



Inventarisatie van stoffen met een mogelijk afwerende werking op trips

Juliette Pijnakker en Ada Leman



Referaat

De tuinbouwsector beschikt over steeds minder “knock-down” insecticiden tegen trips. In de geïntegreerde bestrijding is daar ook steeds minder ruimte voor. Wel is er behoefte aan stoffen met meer subtiele werkingsmechanismen. Eén zo'n mechanisme is repellentie of afwering. Repellente stoffen worden vooral gebruikt voor het afweren van parasieten op mensen, huisdieren en vee, maar kennen weinig toepassing in de gewasbescherming.

In dit verslag zijn gegevens verzameld uit de literatuur en recente veldproeven over het toepassen van afwerende stoffen tegen trips.

Abstract

The horticultural sector has less and less 'knockdown' insecticides against thrips available. With the increasing development of Integrated Pest Management, these chemicals are less included in crop protection schemes. However there is a need for compounds of more subtle mechanisms. One of such mechanisms is repelling. Repellent substances are primarily used for repelling parasites on humans, pets and cattle, but have little application in crop protection. This report presents data from literature and recent field tests on the use of repellents against thrips. There are only limited data

© 2011 Wageningen, Stichting Dienst Landbouwkundig Onderzoek (DLO) onderzoeksinstituut Wageningen UR Glastuinbouw.

Wageningen UR Glastuinbouw

Adres : Violierenweg 1,
: 2665 MV Bleiswijk
Tel. : 0317 - 485606
Fax : 010 - 5225193
E-mail : info@wur.nl
Internet : www.wur.nl

Inhoudsopgave

	Samenvatting	5
1	Probleembeschrijving en doelstelling	7
2	Californische trips	9
3	Afwerende stoffen voor Californische trips	11
	3.1 Definitie repellent	11
	3.2 Alarmferomoon	11
	3.3 Plantaardige stoffen	11
	3.4 Traditionele insecticiden	11
	3.5 Lijst van mogelijk afwerende stoffen	12
	3.6 Enkele voorbeelden van producten onder de loep	13
	3.6.1 Neem-producten (op basis van azadirachtine)	13
	3.6.2 Etherische oliën	13
	3.6.2.1 voordelen	13
	3.6.2.2 nadelen	14
	3.7 Onderzoek bij trips	14
	3.7.1 Labproeven met <i>Frankliniella occidentalis</i> , <i>Thrips tabaci</i> en <i>Thrips palmi</i>	14
	3.7.2 Kasproeven	15
	3.7.3 Praktijkproeven in buitenteelten	15
	3.7.4 Conclusie	15
4	Mogelijke toepassing: Push-pull strategie	17
5	Conclusies & aanbevelingen	19
6	Literatuur	21

Samenvatting

Bestrijding van trips kan worden verbeterd door andere methoden dan het introduceren van natuurlijke vijanden. Het verjagen van de plaag met afwerende stoffen (repellentia) biedt potentie. Maar tot nu toe kennen afwerende stoffen (repellentia) weinig toepassing in de gewasbescherming.

Om een eerste selectie van repellente middelen uit te voeren is een literatuurstudie uitgevoerd. Er zijn weinig laboratoriumstudies gevonden over het belang van vertragende stimuli zoals afwerende stoffen of afschrikkende/verjarende stoffen bij trips (Gaum *et al.* 1994 ; Hirano *et al.* 1994 ; Koschier *et al.* 2000). Veldproeven zijn nog zeldzamer. Uit deze literatuurstudie is bepaald welke stoffen potentie bieden voor de toepassing in de glastuinbouwteelten.

- De keuze aan natuurlijke gewasbeschermingsmiddelen is de laatste jaren sterk toegenomen. Er zijn veel middelen van natuurlijke oorsprong waarvan de geclaimde werkzaamheid (mede) op repellentie zou kunnen berusten. De evaluatie hiervan berust echter hoofdzakelijk op “tevredenheidsregistratie”, en er is behoefte aan een meer objectieve benadering en onafhankelijk onderzoek. Tientallen etherische oliën of plantenextracten, neem-producten en abamectin komen in aanmerking voor verdere proeven.
- Naast afwerende stoffen kunnen andere gedragsbeïnvloedende stoffen van belang zijn voor verdere onderzoek in push-pull strategieën, met name stoffen die de plaag sterk activeren zodat de plaag makkelijker naar vangplaten wordt gelokt.
- Veel plantextracten waarvan de geclaimde werkzaamheid (mede) op repellentie zou kunnen berusten worden verkocht als plantversterkers. De kaders voor hun toelating blijven nog niet duidelijk. Veel natuurlijke middelen werden toegelaten via een reguliere toelatingen, de zogenaamde Regeling Uitzondering Bestrijdingsmiddelen (RUB), ambtshalve toelatingen en via vrijstellingen. Deze wet is vervallen op oktober 2007. Momenteel wordt er gediscussieerd in Europa hoe de toelating van deze middelen geregeld moet worden (dossierisen, beoordelingsmethodiek etc.). Vaststaat dat al deze middelen een toelating zullen moeten hebben en binnen Europa op dezelfde manier beoordeeld moeten worden.
- Repellentia of gedragsbeïnvloedende stoffen zouden het liefst in een push-pull strategie kunnen worden gebruikt in combinatie met een attractantia (attractieve stof). Aanbelen tegen trips wordt een strategie te testen met bespuitingen van gedragsbeïnvloedende stoffen in combinatie van vangrollen (rollertrap) met een lokstof. Stoffen zoals salicylaldehyde, thymol, linalool, carvacrol, geranol en eugenol bieden potentie om trips van de plant weg te jagen.

