Tevens is het belangrijk om te weten of het noodzakelijk is om volvelds voedsel toe te dienen, of dat kan worden volstaan met een pleksgewijze toediening van voedsel. In dat laatste geval zal kunnen worden bespaard op de voedselkosten, doordat de benodigde hoeveelheid kwaliteits-Artemia kan worden teruggedrongen ten opzichte van een volvelds toediening. Hierbij is het belangrijk om te weten op welke afstand van een plek met kwaliteits-Artemia plaaginsecten nog effectief worden bestreden. Oveja *et al.* (2015) lieten al zien dat volwassen *O. laevigatus* roofwantsen zich vanaf een komkommerplant met kwaliteits-Artemia snel verspreidden naar buurplanten zonder alternatief voedsel, en dat deze verspreiding beter verliep wanneer deze buurplanten waren besmet met plaaginsecten. Dit biedt perspectief voor het in patches aanbrengen van kwaliteits-Artemia. Biobee Biological Systems is bezig met de ontwikkeling van zogenaamde voerlinten met kwaliteits-Artemia, waarmee de toediening van voedsel ook pleksgewijs zal plaatsvinden.

In de in dit Hoofdstuk beschreven kasproef 3 is daarom het effect van pleksgewijs bijvoeren van *Orius laevigatus* met kwaliteits-Artemia onderzocht. Hierbij is niet alleen gekeken naar het effect op Californische trips, maar ook op bladluis. Binnen de kasproef is deze strategie vergeleken met een in de praktijk veel toegepaste strategie voor de bestrijding van Californische trips, waarbij *T. montdorensis* roofmijten een aantal keren worden geïntroduceerd en worden bijgevoerd met *Tyreophagus entomophagus* prooimijten.

Voor deze proef zijn de volgende onderzoeksvragen geformuleerd:

- Hoe effectief kan een populatie van *O. laevigatus* die zich ontwikkelt op kwaliteits-Artemia katoenluis (*Aphis gossypii*) in chrysant bestrijden?
- Hoe hangt de mate van bestrijding van Californische trips en katoenluis door *O. laevigatus* samen met de afstand van de plek met kwaliteits-Artemia?
- Hoe verhoudt de bestrijding van trips en bladluis door *O. laevigatus* op verschillende afstanden van de plek met kwaliteits-Artemia zich tot de bestrijding van deze plagen door *T. montdorensis* roofmijten?

9.2 Materiaal en methoden

Voor deze proef is een proefkas van 144 m² met behulp van plastic afscheidingen opgedeeld in drie afdelingen (zie Figuur 9.1 en Figuur 9.3). Elke afdeling bestond uit twee stroken chrysant cv. Baltica (afkomstig van Deliflor) van 9.5 meter lang en 1 meter breed. Over de lengte van elke strook zijn 4 plotjes aangebracht van 2 m lang en 1 meter breed, met 0.5 m tussen elk plotje. *Orius laevigatus* roofwantsen werden zowel in de linker kasafdeling als in de rechter kasafdeling geïntroduceerd. In de middelste kasafdeling werden geen *O. laevigatus* roofwantsen geïntroduceerd. De kwaliteits-Artemia is alleen in de twee plotjes helemaal aan de voorkant van de kasafdeling (linker kasafdeling), of in de twee plotjes helemaal aan de achterkant van de kasafdeling (rechter kasafdeling) aangebracht. Deze plotjes worden aangeduid als de 'bijvoervakken'. In de middelste kasafdeling zijn 4 controleplotjes van elk 2 m² zonder biologische bestrijders aangebracht, en 4 plotjes waar *T. montdorensis* roofmijten zijn geïntroduceerd, van eveneens elk 2 m² (zie Figuur 9.1). Omdat er door de plastic afscheidingen in de kas de beregeningsinstallatie niet kon worden gebruikt, is er handmatig water gegeven met een brouse. Afhankelijk van de vochtigheid van de bodem is er één of twee keer per week 5-15 liter/m² water gegeven.

In april 2019 zijn bewortelde IPM chrysantenstekken cv. Baltica geleverd door Deliflor. Deze stekken zijn afkomstig van moederplanten die met zo weinig mogelijk breedwerkende chemische gewasbeschermingsmiddelen zijn geteeld. Voordat de stekken in de 144 m² proefkas zijn geplant, zijn ze in kooien geplaatst (zie Figuur 9.4). In de kooien met de chrysantenstekken bedoeld voor de 'bijvoervakken' zijn 32 *O. laevigatus* roofwantsen per 64 planten geïntroduceerd, welke zijn bijgevoerd met kwaliteits-Artemia (BioArtFeed) afkomstig van Biobee Biological Systems (1 gram per 64 planten). Tegelijkertijd zijn in de kooien met chrysantenstekken bedoeld voor de *T. montdorensis* plotjes, per 64 stekken 400 *T. montdorensis* roofmijten geïntroduceerd. Deze zijn bijgevoerd met *Tyreophagus entomophagus* prooimijten (5000 prooimijten/ 64 stekken), beide afkomstig van Bioline Agrosiences en geleverd door Benfried B.V. Na 1 week in de kooien zijn alle chrysantenstekken overgebracht naar de 144 m² proefkas. De planten met *O. laevigatus* en de planten met *T. montdorensis* zijn in de daarvoor aangewezen plotjes geplaatst, en de overige (schone) planten zijn over de rest van de kas verdeeld (zie Figuur 9.1). In elk plotje zijn 4 chrysantenplanten in potten geplaatst in verband met de uitvoering van de bladluis introductie later in de proef (zie Figuur 9.2). De overige perskluiten met stekken zijn rechtstreeks op de grond geplaatst. Direct na het overzetten van de planten in de 144 m² proefkas zijn in de bijvoervakken nogmaals 32 *O. laevigatus* roofwantsen per 64 planten (= 1 m² teeltoppervlakte) geïntroduceerd. Dit komt overeen met 64 roofwantsen per m² gerekend over de oppervlakte van de bijvoervakken en 13 roofwantsen per m² gerekend over het gehele teeltoppervlak. Direct na het uitzetten is in de bijvoervakken kwaliteits-Artemia toegediend (1 g per m²). Deze toediening van kwaliteits-Artemia in de bijvoervakken is tot en met het einde van de proef wekelijks herhaald, en vond plaats nadat het gewas weer was opgedroogd na de laatste watergift. Tevens zijn er direct na het planten in de *T. montdorensis* plotjes nogmaals 400 *T. montdorensis* roofmijten en 5000 *T. entomophagus* prooimijten per 1 m² geïntroduceerd. Deze introducties van *T. montdorensis* roofmijten en *T. entomophagus* prooimijten zijn in dezelfde aantallen wekelijks herhaald tot en met teeltweek 5 in de proefkas. Dit komt neer op in totaal 6 introducties van de roofmijten en prooimijten gedurende de proef. Eén week na het planten van de chrysantenstekken in de proefkas (teeltweek 2) zijn 50 volwassen Californische tripsen geïntroduceerd in elk 2 m² plotje (in totaal 1200 tripsen verdeeld over 24 plotjes). Deze Californische tripsen waren afkomstig van een kweek op potchrysant bij Wageningen UR Glastuinbouw. De introductie met Californische trips werd in dezelfde aantallen herhaald in teeltweek 3 en 4. In teeltweek 5 is er in het midden van elk plotje een blauwe vangplaat (10 cm x 10 cm) net boven het gewas geplaatst. Deze vangplaten zijn vervolgens elke week vervangen tot en met week 9 van de proef. Elke week zijn het aantal Californische tripsen op elke vangplaat geteld.

