



Biologische bestrijding *Opogona sacchari* in palmen

Laboratoriumproeven en potproeven

Chantal Bloemhard en Marc van Slooten

Praktijkonderzoek Plant & Omgeving B.V.
Sector Glastuinbouw
Maart 2004

© 2004 Wageningen, Praktijkonderzoek Plant & Omgeving B.V.

Alle rechten voorbehouden. Niets uit deze uitgave mag worden veelevoudigd, opgeslagen in een geautomatiseerd gegevensbestand, of openbaar gemaakt, in enige vorm of op enige wijze, hetzij elektronisch, mechanisch, door fotokopieën, opnamen of enige andere manier zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van Praktijkonderzoek Plant & Omgeving.

Praktijkonderzoek Plant & Omgeving B.V. is niet aansprakelijk voor eventuele schadelijke gevolgen die kunnen ontstaan bij gebruik van gegevens uit deze uitgave.

Opmerking [AdB1]: In verband met copyright en aansprakelijkheid van PPO Centraal, moet hier "Wageningen" blijven staan. De adresgegevens van de sector kunnen onderaan deze pagina ingevuld worden.

Dit onderzoek werd gefinancierd door het Productschap Tuinbouw.



Dit rapport mag niet extern worden verspreid

Projectnummer: 41203072

Praktijkonderzoek Plant & Omgeving B.V.

Sector Glastuinbouw

Adres : Bornsesteeg 47, Wageningen
: Postbus 167, 6700 AD Wageningen
Tel. : 0317 - 47 83 00
Fax : 0317 - 47 83 01
E-mail : info.ppo@wur.nl
Internet : www.ppo.dlo.nl

Opmerking [AdB2]: Hier kunnen de gegevens van de sector opgenomen worden. De verwijzing naar het centrale internet-adres (op de volgende regel) moet blijven staan.

Inhoudsopgave

pagina

SAMENVATTING.....	5
1 INLEIDING	7
2 DOEL	8
3 DE KWEEK	9
3.1 Inleiding	9
3.2 Voedingsmedium	9
3.2.1 Inleiding	9
3.2.2 Resultaat.....	9
3.3 Laboratoriumkweek	10
3.3.1 Temperatuurbeheersing	10
3.3.2 Levenscyclus.....	10
3.3.3 resultaat	10
3.4 Kaskweek	11
3.4.1 Inleiding	11
3.4.2 klimaatbeheersing.....	11
3.4.3 Resultaten	11
3.5 Discussie en conclusie	12
4 PROEVEN VOOR KWEEKVERBETERING	13
4.1 Inleiding	13
4.2 Proefopzet	13
4.3 Resultaat.....	14
4.4 Discussie en conclusie	14
5 BESTRIJDING MET INSECTPATHOGENE NEMATODEN.....	15
5.1 Inleiding	15
5.2 Doel	15
5.3 Laboratoriumproef	15
5.3.1 Inleiding	15
5.3.2 Proefopzet	15
5.3.3 Resultaat.....	16
5.3.4 Discussie en conclusie	16
5.4 Kasproeven.....	16
5.4.1 Inleiding	16
5.4.2 Proefopzet	16
5.4.3 Resultaten	18
5.4.4 Discussie en conclusie	19
5.5 Potproeven	19
5.5.1 Inleiding	19
5.5.2 Proefopzet	20
5.5.3 Resultaten	20
5.5.4 Discussie en conclusie	20

6	BESTRIJDING MET INSECTPATHOGENE SCHIMMELS EN EEN BACTERIE	22
6.1	Inleiding	22
6.2	Proefopzet	22
6.3	Resultaten.....	23
6.3.1	Proef 1	23
6.3.2	Proef 2	23
6.3.3	Proef 3	24
6.3.4	Proef 4	24
6.3.5	Proef 5	25
6.3.6	Proef 6	25
6.3.7	Proef 7	26
6.3.8	Proef 8	26
6.3.9	Proef 9	27
6.3.10	Proef 10	27
6.3.11	Proef 11	28
6.3.12	Overzicht resultaten	29
6.4	Discussie en conclusie	30
7	SIGNALERING MET BEHULP VAN FEROMONEN	31
7.1	Inleiding	31
7.2	Proefopzet	31
7.3	Resultaten.....	31
7.4	Discussie en conclusie	34
8	CONCLUSIE EN AANBEVELING.....	35
	LITERATUUR.....	36

Samenvatting

In de teelt van palmen (*Chamaedorea*, *Areca*) komt schade voor door de Bananenboorder, *Opogona sacchari*. In laboratoriumproeven en potproeven is getoetst of nematoden, insectpathogene schimmels of een bacterie ingezet kunnen worden voor de bestrijding van de larven van *O. sacchari*.

Het inzetten van insectpathogene nematoden tijdens het oppotten van *chamaedorea* planten als preventieve maatregel is weinig zinvol. Binnen enkele weken zijn de aantallen waarschijnlijk zo ver gedaald dat ze niet meer in staat zijn de *Opogona* larven te bestrijden. De infectiedruk van *H. bacteriophora* lijkt hierbij iets langer stand te houden dan van *S. feltiae*.

Indien er in het *chamaedorea* gewas al sprake was van een aantasting door de larven van *Opogona* waren de nematoden in staat 50% – 100% van de larven te doden. In de proeven werden hierbij ook larven van een groter stadium gedood. De 10 maal lagere concentratie aan nematoden werkten in de potproeven even goed als de voorgeschreven concentratie. Hierbij werden de nematoden van bovenaf op de pot gegoten. De larven werden eveneens van bovenaf ingebracht. Een curatieve toepassing van de aaltjes *S. feltiae* en *H. bacteriophora* ter bestrijding van *Opogona* is dus wel de moeite waard.

Veel insectpathogene schimmels of bacteriën komen van oorsprong al in de bodem voor. Van de schimmels of bacteriën die van nature in de bodem voorkomen is er bij deze experimenten vanuit gegaan dat ze zich gedurende lange tijd in een potgrond kunnen handhaven. In de proeven zijn een aantal schimmels en een bacterie daarom alleen gescreend op hun effectieve werking tegen de larven.

Van de biologische middelen was de bacterie *Bacillus thuringiensis var. kurstaki* (Scutello) het meest effectief. Volledige doding werd echter niet bereikt. Dit kan mede veroorzaakt zijn door het stadium van de larven.

De getoetste insectenpathogene schimmels veroorzaakten ten opzichte van de controle slechts in een aantal gevallen een lichte verhoging van het aantal dode rupsen. Mogelijk zijn er wel andere isolaten die wel een hogere sterfte veroorzaken. Ook zou gezocht kunnen worden naar een schimmel die van nature in *Opogona* voorkomt. In de literatuur is daarover geen informatie aangetroffen.

