Nieuwe mogelijkheden voor de bestrijding van trips in de sierteelt onder glas

Gerben J. Messelink, Ada Leman, Renata van Holstein-Saj, Rob van Tol, Roland Vijverberg, Caroline Elfferich, Laura Catalá Senent, Tze-Yi Huang, Kriti Shresta en H. Marjolein Kruidhof

Rapport GTB-895

Referaat

De Californische trips, *Frankliniella occidentalis*, is een groot probleem in bloemisterijgewassen onder glas. De tripsen geven snel schade aan bloemen en blad en kunnen virussen overbrengen. Voor een effectieve bestrijding van trips is een systeemaanpak van groot belang waarbij maatregelen die de weerbaarheid van de plant verhogen worden gecombineerd met biologische bestrijding, vangtechnieken en integreerbare (bio)pesticiden. Het doel van dit project met de titel "Masterplan tripsbestrijding in bloemisterijgewassen (KV1406 087)" was om tot betere bestrijdingsstrategieën van trips te komen door te werken aan: 1) een weerbaarder gewas met endofyten, 2) preventieve inzet van natuurlijke vijanden (standing army) en 3) gedragsmanipulatie van volwassen tripsen. Dit rapport presenteert de resultaten van dit project dat is uitgevoerd in de periode 2015-2019.

Abstract

Western flower thrips, *Frankliniella occidentalis*, is a major pest species in greenhouse ornamental crops. They cause damage to leaves and flowers and can transmit viruses. Effective control requires a systems approach where measures that increase plant resilience are combined with biological control, mass trapping and (bio) pesticides. Het aim of this project with the title "Master plan thrips management in greenhouse ornamental crops" was to develop enhanced thrips control measures through 1) increased plant resilience with fungal endophytes, 2) preventive releases of natural enemies (standing army) and 3) manipulation of thrips behaviour. This report presents the results of this project that was done in the period 2015-2019.

Rapportgegevens

Rapport GTB-895

Projectnummer: 3742201300

DOI nummer: 10.18174/503830

Thema: Gewasbescherming

Dit project / onderzoek is mede tot stand gekomen door de bijdrage van het ministerie van LNV, de gewascoöperaties roos, Alstroemeria, gerbera en lelie, stichting Chrysant NL en Koppert Biological Systems.

Disclaimer

© 2019 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

	Samenvatting	7
1	Inleiding	9
2	Plantweerbaarheid met endofyten	11
2.1	Inleiding	11
2.2	Materiaal en methoden	11
2.2.1	Proef 1 chrysant	11
2.2.2	Proef 2 chrysant	12
2.2.3	Proef 1 boon	13
2.2.4	Proef 2 boon	14
2.2.5	Biotoetsen met metabolieten	15
2.3	Resultaten	16
2.3.1	Proef 1 chrysant	16
2.3.2	Proef 2 chrysant	17
2.3.3	Proef 1 boon	18
2.3.4	Proef 2 boon	19
2.3.5	Biotoetsen met metabolieten	20
2.4	Conclusies en discussie	21
3	Voerstations voor Orius	23
3.1	Inleiding	23
3.2	Materiaal en methoden	23
3.2.1	Kasproef 1	23
3.2.2	kasproef 2	24
3.3	Resultaten	25
3.3.1	Kasproef 1	25
3.3.2	Kasproef 2	28
3.4	Conclusies en discussie	28
4	Selectie voedselbronnen voor het bijvoeren van Orius	31
4.1	Inleiding	31
4.2	Materiaal en methoden	31
4.2.1	Kasproef 1	31
4.2.2	Kasproef 2	32
4.3	Resultaten	33
4.3.1	Kasproef 1	33
4.3.2	Kasproef 2	35
4.4	Discussie en conclusies	37
5	Continuering biologische bestrijding met Orius in opeenvolgende teelten	39
5.1	Inleiding	39
5.2	Materiaal en methode	39
5.3	Resultaten	42
5.4	Discussie en conclusies	44

6	Rooftripsen tegen trips in roos	47
6.1	Inleiding	47
6.2	Materiaal en methoden	47
6.2.1	Selectie voedselbronnen voor rooftrips	48
6.2.2	Voorkeur voor eileg in plantdelen	48
6.2.3	Kasproef met roofmijten en rooftrips	49
6.3	Resultaten	50
6.3.1	Selectie voedselbronnen voor rooftrips	50
6.3.2	Eilegvoorkeur	50
6.3.3	Kasproef met roofmijten en rooftrips	51
6.4	Conclusies en discussie	52
7	Bijvoeren van bodemroofmijten met saprofage aaltjes	53
7.1	Inleiding	53
7.2	Materiaal en methode	54
7.2.1	Tripspredatietest	54
7.2.2	Bakkenproef	54
7.2.3	Demonstratie toediening in teelt	54
7.3	Resultaten	55
7.3.1	Tripspredatietest	55
7.3.2	Bakkenproef	55
7.3.3	Demonstratie toediening in teelt	57
7.4	Discussie en conclusies	57
8	Evaluatie nieuwe tripsvallen	59
8.1	Inleiding	59
8.2	Materiaal en methoden	59
8.2.1	Invloed van valtype op tripsvangst	59
8.2.2	Invloed van bijlichten vallen met LED-licht op tripsvangst	60
8.3	Resultaten	60
8.3.1	Invloed van valtype op tripsvangst	60
8.3.2	Invloed van bijlichten vallen met LED-licht op tripsvangst	61
8.4	Conclusies	61
9	Selectie van geuren die trips activeren	63
9.1	Inleiding	63
9.2	Materiaal en methode	63
9.2.1	Windtunneltesten met adulten	63
9.2.2	Gedragsobservaties tripslarven	65
9.2.3	Kasproef met repellente geuren	66
9.3	Resultaten	68
9.3.1	Windtunneltesten met adulten	68
9.3.2	Gedragsobservaties tripslarven	70
9.3.3	Kasproef met repellente geuren	71
9.4	Discussie en conclusies	74

10	Effecten van klimaat op gedrag trips	75
	10.1 Inleiding	75
	10.2 Materiaal en methoden	76
	10.2.1 Effect van licht en RV op activiteit van tripslarven	76
	10.3 Resultaten	76
	10.4 Conclusies en discussie	77
11	Gedragsmanipulatie en bestrijding	79
	11.1 Inleiding	79
	11.2 Materiaal en methode	80
	11.3 Resultaten	81
	11.4 Discussie	83
	Literatuur	85

Samenvatting

De Californische trips, *Frankliniella occidentalis*, is een groot probleem in bloemisterijgewassen als chrysant, roos, Alstroemeria, Amaryllis en diverse potplanten. De tripsen geven snel schade aan bloemen en blad. Bovendien kunnen ze het tomatenbronsvlekkenvirus (TSWV) overdragen, wat regelmatig ernstig toeslaat in o.a. chrysant en Alstroemeria. Voor een effectieve bestrijding van trips is een systeemaanpak van groot belang waarbij maatregelen die de weerbaarheid van de plant verhogen worden gecombineerd met biologische bestrijding, vangtechnieken en integreerbare (bio)pesticiden. Het doel van dit project met de titel "Masterplan tripsbestrijding in bloemisterijgewassen (KV1406 087" was om tot betere bestrijdingsstrategieën van trips te komen door te werken aan: 1) een weerbaarder gewas met endofyten, 2) preventieve inzet van natuurlijke vijanden (standing army) en 3) gedragsmanipulatie van volwassen tripsen. Dit rapport presenteert de resultaten van dit project dat is uitgevoerd in de periode 2015-2019.

Voor het onderdeel plantweerbaarheid zijn in laboratorium- en kasproeven diverse endofytische schimmels beoordeeld op hun werking op trips. De metabolieten van veel van deze schimmels bleken zeer toxisch voor trips en reduceerden de eileg. In chrysant waren de effecten op trips zeer wisselend. In boon is een significant effect op trips aangetoond bij 2 *Trichoderma*-isolaten. De populatiegroei van trips werd bij deze schimmels met 35 tot 47 procent geremd ten opzichte van trips op onbehandelde planten. Drie endofytische schimmels met potentie voor remming van trips zijn verder onderzocht in een kasproef met chrysant binnen de PPS KV 1605 041 (versterking plantweerbaarheid met endofyten).

Voor het onderdeel "standing army" zijn diverse voedselbronnen voor Orius in chrysant geëvalueerd. Voor *Orius laevigatus* bleek een kwaliteits-artemia (cysten van de pekelkreeft) een zeer geschikte voedselbron. Het bijvoeren op chrysant met deze artemia resulteerde in een zeer goede vestiging en populatietoename van Orius. In het project Green Challenges is op basis van dit onderzoek verder onderzocht of met dit voedsel een goede strategie voor tripsbestrijding kan worden ontwikkeld. Dit bleek zeer succesvol te zijn. Slechts één introductie van Orius in de stekfase gecombineerd met wekelijks bijvoeren met kwaliteits-artemia resulteerde in een grote populatietoename van Orius en een zeer goede bestrijding van trips. In vervolgprouven zijn verschillende bijvoerstrategieën getest voor het "recyclen" van Oriuspopulaties van teelt naar teelt. Wekelijks gedurende 8 weken bijvoeren met 5 kg/ha bleek een succesvolle strategie om zowel Orius goed in stand te houden gedurende 4 teeltwisselingen en een zeer goede bestrijding van trips te bewerkstelligen in chrysant.

In roos is duidelijk geworden dat de inzet van de rooftrips *Franklinothrips vespiformis* geen geschikte bestrijder is van de Californische trips. De inzet is op verschillende manieren getest, maar bleek geen goed resultaat te geven. Tot nu toe werd deze bestrijder regelmatig ingezet in roos, zonder te weten wat de bijdrage aan de bestrijding is. Door deze resultaten is dit nu helder geworden.

Voor de ondersteuning van populaties bodemroofmijten zijn saprofage aaltjes getest als alternatief voor toplagen met voermijten in Alstroemeria. De verwachting was dat saprofage aaltjes een meer stabiele populatieopbouw van roofmijten kunnen geven, waardoor het risico op verzadiging bij de roofmijten en ontsnapping van trips aan predatie verkleind wordt. Kasproeven hebben aangetoond dat er inderdaad een veel stabielere populatieopbouw van bodemroofmijten plaatsvindt wanneer deze alen regelmatig worden toegevoegd aan het substraat ten opzichte van een top laag met voermijten. Ook is aangetoond dat ze via de bemestingsvoorraadbak berekend of meegedruppeld kunnen worden in het gewas, waardoor de toepassing zeer eenvoudig wordt.

Voor het onderdeel "gedragsmanipulatie van trips" is de werking van diverse geuren op het gedrag van volwassen trips en tripslarven beoordeeld. Bij 5 geuren kon het opvliegggedrag van tripsvrouwjes geactiveerd worden. Vreemd genoeg bleken sommige geuren, zoals Lurem en zwarte-peper, die de volwassen trips activeren bij de larven juist de activiteit te verminderen. Toevoeging van de stof Lurem aan planten leidde tot significant minder tripsvangsten op vangplaten. Bij toediening van Lurem, rozemarijn of Lemongrass werd voorafgaand aan een bespuiting met het chemische middel Winner geen verbeterde bestrijding van trips behaald. Een geurbehandeling met rozemarijn voorafgaand aan een bespuiting met Botanigard gaf wel een significant betere tripsbestrijding dan een bij toepassing van dit middel zonder geurtoevoeging.

1 Inleiding

De Californische trips, *Frankliniella occidentalis*, is een groot probleem in bloemisterijgewassen als chrysant, roos, Alstroemeria, amaryllis en diverse potplanten. De tripsen geven snel schade aan bloemen en blad. Bovendien kunnen ze het tomatenbronsvlekkenvirus (TSWV) overdragen, wat regelmatig ernstig toeslaat in o.a. chrysant en Alstroemeria. De plaag is zowel met chemische middelen als met biologische bestrijders vaak onvoldoende onder controle te houden. Bij veel telers werken chemische middelen nog maar nauwelijks vanwege resistenties in tripspopulaties, of doordat de toedieningstechnieken ontoereikend zijn. Bovendien wordt het gebruik van bestaande middelen teruggebracht door verdere restricties bij herregistraties van middelen. Chemische bestrijding is dus geen optie meer. Voor een effectieve bestrijding van trips is een systeemaanpak van groot belang waarbij maatregelen die de weerbaarheid van de plant verhogen worden gecombineerd met biologische bestrijding, vangtechnieken en integreerbare (bio)pesticiden. Een toenemend aantal telers maakt gebruik van natuurlijke vijanden en biologische middelen. Desondanks zijn er zeer grote problemen bij de bestrijding van trips en is er dringend behoefte aan nieuwe innovatieve methoden voor de aanpak ervan. Het doel van dit project met de titel "Masterplan tripsbestrijding in bloemisterijgewassen (KV1406 087)" was om tot betere bestrijdingsstrategieën van trips te komen door te werken aan: 1) een weerbaarder gewas met endofyten, 2) preventieve inzet van natuurlijke vijanden en 3) gedragsmanipulatie van volwassen tripsen. Deze pijlers worden vervolgens geïntegreerd tot een systeemaanpak (Figuur 1.1). Dit rapport presenteert de resultaten van dit project dat is uitgevoerd in de periode 2015-2019. Het project was een zogenaamde publiek-private samenwerking (PPS) waarbij het onderzoek voor de helft gefinancierd wordt door het ministerie van LNV en de ander helft door het bedrijfsleven. De bedrijfsfinanciering voor dit project was afkomstig van de gewascoöperaties roos, Alstroemeria, gerbera en lelie, stichting Chrysant NL en Koppert Biological Systems. Het onderzoek werd gecoördineerd door Glastuinbouw Nederland.

Figuur 1.1 Onderdelen van het project.

2 Plantweerbaarheid met endofyten

2.1 Inleiding

Endofyten zijn schimmels en bacteriën die in planten leven zonder een negatief effect te hebben op de groei en productie van de plant (Wilson, 1995). Planten hebben vaak voordeel bij de aanwezigheid van endofyten omdat ze groeibevorderend kunnen werken, voor een beter opname van nutriënten uit de bodem kunnen zorgen of planten weerbaarder maken tegen abiotische stress (Rodriguez *et al.* 2009; Waller *et al.* 2005). De laatste jaren is er ook steeds meer bekend over de effecten die ze kunnen hebben op plagen en ziekten (Gonzalez *et al.* 2016; Schouten, 2016; Vega *et al.* 2009; Vidal and Jaber, 2015). Bij plagen zijn er bijvoorbeeld hele duidelijke effecten gevonden van endofytische schimmels op bladluis (Martinuz *et al.* 2012), mineervlieg (Akutse *et al.* 2013) en tabakstrips (Muvea *et al.* 2014). In dit project is een aantal endofytische isolaten getest op de werking op trips. De schimmels zijn getest in chrysant, maar in een later stadium ook in boon, omdat dit een goed model gewas is voor endofyten (Parsa *et al.* 2013). Naast de effecten op trips in het gewas zijn ook de directe effecten van de schimmelmetabolieten op trips beoordeeld.

2.2 Materiaal en methoden

2.2.1 Proef 1 chrysant

Verschillende endofytische isolaten zijn verzameld en gekweekt op PDA in klimaatkamers. Van de endofytencollectie zijn 19 isolaten getest op chrysant (Tabel 2.1). Voor dit onderzoek is gestart met onbewortelde chrysantenstekken van het cultivar Euro Speedy. Deze werden een week op water gezet om te bewortelen. Daarna werden deze gedompeld in een sporensuspensie van de verschillende endofyten (6 planten per endofyt, totaal 20 behandelingen en een water-controle), vervolgens opgepot in 13 cm potten met veen/perliet, afgedekt met plastic en in een kas met hoge luchtvochtigheid (>90%) gezet. Na drie dagen is het plastic verwijderd en zijn de planten in de kas gezet en verdeeld over 6 blokken. Elk blok bevatte 1 plant van elke behandeling, de plaats binnen het blok werd random toegewezen. Na het oppotten is elke plant 2x aangegoten met een sporensuspensie (10^6 sporen in 10 ml) van dezelfde endofyt waarin ze eerder waren gedompeld (één en twee weken na oppotten). Vier weken na het oppotten zijn individuele planten in zakken van gaas (insectmouwen) gezet en zijn er per plant 10 volwassen tripsvrouwtjes losgelaten (Figuur 2.1). Na een week zijn alle tripsen (zowel volwassenen als larven) van de plant gehaald en geteld.

Figuur 2.1 Sporensuspensies met endofyten (links) en chrysantenplanten in tripsdichte gazen zakken.

Tabel 2.1

Code, wetenschappelijk naam en herkomst van de 19 endofyten.