1 Probleembeschrijving en doelstelling

De tuinbouwsector beschikt over steeds minder “knock-down” insecticiden tegen trips. Met de ontwikkeling van de geïntegreerde bestrijding is daar ook steeds minder ruimte voor. Wel is er behoefte aan stoffen met meer subtiele werkingsmechanismen. Eén zo'n mechanisme is repellentie (afwering). Afwerende stoffen worden vooral gebruikt voor het afweren van parasieten op mensen, huisdieren en vee, maar kennen weinig toepassing in de gewasbescherming (Kuthiala *et al.* 1992).

Het gebruik van deze stoffen zou leiden tot een verminderde ei-afzetting en verhoogde mortaliteit. Een verlaagde reproductie van de plaag zou tot een gemakkelijker biologische bestrijding kunnen leiden. Telers die met natuurlijke vijanden tegen trips werken hebben altijd te maken met restpopulaties van de plaag. Ook als de natuurlijke vijanden goed gevestigd en effectief zijn kunnen die resterende aantallen tripsen voor bepaalde gewassen te hoog zijn. Bescherming van de waardevolle plantedelen (bloemen, vruchten) met repellentie zou dit probleem kunnen verkleinen.

Een groslijst van nieuwe potentiële producten is door Wageningen UR Glastuinbouw met adviseurs, telers en producenten van natuurlijke vijanden opgezet. Deze lijst moet nog met aanvullende studie bekeken worden op potentie. Om een eerste selectie van middelen uit te voeren is een literatuurstudie nodig. Uit deze literatuurstudie wordt bepaald welke van deze stoffen potentie bieden voor de toepassing in de glastuinbouwteelten.

Dit project heeft tot doel om:

- Gegevens te verzamelen over het toepassen van afwerende stoffen tegen trips in een literatuurstudie en in recente veldproeven.
- Perspectief op de toelating van interessante stoffen vaststellen.

2 Californische trips

Tripsen zijn zeer kleine insecten; ze zijn slechts 1 à 1,5 mm lang. De larven zijn gewoonlijk geel. Als ze volgroeid zijn verlaten ze de plant om te verpoppen in de grond of in het teeltsubstraat. Hierna volgen twee stadia die geen voedsel opnemen: de prepop met korte vleugelaanleg en omhoogstaande antennes, en de pop met lange vleugelaanleg en naar achteren geklapt antennes. Volwassen tripsen zijn lichtgeel tot donkerbruin met gelijkvormige voor- en achtervleugels. De vliezige vleugelschijf is gereduceerd tot een smal lint met nauwelijks beadering. Over de gehele vleugelrand is een rij zeer lange haren ingeplant ("franjevleugeligen"). Het uiteinde van de poten is blaasvormig ("blaaspotigen"). Volwassen tripsen kunnen slecht vliegen. Hun vlucht begint met een sprongetje.

Zowel de larven als de volwassenen veroorzaken zuigschade. Ze zuigen groepjes bladcellen oppervlakkig leeg met korte zuigende monddelen en veroorzaken zilverkleurige vlekjes. Hun aanwezigheid wordt verraden door donkergroene stippen (opgedroogde vloeibare uitwerpselen) op en rond de zilvervlekjes. Zuigschade van trips op bloemen leidt ook bij lage plaagdichtheid al tot kwaliteitsvermindering.

Tripssoorten zijn met het blote oog moeilijk te identificeren. Met het behulp van een loep (binoculair) kunnen we het geslacht *Frankliniella* onderscheiden van het geslacht *Thrips* aan de punt van de antenne, die uit 2 leden respectievelijk 1 lid bestaat. Op alle vier hoeken van het nekschild van *Frankliniella* zijn 2 lange haren ingeplant; bij het geslacht *Thrips* vinden we alleen op de beide achterhoeken dergelijke haren, die bovendien minder ontwikkeld zijn dan bij *Frankliniella*. Het onderscheiden van trips op soortniveau is specialistenwerk. Kaspopulaties van tabakstrips bestaan alleen uit vrouwtjes. Bij de californische trips komen ook mannetjes voor; deze zijn wat kleiner dan de vrouwtjes, ongeveer zo groot als de vrouwtjes van tabakstrips. Beide tripsen leggen niervormige eieren in het blad, in bloembladeren en zachte stengeldelen.

Californische trips *Frankliniella occidentalis* is de meest algemeen trips in kassen. Het is een typische stuifmeel-eter, die vooral in rijpe bloemen wordt aangetroffen. In een kas duurt de levenscyclus ruim 2 weken in de zomer en 3 à 4 weken in voor- en najaar.



Figuur 1. Larve van Californische trips.

3 Afwerende stoffen voor Californische trips

Diverse soorten roofmijten worden in de sierteelt onder glas geïntroduceerd tegen trips. Hun effectiviteit is vaak onvoldoende in perioden van hoge tripsdruk. Bestrijding van tripsen stoelt dan voornamelijk op insecticiden die vaak ook dodelijk zijn voor natuurlijke vijanden. Nieuwe strategieën met gedragsbeïnvloedende stoffen zoals attractieve (Attractantia), afwerende (Repellentia), afschrikkende (deterrents) en antifeedant stoffen kunnen mogelijk een alternatief zijn voor insecticiden, of een aanvullende effect naast insecticiden bieden.

3.1 Definitie repellent

Een insectenrepellent is gedefinieerd als een chemische stof die het insect dwingt bewegingen te maken weg van de bron (Dethier *et al.* 1960). Insectwerende middelen zijn olfactorische prikkels en kunnen zelfs voorkomen dat insecten in contact komen met een plant (Norris, 1990).

3.2 Alarmferomoon

Feromonen zijn bekende gedragsbeïnvloeders. Deze stoffen van dierlijke oorsprong dienen voor de communicatie met soortgenoten. Van trips is bekend dat ze een alarmferomoon kunnen afscheiden als afweer tegen aanvallers en dat soortgenoten waarschuwt voor gevaar. Teerling *et al.* (1993) toonden aan dat verstoorde larven van californische trips ook een alarmferomoon produceren in een druppel aan het eind van hun abdomen. Het feromoon bevat een mengsel van decyl-acetaat (10AC) en dodecyl-acetaat (inclusief 12AC) in een ratio van 1,5:1.

