

PROJECTVERSLAG

Insectenbestrijding door middel van niet-chemische methoden in de kas (eerste fase)

PT project 11.411



IN OPDRACHT VAN PRODUCTSCHAP TUINBOUW

PROJECTVERSLAG

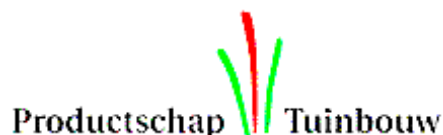
Insectenbestrijding door middel van niet-chemische methoden in de kas (eerste fase)

PT project 11.411

Uitgevoerd door:

TNO Toegepaste Plantwetenschappen en DLV Facet

Gefinancierd door:



Productschap Tuinbouw

Postbus 280

2700 AG Zoetermeer

© TNO Toegepaste Plantwetenschappen en DLV Facet

Dit document is auteursrechtelijk beschermd. Niets uit deze uitgave mag derhalve worden vervoelvoudigd, opgeslagen in een geautomatiseerd gegevensbestand, of openbaar gemaakt, in enige vorm of op enige wijze, hetzij elektronisch, mechanisch door fotokopieën, opnamen of op enige andere wijze, zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van TNO Toegepaste Plantwetenschappen en DLV Facet. De merkrechten op de benaming DLV komen toe aan DLV Adviesgroep nv. Alle rechten dienaangaande worden voorbehouden.

TNO Toegepaste Plantwetenschappen en DLV Facet zijn niet aansprakelijk voor schade bij toepassing of gebruik van gegevens uit deze uitgave, tenzij er sprake is van opzet of grove schuld van de zijde van DLV Facet of TNO Toegepaste Plantwetenschappen.

Inhoudsopgave

Samenvatting	4
1. Inleiding	5
<i>Potentiële alternatieven</i>	5
2. Doel en opzet van het onderzoek	6
3. Materialen en methoden	7
<i>Plantmateriaal</i>	7
<i>Handelingen aan de plant</i>	7
<i>Insecten</i>	8
<i>Behandeling van de planten</i>	8
<i>Mechanisch schokken van de planten d.m.v. een “heimachine”</i>	8
<i>Luchtverplaatsing</i>	8
<i>Het in trilling brengen van de planten</i>	8
<i>Licht</i>	8
<i>Duur van de behandeling</i>	9
<i>Scoren van de insecten poppen en larven</i>	9
4. Resultaten	10
5. Economische overwegingen	18
6. Conclusies	19
7. Aanbevelingen voor vervolgonderzoek	21
Appendix 1: Literatuur (met Nederlandstalige samenvatting)	22
Appendix 2: Opstelling van de planten in de testsituatie	27
Appendix 3: Concept vervolgonderzoeksvoorstel	28

Samenvatting

Plaaiginsecten in de kas worden op verschillende manieren bestreden maar vormen desondanks voortdurend een terugkerend probleem. Ondanks de wijdverspreide toepassing van biologische belagers op deze insecten is de toepassing van chemische gewasbeschermingsmiddelen nog steeds regelmatig noodzakelijk. Een probleem is dat de overheid de toepassing van gewasbeschermingsmiddelen meer en meer aan banden legt. Een beleid dat, naar verwachting, in de toekomst nog stringenter zal worden toegepast. Tot nu toe wordt in de praktijk vooral de nadruk gelegd op het bestrijden van eenmaal binnengekomen insecten die zich vervolgens kunnen uitbreiden tot een plaag i.p.v. het voor insecten onaantrekkelijk of onmogelijk maken zich voort te planten in de kas. Met dit laatste uitgangspunt zijn TNO afdeling Toegepaste Plant Wetenschappen en DLV Facet een serie experimenten gestart om mogelijkheden te onderzoeken om de insecten populatieopbouw te verstoren, voordat ze kans zien zich te verspreiden in een gewas. Getest zijn het toedienen van een luchtstroom, schokken en trillen van het testgewas Kerstomaat. Verder is het effect van UV-licht bekeken op de populatie opbouw van de in kassen veel voorkomende en moeilijk te bestrijden kaswittevlieg (*Trialeurodes vaporariorum*).

Van de 4 methoden blijken er twee een significant effect te hebben op het aantal eieren dat door de witte vliegen op de bladeren worden afgezet. Het regelmatig schokken van de planten gaf een afname van ruim 80% en de toepassing van UV-licht bleek een vermindering van meer dan 45% te kunnen bewerkstellingen. De geteste methoden hadden geen invloed op de (lengte)groei van de planten. Dit in tegenstelling tot de andere testmethoden die vrijwel geen insectenwerende werking hadden maar wel een zichtbaar negatief effect op de groei van de testplanten. Door optimalisering en het synchroon toepassen van beide succesvolle methoden kunnen wellicht nog hogere percentages worden bereikt.

Er is in dit onderzoek aangetoond dat het mogelijk is om de populatieopbouw van wittevlieg te verstoren door middel van niet-chemische methoden. Het toepassingsgebied is vooralsnog gericht op teelten onder glas, maar bredere toepassing is zeker niet uit te sluiten. Verder onderzoek moet uitwijzen hoe deze twee methoden in de praktijk geoptimaliseerd en geïmplementeerd kunnen worden.

Inleiding

Insecten zoals witte vliegen, luizen en trips vormen in de gehele glastuinbouw een regelmatig terugkerend probleem. Ondanks veel initiatieven in de afgelopen jaren op het gebied van met name biologische bestrijding vindt bestrijding ook nu nog vaak plaats met behulp van chemische middelen, al is het maar voor die momenten dat de biologische bestrijders het af laten weten. In de nabije toekomst zullen er, sectorbreed, in de gehele plantenteelt problemen ontstaan omdat er steeds minder chemische middelen mogen worden toegepast. Er is een groeiende behoefte naar methoden die plagen op een niet-chemische manier aanpakken en een alternatief voor de huidige praktijk vormen. Eén van die alternatieve methoden zou kunnen zijn om de leefomstandigheden van plaaginsecten zodanig te veranderen dat er voor het insect een ongunstige leefsituatie ontstaat. Veel insecten kunnen goed gedijen in kassen omdat de leefomstandigheden voor deze dieren vaak optimaal zijn. Zowel het klimaat, temperatuur en luchtvochtigheid als de toepassing van monoculturen dragen bij tot omstandigheden waarbij dergelijke insecten een ideaal milieu vinden om zich voort te planten. Het doel van het voorgestelde onderzoek was om de leefomstandigheden voor de insecten zodanig te wijzigen dat er een minder gunstige situatie ontstaat, zonder de groei en ontwikkeling van de planten negatief te beïnvloeden. Hierbij werd als uitgangspunt genomen dat de insecten dusdanig zouden worden verstoord dat de mogelijkheid tot voortplanten geminimaliseerd zouden worden, bijvoorbeeld door voortdurend opgejaagd te worden.

Potentiële alternatieven

Uit plantfysiologisch onderzoek is bekend dat verschillende omgevingsfactoren van invloed zijn op de groei van planten. Onder andere mechanische perturbatie (MP), ozon, maar ook insectenvraat stimuleren het aangaan van de phenylpropanoïde pathway. Hierbij worden enzymen geactiveerd waardoor planten zich teweer stellen tegen dergelijke vormen van stress. Er blijkt een aantoonbaar verband te zijn tussen weerstand tegen plaaginsecten en het ontstaan van dergelijke enzymen als gevolg van mechanische stimulatie d.m.v. wind. (Cipollini, 1997). Met name de voortplanting van insecten wordt beïnvloed als planten met MP in de vorm van wind of borstelen worden behandeld (Moran et al, 1999, Cipollini and Redman, 1999).

