



Een systeembenadering voor onderzoek aan tripsbestrijding in de sierteelt onder glas

Een visiedocument vanuit onderzoek en praktijk

Gerben Messelink¹ en Willem-Jan de Kogel²

¹Wageningen UR Glastuinbouw ²Plant Research International



Abstract NL

De Californische trips, *Frankliniella occidentalis*, is een van de grootste problemen in de sierteelt onder glas. Vanwege de sierwaarde van bloemen en potplanten worden maar zeer lage dichtheden van trips getolereerd. Dit maakt de biologische bestrijding erg lastig omdat de effecten hiervan vaak onvoldoende zijn om deze zeer lage tripsniveaus te halen. Verder hebben veel bestrijders, zoals roofmijten en roofwantsen, moeite om zich goed te vestigen in sierteeltgewassen. Het aantal selectieve chemische middelen is zeer beperkt. Middelen worden daardoor al snel te intensief gebruikt waardoor resistentie ontstaat en ze niet meer werken. Inzet van breedwerkende chemische middelen is niet wenselijk, omdat dit de biologische bestrijding van andere plagen zoals spint en wittevlug verstoort. Om tot verbetering van bestrijding te komen is het belangrijk nieuwe beheersstrategieën te ontwikkelen vanuit een systeemaanpak waarbij maatregelen zoveel mogelijk complementair zijn. In dit rapport geeft zijn de knelpunten bij de bestrijding van trips beschreven en worden aanbevelingen gedaan voor verder onderzoek om tot een beter systeem van beheersing te komen. De aanbevelingen zijn ondergebracht in 4 strategische lijnen die beschreven zijn in de PPS (Publiek-Private Samenwerking) "Het nieuwe doen in plantgezondheid", namelijk (1) weerbaar gewas, (2) robuuste weerbare teeltsystemen, (3) slimme en innovatieve technologieën en (4) effectief duurzaam middelenpakket.

© 2012 Wageningen, Stichting Dienst Landbouwkundig Onderzoek (DLO) onderzoeksinstituut Wageningen UR Glastuinbouw.

Wageningen UR Glastuinbouw

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

Inhoudsopgave

Bijlage I	Samenvatting	5
1	Aanleiding en werkwijze	7
2	Methoden vanuit onderzoek en praktijk voor de bestrijding van trips	9
2.1	Roofmijten	9
2.2	Roofwantsen	10
2.3	Bodempredatoren	11
2.4	Sluipwespen	11
2.5	Entomopathogene schimmels	11
2.6	Insectenparasitaire aaltjes	12
2.7	Insecticiden van chemische en natuurlijke oorsprong	13
2.8	Gedragsbeïnvloedende stoffen	13
2.9	Weerbare planten	14
3	Knelpunten bij de bestrijding van trips	15
4	Een praktisch stappenplan voor tripsbestrijding	17
5	Het Nieuwe Doen in de plantgezondheid	19
5.1	Mogelijke onderzoeksrichtingen en kennishiaten	19
5.1.1	Weerbaar gewas	19
5.1.2	Robuuste weerbare teeltsystemen	20
5.1.3	Slimme en innovatieve technologieën	22
5.1.4	Effectief duurzaam middelenpakket	22
5.2	Aanbevelingen voor systeemintegratie	23
5.3	Conclusie en aanbevelingen	23
6	Referenties	25

Samenvatting

De Californische trips, *Frankliniella occidentalis*, is een belangrijk plaagorganisme in de glastuinbouw. De biologische bestrijding van deze plaag is in de groenteteelt redelijk succesvol, maar in de sierteelt onder glas loopt zowel de chemische als biologische bestrijding om verschillende redenen moeizaam. Vanwege de sierwaarde van bloemen en potplanten worden maar zeer lage dichtheden van trips getolereerd. In sommige teelten is het door trips overdraagbare virus TSWV een groot risico. Verder zijn veel cultivars ook nog eens erg gevoelig voor trips en is er snel bloemschade. Dit maakt de biologische bestrijding erg lastig omdat de effecten hiervan vaak onvoldoende zijn om deze zeer lage tripsniveaus te halen. Verder hebben veel bestrijders, zoals roofmijten en roofwantsen, moeite om zich goed te vestigen in sierteeltgewassen. Het aantal selectieve chemische middelen is zeer beperkt. Middelen worden daardoor al snel te intensief gebruikt waardoor resistentie ontstaat en ze niet meer werken. Inzet van breedwerkende chemische middelen is niet wenselijk, omdat dit de biologische bestrijding van andere plagen zoals spint en wittevlug verstoort.

Om tot verbetering van bestrijding te komen is het belangrijk nieuwe beheersstrategieën te ontwikkelen vanuit een systeemaanpak waarbij maatregelen zoveel mogelijk complementair zijn. In dit rapport geeft zijn de knelpunten bij de bestrijding van trips beschreven en worden aanbevelingen gedaan voor verder onderzoek om tot een beter systeem van beheersing te komen. De aanbevelingen zijn ondergebracht in 4 strategische lijnen die beschreven zijn in de PPS (Publiek-Private Samenwerking) "Het nieuwe doen in plantgezondheid", namelijk (1) weerbaar gewas, (2) robuuste weerbare teeltsystemen, (3) slimme en innovatieve technologieën en (4) effectief duurzaam middelenpakket. Het is aan te bevelen om deze 4 lijnen zo concreet mogelijk uit te werken voor het totale ziekte- en plaagcomplex voor de belangrijkste gewassen en dit te integreren met onderzoek dat zich op energiebesparing en teeltoptimalisatie richt. Daarnaast kunnen technieken worden ontwikkeld die de bestrijding van trips verbeteren die breed toepasbaar zijn in verschillende teeltsystemen, zoals het ontwikkelen van een "standing army" en slimme technieken om ze weg te vangen, te manipuleren en selectief te bestrijden.

1 Aanleiding en werkwijze

De Californische trips, *Frankliniella occidentalis*, is een belangrijk plaagorganisme in de glastuinbouw. De biologische bestrijding van deze plaag is in de groenteteelt redelijk succesvol, maar in de sierteelt onder glas loopt zowel de chemische als biologische bestrijding om verschillende redenen moeizaam. Vanwege de sierwaarde van bloemen en potplanten worden maar zeer lage dichtheden van trips getolereerd. In sommige teelten is het door trips overdraagbare virus TSWV een groot risico. Verder zijn veel cultivars ook nog eens erg gevoelig voor trips en is er snel bloemschade. Dit maakt de biologische bestrijding erg lastig omdat de effecten hiervan vaak onvoldoende zijn om deze zeer lage tripsniveaus te halen. Verder hebben veel bestrijders, zoals roofmijten en roofwantsen, moeite om zich goed te vestigen in sierteeltgewassen. Het aantal selectieve chemische middelen is zeer beperkt. Middelen worden daardoor al snel te intensief gebruikt waardoor resistentie ontstaat en ze niet meer werken. Inzet van breedwerkende chemische middelen is niet wenselijk, omdat dit de biologische bestrijding van andere plagen zoals spint en wittevlieg verstoort.

Om tot verbetering van bestrijding te komen is het belangrijk dat nieuwe bestrijdingsprogramma's worden ontwikkeld. Recent is de PPS "het nieuwe doen in plantgezondheid" verschenen waarin wordt voorgesteld om toekomstig plantgezondheidsonderzoek te ontwikkelen vanuit de volgende 4 velden:

1. weerbaar gewas
2. obuuste weerbare teeltsystemen
3. slimme en innovatieve technologieën
4. effectief duurzaam middelenpakket.

Het is zinvol te kijken hoe deze benadering zich concreet vertaalt naar onderzoekslijnen voor de bestrijding van trips in de glastuinbouw. Het doel van deze consultancy-opdracht is een systeemaanpak te ontwikkelen voor onderzoek aan trips in de glastuinbouw, waardoor de kans op innovatieve oplossingen voor de bestrijding van trips wordt verhoogd.

De aanbevelingen voor zo'n systeemaanpak worden opgeschreven in een visiedocument dat de volgende zaken presenteert:

- Overzicht van relevant eerder onderzoek aan trips en huidige methoden van bestrijding
- Beschrijving van knelpunten en ontbrekende kennis en maatregelen
- Aanbevelingen voor een systeembenadering bij tripsbestrijding op basis van de huidige kennis, uitgewerkt in een concreet stappenplan
- Onderzoeksrichtingen voor tripsbestrijding die passen binnen de kaders van de PPS "het nieuwe doen in de plantgezondheid"
- Aanbevelingen voor onderzoekslijnen die complementair zijn bij een systeemaanpak van tripsbestrijding

In de hoofdstukken hieronder zullen deze stappen één voor één behandeld worden.