Code Isolaat	wetenschappelijke naam	herkomst
BbRb	<i>Beauveria bassiana</i>	RDIPP, Roemenië
BbSc	<i>Beauveria bassiana</i>	RDIPP, Roemenië
E3RF20	<i>Gibberella moniliformis</i>	Universiteit van Bonn
FF1	<i>Fusarium foetens</i>	Real-IPM
FK3	<i>Fusarium oxysporum</i>	Real-IPM
Fo 162	<i>Fusarium oxysporum</i>	Universiteit van Bonn
GHA, Botanigard	<i>Beauveria bassiana</i>	Certis
I 2-1	<i>Metarhizium sp.</i>	WUR
IC 62	<i>Metarhizium anisopliae</i> ICIPE 62	Real-IPM
IC 69	<i>Metarhizium anisopliae</i> ICIPE 69	Real-IPM
IC 78	<i>Metarhizium anisopliae</i> ICIPE 78	Real-IPM
M2RT4	<i>Trichoderma asperellum</i>	Universiteit van Bonn
P3 -1	<i>Fusarium sp.</i>	WUR
TRC 900	<i>Trichoderma asperellum</i>	Real-IPM
TRC 901	<i>Trichoderma hamatum</i>	Real-IPM
UPH15	<i>Lecanicillium muscarium</i>	RDIPP, Roemenië
Vertalec	<i>Lecanicillium longisporum</i>	Koppert
Z2-2	<i>Trichoderma sp.</i>	WUR
Z5-3	<i>Fusarium sp.</i>	WUR

2.2.2 Proef 2 chrysant

Chrysantenstekken van het cultivar Euro Sunny werden geïnoculeerd met de endofyten en trips zoals beschreven in proef 1. De stekken zijn voor oppotten gedompeld in een sporensuspensie, daarna zijn ze nog 2x aangegoten met een sporensuspensie. Voor de introductie van trips zijn de planten trips-vrij gemaakt met Match (0.75ml/l), Attracter (0.75 ml/l) en Spruzit (1 ml/l). Evaluatie van tripsdichtheid en bladschade is gedaan zoals hierboven beschreven, daarnaast is de groeischade gescoord in 4 klassen (klasse 1: <25%, klasse 2: 25-50%, klasse 3: 50-75%, klasse 4: >75%). De proef bestond uit 6 blokken met daarin 18 planten (1 plant per endofyt + 1 controle).

Tabel 2.2

Code, wetenschappelijk naam en herkomst van de 17 endofyten. Ook is aangegeven welke isolaten ook al in de eerste proef zijn meegenomen.

Code Isolaat	Wetenschappelijke naam	Herkomst	Getest in proef 1
GHA, Botanigard	<i>Beauveria bassiana</i>	Certis	Ja
ATCC 74040, Naturalis	<i>Beauveria bassiana</i>	Belchim	Nee
BbRb	<i>Beauveria bassiana</i>	Roemenië	Ja
BbSc	<i>Beauveria bassiana</i>	Roemenië	Ja
F52, Bio1020	<i>Metarhizium brunneum</i>	Bayer	Nee
IC 69	<i>Metarhizium brunneum</i>	Real-IPM	Ja
IC 78	<i>Metarhizium brunneum</i>	Real-IPM	Ja
Mycotal	<i>Lecanicillium lecanii</i>	Koppert Biological Systems	Nee
Vertalec	<i>Lecanicillium longisporum</i>	Koppert Biological Systems	Ja
FE9901, PreFeRal	<i>Isaria javanica</i>	Biobest	Nee
F0162	<i>Fusarium oxysporum</i>	Universiteit van Bonn	Ja
Z5-3	<i>Fusarium</i> sp.	WUR, margriet	Ja
TRC 900	<i>Trichoderma asperellum</i>	Real-IPM	Ja
M2RT4	<i>Trichoderma asperellum</i>	Universiteit van Bonn	Ja
Td85	<i>Trichoderma pseudokoningii</i>	RDIPP, Roemenië	Nee
Td50	<i>Trichoderma viride</i>	RDIPP, Roemenië	Nee
E3RF20	<i>Gibberella moniliformis</i>	Universiteit van Bonn	Ja

2.2.3 Proef 1 boon

Voor het testen van endofyten zijn 9 isolaten gekweekt op medium (Tabel 2.3). Bonenzaden van *Phaseolus vulgaris*, cv Calima, werden gesteriliseerd (1 min 70% ethanol, 3 min in 1.5% hypochloriet, dan 3x naspoelen in steriel water en drogen op filtreerpapier) en vervolgens behandeld met endofyten of water (onbehandeld) door ze 4 uur te weken in een sporensuspensie met een dichtheid van 10^7 /ml. Daarna werden de bonen gezaaid in 12 cm potten op veen-zand substraat (2:1) dat was gesteriliseerd (drie zaden per pot) en in een klimaatcel gezet (RV 70%, 25°C, 16/8 D/N). Na twee weken werden de zaailingen in individuele potten gezet (doorsnede 12 cm) in hetzelfde substraat. Vier weken na het zaaien zijn de planten aangegoten met 10 ml sporensuspensie (dichtheid 10^7 /ml) en zijn de eerste vijf bladeren aan de boven- en onderkant bespoten met 2 ml sporensuspensie (dichtheid 10^7 /ml). Na de bespuiting zijn de planten individueel overnacht in een plastic zak gezet om kieming van de sporen te bevorderen. De volgende dag zijn de planten verplaatst naar de kas en per 5 in een tripsdichte kooi gezet (Bugdorm 75*75*115 insect cage, fine mesh). Elke kooi bevatte 5 planten die met dezelfde endofyt waren behandeld. Van elke behandeling zijn vier herhalingen ingezet (4 kooien). Een week later zijn de planten voor de laatste maal aangegoten met de sporensuspensie (10^7 /ml) en twee weken later is gestart met de herisolatie van de endofyten en met de tripstoetsen.

Uit elke kooi is één plant gehaald voor herisolatie van de endofyten. Uit deze plant zijn 6 stukken gesneden (2 stukken wortel, 2 stukken stam en 2 delen blad), elke deel is individueel in een petrischaal met water-agar gelegd. Van iedere plant uit de kasproef is voordat de trips wordt uitgezet één nieuw blad (dat niet bespoten is met de sporensuspensie) geplukt. Uit dat blad is een grote bladpons (diameter 5 cm) met de onderzijde boven in lauwarde wateragar geplaatst. Vervolgens zijn op iedere pons 5 tripsvrouwtjes van 1 week oud geplaatst.

Na 3 dagen zijn de vrouwtjes verwijderd en het aantal dode vrouwtjes geteld, de schadeoppervlakte per pons bepaald en zijn de ponsen weggezet om na 7 dagen het aantal tripslarven te tellen. In de kooien met de overige 4 planten is trips uitgezet, 10 vrouwtjes per plant, dus 40 per kooi. Twee weken na de trips uitzet werd in iedere kooi een blauwe vangplaat opgehangen. Na een week werden de vangplaten vervangen en geteld. Weer een week later werd de tweede serie vangplaten geteld.

Tabel 2.3

Code, wetenschappelijke naam en herkomst van de 9 endofyten. Ook is weergegeven of de endofyt al in een eerdere proef is getest.

Code Isolaat	Wetenschappelijke naam	Herkomst	Ook getest in
onbehandeld	Nvt	nvt	nvt
GHA, Botanigard	<i>Beauveria bassiana</i>	Certis	Proef 1 en 2
ATCC 74040, Naturalis	<i>Beauveria bassiana</i>	Belchim	Proef 1 en 2
BbRb	<i>Beauveria bassiana</i>	Roemenië	Proef 1 en 2
F52, Bio1020	<i>Metarhizium brunneum</i>	Bayer	Proef 2
F0162	<i>Fusarium oxysporum</i>	Universiteit van Bonn	Proef 1 en 2
M2RT4	<i>Trichoderma asperellum</i>	Universiteit van Bonn	Proef 1 en 2
Td50	<i>Trichoderma viride</i>	RDIPP, Roemenië	Proef 2
E3RF20	<i>Gibberella moniliformis</i>	Universiteit van Bonn	Proef 1 en 2
FE9901, PreFeRal	<i>Isaria javanica</i>	Biobest	Proef 2

Figuur 2.2 Bladponsen voor labtest met trips (links) en opzet van de kasproef (rechts).

2.2.4 Proef 2 boon

Vanwege het positieve resultaat met de *Trichoderma* M2RT4 en Td50 in proef 3 is dit experiment herhaald, maar nu met alleen *Trichoderma*-isolaten (zie Tabel 2.4). Bonenplanten van de cultivar Calima werden blootgesteld aan 9 *Trichoderma*-isolaten en trips zoals beschreven in de eerste bonenproef. Inclusief een controlebehandeling leverde dit 10 behandelingen op. Iedere behandeling werd 4 keer herhaald. Bonenzaden werden geweeit in een sporensuspensie, dit keer 16 uur in plaats van 4 uur, omdat uit recent onderzoek bleek dat dit tot betere kolonisatie leidt (Jaber and Enkerli, 2016). Na het oppotten werden de planten nog 2x aangegoten met een sporensuspensie. Daarna zijn de planten in kooien geplaatst en is trips geïntroduceerd. De experimentele eenheid bestond uit één kooi met daarin 5 planten (Figuur 2.3), dus totaal waren er 40 kooien. Kolonisatie van de planten door *Trichoderma* is beoordeeld door het plaatsen van delen van de wortels, stam en bladeren op agar-platen. Populatie-opbouw van de tripspopulatie werd gevolgd door het tellen van het aantal trips op de plant (2 bladeren per plant) en door het ophangen van vangplaten.

Tabel 2.4

Code, wetenschappelijk naam, herkomst van de 9 *Trichoderma*-isolaten.

Code	Wetenschappelijke naam isolaat	Herkomst
onbehandeld	nvt	nvt
M2RT4	<i>Trichoderma asperellum</i>	Universiteit van Bonn
Td50	<i>Trichoderma viride</i>	RDIPP, Roemenië
KV444	<i>Trichoderma viride</i>	Koppert
KV835	<i>Trichoderma atroviridae</i>	Koppert
KV906	<i>Trichoderma asperellum</i>	Koppert
KV452 (T22)	<i>Trichoderma harzianum</i>	Koppert
BB005 (T34)	<i>Trichoderma asperellum</i>	Biobest
S301	<i>Trichoderma istrianum</i>	Universiteit Wenen
S167	<i>Trichoderma petersenii</i>	Universiteit Wenen

Figuur 2.3 Opzet van een kooi met daarin 5 bonenplanten.

2.2.5 Biotoetsen met metabolieten

In totaal zijn metabolieten van 19 verschillende schimmel-isolaten getest. Van iedere schimmel werd een kweek op vloeibaar medium (DBA) gezet door 1.5 ml van een oplossing van 10^8 sporen/ml te inoculeren in 150 ml DBA. Deze schimmels konden vervolgens 14 dagen bij 21°C groeien in een schudmachine (Figuur 2.4). De vloeistof met mycelium, sporen en metabolieten werd na 14 dagen gefilterd over een 0.45 en 0.22 μm filter. Het filtraat, wat vrij was van sporen en mycelium, is vervolgens gebruikt in biotoetsen met trips. Voor deze methode werd een plexiglas cilinder gebruikt met een diameter van 5 cm (Figuur 2.4). Deze cilinders waren aan de ene kant afgedicht met fijn insectengaas en aan de andere kant met een laag parafilm. Op deze laag werd 400 μl van het filtraat van de schimmel-isolaten gepipetteerd en vervolgens ingesloten met een tweede laag parafilm. Per eenheid werden 5 tripsvrouwtjes toegevoegd met een beetje lisdoddestuifmeel als voedsel. Vervolgens werd de eileg in de parafilm laag en de mortaliteit van de adulten gedurende 3 dagen beoordeeld. Bij deze testen werd een 10% suikerooplossing, steriel water en spinosad als controlebehandelingen meegenomen.

Figuur 2.4 Kweken van endofyten op vloeibaar medium (links) en de proefopstelling om het effect van schimmelmetabolieten op de eileg van trips te meten (rechts). Druppels werden ingesloten in een dubbele laag van parafilm. Rechtsonder zijn de eieren van trips te zien.

2.3 Resultaten

2.3.1 Proef 1 chrysant

Inoculatie van chrysant met endofyten leidde bij een aantal isolaten tot een trend van lagere tripsdichtheid op de planten ten opzichte van de onbehandelde controle (Figuur 2.5). Het meest duidelijk effect werd gevonden bij het *Beauveria*-isolaat BbSc. Deze afname was echter voor geen van de endofyten significant. Inoculatie van de planten met endofyten had geen effect op de hoeveel bladschade (Figuur 2.5). Ook lijkt er geen verband te zijn, tussen de tripsdichtheid en de bladschade.

Figuur 2.5 Tripsdichtheid en bladschade veroorzaakt door trips een week na het uitzetten van de trips op planten behandeld met 19 endofyten.

2.3.2 Proef 2 chrysant

De tweede proef in chrysant laat opnieuw een duidelijke trend zien van lagere tripsdichtheden op planten bij sommige endofyten (Figuur 2.6 A). Deze afname is echter voor geen van de endofyten significant. Inoculatie van de planten met endofyten had opnieuw geen effect op de hoeveel bladschade en/of groeischade die trips veroorzaken (Figuur 2.6 B en 2C). Ook lijkt er geen verband te zijn, tussen de tripsdichtheid, bladschade en groeischade. Bij een aantal isolaten is beoordeeld of de endofyten weer uit de planten geïsoleerd konden worden. Er was een zeer goede uitgroei te zien bij het BbSC-isolaat (Figuur 2.7).

Figuur 2.6 Tripsdichtheid, bladschade en groeischade veroorzaakt door trips een week na het uitzetten van de trips op planten behandeld met 17 endofyten.

Figuur 2.7 Uitgroei van *Beauveria bassiana* uit chrysantenblad.

2.3.3 Proef 1 boon

De totale hoeveel trips op vangplaten was significant lager bij planten die waren geïnoculeerd met de twee *Trichoderma*-isolaten Td50 (*Trichoderma viride*) en M2RT4 (*Trichoderma asperellum*), dan bij onbehandeld (Figuur 2.8). De tripsaantallen waren gemiddeld 47 en 35% lager. Beide isolaten waren ook goed te herisoleren uit de bonenplanten (Figuur 2.9). Bij sommige isolaten was er een trend te zien van lagere tripsdichtheden, maar de verschillen waren niet significant ten opzichte van onbehandeld. Bij de proef met de bladpansen zijn géén effecten van de endofyten aangetoond en deze zijn hier daarom niet weergegeven.

Bij de herisolatie van de aangebrachte endofyten werd PreFeRal opvallend goed teruggevonden in zowel de wortel, de stam als het blad (Figuur 2.9). Er is bij dit isolaat echter geen enkel effect op trips waargenomen (Figuur 2.8).

Figuur 2.8 Gemiddelde ($\pm$ SE) tripsvangsten op vangplaten in week 38, 39 en de som van deze beide weken. Verschillende letters boven de staven geven significante verschillen tussen de behandelingen weer (Fisher's LSD, $p < 0.05$).

Figuur 2.9 Percentage plantdelen met uitgroei van de aangebrachte endofyten.

2.3.4 Proef 2 boon

Bij de herisolatie van de endofyten bleek dat uit alle wortels en stammen, inclusief onbehandeld, *Trichoderma* kon worden geïsoleerd. Besmetting tussen de behandelingen lijkt onwaarschijnlijk, waar mogelijk waren sporen van *Trichoderma* aanwezig in het voedingswater. De kolonisatie van het blad was wel verschillend tussen de behandelingen.

Tabel 2.5

Plantdelen waarbij Trichoderma werd geïsoleerd.

Code	wortel	stam	blad
onbehandeld	ja	ja	nee
M2RT4	ja	ja	ja
Td50	ja	ja	ja
KV444	ja	ja	nee
KV835	ja	ja	ja
KV906	ja	ja	nee
KV452 (T22)	ja	ja	nee
BB005 (T34)	ja	ja	ja
S301	ja	ja	ja
S167	ja	ja	nee

Tripsdichtheid, gemeten als aantal trips per plant en als aantal trips per vangplaat, was bij de endofyten niet verschillend van onbehandeld. Dit kan het gevolg zijn van de besmetting van de onbehandelde controle met *Trichoderma*. Bij de dichtheden op de planten zien we wel een significant verschil tussen T34 en S301 (Figuur 2.10).

Figuur 2.10 Tripsdichtheid gemeten als (A) aantal trips per plant en (B) aantal trips per vangplaat.

2.3.5 Biotoetsen met metabolieten

Het voeren van tripsvrouwtjes met schimmelmetabolieten resulteerde in een grote variatie in mortaliteit, variërend van 0-80% (Figuur 2.11) en eveneens een grote variatie in eileg (Figuur 2.12 en 2.13). Bij een aantal isolaten waar geen mortaliteit is vastgesteld werd wel een sterk effect op de eileg gevonden, zoals bij Preferal en Naturalis (Figuur 2.12 en 2.13).

Figuur 2.11 Gemiddelde mortaliteit (%) van volwassen tripsvrouwtjes na drie dagen te zijn blootgesteld aan metabolieten van endofytische schimmels.

Figuur 2.12 Gemiddelde eileg van 5 tripsvrouwtjes na drie dagen te zijn blootgesteld aan metabolieten van endofytische schimmels bij de eerste batch trips.

Figuur 2.13 Gemiddelde eileg van 5 tripsvrouwtjes na drie dagen te zijn blootgesteld aan metabolieten van endofytische schimmels bij de tweede batch trips.

2.4 Conclusies en discussie

De eerste 2 proeven op chrysant waren relatief kort waardoor er weinig ruimte was om naar de effecten van endofyten op de populatieontwikkeling van trips te kijken. Schade kon in geen van de gevallen gereduceerd worden, wat suggereert dat de endofyten geen sterk effect hebben op de overleving van de volwassen trips. Desondanks was er in de twee proeven wel een duidelijke trend te zien van lagere tripsaantallen bij sommige endofyten, waaronder twee isolaten van *Beauveria bassiana*.