Het chemisch middel Suscon 10 met werkzame stof Chloorpyrifos was het meest effectief tegen de larven van *Opogona*.

Om zeker te zijn dat de kas vrij blijft van *Opogona* is een goede signalering van de mot noodzakelijk. De motten worden in vanglampen waargenomen. Gezien de grote verscheidenheid aan motten in zo'n vanglamp blijft het moeilijk de *Opogona* mot direct te herkennen. Door de specificiteit van het feromoon te verbeteren zou dit een goede indicatie van de aanwezigheid van *Opogona* motten kunnen geven. Voor het tijdig signaleren van *Opogona* motten zijn twee feromonen, namelijk (Z)-11-hexadecanal en (Z)-8-dodecenylnyl acetate met 1% (E)-8-dodecenylnyl acetate, getoetst. De feromonen bleken onvoldoende aantrekkingskracht te hebben en ze waren niet soortspecifiek. Met behulp van de vanglamp werden meer motten gesignaleerd en werden ze regelmatig gesignaleerd.

1 Inleiding

In de teelt van palmen (*Chamaedorea*, *Areca*) komt schade voor door de Bananenboorder, *Opogona sacchari*. *O. sacchari* is op dit moment een quarantaine organisme. De schade bestaat uit het aanvreten van de stengelvoet en wortels waardoor planten slecht groeien en uitvallen. Is een plantenbestand eenmaal aangetast dan kan men chemisch alleen de vlinder bestrijden. Vanwege de korte levensduur van de vlinder van 1 tot 2 weken is dit echter zeer moeilijk. De rupsen laten zich met de toegelaten middelen niet bestrijden zonder dat de planten hierbij beschadigd worden en groeiremming vertonen. Alle net uitgekomen vlinders moeten voor het eieren leggen gedurende langere tijd gedood worden. Dit betekent meerdere bespuitingen per week (Albert e.a 1993). Chemische bestrijding heeft vaak onvoldoende effect. Met een hoge concentratie insectpathogene nematoden proberen telers larven van *O. sacchari* in de pot te bestrijden. Dit is echter kostbaar. Het is niet bekend of de nematoden bij een lagere concentratie effectief zijn. Indien een biologisch middel ook preventief ingezet kan worden zou verspreiding van *Opogona* binnen het gewas beter voorkomen kunnen worden.

2 doel

Binnen dit project wordt gezocht naar een effectieve biologische bestrijdingsmethode tegen *Opogona sacchari* in palmen, die als preventieve maatregel ingezet kan worden.

3 De kweek

3.1 Inleiding

Om het stadium van de larven bij elke proef identiek te houden en de overlevingskans van de larven bij overzetten naar de plant toe te vergroten zou er bij de proeven uitgegaan moeten worden van de eifase van *O. sacchari*. Om eieren uit te kunnen zetten was eerst het opzetten van een goede laboratoriumkweek noodzakelijk.

3.2 Voedingsmedium

3.2.1 Inleiding

Om een laboratoriumkweek instant te houden diende een voedingsmedium ontwikkeld te worden waarmee de larven instaat zijn zich volledig van ei tot mot te kunnen ontwikkelen.

In eerdere proeven bleken oude zoete aardappels een goed medium te zijn (Hansen e.a, 1997), maar ook waren er mogelijkheden met geprakte groene bananen met agar (Gianotti e.a, 1977) en een velvetbean medium (Pena e.a, 1990).

Aan de hand van deze informatie en recepten van overige rupsenmediums is een recept gemaakt voor een medium voor de bananenboorder, *Opogona sacchahi*

2 l	water
60 g	agar agar
16 g	ascorbinezuur (Vitamine C)
4 g	sorbinezuur
4 g	methyl-hydroxybenzoaat (nipagine)
0,2 g	streptomycine
400 g	gepureerde bananen
50 g	gepureerde zoete aardappel
50 g	Brewers yeast

Het medium werd uitgegoten in plastic bekertjes met een laag van ongeveer 5-6 cm, dit kwam overeen met 95-125 ml. Per beker werden aanvankelijk 8 larven gedaan. Dit aantal is verlaagd naar 5 larven per beker. Omdat er sterfte was bij het overzetten van de larven op het voedingsmedium is ook geprobeerd op ander materiaal te kweken. Hiervoor is potgrond gebruikt, waarbij stukjes yuccastam met wat wortels in werden gelegd. In plaats van de stukjes yuccastam is ook zoete aardappel uitgeprobeerd.

3.2.2 Resultaat

Er is een goed kunstmatig voedingsmedium beschikbaar, waar de larven in weg kunnen kruipen en waarvan ze eten. Het voedingsmedium is goed genoeg voor de larven om te volgroeien en te gaan verpoppen. Per larve zou 4 cm³ medium nodig zijn (Billen, 1987).

Met het kweken op organisch materiaal was er niet meer en niet minder sterfte onder de larven. De poppen waren wel moeilijker terug te zoeken, omdat deze in de potgrond bleven zitten. Bij het zoeken van de poppen werden de overige larven ook nog een keer extra verstoord.

3.3 Laboratoriumkweek

3.3.1 Temperatuurbeheersing

Omdat zowel de rups als vlinder schemer en nachttachtief zijn (Gianotti e.a 1977) is geëxperimenteerd met de instelling van de klimaatkast van volledig donker tot 16 uur licht. *Opogona* houdt van een hoge luchtvochtigheid. Zo is in Brazilië geconstateerd dat in jaren met veel neerslag de aantasting door *O. sacchari* veel groter is dan in droge jaren (Pigatti e.a 1982). In de klimaatkast is er daarom naar gestreefd de luchtvochtigheid niet beneden 70% te laten komen.

Bij 15 °C is de levenscyclus 3 maanden, naarmate de temperatuur hoger wordt is de ontwikkelingssnelheid hoger tot 8 generaties per jaar (Albert ea, 1993). Op kunstmatige voedingsmedium werd een cyclus van 80 dagen bereikt met 4 á 5 generaties per jaar (Billen, 1987).

Met een dieet van aardappel en banaan duurde bij 22-26 °C de cyclus 6-12 weken (Rotundo en Temblay, 1982). Bergmann e.a (1995) bereikten in een laboratoriumkweek met een temperatuur van rond de 25 °C een cyclusduur van 5,5 week.

Er is bij de instelling van de klimaatkast geëxperimenteerd met licht en temperatuur.