Het feromoon dwingt de volwassenen en de larven van *F. occidentalis* weg te lopen van de bron, veroorzaakt een vermindering van ovipositie bij de volwassen vrouwtjes (Teerling *et al.* 1993; Kirk *et al.* 1999) en dwingt de larven zich in beschermingsplekken terug te trekken (Venzon *et al.* 2000). De reactie van californische trips op het alarmferomoon is echter vrij zwak (Teerling *et al.* 1993; MacDonald *et al.* 2002). De bewegingen die uitgevoerd zijn in reactie op het feromoon zijn slechts korte afstanden. Een feromoon biedt dus, volgens Teerling, weinig potentie voor gewasbescherming.

3.3 Plantaardige stoffen

Planten bevatten een breed scala aan secundaire plantaardige stoffen (Paech, 1950). Deze kunnen eenvoudig worden gegroepeerd als glucose, saponinen, looistoffen, alkaloiden, etherische oliën, organische zuren en andere, vele duizenden die beschreven zijn in de literatuur. De voedselspecificiteit van insecten is waarschijnlijk gebaseerd op de aan- of afwezigheid van deze eigenaardige verbindingen in planten, welke dienen als repellentia tegen insecten en/of als lokstoffen. Het effect van een stof op het gedrag van insecten wordt mede bepaald door de concentratie van de stof. Een stof die in lage concentratie aantrekkelijk is, kan in hoge concentratie afstotend werken of zelfs dodend.

Het gebruik van niet-attractieve plantengeuren om plageninsecten af te weren of te verjagen heeft geleid tot de commercialisatie van een aantal producten (Isman, 1999 en 2000 en 2006; 2006 ; Landolt, 1999; Lee *et al.* 1997 en 2001, Mann *et al.* 2012, Mansour *et al.* 1986 ; Shaaya *et al.* 1991, Tunç & Sahinkaya, 1998).

3.4 Traditionele insecticiden

Enkele traditionele insecticiden hebben hun effectiviteit, met namen hun nawerking aan de afwerende werking van het residu te danken. Sub-toxische doseringen van dergelijke middelen zouden dus in een vervolg onderzoek kunnen worden meegenomen. Abamectin (Vertimec) en deltamethrin (Decis) zijn werkzame stoffen die bekend zijn om hun afwerende werking.

3.5 Lijst van mogelijk afwerende stoffen

In de onderstaande tabel staan mogelijk afwerende producten voor trips ingedeeld in categorieën. Er zijn weinig studies over afwerende stoffen voor tripsen. Er zijn wel veel plantenstoffen waarvan geclaimd wordt dat trips daar op reageert.

Type product/actieve stof	Producten
azadirachtine	Kranti neem spray, Neem natural extract, Neem zaad pentane extract, Biosol, Neemolie Neemoil, Neemark, Neem-Azal, Neemguard, Azatin, Neem-seed kernel extract, Neemgold, Neemix Margosan-O, Neem zaad + methylbutylether+ methanolextract, Bionim, Entomax, Suneem, Velgrow Repella, Repelin, Triac, Cultaneem
Pyrethrum	Spruzit, Prevent, Spruzit Nova, Entire, Spruzit-extra sterk, Biophytoz, Pyretrex
Olien en plantenextracten	Toco-tholin (pepermuntolie, eucalyptusolie, rozemarijnolie, lavendelolie, steranijsolie, kruidnagelolie en menthol) olie van rozenhout olie van kruidnagel (Eugenia caryophyllata) Kattenkruidolie Rosemarijnolie (Rosmarinus officinalis L.) Dilleolie (Anethum graveolens) olie van karwijzaad (Fructus Carvi) Mintolie (Mentha arvensis L.) Poleimuntolie (Mentha pulegium - pulegon) Eucalyptusolie (Eucalyptus polybractea) Thymolie (thymol) Dist oil (Pronafit) Cinnamite (kaneelolie) palmarosolie olie van Salie (Salvia officinalis L.) Koriander (Coriandrum sativum) basilicumolie lavendel (Lavandula angustifolia L.) Bergamot (Citrus bergamia) Origano (Origanum majorana L.) Schwarzkummelolie (extract van Nigella sativa) Quassia (Denka) citruschilolie citronella Insectlear (Ecoprotecta) kaliumzouten van vetzuren, de vetzuren zijn afkomstig van oliën van plantaardige oorsprong. Saponin (Deruned) (yucca extracten) Nobur N (Yucca extract - sarsaponin) Syzar (Deruned) (kruidnagelen-extracten) Tabasco Cayennepeper zwarte peper extract Water peper (extract van Polygonum hydropiper) Chilipoeder (Capsaicin) Aloë-Tech (Aloë Vera) Bio-pro-1 (sporenelementen van planten en vruchtenextracten) Herba/Pro Fit Tripfee Nicotine (extract van Nicotina tabacum) Rotenon (Derris sp.)
Knoflook	ENVirepel, Garlic Barrier, Nutri Shield, GNP-EXP, Knobi-Vital, Super 9-1-1, Alsa, Allicine, Guardian, Milvri Knoflook, VK Look, Super PGA VII-GS
Zeewierenextracten	Algan/Algeco, Shield (bio-feed), Nopath (bio-feed): zeewier en oliën van plantaardige oorsprong (munt en tijm)
Spuitzwavel	
Plantensoffen (en voorbeelden olien)	linalol (olie van rozenhout, Citrus bergamia, thijm, basilicum) 1,8 cineol /eucalyptol (olie van eucalyptus, rozemarijn, als em, salie, basilicum) Carvacrol (oregano, thijm, majoraan, rozemarijn en roze peper) Carvon (olie van karwijzaad en dille) P-cymeen (olie van ajowan, bonenkruid, dille, komijnzaad, majoraan en thijm) Piperonyl butoxide A(-) limoneen (sinaasappelolie) Thymol (thymolie) Eugenol (olie van kruidnagel en kaneelblad) Genaniol (palmarosolie, pelargonium)
Synthetische middelen	Decis deltamethrin (afwerend op luis) Vertimec abamectine

3.6 Enkele voorbeelden van producten onder de loep

3.6.1 Neem-producten (op basis van azadirachtine)

Azadirachta indica (syn. *Antelaea azadirachta*, *Melia azadirachta*) is een boom uit de familie van Meliaceae en is afkomstig van Zuid/Zuidoost Azië. Uit *Azadirachta indica* wordt de werkzame stof Azadirachtine (een tetranortriterpenoid) afgeleid.