Omdat de plastic afscheidingen niet 100% konden voorkomen dat er *O. laevigatus* roofwantsen in het middelste kasgedeelte terecht zouden komen, wat vooral later in de proef van invloed zou kunnen zijn, zijn er in teeltweek 7 acht kooien van 60x60x80 cm in de proefkas geplaatst. Deze kooien bevatten elk 4 schone chrysantenplanten in potten, welke waren opgekweekt in een andere kas met dezelfde klimaatinstellingen als de proefkas.

Omdat *O. laevigatus* niet makkelijk kon binnendringen in deze kooien, zijn deze kooien gebruikt als een extra controlebehandeling om het effect van *O. laevigatus* op de bestrijding van bladluis te kunnen bepalen. In vier van deze extra controlekooien zijn er eenmalig 200 *T. montdorensis* roofmijten geïntroduceerd, samen met ongeveer 2500 *T. entomophagus* prooimijten. Om een zo goed mogelijke vergelijking te kunnen maken tussen de populatiegroei van bladluis in deze kooien, en de populatiegroei van bladluis elders in de kas, zijn in alle plotjes de 4 chrysantenplanten die in potten waren geplaatst vervangen door chrysantenplanten in potten die – net als de chrysantenplanten in de extra controlekooien – in de andere kas waren opgekweekt. Vervolgens zijn er in teeltweek 7 en in teeltweek 8 op elke ‘opgepotte’ chrysantenplant 10 volwassen katoenluizen geïntroduceerd. Dit komt overeen met 2x 40 katoenluizen per 2 m² plotje en 2x 40 katoenluizen per controlekooi. In teeltweken 4, 6 en 8 zijn er uit elk plotje steeds 2 hele planten destructief bemonsterd voor de bepaling van het aantal *O. laevigatus* eitjes, het aantal larven en adulten van Californische trips en het aantal *T. montdorensis* roofmijten. In teeltweek 10 zijn de ‘opgepotte’ planten waar katoenluis was geïntroduceerd destructief bemonsterd voor de bepaling van het aantal katoenluizen en het aantal *O. laevigatus* eitjes. Tevens zijn er in week 10 in elk plotje tien willekeurige hoofdbloemen geoogst voor de bepaling van het aantal Californische trips larven en adulten en het aantal *O. laevigatus* nimfen en adulten. Daarnaast zijn er in week 10 in elk plotje acht willekeurige planten bemonsterd voor de bepaling van tripsschade. Hiervoor is voor elk van de 10 bovenste bladeren van elke plant vastgesteld of deze bladeren tripsschade hadden. Vervolgens is dit uitgedrukt in het percentage bladeren met tripsschade. Tenslotte zijn in zowel week 10 als week 12 in elk bijvoerplotje 10 willekeurige planten bemonsterd voor de bepaling van het aantal *O. laevigatus* nimfen en adulten in de (open) hoofdbloemen, open zijbloemen, en half-open zijbloemen. Op basis van de aanname dat in alle plotjes de ratio tussen (open) hoofdbloemen, open zijbloemen en half-open zijbloemen gelijk is, is voor teeltweek 10 in alle behandelingen het aantal Orius roofwantsen per plant berekend.

Figuur 9.1 Indeling van de proefkas in Fase 1 (teeltweken 1 t/m 6). De proefkas was met twee plastic afscheidingen in drie kasafdelingen verdeeld. Elke afdeling bestond uit twee stroken (1 x 9.5 m) chrysant cv. Baltica. Over de lengte van elke strook zijn 4 plotjes (2 x 1 m) aangebracht, met 0.5 m tussen elk plotje. Orius laevigatus roofwantsen werden zowel in de linker kasafdeling als in de rechter kasafdeling geïntroduceerd. In de middelste kasafdeling werden geen O. laevigatus roofwantsen geïntroduceerd. De kwaliteits-Artemia is alleen in de twee plotjes helemaal aan de voorkant van de kasafdeling (linker kasafdeling), of in de twee plotjes helemaal aan de achterkant van de kasafdeling (rechter kasafdeling) aangebracht. In de middelste kasafdeling zijn 4 controleplotjes van elk 2 m² zonder biologische bestrijders aangebracht, en 4 plotjes waar T. montdorensis roofmijten zijn geïntroduceerd, van eveneens elk 2 m².

Figuur 9.2 Indeling van de proefkas in Fase 1 (teeltweken 1 t/m 6). In teeltweek 7 zijn er acht kooien van 60x60x80 cm met elk 4 schone chrysantenplanten in potten in de proefkas geplaatst. In vier van deze extra controlekooien zijn er eenmalig 200 *T. montdorensis* roofmijten geïntroduceerd, samen met ongeveer 2500 *T. entomophagus* prooimijten. Om een zo goed mogelijke vergelijking te kunnen maken tussen de populatiegroei van bladluizen in deze kooien, en de populatiegroei van bladluizen elders in de kas, zijn in alle plotjes de 4 chrysantenplanten vervangen door chrysantenplanten in potten. Vervolgens zijn er in teeltweek 7 en in teeltweek 8 op elke 'opgepotte' chrysantenplant 10 volwassen katoenluizen geïntroduceerd.