Voor de instelling van de klimaatkast is uiteindelijk gekozen voor een instelling met 90% RV en 12 uur licht/ 12 uur donker bij een continue temperatuur van 25 °C. Er was geen schemeringsperiode.

3.3.2 Levenscyclus

In het voedingsmedium zochten de larven direct een weg in het medium om zich te verschuilen of een donkere plek op te zoeken. Na 3 tot 4 weken gingen de larven verpoppen. Hierbij kropen ze uit het medium en gingen tegen de rand van de beker zitten. De larven verpopten dus buiten het voedingsmedium. De pop was makkelijk van de bekerrand te verwijderen en werd daarom overgezet in een bak met meerdere poppen samen.

Uit de literatuur zijn onder labomstandigheden verschillende levenscycli bekend (Gianotti e.a, 1977):

Levensduur mot	ongeveer 2 weken
Paring bij motten	tussen de 3-6 dagen oud
Tijdstip paring	tussen 20:00 en 24:00 uur
Tijdsduur paren en eileg	8-9 dagen
Aantal eieren/vrouw	60-80

Onder laboratoriumomstandigheden is geprobeerd de levensduur van de motten te verlengen en de eileg te bevorderen door het toedienen van gist of honingwater, door de RV te optimaliseren en door schimmelgroei in de bakken te voorkomen. Om de eileg te bevorderen werd de motten een keuze gegeven in legmateriaal (zacht papier, filtreerpapier, wit hard papier, zwart hard papier)

3.3.3 resultaat

In onze laboratoriumkweek was de duur van de ontwikkelingsstadia als volgt:

Eistadium	4-5 dagen
Larve naar pop	27
Popstadium	14
Levensduur mot	11
Pre-ovipositie periode	4
Ovipositie periode	?
Aantal eieren/vrouw	?

Het overzetten van larven op voedingsmedium ging gepaard met sterfte onder de larven.

De poppen waren makkelijk te vinden, doordat ze buiten het medium verpopten. De poppen werden overgezet in een andere bak. De motten konden hierin hun eieren afzetten op materiaal, waarvan de eieren weer

Verwijderd: ¶

geraapt konden worden. Éénmaal is er een relatief massale eiafzet geweest van minstens 100 eieren op zacht papier. Dit heeft zich niet meer herhaald. Bovendien waren de eieren niet makkelijk te rapen op zacht papier. Nadat er enige eieren waren afgezet op zwart hard papier, bleken ook deze eieren moeilijk te rapen te zijn. De eieren werden te makkelijk geplet.

3.4 Kaskweek

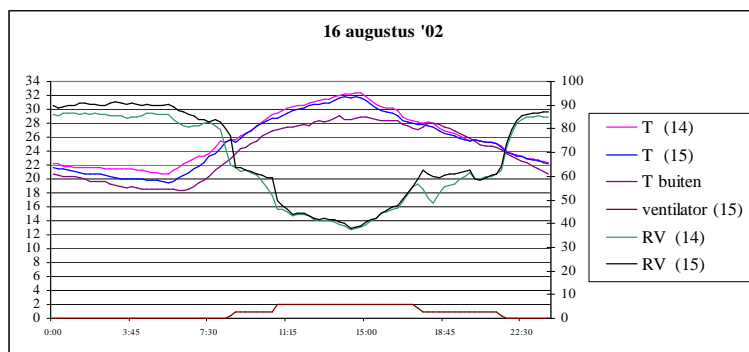
3.4.1 Inleiding

Doordat *Opogona* een quarantaine organisme is, was het moeilijk om larven uit de praktijk te halen. Daarom werd gestart met het opzetten van een eigen kweek. Uitgangsmateriaal bij de kweek zijn yuccastammen, maar mogelijk zijn andere materialen beter geschikt als uitgangsmateriaal.

3.4.2 klimaatbeheersing

De kweek vindt plaats in een afgesloten kas, waarbij het klimaat geregeld wordt door middel van geforceerde ventilatie. Hierdoor is het moeilijk om de vochtthuishouding in de kas te regelen. Er wordt naar gestreefd om de RV in de kasjes op minimaal 70% te houden. In figuur 4.1 is van twee afdelingen het temperatuur en vochtverloop op 16 augustus weergegeven.

Figuur 4.1: temperatuur en relatief vocht verloop in twee afdelingen, de buitentemperatuur en de stand van de ventilator.



3.4.3 Resultaten

Het kweken van *Opogona* op yuccastammen ging redelijk. De ontwikkelingssnelheid was echter niet zo hoog als in de praktijk. Vergeleken met aantastingen in de praktijk werden er relatief lage aantallen larven in de stammen teruggevonden. Er zijn verschillende materialen uitgeprobeerd om de aantasting te verhogen, zoals amaryllisklisters, zoete aardappel en aubergine. Amaryllisklisters werden nauwelijks aangetast. De laatste twee materialen waren niet geschikt voor een kaskweek, omdat ze makkelijk gingen schimmelen. Bij het aanslaan van de ventilatoren zie je de RV in de kassen dalen. Met name als de hoge ventilatiestand bereikt wordt is de RV laag. In de praktijk zal de RV onder warme buitenomstandigheden ook dalen.

3.5 Discussie en conclusie

Het voedingsmedium was geschikt om de larven te laten verpoppen. De sterfte onder de larven bij overzetten van een yuccastam naar het voedingsmedium was echter vrij groot. Na het verpoppen lukte het niet goed om de motten in een klimaatkast tot eileg te krijgen. Omdat via de laboratoriumkweek niet genoeg eieren beschikbaar kwamen is besloten om over te gaan naar een kaskweek, waarbij larven in plaats van eieren in de proeven gebruikt zouden worden. Hierbij werden de proeven uitgevoerd met larven die in een ouder stadium waren. De hoeveelheid larven uit de kaskweek bleek echter lager te zijn dan bij aantastingen die in de praktijk werden gevonden. Door matige aantallen en sterk fluctuerende aantallen larven in de kweek konden proeven slechts op potniveau uitgevoerd worden, waarbij voorkomen moest worden dat de kweek uitgeput werd.

4 Proeven voor kweekverbetering

4.1 Inleiding

Doordat de laboratoriumkweek en de kaskweek geringe aantallen rupsen opleverden zijn er oriënterende proefjes uitgevoerd om te kweken te verbeteren. Met een grotere kweek kunnen proeven in grotere omvang worden ingezet en in meer herhalingen worden uitgevoerd.

4.2 Proefopzet

Er zijn een aantal proefjes opgezet om de kweekresultaten te verbeteren.