2 Methoden vanuit onderzoek en praktijk voor de bestrijding van trips

2.1 Roofmijten

Kort na 1980 werden voor het eerst grootschalig roofmijten uitgezet in de glastuinbouw voor de bestrijding van de tabakstrips, *Thrips tabaci*, en later de Californische trips, *Frankliniella occidentalis*. In paprika werden goede resultaten behaald met *Neoseiulus cucumeris* (Ramakers, 1980). Deze roofmijten behoren tot de phytoseiden en voeden zich voornamelijk met de eerste larvale stadia van trips. Van Rijn *et al.* (1999) vonden in kasproeven met komkommer dat voornamelijk de aanwezigheid van pollen bepalend is voor het succesvol vestigen van roofmijtpopulaties. In bloeiende paprikaplanten is voldoende pollen aanwezig, terwijl commerciële komkommerplanten parthenocarp zijn (vruchtontwikkeling uit onbevuchte bloemen) en dus géén stuifmeel produceren. Wanneer bij paprikaplanten bloemetjes werden verwijderd, bleek *N. cucumeris* zich daar dan ook minder goed te vestigen dan in bloeiende paprikaplanten met stuifmeel (Ramakers, 1990). De laatste jaren is het aantal soorten phytoseiden dat commercieel wordt gekweekt enorm toegenomen, mede door de ontdekking dat sommige roofmijten ook effectief witte vlieg kunnen bestrijden (Nomikou *et al.* 2001, Messelink *et al.* 2008). De beschikbare generalistische roofmijten zijn:

- *Neoseiulus barkeri* (sinds 1982)
- *Neoseiulus cucumeris* (sind 1982)
- *Iphiseius degenerans* (sinds 1995)
- *Neoseiulus californicus* (vooral tegen spint, sinds jaren 90)
- *Amblyseius swirskii* (tegen trips en witte vlieg, sinds 2005)
- *Amblyseius andersoni* (vooral tegen spint, sinds 2007)
- *Amblyseius montdorensis* (tegen trips en witte vlieg, sinds 2010)
- *Amblydromalus limonicus* (tegen trips en witte vlieg, sinds 2011)

Verschillende soorten generalistische roofmijten zijn in verschillende gewassen tegen trips getest. Tabel 1. geeft een overzicht en de uitkomsten van deze experimenten.

Tabel 1. Vestiging van roofmijten bij verschillende gewas-plaag combinaties. ? = onbekend, - = slecht, +/- = matig, + is goed, ++ is uitstekend.

gewas-plaag combinatie	A.a.	A.s.	E.o.	I.d.	N.b.	N.c.	A.l.	A.m.	bron
aardbei		+					+		Hoogerbrugge et al. 2011
anthurium	+	+	+	?	-	-	-	?	van der Linden et al. 2009
aubergine	?	++	+/-	+/-	?	+/-	++	?	Messelink & de Groot, 2005
chryasant	+/-	+	?	?	-	+/-	++	++	Beerling et al. 2008, van der Linden et al. 2013
komkommer	?	++	+	+/-	-	+/-	++	?	Messelink et al. 2005, 2006
paprika	+	++	?	++	?	+	?	?	Bolckmans et al. 2005
potanthurium	+	+	+	?	-	-	?	?	van der Linden et al. 2011
Cal. trips roos	+/-	+	+	?	?	+/-	++	+/-	Pijnakker & Ramakers, 2008a+b; Pijnakker & Leman, 2011
mix plagen aubergine	?	++	?	?	?	?	++	++	Messelink et al. 2011

A.a. = *A. andersoni*, A.s. = *A. swirskii*, E.o. = *E. ovalis*, I.d. = *I. degenerans*, N.b. = *N. barkeri*, N.c. = *N. cucumeris*, A.l. = *T. limonicus*, A.m. = *T. montdorensis*.

Het probleem met roofmijten in veel gewassen is de slechte vestiging bij lage plaagdichtheden. Roofmijten hebben simpelweg voedsel nodig om te kunnen overleven. Bepaalde roofmijten, waaronder de Euseius-soorten, hebben het voordeel dat ze ook van plantsappen kunnen leven (Adar *et al.* 2012) en zich daardoor makkelijker vestigen in niet-bloeiende gewassen met lage prooidichtheden. Echter, er zijn tot nu toe nog geen goede kweekmethoden beschikbaar om deze roofmijten massaal en goedkoop te kweken, waardoor de commerciële toepassing beperkt blijft. Een andere methode om vestiging van roofmijten te verbeteren is het toepassen van “food sprays”. De eerste resultaten voor deze technieken zijn veelbelovend (Messelink *et al.* 2009).

2.2 Roofwantsen

In de jaren 90 zijn verschillende roofwantsen van het genus *Orius* (familie Anthocoridae) getest als bestrijders van trips. Deze roofwantsen bestrijden zowel larven als volwassen tripsen. In eerste instantie werd vooral gewerkt met de Noord-Amerikaanse soort *Orius insidiosus* (van den Meiracker & Ramakers, 1991). Later is deze soort vergeleken met de soorten *Orius laevigatus*, *Orius majusculus*, *Orius niger* en *Orius albidipennis* (Dissevelt *et al.* 1995). De soort *O. laevigatus* was makkelijk te kweken en bleek zich het snelt te ontwikkelen in gewassen, met name in paprika. Sinds die tijd wordt deze roofwants wereldwijd toegepast in dit gewas voor de bestrijding van trips. Het grote succes is vooral te danken aan het feit dat paprika voortdurend bloeit en stuifmeel produceert waarmee deze wantsen zich kunnen voeden. Deze wantsen worden niet voor niets ook wel bloemwantsen genoemd. In gewassen waar geen stuifmeel aanwezig is, kunnen deze wantsen zich dan ook nauwelijks vestigen. Dit kan in sommige gevallen ondervangen worden door bloeiende planten aan te bieden die stuifmeel produceren. Dit biedt perspectief voor teelten als chryasant waar bijvoorbeeld met bloeiende sierpeperplanten populaties *Orius* in stand worden gehouden. Dit zijn dan zogenaamde “bankerplanten” (Huang *et al.* 2011). De roofwants *Orius majusculus* lijkt ook perspectief te bieden voor tripsbestrijding in de sierteelt, maar deze soort kan zich niet goed voortplanten op stuifmeel waardoor bankerplanten niet geschikt zijn (Pumarino & Alomar, 2012; van der Linden *et al.* 2013).

Naast Anthocoridae kunnen ook roofwantsen van andere families trips bestrijden, zoals soorten van Miridae. Dit zijn omnivore predatoren die zowel van plantsap als prooien leven. Een bekende soort is *Macrolophus pygmaeus* die vooral in

tomaat en aubergine wordt ingezet voor de bestrijding van spint en wittevlieg. Veel van dit soort roofwantsen eten allerlei prooien, waaronder trips (Riudavets & Castañé, 1998). In gerbera is in het verleden geëxperimenteerd met loslatingen van *M. pygmaeus*, maar deze wants bleek ook bloemschade te geven. Het is niet bekend of andere roofwantsen van deze familie dat ook doen. Tot nu toe worden geen roofwantsen van de Miridae in de sierteelt ingezet en op beperkte schaal roofwantsen van de Anthocoridae.

2.3 Bodempredatoren

De californische trips verlaat in veel gevallen de plant om in de bodem te verpoppen. De pre-poppen en poppen in de bodem kunnen een prooi zijn voor allerlei bodempredatoren waaronder bodemroofmijten en kortschildkevers. Momenteel zijn de volgende soorten commercieel beschikbaar:

- *Gaeolaelaps aculeifer* (voorheen *Hypoaspis aculeifer*), bodemroofmijt
- *Stratiolaelaps scimitus* (voorheen *Hypoaspis miles*), bodemroofmijt
- *Macrocheles robustulus*, bodemroofmijt
- *Atheta coriaria*, roofkever

Bij een vergelijking van bodemroofmijten bleek de nieuwe soort *M. robustulus* effectiever trips te bestrijden dan *G. aculeifer* en *S. scimitus* (Messelink & van Holstein-Saj., 2008). In Canada is onderzocht wat de bijdrage van de kortschildkever *A. coriaria* kan zijn aan de bestrijding van trips (Carney *et al.* 2002). Hoewel de effecten van deze bodempredatoren onder gecontroleerde omstandigheden aanzienlijk is, valt de bestrijding in de praktijk soms tegen. Het effect van bodempredatoren op trips kan beperkt zijn indien niet alle tripsen verpoppen in de bodem. Wanneer er bloemknoppen aanwezig zijn, kruipt een deel van de tripspopulatie in deze knoppen om daar te verpoppen (Buitenhuis & Shipp, 2008). Recent onderzoek uit Australië laat zien dat bij RV's van meer dan 80%, een groot deel van de tripspopulatie op de plant verpopt (Steiner *et al.* 2011). In dat geval hebben bodempredatoren waarschijnlijk weinig effect op trips.

In veel grondgebonden teelten, zoals chrysanth, zijn vaak grote populaties roofvliegen aanwezig die zich voornamelijk voeden met varenrouwmuggen (Sciaridae). In de meeste gevallen gaat het om de soort *Coenosia attenuata*. Telers melden vaak dat de tripsbestrijding beter verloopt wanneer deze roofvliegen aanwezig zijn. Recent onderzoek van Wageningen UR Glastuinbouw heeft echter laten zien dat er weinig bewijs is dat de volwassen vliegen een effect hebben op volwassen tripsen. De tripsen zijn waarschijnlijk te klein en vliegen te weinig om een geschikte prooi te zijn. Wel is aangetoond dat de larven van roofvliegen zich in de bodem kunnen voeden met tripspoppen. De bijdrage aan de bestrijding van trips is waarschijnlijk minimaal. Hoge dichtheden van roofvliegen zijn waarschijnlijk een goede indicatie van veel bodemleven en met veel bodempredatoren zoals roofmijten en roofkevers die trips kunnen bestrijden.