In boon werd alleen tijdens de eerste proef een significant effect van twee *Trichoderma*-isolaten op trips gevonden. De uiteindelijke tripsdichtheden op planten behandeld met deze schimmels waren 35 tot 47 procent lager dan bij onbehandeld. In de tweede proef op boon kon dit effect niet opnieuw worden aangetoond, mogelijk door een besmetting van de onbehandelde planten.

De labtesten met endofyten laten zien dat veel metabolieten die schimmels produceren zeer toxisch zijn voor trips. Opvallend was dat sommige schimmel-isolaten niet de volwassen tripsen doodden, maar wel de eileg reduceerde. Dit kan verklaren waarom de effecten in de eerste proeven niet sterk waren. Het effect van een verminderde eileg zal vooral zichtbaar worden in experimenten waar gedurende een aantal weken de populatiedynamica gevolgd kan worden. Of deze afscheiding van schimmelmetabolieten ook daadwerkelijk een rol speelt bij effecten op trips moet nog nader worden onderzocht.

3 Voerstations voor Orius

3.1 Inleiding

Het probleem van een slechte vestiging van roofwantsen in sierteeltgewassen is al lange tijd bekend. Een van de mogelijke oplossingen voor dit probleem is de inzet van bankerplanten. In de loop der tijd zijn zeer veel systemen ontwikkeld om natuurlijke vijanden te ondersteunen met planten met alternatief voedsel of een niet-schadelijke herbivoor (Huang *et al.* 2011). Voor Orius zijn sierpepers een optie (Waite *et al.* 2014). Deze planten bloeien lange tijd en voorzien Orius van stuifmeel als alternatieve voedselbron. In de praktijk blijkt het echter nog best lastig om deze planten voortdurend in bloei te houden. Voortbordurend op dit idee is de gedachte ontstaan om voerstations voor Orius te ontwikkelen. Eerder laboratoriumonderzoek liet zien dat een mix van voermijten en bijenstuifmeel (Figuur 3.1) zeer geschikt is voor de eileg van Orius (Messelink *et al.* 2016). In dit onderzoek hebben we gekeken of deze goedkope voedselbron ingezet kan worden om Orius bij te voeren in voerstations. Voor deze testen zijn 2 prototypen voerstations ontwikkeld.

Figuur 3.1 Mix van *Cistus* bijenpollen en voermijten.

3.2 Materiaal en methoden

3.2.1 Kasproef 1

In een kasproef is het effect van bijvoeren van Orius met voerstations getest. Het voedsel bestond uit een mix van cistusbijenpollen, bakkersgist en de voermijt *Carpoglyphus lactis*. Dit voedsel werd aangeboden in kartonnen kokers van 10 cm hoog die waren voorzien van kleine gaten waar de mijten (met aanhangend stuifmeel) uit konden lopen. Twee typen voerstations (Figuur 3.2) zijn getest:

- Type A: kartonnen koker (ø 60 mm) met 16 gaten van 2 mm aan de onderzijde, waarbij de helft werd gevuld met een kunststof bloem met daarin één gat.
- Type B: kartonnen koker (ø 70 mm) afgedekt met één grote kunststof bloem met daarin 3 gaten van elk 4 mm.

Figuur 3.2 Twee typen voerstations: station A (links) en station B (rechts).

In een kasproef is bepaald of de bestrijding van trips in chrysant met *O. laevigatus* verbetert bij aanwezigheid van een voerstation. Het onderzoek is uitgevoerd in een kas van 144 m² met een grondteelt van chrysant. Totaal waren er 4 behandelingen in 5 herhalingen:

- a. Onbehandeld.
- b. *Orius laevigatus*.
- c. Voerstation type A + *Orius laevigatus*.
- d. Voerstation type B + *Orius laevigatus*.

De experimentele eenheid bestond uit één grote insectenkooi van 1*2*2m gevuld met een standaard dichtheid van chrysant (cv. Euro White, Dekker) in de grond die in de kooi van bovenaf beregend werden. Totaal waren er 20 kooien. Bewortelde stek werd in week 20 geplant. In week 22 en 23 zijn 20 vrouwtjes van trips per kooi ingezet. Deze trips was afkomstig van een kweek op chrysant. De voerstations en Orius zijn in week 23 ingezet. Per kooi werd één voerstation opgehangen. *Orius laevigatus* werd éénmalig ingezet: 20 vrouwtjes en 5 mannetjes van maximaal één week oud per kooi.

Dichtheden trips en Orius zijn tweewekelijks waargenomen van week 25 tot en met 31 door per kooi 4 chrysantentakken te beoordelen onder een binoculair. In week 32 is in iedere kooi voor een week een vangplaat opgehangen om de einddichtheden van trips te bepalen. Aanvullend hierop zijn in week 32 10 bloemen geplukt en is het aantal Orius en trips in de bloemen geteld na een spoeling in alcohol.

Tijdens de proef zijn de kastemperatuur en luchtvochtigheid iedere 5 minuten gemeten met een klimaatbox. De gemiddelde kastemperatuur in de proefperiode van 13 mei tot en met 5 augustus 2015 was 23°C en de luchtvochtigheid 69%.

3.2.2 kasproef 2

Een extra kooiproef is opgezet om te bepalen wat het effect is van voerstations (type A) op de eileg van *O. laevigatus* in afwezigheid van trips. Daarbij is ook gekeken naar het effect van het soort voermijt in de koker, de positie in het gewas en of Orius bij uitzet een leerervaring had met de mijten als voedsel. Dit leverde de volgende behandelingen op:

- a. Onbehandeld.
- b. Voerstation type A + *Acarus* + *Orius laevigatus* (20 cm boven het gewas).
- c. Voerstation type A + *Carpoglyphus* + *Orius laevigatus* (20 cm boven het gewas).
- d. Voerstation type A + *Carpoglyphus* + *Orius laevigatus* in de koker (20 cm boven het gewas).
- e. Voerstation type A + *Carpoglyphus* + *Orius laevigatus* (koker tussen het gewas, contact met plant).

De proef werd opgezet als een blokkenproef met 5 behandelingen in 6 herhalingen op teelttafels. Per tafel werd een rij met 5 behandelingen geplaatst in kooien van 60*60*90 cm (Figuur 3.3). In iedere kooi werd een pot met 10 chrysantenstekken (cv Euro White, Dekker) geplaatst. Voerstations werden 20 cm boven de planten of tussen de planten geplaatst. Tien weken na het planten werden in iedere kooi 10 jonge paartjes van *O. laevigatus* inzet van één week oud. Na een week werden de planten verwijderd en vervangen door een nieuwe serie planten. Dit proces werd twee keer herhaald met telkens een interval van een week. Bij het wisselen zijn alle roofwantsen met een aspirator opgezogen, geteld en weer opnieuw uitgezet. Bij de verwijderde planten werden in het laboratorium alle aanwezige eieren van *Orius laevigatus* onder een microscoop geteld.

Figuur 3.3 Opzet kooiproef met voerstations.

3.3 Resultaten

3.3.1 Kasproef 1

De aanwezigheid van *Orius* in chrysant had een zeer duidelijk effect op de ontwikkeling van trips in het gewas (Figuur 3.4). De aanwezigheid van een voerstation had echter geen effect op de bestrijding van trips en ook niet op de dichtheden van *Orius* (Figuur 3.5). Ook bij de eindtellingen van trips op van vangplaten en in de bloemen was er geen toegevoegd effect van de voerstations op de bestrijding van trips (Figuur 3.6 en 3.7). De einddichtheden van *Orius* waren wel iets hoger in de behandelingen met de voerstations ten opzichte van de kooien zonder deze stations, maar dit verschil was niet significant (Figuur 3.7)

Figuur 3.4. Populatieontwikkeling van trips gedurende een chrysantenteelt in behandelingen zonder bestrijders, met *Orius laevigatus* of met deze roofwants in combinatie met een voerstation. De dichtheden zijn gemiddelde aantallen van de som van alle larven en adulten op 4 takken per kooi.

Figuur 3.5 Populatieontwikkeling van *Orius* gedurende een chrysantenteelt in behandelingen zonder bestrijders, met *Orius laevigatus* of met deze roofwants in combinatie met een voerstation. De dichtheden zijn gemiddelde aantallen van de som van alle eieren, nimfen en adulten op 4 takken per kooi.

Figuur 3.6 Dichtheid van trips op vangplaten aan het einde van een chrysantenteelt in behandelingen zonder bestrijders, met *Orius laevigatus* of met deze roofwants in combinatie met een voerstation. Verschillende letters boven de staven geven significante verschillen tussen de behandelingen weer ($p < 0.05$).

Figuur 3.7 Dichtheid van trips en Orius in de bloemen aan het einde van een chrysantenteelt in behandelingen zonder bestrijders, met *Orius laevigatus* of met deze roofwants in combinatie met een voerstation. Verschillende letters boven de staven geven significante verschillen tussen de behandelingen weer ($p < 0.05$).

3.3.2 Kasproef 2

In de eerste week na inzet van Orius was de eileg niet significant verschillend tussen de behandelingen, maar 2 weken na inzet werden nog steeds eieren gevonden in de behandelingen met voerstations, maar niet meer in onbehandeld (Figuur 3.8). De verlenging van de eileg was maar kortstondig. In de derde week werden er nauwelijks of geen eieren meer gevonden in alle behandelingen. De meeste eieren werden gevonden in de behandeling met kokers met de voermijt *Carpoglyphus* waar Orius in de kokers was uitgezet. De dichtheden van Orius-eieren verschilden echter niet significant van de andere behandelingen met een voerstation (Figuur 3.8).

Figuur 3.8 Gemiddeld aantal dichte eieren van *Orius laevigatus* bij verschillende behandelingen in chrysant. Verschillende letters boven de staven geven significante verschillen tussen de behandelingen per week ($p < 0.05$).

3.4 Conclusies en discussie

De kasproeven met voerstations hebben aangetoond dat de eileg van *O. laevigatus* in het gewas met maximaal 1 week verlengd kan worden en dat de aanwezigheid van deze stations geen verbeterde bestrijding van trips gaf. Het lijkt dus weinig zinvol om voerstations in te zetten als ondersteuning voor Orius. De wantsen werden wel regelmatig bij de voerstations waargenomen (Figuur 3.9), maar het is de vraag of Orius heel actief vliegt tussen het gewas en een voedselbron. Het lijkt daarom zinvoller om te kijken naar het effect van volveldse toepassingen van voedsel in een gewas. In de volgende hoofdstukken is hier verder op in gegaan.

Figuur 3.9 *Orius laevigatus* op een voerstation.

4 Selectie voedselbronnen voor het bijvoeren van Orius

4.1 Inleiding

De roofwants *Orius laevigatus* wordt al jaren met succes ingezet voor de bestrijding van trips in de teelt van paprika. De roofwantsen kunnen zich in deze teelt uitstekend vestigen door de continue aanwezigheid van stuifmeel in de bloemen. In veel sierteeltgewassen ontbreekt zo'n voedselbron, waardoor de wantsen zich niet of nauwelijks kunnen vestigen. Bovendien hebben de wantsen zacht plantenweefsel nodig om hun eieren in af te zetten. Chrysant is in principe een geschikt gewas voor Orius. Het plantenweefsel is zacht genoeg voor ei-afzet. Tijdens de vegetatieve fase ontbreekt het echter aan geschikte voedselbronnen voor deze roofwants. In dit onderzoek hebben we gekeken of het toedienen van alternatieve voedselbronnen de vestiging en populatieopbouw van Orius in chrysant kan ondersteunen. Zo'n voedselbron is idealiter goedkoop, lang houdbaar en niet aantrekkelijk voor trips. Mijten van suborde astigmata (voermijten) zijn mogelijk interessante kandidaten voor het bijvoeren van Orius. Laboratoriumproeven geven aan dat Orius een goede eileg heeft op deze mijten (Bonte *et al.* 2016; Messelink *et al.* 2016). In dit onderzoek zijn in twee kasproeven verschillende soorten voermijten getest in vergelijking met eieren van de meelmot *Ephestia kuehniella* en cysten van het pekelkreeftje *Artemia franciscana*.

4.2 Materiaal en methoden

4.2.1 Kasproef 1

De geschiktheid van verschillende voedselbronnen voor de vestiging en ontwikkeling van *O. laevigatus* in chrysant werd getest in het voorjaar van 2017 op teelttafels van 1.8 bij 4 m in een kasafdeling van 144 m² bij WUR in Bleiswijk. In week zes van 2017 werd de bewortelde chrysantenstek van cultivar Rossano van Deliflor geleverd in Bleiswijk. De stek was middelvrij opgekweekt in Ethiopië en in het bedrijf in Nederland werd het in week vijf één keer behandeld met abamectine (Parimco) en methoxyfenozide (Runner). Dezelfde week werden de planten opgepot in een 35 cm diameter pot gevuld met jiffy potgrond. In elke pot werden 4 stekjes geplant. Na een week werden de planten getopt en 3 dagen later werd korte dag ingesteld om bloem te induceren. Iedere pot met de stek werd afzonderlijk in een insectenkooi van 60x60x90 cm geplaatst en aangesloten aan de druppelaars (2 per kooi met chrysantenvoeding) (Figuur 4.1). Op de bodem van elke kooi werd een bevochtigingsmat geplaatst om eventueel staand water te voorkomen.

Totaal zijn er 10 behandelingen in 10 herhalingen getest, wat neerkomt op 50 insectenkooien. Deze werden verdeeld over 5 tafels. De proef was opgezet als een gewarde blokkenproef met per teelttafel een herhaling (blok). De volgende behandelingen zijn getest:

- Ephestia kuehniella* eieren.
- Acarus siro*.
- Carpoglyphus lactis*.
- Tyrophagus putrescentiae*.
- Aleuroglyphus ovatus*.
- Suidasia pontifica*.
- Lepidoglyphus destructor*.
- E. kuehniella* + *O. majusculus*.
- C. lactis* + *O. majusculus*.

Bij behandeling A tot en met G werd *Orius laevigatus* ingezet, maar bij H en I is *Orius majusculus* ingezet. In elke kooi zijn 2 keer 10 paartjes van maximaal een-week-oude Orius geïntroduceerd, in week 10 en 12.

Twee van in de proef gebruikte mijten: *Carpoglyphus lactis* en *Lepidoglyphus destructor* werden wekelijks door Koppert Biological Systems B.V. geleverd gedurende de proef. Ze werden gekweekt op zemelen. De vier resterende mijten: *Acarus siro*, *Tyrophagus putrescentiae*, *Aleuroglyphus ovatus* en *Suidasia pontifica* werden door WUR gekweekt op hondenbrokken.

Eieren van *Ephestia* zoals *Orius laevigatus* werden geleverd door Koppert B.V. *Orius majusculus* werd geleverd door Biobest N.V. Het bijvoeren van *Orius* werd wekelijks gedaan. Circa 2000 voermijten van elke soort werden gemengd met fijn vermiculiet tot een volume van 15 ml (om goede spreiding over de plant te krijgen) in de eerste 2 weken en later tot de volume van 10 ml. *Ephestia* eieren werden ook wekelijks over de planten gestrooid met een hoeveelheid van 1 ml per plant.

Waarnemingen

Waarnemingen zijn 3 keer uitgevoerd, in week 12, 14 en 16. In elke kooi werd er 1 tak weggeknipt en nagekeken onder een stereomicroscop. De aantallen open en dichte eieren, nimfen en adulten van *Orius* werd genoteerd. De aantallen van voermijten werden verdeeld in 3 categorieën: 0 = geen mijten, 1 = <20, 2 = > 20 mijten.

Klimaat

De temperatuur overdag werd ingesteld op 20°C en op 19°C 's nachts. Er werd geventileerd vanaf een halve graad boven ingestelde waardes. De planten werden belicht tussen 7.00 en 18.00 uur bij minder dan 300 Watt instraling. De kas werd verduisterd tussen 18.00 en 7.00 uur. De relatieve luchtvochtigheid werd ingesteld op 65% en CO₂ op 900 ppm.

Figuur 4.1 Kooiproef met chrysant.

4.2.2 Kasproef 2

Aansluitend op de eerste kasproef is een tweede kasproef uitgevoerd met nieuwe behandelingen. De stek voor deze proef is in week 18 geplant. De opzet was identiek aan kasproef 1, maar dit maal is alleen *O. laevigatus* ingezet en zijn de wantsen eenmalig ingezet. Ook is de frequentie van het bijvoeren nu als behandeling meegenomen en naast voermijten is ook een kwaliteits-artemia en een behandeling zonder voedsel meegenomen. De *Artemia franciscana* cysten waren afkomstig van het Laboratory of Aquaculture van de Universiteit van Gent. Het maisstuifmeel was afkomstig van zoete mais en was één jaar opgeslagen bij -20°C.

De behandelingen in deze proef waren als volgt:

- a. Onbehandeld.
- b. *Ephestia kuehniella* eieren.
- c. *Acarus siro* 1x/ week.
- d. *A. siro* 2x/ week.
- e. *Carpoglyphus lactis* 1x/ week.
- f. *C. lactis* 2x/ week.
- g. *Tyreophagus entomophagus* 1x/ week.
- h. *T. entomophagus* 2x/ week.
- i. Kwaliteits-artemia (Gent).
- j. Maispollen.