Insecten reageren sterk op bepaalde licht frequenties (Kriska et al, 1998). Zo blijken bepaalde polyethyleen folies die UV straling absorberen, witte vlieg en trips sterk te storen in hun oriëntatievermogen (Costa and Robb, 1999). Dergelijke insecten worden sterk aangetrokken door UV licht of juist afgestoten door een omgeving waar geen UV licht is (Anitgnus et al. 2001). Hierbij blijkt dat verschillende insecten hun eigen voorkeur hebben voor een bepaald frequentiegebied van het UV licht (Nabli et al, 1999).

Doel en opzet van het onderzoek

Het doel van het uitgevoerde onderzoek was het uit testen van verschillende systemen, om aan te tonen dat het mogelijk is om de kasomgeving voor insecten onaantrekkelijk te maken om zich voor te planten op een bepaalde locatie.

Het verjagen van insecten zou op verschillende manieren kunnen plaatsvinden. Er zijn een aantal fysische systemen bekeken op hun potentie als alternatief voor chemische bestrijding. Gekeken is naar:

- 1) Het effect van pulserend mechanisch schokken van de planten .
- 2) Het effect van (voor mensen niet waarneembaar) UV licht.
- 3) Het effect van het in trilling brengen van de planten.
- 4) Het effect van luchtverplaatsing.

Er is in samenspraak met de sector, DLV en TNO een keus gemaakt voor het gewas type en type insect die zijn gebruikt in het onderzoek. Als testgewas is de kerstomaat gekozen, als plaaginsect de steeds moeilijker te bestrijden kaswittevlies (*Trialeurodes vaporariorum*). Planten van het testgewas zijn onder (semi-) normale teeltomstandigheden in een fytotron opgegroeid, waarbij effecten van de verschillende methoden op de groei van de insectenpopulatie, en het effect op de groei van de planten werden bestudeerd. In deze serie eerste experimenten is een aantal opties op kleine schaal getest om te kijken of in voldoende mate de gewenste effecten kon worden geïnduceerd. Aan de hand van de eerste resultaten worden voorstellen gedaan om de meest veelbelovende methoden (zowel op basis van effectiviteit als economische haalbaarheid) op wat grotere schaal te testen. Deze resultaten kunnen dan worden gebruikt voor het ontwerpen van een plan van aanpak voor een grootschalig experiment en implementatie in de praktijk.

Materialen & Methoden

Plantmateriaal

Voor de experimenten is gebruik gemaakt van het modelgewas Kerstomaat, ras: Favorita. Er werd gezaaid op standaard steenwolpotten 10.0*10.0*6.5 cm (l*b*h) en opgekweekt tot een hoogte van 20-30 cm.

Planten werden opgekweekt in een klimaatkamer onder dag-nacht ritme (tabel 1)

Tabel 1, kweek omstandigheden tijdens de opkweek

	dag (16 uur)	nacht (8 uur)
Temperatuur	20°C	20°C
Licht	Aan	Uit
Licht conditie	18 kLux	-
Relatieve vochtigheid	80%	80%

Planten werden vervolgens verplaatst naar een andere klimaatkamer en op steenwolmatten 100*15.5*7.5 cm (l*b*h) geplaatst op betonplexplaten onder de volgende groeicondities (tabel 2)

Tabel 2, groeiomstandigheden van de planten tijdens de experimenten

	dag (16 uur)	nacht (8 uur)
Temperatuur	22°C	18°C
Licht	Aan	Uit
Licht conditie	24 kLux	-
Relatieve vochtigheid	70-80%	70-80%

In totaal werden 84 planten opgekweekt en op 28 steenwolmatten geplaatst (3 planten per steenwol mat).

Alle planten kregen dagelijks automatisch 5*100 ml voedingsoplossing A/B met een EC van 2,0 en een pH van 5,8 volgens standaard groeivoorschrift. De hoeveelheid en EC werden aangepast met het toenemen van de grootte van de planten. Het watergehalte van de matten werd dagelijks/wekelijks gemeten met een WET-meter.

Planten werden aan de insecten blootgesteld op het moment dat de planten een lengte van ± 1 meter hadden bereikt.

Handelingen aan de plant

Planten werden om de dag gedieft en indien nodig ingedraaid.

Insecten

Insect: Kaswittevlieg (*Trialeurodes vaporariorum*) werden aangeleverd (Koppert B.V. Berkel en Rodenrijs) op tabaksblad (in diverse stadia van ontwikkeling). Overgang van tabaksblad op de tomatenplanten ging zonder problemen en de plaaginsecten breidden zich gestaag uit. De ontwikkelingsduur van ei tot volwassen vlieg is bij 20 °C ongeveer 32 dagen.

Behandelingen van de planten

Mechanisch schokken van de planten d.m.v. een “heimachine”

Op de betonplexplaat met 21 testplanten werd een ‘heiofstelling’ geplaatst, bestaande uit een valbuis van 1 meter waarin een stalen heiblok van 2 kg d.m.v. een vacuumzuiger (Siemens Powerline 1700) omhoog werd getrokken en vervolgens neerviel. De opstelling was gekoppeld aan een puls/pauze schakelaar, waardoor 2x per minuut het heiblok op de plaat viel. Dit gebeurde gedurende 16 uur per dag. (zie ook bijlage 1).

Luchtverplaatsing

Luchtverplaatsing vond automatisch dagelijks plaats door 2 ventilatoren en 4 föhns geschakeld op de puls/pauze schakelaar. Behandeling vond 12x per dag plaats tussen 8 en 20:00 uur gedurende de eerste 10 minuten van elk uur. Een luchtstoot duurde 5 sec. en werd twee maal per minuut toegediend. De ventilatoren waren voorzien van een automatisch draaiende kop, waardoor een grotere werkingsbreedte werd bereikt. Ventilatoren waren van het merk HappyLight, nr. 911. Föhns waren bevestigd op een statief en bliezen tegen de onderkant van de bladeren. Föhns waren van het merk Babyliis type; Jazz, 1700watt, waarbij het verwarmingselement was uitgeschakeld.

Het in trilling brengen van de planten

Planten werden dagelijks van 8:00 to 20:00 uur elk uur 20 maal 5 sec. getrild. De opstelling bestond uit een trilgoot van het merk AEG, type DR/50. Aan deze trilgoot waren een aantal stalen draden bevestigd die om testplanten werden gewikkeld. Op deze manier werden trillingen overgebracht van het apparaat op de planten. De trilfrequentie was van het apparaat was 50Hz. Planten bewogen zichtbaar onder invloed van de trillingen van het apparaat.

In een controle groep werden planten wel met draad omwikkeld maar planten werden niet getrild.

Licht

In het vak voor lichtbehandeling werden 4 breed spectrum UV lampen tussen de planten gehangen die gedurende 16 uur per dag gelijk met de assimilatieverlichting brandde. Gebruik werd gemaakt van lamptype SkyTec, Raystream Blacklight, 15 watt.

Duur van de behandeling

Behandeling van de planten vond gedurende 4 weken plaats.

Scoren van de insecten poppen en larven

Per behandeling werden 5 behandelde en 3 controleplanten geselecteerd. Hiervan werd bij elke plant het eerste volgroeide blad gekozen en een blad hieronder. Van deze bladen werd vanaf de steel gezien het 2^e of 3^e deelblad genomen (grootste van de 2). Van al deze bladeren is met behulp van een mal op exact 1 cm² het aantal eieren en larven geteld uit het midden van het blad.