2.4 Sluipwespen

In de jaren 90 is in Nederland uitgebreid onderzoek gedaan aan de mogelijkheden van biologische bestrijding van trips met sluipwespen (Loomans *et al.* 1995). De meest voorkomende soorten in de natuur zijn de solitaire sluipwespen *Ceranisus americanus* en *Ceranisus menes*. Beide soorten parasiteren de larven van trips. Uit ieder geparasiteerde tripslarf komt weer één nieuwe sluipwesp. De werking van deze sluipwespen viel echter tegen in kasproeven met trips in paprika, komkommer, roos en potplanten. De parasiteringspercentages bleven altijd zeer laag en de sluipwespen konden zich maar zeer beperkt verspreiden in kassen. De producenten van natuurlijke vijanden hebben daarom nooit commerciële massaproducties opgezet van deze sluipwespen.

2.5 Entomopathogene schimmels

Entomopathogene schimmels zijn schimmels die insecten en mijten infecteren en doden. Sommige soorten zijn obligaat en kunnen alleen leven van insecten, zoals de entomophthorales. Specifiek voor trips is bijvoorbeeld de soort *Entomophthora*

thripidium. Echter, doordat deze schimmels zo specifiek zijn, zijn ze ook moeilijk te massaal te produceren. Andere entomopathogene schimmels zijn minder specifiek en kunnen ook op dood materiaal groeien. Op dit moment zijn er 5 isolaten op de markt in Nederland:

- *Lecanicillium* (= *Verticillium*) *lecanii*, Mycotal® van Koppert Biological Systems
- *Metarhizium anisopliae*, BIO1020® van Bayer
- *Beauveria bassiana*, Botanigard® van Certis
- *Beauveria bassiana*, Naturalis® van Belchim
- *Isaria fumosorosea* (= *Paecilomyces fumosoroseus*), PreFéRal® van Biobest

De schimmels kunnen in principe larven, poppen en volwassen tripsen infecteren, maar een recent onderzoek van Wageningen UR Glastuinbouw heeft laten zien dat de larven en poppen van trips maar weinig vatbaar zijn voor de geteste entomopathogene schimmels (Messelink & van Holstein-Saj, 2011). Bij het direct in contact brengen met schimmelsporen werd slechts incidenteel infectie waargenomen. De resultaten komen overeen met eerder onderzoek met vergelijkbare schimmelisolaten. Vestegaard *et al.* (1995) vonden een sterfte van 30% bij het popstadium en 25% bij het larvale stadium, terwijl dezelfde schimmelisolaten tot 100% sterfte bij volwassen tripsen veroorzaakte. In een andere studie van Gerritsen en Wieggers (2000) werd eveneens gevonden dat bij tripslarven (L1) slechts 10-30% stierf na behandeling met schimmelisolaten, terwijl dezelfde isolaten 70-80% sterfte gaven bij volwassen tripsen. Een mogelijke verklaring is dat deze tripsstadia een infectie van een schimmelspore weer kwijtraken bij een vervelling naar het volgende stadium. Aangezien volwassen tripsen niet meer vervellen, lijken deze veel vatbaarder te zijn voor infectie. In het onderzoek van Messelink & van Holstein-Saj stierf na direct contact met de schimmel *Metarhizium anisopliae* 96% van volwassen tripsen. Een preventieve grondbehandeling met deze schimmels in 2 typen grond, had géén meetbaar effect op de overleving van trips in deze gronden. Dit is merkwaardig, omdat de tripsen die in de bodem uit een pop kruipen, opnieuw geïnfecteerd kunnen worden met sporen in de bodem. In een andere studie uit Engeland bleek grond besmet met entomopathogene schimmels zeer effectief tripspoppen te bestrijden. De effecten op tripspoppen lijken dus wisselend te zijn. De meest effectieve bestrijding is te verwachten bij de volwassen tripsen.

2.6 Insectenparasitaire aaltjes

Insectenparasitaire aaltjes, ook wel nematoden genoemd, kunnen insecten parasiteren en doden. Een bekende soort is *Steinernema feltiae*. De natuurlijke habitat van deze aaltjes is de bodem waar allerlei bodemgebonden stadia van insecten kunnen parasiteren. De laatste jaren zijn deze aaltjes ook toegepast als gewasbespuitingen. Omdat ze normaal in de bodem leven is de vochtigheid erg belangrijk. In chrysant zijn goede effecten aangetoond op trips (Beerling & van de Berg, 2005). Er is echter veel discussie over de effectiviteit op de verschillende tripsstadia. Canadees onderzoek heeft aangetoond dat vooral de poppen vatbaar zijn voor infectie en dat de larven en volwassen tripsen door hun beweeglijkheid slecht geïnfecteerd worden (Buitenhuis & Shipp., 2005). Voor de bestrijding van trips is een bodemtoepassing gericht op de tripspoppen waarschijnlijk het meest effectief. In onderzoek is ook aandacht besteed aan aaltjes die gespecialiseerd zijn in de bestrijding van trips, waaronder *Thripinema nicklewoodi*. Deze soort is in staat om bloemknoppen in te kruipen en daar de larven en volwassen tripsen te infecteren. De geïnfecteerde tripsen sterven niet direct, maar worden steriel, waardoor de voortplanting stopt. Hoewel deze soorten veel potentie lijken te hebben (Mason & Heinz, 2002), zijn ze nooit verder vercommercialiseerd tot producten.

2.7 Insecticiden van chemische en natuurlijke oorsprong

Bij pesticiden wordt onderscheid gemaakt tussen chemische middelen en gewasbeschermingsmiddelen van natuurlijke oorsprong (GNO's). Onder deze laatste groep vallen bijvoorbeeld plantextracten, maar ook de entomopathogene schimmels. In Tabel 2 geven we de meest middelen weer die momenteel beschikbaar zijn voor de bestrijding van trips met uitzondering van de entomopathogene schimmels die al eerder benoemd zijn. GNO's hebben meestal een korte werking waardoor ze integreerbaar zijn. Korte na een gewasbehandeling kan weer snel worden gestart met inzet van biologische bestrijders. Het aantal selectieve middelen is beperkt. De meeste chemische middelen hebben veel negatieve effecten op natuurlijke vijanden. Er is in de praktijk een grote behoefte aan aanvullende goedwerkende integreerbare middelen. Zeker nu bij de herregistratie van middelen het aantal toegestane toepassingen van sterk beperkt wordt, is meer afwisseling van middelen gewenst.

Tabel 2. Overzicht van gewasbeschermingsmiddelen van natuurlijke oorsprong (GNO) en chemische middelen die beschikbaar zijn voor de bestrijding van trips onder glas.

GNO's	selectief chemisch middel	breedwerkend chemisch middel
pyrethrinen & piperonylbutoxide (Spruzit)	pyridalyl (Nocturn)	spinosad (Conserve)
azadirachtine (NeemAza)	lufenuron (Match)	abamectin (o.a. Vertimec) thiamethoxam (Actara) methiocarb (Mesurol) esfenvaleraat (Sumicidin) deltamethrin (Decis)

2.8 Gedragsbeïnvloedende stoffen

Insecten maken voor hun oriëntatie gebruik van visuele (kleuren, vormen, contrasten) en olfactorische (aantrekkelijke en afstotende geuren) stimuli. Bekende voorbeelden van het gebruik van olfactorische stimuli voor oriëntatie zijn seksferomonen van motten. Vrouwtjesmotten scheiden bepaalde vluchtige chemische verbindingen (seksferomonen) uit waar de mannetjes op af komen. In de gewasbescherming wordt hiervan gebruik gemaakt. Wanneer de chemische identiteit van een feromoon bekend is, kan het worden gesynthetiseerd en bijvoorbeeld gebruikt worden om de mannetjesmotten in een feromoonval te lokken.

Gedragsbeïnvloedende stoffen kunnen worden onderverdeeld in aantrekkelijke en afstotende (repellente) geuren. Onder de aantrekkelijke geuren vallen:

- Seksferomonen (aantrekkelijk voor 1 van de sexen)
- Aggregatieferomonen (aantrekkelijk voor beide sexen)
- Bepaalde aantrekkelijke waardplantgeuren of andere voedselgerelateerde geuren

Onder afstotende geuren vallen:

- Alarmferomonen
- Bepaalde repellente plantgeuren (vaak geassocieerd met waardplantresistentie)

Voor trips, in het bijzonder voor de californische trips, *F. occidentalis*, zijn de volgende gedragsbeïnvloedende stoffen bekend.

Aantrekkelijke geuren:

- Aggregatieferomoon, aantrekkelijk voor mannetjes en vrouwtjes, commercieel verkrijgbaar als Thripline en Thripher (Hamilton *et al.* 2005).
- Diverse waardplantgeur gerelateerde aantrekkelijke geurstoffen waarvan een commercieel verkrijgbaar als Lurem-TR

(De Kogel & Koschier 2001; Davidson *et al.* 2007, 2008; Koschier *et al.* 2000).

Afstotende geuren:

- Alarmferomoon, stoot op korte afstand af (Teerling *et al.* 1993).
- Diverse (componenten van) plantextracten (Van Tol *et al.* 2007, Koschier 2006, 2008).