Figuur 9.3 Overzicht van de 3 kasafdelingen, afgescheiden met transparant plastic.

Figuur 9.4 Introductie van *O. laevigatus* roofwantsen of *T. montdorensis* roofmijten op bewortelde chrysantenstekken in kooien.

Figuur 9.5 Om een zo goed mogelijke vergelijking te kunnen maken tussen de populatiegroei van bladluis in de controlekooien en in het veld, zijn op gelijke wijze opgekweekte chrysantenplanten in potten gebruikt in de kooien en in de veldplotjes. In elk plotje zijn 4 opgepotte chrysantenplanten geplaatst.

Figuur 9.6 Overzicht van de 3 kasafdelingen, afgescheiden met transparant plastic. Vegetatief gewas.

Figuur 9.7 Overzicht van de 3 kasafdelingen, afgescheiden met transparant plastic. Gewas komt in bloei.

Figuur 9.8 Overzicht van de 3 kasafdelingen, afgescheiden met transparant plastic. Bloeiend gewas.

Figuur 9.9 Chrysantenbloem met *O. laevigatus* wantsen.

9.3 Resultaten

In de teeltweken 4, 6 en 8, toen de eileg van *Orius laevigatus* was bepaald, werden alleen Orius eitjes gevonden in de bijvoervakken. Er was een hele duidelijke grens; in de naastgelegen vakken werden geen Orius eitjes gevonden (zie Figuur 9.10). Dit verschil in eileg tussen de bijvoerplotjes en het overige gewas reflecteerde ook in de aantallen *O. laevigatus* nimfen en adulten die zijn geteld in teeltweken 4, 6 en 8 (zie Figuur 9.11). De *T. montdorensis* roofmijten zijn goed aangeslagen met bijna 120 roofmijten/ plant in de plotjes waar ze steeds zijn geïntroduceerd (zie Figuur 9.12). Californische trips werd alleen in de bijvoervakken effectief bestreden door *O. laevigatus*, maar nam elders in het gewas waar geen voedsel was toegediend, maar waar *O. laevigatus* wel toegang toe had, flink toe (zie Figuren 9.13, 9.14 en 9.15). In Figuur 9.13 is het aantal tripsen dat per week is terechtgekomen op de blauwe vangplaten die midden boven elk plotje hingen weergegeven. Er was een significante afname van het aantal tripsen/vangplaat/week met toenemende afstand vanaf de bijvoer plotjes ($P = 0.018$). Tegen de verwachting in lag het aantal tripsen/vangplaat het laagst in de controlebehandeling. Het aantal tripsen dat per plant kon worden teruggevonden in teeltweken 4, 6 en 8 lag in alle behandelingen erg laag, en er waren geen significante verschillen tussen de behandelingen (zie Figuur 9.14). Er waren daarentegen wel duidelijke verschillen in het percentage bladeren per plant dat was aangetast door Californische trips ($P < 0.001$; Figuur 9.15). Het percentage door trips aangetaste bladeren per plant lag significant lager in de bijvoer-plotjes dan in alle overige behandelingen. Ook was er een significant effect van behandeling op het aantal Californische tripsen dat in teeltweek 10 in de hoofdbloemen werd teruggevonden ($P < 0.001$; Figuur 9.16). Het aantal trips in de hoofdbloemen van de bijvoerplotjes lag significant lager in vergelijking met alle andere behandelingen, behalve met de behandeling met *T. montdorensis* roofmijten. De aanwezigheid van *T. montdorensis* roofmijten resulteerde in een lager aantal trips per hoofdbloem in vergelijking met de controlebehandeling ($P = 0.002$).

Opvallend genoeg nam de bladluispopulatie op de 'opgepote' planten waarop *A. gossypii* bladluizen waren uitgezet over de gehele lengte van de chrysantenstroken in de afdelingen waar *O. laevigatus* was uitgezet niet toe (zie Figuur 9.17). Tegelijkertijd groeide de bladluispopulatie in de controlebehandelingen met en zonder *T. montdorensis* van de middenafdeling, en in de controlekooien met en zonder *T. montdorensis*. Dit duidt op een goede bladluisbestrijding door *O. laevigatus*, die onafhankelijk was van de afstand van het bijvoervak. Dit beeld werd verder versterkt door de aantallen bladluizen die werden geteld in de hoofdbloemen van de uit elk plotje willekeurig geselecteerde planten waarop geen bladluizen waren uitgezet (zie Figuur 9.18). Toen het gewas begon te bloeien werden er in vrijwel alle bloemen Orius roofwantsen gevonden. In teeltweek 10 waren er in de planten in de bijvoerplotjes al ruim 4 Orius roofwantsen per hoofdbloem (zie Figuur 9.19). Als we het aantal roofwantsen in de zijbloemen ook meerekenen komen we op 15 Orius roofwantsen per plant in de bijvoerplotjes (zie Figuur 9.20). Het aantal Orius roofwantsen nam sterk af naarmate de afstand vanaf de bijvoerplotjes groter werd, maar de verschillen in het aantal roofwantsen tussen de bijvoerplotjes en de plotjes op afstand lijken iets kleiner in het bloeiende gewas dan in het vegetatieve stadium van het gewas. In teelt 12 zien we bijna een verviervoudiging van het aantal Orius roofwantsen ten opzichte van 2 weken eerder (zie Figuur 9.21). De populatiegroei lijkt dus sterk toe te nemen wanneer Orius ook toegang heeft tot stuifmeel in de bloemen.

Figuur 9.10 Gemiddelde aantal *O. laevigatus* eitjes ($\pm$ SE) per plant (dicht en open) in Orius_R (= bijvoer plotje), Orius_2 (naastgelegen plotje), Orius_3 en Orius_4 (de twee plotjes die het verst van de bijvoerplotjes verwijderd zijn) en de behandeling zonder Orius met *T. montdorensis* en zonder natuurlijke vijanden (Controle).