Resultaten

Er is onderzoek gedaan naar methoden om het testplaaginsect witte vlieg te weren van kerstomaatplanten, als alternatief voor chemische bestrijding. De effecten van verschillende soorten fysische stress op de ontwikkeling van de insectenpopulatie is bestudeerd. Hierbij is de toepasbaarheid van de verschillende methoden in een bedrijfssituatie als uitgangspunt meegenomen. De experimenten zijn uitgevoerd als indicatie van de mogelijkheden om plaaginsecten te weren, zonder in eerste instantie te zoeken naar een optimale behandeltime of intensiteit van de behandeling. De uitgevoerde behandeling zijn:

- 1) Het effect van mechanische schokken op de insecten populatie
- 2) Het effect van UV licht op de insecten populatie
- 3) Het effect van het in trillingen brengen van de planten op de insecten populatie
- 4) Het effect van luchtverplaatsingen op de insecten populatie

Planten van het testgewas kerstomaat zijn onder semi-normale teeltomstandigheden opgegroeid, waarbij effecten van de verschillende behandelmethoden op de groei van de insectenpopulatie werd bestudeerd. Planten werden in totaal 4 weken met de verschillende methoden behandeld. Er is, naast de behandelde planten, gebruik gemaakt van controleplanten (planten zonder behandeling). Verder zijn er randplanten aangewezen, planten die wel de behandeling hebben ondergaan maar op grond van hun positie in de plot niet zijn meegeteld.

De startgrootte van de kerstomaatplanten verschilde per plant. Planten werden echter willekeurig in de plot gezet waardoor de uitgangsgrootte van alle planten gemiddeld ongeveer gelijk was en tussen de verschillende behandelingen binnen de standaard deviatie valt. Op het moment dat de planten een grootte van 1 meter hadden bereikt zijn de planten blootgesteld aan wittevlies. Deze wittevlies werd aangeleverd op 2 grote tabaksbladeren (foto 1) en bevatte enkele honderden poppen. De bladeren werden in stukken verdeeld en willekeurig tussen de kerstomaatenplanten aangebracht. De behandeling met de insectenwerende methoden werd pas gestart nadat duidelijk was geworden dat de insecten op de planten goed waren aangeslagen. Tussen het aanbrengen van de witte vlieg en het starten van de experimenten zat 32 dagen. In deze tijd was een significante populatie aan witte vlieg opgebouwd.

De opstelling van de planten en de testopstellingen van de experimenten is weergegeven in bijlage 1. Het experiment is opgezet in 4 secties, waarbij in elke sectie behandelde en controle planten in de plot stonden. Na 4 weken is het effect van de behandelingen gescoord door het aantal afgezette eieren te tellen op een geselecteerd aantal bladeren van de testplanten. De effectiviteit van de methoden is weergegeven in figuur 1 in absolute aantallen en in figuur 2 als procentuele afname van het aantal witte vlieg eieren.

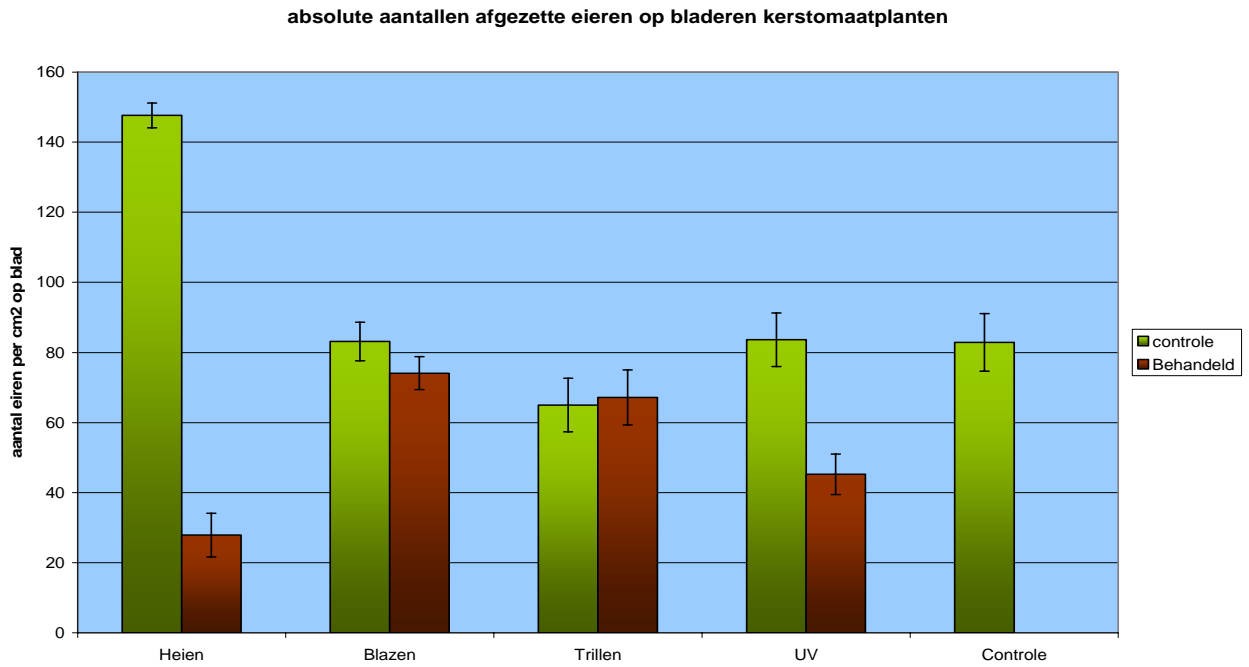


Fig. 1. Het effect van de testmethoden op het aantal afgezette eitjes (\pm sem) per behandeling.

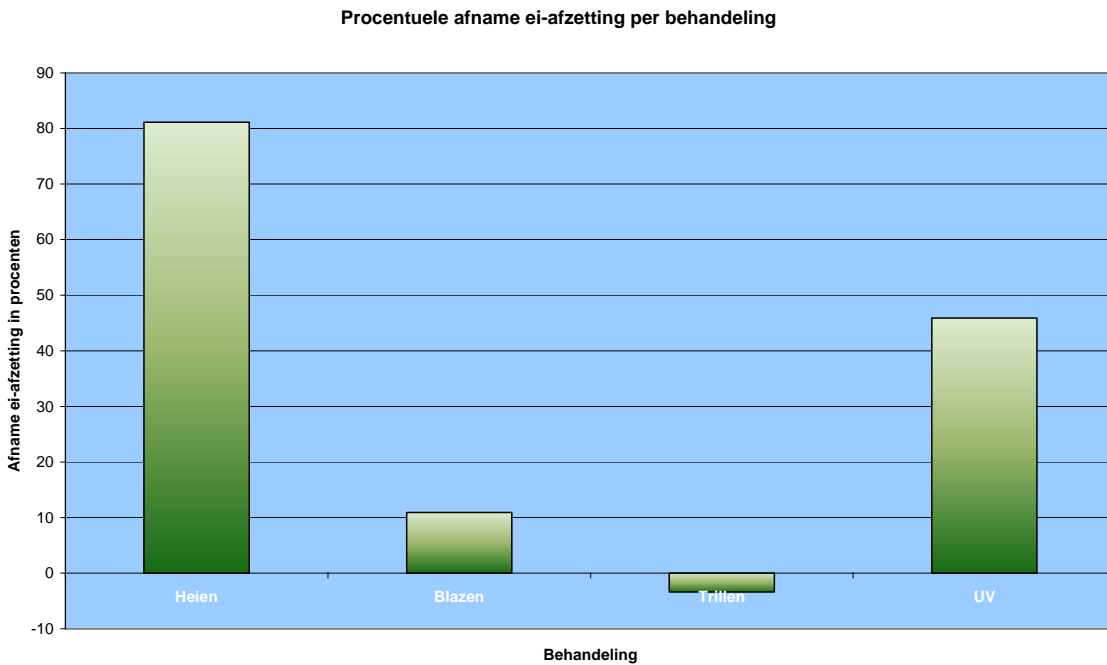


Fig. 2. De procentuele afname van het aantal eieren per behandeling t.o.v. eigen controle