De volgende proeven/maatregelen zijn genomen:

1. In een klimaatkast is het moeilijk de schemersituatie na te bootsen. Omdat de motten voornamelijk schemer en nachtactief zijn is geprobeerd de eileg van de motten te bevorderen door potten bij natuurlijk dag/nacht licht te plaatsen. Hierdoor is er een lange schemerperiode.
2. Bij gebruik van yuccamateriaal in de labkweek zou het mogelijk zijn dat eieren door mijten uit dit materiaal worden opgegeten. Daarom is het idee ontstaan om boomschors te gaan gebruiken dat eerst uitgekookt is.
3. In de labkweek blijkt dat de rupsen niet in de stukjes yuccastam kruipen, maar er tegen aan gaan liggen. Het is mogelijk dat de stammetjes toch te hard zijn voor (grote?) rupsen. Daarom zijn er stukjes zoete aardappel bijgelegd.
4. Er zijn motten in potten met natte watten gedaan. De natte watten moesten de RV in de pot verhogen.
5. In een kooikweek zijn amaryllisklisters gelegd om na te gaan of deze klisters als voedingsmateriaal kunnen dienen.
6. Om te zien waar de rupsen nu gaan verpoppen in een pot met chamaedorea zijn twee potten besmet met elk 5 rupsen. De verwachting is dat de rupsen voor het verpoppen een droge plek uitzoeken
7. Het effect van het vochtgehalte is bekeken door een droge en een natte pot weg te zetten met elk 5 larven. Na één week zijn de larven teruggezocht.
8. Om de schade van aantasting waar te nemen zijn twee Chamaedorea planten in de kaskweek weggezet.
9. In de kweek zijn drie yuccaplanten, 3 draceana's en 3 chamaedorea's gezet. Deze planten werden gevolgd op hun aantasting. Hiermee werd nagegaan of op yucca gekweekte *Opogona* de voorkeur zou geven aan yucca.

4.3 Resultaat

De resultaten zijn weergegeven in tabel 4.3.1, waarbij de actie, het doel en het resultaat van de actie zijn beschreven.

Tabel 4.3.1: maatregelen ter verbetering van de kweek en het resultaat hiervan.

	Actie	Doel	Resultaat
1	Natuurlijke schemerperiode	Eileg bevorderen	geen
2	Uitkoken voedingmateriaal	Mijten die eieren eten doden	Larven eten geen gekookt materiaal
3	Zoete aardappel voeden	Larven wel in zacht materiaal kruipen	Larven gaan niet in aardappel+schimmelgroei
4	Natte watten in pot	RV verhogen	RV was te hoog, larven gingen dood
5	Amaryllisklisters	Alternatief voedsel zoeken	Matig geaccepteerde voedingsbron
6	Larven in pot met Chamaedorea	Plaats van verpoppen vinden	Larve verpopt in pot. Veel dode larven, door te natte pot?
7	Larven in natte en droge pot	Effect natte pot op overleving larve	In natte pot meer overleving
8	Chamaedorea planten in kaskweek	Aantasting waarneming	Planten werden niet aangetast
9	Chamaedorea, yucca en dracaena in kaskweek	Voorkeur ontdekken van op yucca gekweekte larven	Geen van de planten werd aangetast.

4.4 Discussie en conclusie

Het verplaatsen van de motten naar een natuurlijk dag-nacht ritme, waarbij een lange schemerperiode optrad, heeft geen effect gehad op de eileg van de motten onder laboratoriumomstandigheden. Het is mogelijk dat de minder gunstige temperatuur en vochtomstandigheden hierbij weer negatief zijn gaan werken.

Het aanbieden van alternatief voedsel, naast yucca, is niet gelukt. Waarschijnlijk was dit materiaal nog niet voldoende verteerd. Het aanbieden van zachte materialen als aardappel en later ook aubergine hadden als nadeel dat de materialen zelf voortijdig gingen schimmelen. Het werd hierdoor ook niet duidelijk of dergelijke materialen aangetast werden door *Opogona*.

Hoewel in de praktijk plantmateriaal, zoals chamaedorea's of dracaena's ook aangetast kunnen worden door *Opogona*, bleek ons plantmateriaal niet aangetast te worden. Dit zou er op kunnen wijzen dat *Opogona* inderdaad een voorkeur heeft voor zwakke planten.

Door in de kweek voldoende yuccastammen aan te bieden moest de kweek uiteindelijk voldoende groot worden om experimenten mee uit te kunnen voeren. Hierbij werden de stammen op een vochtige ondergrond gelegd, waardoor de stammen makkelijker verzwakten. Door gewas in de kweek te zetten en door de RV-regeling op 70% te zetten werd de RV in de kas zo hoog mogelijk gehouden. Gedurende de wintertijd is er belicht met een assimilatie lamp. Het licht ging aan het einde van de dag uit, zodat een natuurlijke schemerperiode bleef bestaan.

5 Bestrijding met insectpathogene nematoden

5.1 Inleiding

In de praktijk komt het voor dat op bedrijven met palmen insectpathogene nematoden toegediend worden aan de potten om aantasting door *Opogona* te voorkomen. Soms wordt deze toediening herhaald. De dosering die wordt meegegeven is hoog, en daardoor is toediening van de nematoden duur. Van de nematoden wordt verwacht dat ze werken tegen larven van *Opogona* en dat ze een lange levensduur hebben, waardoor ze preventief werken en slechts éénmalig ingezet hoeven te worden. Uit laboratoriumproeven met biologische bestrijding van larven bleken regelmatig de insectpathogene nematoden de beste resultaten te geven. Bij een vergelijking van de schimmel *Metarhizium anisopliae*, de bacterie *Bacillus thuringiensis* en de nematoden *Steinernema carpocapsae*, gaf *S. carpocapsae* goede resultaten. In een praktijktest konden aangetaste planten zich na behandeling weer herstellen (Albert e.a. 1993). Colombo e.a. (1986) bereikten in laboratoriumproeven goede resultaten met *Steinernema feltiae*. Bij het uitvoeren van de proeven met insectenpathogene nematoden is gekozen voor *Steinernema feltiae*. Hiernaast is gekozen voor *Heterorhabdites bacteriophora*, omdat hier een langere werkingsduur van wordt verwacht. *H. bacteriophora* is een aaltje dat bekend staat als een echte zoeker, in tegenstelling tot *S. carpocapsae* die in een 'hinderlaag' ligt te wachten tot de prooi langskomt. Gezien de biologie van *Opogona* ligt het meer voor de hand een zoeker in te zetten. *S. feltiae* is een aaltje dat qua strategie tussen deze soorten inzit. *S. feltiae* is daarnaast een aaltje dat goed functioneert bij relatief lagere temperaturen (actief bij 12 –25 gr C). Naast deze soortspecifieke eigenschappen is er ook sprake van verschillende stammen en formuleringen. De stammen kunnen van elkaar verschillen in specificiteit (gastheerreeks), optimale temperatuur range, droogte gevoeligheid e.d. Voor *Steinernema feltiae* is gekozen voor Entonem van Koppert. Voor *Heterorhabdites bacteriophora* is gekozen voor Larvanem van Koppert, omdat deze mogelijk minder soortspecifiek zijn.