Afwerende effecten van neem zijn in veel studies tegen diverse insecten geobserveerd (Schmutterer, 1990; Vogt *et al.* 1997). Neem-producten, wanneer ze op de planten worden gespoten of op teeltsubstraten, weren vrouwtjes van sommige **motten** af. In laboratoriumproeven leggen diverse motten (*Crocidolomia binotalis*, *Helicoverpa armigera*, *Spodoptera frugiperda*) geen eieren waar neem-producten worden gespoten. Rupsen zijn soms ook gevoelig voor neem-extracten. Papierstrippen die gedompeld zijn in 30% neem zadenextract oplossingen worden zeer afwerend voor de larven van de mot *Anagasta kuhniella* (Zeller) (Roomi & Atiquiddin, 1977). Uit studies blijkt dat de werkzame stof azadirachtine, apart toegepast, geen afwerend of contact effect heeft op de eileg van *H. armigera*. De oliën van de producten blijken dan voornamelijk afwerend te zijn in dit geval.

Kevers zoals *Callosobruchus* spp., *Sitophilus oryzae* L., *Tribolium castaneum* (Herbst) of *Cryptolestes ferrugineus* (Stephens) lopen ook weg wanneer neem-producten zijn gespoten.

Thoeming *et al.* (2003) vonden een afwerende effect op oude tripslarven. In hun experimenten, migreerden minder **tripsen** naar de grond toe wanneer NeemAzal T/S in de potgrond werd toegepast (50, 100 en 200 mg azadirachtin per liter). Er werden meer oude larven gevonden die zich op de bladeren verpopten. Verondersteld wordt dat NeemAzal een gedragsverandering bij de verpopping van californische trips induceert (Thoeming *et al.* 2003).

Neem-Azal heeft in Nederland geen toelating als grond- of druppelbehandeling. Nufarm, de toelatinghouder van Neem-Azal in Nederland, is van mening dat er geen repellente werking van NeemAzal-T/S uitgaat op trips.

3.6.2 Etherische oliën

Etherische oliën die van aromatische planten worden geëxtraheerd vormen een belangrijke groep van afwerende stoffen. Veel etherische oliën van planten en hun belangrijke terpenoid componenten zijn neurotoxisch voor insecten en mijten. Hun werkingsmechanisme is echter nog steeds niet duidelijk (Isman, 1999). Er wordt verondersteld dat ze met de neuromodulator octopamine (Enan, 2001; Kostyukovsky *et al.* 2002; Waliwitiya *et al.* 2005) of met GABA-gated chloride kanalen interfereren (Quarles, 1996).

Er zijn tientallen oliën die mogelijk insecten afweren. Kattenkruidolie op basis van een plantenextract van *Nepeta cataria* L. is daarvan een voorbeeld. Kattenkruid behoort tot de familie Lamiaceae. Dit wordt gebruikt als additief in levensmiddelen, in de traditionele geneeskunde en als een stimulans voor katachtigen (Bernier *et al.* 2005; Tucker & Tucker 1988, Leung & Foster 1996). De olie weert muggen en vliegende insecten (Weldon, 2003, Weldon *et al.* 2003). Van nepetalactone, een primair onderdeel van kattenkruidolie, is onlangs gemeld dat het kakkerlakken (Peterson *et al.* 2002) en muggen (Peterson, 2001) weert.

3.6.2.1 voordelen

- Ze zijn specifiek voor bepaalde plagen.
- Ze hebben unieke werkingsmechanismen met lage toxiciteit voor natuurlijke vijanden.
- Ze zijn veilig voor het milieu omdat ze snel afbreken.
- Ze zijn veilig voor mensen en dieren (Isman, 2000).
- Ze zijn ook bekend om ontwikkeling en de vruchtbaarheid van insecten te reduceren.
- Ze werken als vraatremmers en vervellingsinhibitoren (Arnason *et al.* 1989).
- Ze tasten de opperhuid aan van insecten als bladluis, wittevlieg en trips (Isman, 2000 ; Chiasson *et al.* 2004).

3.6.2.2 nadelen

De actieve stoffen van etherische oliën zijn zeer vluchtig; een goede formulering is noodzakelijk voor hun toepassingen in de praktijk (Scher, 1984; Tarelli *et al.* 2009 ; Isman, 2006 ; Isman *et al.* 2011).

3.7 Onderzoek bij trips

3.7.1 Labproeven met *Frankliniella occidentalis*, *Thrips tabaci* en *Thrips palmi*

De meeste experimenten zijn met een olfactometer uitgevoerd. Er zijn veel stoffen die trips afweren in het laboratorium. De meeste onderzoek naar gedragsbeïnvloedende stoffen voor *F. occidentalis* zijn uitgevoerd door Koschier in Oostenrijk, en De Kogel, Van Tol, Beerling en Boertjes (Bulle *et al.* 2006) in Nederland.

De proeven toonden aan dat verschillende plantaardige geurverbindingen aantrekkelijke zijn voor de volwassen vrouwtjes van californische trips. Deze verbindingen bevatten benzenoiden (benzaldehyde, p- en o-anisaldehyde), monoterpenen (geraniol, nerol, linalool, (+)-citronello), sesquiterpenen en enkele andere verbindingen (Koschier *et al.* 2000). De verschillende soorten trips kunnen verschillend reageren op geuren zoals de resultaten op *F. occidentalis* en *T. tabaci* hieronder beschreven laten zien (De Kogel & Koschier, 2000 ; Smits *et al.* 2000).