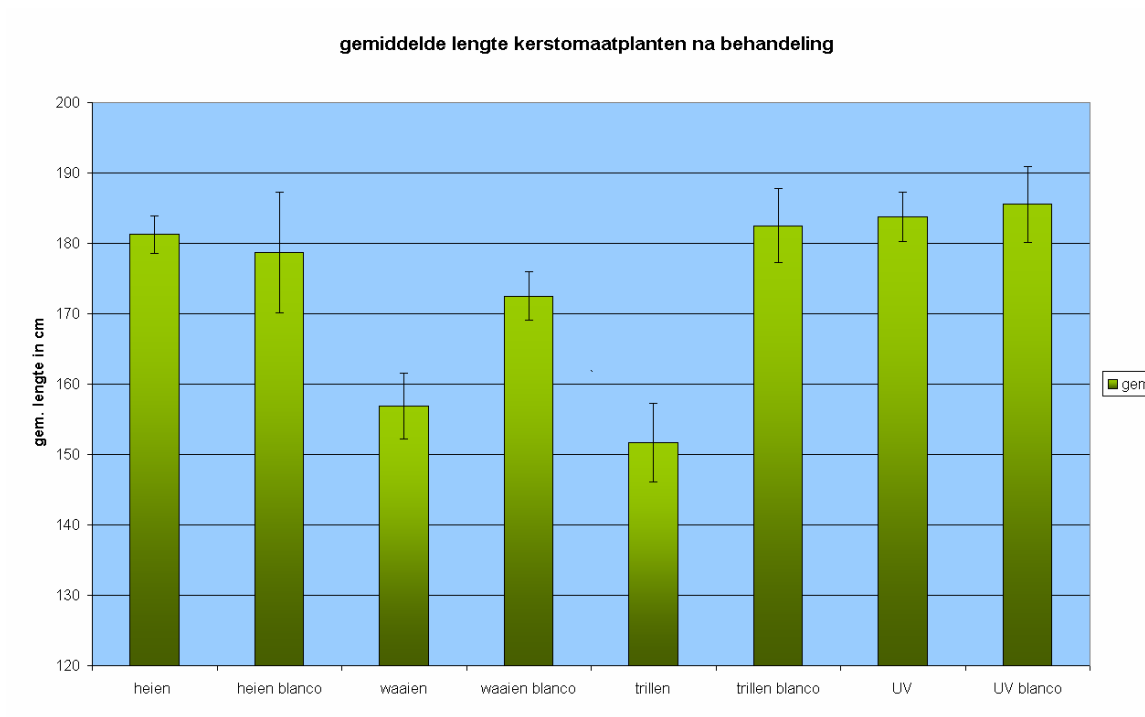
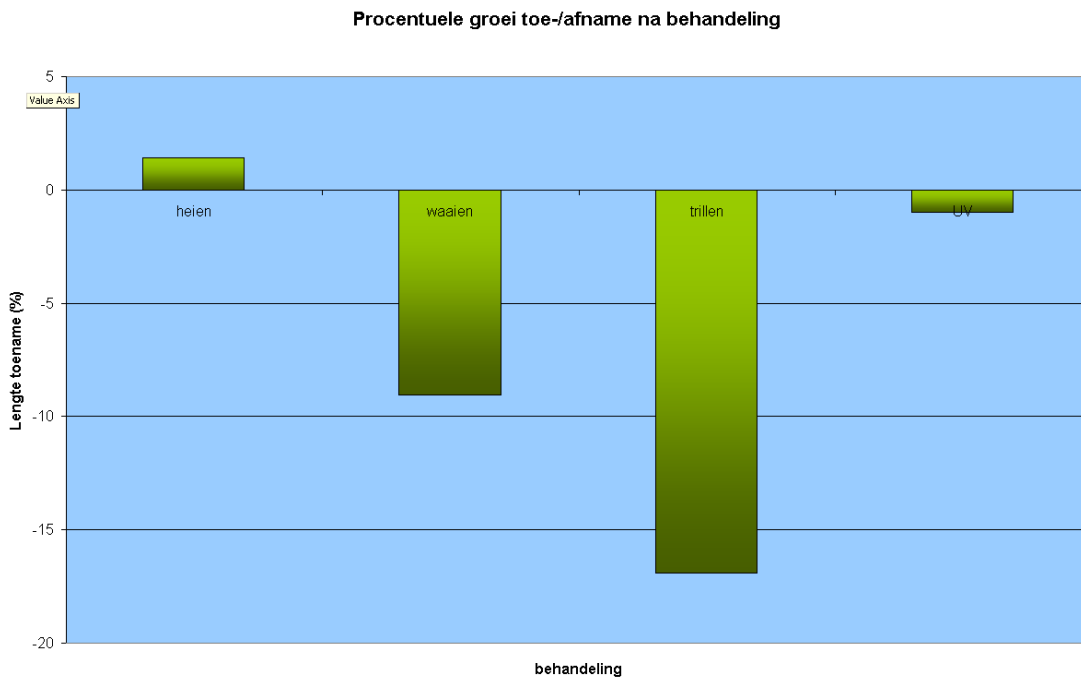


Fig. 3 gemiddelde grootte van de planten (\pm sem) na behandeling.



Figuur 4: procentueel effect van de behandelingen op de plantgrootte

Foto 1. De witte vliegpoppen en larven zoals aangeleverd op tabaksblad.



Foto 2. De heiopstelling (en detail)



Foto 3. UV-belichtingsopstelling.



Foto 4. Het effect van UV lampen op witte vlieg

Foto 5. Detail tril-opstelling, zichtbaar zijn de stalen draden die de opgewekte trillingen overbrengen op het gewas.



Foto 6. Detail luchtverplaatsingopstelling.

Het effect van “heien” op de insectenpopulatie en planten

Kerstomaatplanten die dagelijks gedurende 16 uur per dag 2 maal per minuut een schok kregen te verwerken, door middel van de heiopstelling (foto 2), bleken gemiddeld ruim 80 procent minder eieren van witte vlieg op de bladeren te hebben dan de controle planten (fig. 1&2). Uit de metingen blijkt dat de insecten door het frequente schokken dermate worden verstoord dat de ei-afzetting wordt verstoord of het voor insecten onaantrekkelijk werd om op die locatie tot leggen van eitjes over te gaan. Het is volgens verwachting dat de controle planten, die rond de planten van de heiopstelling stonden, hierdoor veel aantrekkelijker werden voor de insecten en het merendeel van de gevluichte populatie kreeg te verwerken. Dit wordt vooral duidelijk als het aantal eieren op de controle van het ‘hei-experiment’ wordt vergeleken met de algemene controle planten (fig. 1).

Verder bleek uit het opmeten van de lengte van de planten dat deze manier van verjaging geen effect heeft op de groei van de planten (fig. 3). Hierbij kan nog worden aangetekend dat de methoden die zijn toegepast nog niet geoptimaliseerd zijn. Mogelijk kan met veel lager aantal stoten, een andere frequentie, hogere of lagere valhoogte etc. tot eenzelfde of zelfs beter resultaat worden gekomen. Verder onderzoek zal dit moeten uitwijzen.

Het effect van UV-licht op de insecten populatie

Bepaalde frequenties UV-licht kunnen insecten aantrekken. De in deze serie experimenten gebruikte UV-lampen, met breed spectrum werking, hadden een sterk aantrekkende werking op de witte vlieg populatie (foto 3 & 4). Opvallend was dat de insecten zo sterk door de lampen werden aangetrokken dat ze veel minder eieren afzetten op de planten die zich in de buurt van de lampen bevonden (figuur 1&2). De afname van de populatiegrootte bedroeg meer dan 45%.

De bladeren onder de UV-lampen raakte het in de loop van de tijd bezaaid met dode witte vliegen (foto 4). Dit gold ook voor de lampen die regelmatig moesten worden schoongemaakt van alle vliegen die zich erop bevonden. Het blijkt dus mogelijk om insecten, en in dit geval witte vlieg, zodanig te ontregelen dat ze zich veel minder kunnen voortplanten. Verder blijken de UV-lampen als een soort val te werken, waarbij het effect bij planten direct tegen de lamp zeer sterk was, en bij planten verder van de lamp het effect al veel minder was. Het gebruik van het UV-licht had geen consequenties voor de ontwikkeling van de kerstomatplanten (fig. 3).