Figuur 9.11 Gemiddelde aantal *O. laevigatus* wantsen ($\pm$ SE) per plant (nimfen en adulten) in Orius_R (= bijvoer plotje), Orius_2 (naastgelegen plotje), Orius_3 en Orius_4 (de twee plotjes die het verst van de bijvoerplotjes verwijderd zijn) en de behandeling zonder Orius met *T. montdorensis* en zonder natuurlijke vijanden (Controle).

Aantal *T. montdorensis* roofmijten per plant

Figuur 9.12 Gemiddelde aantal roofmijten ($\pm$ SE) per plant in de behandeling zonder Orius en zonder natuurlijke vijanden (Controle), de behandeling zonder Orius met *T. montdorensis*. Orius_R (= bijvoer plotje), Orius_2 (naastgelegen plotje), en Orius_3 en Orius_4 (de twee plotjes die het verst van de bijvoerplotjes verwijderd zijn).

Trips op vangplaten

Figuur 9.13 Gemiddelde aantal Californische tripsen ($\pm$ SE) per week op de vangplaten die midden boven elk plotje waren gehangen voor de behandelingen Orius_R (= bijvoer plotje), Orius_2 (naastgelegen plotje), Orius_3 en Orius_4 (de twee plotjes die het verst van de bijvoerplotjes verwijderd zijn) en de behandeling zonder Orius met *T. montdorensis* en zonder natuurlijke vijanden (Controle).

Aantal Californische tripsen per plant

Figuur 9.14 Gemiddelde aantal Californische tripsen ($\pm$ SE) per plant voor de behandelingen Orius_R (= bijvoer plotje), Orius 2 (naastgelegen plotje), Orius_3 en Orius_4 (de twee plotjes die het verst van de bijvoerplotjes en de behandeling zonder Orius met *T. montdorensis* en zonder natuurlijke vijanden (Controle)).

Figuur 9.15 Gemiddelde percentage bladeren per plant met *F. occidentalis* tripsschade ($\pm$ SE) voor de behandelingen Orius_R (= bijvoer plotje), Orius 2 (naastgelegen plotje), Orius_3 en Orius_4 (de twee plotjes die het verst van de bijvoerplotjes en de behandeling zonder Orius met *T. montdorensis* en zonder natuurlijke vijanden (Controle)).

Figuur 9.16 Gemiddelde aantal *O. laevigatus* wantsen ($\pm$ SE) per hoofdbloem (nimfen en adulten) in teeltweek 10 in de behandelingen Orius_R (= bijvoer plotje), Orius 2 (naastgelegen plotje), Orius_3 en Orius_4 (de twee plotjes die het verst van de bijvoerplotjes verwijderd zijn) en de behandeling zonder Orius met *T. montdorensis* en zonder natuurlijke vijanden (Controle).

Figuur 9.17 Gemiddelde aantal *A. gossypii* bladluizen ($\pm$ SE) in teeltweek 10 per 'opgepote' plant waarop de bladluizen in teeltweek 7 en 8 waren geïntroduceerd, in de behandelingen Orius_R (= bijvoer plotje), Orius 2 (naastgelegen plotje), Orius_3 en Orius_4 (de twee plotjes die het verst van de bijvoerplotjes verwijderd zijn), de behandeling zonder Orius met *T. montdorensis* en zonder natuurlijke vijanden (Controle) en in de controle kooien zonder en met *T. montdorensis* roofmijten.

Figuur 9.18 Gemiddelde aantal *A. gossypii* bladluizen per hoofdbloem van willekeurig geselecteerde planten waarop geen bladluizen waren geïntroduceerd. In de behandelingen Orius_R (= bijvoer plotje), Orius 2 (naastgelegen plotje), Orius_3 en Orius_4 (de twee plotjes die het verst van de bijvoerplotjes verwijderd zijn), de behandeling zonder Orius met *T. montdorensis* en zonder natuurlijke vijanden (Controle).

Figuur 9.19 Gemiddelde aantal *O. laevigatus* wantsen ($\pm$ SE) per hoofdbloem (nimfen en adulten) in Orius_R (= bijvoer plotje), Orius 2 (naastgelegen plotje), Orius_3 en Orius_4 (de twee plotjes die het verst van de bijvoerplotjes verwijderd zijn) en de behandeling zonder Orius met *T. montdorensis* en zonder natuurlijke vijanden (Controle).

Figuur 9.20 Gemiddelde aantal *O. laevigatus* wantsen ($\pm$ SE; nimfen en adulten) omgerekend naar de hele plant in teeltweek 10 in Orius_R (= bijvoer plotje), Orius_2 (naastgeleden plotje), Orius_3 en Orius_4 (de twee plotjes die het verst van de bijvoerplotjes verwijderd zijn) en de behandeling zonder Orius met *T. montdorensis* en zonder natuurlijke vijanden (Controle).

Figuur 9.21 Gemiddelde aantal *O. laevigatus* wantsen ($\pm$ SE) in de hoofdbloem en zijbloemen in teeltweken 10 en 12 in Orius_R (= bijvoer plotjes).

9.4 Discussie

Een mogelijke verklaring voor het verschil in bestrijdingsniveau van bladluis en trips buiten de bijvoervakken is het tijdstip waarop de plagen waren geïntroduceerd. Net als in de vorige proef nam de populatie van Orius in de loop van het experiment fors toe. Op het moment dat trips zijn intrede deed, waren er echter nog maar weinig adulten. Op dat moment waren ook de nimfen hard nodig om trips effectief te bestrijden, en deze nimfen waren alleen in de bijvoervakken aanwezig. Ten tijde van de bladluisintroductie in week 7 en 8 van de teelt had zich al een nieuwe generatie mobiele adulten gevormd, waardoor deze plaag in tegenstelling tot trips wel in de kiem kon worden gesmoord. Uit de literatuur blijkt dat volwassen Orius roofwantsen actief op zoek gaan naar prooien, ook als ze op een plek zitten waar al voldoende voedsel is (Oveja *et al.* 2016). Verschillende studies blijkt dat Orius roofwantsen plaag-geïnduceerde plantengeuren kunnen herkennen, en hierdoor worden aangetrokken (Karimy *et al.* 2006; Mochizuki *et al.* 2007; VanLaerhoven, *et al.* 2000).