In week 21 zijn per kooi eenmalig 10 paartjes van één-week-oude adulten van *O. laevigatus* ingezet. Op dezelfde dag is het bijvoeren gestart. Voermijten werden een dichtheid ongeveer 6000 individuen per keer toegediend, nadat het vermengd was met 5 ml fijne vermiculiet. In de behandelingen met *Ephestia*, *Artemia* en stuifmeel werd 0,5 gram wekelijks over de planten gestrooid. De ontwikkeling van *Orius* en de aanwezigheid van mijten werd beoordeeld in week 23, 25 en 27.

4.3 Resultaten

4.3.1 Kasproef 1

De beste ontwikkeling van beide *Orius*-soorten was overduidelijk op *Ephestia* (Figuur 4.2). *Orius* bleek zich ook te kunnen reproduceren op chrysant met voedingsmijten. De uiteindelijke dichtheden van *Orius* in week 16 verschilden niet significant tussen de voermijtsoorten. De dichtheden van *O. laevigatus* op *Ephestia* waren in week 16 significant hoger dan die van *O. majusculus* op *Ephestia*.

Mijten werden bij alle mijtbehandelingen in lage dichtheden teruggevonden.

Figuur 4.2 Ontwikkeling van *Orius laevigatus* en *Orius majusculus* (Om) op verschillende voedselbronnen in chrysant, 2, 4 en 6 weken na de eerste introductie. Verschillende letters boven de staven geven significante verschillen tussen de behandelingen weer voor de totale dichtheid van dichte eieren, nimfen en adulten ($p < 0.05$).

4.3.2 Kasproef 2

Gedurende alle 3 de waarnemingen is duidelijk te zien dat eieren van *Ephestia* en cysten van *Artemia* de beste voedselbronnen zijn voor *Orius laevigatus*. Bij beide voedselbronnen is een zeer sterk populatietoename te zien (Figuur 4.3). Van de voermijtbehandelingen bleek de toediening van *A. siro*, zowel wekelijks als tweewekelijks en de tweewekelijkse toediening van *T. entomophagus* de ontwikkeling van Orius het beste te ondersteunen. De dichtheden waren na 6 weken even hoog als bij de behandeling met maispollen. De voermijt *C. lactis* verschilde niet significant van onbehandeld.

Figuur 4.3 Ontwikkeling van *Orius laevigatus* op verschillende voedselbronnen in chrysant, 2, 4 en 6 weken na de introductie. Verschillende letters boven de staven geven significante verschillen tussen de behandelingen weer voor de totale dichtheid van dichte eieren, nimfen en adulten ($p < 0.05$).

4.4 Discussie en conclusies

Het feit dat Ephestia een geschikte voedselbron is voor Orius is geen verrassing. De roofwantsen wordt al jaren op deze meelmoteieren gekweekt. Voor massale toepassing in gewassen is dit voedsel echter veel te prijzig (ca. 500 euro/kg). Het meest verrassende resultaat van dit onderzoek was het goede resultaat met cysten van Artemia. De Artemia in dit onderzoek was van een zeer goede kwaliteit, hetgeen essentieel blijkt voor Orius. Veel Artemia-producten die verkrijgbaar zijn, zijn restanten van slechte kwaliteit. Dit soort Artemia bleek in eerder onderzoek ook niet geschikt voor Orius. Artemia is goed massaal te kweken in zoutmeren en daardoor waarschijnlijk ook goedkoper te produceren dan Ephestia-eieren. Bovendien kan het gedroogd bij kamertemperatuur bewaard worden en is de houdbaarheid in gewassen waarschijnlijk beter dan voor Ephestia. In verder onderzoek in dit project is daarom gekeken of een bijvoersysteem met kwaliteits-Artemia ook ingezet kan worden voor een stabiel systeem voor bestrijding van trips.

Naast Artemia kunnen ook voermijten helpen om Orius-populaties te ondersteunen. De beste resultaten werden bereikt met *Acarus siro*. Voermijten verdwijnen echter snel uit het gewas, waardoor de frequentie van toedienen belangrijk kan zijn. Bij de behandelingen waar 2x per week werd bijgevoerd werden de hoogste roofwantsdichtheden gevonden. Echter, in vergelijking met Ephestia en Artemia bleven de dichtheden van Orius bij de voermijtbehandelingen vrij laag.

5 Continuering biologische bestrijding met Orius in opeenvolgende teelten

5.1 Inleiding

In de kasproeven van 2017 hebben we aangetoond dat het bijvoeren van Orius met kwaliteits-artemia in chrysant leidt tot populatiegroei van Orius en een zeer effectieve bestrijding van trips (dit project en in een kasproef van het project "Green Challenge"). In de kasproef van het project "Green Challenge" werd echter zoveel bijgevoerd, dat er bij de oogst tientallen nimfen en adulten per bloem aanwezig waren. Deze hoge dichtheden zijn onwenselijk bij de afzet van de bloemen. Bovendien zou het afvoeren van zoveel nuttige bestrijders een enorme kapitaalsvernietiging zijn. In dit onderzoek hebben we daarom gekeken of het mogelijk is om populaties Orius te laten migreren van de bestaande teelt naar een aangrenzende nieuwe teelt. Dit zou enerzijds de kosten van biologische bestrijding kunnen reduceren, doordat er dan geen herintroductie van de bestrijder hoeft plaats te vinden en anderzijds kan het voorkomen dat er bij de oogst nog teveel Orius in de bloemen zit.

Met dit onderzoek is getracht de volgende vragen helder te krijgen:

1. Is een gevestigde populatie *Orius laevigatus* in staat om te migreren naar nieuwe aangrenzende teelten?
2. Welke bijvoerstrategie is het meest geschikt om deze migratie zodanig te sturen dat het al voldoende populatieopbouw is van Orius om trips tot het einde van de teelt te bestrijden en b) tegelijkertijd de achterblijvende de dichtheden van Orius niet te hoog zijn?

In het overleg met de leden van de begeleidingscommissie is besloten om 3 verschillende strategieën met een variatie in tijdsduur van voeren (5 versus 8 weken) en het type voedsel (*Ephestia* versus *Artemia*).

5.2 Materiaal en methode

Het effect van bijvoerstrategieën op het migratiegedrag van Orius van een oude teelt chrysant naar een aangrenzende jonge teelt chrysant is getest in een kasafdeling van 96 m² van de WUR in Bleiswijk. De volgende 3 behandelingen (bijvoerstrategieën) zijn getest:

- a. *Ephestia*- 5 weken bijvoeren.
- b. *Artemia*- 5 weken bijvoeren.
- c. *Artemia*- 8 weken bijvoeren.

De eieren van *Ephestia kuehniella* voor de hele proef werden geleverd door Biobest N.V. De cysten van *Artemia franciscana* werden geleverd door BioBee Biological Systems Ltd.

De kas werd overdwars gesplitst in 2 delen (voorkant en achterkant) om de teelten met elkaar te kunnen wisselen. Deze delen werden gedurende de eerste 2 weken van de nieuwe teelt gescheiden door zwart plastic folie, zodat de jonge teelt in de lange dag gehouden kon worden. Overdag werd het folie geopend (Figuur 5.2). Daarnaast werd de kas in de lengte gescheiden door transparant plastic folie in 3 gelijke stroken. Op deze manier ontstonden 6 gelijke vakken met per vak ruimte voor 2 bedden. Ieder bed werd weer opgedeeld in 2 plotjes, zodat er in totaal 4 (pseudo)herhalingen per behandeling aanwezig waren (zie plattegrond Figuur 5.1). Chrysant werd conform praktijk in de grond geteeld met een beregening van boven. Stekken van cultivar Baltica werden geleverd door Deliflor B.V. op 4 tijdstippen, in week 27, 34, 40 en 46. De stekpartijen waren opgekweekt zonder gebruik van systemische bestrijdingsmiddelen, zo genoemde "IPM stek". Per teelt van een behandeling (1/6 van de kas) werden 464 mazen gevuld met stek. Bij elke teelt werden alle mazen gevuld. Het klimaat in de kas werd ingesteld op 20°C D/N en 60% luchtvochtigheid. De eerste twee weken van een nieuwe teelt werd onder lange-dag-condities geteeld door met 100 watt bij te belichten tot een belichtingsperiode van 13 uur/dag. De rest van de teelt werd of met natuurlijk licht, of met standaard SON-T gedurende 11 uur belicht en 13 uur verduisterd (korte dag). Planten kregen voedingswater met een broeskop handmatig toegediend, 2 keer per week en als nodig ertussen afhankelijk van het buitenklimaat en behoefte van de planten. Het bijvoeren gebeurde altijd na het beregenen van de planten. Planten werden geremd door bespuitingen met Diozide.

De proef startte met één teelt van chrysant achter in de kas. In deze teelt werd *Orius laevigatus* (geleverd door Koppert Biological Systems B.V.) in de stekfase ingezet in week 27. Stek werd in insectendichte kooien geplaatst en bijgevoerd met *Ephestia*. Per stek werd gemiddeld 1 adult *Orius* ingezet. Een week na de eerste introductie van *Orius* op de stek werd er geplant. Per stek waren er toen gemiddeld 12 eieren van *Orius* aanwezig (steekproef van 10 stekken). Dezelfde week werden de behandelingen met verschillende strategieën uitgevoerd. Per bed chrysant werd 2 gram voedsel gestrooid, wat omgerekend neerkomt op 5 kg/ha (Figuur 5.3). In week 30 is de introductie van *Orius* herhaald door per veldje 150 adulten in te zetten (na zeer warme week). Daarna is er geen *Orius* meer ingezet. Zes weken na de eerste teelt werd de tweede teelt gestart in het voorste deel van de kas. Halverwege deze tweede teelt werd de eerste teelt geoogst en een nieuwe derde teelt gestart. Op deze manier werd ieder keer halverwege een teelt gewisseld en konden er gedurende de periode juni-december 4 teelten worden uitgevoerd (Figuur 5.4), waarbij dus 4x beoordeeld kon worden of en in welke mate *Orius* van de ene naar de andere teelt migreerde en wat de invloed van de bijvoerstrategie hier op was.

Om te bepalen wat het effect van de bijvoerstrategie was op de bestrijding van trips met *Orius*, werd telkens 4-7 dagen na het planten de Californische trips, *Frankliniella occidentalis*, geïntroduceerd door 50 adulten per plot in te zetten (200 per behandeling).

De dichtheden van *Orius* en trips werden om 2 weken beoordeeld. Elke keer werden er 8 takken per behandeling geknipt (2 takken van elke subveldje) en in het laboratorium nagekeken. Aantallen gevonden eieren (dicht en open), nimfen en adulten van *Orius* en larven en adulten van trips werden gescoord. Op het eind van elke teelt werd een aanvullende telling gedaan van trips en *Orius* in de bloemen. Per plot werden 20 rijpe bloemen uitgeklopt in een witte bak en het aantal *Orius* en trips geteld. Verder is van 4 planten per plot bij de bovenste 20 bladeren het aantal bladeren met groei- of zilverschade gescoord. In de tweede teelt is dit gereduceerd tot 2 takken per plot en in de derde teelt tot 20 willekeurig gekozen bladeren per plot.

Bij de tweede teelt vielen enkele planten uit door een aantasting met *Fusarium*. De aanplant van de derde en vierde teelt werd daarom gedompeld met een bacteriesuspensie van *Streptomyces griseovirides* (stam K61, Mycostop). Dit pakte goed uit en er werd geen verder uitval meer waargenomen.

Figuur 5.1 Schematische weergave van de indeling van een kasafdeling voor het testen van 3 bijvoerstrategieën voor *Orius*.

Figuur 5.2 Weergave van één strook met 2 teelten voor het testen van een bijvoerstrategie.

Figuur 5.3 Bijvoeren van Orius in de eerste teelt chrysant.

Figuur 5.4 Schema van teeltduur van 4 opeenvolgende teelten.

5.3 Resultaten

In alle teelten werd Orius goed teruggevonden, wat aangeeft dat Orius van de ene naar de andere teelt migreert. De bijvoerstrategie lijkt niet zoveel invloed te hebben op de begindichtheden van Orius in de nieuwe teelt. In alle gevallen lagen deze net iets hoger bij de Artemia-8-weken behandeling (Figuur 5.5). In alle 4 de teelten is te zien dat 4 weken na het stoppen met bijvoeren het aantal dichte eieren en nimfen van Orius bijna verdwijnt. Volwassen Orius werd nog wel in de bloemen teruggevonden, maar in zeer lage dichtheden van 1-2 Orius per 20 bloemen. Langer bijvoeren met Artemia resulteerde in alle teelten in hogere dichtheden gedurende de teelt en in de bloemen. Trips werd ondanks de 4 introducties nauwelijks gevonden op de takken gedurende de teelt. Wel was er tripsschade te zien op de bladeren en werd trips in de bloemen gevonden. Trips werd het beste bestreden in de behandelingen Artemia-8-weken (Figuur 5.5 en 5.6). Opvallend was dat de tripsschade het hoogst was in de behandelingen met Ephestia (Figuur 5.5 en 5.6).

Figuur 5.5 Dichtheden van eieren en nimfen van *Orius laevigatus* gedurende teelt 1 en 2, het aantal trips en Orius in de bloemen bij de oogst van teelt 1 en 2 en zilver- en groeischade op de bovenste 20 bladeren bij de oogst van teelt 1 en 2. Pijlen geven de laatste week van bijvoeren bij de 5-weken-behandeling weer. Verschillende letter tussen lijnen of staven geven significante verschillen tussen behandelingen weer (LSD test, $p < 0.05$).

Figuur 5.6 Dichtheden van eieren en nimfen van *Orius laevigatus* gedurende teelt 1 en 2, het aantal trips en *Orius* in de bloemen bij de oogst van teelt 1 en 2 en zilver- en groeishade op de bovenste 20 bladeren bij de oogst van teelt 1 en 2. Pijlen geven de laatste week van bijvoeren bij de 5-weken-behandeling weer. Verschillende letter tussen lijnen of staven geven significante verschillen tussen behandelingen weer (LSD test, $p < 0.05$).

5.4 Discussie en conclusies

De resultaten van deze proef hebben aangetoond dat het mogelijk is om gedurende meerdere teelten door te gaan met biologische bestrijding van trips met *Orius laevigatus* zonder herinroducties van deze predator. Door bij te voeren in nieuwe teelten en te stoppen in oude teelten kan *Orius* migreren naar nieuwe plekken met voedsel. Op deze manier is het dus niet nodig om meerder malen roofwantsen in te zetten en kunnen de kosten van biologische bestrijding gereduceerd worden. De kosten van dit systeem hangen uiteraard sterk af van de prijs en hoeveelheid van het voedsel. In deze proef is wekelijks voedsel ingezet in een dichtheid van 5 kg/ha.

Mogelijk dat deze dichtheid nog verder omlaag kan. Verder is de frequentie van wekelijks voeren waarschijnlijk niet nodig. In deze proef is duidelijk geworden dat pas 4 weken na het stoppen met bijvoeren de eileg van Orius stopt. Een tweewekelijks frequentie zou ook een goede strategie kunnen zijn. De resultaten laten verder zien dat het voor de bestrijding van trips beter is om gedurende 8 in plaats van 5 weken bij te voeren. De tripsdichtheden waren dan beduidend lager en nagenoeg nihil in de behandelingen met 8 weken bijvoeren dan in de 5-weken-behandelingen. Langer bijvoeren resulteerde in dichtheden van 0.5 tot 1.5 Orius per bloem. Dit kan een probleem zijn bij de afzet, maar mogelijk kan Orius uit de bloemen worden geschud in oogstmachines.

Opvallend was verder dat Ephestia meer schade gaf dan de behandelingen met Artemia. Eerder onderzoek heeft laten zien dat Ephestia een betere voedselbron is voor trips dan Artemia (Leman and Messelink, 2015; Vangansbeke *et al.* 2016), wat kan verklaren dat trips zich in deze behandeling beter heeft kunnen ontwikkelen. Het is dus aan te bevelen om Artemia in plaats van Ephestia te gebruiken om Orius mee bij te voeren.

6 Rooftripsen tegen trips in roos

6.1 Inleiding

In de vorige hoofdstukken is een nieuwe methode gepresenteerd voor inzet van Orius in chrysant. Diverse observaties in roos geven aan dat dit gewas niet geschikt is voor Orius. Het meeste plantenweefsel is te hard voor afzet van eieren. In roos ontbreekt het nog steeds aan een effectieve bestrijder van het volwassen tripsstadium. In dit onderzoek is daarom beoordeeld of andere bestrijders ingezet kunnen worden voor de bestrijding van volwassen trips. Een mogelijke kandidaat is de rooftrips *Franklinothrips vespiformis* (Figuur 6.1). Deze behoort tot de Aleoarthripidae. Van het genus *Franklinothrips* zijn wereldwijd 14 soorten bekend. Ze vallen op, omdat ze er qua uiterlijk en gedrag erg op mieren lijken (Mound and Reynaud, 2005). In laboratoriumproeven hebben we aangetoond dat ze zowel de larven als volwassenen van trips aanvallen en consumeren. Eerder onderzoek in paprika laat zien dat ze goede bestrijders zijn van *Echinothrips* (Ramakers *et al.* 2000). In datzelfde onderzoek kwam naar voren dat er geen effect van deze rooftrips was op de Californische trips, mogelijk omdat deze trips in paprika vooral in de bloemen zit. Het doel van deze proef was te bepalen of preventieve inzet van de rooftrips *Franklinothrips vespiformis* met alternatief voedsel een aanvulling is op de bestrijding van Californische trips met roofmijten. De rooftrips zou een aanvulling kunnen zijn op roofmijten bij de bestrijding van Californische trips doordat ze ook prederen op tweede larvale stadium en adulten van trips, terwijl roofmijten vooral het eerste larvale stadium pakken. In avocado is aangetoond met verwante soorten dat lage tripsdichtheden niet voldoende voedsel bieden op populaties in stand te houden (Hoddle *et al.* 2001). Het aanbieden van alternatief voedsel kan de vestiging van rooftripsen mogelijk verbeteren. Dit onderzoek bestond uit 3 onderdelen: 1) het selecteren van een geschikte voedselbron om rooftrips bij te voeren, 2) bepalen waar de trips haar eieren afzet en 3) een kasproef om de vestiging in roos te bepalen en om te onderzoeken in welke mate ze bijdragen aan de bestrijding van trips.