Dit soort gedragsbeïnvloedende stoffen kunnen theoretisch voor de volgende beheersstrategieën voor trips gebruikt worden:

- Monitoring en detectie
- Massaal wegvangen
- Lure & kill (infect)
- Activatie van het insect. Bijvoorbeeld om het uit schuilplaatsen te lokken.
- Push & Pull, waarbij lokstoffen worden gebruikt om te lokken en afstotende geuren om weg te jagen.
- Repellent om vestiging van het insect te voorkomen

Monitoring en detectie met Lurem of met het aggregatieferomoon gebeurt in de praktijk. De overige toepassingen worden onderzocht, en soms wordt er door telers in de praktijk mee geëxperimenteerd. Binnen de PPS Plantgezondheid wordt een project Lure&Infect uitgevoerd waarbij volwassen trips naar auto-inoculation devices gelokt worden alwaar ze geïnfecteerd worden met entomopathogene schimmels.

Om het onderzoek naar de verschillende toepassingsmogelijkheden van gedragsbeïnvloedende stoffen verder te stimuleren en coördineren is in 2012 een EU gefinancierd netwerk opgezet dat door Wageningen-UR (WJ de Kogel) wordt gecoördineerd. De naam van dit consortium met partners uit zes landen is "European Australasian Thrips Semiochemical Network".

2.9 Weerbare planten

De gevoeligheid van planten voor trips varieert sterk tussen gewassen, maar ook binnen plantensoorten. Tot nu toe wordt bij de veredeling van planten maar beperkt rekening gehouden met gevoeligheid voor trips. Bij roos en chrysant is de tripsgevoeligheid redelijk goed in kaart gebracht (Sütterlin *et al.* 2005). De tripsgevoeligheid is bij de cultivarkeuze vaak van ondergeschikte rol omdat andere aspecten als kleur en productie zwaarder wegen.

Bemesting speelt ook een grote rol het de gevoeligheid voor trips. In chrysant is aangetoond dat bij hogere stikstofniveaus tripsen zich aanzienlijk sneller ontwikkelen (Messelink & de Kogel, 2005). In de praktijk is de stikstofbemesting hoog vanwege het belang van productie en takgewicht, waardoor het lastig is om met lagere stikstofniveaus tripspopulaties te remmen. Het is verder bekend dat silicium het blad harder maakt, waardoor plagen en ziekten zich minder goed ontwikkelen. Er zijn aanwijzingen dat silicium ook de ontwikkeling van trips kan remmen (Almeida *et al.* 2009)

Een andere manier om de gevoeligheid van planten te beïnvloeden is door resistentie te induceren. Sommige micro-organismen in het wortelmilieu induceren resistentie in planten, zoals *Pseudomonas fluorescens* bacteriën. Er zijn tot nu toe nog geen goede effecten van zulke micro-organismen op trips aangetoond. Er is wel aangetoond dat plantbehandelingen met jasmonzuur, een plantenhormoon dat een rol speelt bij de aanschakeling van de plantenverdediging, de tripsvraat kan reduceren (Thaler *et al.* 2001). Een praktische toepassing van jasmonzuur lijkt niet haalbaar, omdat het ook negatieve effecten kan hebben op de plantengroei.

3 Knelpunten bij de bestrijding van trips

Hoewel trips zeer polyfaag is en in zeer veel verschillende gewassen optreedt, zijn de problemen met bestrijding sterk verschillend per gewas. Dit komt onder andere doordat de ontwikkeling van trips, de vestiging van natuurlijke vijanden, het middelenpakket, de aanwezigheid van andere plagen en ziekten, het klimaat en de plantdichtheid sterk verschilt per gewas. De grootste problemen in de sierteelt onder glas spelen momenteel in alstroemeria, amaryllis, anjer, anthurium (potplant), cyclopa, spathiphyllum, terrasplanten, chrysant en roos. De verschillende knelpunten worden hieronder opgesomd:

1. Roofmijten vestigen zich maar moeizaam in veel gewassen, zoals roos, potplanten en chrysant. Dit komt onder andere door gebrek aan prooi (lage shadedrempel), of door het ontbreken van ovipositieplekken (vooral gladbladige potplanten). Dit wordt nu ondervangen door frequent roofmijten in te zetten.
2. Roofwantsen vestigen zich evenals roofmijten nauwelijks. Dit kan verschillende redenen hebben:
 - a. Het gewas is soms ongeschikt voor eiafzet (roos)
 - b. de teeltduur is te kort voor populatieopbouw (chrysant)
 - c. slechte populatieopbouw doordat veel eieren in bloemstelen worden afgezet en deze worden weggeogst.
 - d. er is gebrek aan voedsel (lage tolerantie plaagdruk), waardoor adulten wegvliegen
3. Beperkte werking van parasitaire aaltjes: werkt vooral tegen minder bewegelijke stadia (poppen) en nauwelijks tegen larven en adulten. De werking op het gewas is sterk afhankelijk van vocht.
4. Soms beperkte werking van entomopathogene schimmels: weinig effect op larven en poppen, vooral adulten zijn vatbaar. De werking op het gewas is sterk afhankelijk van vocht.
5. Behandelingen die op tripspoppen in de bodem zijn gericht (bijv. inzet van bodemroofmijten) hebben soms maar weinig effect. Bij hoge RV verpoet trips niet of nauwelijks in de bodem.
6. Roofvliegen hebben maar een beperkt effect trips. Trips vliegt niet zoveel en de prooi is waarschijnlijk te klein voor roofvliegen.
7. Nocturn lijkt het ideale middel, maar beperkt gebruik is toegestaan in roos. Het is niet toegestaan in chrysant (grondgebonden teelt). De toelatingshouder wil zeer waarschijnlijk ook niet investeren in een toelating voor grondgebonden teelten. Conserve heeft sterke nevenwerking op roofmijten. Nocturn en Match zijn dus enige twee selectieve middelen. Dit is te weinig om af te wisselen. Veel telers gebruiken middelen te frequent en in een te hoge dosering, wat de kans op resistentie vergroot. Het beperkte pakket werkt bovendien illegaal middelengebruik in de hand.
8. Sommige cultivars in roos en chrysant (vooral witte rozen als Avalanche of White Naomi) zijn extreem gevoelig voor trips. Dus er worden maar zeer lage dichtheden toegestaan.
9. Meeldauw in roos komt algemeen voor en moet bestreden worden, maar heeft nadelen voor o.a. de bestrijding van trips:
 - a. Bij de cultivars waar meeldauw met zwavel bestreden wordt (Grand Prix) krijgen de telers problemen met trips door de nevenwerking van zwavel op roofmijten.
 - b. Andere meeldauwmiddelen zoals Collis werken minder goed, er wordt wel veel verwacht van Luna (is nieuwe groep)

4 Een praktisch stappenplan voor tripsbestrijding

Ondanks de knelpunten die er zijn bij de bestrijding van trips, kunnen telers nu al systematisch verschillende stappen volgen om een zo goed mogelijk systeem van bestrijding neer te zetten.

Stap 1: hygiëne

- Bij een nieuwe teelt de kas zo goed mogelijk ontsmetten, eventueel warm stoken en vanggewassen neerzetten om aanwezigheid van achtergebleven tripsen te monitoren
- Nieuw plantmateriaal controleren op aanwezigheid van tripslarven of eieren van trips (deel stek warm wegzetten in een afgesloten kooi)
- Standaard hygiënemaatregelen zoals jassen voor bezoekers en ontsmettingsmatten
- Bij doorlopende teelten proberen om tripspopulaties zo laag mogelijk te krijgen in de winterperiode
- Beperk verspreiding van trips vanaf oogstbanden met een wand met blauwe plakplaten (bijv. bij chrysant)

Stap 2: weerbare planten

- Indien mogelijk, cultivars plaatsen die minder gevoelig zijn voor trips
- Indien mogelijk, stikstofniveaus reduceren om tripsontwikkeling te vertragen
- Indien mogelijk, siliciumniveaus verhogen

Stap 3: een “standing army” van natuurlijke vijanden

- Preventieve introducties van roofmijten
- Inzet van bankerplanten voor ondersteuning van Orius
- Verrijken van bodemfauna met organische bemesting of mulchlagen voor stimulering van bodempredatoren

Stap 4: detectie en scouten

- Vroege detectie van trips met vangplaten met Lurem
- Populaties trips monitoren met vangplaten, eventueel geautomatiseerd met een “scoutbox”

Stap 5: curatieve bestrijding met biologische bestrijders

- Inzet van entomopathogene schimmels tegen volwassen tripsen, toepassen bij voldoende vocht (bijv. in de avond)
- Inzet van insectenparasitaire aaltjes tegen tripspoppen (inzet bij voldoende vocht/bladnat, bijv. in de avond)
- Inzet van bladroofmijten, roofwantsen, roofkevers (Atheta) en bodemroofmijten

Stap 6: curatieve bestrijding met snel-afbrekende middelen of selectieve methoden

- Inzet van correctiemiddelen die snel afbreken zoals Spruzit, Neemazal etc.

Stap 7: chemische correctie

- Begin met middelen die zo min mogelijk nevenwerking hebben op biologische bestrijders, zoals Match of Nocturn.
- Breedwerkende middelen indien nodig.
- Zorg voor een goede spuittechniek (volume, dosering, druk, onderhoud apparatuur)
- Verhoog de effectiviteit van middelen door tripsen voor bespuitingen te activeren met Lurem, Thripline (kan via het verdeelsysteem voor CO₂) of met suikers (toevoegen aan spuitvloeistof).