5.2 Doel

Onderzocht is:

- Werken insectpathogene nematoden tegen larven van *Opogona* (5.3).
- Kunnen de rupsen met een lagere dosering aaltjes dan wat geadviseerd is bestreden worden (5.5).
- Kunnen de nematoden overleven in de potgrond, waardoor ze preventief ingezet kunnen worden (5.4.2.2).

5.3 Laboratoriumproef

5.3.1 Inleiding

In een laboratoriumproef is nagegaan of de aaltjes *Steinernema feltiae* en *Heterorhabdites bacteriophora* een effectieve werking hebben op het dodingspercentage van de rupsen .

5.3.2 Proefopzet

In een laboratoriumproef is de werking van *Steinernema feltiae* en *Heterorhabdites bacteriophora* getoetst. Bij de dosering op het lab is er van uit gegaan dat onder praktijkomstandigheden 500.000 alen per m² worden meegegeven. Bij 13 cm potten worden er 56 potten per m² neergezet. Er is rekening gehouden met de verhouding potgrond in de pot en op het lab. In de labproef is uitgegaan van 55 gram potgrond met 1250 alen. De alen zijn aan de potgrond toegevoegd. Een uur na toediening van de alen zijn er per behandeling 5 L3-L4 rupsen toegevoegd. De

rupsen zijn 70 uur na toevoegen weer teruggezocht. De behandeling is uitgevoerd in 2-voud.

5.3.3 Resultaat

In tabel 5.3.1 zijn de resultaten weergegeven. Bij de controle behandeling werd 90% van de rupsen levend teruggevonden. Bij de behandeling met *S. feltiae* werd nog 20% van de rupsen levend gevonden. Bij de behandeling met *H. bacteriophora* werden 70 uur na toediening geen levende rupsen meer gevonden.

Tabel 5.3.1: de effectieve werking van *S. feltiae* en *H. bacteriophora* op de doding van L3-L4 rupsen van *Opogona sacchari* onder laboratoriumcondities 70 uur na toediening van 1250 alen per 5 rupsen in 55 gram potgrond.

behandeling	herhaling	Aantal levend	Aantal verslijmt	Aantal niet teruggevonden	% bestrijding
Controle	1	4	0	1	10
	2	5	0	0	
<i>S. feltiae</i>	1	1	3	1	80
	2	1	3	1	
<i>H. bacteriophora</i>	1	0	4	1	100
	2	0	5	0	

5.3.4 Discussie en conclusie

In de laboratoriumproef is een eerste test uitgevoerd om op kleine schaal de effectiviteit van *S. feltiae* en *H. bacteriophora* op de rupsen van *Opogona* te bepalen. Beide nematoden hadden een duidelijk effect op de doding van rupsen. Hoewel met *S. feltiae* nog 20% van de rupsen overleefden is met deze laboratoriumproef niet aan te geven of de werking van *S. feltiae* minder is dan van *H. bacteriophora*. Hiervoor waren de aantallen rupsen te laag.

5.4 Kasproeven

5.4.1 Inleiding

In de kas zijn twee proeven uitgevoerd, waarbij gekeken is naar de concentratie aan aaltjes. In één proef zijn potten met *Chamaedorea* behandeld met verschillende concentraties aan alen. Door het aanbrengen van een besmettingsbron met *Opogona* moest duidelijk worden bij welke concentratie aan aaltjes de planten nog aangetast werden. Bij de tweede proef is gekeken of aaltjes als preventieve behandeling ingezet konden worden. Daarom is onderzocht hoe lang de aaltjes in de potten konden overleven, zonder dat er rupsen van *Opogona* aanwezig waren.

5.4.2 Proefopzet



5.4.2.1 Verspreiding *Opogona* vanuit een besmettingsbron

Potten met *chamaedorea*, potmaat 13 cm, zijn behandeld met verschillende concentraties *S. feltiae* en *H. bacteriophora*. Deze potten zijn geward en in één afdeling weggezet.

De behandelingen bestonden uit concentraties van 0, 50000, 250000 en 500000 alen /m². Eén maand later is er een besmettingsbron met larven van *Opogona sacchari* in de kas aangebracht.

In de loop van de tijd wordt waargenomen of er planten wegvallen, waar dit in de kas gebeurd en bij welke behandeling dit gebeurd. Figuur 5.4.1 geeft een overzicht van de kas en de behandelingsnummers.

*	13	11	4	*	6	2	1	*			
*	2	4	3	*	10	1	6	*			
*	14	3	10	*	7	11	5	*			
*	13	7	8	*	12	11	9	*			
*	1	3	4	14	*	*	6	2	10	5	*
*	6	8	9	4	*	*	13	12	2	1	*
*	9	14	12	11	*	*	13	5	8	7	*
*	7	10	5	8	*	*	14	3	12	9	*

-  Uitzetplaats besmettingsbron
 Extra onbehandelde planten

Figuur 5.4.1: schema van de kas waar verspreiding van *O. sacchari* werd waargenomen met de verschillende concentraties aan insectpathogene nematoden.

- 4, 11= controle behandeling
 1, 8 = *S. feltiae* 50.000 alen/m²
 2, 9 = *S. feltiae* 250.000 alen/m²
 3,10= *S. feltiae* 500.000 alen/m²
 5, 12= *H. bacteriophora* 50.000 alen/m²
 6, 13= *H. bacteriophora* 250.000 alen/m²
 7, 14= *H. bacteriophora* 500.000 alen/m²

5.4.2.2 Nematodenconcentratie

Een eenvoudige manier om de insectpathogene nematoden toe te dienen is een éénmalige toediening direct bij het oppotten. Het kan zijn dat de potten hierna nog een jaar binnen het bedrijf blijven. De vraag is hoelang de alen aanwezig blijven en infectieus zijn. In 13 cm potten met het gewas chamaedorea is in tweevoud een reeks aangelegd met vier concentraties nematoden.