Figuur 6.1 De rooftrips *Franklinothrips vespiformis* op rozenblad.

6.2 Materiaal en methoden

De rooftrips *Franklinothrips vespiformis* voor dit onderzoek was afkomstig van Biobest N.V. en werd verder doorgekweekt op meelmoteieren om een gesynchroniseerde populatie te krijgen.

6.2.1 Selectie voedselbronnen voor rooftrips

In het laboratorium zijn de volgende 5 voedselbronnen getest voor de rooftrips:

- Artemia* cysten.
- Tyreophagus entomophagus* op zemelen.
- T. entomophagus* op bijenstuifmeel.
- T. entomophagus* op een eiwitrijk dieet.
- Ephestia kuehniella* eieren.

Per voedselbron werden 10 volwassen rooftripsen van hetzelfde leeftijd geplaatst in een plastic bakje van 280 ml met een deksel voorzien van fijn gaas voor de ventilatie (Figuur 6.2). Op de bodem van het bakje was een dunne laag van boekweitdoppen aangebracht om schuilplekken te bieden en een klein stukje snijboon voor de eileg. Voedsel werd aan de rooftrips aangeboden in een klein dopje. Drie keer per week werd er nieuw voedsel aan de rooftripsen aangeboden en 2 keer per week werden de stukken snijbonen in aparte bakjes gezet, en werden verse bonen aangeboden. In de bakjes met belegde bonen werd ook een stukje papier en klein beetje *Ephestia*-eieren gelegd om de uitgekomen larven in voedsel te voorzien. Vervolgens werden de nakomelingen na 3, 7 en 10 dagen geteld. Iedere behandeling werd 5 keer herhaald.

Figuur 6.2 Opzet labproef voor het testen van voedselbronnen voor rooftrips.

6.2.2 Voorkeur voor eileg in plantdelen

Om te bepalen welke plantdelen van roos de rooftrips prefereert voor afzet van eieren (in het plantenweefsel), zijn drie delen van een rozentak: een jonge scheut, een jonge tak met bloemknop en een tak met open bloem, toegevoegd aan een kweekemmer met rooftrips (hoogte 27 cm, diameter 25 cm) (Figuur 6.3). Na 48 uur werden de plantendelen eruit gehaald en uitzonderlijk in 3 kweekemmers met voedsel erbij (*Ephestia*/ *Artemia* mix) gezet. Twee weken later werden de nakomelingen op elk plantdeel geteld.

Figuur 6.3 Opzet labproef voor het testen van de voorkeur van rooftrips voor eileg in 3 plantdelen van roos: een jonge scheut, een jonge tak met knop en een oude tak met open bloem.

6.2.3 Kasproef met roofmijten en rooftrips

De effecten van rooftrips *F. vespiformis*, de roofmijt *Transeius montdorensis* en de combinatie op Californische trips zijn onderzocht in 2 kasafdelingen van elk 96 m², met per afdeling 14 grote inlopkooien van 1x2x2 m met fijn insectengaas. In elke kooi stond 1 mat met 4 rozen van cultivar Revival afkomstig van plantenkweker Ammerlaan. De rozen waren 1 jaar oud en voor het begin van de proef werden ze behandeld met chemische tripbestrijdingsmiddelen (Vertimec, Match, Conserve en Nocturn). De laatste ingreep tegen trips werd uitgevoerd in week 16, de proef begon 5 weken later. Nog kort voor het begin van de proef werd er gespoten met Silwet Gold om opkomende populatie van wolluis te onderdrukken. Voor de introductie van bestrijders werd er een voortelling van trips gedaan om de startsituatie te bepalen. Er zijn 6 bladeren en 4 bloemen per kooi geplukt. Het kasklimaat werd ingesteld op 20° C en 80% RV, het gewas werd belicht met 9000 lux gedurende 20 uur per dag.

De rooftrips en roofmijten zijn in combinatie met verschillende typen voedsel getest. Totaal waren er de volgende 7 behandelingen:

- a. Onbehandeld.
- b. *Transeius montdorensis* + de voermijt *Tyrophagus entomophagus*.
- c. *Franklinothrips vespiformis* + Ephestia-eieren.
- d. *T. montdorensis* + *F. vespiformis* + *T. entomophagus* + Ephestia-eieren.
- e. *T. montdorensis* + Artemia-cysten.
- f. *F. vespiformis* + Artemia-cysten.
- g. *T. montdorensis* + *F. vespiformis* + Artemia-cysten.

In week 21 werden voor het eerst de bestrijders en bijbehorende voedsel uitgezet: 150 roofmijten, 15.000 voermijten en 75 rooftripsen per kooi. Bij de roofmijten werd het voedsel, net als de roofmijten zelf, gestrooid over de planten. Voor de rooftripsen werd het voedsel aangeboden op 2 stroken vochtig papier van 10 X 5 cm. De rooftripsen zelf werden vanuit een bakje ingezet met daarin een stukje boon en boekweiddoppen. Verder werd bij ieder bakje een uitgebloeiende kaardebol geplaatst als extra schuilplaats voor de rooftrips (Figuur 6.4). In week 22 is de inzet van alle bestrijders en het voedsel herhaald. Vervolgens is in week 25, 27 en 29 doorgegaan met het bijvoeren en de inzet van rooftrips. Alleen roofmijten zijn na de introducties in week 21 en 22 niet meer ingezet. De aantallen trips en roofmijten werd per kooi gevolgd door in week 25, 27 en 29, 20 bladeren per kooi te plukken. De totale aantallen trips en roofmijten werden onder een binoculair geteld. Ook werden de kaardebollen uitgeklopt om te bepalen of er rooftrips terug te vinden was.

Figuur 6.4 Voedsel op papier (links) en bakje met rooftrips en een kaardebol (rechts).

6.3 Resultaten

6.3.1 Selectie voedselbronnen voor rooftrips

Van de geteste voedselbronnen voor rooftrips bleek duidelijk dat *Ephestia* de meeste nakomelingen geeft (Figuur 6.5). Voermijten lijken ongeschikt en ook bij *Artemia*-cysten was de voortplanting minimaal.

Figuur 6.5 Totaal aantal nakomelingen van rooftrips bij verschillende voedselbronnen 3, 7 en 10 dagen na inzet.

6.3.2 Eilegvoorkeur

Uit de eilegvoorkeurstest bleek dat rooftripsen in principe op alle drie de plantedelen van roos eieren afzetten, maar er was een duidelijke voorkeur voor de jonge plantscheuten (Figuur 6.6).

Figuur 6.6 Percentage nakomelingen van rooftrips per plantdeel van roos.

6.3.3 Kasproef met roofmijten en rooftrips

Rooftripsen konden in geen enkele behandeling worden teruggevonden, ondanks de grote aantallen die 5 keer zijn ingezet. Ook in de kaardebol of in de uitzetbakjes werden ze niet teruggevonden. Roofmijten waren in alle behandelingen waar ze waren uitgezet in ongeveer gelijke aantallen aanwezig (Figuur 6.7). Dit resulteerde ook bij al deze behandelingen in een significant effect op de Californische trips, terwijl de tripsdichtheden bij de rooftripsbehandelingen niet significant verschilden van onbehandeld (Figuur 6.8).

Figuur 6.7 Gemiddeld ($\pm$ SE) aantal roofmijten (*T. montdorensis*) per 20 bladeren bij de zeven behandelingen in roos. Verschillende letters naast de staven geven significante verschillen tussen de behandelingen over de tijd weer ($p < 0.05$).

Figuur 6.8 Gemiddeld ($\pm$ SE) aantal Californische trips (*F. occidentalis*) per 20 bladeren bij de zeven behandelingen in roos. Verschillende letters naast de staven geven significante verschillen tussen de behandelingen over de tijd weer ($p < 0.05$).

6.4 Conclusies en discussie

Rooftripsen van het genus *Franklinothrips* leven van nature op kruidige planten laag bij de grond. Een rozenplant op substraat is waarschijnlijk een ongeschikte habitat voor de rooftrips *F. vespiformis*, gezien het feit dat er voldoende voedsel in het gewas aanwezig was. Zelfs de vijf introducties op een rij konden we geen enkele rooftrips meer terugvinden. Het aanbieden van alternatieve waardplanten kan de vestiging mogelijk verbeteren, maar dit vraagt om meer onderzoek.

Bij de behandelingen met roofmijten was de vestiging en het effect op trips even goed bij het bijvoeren met *Artemia* als bij het bijvoeren met voermijten.

7 Bijvoeren van bodemroofmijten met saprofage aaltjes

7.1 Inleiding

Bodemroofmijten kunnen bijdragen aan de bestrijding van trips wanneer ze zich voeden met poppen van trips in de bodem (Berndt *et al.* 2004; Messelink and van Holstein-Saj, 2008). Eerder onderzoek heeft al laten zien dat de dichtheden van bodemroofmijten enorm verhoogd kunnen worden met het aanbrengen van toplagen met voermijten (Grosman *et al.* 2011; Grosman *et al.* 2014). In de praktijk bleken toplagen niet altijd goed uit te pakken, omdat er een enorme dynamiek ontstaat van fluctuerende dichtheden van roof- en prooimijten in de tijd (Figuur 7.1). Trips zou in situaties met veel voermijten en weinig bodemroofmijten kunnen ontsnappen aan predatie. Bodemroofmijten kunnen zich ook voeden met saprofage aaltjes (Navarro-Campos *et al.* 2016). Onze hypothese was dat het regelmatig bijvoeren van bodemroofmijten veel minder dynamiek geeft en tot een stabiele verhoogde roofofpopulatie leidt (Figuur 7.1). In dit onderzoek is gekeken naar de potentie van het saprofage aaltje *Panagrellus redivivus*. In het laboratorium is gekeken of bodemroofmijten tripspoppen vreten in aanwezigheid van dit aaltje. Verder is in een proef op bakken de vestiging van bodemroofmijten met aaltjes vergelijkt met de vestiging bij een toplaag.

Figuur 7.1 Hypothetische dynamiek van voer- en roofmijten (links) en saprofage aaltjes en roofmijten (rechts).

7.2 Materiaal en methode

7.2.1 Tripspredatietest

In kleine plastic bakjes van 250 ml met daarin een paprikabladdons op wateragar is de predatie van tripspoppen door de bodemroofmijt *Macrocheles robustulus* beoordeeld. Per bakje werden 10 tripspoppen en één vrouwtje *M. robustulus* geplaatst. De predatie van trips werd gedurende 3 dagen gevolgd in bakjes met alleen trips, trips + de voermijt *Acarus siro* of trips + het aaltje *Panagrellus redivivus*. Van zowel de aaltjes als de voermijten werd ongeveer 1 ml toegevoegd. De proef is in het donker uitgevoerd bij 25°C in een klimaatcel. De trips, aaltjes en voermijt waren afkomstig van een kweek van WUR, de bodemroofmijt werd geleverd door Koppert Biological Systems.

7.2.2 Bakkenproef

In een bakkenproef is de vestiging van twee soorten bodemroofmijten *Macrocheles robustulus* en *Stratiolaelaps scimitus* (*Hypoaspis miles*) gevolgd gedurende 11 weken. De behandelingen hierbij waren als volgt:

- Onbehandeld.
- Eénmalig een toplaag met de voermijt *Acarus siro*.
- Twee maal per week toediening van het aaltje *P. redivivus*.

Met 2 soorten roofmijten resulteerde dit in zes behandelingen die elk 5x herhaald werden.

Figuur 7.2 Opzet bakkenproef met verschillende voedselbronnen voor bodemroofmijten.

In week 42 is de kasproef ingezet met kuipcontainers (35 liter) gevuld met 24 liter kokos (60% fijne kokos en 40% kokosvezels). Totaal zijn 30 containers ingezet. De toplaag werd eenmalig ingezet door een laag van 2 cm van het volgende mengsel aan te brengen: 100 gr zemelen, 100 gr bark, 75 ml water, 5 gr. gist en 2.4 gr. voermijten (*A. siro*). Het saprofage aaltje werd in 25 ml water aan de bakken toegevoegd met daarin ongeveer 200.000 aaltjes. De toediening van aaltjes werd wekelijks herhaald, terwijl de toplaag slechts eenmalig werd aangebracht. De ontwikkeling van bodemroofmijten werd gevolgd met Tullgren-analyses met tweewekelijkse bodemmonsters, lopende van week 45 tot en met week 1.

7.2.3 Demonstratie toediening in teelt

In een kleinschalige teelt van *Amaryllis* is bekeken of het mogelijk is om saprofage aaltjes mee te geven via een voedingsbak. In onze opzet werden de alen toegevoegd aan een voedingsbak van 1m³ van waaruit ze via druppelslangen met een sproeikoppeling werden verdeeld over het teeltsubstraat (Figuur 7.3). Het saprofage aaltje *P. redivivus* werd wekelijks geoogst uit een kweek op haveremout, gezeefd om een zuiver dichtheid van 4 miljoen alen/l te krijgen. Ieder week werd 100 ml van zo'n oplossing aan de voedingsbak toegevoegd. De alen werden door het voedingswater geroerd vlak voordat de druppelbeurt werd gegeven.

Figuur 7.3 Opzet teelt *Alstroemeria* met druppelslangen voor het meegeven van saprofage aaltjes.

7.3 Resultaten

7.3.1 Tripspredatietest

De laboratoriumtest geeft aan dat de hoeveelheid trips die bodemroofmijten consumeren met ongeveer 2/3 gereduceerd werd in aanwezigheid van aaltjes of voermijten (Figuur 7.4). Er was geen exclusieve voorkeur van de bodemroofmijten voor de alternatieve prooien. Trips werd in beide behandelingen met alternatief voedsel nog steeds geconsumeerd.

Figuur 7.4 Gemiddelde consumptie van tripspoppen door de bodemroofmijt *M. robustulus* gedurende 3 dagen met en zonder alternatieve voedselbronnen.

7.3.2 Bakkenproef

Met de toediening van voermijten in een toplaag nam de populatie bodemroofmijten de eerste weken sterk toe. Zodra de voermijten op raakten daalden het aantal bodemroofmijten. De aantallen namen niet meer toe (Figuur 7.5). *Macrocheles robustulus* kon een stabiele populatie handhaven met het aaltje als voedingsbron (Figuur 7.5). Omgerekend waren dit ongeveer 6.000 roofmijten per m² (gemiddeld 30/250ml). Zonder bijvoeren kon de roofmijt zich nauwelijks handhaven in de bakken. Bij *Stratiolaelaps scimitus* (*Hypoaspis miles*) namen de dichtheden gestaag toe tot gemiddeld 250 roofmijten/250 ml grond, wat omgerekend neerkomt op 50.000 roofmijten/m² (Figuur 7.5). Dit is extreem hoog gezien de adviesdichtheden rond de 100 tot 200/m² liggen.

Figuur 7.5 Populatiedynamica van de roofmijten *Macrocheles robustulus*, *Stratiolaelaps scimitus* en voermijten (*Acarus siro*) in kokossubstraat al dan niet met een toplaag met *Acarus* of met een wekelijkse toediening van het saprofage aaltje *Panagrellus redivivus*.

7.3.3 Demonstratie toediening in teelt

De saprofage aaltjes konden goed worden meegegeven via het voedingswater na het verwijderen van het filter bij de pomp. De alen kwamen levend uit het eindpunt bij de druppelslangen. Na een aantal weken resulteerde dit in hogere bodemroofmijten in de bakken met alen dan in de controlebakken zonder druppelbeurten met alen.

7.4 Discussie en conclusies

Met dit onderzoek is aangetoond dat het saprofage aaltje *Panagrellus redivivus* een uitstekende alternatieve voedselbron is voor de bodemroofmijten *Macrocheles robustulus* en *Stratiolaelaps scimitus*. Frequent bijvoeren resulteerde in constante hoge dichtheden van de roofmijten. Met name *S. scimitus* ontwikkelde zich zeer goed en bereikte extreem hoge dichtheden van 50.000 roofmijten/m². Het is aannemelijk dat deze hogere dichtheden ook zullen leiden tot een betere bestrijding van trips ten opzichte van een teeltsubstraat zonder bijvoeren, waar de bodemroofmijten zich nauwelijks konden handhaven. We hebben verder laten zien dat de alen makkelijk en goedkoop gekweekt kunnen worden op havermout en dat ze na opschoning van de kweek via druppelslangen aan het gewas kunnen worden meegegeven.

Telers die de bijdrage van bodemroofmijten aan de bestrijding van trips willen verbeteren zouden dit systeem van kweken en toediening via druppelslangen zelf kunnen gaan toepassen.