5 Het Nieuwe Doen in de plantgezondheid

Recent is de PPS “Het nieuwe doen in plantgezondheid” verschenen waarin wordt voorgesteld om toekomstig plantgezondheidsonderzoek te ontwikkelen vanuit de volgende 4 velden:

1. weerbaar gewas
2. robuuste weerbare teeltsystemen
3. slimme en innovatieve technologieën
4. effectief duurzaam middelenpakket.

Het is zinvol te kijken hoe deze benadering zich concreet vertaalt naar onderzoekslijnen voor de bestrijding van trips in de sierteelt onder glas. Hieronder wordt per onderzoeksveld weergegeven welke kennis ontbreekt (“witte vlekken”) en wat de mogelijkheden zijn.

5.1 Mogelijke onderzoeksrichtingen en kennishiaten

5.1.1 Weerbaar gewas

- Resistentieveredeling. Bij de veredeling van sierteeltgewassen wordt tot nu toe nauwelijks rekening gehouden met plaaggevoeligheid. De sierteelt zou veel baat hebben bij nieuwe cultivars die minder vatbaar zijn voor trips. Veredelaars kunnen ook indirect de weerbaarheid tegen trips vergroten door de plant aantrekkelijker te maken voor natuurlijke vijanden van trips. Roofmijten hebben bijvoorbeeld baat bij zogenaamde domatia. Dit kan een kleine cluster van bladharen zijn waar het microklimaat beter is en roofmijten eieren kunnen afzetten.
- Cultivargevoeligheid. Het is voor veel gewassen wel bekend welke cultivars gevoelig of minder vatbaar zijn. Kennis ontbreekt over de mechanismen die bepalen waarom bepaalde cultivars meer of minder gevoelig zijn.
- Geïnduceerde resistentie. Kennis ontbreekt over methodes en teeltmaatregelen waarmee actief de systemische afweer van een plant kan worden beïnvloed om haar weerbaar te maken tegen ziekten en plagen, waaronder trips. Wel zijn er sterke aanwijzingen dat de systemische weerstand positief kan worden beïnvloed tijdens de teelt middels een brede lijst van producten en methoden: lichte concentraties van oxidatieve middelen fungerend als abiotische stressfactor kunnen de plant triggeren om afweerstoffen aan te maken; zo ook lichtbehandelingen met rood licht; plantversterkende meststoffen, zoals fosfiet, silicium, calcium, ammonium/nitrat verhouding. Bij het toepassen van deze methodes en maatregelen moet er aandacht zijn voor de wisselwerking tussen de jasmonzuur- en salicylzuurroute. Het is mogelijk dat een verminderde gevoeligheid voor de ene ziekte of plaag een verhoogde gevoeligheid voor een andere plaag of ziekte geeft. Gezien de vele mogelijke interacties is er nog veel onderzoek nodig voordat dit kan worden toegepast in de praktijk.
- Bemesting. Bemesting met silicium maakt het gewas sterker en verlaging van de ammoniumgift heeft ook effect op de hardheid van het gewas. Dit heeft ook effect op ziekten en plagen. Vanuit onderzoek is bekend dat Silicium effect heeft op meeldauw en spint en er zijn aanwijzingen dat ook trips zich minder goed ontwikkelt op planten met hogere siliciumniveaus. Meer kennis is nodig om te bepalen welke aanpassingen in bemesting, waaronder de stikstofniveaus, de ontwikkeling van trips kunnen vertragen zonder dat dit gevolgen heeft voor de plantproductie.
- Weerbaarheid vanuit het substraat. Microflora in het substraat zoals bepaalde schimmels of bacteriën, kunnen niet alleen ziekten in het substraat onderdrukken, maar ook indirect via de plant weerbaarheid verhogen. In literatuur zijn verscheidene studies waar dit soort effecten worden aangetoond. Een bekende groep zijn de Pseudomonaden. Veel werk is nog sterk academisch en wordt uitgevoerd met het modelplantje Arabidopsis. Voor zover ons bekend zijn er nog geen studies gedaan naar de effecten van deze microbiële weerstandsverhogers op trips in sierteeltgewassen.

5.1.2 Robuuste weerbare teeltsystemen

- **Standing army.** De effectiviteit van natuurlijke vijanden wordt vaak beperkt doordat de juiste omstandigheden voor vestiging in het gewas ontbreken, of doordat de bestrijders onvoldoende zijn aangepast aan het gewas. Dit probleem kan worden overbrugd door herhaaldelijk grote hoeveelheden natuurlijke vijanden in te zetten (inundatieve biologische bestrijding), maar dat is in de meeste gevallen veel te duur en niet effectief. Door bestrijders te selecteren die beter zijn aangepast aan gewassen en door nieuwe systemen te ontwikkelen die de vestiging van natuurlijke vijanden faciliteren, is het mogelijk om een permanent “leger” van bestrijders te verkrijgen: een “standing army”. Voorwaarden voor een goede vestiging is de aanwezigheid van voedsel en geschikte plekken om eieren af te zetten of om te schuilen. In afwezigheid van prooi (voedsel) gaan de natuurlijke vijanden dood, daarom is de toediening van alternatief voedsel, zoals stuifmeel, nectar of alternatieve prooien van belang. Deze aanpak (selectie van gewasgeschikte natuurlijke vijanden in combinatie met alternatief voedsel) kan leiden tot een sterke verbetering van bestaande biologische plaagbestrijdingssystemen, of zelfs biologische bestrijding mogelijk maken waar dit tot nu toe niet slaagt. Een “standing army” van bestrijders kan op deze manier de weerbaarheid van het teeltsysteem tegen plagen verhogen. Het concept van een “standing army” zal uiteindelijk geïntegreerd moeten worden met andere methoden om de weerbaarheid van teeltsystemen te verhogen, zoals (geïnduceerde) resistentie van planten. Het ontwikkelen van een “standing army” voor de bestrijding van trips kan het volgende omvatten:
 - o **Selectie geschikte generalistische roofmijten en roofwantsen** per gewas en klimaat. Voor roofmijten zijn al veel soorten voor gewassen geselecteerd. Soorten die zich het beste handhaven in aanwezigheid van trips (en witte vlieg) zijn *Amblyseius swirskii* en *Amblydromalus limonicus*. Een goede vestiging bij lage prooidichtheden is vaak te zien bij Euseius-roofmijten. De massakweken van deze roofmijten zijn nog niet goed ontwikkeld, waardoor ze beperkt commercieel beschikbaar zijn. Meer onderzoek naar een geschikte kweekmethoden voor deze soorten kan de praktijktoepassing wellicht versnellen. Verder kan de bestrijding met roofmijten en roofwantsen geoptimaliseerd worden door in kaart te brengen welke soorten het beste presteren onder bepaalde kasklimaatcondities (o.a. temperatuur en luchtvochtigheid). Zo kan de bestrijding geoptimaliseerd worden in teelten met lage temperaturen.
 - o **Alternatieve prooien.** Roofmijten en roofwantsen zijn generalistische predatoren die zich niet alleen met plaagorganismen maar ook met kleine diertjes (arthropoda) voeden die niet schadelijk zijn voor het gewas zoals bijvoorbeeld schimmel-etende (mycofage) mijten. Zowel roofmijten als roofwantsen voeden zich met deze mijten. Roofmijten worden er zelfs massaal op gekweekt. Door de aanwezigheid van deze alternatieve prooien in het gewas te stimuleren, kunnen waarschijnlijk hogere populatiedichtheden van roofmijten en roofwantsen worden bereikt. De verwachting is dat de bestrijding van plagen dan ook effectiever is. Er is meer onderzoek nodig om te bepalen welke soorten mycofage mijten hiervoor het meest geschikt zijn en met welke systemen ze in gewassen ondersteund kunnen worden.
 - o **Alternatief voedsel roofmijten en roofwantsen.** Er lijken mogelijkheden te zijn voor het kunstmatig produceren van voedsel voor predatoren. Recent is door de Universiteit van Gent een kunstmatig dieet ontwikkeld voor *A. swirskii* (Nguyen *et al.* 2013). Voor toepassing is kassen is nog veel onderzoek nodig om te bepalen wat precies de nutritionele behoefte is van roofmijten, in welke vorm het kan worden opgenomen en hoe het geformuleerd moet worden. Daarnaast is onderzoek nodig om te bepalen onder welke omstandigheden het alternatieve voedsel de plaagbestrijding verbetert. Teveel voedsel kan bijvoorbeeld verzadigingseffecten geven en negatief uitpakken voor de bestrijding. Roofwantsen kunnen worden bijgevoerd met *Ephestiae*-eieren, maar dit is een relatief dure methode en wordt op beperkte schaal toegepast. Een goedkopere variant zijn *Artemia*-cysten, welke geschikt zijn voor *Macrolophus pygmaeus*, maar minder geschikt voor *Orius*-soorten. Er is dus behoefte aan stabiel en goedkoop alternatief voedsel voor roofwantsen. Er is techniek voorhanden om alternatief voedsel te formuleren in microcapsules, die geschikt zijn voor roofwantsen. De inhoud van deze capsules kan naar wens worden aangepast om daarmee de roofwantsen te ondersteunen of te sturen in hun voedingsgedrag. Zowel roofmijten als sommige *Orius*-soorten kunnen zich voeden met stuifmeel. Er lijken ook mogelijkheden te liggen voor het commercieel toepassen van stuifmeelsoorten. Plagen als trips voeden zich echter ook met stuifmeel. Dit risico moet worden meegenomen bij eventuele toepassing van deze voedselbronnen.
 - o **Suikers en nectar.** Voor roofmijten en roofwantsen zijn suikers essentieel voor hun activiteit en levensduur. In roos is soms extrafloraal nectar aanwezig bij de schubbladeren. De aanwezigheid van predatoren kan mogelijk verlengd worden door extra suikerbronnen in het gewas aan te bieden.