Salicylaldehyde blijkt afwerend te zijn voor californische trips in bepaalde concentraties. Reacties van *Trips tabaci* op enkele geteste geuren bleek heel anders te zijn. Anisaldehyde wat aantrekkelijk is voor de californische trips, was niet aantrekkelijk voor *T. tabaci*. Salicylaldehyde in een concentratie die afstotend werkt tegen californische trips bleek aantrekkelijk te zijn voor *T. tabaci* (de Kogel & Koschier, 2000).

Thymol en carvacrol, beide monoterpenoïde fenolen, zijn belangrijke verbindingen in tijm (*Thymus vulgaris* L.), oregano (*Origanum vulgare* L.) en andere planten binnen de Lamiaceae familie. Deze stoffen in de plant zijn al geïdentificeerd als potentiële insecten en mijten afwerende en ovipositie afschrikmiddelen tegen kasspintmijt (*Tetranychus urticae* Koch) (El-Gengaihi *et al.* 1996), de Eiernestrupe (*Spodoptera litura* Fabricius) (Isman *et al.* 2001), de huisvlieg (*Musca domestica* Linnaeus) en de rijstklander (*Sitophilus oryzae* L.) (Saleh, 1986).

Sedy en Koschier (2001, 2003) geven aan dat **thymol (thijmolie)** *F. occidentalis* ervan weerhoudt om eieren te leggen. *F. occidentalis* vermijdt ovipositie op bladponsjes die behandeld zijn met thymol, wanneer er onbehandelde bladponsjes beschikbaar zijn. Ook wanneer er geen keuze was, verminderde thymol de vermeerdering van trips bij een concentratie van 0,1 en 1%. Voedselopname werd slechts licht verminderd. Voor *T. tabaci* had deze verbinding ook een afschrikkende werking, maar in mindere mate.

In keuze-experimenten vermijdt *T. tabaci* de bladeren die met **carvacrol** zijn behandeld. *F. occidentalis* is blijkbaar minder gevoelig voor carvacrol, omdat alleen de hogere concentratie (1%) resulteerde in aanzienlijke afschrikking.

Koschier *et al.* (2002 en 2003) vonden, dat de toepassing van een etherische **olie van marjolein *Origanum majorana*** (L.) in de doseringen 1% en 0,1% de voedselopname van *T. tabaci* remde bij een observatie periode van 24 uur. Schade werd op met de olie behandelde bladponsjes tussen 91 en 94% gereduceerd (Koschier *et al.* , 2002). Met deze doseringen legde de trips 50% minder eieren op de met de olie behandelde bladeren in vergelijking met een onbehandeld. De voedselopname van de tabakstrips werd door de toepassing van olie verhinderd, maar alleen met de dosering van 1%. Vluchtige bestanddelen die actief zijn in rozemarijnolie kunnen verantwoordelijk zijn voor de werende werking, maar ook voor een aanzienlijk remming van het vestigen van *T. tabaci* gedurende een periode van 4 uur.

Esterische olien van rozemarijn *Rosmarinus officinalis* L. en lavendel *Lavandula angustifolia* (L.) beïnvloedden ook de voedselopname van adulten van *T. tabaci*. Lavendelolie in de doseringen 0,1% en 1% (waarschijnlijk door zijn hoofdcomponent, de monoterpene **linalool**), en rozemarijolie 1% houden trips ervan af zich te voeden. De vluchtige stoffen linalool en eugenol bleken in staat te zijn om schade te verminderen in concentraties variërend van 0,01% tot 1% (Koschier *et al.* 2002). **Eugenol** bleek attractief te zijn voor graantripsen (Holtmann, 1963) en californische trips (Koschier *et al.* 2000) in een dosering van 1%.

Etherische oliën zoals rozemarijolie roepen negatieve reacties op binnen een smalle reeks van concentraties, terwijl andere, zoals marjoleinolie, effectief bleken bij een aanzienlijk breder scala van concentraties.

Volgens Gaum *et al.* (1994) waren de vluchtige stoffen van sommige rozencultivars californische trips af.

α -Tomatine toonde een sterke vraatremmende activiteit tegen *Thrips palmi* op tomatenbladeren (Hirano *et al.* 1994).

Volgens Chermenskaya *et al.* (2001) zijn **extracten van *Filipendula ulmaria*** afwerend voor *Frankliniella occidentalis*.

3.7.2 Kasproeven

Een proef werd in Aalsmeer door Wageningen UR Glastuinbouw uitgevoerd in een door trips zwaar aangetast gewas snijchrysant (Bulle *et al.* 2006). Citowett 0.01%, R-Carvon 0.1% in 0.01% Citowett en knoflook 0.05% werden twee keer gespoten. Er werd geen verdrijvend effect waargenomen als gevolg van de gewasbespuitingen.

In kleine kasjes met chrysantenstek werd een duidelijk repellent effect op trips gevonden met 3 stoffen van PRI (Plant Research International). Beehappy bleek een afstotend effect op trips te hebben (Bulle *et al.* 2006).

3.7.3 Praktijkproeven in buitenteelten

Het product Ecotrol (een insecticide/miticide op basis van **rozemarijn en pepermunt-olie**) werd in sla en in aardbeien getest. Ecotrol gaf in sla alleen bestrijding van californische trips. Maar wanneer het product met spintoram werd gemengd, elke in ½ dosering, gaf de mengsel een vergelijkbare bestrijding van trips als spintoram alleen in volle dosering. In aardbeien gaf Ecotrol een betere controle van californische trips dan spinosad. Nog onbekend is of de effectiviteit te danken is aan de contactdoding of afwerend effect (Murray *et al.* 2011).