Het effect van trillen op de insecten populatie en planten

Van alle geteste methoden blijkt trillen (foto 5) het minste invloed op de eiafzetting van witte vlieg te hebben. Er is geen wezenlijk verschil te constateren tussen behandeld en onbehandeld (fig. 1 & 2). Dit geldt echter niet voor het effect op de groei van de planten. Hier blijkt het regelmatig met een hoge frequentie in (heftige) trilling brengen van de kerstomatplanten een significant negatief effect te hebben op de groei van de planten (fig. 3, zie ook project 11.422: Groeiremming met niet-chemische middelen). Dat er geen effect op de witte vlieg populatie is ontstaan zou kunnen liggen aan de gebruikte frequentie of het aantal pulsen dat is gegeven. Gezien echter het negatieve effect op de

groei van de planten lijkt deze methode niet geschikt om voor vervolgonderzoek in aanmerking te komen.

Het effect van luchtverplaatsing op de insecten populatie en planten

Luchtverplaatsing (foto 6) blijkt een gering effect op de insectenpopulatie te hebben. Feitelijk zo gering dat het binnen de standaarddeviatie valt (fig. 1 & 2). Er is wel een klein effect op de groei van de planten waarneembaar (fig. 3). Het ligt niet voor de hand om de methode verder uit te werken omdat zelfs bij deze geringe belasting door windkracht er al sprake is van een negatief effect op de groei van de planten. Om een groter effect op de insecten populatie te krijgen zou de behandeling waarschijnlijk krachtiger of vaker moeten worden uitgevoerd met een te verwachten negatief resultaat op de groei van de planten tot gevolg.

Economische overwegingen.

Om een indruk te krijgen van aanvaardbare kosten voor het toepassen van alternatieve insecten bestrijding in de praktijk is een schatting gemaakt van de huidige kosten (chemische bestrijding per hectare. Hierbij is uitgegaan van een teeltplan met op jaarbasis van jaarronde teelt van kerstomaat met gebruik van de chemische gewasbeschermingsmiddelen en biologische bestrijding (exclusief de arbeid voor de biologische bestrijding). Geschatte kosten per hectare bedragen tussen de 2500 en 3500 euro. Uitgaande van een afschrijving in 5 jaar, zijn bij gelijkblijvende kosten voor bestrijding de toegestane investeringskosten in de orde van 13.000 euro per hectare.

Conclusies

De experimenten om d.m.v. het opwekken van schokken, trillingen of wind en UV-licht insecten te verstoren bij planten heeft een aantal interessante resultaten opgeleverd. Tabel 3 geeft een overzicht van de verschillende methoden en de (relatieve) mate waarin ze aan verschillende criteria voldoen.

- Bij 2 van de 4 methoden kon in het testgewas een verstoring van de eiafzet van kaswittevlies teweeg worden gebracht.
- Deze twee methoden, schokken d.m.v. een heiofstelling en belichten met UV-licht, verschillen sterk van elkaar en zouden wellicht aanvullend kunnen werken.
- Het grootste effect op de populatie opbouw werd behaald met het regelmatig schokken van de planten.
- Beide methoden hebben geen negatief effect op de groei van de testplanten (effecten op productie zijn niet getoetst).
- Het in trilling brengen van de testplanten heeft het minste effect op de insecten populatie maar het grootste negatieve effect op de groei van de planten.
- Luchtverplaatsing heeft een geringe werking. Daarbij komt als potentieel nadeel dat de planten hierdoor ook achterblijven in hun ontwikkeling. (zie opm. pag 15)

Gezien het doel en de opzet van het uitgevoerde onderzoek kunnen alleen kwalitatieve uitspraken worden gedaan over de effectiviteit van het geteste. Op basis van de resultaten kan worden geconcludeerd dat er 2 methoden zijn die perspectief bieden voor toepassing in de praktijk.

De meest in het oog springende remming van de insectenpopulatie werd behaald met het schokken van de planten. Zeker gezien het feit dat in de testserie slechts ruimte was voor schokken met maar één frequentie en tijd, biedt deze methode veel perspectief voor verfijning en ontwikkeling naar een volwaardige methode. Daarnaast heeft deze methode in de testopstelling geen effect op de grootte van de planten. Mogelijk bijkomend voordeel bij tomaat van de schokken zou kunnen zijn dat er verbetering van de bestuiving kan optreden. In de huidige opzet is daar niet specifiek naar gekeken.

Naast het schokken biedt de toepassing van UV-licht perspectief. Ook deze methode heeft een significant effect op de opbouw van de insecten populatie en geen effect op de groei van de testplanten. Vooral omdat beide methoden naast elkaar gebruikt kunnen worden en wellicht extra remming van de opbouw van de insecten populatie kan opleveren. Mogelijk nadeel van UV zou het aantrekken van andere insecten (dan witte vlieg) kunnen zijn. In vervolgonderzoek zal hier specifiek op moeten worden gelet.

Zowel luchtverplaatsing als trillen hebben weinig effect op de populatiegrootte, maar hebben wel een negatief op de planten waardoor deze methoden minder geschikt voor verdere exploratie.

Criteria	Behandelingen			
	Schokken d.m.v heien	UV-licht	Trillen	Lucht- verplaatsing
Effectiviteit ¹ (+perspectief)	++	+	-	o
Bijeffecten ² (+perspectief)	++	o	-	-
Algemeen toepasbaar ³	?	?	?	?
Doseer- baarheid ⁴	o	+	o	+
Technisch uitvoerbaar ⁵	o	++	o	o
Relatieve kosten ⁶	o	++	o	-

Tabel 3: Relatieve beoordeling van de verschillende geteste methoden op verschillende criteria. ¹Effectiviteit: mate van verjaging bij geteste behandelingsparameters en geschat perspectief voor verbetering door parameters verandering. ²Bijeffecten: ongewenste bijeffecten zoals groeiremming van de plant, aantal bloemen etc en geschat perspectief om deze bijeffecten te kunnen voorkomen. ³Algemeen toepasbaar: methode werkt op verschillende gewassen even effectief. ⁴Doseerbaarheid: mate waarin verschillende parameters van de methode kunnen worden gevarieerd, zoals intensiteit, duur, frequentie etc. ⁵Technisch uitvoerbaar: mate waarin de methode eenvoudig (dwz met bestaande apparatuur) kan worden uitgevoerd. ⁶Relatieve kosten: geschatte kosten voor technische installatie (relatief t.o.v. elkaar). (++= zeer gunstig, += gunstig, o= neutraal, -= ongunstig, --= zeer ongunstig).

Aanbevelingen voor vervolgonderzoek

De bevindingen van het hier gepresenteerde onderzoek in ogenschouw nemende wordt voor vervolgonderzoek het volgende geadviseerd:

- 1. Opzet van een proef waarbij het toepassen van schokken en UV-belichting verder wordt uitgewerkt/geoptimaliseerd: verschillende intensiteiten, verschillende frequenties, verschillende toedieningsduur en -frequentie, combinatie van UV en schokken.**
- 2. Studie naar beschikbare en/of eenvoudig te construeren heiapparatuur en UV-belichtingsinstallaties ten behoeve van praktische toepassing.**
- 3. Grotere schaal semi-praktijk proef waarbij meest optimale schok en UV-licht behandeling worden toegepast.**
- 4. Implementatieplan.**
- 5. Grootschalige test in de praktijk.**

Appendix 1.