8 Evaluatie nieuwe tripsvallen

8.1 Inleiding

Mass trapping van trips met vangplaten wordt steeds vaker toegepast in de teelt van sierteeltgewassen. Nieuw onderzoek van PRI (niet gepubliceerd) heeft echter aangetoond dat deze vallen als visueel aantrekkelijk object verre van optimaal werken en laat zien dat insecten een veel complexere beoordeling van visuele objecten maken waarbij kleur slechts één onderdeel daarvan vormt. Het beter begrijpen en benutten van "hoe insecten zien" kan leiden tot een verbeterde waarneming maar ook tot het benutten ervan voor bestrijdingsconcepten zoals mass-trapping. De effectiviteit van de vangplaten kan mogelijk nog verder verbeterd worden met geuren die trips afstoten of aantrekken (Push & Pull).

Vanuit de literatuur is bekend dat naast kleur ook geometrische vormen, kleurcontrasten en het materiaal van de vangplaten de aantrekkelijkheid voor trips kunnen beïnvloeden:

- Blauwe vangplaten over het algemeen meer trips dan gele platen. Blauw zit in het zonlicht in het spectrum tussen 400 en 500 nm en geel meer in de range van 550-700 nm (Natwick *et al.* 2007).
- Volgens Makabe *et al.* (2014) worden tripsen het meest aangetrokken tot een UV bron met een golflengte van rond de 350 nm. Echter hebben Matteson *et al.* (1992) gevonden dat het effect van UV reflectie op trips afhankelijk is van de kleur van de vangplaten.
- Blauwe ledlampen toegevoegd aan blauwe vangplaten kunnen de vangsten verdubbelen (Chen *et al.* 2004).
- Ronde vangplaten waren aantrekkelijker voor trips dan vierkante vangplaten (Mainali and Lim, 2010), en vangplaten in de vorm van een bloem waren nog aantrekkelijker dan ronde vangplaten (Mainali and Lim, 2011).
- Ook de vorm van de echte bloemen kan de aantrekkelijkheid voor trips beïnvloeden, zoals gevonden voor chrysant (de Jager *et al.* 1995).

Verder is het volgende bekend over de effecten van lokstoffen op tripsvangsten met vangplaten:

- Het trips sexferomoon neryl(S)-2-methylbutanoaat (Hamilton *et al.* 2005) wordt gebruikt als een attractant en is op de markt gebracht door Biobest en Syngenta (e.g. Thripher®). Het trekt zowel mannetjes als vrouwtjestripsen aan.
- De plantenstof methyl isonicotinaat is een attractant voor trips (van Tol *et al.* 2012) (Davidson *et al.* 2015), en is door Koppert op de markt gebracht als Lurem®.
- Onlangs is gevonden dat (S)-(-)-verbenone net zo effectief is als Lurem en tripsferomoon, (Abdullah *et al.* 2015). Het voordeel zou kunnen zijn dat het goedkoper te produceren is.

In eerder onderzoek in Nieuw-Zeeland bleek er een positief effect van een nieuw type val (cilindervormige val van speciaal doek) op de aantallen tripsen die werden gevangen. Omdat de omstandigheden in Nieuw-Zeeland anders zijn (kassen, licht, klimaat) was het doel om te bepalen of de betere vangsten ook onder Nederlandse kasomstandigheden optreden en om te bepalen of er perspectief is voor de ontwikkeling van verbeterde vallen. Betere vallen kunnen niet alleen de monitoring en daarop gebaseerde bestrijding verbeteren maar mogelijk ook een bijdrage leveren aan nieuwe methodieken van tripsbeheersing (o.a. mass-trapping en lokken en doden met biologische bestrijders).

8.2 Materiaal en methoden

In 2015 zijn diverse valtypen vergeleken en in 2016 is onderzocht of het extra bijlichten van de vallen met specifieke LED lichtkleuren de tripsvangsten nog verder kon verbeteren.

8.2.1 Invloed van valtype op tripsvangst

In een kasproef met *Alstroemeria* zijn witte, blauwe en een nieuwe cilindervormige witte plakval getest op effectiviteit om trips te vangen. Tevens is de meerwaarde van toevoeging van de trips lokstof methyl isonicotinate aan deze vallen onderzocht. De vallen zijn wekelijks verversd en de totale proefduur was 3 weken.

Elke behandeling is in viervoud ingezet. Om de invloed van lijm vergelijkbaar te houden zijn alle vallen lijm vrij gemaakt en daarna met eenzelfde lijmproduct weer ingesmeerd (productnaam: Stikem). Van elke val is bepaald hoeveel trips en welke soorten er op zitten.

8.2.2 Invloed van bijlichten vallen met LED-licht op tripsvangst

In aanvulling op onderzoek naar valtype was de vraag of het verder bijlichten van de vallen met LED-licht bijdraagt aan het verder verhogen van de tripsvangst. Op hetzelfde Alstroemeria bedrijf als bij het eerste onderdeel zijn een witte plakval en de witte cilinderval bijgelicht met blauw (Figuur 8.1) en UV-A licht. Als referentie (controle) functioneerde een blauwe plakval. Deze proef is slechts in tweevoud uitgevoerd gedurende 2 weken zonder toevoeging van de lokstof MI ter oriëntatie.

Figuur 8.1 Witte cilinderval val met LED-verlichting.

8.3 Resultaten

8.3.1 Invloed van valtype op tripsvangst

Vallen met de trips lokstof methyl iso-nicotinate (MI) vangen in het algemeen meer trips dan de vallen zonder MI (Figuur 8.2). Californische trips (*Frankliniella occidentalis*) heeft een voorkeur voor blauw (B) in vergelijking tot wit (W) voor de standaard plakval, waarbij opvalt dat dit niet het geval is in vergelijking met de witte cilinderval (R). De witte cilinderval is net zo aantrekkelijk als de standaard blauwe vangplaat en beter dan de witte vangplaat. Het aanbrengen van het materiaal van val R op een witte vangplaat (WD) heeft echter geen effect. Dit lijkt een aanwijzing dat niet het materiaal zelf maar wel de vorm een rol speelt bij het aantrekkelijker zijn voor Californische trips. Tabakstrips (*Thrips tabaci*) heeft geen duidelijke voorkeur voor blauw of wit. Wel is de trend hetzelfde als voor de Californische trips dat de cilindervormige witte val het goed doet, echter is dit minder duidelijk dan voor de Californische trips.

Figuur 8.2 Effecten van valtype en de lokstof methyl iso-nicotinate (MI) op de vangsten van de Californische trips en tabakstrips in een kas met Alstroemeria.

8.3.2 Invloed van bijlichten vallen met LED-licht op tripsvangst

Toevoeging van blauw LED-licht aan alle vallen leidde tot grotere vangsten van alle tripssoorten (Figuur 8.3). UV-A licht toevoegen reduceerde juist de tripsvangsten. De hoeveelheid UV-A licht toegevoegd was zeer waarschijnlijk te hoog. Normaliter vormt UV-A licht maar een paar procent van het totale licht.

Figuur 8.3 Effecten van LED-licht op de tripsvangsten in verschillende valtypen in een kas met Alstroemeria.

8.4 Conclusies

Zowel valtype, LED en lokstof dragen allemaal bij aan het verhogen van de aantrekkelijkheid van vallen voor trips. Onbekend is echter nog welke factoren verantwoordelijk zijn voor verschillen in aantrekkelijkheid van de verschillende valtypes. Daarvoor zou onderzocht moeten worden welke eigenschappen bijdragen aan de meerwaarde. Welke lichtkleur en welke lichtsterkte zijn optimaal voor een maximale aantrekkelijkheid en wat is de rol van een lokstof hierbij? In een nieuwe PPS (H1605-075 "Visuele attractie van plaaginsecten") wordt dit verder onderzocht.

9 Selectie van geuren die trips activeren

9.1 Inleiding

Geuren kunnen niet alleen worden ingezet om tripsen te lokken, maar ook om ze te activeren. Gek genoeg kunnen dat soms dezelfde stoffen zijn. Zo is bekend dat de lokstof methyl isonycotinate (Lurem) ook het vlieggedrag van trips activeert (van Tol *et al.* 2012). In deze studie werden sterke verschillen gevonden tussen het opvliegen van trips vanaf verschillende gewassoorten, waarbij trips sneller wegvloog vanaf bladponsjes van chrysant of paprika dan vanaf bladponsjes van een bonenplant. Ook zal het gewasstadium waarschijnlijk een rol spelen bij het opvlieggedrag. Als het gewas in bloei is, zal de trips eerst uit de bloemen moeten worden gelokt. Er zijn verschillende suikers op de markt om trips vanaf de bloemen naar het blad te lokken (Attracker, Biosweet etc). Wat het effect van deze suikeroplossingen is op het opvlieggedrag van trips is niet bekend. Opvlieggedrag kan ook worden gestimuleerd door het alarmferomoon (mix decylacetate en dodecylacetate) van trips (MacDonald *et al.* 2002). Naast het opvlieggedrag trips is in een aantal studies gekeken naar de invloed van geuren op vraatschade door trips. Onder anderen marjolein, lavendel en munt zijn repellent voor tabakstrips (Koschier *et al.* 2002; van Tol *et al.* 2007). Verwacht wordt dat trips minder snel gewend raakt aan afwerende geuren wanneer verschillende afwerende geurstoffen worden gecombineerd (Egger *et al.* 2014). Geuren die trips activeren kunnen verder getest worden in combinatie met middelen voor de bestrijding van trips of als onderdeel van een push-pull-systeem.

In dit onderzoek is het effect van een aantal geuren op het opvlieggedrag van de Californische trips beoordeeld vanaf bladponsen en vanuit een bloem. Van een aantal geuren is tevens gekeken naar het effect op de activiteit van tripslarven.

9.2 Materiaal en methode

9.2.1 Windtunneltesten met adulten

Het effect van geurstoffen op de activiteit van trips is getest in een bestaande windtunnel van Wageningen Research van 2 bij 1 bij 1 meter (Figuur 9.1). Zowel licht als temperatuur, RV en windsnelheid kunnen in deze opstelling gereguleerd worden. In ons onderzoek is het gedrag van trips bestudeerd bij een constante temperatuur van 20°C, 70% RV, 1000 lux licht en een windsnelheid van 1 m/s. De lucht die de windtunnel binnenkwam werd eerst gefilterd over een koolstoffilter. De activiteit van volwassen trips werd beoordeeld in korte testen van 10 minuten. Dit werkte al volgt: Volwassen trips (niet gehongerd) werd met een aspirator verzameld van een tripskweek op chrysant en geplaatst op een 3 cm bladpons van chrysant welke met de bovenkant in agar was geplaatst, zodat de onderzijde van het blad beschikbaar was voor trips. Per pons werden 10-17 tripsen geplaatst. De schaal werd vervolgens afgedicht met een deksel met fijn insectengaas en de tripsen kregen 1-1.5 uur de tijd om te acclimatiseren in de kamer van de windtunnel. Vervolgens werd de bladpons op een plateau geplaatst onder een hoek van 30 graden (Figuur 9.1). Vijf cm voor dit plateau werd een katoenen cilinder (detal roll) met een geurstof geplaatst. Na het plaatsten werd de deksel verwijderd en na 10 minuten werd beoordeeld hoeveel trips nog op de bladpons aanwezig was. De geurstoffen werden eerst onverdund getest door 0.7 ml van de stof op de rol aan te pipeteren. Later zijn ook verdunningsreeksen van een aantal stoffen getest. Verder is gekeken of mixen van bepaalde geuren de werking kon versterken.

De volgende stoffen zijn getest:

- a. Methyl isonycotinate (Lurem).
- b. Decyl acetate (10Ac): dodecyl acetate (12AC) = 1.5:1 (trips-alarmferomoon).
- c. Neryl (S)-2-methylbutanoate (hoofdcomponent trips aggregatieferomoon).
- d. P-anisaldehyde (bloemgeur).
- e. 4-acetylpyridine.
- f. Pepermuntolie.
- g. Rozemarijnolie.
- h. Marjoraanolie.
- i. Lavendelolie.
- j. Tijmolie.
- k. Zwarte-peperolie.
- l. Citroengrasolie.
- m. Kaneelolie.
- n. Kruidnagelolie.
- o. Oriand (bladmeststof DeruNed).

Tussen de behandelingen werd altijd een pauze van 15 minuten aangehouden. Ook zijn de testen zowel in de ochtend als middag uitgevoerd met minimaal 6 herhalingen per concentratie van een stof. Bij iedere test van een geurstof werd ook een onbehandelde controle en Lurem als positieve controle meegenomen, omdat het opvlieggedrag per dag verschillend kan zijn. Later is ook rozemarijn als controle aangehouden. Voor een aantal stoffen is deze procedure herhaald met verse gele chrysantenbloemen in plaats van bladponsen (Figuur 9.2).

Figuur 9.1 Schematische (links) en werkelijke (rechts) weergave van de windtunnelopstelling voor het testen van geuren op trips-activiteit.

Figuur 9.2 Opstelling voor het testen van geuren op de migratiedrang van trips vanuit een chrysantenbloem.

9.2.2 Gedragsobservaties tripslarven

De effecten van geuren op het gedrag van trips zijn beoordeeld met directe camera-observaties. Een paprikabladpons met een diameter van 5 cm werd met de rugzijde in wateragar geplaatst in een plastic cupje. Op dit blad werden vervolgens 3 tripslarven van het tweede larvale stadium (L2) geplaatst. Boven het cupje was een lichtbron geplaatst en een digitale camera die ieder 2 seconden een foto maakte (Figuur 9.3). In het cupje was een gaatje gemaakt waardoor met een luchtpomp een geurstof kon worden aangebracht over de bladpons. Met deze opstelling zijn naast onbehandeld totaal 7 geurstoffen getest (telkens 100µl per behandeling): Lurem, rozemarijn, zwarte peper, citroengras, P-anisaldehyde en het aggregatie- (Thripline) en alarmferomoon (dodecylacetaat). De trips in de testen was afkomstig van boon, maar de larven kregen minimaal 1.5 uur de tijd om te wennen aan de overgang naar een paprikabladpons. Per behandeling zijn 8 herhalingen ingezet, dus totaal per stof zijn 24 larven beoordeeld op hun response op een geur. De gedragsobservaties duurden 10 minuten. Tussen de herhalingen door werd de kamer geventileerd om invloed van hangende geuren te vermijden. Bij ieder beoordeling van een geur werd altijd begonnen met een schone luchtbehandeling (controle). De 300 foto's per sessie werden vervolgens handmatig beoordeeld door telkens één van de drie larven te volgen. De activiteit werd daarbij ingedeeld in 3 categorieën: 1) duidelijke beweging, 2) beweging in een klein gebied, 3) geen beweging. De totale hoeveelheid tijd per categorie is per larve beoordeeld.

Figuur 9.3 Opstelling om het gedrag van tripslarven in reactie op geuren te analyseren.

9.2.3 Kasproef met repellente geuren

De effecten van 4 verschillende geuren op het opvlieggedrag van trips is getoetst in een kasproef met chrysant. In week 28 werden chrysantenstekken van het ras Euro White van Dekker chrysanten geleverd en beworteld op water. In week 30 werden de stekken getopt en per 9 stuks in een pot van 6 liter (Ø 30 cm) geplaatst. In week 34 werden de planten nogmaals getopt. De proef werd uitgevoerd als blokkenproef op 6 teelttafels van (1,8 x 4 meter). Op elke tafel stonden 5 potten met 1,5 meter afstand tussen de potten in (Figuur 9.4). De planten kregen een standaard voedingsoplossing via eb- en vloedsysteem. Op elke pot werd een plexiglas cilinderkooi (Ø 30 cm en 40 cm hoog) met tripsdicht gaas geplaatst die de rand van de pot omsloot. In elke pot werden 1 dag voordat de proef startte 100 tripsvrouwtjes losgelaten en er werd een klein beetje *Typha angustifolia* pollen op de planten gestrooid. De trips was afkomstig van een kweek op bloeiende chrysanten. De proef werd uitgevoerd met 5 behandelingen en 6 herhalingen:

- a. Onbehandeld.
- b. Lurem.
- c. Rozemarijnolie.
- d. Lemongrassolie.
- e. Bloemgeur (P-anisaldehyde).

De geuren werden met een pompsysteem de kooien in geblazen met een zeer lage luchtstroom. De lucht werd door een Eheim airpump 200 (Figuur 8.7) aangezogen van onder de tafel en de slang ingeblazen. De aangezogen lucht ging door een koolstoffilter om de lucht te neutraliseren. De filter was gevuld met actieve koolstof van Eheim. De gefilterde lucht ging hierna door 2 aan elkaar gemaakte pipetpunten met hierin de een geurbron aangebracht op dental rolls. Op de dental rolls werd per behandeling 3,6 ml geurconcentraat en in de controle water toegevoegd. De pipetpunten werden met parafilm en schilders tape aan elkaar bevestigd. De uiteinde van de pipetten werden vast in de slangen gedraaid. De slang ging door een gat 50 cm de pot in en was aan het uiteinde dichtgemaakt. In de laatste 40 cm van de slang werden 20 gaatjes geprikt en in een cirkel in de pot gelegd met de gaten aan de bovenkant (Figuur 9.4). De lucht kwam zo verdeeld van onderen de pot in.