Er zijn enkele ervaringen geweest met afwerende stoffen in het veld. Het effect daarvan was vaak zeer laag. Maar het gecombineerde gebruik van oliën en attractieve stoffen blijkt potentie te bieden in een push-pull strategie zoals het geval is geweest bij de bestrijding van tabakstrips in een experiment van Van Tol en de Kogel (2006). Proeven met vier plantaardige etherische oliën zijn uitgevoerd tegen *Thrips tabaci* in buitenteelten in aanwezigheid van de attractieve stof ethyl iso-nicotinaat. Vier horizontale witte vangplaten werden geplaatst grenzend aan (richting: N, S, E, W) een centrale horizontale witte plaat (C). De centrale vangplaat werd met ethyl iso-Nicotinaat gespoten, de andere met een essentiële olie of water (controle). De waarnemingen werden 24 uur na de behandeling uitgevoerd op de vier vangplaten die met essentiële oliën werden bespoten. Er werd minder tabakstrips gevonden op de platen die met **marjoleinolie** of **olie van *Ocimum gratissimum*** waren behandeld (87 en 71% minder, respectievelijk) dan op de controle platen. De oliën van *Artemisia arborescens* en *Melaleuca alternifolia* waren niet effectief.

3.7.4 Conclusie

Voor veel stoffen, is de afwerende effect voor trips alleen in het laboratorium bewezen (Koschier *et al.*, 2000, 2002; Kogel & Koschier, 2002; Koschier & Sedy, 2003). Er zijn weinig proeven in de praktijk uitgevoerd. Enkele stoffen zijn in buitenteelten getest en waren niet effectief (de Kogel & van Tol, niet gepubliceerd). In teelten onder glas worden enkele stoffen verkocht als afwerende stoffen, maar kennis over hun werkzaamheid ontbreekt. Effectiviteit is lang niet altijd aangetoond en de toxiciteit en het effect op natuurlijke vijanden zijn onbekend.

4 Mogelijke toepassing: Push-pull strategie

Een mogelijke toepassing van plantaardige stoffen is de ontwikkeling van een push-pullstrategie, een afweren- en lokkenstrategie, om meer tripsen weg te vangen en/of eerder te kunnen signaleren.

Gedacht wordt dat schade van trips niet minder zal worden met een solo gebruik van een afwerende stof. Een alternatief voor de bloemen zou tegelijkertijd moeten worden aangeboden, zoals een aantrekkelijke stof naar een andere gebied, een vangplaat of een vanggewas waar de plaag makkelijk kan gevangen of bestreden worden.

De term push-pull werd voor het eerst in 1987 door Pyke *et al.* in Australië opgevat als een strategie voor geïntegreerde gewasbescherming tegen een nachtvlinder *Helicoverpa* spp. in katoen (Cook *et al.* 2007). Het idee van push-pull strategieën is gekomen om het gedrag van de plaaginsecten en hun natuurlijke vijanden te manipuleren met het gebruik van stimuli om de te beschermen plant onaantrekkelijk of ongeschikte voor de plaag te maken (push), terwijl de plaag wordt gelokt naar een aantrekkelijke bron (pull) waar deze vervolgens wordt verwijderd of gevangen (Cook *et al.* 2007).

Vangplaten kunnen gebruikt worden om trips te lokken. Deze worden door de meeste telers al gebruikt om voornamelijk populaties van trips te monitoren om zo snel mogelijk te reageren wanneer de tripsdruk toeneemt. *F. occidentalis* wordt aangetrokken door de kleur van de vangplaat.

Ook de bloemengeur van diverse chemische groepen: vooral benzenoiden en monoterpenen (Koschier *et al.* 2000) is attractief voor trips. Diverse methoden zijn geprobeerd om het wegvangen van trips te verbeteren met plantengeuren (Brødsgaard, 1990; Teulon & Ramakers, 1990; Frey *et al.* 1994). Momenteel worden er twee producten door telers gebruikt om trips op de vangplaten te lokken: Tripsline AMS van Syngenta Bioline (feromoon voor californische trips) en de kairomoon Lurem TR van Koppert.

Aanbevolen wordt een gecombineerde strategie te testen met gedragsbeïnvloedende stoffen op de te beschermen plantendelen om de trips te verjagen (Afweren) en vangplaten met een attractieve stof om de plaag te lokken/vangen.

5 Conclusies & aanbevelingen

De toepassing van afwerende stoffen zou in een push-pullstrategie kunnen, een afweren- en lokkenstrategie, om meer tripsen te dwingen van de planten weg te gaan en ze op vangplaten vangen.

Uit de inventarisatie van afwerende stoffen blijkt dat er de laatste jaren in de tuinbouw een aantal potentiële stoffen worden aangeboden, waarvan de geclaimde werkzaamheid (mede) op repellentie zou kunnen berusten, zoals etherische oliën, planten- en algenextracten ("Biociden"). Er zijn er tientallen van deze middelen die in Nederland of via internet verkocht zijn. Voorbeelden hiervan zijn middelen van B!oFeed (Shield, Aglio, etc.), van Ecoprotecta (Inseclear), van Deruned (Alsa, Saponin op basis van extracten van Yucca, Syzar op basis van kruidnagelen) of van Pronafit (Dist oil). De evaluatie hiervan berust echter hoofdzakelijk op "tevredenheidsregistratie", en er is behoefte aan een meer objectieve benadering en onafhankelijk onderzoek. Effectiviteits- en toxiciteitsonderzoek is noodzakelijk, maar blijft voor veel firma's te duur en de resultaten en stoffen zijn niet te beschermen.

Veel plantenextracten of oliën worden verkocht als plantversterkers. De kaders voor hun toelating blijken nog niet duidelijk. Veel natuurlijke middelen werden toegelaten via een reguliere toelatingen, de zogenaamde Regeling Uitzondering Bestrijdingsmiddelen (RUB), ambtshalve toelatingen en via vrijstellingen. Deze wet is vervallen op oktober 2007. Momenteel wordt er gediscussieerd in Europa hoe de toelating van deze middelen geregeld moet worden (dossiereisen, beoordeling-methodiek etc.). Vaststaat dat al deze middelen een toelating zullen moeten hebben en binnen Europa op dezelfde manier beoordeeld moeten worden.