10 Systeemaanpak biologische plaagbestrijding in chrysant: waar staan we nu?

Het inzetten van *Orius* roofwantsen als plaagbestrijders in chrysant biedt goede perspectieven. Door een vroege introductie van *Orius laevigatus* samen met kwaliteits-Artemia als voedselbron kan een goede *Orius* populatie worden opgebouwd en in stand worden gehouden, en kan Californische trips en katoenluis goed worden bestreden. Volwassen *Orius* roofwantsen kunnen naar plekken met voedsel worden gelokt om eitjes af te zetten, waardoor het mogelijk wordt om *Orius* tussen verschillende teelten te 'recyclen'. Om goed te kunnen beoordelen of de inzet van *Orius* in de chrysantenteelt rendabel is, moet over een aantal factoren nog meer duidelijkheid komen. Hieronder vallen de aantallen te introduceren *Orius* roofwantsen en de introductie-frequentie over de teeltcycli heen, de bandbreedte van de effectiviteit van *Orius* tegen verschillende soorten plagen, en de hoeveelheid kwaliteits-Artemia die moet worden toegediend. Maar ook de prijsontwikkeling van *Orius* en de kwaliteits-Artemia is nog aan verandering onderhevig wanneer deze producten op grotere schaal zullen worden toegepast.

Vooralsnog lijkt het het veiligst om *Orius* volvelds uit te zetten in chrysant, zeker als de aantallen adulten bij de start van de teelt nog laag zijn. Het besparen op voedsel zal dus eerder moeten worden gezocht in het minder frequent bijvoeren dan in het pleksgewijs bijvoeren. Uit een 'recyclingsproef' van *Orius* die binnen de PPS 'Masterplan trips' is uitgevoerd werd duidelijk dat *Orius* pas 4 weken na de laatste keer bijvoeren stopt met het leggen van eitjes. Er lijkt dus ruimte te zijn voor minder frequent bijvoeren. Daarnaast werkt Biobee Biological Systems aan de ontwikkeling en toetsing van zogenaamde voerlinten. De houdbaarheid van de kwaliteits-Artemia op deze voerlinten is relatief lang, en een voordeel in de chrysantenteelt waarbij van bovenaf wordt watergegeven is dat de Artemia op de voerlinten minder makkelijk wegspoelt. Hierdoor zal naar verwachting minder voedsel nodig zijn om de *Orius* populatie te ondersteunen. Hoe een voerstrategie met voerlinten uitpakt voor de opbouw en instandhouding van *Orius* populaties in chrysant moet nog verder worden onderzocht.

Verder zijn er in chrysant nog een aantal plagen, waaronder mineervlieg, schadelijke wantsen en rupsen, die niet eenvoudig biologische te bestrijden zijn. Chemisch ingrijpen tegen deze plagen kan verstorend werken op de opbouw en instandhouding van *Orius*. In hoeverre *Orius* deze plagen direct kan bestrijden is nog de vraag. Naast directe bestrijdingseffecten is het ook de moeite waard om te kijken naar een indirecte bestrijding van plagen door *Orius*, door middel van het aanschakelen van de afweer van de plant. Al met al bieden de resultaten van de proeven met *Orius* in chrysant voldoende perspectief voor een verdere ontwikkeling van deze systeemsprong.

Literatuur

- Arijs, Y. and P. De Clercq (2001).
Rearing *Orius laevigatus* on cysts of the brine shrimp *Artemia franciscana*. *Biological Control* 21(1): 79-83.
- Arthurs, S., Heinz, K.M. (2006)
Evaluation of the nematodes *Steinernema feltiae* and *Thripinema nicklewoodi* as biological control agents of Western flower thrips *Frankliniella occidentalis* infesting chrysanthemum. *Biocontrol Sci. Technol.*, 16, 141-155.
- Bennison, J., Maulden, K., Dewhurst, S., Pow, E., Slatter, P., Wadhams, L. (2002).
Towards the development of a push-pull strategy for improving biological control of Western flower thrips on chrysanthemum. Pp. 199-206. In: L.A. Mound and R. Marullo (eds.), *Thrips and Tospoviruses: Proceedings of the 7th international symposium on Thysanoptera*. Australian National Insect Collection, Canberra, Australia.
- Bonte, J., de Walle, A.V., Conlong, D., de Clerq, P. (2016).
Eggs of *Ephestia kuehniella* and *Ceratitis capitata*, and motile stages of the astigmatid mites *Tyrophagus putrescentiae* and *Carpoglyphus lactis* as factitious foods for *Orius* spp. *Insect Science*.
- Bonte, M. and P. De Clercq (2008).
Developmental and reproductive fitness of *Orius laevigatus* (Hemiptera : Anthocoridae) reared on factitious and artificial diets. *Journal of Economic Entomology* 101(4): 1127-1133.
- Bonte, M. and P. De Clercq (2010).
Impact of artificial rearing systems on the developmental and reproductive fitness of the predatory bug, *Orius laevigatus*. *Journal of Insect Science* 10.
- Buitenhuis, R., Shipp, J.L. (2006).
Factors influencing the use of trap plants for the control of *Frankliniella occidentalis* (Thysanoptera: Tripidae) on greenhouse potted Chrysanthemum.
- Buitenhuis, R., and J. L. Shipp. 2008.
Influence of plant species and plant growth stage on *Frankliniella occidentalis* pupation behaviour in greenhouse ornamentals. *Journal of Applied Entomology* 132: 86-88.
- Carvalho, L. M., Bueno, V.H.P., Castane, C. (2011).
Olfactory response towards its prey *Frankliniella occidentalis* of wild and laboratory-reared *Orius insidiosus* and *Orius laevigatus*. *Journal of Applied Entomology* 135(3): 177-183.
- Bonte, M., de Clerq, P. (2010).
Influence of male age and diet on reproductive potential of *Orius laevigatus* (Hemiptera: Anthocoridae). *Ann. Entomol. Soc. Am.*, 103, 597-902.
- Bouagga, S., Urbaneja, A., Rambla, J.L. Granell, A., Perez-Hedo, M. (2018).
Orius laevigatus strengthens its role as a biological control agent by inducing plant defenses. *Journal of Pest Science* 91(1): 55-64.
- Buitenhuis, R., Shipp, J.L. (2005).
Efficacy of entomopathogenic nematode *Steinernema feltiae* (Rhabditida: Steinernematidae) as influenced by *Frankliniella occidentalis* (Thysanoptera: Thripidae) developmental stage and host plant stage. *Journal of Economical Entomology*, 98: 1480-1485.
- Chambers, R. J., Long, S., Helyer, N.L. (1993).
Effectiveness of *Orius-laevigatus* (hem, anthocoridae) for the control of *Frankliniella-occidentalis* on cucumber and pepper in the UK. *Biocontrol Science and Technology* 3(3): 295-307.
- Cocuzza, G. E., de Clerq, P, van de Veire, M., de Cock, A, Degheele, D., Vacante, V. (1997).
Reproduction of *Orius laevigatus* and *Orius albidipennis* on pollen and *Ephestia kuehniella* eggs. *Entomologia Experimentalis Et Applicata* 82(1): 101-104.
- Corsten, R. (2014).
Tomatenbronsvlekkenvirus (TSVW). Blog: <https://renecorsten.wordpress.com/2014/07/23/850/>
- De Jong, J., Rademaker, W. (1991).
Life history studies of the leafminer *Liriomyza trifolii* on susceptible and resistant cultivars of *Dentranthema grandiflora*. *Euphytica* 56 (1): 47-53.
- Del Mar Tellez, M., Tapia, G., Gamez, M., Cabello, T., Emden, H (2009).
Predation of *Bradysia* sp. (Diptera: Sciaridae), *Liriomyza trifolii* (Diptera: Agromyzidae) and *Bemisia tabaci* (Hemiptera: Aleyrodidae) by *Coenosia attenuata* (Diptera: Muscidae) in greenhouse crops.