De concentraties aan nematoden waren:

9000 per pot (500000/m²)

4500 per pot (250000/m²)

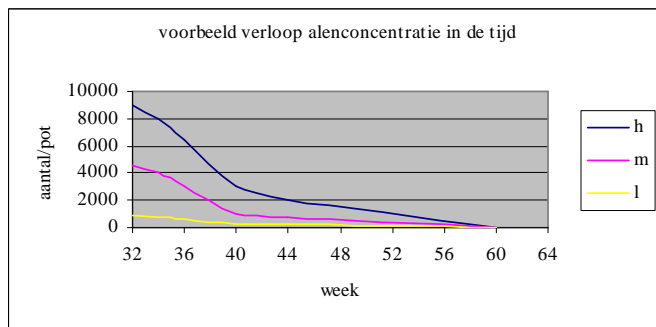
900 per pot (50000/m²)

0 per pot

in de proef zijn de nematoden *S. feltiae* en *H. bacteriophora* gebruikt.

Twee, vier, acht en 12 weken na toedienen van de nematoden worden de potten bemonsterd op het aantal nog levende aaltjes. De grondmonsters zijn opgespoeld volgens de melkflessenmethode en daarna gedurende 48 uur geëxtraheerd. Vervolgens zijn de aaltjestellingen verricht.

Figuur 5.4.2 geeft een fictief beeld van een mogelijke daling in aaltjespopulatie, waarbij het niet bekend is na hoeveel weken een sterke daling zal plaats vinden. Hierbij was de verwachting dat *H. bacteriophora* langer op een hoog niveau zou blijven dan de *S. feltiae*.



Figuur 5.4.2: Een mogelijk verloop van de aaltjesconcentratie in de potten bij een hoge dosering (h=9000 per pot), een midden dosering (m=4500 per pot) en een lage dosering (l=900 per pot). Het is nog niet bekend na hoeveel weken een daling plaats zal vinden.

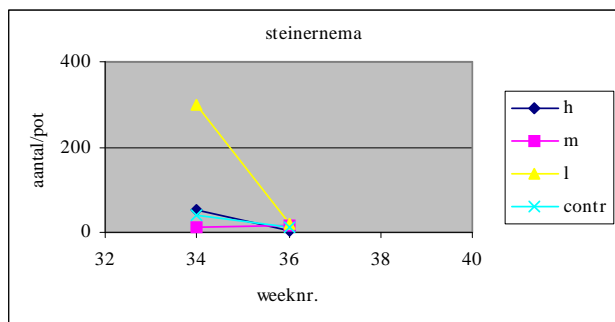
5.4.3 Resultaten

5.4.3.1 Verspreiding *Opogona* vanuit een besmettingbron

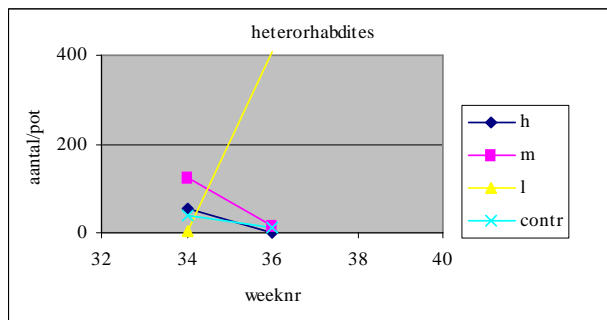
In de proef heeft geen besmetting van *Opogona sacchari* plaatsgevonden. Hierdoor valt er geen uitspraak te doen over de verspreiding van *Opogona* vanuit een besmettingsbron en het effect van de toegediende hoeveelheid aaltjes op aantasting door *Opogona*.

5.4.3.2 Nematodenconcentratie

Twee weken na toedienen werden er slechts zeer weinig alen terug gevonden (figuur 5.4.3 en 5.4.4). Het aantal nematoden was al met ruim 90% afgenomen. Ook lijkt er geen verband te zijn met het aantal toegediende alen bij aanvang van de proef. Ook vier weken na toediening waren de aantallen laag. Omdat de aantallen zo laag zijn en er geen verband is met de concentraties is na twee bepalingen de telling gestopt.



Figuur 5.4.3: Hoeveelheid teruggevonden nematoden *S. feltiae* in een 13 cm pot, 2 en 4 weken na toediening van een hoge dosering (h=9000 per pot), een midden dosering (m=4500 per pot) en een lage dosering (l=900 per pot).



Figuur 5.4.4: Hoeveelheid teruggevonden nematoden *H. bacteriophora* in een 13 cm pot, 2 en 4 weken na toediening van een hoge dosering (h=9000 per pot), een midden dosering (m=4500 per pot) en een lage dosering (l=900 per pot).

5.4.4 Discussie en conclusie

Bij de verspreiding van *Opogona* dienden aangetaste yucca stammen als besmettingsbron. Van hieruit is echter geen enkele pot met chamaedorea aangetast. Ook de onbehandelde potten niet. Het is niet bekend of het mogelijk is dat voor op yucca gekweekte *Opogona* het chamaedorea gewas minder of niet aantrekkelijk is. Een andere mogelijkheid zou kunnen zijn dat de potplanten 'te gezond' waren. Bij yucca teelten wordt in de praktijk vaak waargenomen dat alleen zwakke beschadigde planten door *Opogona* aangetast worden.

We kunnen concluderen dat de omstandigheden van de proef (gewas, grond, klimaat) zodanig waren dat de getoetste insectpathogene nematoden te kort aanwezig zijn om ze als preventieve maatregel tegen de larven van *Opogona* in te zetten. [Het is onwaarschijnlijk dat er met het water geven veel aaltjes uitgespoeld zijn. De potplanten kregen water volgens het eb-vloed systeem, waarbij 2 maal per week gedurende een half uur een laagje water op de tafel werd gezet.](#)

Het infectieuze stadium dat wordt toegediend kan wel enige tijd zonder voedsel, maar eenmaal in de bodem sterven er tussen de 5-10 % per dag en leeft slechts 1% langer dan 6 weken.

Overleving en effectiviteit van aaltjes wordt door een groot aantal factoren bepaald. Dat een nematode een gastheer in het laboratorium kan doden betekent niet dat het aaltje dezelfde gastheer in zijn natuurlijke omgeving kan vinden. Dit zoekgedrag is o.a. afhankelijk van de aanwezigheid van voldoende vocht. Aaltjes kunnen zich alleen voortbewegen als er een waterfilmje is. Het type grond (bodemtextuur) speelt hierbij een rol. In klei-achtige grond zijn de omstandigheden slechter dan in zandgrond.

Bij het bepalen van de overlevingsduur van de nematoden in de potgrond werden in deze proef al na twee weken nauwelijks nematoden teruggevonden. Hass e.a (2002) vond dat in leemachtige grond de hoeveelheid *H. bacteriophora* na 25 dagen al sterk was afgenomen. De afname was hierbij in droge grond veel sterker (60%) dan in natte grond.