Aanbevolen wordt een push-pull strategie te testen met producten zoals azadirachtin, abamectin, middelen van B!oFeed en etherische oliën (met thymol, linalool, carvacrol, geranol of/en eugenol) en lokstoffen op een rollertrap.

6 Literatuur

- Bernier U.R., K.D. Furman, D.L. Kline, S.A. Allan & D. R. Barnard, 2005.
Comparison of Contact and Spatial Repellency of Catnip Oil and N,N-Diethyl-3-methylbenzamide (Deet) Against Mosquitoes. *Journal of medical entomology* vol 42, nr. 3: 306-311.
- Brødsgaard, H. F. 1990.
The effect of anisaldehyde as a scent attractant for *Frankliniella occidentalis* (Thysanoptera: Thripidae) and the response mechanism involved. *IOBC/WPRS Bull.* 13:36–38.
- Bulle A., B. Boertjes, J. Bruin, M. Boogaard, G. Scholte-Wassink & E. Beerling, 2006.
Biologische bestrijding trips in de bloemisterij. Pt verslag, Projectnummer 36.167.
- Chermenskaya T.D., V.N. Burov, S.P. Maniar, E.M. Pow, N. Roditakis, O.G. Selytskaya, I.V. Shamshev, L.J. Wadhams & C.M. Woodcock, 2001.
Behavioural responses of Western Flower Thrips, *Frankliniella occidentalis* (Pergande), to Volatiles from Three Aromatic plants *Insect Sci. Applic.* Vol. 21, No. 1: 67-72
- Cook S.M., R.K. Zeyaur & J.A. Pickett, 2007.
The Use of Push-Pull Strategies in Integrated Pest Management. *Annual Review of Entomology* Vol. 52: 375-400.
- Dethier, V.G., L.B. Browne & I.C.N. Smith, 1960.
The designation of chemicals in terms of the responses they elicit from insects. *J. Econ. Entomol.* 53: 134-136.
- Gaum W.G., J.H. Giliomee & K.L. Pringle, 1994.
Resistance of some rose cultivars to the western flower thrips, *Frankliniella occidentalis* (Thysanoptera: Thripidae). *Bulletin of Entomological Research* 84, 487-492.
- Hirano, C., K. Yasumi, E. Itoh, C.S. Kim & M. Horiike, 1994.
A feeding deterrent for *Thrips palmi* (Thysanoptera: Thripidae) found in tomato leaves: isolation and identification. *Jpn J. Appl. Entomol. Zool.* 38: 109–120.
- El-Gengaihi, D.E., S.A.A. Amer, & S.M. Mohamed, 1996.
Biological activity of thyme oil and thymol against *Tetranychus urticae* Koch, *Anz. Schädlingkunde* 69, 157–159.
- Isman, M.B. 1999.
Pesticides based on plant essential oils. *Pestic. Outlook* 10: 68–72
- Isman M.B., 2000.
Plant essential oils for pest and disease management. *Crop Prot.* 19 (2000), 603–608.
- Isman M.B., 2006.
Botanical insecticides, deterrents, and repellents in modern agriculture and an increasing regulated world. *Annu. Rev. Entomol.* 51:45–66
- Isman M.B., S. Miresmailli & C. Machial, 2011.
Commercial opportunities for pesticides based on plant essential oils in agriculture, industry and consumer products. *Phytochem Rev* 10: 197–204.
- Karpouthsis, I., E. Pardali, E. Feggou, S. Kokkini, Z.G. Scouras & P. Mavragani-Tsipidou, 1998.
Insecticidal and genotoxic activities of oregano oils. *J. Agric. Food Chem.* 46, 1111–1115.
- Kirk, W.D.J., K.M. MacDonald, M.S. Whittaker, J.G.C. Hamilton & R. Jacobson, 1999.
The oviposition behaviour of the western flower thrips, *Frankliniella occidentalis* (Pergande). In: G. Vierbergen & I. Tunç (eds), *Proceedings: Sixth International Symposium on Thysanoptera*, Akdeniz University, Antalya, Turkey, 27 April-1 May, 1998.
Akdeniz University, Antalya: 69–75.
- Kogel, de., W.J & E.H. Koschier, 2000.
Thrips responses to plant odours. *THRIPS AND TOSPOVIRUSES: PROCEEDINGS OF THE 7TH INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON THYSANOPTERA.* 189-190.
- Koschier E.H., W.J. de Kogel & J.H. Visser, 2000.
Assessing the attractiveness of volatile plant compounds to western flower thrips (*Frankliniella occidentalis* Pergande). *Journal of Chemical Ecology* 26(12), 2643-2655.