- De Long, J.R., Streminska, M., Persijn, A., Huisman, M., van der Salm, C. (2020). Bestrijding van *Meloidogyne* spp. (wortelknobbelaaltjes) in chrysant met biologische bestrijdingsmiddelen en biostimulanten. Rapport WPR-944.
- De Puyseleir, V., Hoeffte, M., de Clerq, P. (2011). Ovipositing *Orius laevigatus* increase tomato resistance against *Frankliniella occidentalis* feeding by inducing the wound response. *Arthropod-Plant Interactions* 5(1): 71-80.
- Drukker, B., Scutareanu, P., Sabelis, M. W. (1995). Do anthocorid predators respond to synomones from phylla-infested pear trees under field conditions? *Entomologia Experimentalis Et Applicata* 77(2): 193-203.
- El-Husseini, M., & Sermann, H. (1992). First successful mass rearing of anthocorids (Heteroptera) on the acarid mould mite, *Tyrophagus putrescentiae* Schr. As new alternative prey. *Beitrage zur Entomologie*, 42, 207.
- Escobar-Bravo, R., P. G. L. Klinkhamer, and K. A. Leiss. (2017). Interactive Effects of UV-B Light with Abiotic Factors on Plant Growth and Chemistry, and Their Consequences for Defense against Arthropod Herbivores. *Frontiers in Plant Science* 8.
- Gasim, G. Y. and H. T. Younis. (1989). Biological studies on tomato leafworm *Plusia chalytes* L. (Noctuidae: Lepidoptera) under effect of constant temperatures. *Mesopotamia Journal of Agriculture*, 21:325-334.
- Goossens, H. (1992). Biologische bestrijding van mineervlieg in sla biedt perspectief. *Actief Studieclub*, 3: 6.
- Grosman, A., Bloemhard, C. (2013). Nieuwe sluipwespen tegen turkse mot, *Chrysodeixis chalcites*, in paprika: opsporen en toetsen. Wageningen UR Glastuinbouw. Rapport GTB-1306.
- Grosman, A., de Groot, E., Messelink, G. (2014). Stimulering van roofvliegen en roofkevers voor plaagbestrijding in de sierteelt. Wageningen UR Glastuinbouw, Rapport GTB
- Grosman, A., van der Linden, A., Bloemhard, C., van Holstein-Saj, R., van Tol, R., Messelink, G (2014). Bouwstenen voor een systeemaanpak voor tripsbestrijding. Rapportage toplagen, instandhouden roofwantsen en Lure & Infect. Wageningen UR Glastuinbouw. Rapport GTB-1330.
- Harakly, F. A. and S. S. Farag. 1975. Biological studies on the tomato looper *Chrysodeixis chalytes* (Esper) in Egypt. *Bulletin de la Societe Entomologique d'Egypte*, 59:295-299.
- Harris, M.A., Begley, J.W., and Werkentin, D.L. (1990). *Liriomyza trifolii* (Diptera: Agromyzidae) suppression with foliar application of *Steinernema carpocapsae* (Rhabditida: Steinernematidae) and abamectin. *Journal of Economic Entomology* 83(6), 2380-2384.
- Hannula, E. (2020). Learning from nature: Using plant-soil feedback effects to improve disease control and sustainability in greenhouse cut-flowers. Blog: <https://nioo.knaw.nl/en/blog/learning-nature-using-plant-soil-feedback-effects-improve-disease-control-and-sustainability>
- Hennekam, M., van Schaik, J. van, Geuijen, M, van Tol, R. (2014). Schadelijke wantsen onder glas: beschrijving jaarcyclus; effectiviteit lokstoffen; effectiviteit middelen. Rapport Wageningen/ Entocare.
- Hoogerbrugge, H., Y. v. Houten, E. v. Baal, and K. Bolckmans. (2008). Alternative food sources to enable establishment of *Amblyseius swirskii* (Athias-Henriot) on chrysanthemum without pest presence. *IOBC/WPRS Bulletin* 32: 79-82.
- Hoyle, E.J., Saynor, M., (1993). Observations on the effectiveness of trap plants for the control of Western flower thrips (*Frankliniella occidentalis*). *IPBC/WPRS Bull.* 16: 102:104.
- Huang, N.X., Enkegaard, A., Osborne, L.S., Ramakers, P.M.J., Messelink, G.J., Pijnakker, J., Murphy, G. (2011). The banker plant method in biological control. *Critical Reviews in Plant Sciences* 30, 259-278.
- Hulshof, J., et al. (2003). Life history characteristics of *Frankliniella occidentalis* on cucumber leaves with and without supplemental food. *Entomologia Experimentalis Et Applicata* 108(1): 19-32.
- Janmaat, L., Bloemhard, C., Kleppe, R. (2014). Biodiversiteit onder glas: voedsel voor luizenbestrijders. Brochure van het praktijknetwerk biodiversiteit onder glas. Louis Bolk Instituut & Wageningen UR Glastuinbouw. <https://edepot.wur.nl/308860>