Verder spelen voor de overleving andere factoren een rol, zoals zuurgraad (pH) en aanwezigheid toxische stoffen. Ook stoffen die door de planten afgescheiden worden kunnen een rol spelen in de overleving van de nematode.

5.5 Potproeven

5.5.1 Inleiding

In een laboratoriumproef is aangetoond dat *S. feltiae* en *H. bacteriophora* in staat waren de larven van *Opogona* te bestrijden. Om de werking van deze aaltjes meer onder praktijkomstandigheden te toetsen zijn proeven uitgevoerd in potten met chamaedorea. Hierbij werd ook gekeken naar de effectiviteit van de alen, indien besmetting door *Opogona* later in de teelt zou plaats vinden.

5.5.2 Proefopzet

In 13 cm potten met chamaedorea zijn insectpathogene nematoden toegediend. De nematoden werden boven op de pot gegoten. Na het toedienen van de nematoden zijn op twee tijdstippen larven van *Opogona sacchari* toegevoegd, namelijk direct na toediening van de alen en drie weken na het toedienen van de alen. De larven, van ongeveer 2 cm grootte, zijn eveneens van bovenaf in de pot gebracht. Er werden minimaal 3 en maximaal 5 larven per pot toegevoegd. Drie dagen na het toevoegen van de larven aan de pot werden de larven weer teruggezocht. De proef is in twee-voud uitgevoerd.

De concentraties aan nematoden waren:

9000 per pot (500000/m²)

4500 per pot (250000/m²)

900 per pot (50000/m²)

0 per pot

In de proef zijn de nematoden *S. feltiae* en *H. bacteriophora* gebruikt.

5.5.3 Resultaten

Bij de controle behandeling was het sterftepercentage onder de larven gemiddeld 51% (tabel 5.5.1). Als de larven direct na het toedienen van de nematoden werden toegevoegd verhoogde bij *H. bacteriophora* het sterftepercentage naar gemiddeld bijna 93%. Bij de nematoden *S. feltiae* was dit 87%. De concentratie aan nematoden in de pot heeft geen invloed op de sterfte onder de larven gehad.

Bij het toevoegen van de larven 3 weken na toediening van de alen was de dodende werking met *H. bacteriophora* en *S. feltiae* in de potten afgenomen naar respectievelijk 67% en 33%. Hierbij is geen waarneming gedaan bij potten zonder nematoden.

Tabel 5.5.1: percentage doding van larven van *Opogona sacchari* in potten met Chamaedorea met de nematoden *S. feltiae* en *H. bacteriophora*. De larven werden direct na toediening van de nematoden toegevoegd of drie weken later.

Nematode	Aantal nematoden per pot	% doding	
		Larven direct toegevoegd	Larven drie weken later toegevoegd
Controle	0	44	
<i>H. bacteriophora</i>	9000	90	67
	4500	100	67
	900	90	
Controle	0	58	
<i>S. feltiae</i>	9000	87	33
	4500	87	33
	900	87	

5.5.4 Discussie en conclusie

De nematoden *S. feltiae* en *H. bacteriophora* zijn in staat in potgrond een deel van de larven van *O. sacchari* te infecteren. De sterfte in de controle behandelingen was echter ook hoog. Waarschijnlijk komt dit door het overzetten van de larven. Hierbij is de werking van *H. bacteriophora* in deze proef beter geweest dan *S. feltiae*. Nadat de nematoden drie weken lang in de potten verbleven onder normale teeltomstandigheden blijkt effectiviteit van de uitgezette nematoden al ver afgenomen. Het percentage doding met *S. feltiae* ligt erg laag. Gezien de sterftcijfers in controlebehandelingen zou dit overeen kunnen komen met natuurlijke sterfte. *H. bacteriophora* lijkt langer effectief te blijven.

Ook uit deze potproeven blijkt dat het eenmalig preventief uitzetten van de nematoden geen zin heeft als het lang duurt voor *Opogona* larven optreden. Dat de effectiviteit van nematoden in de loop van de tijd afneemt blijkt ook uit ander onderzoek. Bijvoorbeeld Pena e.a (1990) vonden in experimenten dat uitgezette *S.*

feltiae aaltjes na 3 weken geen effect meer hadden. De nematoden *H. heliothidis* werkten na 5 weken niet meer.

Als de gastheer aanwezig is kunnen nematoden waarschijnlijk een groot percentage van de rupsen doden. In deze proef had de lage dosering van 50.000 nematoden/m² dezelfde werking als de 10 maal hogere dosering. Dit duidt op een overdosering voor dat tijdstip. Wel is te verwachten is dat de effectiviteit van de 10x hogere dosering langzamer afneemt dan de lagere dosering. Hierdoor zullen langer voldoende aaltjes in de grond aanwezig zijn bij de hogere dosering. Indien technisch mogelijk, valt het herhaalt uitzetten overigens te verkiezen boven het eenmalig uitzetten van een hoge dosering. Deze waarneming bevestigt ook de resultaten van de nematodentelling, waarbij na 4 weken vrijwel geen nematoden in de potten werden teruggevonden.

6 Bestrijding met insectpathogene schimmels en een bacterie

6.1 Inleiding

De bekendste insectenpathogene schimmels (*Metarhizium anisopliae*, *Beauveria* spp., *Verticillium lecanii* en *Paecilomyces fumosoroseus*) zijn saprofytische schimmels, wat betekent dat ze op dood organisch materiaal leven. Naast de saprofytische levenswijze zijn ze ook insectpathogeen: ook levende insecten kunnen worden binnengedrongen en worden gedood. Deze schimmels komen dan ook van nature in de bodem voor. Bovendien worden deze schimmels doorgaans toegediend als geformuleerde sporen. De schimmelsporen zijn bij uitstek geschikt om ongunstige periodes qua klimaat of eten door te komen. De sporen kiemen zodra ze in contact komen met een gastheer en de klimaatomstandigheden geschikt zijn. Vervolgens dringen ze het insect via de huid binnen en wordt deze gedood. Omdat deze schimmels ook op dood organisch materiaal kunnen leven kunnen de schimmels in vochtige grond ook kiemen en groeien en eventueel weer nieuwe sporen maken.

De bacterie *Bacillus thuringiensis* komt ook van nature voor in de bodem. Sporen van de bacteriën moeten gegeten worden om te kunnen werken.

De verwachting is dat insectpathogene schimmels en bacteriën zich gedurende lange tijd in een potgrond kunnen handhaven zonder dat er insecten als voedsel aanwezig zijn. De samenstelling van de potgrond is echter wel van belang hierbij. De vochtigheidsgraad, temperatuur en pH o.a. zijn van belang voor de overleving van de schimmel of bacterie.