- o **Habitatverrijking.** De habitat (leefomgeving) van natuurlijke vijanden is in roos vaak niet optimaal doordat het ontbreekt aan geschikte plekken om eieren af te zetten of schuilplekken. Roofwantsen zetten hun eieren in het gewas af. De houtige delen van roos zijn daarvoor niet geschikt. De bloemstelen zijn deels wel geschikt, maar deze worden weggeogst, waardoor er geen populatieopbouw is van de roofwantsen. Door bepaalde planten aan te bieden die wel geschikt zijn voor ei-afzet, kan vestiging mogelijk ondersteund worden. De vestiging van roofmijten kan mogelijk verbeterd worden door extra schuilplekken aan te bieden waar het microklimaat beter is en waar structuren aanwezig zijn om hun eieren af te zetten. Sommige planten, zoals paprika, maken deze zogenaamde “domatia” zelf aan. Mogelijk kan het ontbreken van deze domatia in sierteeltgewassen verholpen worden met kunstmatig aangebrachte vezelstructuren.
- o **Bankerplanten.** Bankerplanten zijn planten met een alternatieve prooi of voedselbron waarop natuurlijke vijanden zich volledig kunnen ontwikkelen. Een bekend voorbeeld van zo'n systeem zijn graanpollen (tarwe) met graanspecifieke bladluizen waarop sluipwespen en galmuggen zich kunnen ontwikkelen. Dit is een methode om specialistische bestrijders van bladluis in stand te houden. Een ander voorbeeld is de wonderboom, *Ricinus communis*, die veel nectar en stuifmeel produceert, waarop sommige roofmijten zich prima kunnen ontwikkelen. In sierteeltgewassen kunnen bankerplanten de vestiging van *Orius* verbeteren. Uit onderzoek van Wageningen UR Glastuinbouw bleek dat stuifmeel van bankerplanten alleen geschikt voor de soort *Orius laevigatus* en niet voor *Orius majusculus*. Vestiging van *O. laevigatus* kan dus verbeterd worden met bloeiende (= stuifmeel) bankerplanten zoals *Alyssum*. Echter, in de praktijk blijkt dat deze planten ook erg gevoelig zijn voor trips. Veel telers staan daarom argwanend tegenover het gebruik van bloeiende bankerplanten. De roofwants *Orius majusculus* is mogelijk beter geschikt voor de sierteelt, omdat deze wants voor vestiging minder afhankelijk van bloemen is. Voor vestiging zijn alternatieve prooien en geschikt plantmateriaal voor eileg een vereiste. Veel teeltgewassen zoals roos zijn maar beperkt geschikt voor eiafzet. Vestiging van *O. majusculus* in de sierteelt zou ondersteund kunnen worden door planten aan te bieden die 1) niet gevoelig zijn voor trips, 2) geschikt zijn voor eiafzet van *Orius* en 3) gecombineerd kunnen worden met voedsel voor *Orius*. De charme van bankerplanten is dat de alternatieve prooi vaak niet schadelijk is voor het teeltgewas.
- o **Openkweeksystemen.** Bankerplanten zijn een speciale vorm van openkweekstelsel. Dit kan echter ook zonder planten. Telers doen dit al door kweekzakjes met roofmijten in het gewas te hangen. Recent is door Syngenta Bioline een openkweekstelsel ontwikkeld voor de kortschildkever *Atheta coriaria*. Vestiging van biologische bestrijders kan mogelijk met meer van dit soort systemen verbeterd worden.
- o **Mulchverrijking.** In sierteeltgewassen is vaak veel dood organisch materiaal aanwezig op de bodem door bladval of snoeiafval, de zogenaamde mulchlaag. In deze laag is vaak een heel ecosysteem aanwezig van bacteriën, schimmels, aaltjes, schimmel- en bacterie-eters en aan de top van deze voedselpiramide de predatoren. Deze predatoren, zoals bodemroofmijten, compostmieren, duizendpoten, loopkevers en kortschildkevers zijn belangrijk, omdat ze zich met de poppen van trips kunnen voeden. Door toevoeging van bepaalde organische materialen kan deze laag verrijkt worden en het effect van deze predatoren op trips verbeteren. Het is daarbij belangrijk ook te kijken wat deze “verrijking” voor invloed heeft op de sporendruk van schimmels en de ethyleenconcentratie in de lucht in vergelijking met een systeem waar het bladafval opgeruimd wordt.
- **Aangepast klimaat.** Weerbaarheid van het teeltsysteem kan verhoogd worden door het klimaat zodanig aan te passen dat ziekten en plagen zich minder goed ontwikkelen. Het klimaat heeft ook effect op de natuurlijke vijanden. De meeste roofmijten presteren slecht bij lage luchtvochtigheid. Door de RV in de zomer te verhogen kan beter resultaat behaald worden met roofmijten. Hetzelfde geldt voor insectenparasitaire aaltjes en entomopathogene schimmels. Meer kennis is nodig om de relaties klimaat en ziekte- en plaagbeheersing beter in kaart te brengen, zodat klimaatsturing niet alleen voor de teelt of energiebesparing, maar ook voor ziekte- en plaagbestrijding gunstig is. De optimale condities voor teelt of energiebesparing kunnen mogelijk conflicteren met de ideale condities voor ziekte- en plaagbestrijding. Het is dan in ieder geval goed deze kennis te ontwikkelen, zodat goede afwegingen gemaakt kunnen worden. Het Nieuwe Telen geeft een betere klimaatbeheersing en daarmee meer sturingsmogelijkheden om ziekten en plagen te beheersen.

5.1.3 Slimme en innovatieve technologieën

- **Lure & Infect.** Door het gedrag van trips te beïnvloeden kunnen bepaalde middelen effectiever worden. Al lange tijd gebruiken telers suikers als toevoeging aan chemische middelen om ze actiever te maken en daardoor meer tripsen te raken. De tripslokstof Lurem® kan gebruikt worden om trips te lokken naar bepaalde plekken. In 2012 zijn voor PRI en WUR-Glastuinbouw vallen ontwikkeld om volwassen tripsen naar toe te lokken en te infecteren met sporen van entomopathogene schimmels. In vallen zonder lokstof werd in een 5-dagen experiment gemiddeld 35 tot 60 procent van een tripspopulatie geïnfecteerd met schimmels. Verder onderzoek is nodig om te bepalen welke schimmel het meest persistent is in vallen en hoe effectief de vallen zijn in combinatie met lokstoffen, en op welke schaal ze toegepast moeten worden om effectief te zijn. Verder is er nog veel onbekend over het gedrag van geïnfecteerde tripsen en of deze ook gezonde tripsen kunnen infecteren. Eenzelfde systeem kan mogelijk worden ontwikkeld voor wittevlug.
- **Lure & Retain.** Veel predatoren hebben de neiging weg te vliegen bij lage plaagdichtheden. De effectiviteit kan verbeterd worden door ze beter vast te houden met lokstoffen, gecombineerd met voedselbronnen (Lure & Retain). Deze techniek wordt momenteel ontwikkeld voor de roofwants *Orius majuscus*.
- **Insectengaas.** Insectengaas kan trips, maar ook schadelijke motten, wantsen en wittevlug buiten houden en de natuurlijke vijanden als *Orius*, kevers en gaasvliegen binnen houden. Door een slechtere klimaatbeheersing kunnen de problemen met meeldauw wel toenemen.
- **Spuittechnieken.** De werking van veel middelen kan worden verbeterd met nieuwe en “slimme” spuittechnieken. Er zijn al volledig geautomatiseerde systemen op de markt en er zijn verschillende systemen getest (van der Staij *et al.* 2012). Kennis kan verder ontwikkeld worden om de werking van contactmiddelen te vergroten met bijvoorbeeld luchtondersteuning.
- **Mass trapping.** Voor de bestrijding van wittevlug in tomaat is het al vrij gebruikelijk om grote rollen gele plakstroken tussen het gewas te hangen zoveel mogelijk volwassen wittevliegen weg te vangen. Voor trips is dit nog niet gebruikelijk. Meer onderzoek zou duidelijk kunnen maken wat de mogelijkheden van mass trapping voor trips zijn, al dan niet in combinatie met beschikbare lokstoffen.
- Materiaal (uitgangsmateriaal of eindproduct) ontsmetten met Controlled Atmosphere Temperature Treatment (CATT) aanhaken bij lopend KB onderzoek (Kennisbasis onderzoek van het ministerie van EZ).

5.1.4 Effectief duurzaam middelenpakket

Voor de geïntegreerde bestrijding is een sterke behoefte aan middelen die integreerbaar zijn met natuurlijke vijanden. Middelen kunnen integreerbaar zijn doordat ze kort werken (snel afbreekbaar), of zeer selectief zijn. In sommige gewassen zijn grote problemen met andere ziekten en plagen die met breedwerkende middelen bestreden worden, waardoor de biologische bestrijding van trips niet slaagt. Een voorbeeld is de bestrijding van meeldauw in roos, of wolluis in potplanten en roos.