- Karimy, A., *et al.* (2006).
Olfactory response of the predatory bug, *Orius albidipennis* to volatile blends of strawberry and cucumber infested by spider mite. *Communications in agricultural and applied biological sciences* 71(2 Pt B): 399-402.
- Kruidhof, H.M., Bloemhard, C. (2015).
Verkennen van nieuwe mogelijkheden voor de bestrijding van wortelduizendpoot in de glastuinbouw. Wageningen UR Glastuinbouw. Rapport GTB-1381.
- Leman, A., Messelink, G.J. (2015).
Supplemental food that supports both predator and pest: A risk for biological control? *Experimental and applied acarology* 65(4): 511-524.
- Meijer, R., van Tol, R., van der Linden, A., Klapwijk, J., Hoogerbrugge, H. (2011).
Ontwikkeling signaling/ vangststelsel voor schadelijke wantsen. Onderzoek aan geurstoffen en lokplanten in laboratorium, veld en kassen. Rapport.
- Messelink, G. J., P. M. J. Ramakers, J. A. Cortez, and A. Janssen. (2009).
How to enhance pest control by generalist predatory mites in greenhouse crops. Pages 309-318 in 3rd International Symposium on Biological Control of Arthropods, Christchurch, New Zealand.
- Messelink, G. J., *et al.* (2014).
Approaches to conserving natural enemy populations in greenhouse crops: current methods and future prospects. *Biocontrol* 59(4): 377-393.
- Messelink, G.J., van Holstein-Saj, R., (2012).
Optimalisatie toepassing entomopathogene schimmels tegen trips in chrysant. Wageningen UR Glastuinbouw, Rapport GTB 1142.
- Messelink (2018).
<https://www.wur.nl/nl/nieuws/Nieuwe-roofwantsen-beperken-vestiging-Nesidiocoris.htm>
- Messelink, G.J., van Maanen, R., van Steenpaal, S.E.F., Janssen, A. (2008).
Biological control of thrips and whiteflies by a shared predator: Two pests are better than one. *Biological Control* 44: 372-379.
- Messelink, G.J., Leman, A., van Holstein-Saj, R., van Tol, R., Vijverberg, R., Elfferich, C., Catalá-Senent, L., Huang, T., Shrestha, K., Kruidhof, H.M. (2019).
Nieuwe mogelijkheden voor de bestrijding van trips in de sierteelt onder glas. Wageningen UR., Glastuinbouw. WPR ...
- Messelink, G. & van Holstein-Saj, R. (2008).
Improving thrips control by the soil-dwelling predatory mite *Macrocheles robustulus* (Berlese). *IOBC/WPRS Bull* 32: 135-138.
- Messelink, G., de Kogel, W.J. (2013).
Een systeembenadering voor onderzoek aan tripsbestrijding in de sierteelt onder glas: Een visiedocument vanuit onderzoek en praktijk. Wageningen UR Glastuinbouw. Rapport GTB-1258.
- Messelink, G.J., Bloemhard, C., Kok, L., Janssen, A. (2011).
Generalist predatory bugs control aphids in sweet pepper. *IOBC/WPRS Bulletin*. Working Group "Integrated Control in Protected crops, Temperate Climate". Proceedings of the meeting at Sutton Scotney (UK), 18-22.
- Messelink, G., Leman, A., Ghasemzadeh, S., Bloemhard, C., van Holstein-Saj, R., Vijverberg, R., Munoz-Cardenas, K., van Rijn, P. (2016).
Geïntegreerde bestrijding van plagen in de sierteelt onder glas: Een systeembenadering met preventieve biologische bestrijding als basis. Wageningen UR Glastuinbouw. Rapport GTB-1420.
- Messelink, G., van Holstein-Saj, R. van, Kok, L., Cortez, J.A. (2009).
Haalbaarheidsstudie alternatief voedsel als ondersteuning voor biologische bestrijding. Wageningen UR Glastuinbouw. Rapport 254.
- Mochizuki, M. and E. Yano (2007).
"Olfactory response of the anthorid predatory bug *Orius sauteri* to thrips-infested eggplants." *Entomologia Experimentalis Et Applicata* 123(1): 57-62.
- Nomikou, M., Janssen, A., Schraag, R., SAbelis, M.W. (2001).
Phytoseiid predators as potential biological control agents for *Bemisia tabaci*. *Experimental and Applied Acarology* 25: 271-291.
- Onillon, J.C. (1999).
Biological control of leafminers. In: *Integrated Pest and Disease Management in Greenhouse Crops*. Edited by Albajes, R., Lodovica Gullino, M., van Lenteren, J.C. and Elad, Y. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, The Netherlands.