Literatuur gebruikt voor de studie met Nederlandstalige samenvatting:

Mechanische perturbatie MP

Cipollini jr, D.J. (1997) Wind-induced mechanical stimulation increases pest resistance in common bean. *Oecologia* 111 : 84-90

- Het aangaan van de phenylpropanoide pathway in planten, als reactie op een stimulatie van b.v. insecten, MP(mechanische perturbatie), ozon, enz. is een van de meest bekende universele biochemische stress reacties. Hierdoor worden enzymen zoals phenylalanine ammonialyase en peroxidase geactiveerd die fenolen zoals lignine vrijmaken.
- Waarschijnlijk ontstaan deze signalen als gevolg van een beperkt aantal gedeelde metabole pathways in planten zoals degene die een oxidatieve uitbarsting (oxidatieve burst) veroorzaken, waarbij mogelijk celwandfragmenten betrokken zijn.
- Zo bleek uit onderzoek dat toename van peroxidase in boon samen ging met een toename van de van lignine waardoor de planten beter bestand waren tegen buigen.
- Ook toename van de weerstand tegen pathogenen gaat samen met de toename van peroxidase activiteit en lignine accumulatie (Hammerschmidt 1982).
- Dit gold ook voor planten die gestrest waren met ozon. Deze bleken beter bestand te zijn tegen ziekte verwekkende bacteriën (Sharma, 1996).
- Het effect van abiotische stress op de weerstand van planten tegen plagen hangt sterk af van factoren zoals morfologie, fysiologie, en of door de stressfysiologische of biochemische veranderingen worden aangebracht.
- Lignine is een groot fenolisch polymeer en het eindproduct van de phenylpropanoide pathway. De stof is bestand tegen microbiële penetratie en afbraak vindt maar moeilijk plaats waardoor het herbivoren afschrikt om de plant te eten.
- CAD (cinnamyl alcohol dehydrogenase) en POD (peroxidase) zijn verantwoordelijk voor de aanmaak van lignine. De toename van deze enzymen en lignine als gevolg van ziekte of vraat is meetbaar in alle planten zoals: komkommer, boon, tarwe en spar.
- Onderzocht is of MP een toename van CAD en POD zou geven in een toename van de weerstand tegen het plaaginsect *Tetranychus urticae* en de schimmel *Colletotrichum lindemuthianum* zou geven.
- Test planten waren wilde komkommer (*Bryonia dioica*) en boon.
- MP werd veroorzaakt door een 8-tal 50cm ventilatoren die lateraal over de zaailingen bliezen, 2 maal 1 uur per dag, om 7:00 en om 18:00 met een windsnelheid van 3m/s. de windsnelheid werd gemeten met een windsnelheidsindicator van Davis instruments.
- Alle planten werden dagelijks random verplaatst.

- Gemeten werd de POD activiteit, die veelvoudig toenam, en de CAD die op dag 7 verdubbelde maar daarna afnam tot 0.
- De plaag insecten legde 20% minder eieren op MP planten en de populatie werd 35% kleiner op MP planten.
- De schimmelinfectie was 50% lager op bladeren van MP planten na 21 dagen.
- Het verband tussen toename van lignificatie en meer weerstand tegen plagen komt overeen met eerdere lit. (Vance, 1980, Appel, 1993, Dowd, 1994).
- Dit is echter de eerste keer dat is aan getoond dat er ook een verband is tussen MP, POD, CAD, lignine toename en weerstand tegen plagen.
- Naast genoemde stoffen nemen door MP ook aminozuren, proteïne, koolhydraten, callose en ethyleen toe, die ook een rol zouden kunnen spelen bij de toegenomen weerstand.
- POD neemt 25% toe bij elke toename van de wind met 1 m/s.
- Japanse boeren was al opgevallen dat rijst minder gevoelig was voor een bepaalde ziekte tijdens een winderig jaar (Takahashi en Jaffe, 1984)
- Ponderosa pijnbomen die blootgesteld waren aan de wind waren veel minder gevoelig voor insecten dan degenen die beschut hadden gestaan (Feeney, 1996).

Moran, P.J. and Cipollini jr, D.F. (1999) Effect of wind-induced mechanical stress on soluble peroxidase activity and resistance to pests in cucumber. J. Phytopathology 147 : 313-316

- MS (mechanische stress) verhoogt de peroxidase activiteit en andere oxidatieve enzymen, gemeten na 9 dagen.
- Deze enzymen maken ook deel uit van de respons die wordt opgeroepen bij komkommer als reactie op pathogenen.
- De voortplanting van bladluizen op bladeren na 12 dagen MS bleek significant minder te zijn dan op controle planten.
- De test werd als volgt uitgevoerd: een volwassen luis werd elke dag op een nieuw blad geplaatst van behandelde en onbehandelde planten. Na 1 dag werd het aantal nakomelingen geteld en er werd 5 dagen geteld. Behandeld 22.0 ± 1.31 , onbehandeld 30.25 ± 1.55 $P=0.004$, een afname van 27.3%.
- Andere experimenten hebben laten zien dat MS door borstelen het aantal trips en bladluizen kon verminderen bij de eierplant, watermeloen, tomaat en 2 Brassica soorten, (van Emden, 1990; latimer en Oetting, 1994).
- Komkommer planten werden in een kas gekweekt
- MP werd toegepast op 13 dagen oude zaailingen door ze bloot te stellen aan 6 50cm ventilatoren. De wind blies lateraal met 3m/s gedurende 2 maal 1 uur per dag (om 7:00 en 16:00 uur). Door de ventilatoren kwamen de bladeren vrij sterk in beweging.

Cipollini jr, D.F. and Redman, A.M. (1999) age-dependent effects of jasmonic acid treatment and wind exposure on foliar oxidase activity and insect resistance in tomato. J. of Chem. Ecology 25 (2) : 271-281

- JA induceert in planten (tomaat) verschillende klasse van verdedigingsgerelateerde verbindingen die een verhoogde weerstand bij planten geven tegen verscheidene plagen.
- JA functioneert als een endogene regulator bij verwonding. Peroxidase en PPO (polyphenol oxidase), die een rol spelen bij de defensie tegen plagen, worden geïnduceerd.
- Ook MP versterkt en verhoogd de activiteit van POD en PPO. Hiervan is bekend dat het zaailingen weerbaarder maakt tegen insecten (mijt) en schimmels.
- Jonge planten reageren sterker op defensie signalen dan oudere planten, alhoewel het tegenover gestelde ook voor komt (Karban and Myers, 1989; Faeth, 1991).
- Gekeken naar afzonderlijke effecten van JA en MP op POD en PPO bij tomaat en de relatieve groeiratio (RGR) van tabaks hoornworm.
- Er werd geen interactie tussen JA en MP waargenomen.
- JA 1mM, MP 2 maal 1 uur (windsnelheid 3m/s).
- De RGR van de insecten werd het meest beïnvloed door JA en was afhankelijk van de leeftijd van de planten. Sterkste effect bij 4 weken oude planten. Dit gaf ook de hoogste PPO activiteit. Bij oudere planten viel de afname van RGR juist samen met de POD activiteit.
- Opvallend was dat MP een reductie van PPO activiteit gaf en ook geen effect op de RGR van de insecten (terwijl door de zelfde auteur en andere eerder is laten zien dat dit wel het geval was en ook samenviel met een afname van het aantal insecten, RM).

Cipollini jr, D.F. (1998) the induction of soluble peroxidase activity in bean leaves by wind-induced mechanical perturbation. Am. J. of Botany 85 (11) : 1586-1591

- wind geïnduceerde MP, bij bonen, laat de POD activiteit toenemen als een behandeling met 5 mM HgCl₂, een sterke oxidant elicitor van PID activiteit in planten.
- Indien de planten eerst MP hadden gekregen was HgCl₂ toevoeging niet in staat om POD te verhogen.
- Overigens bleek dat een korte borstelbehandeling net zo effectief was als een veel langere windbehandeling om POD activiteit te krijgen.
- Het lijkt er dus op dat aanraking een veel sterkere respons geeft dan wind.
- Windbehandeling: 3 m/s 2 maal 1 uur per dag, (7 dagen, maar wordt in een ander artikel besproken, er wordt dus geen duur opgegeven van deze behandeling)
- Borstelen: 60 halen heen en weer, 1 haal per sec., 1 keer per dag.