- **Kortwerkende middelen.**
 - o Tegen meeldauw bieden oxidatieve producten perspectief. Er is in 2012 een proef gestart naar de werking van een experimenteel product tegen meeldauw in roos die via een hogedruknevelleiding toegepast wordt. Eerder zijn proeven met electrolysewater uitgevoerd tegen echte meeldauw in potroos. Dit soort nieuwe technieken kunnen natuurlijke vijanden van onder ander trips sparen, waardoor biologische bestrijding meer kans maakt om te werken.
 - o Nieuwe GNO's, gewasbeschermingsmiddelen van natuurlijke oorsprong. Middelen als Neem-Azal zijn erg populair omdat ze een korte nawerking hebben. Onderzoek aan GNO's kan toelating van meer van deze middelen bevorderen.
- **Selectieve middelen**
 - o Sommige pesticiden zijn vrij specifiek en goed integreerbaar met natuurlijke vijanden. Er is behoefte aan nieuwe middelen en selectieve biologische middelen voor trips, maar ook voor meeldauw, bladluis, wol- en schildluis
 - o Entomopathogene schimmels zijn specifieke biologische middelen. De schimmels die nu op de markt zijn, zijn niet specifiek geselecteerd voor de bestrijding van trips. Er is behoefte aan nieuwe entomopathogene schimmelisolaten

die effectiever zijn tegen trips. Verder kunnen mogelijk methoden worden ontwikkeld om de zeer effectieve obligate entomopathogene schimmel *Entomophthora thripidium* te produceren en toe te passen.

- o Het is de moeite waard om de mogelijkheden van productie en toepassing van het zeer specifieke tripsparasitaire aaltje *Thripinema nicklewoodi* verder te onderzoeken.
- **Inundatieve biologische bestrijding.**
 - o Biologische bestrijders worden soms ingezet als een pesticide waarbij direct een onderdrukkend effect wordt verwacht. Deze zogenaamde “inundatieve” biologische bestrijding (hozen met bestrijders) kan zinvol zijn in die gevallen waar de bestrijders zich niet goed kunnen handhaven in het gewas. Dit wordt momenteel gedaan met roofmijten die soms wekelijks in gewassen worden gestrooid of geblazen. Mogelijk kan een vergelijkbare methode ontwikkeld worden voor goedkope massaintroducties van Orius. Tot nu toe is deze methode te duur voor roofwantsen.

5.2 Aanbevelingen voor systeemintegratie

Onderzoek aan ziekten, plagen, teelthandelingen, bemesting, waterstromen, belichting, luchtstromen en energiebesparing loopt vrijwel altijd in afzonderlijke projecten. Op een praktijkbedrijf komen al deze dingen samen in één teelt en is de bestrijding van ziekten en plagen een onderdeel van het totale systeem voor sturing op teelt, gewaswerkzaamheden, voeding en klimaat. Sommige sturingsmaatregelen kunnen wellicht conflicteren, maar sommige kunnen elkaar versterken. In onderzoek is het daarom verstandig te kijken naar de volgende interacties:

- Nevenwerking van (bio)pesticiden op natuurlijke vijanden. Dit is grotendeels al in kaart gebracht door de producenten van pesticiden en natuurlijke vijanden, maar bij veel middelen is de nevenwerking nog onbekend, of slechts ten dele bekend.
- Nevenwerking van andere niet-chemische toepassingen (bijv. UV-C) op biologische bestrijders (bijvoorbeeld entomopathogene schimmels).
- Interacties tussen biologische bestrijders onderling. Vooral generalistische predatoren eten niet alleen plagen, maar ook ander natuurlijke vijanden. Kennis over deze interacties is belangrijk om tot het pakket bestrijders optimaal te laten werken.
- Klimaatsturing voor energiebesparing in relatie tot ziekte- en plaagbestrijding
- Alternatieve belichtingsmethoden voor energiebesparing en fotosyntheseverbetering en hun relatie tot ziekte- en plaagbestrijding.
- Schermgedrag en luchtstromingen in relatie tot ziekte- en plaagdruk.
- Invloed alternatieve kasdekmaterialen op ziekte- en plaagdruk

5.3 Conclusie en aanbevelingen

De bestrijding van ziekten en plagen wordt steeds complexer. Op veel bedrijven zijn er bijna continu verschillende plagen en ziekten aanwezig waar moeilijk van af te komen is. Het daarom noodzakelijk om het totale complex van gewas, ziekten, plagen en natuurlijke vijanden als één dynamisch ecosysteem te zien waarin alles direct of indirect op elkaar ingrijpt. Sturing in zo'n complex systeem vraagt om veel kennis. Voor de ontwikkeling van deze kennis is het verstandig een gestructureerd onderzoeksprogramma op te zetten met verschillende onderzoekslijnen die werken aan zowel preventie als bestrijding. Het is daarbij verstandig om niet alleen onderzoek op te zetten wat resultaten op de korte termijn levert, maar ook robuuste oplossingen genereert voor de lange termijn. De PPS “het nieuwe doen in gewasgezondheid” biedt een uitstekend kader voor de invulling van zo'n programma. Het is daarbij de uitdaging en noodzaak om de 4 onderzoekslijnen (weerbaar gewas, robuuste weerbare teeltsystemen, slimme en innovatieve technologieën en effectief en duurzaam middelenpakket) zo concreet mogelijk uit te werken voor het totale ziekte- en plaagcomplex voor de belangrijkste gewassen en dit te integreren met onderzoek dat zich op energiebesparing en teeltoptimalisatie richt. Daarnaast kunnen technieken worden ontwikkeld die de bestrijding van trips verbeteren die breed toepasbaar zijn in verschillende teeltsystemen, zoals het ontwikkelen van een “standing army” en slimme technieken om ze weg te vangen, te manipuleren en selectief te bestrijden.

6 Referenties

- Adar, E., M. Inbar, S. Gal, N. Doron, Z. Q. Zhang, and E. Palevsky. 2012.
Plant-feeding and non-plant feeding phytoseiids: differences in behavior and cheliceral morphology. *Experimental and Applied Acarology* 58:341-357.
- Almeida, G. D., D. Pratisoli, J. C. Zanuncio, V. B. Vicentini, A. M. Holtz, and J. E. Serrao. 2009.
Calcium silicate and organic mineral fertilizer increase the resistance of tomato plants to *Frankliniella schultzei*. *Phytoparasitica* 37:225-230.
- Ansari, M. A., M. Brownbridge, F. A. Shah, and T. M. Butt. 2008.
Efficacy of entomopathogenic fungi against soil-dwelling life stages of western flower thrips, *Frankliniella occidentalis*, in plant-growing media. *Entomologia Experimentalis Et Applicata* 127:80-87.
- Beerling E., R. van Holstein, A. van der Linden, J. Stolk, M. Zijderwijk and C. van der Hoek. 2008.
Geïntegreerde tripsbestrijding in chrysant. Wagening UR Glastuinbouw. Nota 559.
- Bolckmans, K., Y. v. Houten, and H. Hoogerbrugge. 2005.
Biological control of whiteflies and western flower thrips in greenhouse sweet peppers with the phytoseiid predatory mite *Amblyseius swirskii* Athiasenriot (Acari: Phytoseiidae). (USDA Forest Service Publication FHTET-2005-08). Pages 555-565 Second International Symposium on Biological Control of Arthropods, Davos, Switzerland, 12-16 September, 2005. United States Department of Agriculture, Forest Service, Washington.
- Beerling, E. and D. van de Berg. 2005.
Evaluation of two microbial products and an insecticide for integrated thrips control in glasshouse Chrysanthemums. *IOBC/wprs* 28:179-184.
- Buitenhuis, R. and J. L. Shipp. 2005.
Efficacy of Entomopathogenic nematode *Steinernema feltiae* (Rhabditida : Steinernematidae) as influenced by *Frankliniella occidentalis* (Thysanoptera : Thripidae) developmental stage and host plant stage. *Journal of Economic Entomology* 98:1480-1485.
- Buitenhuis, R. and J. L. Shipp. 2008.
Influence of plant species and plant growth stage on *Frankliniella occidentalis* pupation behaviour in greenhouse ornamentals. *Journal of applied entomology* 132:86-88.
- Carney, V. A., J. C. Diamond, G. D. Murphy, and D. Marshall. 2002.
The potential of *Atheta coriaria* Kraatz (Coleoptera: Staphylinidae) as a biological control agent for use in greenhouse crops *IOBC/wprs Bulletin* 25:37-41.
- Davidson, M. M., R. C. Butler, S. Winkler, and D. A. J. Teulon. 2007.
Pyridine compounds increase trap capture of *Frankliniella occidentalis* (Pergande) in a covered crop. *New Zealand Plant Protection* 60: 56-60.
- Davidson, M. M., N. B. Perry, L. Larsen, V. C. Green, R. C. Butler, and D. A. J. Teulon. 2008.
4-pyridyl carbonyl compounds as thrips lures: Effectiveness for western flower thrips in Y-tube bioassays. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 56: 6554-6561.