Eén dag na de trips uitzet werden er vangplaten in iedere kooi opgehangen en de pipetten met de geuren in de slang bevestigd. De pompen werden aangezet en de geuren werden de kooien ingeblazen. Na 48 uur werden de pipetten verwijderd en vervangen voor schone pipetten. De vangplaten werden vervangen voor schone vangplaten. De pompen bleven aanstaan om gefilterde lucht de kooien in te blazen om vermenging te voorkomen. Na 4 dagen werd dit nogmaals herhaald. Twee weken na de trips uitzet werden per schaal 4 takken geknipt en het aantal trips hierop geteld. De gemiddelde kastemperatuur tijdens de proef was 22.9°C (range 19.5°C-31.2°C) en de luchtvochtigheid 67% (range 41%-79.1%).

Figuur 9.4 Links: Pompsysteem voor geurentoediening met 1: luchtpomp, 2: koolstoffilter, 3: Pipet met geurstof en 4: verdeelslang met gaatjes waaruit geuren toegediend werden. Rechts: opstelling met planten en kooien in de kas.

9.3 Resultaten

9.3.1 Windtunneltesten met adulten

Het percentage trips dat in een onbehandelde situatie van de bladpansen wegvloog varieerde van 5 tot 30%. Ook het effect van Lurem was de ene dag sterker dan de andere dag, maar over de hele linie is er een duidelijk activerend effect te zien op trips (Figuur 9.5). Naast Lurem werd de meest activering gevonden bij rozemarijn en zwarte-peperolie, gevolgd door P-anisaldehyde, tijmolie en 4-acetylpyridine (Figuur 9.5).

Figuur 9.5 Effecten van 9 geurstoffen (dosering 700 μ l) op de activatie van trips ten opzichte van Lurem en onbehandeld. Weergegeven zijn de gemiddelde ($\pm$ SE) percentages volwassen tripsen die binnen 10 minuten het blad verlieten.

In directe vergelijking met rozemarijolie werd alleen een activeringseffect gevonden bij citroengrasolie (Figuur 9.6).

Figuur 9.6 Effecten van 4 geurstoffen (dosering 700 μ l) op de activering van trips ten opzichten van rozemarijolie en onbehandeld. Weergegeven zijn de gemiddelde ($\pm$ SE) percentages volwassen tripsen die binnen 10 minuten het blad verlieten.

Bij rozemarijn, zwarte peper en lurem werd een duidelijk toename in activering van trips waargenomen bij toenemende concentraties. Bij lavendel lag de piek van hoogste activiteit merkwaardig genoeg niet bij de hoogste dosering (Figuur 9.7).

Figuur 9.7 Effecten van doseringen van 4 geurstoffen op de activering van trips ten opzichten van onbehandeld. Weergegeven zijn de gemiddelde ($\pm$ SE) percentages volwassen tripsen die binnen 10 minuten het blad verlieten.

De doseringen die nodig waren om trips vanuit de bloemen te activeren lagen veel hoger dan die bij de bladpansen (Figuur 9.8). Alleen de hoogste doseringen bij citroengras en rozemarijn konden de aantallen tripsen in de bloemen reduceren, maar bij lavendel, P-anisaldehyde en zwarte peper werd, in tegenstelling tot de bladtesten, geen effect op trips waargenomen. Het mengen van de geuren citroengras en rozemarijn gaf geen verbetering in de activering ten opzichte van rozemarijn afzonderlijk (Figuur 9.8).

Figuur 9.8 Effecten van 4 geurstoffen en een combinatie van 2 geurstoffen op de activering van trips ten opzichten van rozemarijnnolie en onbehandeld. Weergegeven zijn de gemiddelde ($\pm$ SE) percentages volwassen tripsen die binnen 10 minuten de bloem verlieten.

9.3.2 Gedragsobservaties tripslarven

De bloemgeur P-anisaldehyde en het aggregatie- en alarmferomoon hadden geen zichtbaar effect op de beweeglijkheid van tripslarven. Alleen citroengras (lemon gras) leek de tripslarven aan te zetten tot meer beweeglijkheid. Lurem en zwarte peper hadden een duidelijk kalmerend effect op de larven en rozemarijn had een licht kalmerend effect (Figuur 9.9)

Figuur 9.9 Gemiddelde fractie van de tijd waarbij tripslarven in beweging zijn.

9.3.3 Kasproef met repellente geuren

Twee dagen na het aanbrengen van de geurbronnen werden er nog geen significante verschillen gevonden tussen de behandelingen, maar er was al wel een duidelijke trend te zien van lagere dichtheden bij Lurem (Figuur 9.10). Na de eerste 2 dagen werd 4 dagen schone lucht gegeven. Desondanks werden er toen significante verschillen tussen de behandelingen gevonden, waarschijnlijk door een na-ijleffect van de geuren. De dichtheden van trips waren significant lager bij Lurem dan bij onbehandeld, iets wat ook te zien is bij som van alle vangplaatvangsten. Na de tweede geurimpuls werd nog maar weinig trips gevangen, waarschijnlijk omdat de meeste trips al na de eerste geurimpuls was gevangen (Figuur 9.10). Bij de laatste vangplaattelling werden opvallend veel tripslarven waargenomen aan de bovenzijde van de vangplaat. Het lijkt erop dat de larven via de kooiwand omhoog waren gekropen en zo op de vangplaat belandden. Bij deze tellingen werden significant minder tripslarven bij de behandeling met Lurem gevangen dan bij de andere behandelingen (Figuur 9.11A). Dit kwam goed overeen met de tripstellingen op de planten. Daar werd bij Lurem juist meer trips op de planten gevonden (Figuur 9.11B), wat ook duidelijk was terug te zien in de schade op de planten (Figuur 9.12).

Figuur 9.10 Gemiddeld aantal volwassen trips op de vangplaat op verschillende tijdstippen na het aanbrengen van geurbronnen. Verschillende letters in de staven geven significante verschillen tussen de behandelingen weer (Fisher's LSD, $p < 0.05$).

Figuur 9.11 Gemiddeld ($\pm$ SE) aantal tripslarven op de vangplaat 9 dagen na het introduceren van trips (A) en het gemiddeld aantal tripslarven en volwassen trips op de plant (B). Verschillende letters in of boven de staven geven significante verschillen tussen de behandelingen weer (Fisher's LSD, $p < 0.05$).

Figuur 9.12 Tripsschade op planten met Lurem (links) en planten zonder toegediende geurstof (rechts).

9.4 Discussie en conclusies

Bij de selectie van geuren in windtunneltesten zijn 5 geuren naar voren gekomen die trips kunnen activeren, namelijk: Lurem, rozemarijolie, citroengrasolie, zwarte-peperolie, en de bloemgeur p-anisaldehyde. Lavendel kon trips ook activeren, maar bij hoge doseringen had het weer een kalmerend effect op de volwassen trips. Het blenden van citroengras en rozemarijn had geen versterkend effect op tripsactivatie. De testen laten ook zien dat het veel lastiger is om trips uit bloemen te activeren dan trips vanaf een bladpons. Voor bloemen waren veel hogere doseringen nodig en zwarte-peperolie en p-anisaldehyde hadden bij bloemen helemaal geen effect op trips.

Verrassend genoeg bleken de geuren een andere werking te hebben op tripslarven. Lurem, zwarte peper en in minder mate rozemarijn hadden, in tegenstelling tot de volwassen tripsen, een kalmerend effect op tripslarven. In de kasproef met trips is naar het gecombineerde effect op volwassen trips en tripslarven gekeken. Opvallend was dat Lurem juist leidde tot verminderde vangsten op de vangplaat en meer tripslarven op de plant met daarbij ook meer tripsschade. Deze geur is dus niet aan te bevelen als activeringsstof voor een push-pull systeem. De reden van dit gevonden effect is niet helemaal duidelijk. In de windtunneltesten was er een duidelijke activering van adulten te zien, maar misschien is de werking op een plant maar van korte duur, zodat er gewenning optreedt en de stof uiteindelijk misschien wel een lokstof wordt die trips langer vasthoudt op het gewas. De hoeveelheid gevangen trips op de vangplaten bij de andere geteste repellente geuren was niet significant hoger dan bij onbehandeld. Ook bij onbehandeld werd veel trips gevangen, dus mogelijk kon een repellente werking daarom moeilijk worden aangetoond. Er was wel een trend te zien van hogere vangsten bij de bloemgeur P-anisaldehyde. Rozemarijn had in deze proef geen effect, terwijl in de windtunneltesten deze stof een zeer constant effect had op trips. In het onderzoek hierop volgend (zie hoofdstuk 11) is gekeken of deze stoffen de effectiviteit van biologische en chemische gewasbeschermingsmiddelen kan verhogen.

10 Effecten van klimaat op gedrag trips

10.1 Inleiding

Bij de bestrijding van trips is het essentieel te begrijpen hoe trips zich gedraagt in een gewas en op welke prikkels wordt gereageerd. Om trips effectief te kunnen bestrijden door ze massaal weg te vangen ("mass trapping") en/of ze chemisch en biologisch te bestrijden is het belangrijk om te weten onder welke omstandigheden ze actief opvliegen of in beweging komen. Veel factoren kunnen de activiteit en het vlieggedrag van trips beïnvloeden, inclusief weersfactoren als lichtintensiteit, luchtdruk, luchtstromingen, temperatuur en luchtvochtigheid, het tijdstip van de dag en bepaalde geurstoffen. Verder is het vaak onduidelijk hoe het opvlieggedrag van trips afhangt van het soort gewas, en het gewasstadium (o.a. invloed schuilplekken voor trips). Met meer fundamentele kennis over het vlieggedrag van trips kunnen "mass trapping" technieken, maar ook chemische/biologische bestrijding, gericht worden ingezet, in een "activate and catch" of "activate and kill" strategie. Uit de literatuur is volgende bekend over het effect van klimaat op de vliegactiviteit van trips:

- Temperatuur: Optimum temperatuur voor vliegactiviteit is 28°C. Onder de 20 en boven de 36°C is er nauwelijks activiteit (Liang *et al.* 2010; Shipp and Zhang, 1999).
- Luchtvochtigheid: Optimum luchtvochtigheid voor vliegactiviteit is 70%, bij 90% RV is er nagenoeg geen activiteit meer (Liang *et al.* 2010). Shipp en Zhang (1999) hebben een wiskundig model ontwikkeld om het effect van temperatuur en luchtvochtigheid op de activiteit van trips in te schatten.
- Licht: Trips vlieg niet in het donker. Het optimum ligt bij een lichtintensiteit tussen de 4000 en 6000 lux (Liang *et al.* 2010). Verder leek trips zich minder ver te verplaatsen onder kasdekmaterialen die UV-licht tegenhouden (Kigathi and Poehling, 2012). In een keuzetest werd ook meer trips teruggevangen in tunnels gemaakt van UV-doorlatend materiaal dan in tunnels met UV-absorberend materiaal (Kigathi and Poehling, 2012).
- Luchtdruk: hiervan is nog weinig bekend. Wel is er vaak gesuggereerd dat er voor bepaalde tripssoorten een link is tussen migratiegedrag en onweer, maar dit is nog nooit goed onderzocht. Wetenschapper William Kirk van Keel University denkt dat trips niet kan vliegen wanneer de lucht bij onweer elektrisch geladen is, waardoor trips massaal landt voor een onweersbui. Dit is vooral waargenomen bij graantripsen, maar nooit goed onderzocht.
- Windsnelheid: trips kunnen tegen de wind invliegen bij een windsnelheid van 0.11 m/s, maar niet meer bij een windsnelheid van 0.22 m/s (Teulon *et al.* 1999). Ook kan windsnelheid een indirecte invloed hebben op het gedrag van trips, doordat het de verdamping van geuren beïnvloedt (e.g. Lurem dat op vangplaten wordt aangebracht (Nielsen, 2013).
- Tijdstip van de dag: Op zonnige dagen zijn er duidelijke pieken van tripsactiviteit in de vroege ochtend (tussen 8 en 10 uur) en in middag (tussen 14 en 16 uur). Op bewolkte dagen zijn er minder duidelijke activiteitspieken gedurende dag, en is de trips tussen 8.00 uur en 16.00 uur actiever dan 's nachts (Liang *et al.* 2010).

Het effect van klimaat op tripslarven is veel minder onderzocht. In dit onderzoek is daarom beoordeeld in welke mate licht en RV de activiteit van tripslarven beïnvloedt.

10.2 Materiaal en methoden

10.2.1 Effect van licht en RV op activiteit van tripslarven

Het effect van licht en RV op de activiteit van tripslarven is indirect bepaald door activiteit te koppelen aan vraatschade. Schade is gemeten door op paprikabladdonsen (diameter 10 cm) 10 larven van het tweede larvale stadium te plaatsen en door de vraatschade te meten die gedurende 24 uur is ontstaan bij 25°C in een klimaatcel met 24 uur belichting per dag of complete duisternis. Met deze opzet zijn de volgende behandelingen in 6 herhalingen getest:

- RV 34% licht.
- RV 34% donker.
- RV 64% licht.
- RV 64% donker.
- RV 94% licht.
- RV 94% donker.

Het oppervlakte met bladschade werd vervolgens met beeldverwerking geanalyseerd met Image J Fiji en Ilastik.

10.3 Resultaten

Luchtvochtigheid had geen effect op de hoeveelheid vraat door tripslarven. Dit lijkt dus geen effect te hebben op de activiteit. Licht had daarentegen een sterk effect op activiteit. Bij alle drie de luchtvochtigheden werd gemiddeld 40% meer vraat waargenomen in het licht dan bij de behandelingen in het donker (Figuur 10.1). Dit was ook duidelijk visueel te zien op de bladponsen (Figuur 10.2).

Figuur 10.1 Gemiddeld ($\pm$ SE) oppervlakte blad met schade door tripsvraat bij 6 combinatiebehandelingen van licht en RV.

Figuur 10.2 Weergave van bladschade door tripslarven (witte delen) bij 94% RV in het donker (links) en in het licht (rechts).

10.4 Conclusies en discussie

Op basis van literatuur en onze experimenten kunnen we het volgende concluderen:

- Trips vliegt niet in het donker of bij zeer hoge RV.
- Meeste vliegactiviteit is er op een bewolkte dag bij 28°C.
- Op een zonnige dag is er een piek in vliegactiviteit in de ochtend en namiddag.
- In het donker vreten larven en adulten minder en is er minder activiteit (beweeglijkheid).
- RV binnen de range van 34-95% heeft geen invloed op vraatgedrag van larven.

11 Gedragsmanipulatie en bestrijding

11.1 Inleiding

De bestrijding van trips met predatoren, biologische middelen of chemische middelen staat niet los van het gedrag van trips. De positie van trips in de plant of bodem en de beweeglijkheid van de verschillende tripsstadia bepaalt in welke mate middelen in contact komen met trips. De aanname hierbij is dat hoe actiever tripsen zich bewegen, en hoe minder ze weggekropen zitten op onbereikbare schuilplaatsen in het gewas, hoe groter de kans dat is dat ze worden geraakt door contactmiddelen. Dit gedrag van trips kan door diverse factoren worden beïnvloed: lichtintensiteit, lightspectrum, temperatuur, vocht, luchtdruk, plantarchitectuur, het ontwikkelingsstadium van de plant en geuren (zie Figuur 11.1, pijlen 3 & 5). De meeste van deze omgevings- of plantfactoren zijn niet makkelijk 'actief' stuurbaar. Het kasklimaat is afhankelijk van zowel het klimaat buiten als van de klimaatinstellingen in de kas. De klimaatinstellingen in de kas zijn echter zo ingesteld dat de gewasgroei geoptimaliseerd wordt (Figuur 11.1, pijl 6), en de speelruimte voor het 'activeren' van trips is veelal beperkt. Wel kan bij het toedienen van contactmiddelen rekening worden gehouden met het moment van de dag waarop de middelen worden toegediend, en met de (verwachte) weersomstandigheden. Daarom is het zinvol om het effect van deze klimaatfactoren op de beweeglijkheid van trips verder te onderzoeken. Tot dusver is er alleen (beperkt) onderzoek gedaan naar de effecten van klimaatfactoren op het vlieggedrag van volwassen tripsen (zie vorige hoofdstuk). Over het effect van klimaatfactoren op de beweeglijkheid van zowel tripslarven als volwassen tripsen is niets bekend. Verder is het zo dat de klimaatfactoren een invloed kunnen hebben op de werking van de bestrijdingsmiddelen (zie Figuur 1, pijl 1), en op de mate waarin een bestrijdingsmiddel schade toebrengt aan het gewas (phytotoxiciteit). Daarom moet bij de keuze van het moment van de dag waarop bestrijdingsmiddelen worden toegediend ook rekening worden gehouden met deze aspecten. Anders dan met de moeilijk stuurbare klimaatfactoren kan het gedrag van trips wel actief worden beïnvloed door het toedienen van geurstoffen. De hoofdvraag binnen dit onderzoek was de volgende:

Kunnen we biologische en chemische middelen efficiënter inzetten door rekening te houden met het gedrag van trips, dan wel door aanpassing van het gedrag van trips?

In windtunnel- en laboratoriumproeven hebben we aangetoond dat een aantal geuren de Californische trips kunnen activeren. Op het juiste moment trips activeren zou de werking van contactmiddelen kunnen verbeteren. Op basis van de eerdere proeven zijn 3 geuren geselecteerd voor verder onderzoek: rozemarijn, Lurem en lemongrass. De contactmiddelen die in overleg met de begeleidingscommissie zijn geselecteerd zijn Winner (werkzame stof formetanaat) en Botanigard, een biologisch middel op basis van de entomopathogene schimmel *Beauveria bassiana*.