Enzymen en hormonen

Bi, J.L., Murphy, J.B. and Felton, G.W. (1997) Does salicylic acid act as a signal in cotton for induced resistance to Helicoverpa zea. J. evol. Ecol. 23 (7) : 1805-1818

- salicylzuur speelt een sleutelrol in SAR tegen fytopathogenen.

- Salicylzuur verhindert de afbraak van POD (H₂O₂) door catalase en ascorbaat peroxidase.
- Begrazing of vraat verhoogt de hoeveelheid SA en ook H₂O₂. (abstract).

Aucoin, E. et al. (1995) How do insect herbivores cope with the extreme oxidative stress of phototoxic host plants? Archives of insect biochem. And physiol. 29 (2) L 211-226

- een aantal planten produceren secundaire metabolieten die foto-oxidatie bij herbivoren insecten veroorzaakt. Deze stoffen veroorzaken de oxidatie van membraan lipiden.
- Sommige insecten hebben echter systemen om deze stoffen onschadelijk te maken zoals P-450 polysubstraat mono-oxygenase.
- Antioxidans zoals beta caroteen, vitamine E en ascorbaat zuur werken als afweer tegen fototoxines en sommige insecten hebben hoge gehalten van deze stoffen. Verder zijn er insecten die een hoog nivo aan superoxide dismutase SOD hebben, als respons op een dieet met hoge concentraties catalase, glutathion reductase en glutathion uit blad.

Licht

Kriska, G., Horvath, G. and Andrikovics, S. (1998) Why do mayflies lay their eggs on dry asphalt roads? Water-imitating polarized light reflected from asphalt attracts Ephemeroptera. J.of exp. Boil. 201 (15) : 2273-2286

- eendagsvliegen worden door droge asfaltwegen aangetrokken om eieren te leggen terwijl ze dit normaal in of bij het water doen.
- In experimenten werd aangetoond dat horizontaal gepolariseerd licht de vliegjes aantrekt en dat het asfalt een sterk gepolariseerd wateroppervlak nabootst.
- Hoe donkerder en gladder het oppervlak van het asfalt, hoe sterker de polarisatie van het gereflecteerde licht en hoe sterker de vliegjes worden aangetrokken.
- (Wellicht zou dit ook voor andere insecten soorten kunnen gelden? RM)

Costa, H.S. and Robb, K.L. (1999) Effects of ultraviolet absorbing greenhouse plastic films on flight behavior of Bemisia argentifolii and Frankliniella occidentalis. J. of econ. Entomology 92 (3) : 557-562

- bepaalde polyethyleen folies, die voor gebruik in de kas zijn ontwikkeld, absorberen UV straling sterk.
- Witte vlieg en trips werden getest door ze vanuit een zwarte doos te laten kiezen tussen een folie tunnel met of zonder UV absorberend folie. 85-94% Van de witte vlieg en 90-98% van de trips kozen voor tunnel met folie zonder UV blok.
- Witte vlieg en trips worden dus aangetrokken door UV licht of afgestoten door een omgeving waar geen UV licht is. (abstract)

Antignus, Y., Nestel, D., Cohen, S. and Lapidot, M. (2001) Ultraviolet deficient greenhouse environment affects whitefly attraction and flight behavior. *Environmental Entomology* 30 (2) : 394-399

- aantal witte vliegen gevangen in tunnels van standaard folie was significant hoger dan in tunnels met UV absorberend plastic.
- Het uitfilteren van UV licht had als gevolg dat de witte vliegen zich niet in de plastic tunnel verspreidde.
- Witte vlieg gebruikt het UV licht om zich tijdens de vlucht te kunnen oriënteren. Door gebrek aan UV licht wordt het invasie gedrag van de insecten anders, en vindt een reductie van verspreiding plaats. (abstract).

Nabli, H., Bailey, W.C. and Necibi, S. (1999) Beneficial insect attraction to light traps with different wavelengths *Biological control* 16 (2) : 185-188

- de aantrekkingskracht van UV licht (blacklight), blauw UV licht, (blacklight blue), koel witlicht (cool white light) en plant/aquarium licht op de insecten.
- Coleoptera (lieveheersbeestje) werd aangetrokken door normaal UV
- Ophion door blauw UV.
- Chrysopa had een voorkeur voor alle soorten behalve blauw UV licht.
- Hemiptera en Hemerobius hadden geen voorkeur maar werd door alle lichtbronnen aangetrokken.
- Motten en grote kevers hadden een voorkeur voor koel witlicht en plant/aquarium licht.
- (Dus verschillende insecten hebben duidelijk een voorkeur voor verschillende lichtsoorten. Voor ons onderzoek moet uitgezocht worden of de test insecten een bepaalde voorkeur hebben voor een specifieke lichtsoort.)
- Abstract.

Appendix 2, opstelling van de planten in de testsituatie.



Appendix 3:

CONCEPT Projectvoorstel



1. Datum: 4-12-2003

2. Projecttitel: “Vervolgonderzoek insecten (witte vlieg) bestrijding door middel van niet-chemische methoden in de kas”

3. Onderzoek aangevraagd door: TNO Toegepaste Plantwetenschappen, DLV Facet en Proeftuin Zwaagdijk

4. Projectleider.: TNO Toegepaste Plantwetenschappen, Dr. B van Duijn

Adres: Zernikedreef 9, 2333 CK Leiden

Tel.nr: 071-5181555

Fax nr: 071-5181934

E-mailadres: b.vanduijn@voeding.tno.nl

5. Overige uitvoerder(s): DLV Facet en Proeftuin Zwaagdijk

6. Intern projectnummer (onderzoekinstelling):

7. Looptijd

Totaal: fase 2: 8 maanden, fase 3: 12 maanden

Begindatum: 1 februari 2004

Einddatum: 1 oktober 2004 (fase 2), 1 oktober 2005 (fase 3)

Tijdstip evt. go/no-go na fase 2 (oktober 2004)

beslismoment(en):

8. Gewassen: Alle gewassen in de glasteelt

9. Probleemstelling:

In opdracht van het Productschap Tuinbouw hebben TNO Toegepaste Plantwetenschappen en DLV Facet het project (eerste fase) “insecten bestrijding door middel van niet-chemische methoden in de kas” uitgevoerd (zie verslag PT project 11.411). In dit project is als werkmodel gekozen voor witte vlieg en kerstomaat. Achterliggende probleem dat aanleiding was om dit onderzoek te starten is dat plaaginsecten die in de kas op verschillende manieren worden bestreden, Desondanks vormt witte vlieg een voortdurend een terugkerend probleem. Ondanks de wijdverspreide toepassing van biologische belagers op deze insecten is de toepassing van chemische gewasbeschermingsmiddelen nog steeds regelmatig noodzakelijk. Een ander aspect is dat de overheid de toepassing van gewasbeschermingsmiddelen meer en meer aan banden legt. Een beleid dat, naar verwachting, in de toekomst nog stringenter zal worden toegepast.

Tot nu toe wordt in de praktijk vooral de nadruk gelegd op het bestrijden van eenmaal binnengekomen insecten die zich vervolgens kunnen uitbreiden tot een plaag i.p.v. het

voor insecten onaantrekkelijk of onmogelijk maken zich voort te planten in de kas. Met dit laatste uitgangspunt zijn TNO afdeling Toegepaste Plant Wetenschappen en DLV Facet een serie experimenten gestart om mogelijkheden te onderzoeken om de insecten populatieopbouw te verstoren, voordat ze kans zien zich te verspreiden in een gewas. Getest zijn het toedienen van een luchtstroom, schokken en trillen van het testgewas kerstomaat. Verder is het effect van UV-licht bekeken op de populatie opbouw van de in kassen veel voorkomende en moeilijk te bestrijden kaswittevlieg (*Trialeurodes vaporariorum*).