- Oveja, M.F., Riudavets, J., Arno, J., Gabarra, R. (2016).
Does a supplemental food improve the effectiveness of predatory bugs on cucumber? *BioControl* 61: 47-56.
- Parella, M.P. (1984).
Effect of temperature on oviposition, feeding and longevity of *Liriomyza trifolii* (Dipt., Agromyzidae),
Canadian Entomologist 16, 85-92.
- Pineda, A., Marcos-Garcia, M.A. (2008).
Use of selected flowering plants in greenhouses to enhance aphidophagous hoverfly populations (Diptera: Syrphidae). *Ann. Soc. Entomol. Fr.* 44:487-492.
- Pirayeshfara, F., S. A. Safavib, H. R. S. Moayeric, and G. J. Messelink. 2020.
The potential of highly nutritious frozen stages of *Tyrophagus putrescentiae* as a supplemental food source for the predatory mite *Amblyseius swirskii*. *Biocontrol Science and Technology*. Doi 10.1080/09583157.2020.1722798
- Pumarino, L., and Alomar, O. (2012).
The role of omnivory in the conservation of predators: *Orius majusculus* (Heteroptera: Anthocoridae) on sweet alyssum. *Biological Control* 62: 24-28.
- Ramakers, P.M. (1980).
Biological control of *Thrips tabaci* (Thysanoptera: Thripidae) with *Amblyseius* spp. (Acari: Phytoseiidae) *IOBC/wprs* 3: 203-208.
- Ramakers, P.M.J., en O'Neill, T.M. (1999).
Cucurbits. In: *Integrated Pest and Disease Management in Greenhouse Crops*. Edited by Albajes, R., Gullino, M.L., van Lenteren, J.C., Elad, Y. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, the Netherlands.
- Robb, K.L., Parrella, M.P. (1991).
Western flower thrips, a serious pest of floricultural crops, pp. 343-358 In B.L. Parker, M. Skinner and T. Lewis [eds.], *Towards understanding the Thysanoptera*, General Technical Report NE-147. US Department of Agriculture, Forest Service, Radnor, PA.
- Steiner, M.Y., Goodwin, S., Wellham, T.M., Barchia, I.M., Spohr, L.J. (2003).
Biological studies of the Australian predatory mite *Typhlodromips montdorensis* (Schicha) (Acari: Phytoseiidae), a potential biocontrol agent for Western flower thrips, *Frankliniella occidentalis* (Pergande) (Thysanoptera: Thripidae).
- Tavares, J., Wang, K.H., Hooks, C.R.R. (2015).
An evaluation of insectary plants for management of insect pests in a hydroponic cropping system. *Biological Control* 91:1-9.
- Teerling C., Pierce, H Jr, Borden J. and Gillespie, D. (1993).
Identification and bioactivity of alarm pheromone in the Western flower thrips, *Frankliniella occidentalis*. *J. Chem Ecol* 19: 681-697.
- Vacante, V., et al. (1997).
Development and survival of *Orius albidipennis* and *O.-laevigatus* (Het.: Anthocoridae) on various diets. *Entomophaga* 42(4): 493-498.
- Van der Linden, A.M. (1992).
Phytomyza caulinaris Hering, an alternative host for the development of an open rearing system for parasitoids of *Liriomyza* species. *Proceedings of the section Experimental and applied entomology of the Netherlands Entomological Society (NEV)* 3: 31-39.
- Van der Linden, A. M. & van der Staaïj (2011).
Roofwantsen tegen trips in chrysant, *Orius majusculus* en *Orius niger*. Bleiswijk, Wageningen UR Glastuinbouw: 23.
- Van der Linden, A., Grosman, A., van der Staaïj, M., Messelink, G., (2013).
Bouwstenen voor tripsbestrijding in chrysant. Wageningen UR Glastuinbouw. Rapport GTB-1243
- Van den Meiracker, R.A.F. (1994).
Induction and termination of diapause in *Orius* predatory bugs. *Entomol. Exp. Appl.* 73: 127-137.
- Van der Staaïj, M., Grosman, A.H. (2012).
Effect van watergiftmethode en cultivar op biologische tripsbestrijding in *Alstroemeria*. Wageningen UR Glastuinbouw. Rapport GTB 1256.
- Vangansbeke, D., et al. (2016).
Supplemental food for *Amblyseius swirskii* in the control of thrips: feeding friend or foe? *Pest Management Science* 72(3): 466-473

- Vangansbeke, D., Duarte, M.V.A., Gobin, B., Tirry, L., Wacker, F., DeClerq, P. (2020).
Cold-born killers: exploiting temperature-size rule enhances predation capacity of a predatory mite. *Pest management science* 76(5): 1841-1846.
- Van Kruistum, G., Verschoor, J., Hoek, H. (2014).
CATT as a non-chemical pest and nematode control method in strawberry mother planting stock. *Journal of Berry Research* 4: 29-35.
- VanLaerhoven, S., *et al.* (2000).
Leaf damage and prey type determine search effort in *Orius tristicolor*. *Entomologia Experimentalis Et Applicata* 97(2): 167-174.
- Van Steenis, M. J. (1995).
Evaluation of four aphidiine parasitoids for biological control of *Aphis gossypii*. *Entomologia Experimentalis Et Applicata* 75:151-157.
- Van Rijn, P.C.J. & Tanigoshi, L.K. (1999).
Pollen as food for the predatory mites *Iphiseius degenerans* and *Neoseiulus cucumeris* (Acari: Phytoseiidae): dietary range and life history. *Experimental and applied acarology* 23: 785-802.
- Van Rijn, P. C. J., *et al.* (2002).
"How plants benefit from providing food to predators even when it is also edible to herbivores." *Ecology* 83(10): 2664-2679.
- Van Rijn, P.C.J., Kooijman, J. & Wäckers, F.L. (2006).
The impact of floral resources on syrphid performance and cabbage aphid biological control IOBC/WPRS Bulletin Vol. 29(6): 149-152.
- Van Rijn, P.C.J. & Wäckers, F.L. (2010).
The suitability of field margin flowers as food source for zoophagous hoverflies. *IOBC/WPRS Bulletin*. Vol.56: 125-128.
- Van Tol, R., Hennekam, M., Yang, D. (2015).
Feromoonval beschikbaar voor opsporen behaarde wants: lokkende werking feromoon vooral bij aanwezigheid van plantengeur. *Onder Glas*, nr 12 December 2015. P. 50-51.
- Wäckers, F.L., van Rijn, P.C.J., en Bruin, J. (Eds). (2005).
Plant-provided food for carnivorous insects: a protective mutualism and its applications. Cambridge University Press, UK.
- Waite, M.O. (2012).
New strategies to improve the efficiency of the biological control agent *Orius insidiosus* in greenhouse ornamental crops. MSc thesis. University of Guelph, Ontario, Canada.
- Waite, M.O., Scott-Dupree, C.D., Brownbridge, M., Buitenhuis, R., Murphy, G., 2014.
Evaluation of seven plant species/cultivars for their suitability as banker plants for *Orius insidiosus* (Say). *Biocontrol* 59, 79-87.
- Warnock D.F., Loughner, R. (2004).
Verbena cultivars differentially attract adult Western flower thrips. *Acta Hort.* 638:89-94.

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

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

Rapport WPR-941

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 12.000 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.