Figuur 11.1 Interacties tussen trips, de bestrijdingsmethoden voor trips, de plant en omgeving.

11.2 Materiaal en methode

De effecten van geuren op de bestrijding van trips met Botanigard en Winner zijn getest op potchrysanten van de cv Tapas Time (SVCompany De Lier). Deze geeft heldere gele bloemen die erg aantrekkelijk zijn voor trips. Planten werden verkregen terwijl ze nog in de knopfase waren. Iedere plant bestond uit 3 stekken in een 12 cm pot. De effecten van 3 geuren en 2 middelen op trips zijn afzonderlijk en gecombineerd getest. Inclusief onbehandeld leverde dit de volgende 12 behandelingen op:

- a. Onbehandeld.
- b. Winner.
- c. Botanigard WP.
- d. Lurem.
- e. Lurem + Winner.
- f. Lurem + Botanigard WP.
- g. Lemongrass.
- h. Lemongrass + Winner.
- i. Lemongrass + Botanigard WP.
- j. Rozemarijn.
- k. Rozemarijn + Winner.
- l. Rozemarijn + Botanigard WP.

Per behandeling zijn 4 herhalingen ingezet, wat een totaal aantal van 48 potten gaf. Deze werden geplaatst in een kasafdeling van 24 m², verdeeld over 3 teelttafels. In iedere plant zijn bij het verschijnen van de eerste bloemen (2 weken na levering), 20 volwassen tripsen ingezet, afkomstig van een kweek van trips van dezelfde cultivar. Dit was in week 16 van 2019. Een week later is deze introductie herhaald. Twee weken na de eerste introductie van trips zijn de planten verplaatst naar 4 verschillende kasruimtes om te behandelen met combinaties van geuren en middelen. Hiervoor werd gebruik gemaakt van een insectenkooi van 1 bij 2 bij 2 meter. In deze kooi werd op de bodem een lus van een geperforeerde slang aangebracht waar met behulp van een aquariumpomp een geur kon worden geleid. In de kooi werden 3 compartimenten aangebracht met per compartiment 4 planten voor een behandeling (Figuur 11.2). Per kooi werd één geurbehandeling getest. Na het plaatsen van de 12 planten in een kooi werd gedurende 30 minuten een geurbron aangebracht: onbehandeld, Lurem, lemongrass of rozemarijn. Per geurbron werd 6 ml product op een katoenen "dental roll" aangebracht in een glazenbuis waardoor de lucht met beluchtingsslang liep. Na 30 minuten werden de spuitbehandelingen uitgevoerd. In één compartiment werd water gespoten, in één Botanigard WP en in één Winner. Voor de producten werd een standaard adviesdosering aangehouden van 0,0625% voor Botanigard en 0,03% voor Winner. De planten werden in de namiddag bespoten bij bewolkt weer. De volgende ochtend zijn de planten weer teruggeplaatst in dezelfde kas. Per behandeling zijn de planten in een aparte insectenkooi geplaatst. Vier dagen na de bespuiting zijn de planten bemonsterd. Per plant werden 6 bloemen geplukt en opgeslagen in 70% alcohol. Het aantal tripslarven en volwassen trips per 6 bloemen werd in het laboratorium onder een microscoop geteld. Daarbij werden dode tripsen die waren uitgedroogd niet meegeteld.

Figuur 11.2 Opzet voor het testen van geuren en middelen tegen trips. Links een kooi met 3 compartimenten met op de bodem een slang met kleine gaatjes waardoorheen de geur werd aangebracht. Rechts dezelfde opstelling met planten.

11.3 Resultaten

De drie geteste geuren hadden los van de middelen geen significant effect op de tripsdichtheden in de bloemen (Figuur 11.3A). Winner had in alle gevallen een significant effect op trips. De effectiviteit was niet groter of minder groot in combinatie met een van de geurbronnen (Figuur 11.3B). Bij Botanigard werd er wel een interessant effect gevonden: zonder geurstof was het effect niet significant ten opzichte van onbehandeld, maar in combinatie met rozemarijn was dit wel het geval. Lurem en lemongrass daarentegen gaven geen verbeterde bestrijding van trips (Figuur 11.3C).

Figuur 11.3 Effecten van (A) geuren, (B) Winner met en zonder geuren en (C) Botanigard met en zonder geuren op trips ten opzichte van onbehandeld. De staven geven het gemiddeld ($\pm$) aantal tripslarven en -adulten per 6 bloemen weer. Verschillende letters boven de staven zijn een indicatie voor onderlinge significante verschillen (LSD test, $p < 0.05$).

11.4 Discussie

Voor Botanigard zou de beoordelingstijd idealiter iets langer geduurd moeten hebben om de sporen meer tijd te geven om trips te infecteren. Doordat de bloemkwaliteit snel achteruit ging was dit niet mogelijk. Het kan dus zijn dat het aantal dode trips bij Botanigard iets onderschat is, doordat enkele zieke tripsen als gezond zijn beoordeeld. Desalniettemin hebben we aangetoond dat de bestrijding van trips met Botanigard verbeterd kon worden met rozemarijn. Waarom dit niet het geval was bij Winner is onbekend. Beide middelen zijn immers contactmiddelen. Het zou kunnen dat Winner meer effect heeft op de larven dan adulten van trips. In dat geval is er weinig effect van rozemarijn en lurem te verwachten, omdat deze geuren alleen de adulten activeren en de larven juist deactiveren. Botanigard daarentegen is met name effectief tegen de volwassen trips, waardoor een geurstof dus meer effect kan hebben.

Het lijkt dus interessant om rozemarijn in de praktijk toe te passen in combinatie met een bespuiting van Botanigard. De geurstoffen zouden via de CO₂-darmen kunnen worden aangebracht in het gewas.

Literatuur

- Abdullah, Z.S., Greenfield, B.P.J., Ficken, K.J., Taylor, J.W.D., Wood, M., Butt, T.M., 2015.
A new attractant for monitoring western flower thrips, *Frankliniella occidentalis* in protected crops. SpringerPlus 4:89.
- Akutse, K.S., Maniania, N.K., Fiaboe, K.K.M., Van den Berg, J., Ekesi, S., 2013.
Endophytic colonization of *Vicia faba* and *Phaseolus vulgaris* (Fabaceae) by fungal pathogens and their effects on the life-history parameters of *Liriomyza huidobrensis* (Diptera: Agromyzidae). Fungal Ecology 6, 293-301.
- Berndt, O., Poehling, H.M., Meyhofer, R., 2004.
Predation capacity of two predatory laelapid mites on soil-dwelling thrips stages. Entomologia Experimentalis Et Applicata 112, 107-115.
- Bonte, J., de Walle, A.V., Conlong, D., De Clercq, 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.
- Chen, T.Y., Chu, C.C., Fitzgerald, G., Natwick, E.T., Henneberry, T.J., 2004.
Trap evaluations for thrips (Thysanoptera : Thripidae) and hoverflies (Diptera : Syrphidae). Environmental Entomology 33, 1416-1420.
- Davidson, M.M., Nielsen, M.C., Butler, R.C., Castane, C., Alomar, O., Riudavets, J., Teulon, D.A.J., 2015.
Can semiochemicals attract both western flower thrips and their anthocorid predators? Entomologia Experimentalis Et Applicata 155, 54-63.
- De Jager, C.M., Butot, R.P.T., Klinkhamer, P.G.L., deJong, T.J., Wolff, K., vanderMeijden, E., 1995.
Genetic variation in chrysanthemum for resistance to *Frankliniella occidentalis*. Entomologia Experimentalis Et Applicata 77, 277-287.
- Egger, B., Spangl, B., Koschier, E.H., 2014.
Habituation in *Frankliniella occidentalis* to deterrent plant compounds and their blends. Entomologia Experimentalis Et Applicata 151, 231-238.
- Gonzalez, F., Tkaczuk, C., Dinu, M.M., Fiedler, Z., Vidal, S., Zchori-Fein, E., Messelink, G.J., 2016.
New opportunities for the integration of microorganisms into biological pest control systems in greenhouse crops. Journal of Pest Science 89, 295-311.
- Grosman, A., Messelink, G., Groot, E.d., 2011.
Combined use of a mulch layer and the soil-dwelling predatory mite *Macrocheles robustulus* (Berlese) enhance the biological control of sciarids in potted plants. IOBC/WPRS Bulletin 68, 51-54.
- 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 Greenhouse Horticulture.
- Hamilton, J.G.C., Hall, D.R., Kirk, W.D.J., 2005.
Identification of a male-produced aggregation pheromone in the western flower thrips *Frankliniella occidentalis*. Journal of Chemical Ecology 31, 1369-1379.
- Hoddle, M.S., Jones, J., Oishi, K., Morgan, D., Robinson, L., 2001.
Evaluation of diets for the development and reproduction of *Frankliniella orizabensis* (Thysanoptera : Aeolothripidae). Bulletin of Entomological Research 91, 273-280.
- 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.
- Jaber, L.R., Enkerli, J., 2016.
Effect of seed treatment duration on growth and colonization of *Vicia faba* by endophytic *Beauveria bassiana* and *Metarhizium brunneum*. Biological Control 103, 187-195.
- Kigathi, R., Poehling, H.M., 2012.
UV-absorbing films and nets affect the dispersal of western flower thrips, *Frankliniella occidentalis* (Thysanoptera: Thripidae). Journal of Applied Entomology 136, 761-771.
- Koschier, E.H., Sedy, K.A., Novak, J., 2002.
Influence of plant volatiles on feeding damage caused by the onion thrips *Thrips tabaci*. Crop Protection 21, 419-425.

- Leman, A., Messelink, G.J., 2015.
Supplemental food that supports both predator and pest: A risk for biological control? *Experimental and Applied Acarology* 65, 511-524.
- Liang, X.H., Lei, Z.R., Wen, J.Z., Zhu, M.L., 2010.
The diurnal flight activity and influential factors of *Frankliniella occidentalis* in the greenhouse. *Insect Science* 17, 535-541.
- MacDonald, K.M., Hamilton, J.G.C., Jacobson, R., Kirk, W.D.J., 2002.
Effects of alarm pheromone on landing and take-off by adult western flower thrips. *Entomologia Experimentalis Et Applicata* 103, 279-282.
- Mainali, B.P., Lim, U.T., 2010.
Circular yellow sticky trap with black background enhances attraction of *Frankliniella occidentalis* (Pergande) (Thysanoptera: Thripidae). *Applied Entomology and Zoology* 45, 207-213.
- Mainali, B.P., Lim, U.T., 2011.
Behavioral Response of Western Flower Thrips to Visual and Olfactory Cues. *Journal of Insect Behavior* 24, 436-446.
- Makabe, T., Futamura, T., Noudomi, T., Wakakuwa, M., Arikawa, K., 2014.
Phototaxis of western flower thrips, *Frankliniella occidentalis* and onion thrips, *Thrips tabaci* and the possibility of controlling thrips using ultraviolet-emitting trap in the greenhouse of Satsuma Mandarin (Citrus unshiu). *Japanese Journal of Applied Entomology and Zoology* 58, 187-195.
- Martinuz, A., Schouten, A., Menjivar, R.D., Sikora, R.A., 2012.
Effectiveness of systemic resistance toward *Aphis gossypii* (Hom., Aphididae) as induced by combined applications of the endophytes *Fusarium oxysporum* Fo162 and *Rhizobium etli* G12. *Biological Control* 62, 206 -212
- Matteson, N.A., Terry, L.I., 1992.
Response to color by male and female *Frankliniella occidentalis* during swarming and non-swarming behavior. *Entomologia Experimentalis Et Applicata* 63, 187-201.
- Messelink, G., van Holstein-Saj, R., 2008.
Improving thrips control by the soil-dwelling predatory mite *Macrocheles robustulus* (Berlese). *IOBC/wprs* 32, 135-138.
- Messelink, G.J., Leman, A., Ghasemzadeh, S., Bloemhard, C.M.J., van Holstein-Saj, R., Vijverberg, R., Muñoz-Cárdenos, 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, Bleiswijk, pp. 98.
- Mound, L.A., Reynaud, P., 2005.
Frankliniella; a pantropical Thysanoptera genus of ant-mimicking obligate predators (Aeolothripidae). *Zootaxa*, 1-16.
- Muvea, A.M., Meyhöfer, R., Subramanian, S., Poehling, H.-M., Ekesi, E., Maniania, N.K., 2014.
Colonization of onions by endophytic fungi and their impacts on the biology of *Thrips tabaci* *PLOSone* 9, 1-7.
- Natwick, E.T., Byers, J.A., Chu, C.C., Lopez, M., Henneberry, T.J., 2007.
Early detection and mass trapping of *Frankliniella occidentalis* and *Thrips tabaci* in vegetable crops. *Southwestern Entomologist* 32, 229-238.
- Navarro-Campos, C., Wäckers, F.L., Pekas, A., 2016.
Impact of factitious foods and prey on the oviposition of the predatory mites *Gaeolaelaps aculeifer* and *Stratiolaelaps scimitus* (Acari: Laelapidae). *Experimental and Applied Acarology*, 1-10.
- Nielsen, M.C., 2013.
Factors Affecting the Response of Thrips to an Olfactory Cue. Lincoln University, New Zealand, pp. 314 pp.
- Parsa, S., Ortiz, V., Vega, F.E., 2013.
Establishing fungal entomopathogens as endophytes: Towards endophytic biological control. e50360.
- Ramakers, P.M.J., Van den Meiracker, R.A.F., Mulder, S., 2000.
Predatory thrips as thrips predators. *Mededelingen van de Faculteit Landbouwwetenschappen, Rijksuniversiteit Gent* 65, 343-350.
- Rodriguez, R.J., White, J.F., Arnold, A.E., Redman, R.S., 2009.
Fungal endophytes: diversity and functional roles. *New Phytologist* 182, 314-330.
- Schouten, A., 2016.
Mechanisms involved in nematode control by endophytic fungi. In: Leach, J.E., Lindow, S., Eds.), *Annual Review of Phytopathology*, Vol 54. Annual Reviews, Palo Alto, pp. 121-142.

- Shipp, J.L., Zhang, Y., 1999.
Using greenhouse microclimate to improve the efficacy of insecticide application for *Frankliniella occidentalis* (Thysanoptera : Thripidae). *Journal of Economic Entomology* 92, 201-206.
- Teulon, D.A.J., Hollister, B., Butler, R.C., Cameron, E.A., 1999.
Colour and odour responses of flying western flower thrips: wind tunnel and greenhouse experiments. *Entomologia Experimentalis Et Applicata* 93, 9-19.
- Van Tol, R., James, D.E., de Kogel, W.J., Teulon, D.A.J., 2007.
Plant odours with potential for a push-pull strategy to control the onion thrips, *Thrips tabaci*. *Entomologia Experimentalis Et Applicata* 122, 69-76.
- Van Tol, R.W.H.M., de Bruin, A., Butler, R.C., Davidson, M.M., Teulon, D.A.J., de Kogel, W.J., 2012.
Methyl isonicotinate induces increased walking and take-off behaviour in western flower thrips, *Frankliniella occidentalis*. *Entomologia Experimentalis Et Applicata* 142, 181-190.
- Vangansbeke, D., Nguyen, D.T., Audenaert, J., Verhoeven, R., Gobin, B., Tirry, L., De Clercq, P., 2016.
Supplemental food for *Amblyseius swirskii* in the control of thrips: feeding friend or foe? *Pest Management Science* 72, 466-473.
- Vega, F.E., Goettel, M.S., Blackwell, M., Chandler, D., Jackson, M.A., Keller, S., Koike, M., Maniania, N.K., Monzon, A., Ownley, B.H., Pell, J.K., Rangel, D.E.N., Roy, H.E., 2009.
Fungal entomopathogens: new insights on their ecology. *Fungal Ecology* 2, 149-159.
- Vidal, S., Jaber, L.R., 2015.
Entomopathogenic fungi as endophytes: plant-endophyte-herbivore interactions and prospects for use in biological control. *Current Science* 109, 46-54.
- 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.
- Waller, F., Achatz, B., Baltruschat, H., Fodor, J., Becker, K., Fischer, M., Heier, T., Huckelhoven, R., Neumann, C., Von Wettstein, D., Franken, P., Kogel, K.H., 2005.
The endophytic fungus *Piriformospora indica* reprograms barley to salt-stress tolerance, disease resistance, and higher yield. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* 102, 13386-13391.
- Wilson, D., 1995.
Endophyte: The evolution of a term, and clarification of its use and definition. *Oikos* 73, 274-276.

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 GTB-895

De missie van Wageningen University & Research is 'To explore the potential of nature to improve the quality of life'. Binnen Wageningen University & Research bundelen Wageningen University en gespecialiseerde onderzoeksinstituten van Stichting Wageningen Research hun krachten om bij te dragen aan de oplossing van belangrijke vragen in het domein van gezonde voeding en leefomgeving. Met ongeveer 30 vestigingen, 5.000 medewerkers en 10.000 studenten behoort Wageningen University & Research wereldwijd tot de aansprekende kennisinstellingen binnen haar domein. De integrale benadering van de vraagstukken en de samenwerking tussen verschillende disciplines vormen het hart van de unieke Wageningen aanpak.