- de Kogel, W. J., and E. H. Koschier. 2001.
Thrips response to Odours, pp. 189-190. In R. Marullo and L. Mound [eds.], Proceeding of the 7th International Symposium on Thysanoptera. Reggio Calabria, Italy.
- Dissevelt, M., K. Altena, and W. J. Ravensberg. 1995.
Comparison of different Orius species for control of *Frankliniella occidentalis* in glasshouse vegetable crops in the Netherlands. Mededelingen Faculteit Landbouwwetenschappen, Universiteit van Gent 60: 839-845.
- Gerritsen, L. J. M. and G. L. Wieggers. 2000.
Pathogenicity of the fungi *Metarhizium anisopliae* and *Beauveria bassiana* to the western flower thrips, *Frankliniella occidentalis*. Proc. Exper. & Appl. Entomol. 11:37-40.
- Hamilton, J. G. C., D. R. Hall, and W. D. J. Kirk. 2005.
Identification of a Male-produced Aggregation Pheromone in the Western Flower Thrips *Frankliniella occidentalis*. Journal of Chemical Ecology 31: 1369-1379.
- Hoogerbrugge, H., Y. v. Houten, M. Knapp, and K. Bolckmans. 2011.
Biological control of thrips and whitefly on strawberries with *Amblydromalus limonicus* and *Amblyseius swirskii*. IOBC/wprs Bulletin 68:65-69.
- Huang, N. X., A. Enkegaard, L. S. Osborne, P. M. J. Ramakers, G. J. Messelink, J. Pijnakker, and G. Murphy. 2011.
The banker plant method in biological control. Critical Reviews in Plant Sciences 30:259-278.
- Koschier, E. H. 2006.
Plant allelochemicals in thrips control strategies, pp. 221-249. In R. Mahendra and C. María Cecilia [eds.], Advances in Phytomedicine. Elsevier.
- Koschier, E. H. 2008.
Essential oil compounds for thrips control - A review. Natural Product Communications 3: 1171-1182.
- Koschier, E. H., W. J. De Kogel, and J. H. Visser. 2000.
Assessing the attractiveness of volatile plant compounds to western flower thrips *Frankliniella occidentalis*. Journal of Chemical Ecology 26: 2643-2655.
- Loomans, A. J. M., J. Tolsma, J. VanHeest, J. J. Fransen, and G. Universiteit. 1995.
Releases of parasitoids (*Ceranisus* spp) as biological control agents of western flower thrips (*Frankliniella occidentalis*) in experimental greenhouses. Mededelingen Van De Faculteit Landbouwwetenschappen - Universiteit Gent, Vol 60, Nos 2a-3b, 1995:869-877.
- Mason, J. M. and K. M. Heinz. 2002.
Biology of *Thripinema nicklewoodi* (Tylenchida), an obligate *Frankliniella occidentalis* (Thysanoptera) parasite. Journal of Nematology 34:332-339.
- Messelink, G., S. van Steenpaal, R. van Holstein-Saj, W. van Wensveen, E. de Groot, M. van Slooten and P. Ramakers. 2005.
Nieuwe predatoren van trips en witte vlieg voor komkommer. PPO-rapport.
- Messelink, G. and E. de Groot. 2005.
Bestrijding van trips in aubergine met roofmijten. PPO-rapport.

- Messelink, G. J. and W. J. de Kogel. 2005.
Impact of chrysanthemum cultivar, fertilization and soil-dwelling predatory mites on *Frankliniella occidentalis*.
Proceedings of the Netherlands Entomological Society Meeting 16:101-107.
- Messelink, G. J., S. E. F. Van Steenpaal, and P. M. J. Ramakers. 2006.
Evaluation of phytoseiid predators for control of western flower thrips on greenhouse cucumber. *BioControl*
51:753-768.
- Messelink, G. J., R. van Maanen, S. E. F. van Steenpaal, and A. Janssen. 2008.
Biological control of thrips and whiteflies by a shared predator: Two pests are better than one. *Biological Control*
44:372-379.
- Messelink, G. and R. van Holstein-Saj. 2008.
Improving thrips control by the soil-dwelling predatory mite *Macrocheles robustulus* (Berlese). *IOBC/wprs* 32:135-
138.
- Messelink, G. J., P. M. J. Ramakers, J. A. Cortez, and A. Janssen. 2009.
How to enhance pest control by generalist predatory mites in greenhouse crops. Pages 309-318 in 3rd
International Symposium on Biological Control of Arthropods, Christchurch, New Zealand.
- Messelink, G. J. and R. Van Holstein-Saj. 2011.
Optimalisatie toepassing entomopathogene schimmels tegen trips in chrysant. Wageningen UR Greenhouse
Horticulture. Rapport GTB-1142.
- Messelink, G., R. van Holstein-Saj and L. Kok. 2012.
Vergelijking roofwantsen en roofmijten in aubergine. Rapport GTB-1152.
- Nomikou, M., A. Janssen, R. Schraag, and M. W. Sabelis. 2001.
Phytoseiid predators as potential biological control agents for *Bemisia tabaci*. *Experimental and Applied Acarology*
25:271-291.
- Nguyen, D., D. Vangansbeke, X. Lü, and P. De Clercq. 2013.
Development and reproduction of the predatory mite *Amblyseius swirskii* on artificial diets. *BioControl*, in press.
- Pijnakker, J., P. Ramakers, A. van der Linden, L. Kok, E. de Groot, R. van Holstein and N. Garcia. 2008a.
Geïntegreerde bestrijding in roos onder glas. Wageningen UR Glastuinbouw. Rapport 179.
- Pijnakker, J. and P. M. J. Ramakers. 2008b.
Predatory mites for biocontrol of Western Flower Thrips, *Frankliniella occidentalis* (Pergande), in cut roses. *IOBC/
wprs Bulletin* 32:171-174.
- Pijnakker J. and Leman, A. 2011.
Geïntegreerde bestrijding van trips in roos: evaluatie van nieuwe roofmijten. Rapport GTB-1078.
- Pumarino, L. and O. Alomar. 2012.
The role of omnivory in the conservation of predators: *Orius majusculus* (Heteroptera: Anthocoridae) on sweet
alyssum. *Biological Control* 62:24-28.
- Ramakers, P. M. J. 1980.
Biological control of *Thrips tabaci* (Thysanoptera: Thripidae) with *Amblyseius* spp. (Acari: Phytoseiidae) *IOBC/wprs*
3:203-208

- Ramakers, P. M. J. 1990.
 Manipulation of phytoseiid thrips predators in absence of thrips. IOBC/wprs Bulletin 13:169-172.
- Ramakers, P. M. J. 2004.
 IPM program for sweet pepper. Pages 439-455 in K. M. Heinz, R. G. Van Driesche, and M. P. Parrella, editors.
 Biocontrol in protected culture. Ball Publishing, Batavia, Illinois
- Riudavets, J. and C. Castañé. 1998.
 Identification and evaluation of native predators of *Frankliniella occidentalis* (Thysanoptera : Thripidae) in the Mediterranean. Environmental Entomology 27:86-93.
- Sütterlin, S., M. W. C. Dijkshoorn-Dekker, A. de Gelder, and G. Scholte- Wassink. 2005.
 Praktijktoetsen op resistentie tegen Californische trips in enkele siergewassen.
- Steiner, M. Y., L. J. Spohr, and S. Goodwin. 2011.
 Relative humidity controls pupation success and dropping behaviour of western flower thrips, *Frankliniella occidentalis* (Pergande) (Thysanoptera: Thripidae). Australian Journal of Entomology 50:179-186.
- Teerling CR, Pierce HD, Borden JH, Gillespie DR. 1993.
 Identification and bioactivity of alarm pheromone in the western flower thrips, *Frankliniella occidentalis*, Journal of Chemical Ecology 19: 681-697.
- Thaler, J. S., M. J. Stout, R. Karban, and S. S. Duffey. 2001.
 Jasmonate-mediated induced plant resistance affects a community of herbivores. Ecological Entomology 26:312-324.
- van den Meiracker, R. A. F. and P. M. J. Ramakers. 1991.
 Biological control of the western flower thrips *Frankliniella occidentalis*, in sweet pepper, with the anthocorid predator *Orius insidiosus* Mededelingen van de Faculteit Landbouwwetenschappen, Rijksuniversiteit Gent. 56:241-249.
- van der Linden, A., E. de Groot, W. van Wensveen and P. Ramakers. 2009.
 Passende roofmijten tegen trips en galmuggen tegen bladluis in potanthurium. Wageningen UR Glastuinbouw. Rapport 312.
- van der Linden, A., van der Staaij, M., Grosman, A. and G. J. Messelink. 2013.
 Bouwstenen voor tripsbestrijding in chrysaant. Wageningen UR Greenhouse Horticulture. Rapport GTB in prep.
- Van der Staaij, M., P. van Weel and R. Hamelink. 2012.
 Verbetering spuittechniek in de teelt van potplanten. Rapport Wageningen UR Greenhouse Horticulture. GTB-1207.
- van Rijn, P. C. J. and L. K. Tanigoshi. 1999.
 Pollen as food for the predatory mites *Iphiseius degenerans* and *Neoseiulus cucumeris* (Acari: Phytoseiidae): dietary range and life history. Experimental and Applied Acarology 23:785-802.
- van Tol RWHM, James DE, de Kogel WJ, Teulon DAJ. 2007.
 Plant odours with potential for a push-pull strategy to control the onion thrips, *Thrips tabaci*. Entomologia Experimentalis et Applicata 122: 69-76.

Vestergaard, S., A. T. Gillespie, T. M. Butt, G. Schreiter, and J. Eilenberg. 1995.

Pathogenicity of the hyphomycete fungi *Verticillium lecanii* and *Metarhizium anisopliae* to the Western Flower Thrips, *Frankliniella occidentalis* *Biocontrol Science and Technology* 5:185-192.