- Koschier E. H. & K. A. Sedy, 2001.
Effects of plant volatiles on the feeding and oviposition of Thrips tabaci. THRIPS AND TOSPOVIRUSES: PROCEEDINGS OF THE 7TH INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON THYSANOPTERA: 185-187.
- Koschier E.H., K.A. Sedy & J. Novak, 2002.
Influence of plant volatiles on feeding damage caused by the onion thrips Thrips tabaci. Crop Prot. 21 (2002), 419-425.
- Koschier E.H. & K.A. Sedy, 2003.
Labiata essential oils affecting host selection and acceptance of Thrips tabaci lindeman. Crop protection Volume 22, Issue 7: 929-934.
- Kuthiala, A., R.K. Gupta & E.E. Davis. 1992.
Effect of the repellent deet on the antennal chemoreceptors for oviposition in *Aedes aegypti* (Diptera: Culicidae). J. Med. Entomol. 29: 639-643.
- Landolt P.J., R.W. Hofstetter & L.L. Biddick, 1999.
Plant essential oils as arrestants and repellents for neonate larvae of the codling moth (Lepidoptera: Tortricidae). Environ. Entomol. 28 : 954-960.
- Lee, S.G., S.T. Kim, Y.J. Ahn, J.B. Kim & B. Y. Lee, 1997.
Effectiveness of carvacrol derived from *Thyujopsis dolabratarum* hondai sawdust against *Therodiplosis japonensis* (Diptera: Cecidomyiidae). Pestic. Sci. 49: 119-124.
- Lee B., W. Choi, S. Lee & B. Park, 2001.
Fumigant toxicity of essential oils and their constituent compounds towards the rice weevil, *Sitophilus oryzae* (L.). Crop Prot. 20: 317-320.
- Leung, A.Y. & S. Foster, 1996.
In Encyclopedia of common natural ingredients used in foods, drugs, and cosmetics, pp. 137-138, Wiley, New York.
- MacDonald K.M, J. G.C. Hamilton, R. Jacobson & W. D.J. Kirk, 2002.
Effects of alarm pheromone on landing and take-off by adult western flower thrips. Entomologia Experimentalis et Applicata 103: 279-282.
- Mann R. S. , S. Tiwari, J.M. Smoot, R.L. Rouseff & L.L. Stelinski, 2012.
Repellency and toxicity of plant-based essential oils and their constituents against *Diaphorina citri* Kuwayama (Hemiptera: Psyllidae). Journal of Applied Entomology Volume 136, Issue 1-2, pages 87-96.
- Mansour F., U. Ravid & E. Putievsky, 1986.
Studies of the effects of the essential oils isolated from 14 species of Labiate on the carmine spider mite, *Tetranychus cinnabarinus*. Phytoparasitica 14: 137-142.
- Paech K., 1950.
Biochemi und Physiologie der sekundaren Pflanzenstoffe (Springer, Berlin,)
- Peterson, C.J., 2001.
Insect repellents of natural origin: catnip and osage orange, Ph.D. dissertation, Iowa State University, Ames. 103-110.
- Peterson, C. & J. Coats. 2001.
Insect repellents-past, present and future. Pestic. Outlook 12: 154-158.
- Peterson, C.J., L.T. Nemetz, L.M. Jones & J.R. Coats. 2002.
Behavioral activity of catnip (Lamiaceae) essential oil components to the German cockroach (Blattodea: Blattellidae). J. Econ. Entomol. 95: 377-380.
- Saleh, M.A., 1986.
A desert plant from gypt, *Anabasis setifera*: an efficient natural factory of carvacrol and thymol. J Agric. Food Chem. 34: 192-194.
- Schmutterer, H. 1990.
Properties and potential of natural pesticides from the neem tree, *Azadirachta indica*. Annu. Rev. Entomol. 35: 271-297

- Sedy K.A. & E.H. Koschier, 2003.
Bioactivity of carvacrol and thymol against *Frankliniella occidentalis* and Thrips tabaci. J. Appl. Ent. 127: 313–316.
- Shaaya E., U. Ravis, N. Paster, B. Juven, U. Zisman & V. Pissarev, 1991.
Fumigant toxicity of essential oils against four major stored-product insects. J. Chem. Ecol. 17: 499–504.
- Smits P.H., P. van Deventer & W.J. de Kogel, 2000.
Western flower thrips: reactions to odours and colours. Proceedings Experimental & Applied Entomology, Netherlands Entomological Society (N.E.V.). Amsterdam: 175-180.
- Thoeming, G., C. Borgemeister, M. Sétamou & H.M. Poehlin, 2003.
Systemic Effects of Neem on Western Flower Thrips, *Frankliniella occidentalis* (Thysanoptera: Thripidae). Journal of Economic Entomology, 96(3): 817-825.
- Teerling, C.R., H.D. Pierce Jr, J.H. Borden & D.R. Gillespie, 1993.
Identification and bioactivity of alarm pheromone in the western flower thrips, *Frankliniella occidentalis*. Journal of Chemical Ecology, Vol. 19, No. 4: 681-697.
- Teulon, D.A.J. & P.M.J. Ramakers, 1990.
A review of attractants for trapping thrips with particular reference to glasshouses. IOBC/WPRS Bull. 13:212–214.
- Teulon, D.A.J., D.R. Penman & P.M.J. Ramakers, 1993.
Volatile chemicals for thrips (Thysanoptera: Thripidae). J. Econ. Entomol. 86(5): 1405-1415.
- Tol van, R.W.H.M., D.E. James, W.J. de Kogel & D.A. J. Teulon, 2006.
Push–pull control of onion thrips. Entomologia Experimentalis et Applicata, 122: 69–76.
- Tunç, I & S. Sahinkaya, 1998.
Sensitivity of two greenhouse pests to vapours of essential oils. Entomol. Exp. Appl. 86: 183–187.
- Venzon, M., A. Janssen, A. Pallini & M. W. Sabelis, 2000.
Diet of a polyphagous arthropod predator affects refuge seeking of its thrips prey. Animal Behaviour 60: 369–375.
- Vogt, H., U. Handel & E. Vinuela, 1997.
Field investigations on the efficacy of NeemAzal-T/S against *Dysaphis plantaginea* (Passerini) (Homoptera: Aphidae) and its effects on larvae of *Chrysoperla carnea* Stephens (Neuroptera: Chrysopidae). H. Kleeberg C. P. W. Zebitz Proceedings of the 5th Workshop on Practice Oriented Results on Use and Production of Neem Ingredients and Pheromones, 22–25 January 1996.1997.
105-114. Druck and Graphic, Giessen, Germany Wetzlar, Germany.
- Weldon, P.J., J.R. Aldrich, J.A. Klun, J.E. Oliver & M. Debboun, 2003.
Benzoquinones from millipedes deter mosquitoes and elicit self-anointing in capuchin monkeys (*Cebus* spp.). Naturwissenschaften 90: 301-304.