Van de 4 methoden blijken er twee een significant effect te hebben op het aantal eieren dat door de witte vliegen op de bladeren worden afgezet. Het regelmatig schokken van de planten gaf een afname van ruim 80% en de toepassing van UV-licht bleek een vermindering van meer dan 45% te kunnen bewerkstelligen. De geteste methoden hadden geen invloed op de (lengte)groei van de planten. Dit in tegenstelling tot de andere testmethoden die vrijwel geen insectenwerende werking hadden maar wel een zichtbaar negatief effect op de groei van de testplanten. Door optimalisering en het synchroon toepassen van beide succesvolle methoden kunnen wellicht nog hogere percentages worden bereikt.

Er is in dit onderzoek aangetoond dat het mogelijk is om de populatieopbouw van witte vlieg te verstoren door middel van niet-chemische methoden. De volgende stappen die moeten worden genomen om tot toe passing in de praktijk te komen zijn:

- 6. Opzet van een proef waarbij het toepassen van schokken en UV-belichting verder wordt uitgewerkt/geoptimaliseerd: verschillende intensiteiten, verschillende frequenties, verschillende toedieningsduur en -frequentie, combinatie van UV en schokken.**
- 7. Studie naar beschikbare en/of eenvoudig te construeren heiapparatuur en UV-belichtingsinstallaties ten behoeve van praktische toepassing.**
- 8. Grotere schaal semi-praktijk proef waarbij meest optimale schok en UV-licht behandeling worden toegepast.**
- 9. Implementatieplan.**
- 10. Grootschalige test in de praktijk.**

10. Doelstelling(en) en afbakening:

Optimaliseren van de twee meest effectieve en perspectiefvolle niet-chemische verjagings- en/of verstoringsmethode (schokken en UV-licht) voor witte vlieg (en een aantal andere veel voorkomende `kas`insecten) zoals uit eerste fase onderzoek is vastgesteld, semi-praktijk test en opzetten praktijk implementatietraject.

11. Te verwachten resultaten:

Een in de praktijk toepasbare en geteste methode die met behulp van niet-chemische behandeling in staat is witte vlieg (en eventueel andere insecten) te verjagen dan wel plagen te voorkomen in de kas. Gespecificeerd per vervolgfase:

Fase 2:

- Optimalisatie van de uit de eerste fase geselecteerde methoden.
- Overzicht van in de praktijk toepasbare apparatuur en kosten daarvan.
- Publicatie(s) in vakbladen
- Presentatie(s) voor de sector

Fase 3:

- Semi-praktijk ervaring
- Resultaten uit de praktijk
- Implementatieprotocol, plan van aanpak voor implementatie in de praktijk.
- Vertaalslag naar andere plaaginsecten
- Publicatie(s) in vakbladen
- Presentatie(s) voor de sector

12. Bestaande kennis:

Naast de eerder beschreven kennisbasis (zie projectvoorstel eerste fase onderzoek) is in het eerste fase onderzoek veel ervaring opgedaan met de verschillende methoden, opzet van de experimenten en de beoordelingsmethoden (zie rapportage eerste fase onderzoek).

- DLV Facet (i.s.m. DLV Gewasbescherming): Zeer grote mate van praktische en theoretische kennis met betrekking tot ziekten en plagen in de kas. Sterk in het bepalen van praktische en economische haalbaarheid van nieuwe technologieën. Experts in plant beoordeling. Implementatie van een resultaat in de dagelijkse praktijk van de teler
- TNO (Toegepaste Plantwetenschappen): Zeer veel ervaring met opkweken van planten onder gecontroleerde omstandigheden, en experimenten onder semi-praktijk omstandigheden. Excellente toegang tot literatuur en data-banken. Toegang tot nieuwste technologieën en toepassingen die TNO-breed beschikbaar en/of in ontwikkeling zijn.
- Proeftuin Zwaagdijk: excellente semi-praktijk proeffaciliteiten, grote kennis en ervaring op het gebied van testen van bestrijdingsmiddelen en methoden.

13. Plan van aanpak:

Voorgesteld wordt om het vervolgonderzoek op te splitsen in twee fasen (fase 2 en 3) met een go/no-go beslismoment daar tussen.

Activiteiten fase 2	Uitvoerende instellingen
Ontwerp proefopzet	TNO / DLV/PTZ
Uitvoeren experiment	TNO
Beoordeling insecten en planten	DLV/TNO/PTZ
Implementatieslag technische toepassing	TNO/DLV
Economische berekening methodes	DLV/Bedrijven
Communicatie	DLV/TNO
Project management	TNO
Tussenrapportage/ vervolg opzet voor fase 3	TNO / DLV
Activiteiten fase 3	Uitvoerende instellingen
Semi-praktijk experimenten	TNO/DLV/PTZ/Bedrijven
Vertaalslag naar andere insecten	TNO/DLV
Communicatie	DLV/TNO
Eindrapportage/ Traject tot implementatie	TNO/DLV/PTZ/Bedrijven

Fase 2: Een experiment onder gecontroleerde omstandigheden zal worden uitgevoerd waarbij de twee meest perspectief biedende methoden uit fase 1 (schokken en UV-licht) worden onderzocht op optimalisatie bij witte vlieg. Variabelen die worden onderzocht zijn: intensiteit van de behandeling, frequentie, aantal herhalingen per dag van de behandeling, duur van de individuele behandeling, combinaties van behandelingen. Daarnaast zullen verschillende bedrijven die apparatuur zouden kunnen leveren voor de toepassing in de praktijk worden betrokken bij het project (zowel voor deelname in fase 3, als voor het geven van inzicht in praktijkapparatuur kosten). Aan het eind van fase 2 zullen de behandelingen worden geëvalueerd op basis van mate van werkzaamheid die in de geoptimaliseerde toepassing kan worden bereikt, de praktische implementatie aspecten en de economische aspecten.

Fase 3: Op basis van de bevindingen in fase 2 zullen grootschaliger experimenten in de semi-praktijk worden uitgevoerd. In deze fase zal nauw worden samengewerkt met bedrijven die apparatuur construeren die kan worden ingezet grotere schaal (te organiseren in fase 2). De resultaten van zowel fase 2 als 3 zullen leiden tot een evalueatie waarin zowel de methoden (protocol) voor optimale niet-chemische witte vlieg bestrijding, de technische uitvoering mogelijkheden en de economische aspecten zullen worden belicht. In samenspraak tussen de sector, constructiebedrijven en de projectuitvoerders zal een traject tot

implementatie in de praktijk worden vastgesteld. Daarnaast zal een basis worden gelegd voor de vertaalslag naar andere plaaginsecten.

14. Beoordelingscriteria go/no-go beslistmoment:

Go/no-go moment na afronding fase 2 (8 maanden na start). Criteria: mate van bestrijding die kan worden bereikt in de geoptimaliseerde behandeling, economische aspecten (kosten behandeling), bereidheid tot deelname van (apparatuur)constructiebedrijven voor fase 3.

15. Kennisoverdracht:

Het resultaat van dit project zal beschikbaar zijn voor de hele sector. De resultaten zullen worden uitgedragen via artikelen in de daarvoor bestemde vaktijdschriften en indien er belangstelling voor is via een lezing en/of een excursie.

16. Data rapportages:

Naast de gebruikelijke halfjaarsrapportages en de eindrapportage stelt het projectteam het op prijs om nauw contact te hebben met de telers. Daarnaast vindt er overleg met de door het Productschap Tuinbouw aan te wijzen begeleidingscommissie plaats.