Van de genoemde schimmels en bacterie is niet bekend of ze de larven van *Opogona* in potgrond kunnen bestrijden. In laboratoriumproeven werden daarom een aantal schimmels en een bacterie gescreend op hun effectieve werking tegen de larven.

6.2 Proefopzet

De volgende schimmels zijn getest op hun effectieve werking tegen de larven van *Opogona*:

- *Metarhizium anisopliae* isolaat 43
- *Metarhizium anisopliae* isolaat V208
- *Metarhizium anisopliae* isolaat V245
- *Beauveria bassiana* isolaat uit product 'Naturalis'
- *Beauveria bassiana* isolaat pai98001
- *Verticillium lecanii* isolaat KV01
- *Paecilomyces fumosoroseus* isolaat PF1
- *Paecilomyces fumosoroseus* isolaat PF2

De volgende bacterie is getest op haar effectieve werking tegen de larven van *Opogona*.

- *Bacillus thuringiensis* var. *kurstaki* (product Scutello)

De volgende werkzame chemische stof is getest op haar werking tegen de larven van *Opogona*.

- Chloorpyrifos (product Suscon 10)

Van de betreffende schimmel werd een sporensuspensie gemaakt. Van deze suspensie is het aantal sporen per ml bepaald. De rupsen werden besmet met deze suspensie door een druppel op de rups te laten vallen. Afhankelijk van het medium waarin de rupsen werden uitgekweekt werd het voedingsmedium of de potgrond, met stukjes yuccastam als voedingsbron, besmet met de betreffende sporen. Na 8 dagen werd het percentage dode rupsen bepaald. De herhalingen van de getoetste middelen zijn uitgevoerd in de tijd,

dus na elkaar.

De proeven zijn uitgevoerd in '6-well bio-assay' bakjes met voedingsmedium of met potgrond. In één bakje zaten 6 rupsen, die van elkaar gescheiden zijn. Alleen proef 1 werd anders uitgevoerd, namelijk met nasibakjes gevuld met potgrond. De bio-assay bakjes zijn in het donker weggezet bij 24°C en 70%RV.

6.3 Resultaten

6.3.1 Proef 1

In deze proef zijn getoetst: *Verticillium lecanii* en *Metarhizium anisopliae*. De rupsen zijn uitgekweekt in potgrond, waarbij de rups bevochtigd was met de sporensuspensie. Als voeding werd een stukje stam van yucca gegeven.

De proef is uitgevoerd in een bakje met elke ongeveer 135 gram potgrond. Per behandeling zijn er 3 bakjes gebruikt. Per bakje is 1 rups toegevoegd. Elke rups werd bevochtigd met 1 druppel van de sporensuspensie van de betreffende schimmel. De potgrond werd bevochtigd met 35 ml van diezelfde oplossing. De resultaten staan in tabel 6.3.1.

Tabel 6.3.1: Toetsing van twee verschillende schimmels. De rupsen zijn uitgekweekt in potgrond. Percentage doding na 8 dagen.

Schimmelsoort	Isolaat	Dosering sporen/ml	Percentage doding
<i>Controle</i>		0	0
<i>Verticillium lecanii</i>	KV01	$4 \cdot 10^7$	66,7
<i>Metarhizium anisopliae</i>	V208	$3 \cdot 10^6$	66,7

Bij toetsing in potgrond wordt bij beide schimmels *Verticillium lecanii* (KV01) en *Metarhizium anisopliae* (V208) 66,7% van de rupsen gedood.

6.3.2 Proef 2

In deze proef zijn getoetst: *Paecilomyces fumosoroseus*, *Beauveria bassiana*, *Verticillium lecanii*, en twee isolaten van *Metarhizium anisopliae*. De rupsen zijn uitgekweekt op voedingsmedium, waarbij de rups en het voedingsmedium bevochtigd waren met de sporensuspensie. Voor een indicatie van het stadium van de rupsen is de lengte van de rupsen vastgelegd.

Per behandeling is 1 bio-assay bakje gebruikt. In één bakje zaten 6 rupsen. De resultaten staan in tabel 6.3.2.

Tabel 6.3.2: Toetsing van vijf verschillende schimmels. De rupsen zijn uitgekweekt op voedingsmedium. Percentage doding na 8 dagen.

schimmelsoort	Isolaat	Dosering sporen/ml	Min-max. lengte rups (cm)	Gemiddelde lengte rups (cm)	Percentage doding
<i>Controle</i>			1,2 – 2,5	2,0	0
<i>Paecilomyces fumosoroseus</i>	PF1	$3 \cdot 10^6$	1,1 – 1,9	1,52	33,3
<i>Beauveria bassiana</i>	Uit product Naturalis	$8 \cdot 10^6$	1,4 – 2,0	1,72	50
<i>Verticillium lecanii</i>	KV01	$1 \cdot 10^7$	1,5 – 1,9	1,75	0
<i>Metarhizium anisopliae</i>	43	$4 \cdot 10^6$	1,4 – 1,9	1,63	50
<i>Metarhizium anisopliae</i>	V208	$1 \cdot 10^6$	1,2 – 1,7	1,52	0

Bij toetsing op voedingsmedium hebben de schimmels *Verticillium lecanii* (KV01) en *Metarhizium anisopliae* (V208) geen enkel effect op de overleving van de rupsen. De schimmel *Paecilomyces fumosoroseus* (PF1) en de schimmels *Beauveria bassiana* (uit product Naturalis) en *Metarhizium anisopliae* (43) doodden respectievelijk 33,3 en 50% van de rupsen.

6.3.3 Proef 3

In deze proef is één schimmelsoort getoetst: *Beauveria bassiana* (uit product Naturalis). De rups is uitgekweekt op voedingsmedium of potgrond, waarbij behalve de rups ook het voedingsmedium of de potgrond bevochtigd werd met de sporensuspensie van de schimmel. Als voeding werd bij uitkweken in potgrond een stukje stam van yucca gegeven.

Per behandeling zijn 3 bio-assay bakjes gebruikt. Elke rups werd bevochtigd met 1 druppel van de sporensuspensie. Op het voedingsmedium werd eveneens een druppel van de suspensie gedaan. De potgrond werd bevochtigd met 3 ml sporensuspensie.

De resultaten staan in tabel 6.3.3.

Tabel 6.3.3: Toetsing van één schimmelsoort bij uitkweken van de rupsen op voedingsmedium of potgrond. Percentage doding na 8 dagen.

schimmelsoort	isolaat	medium	Dosering sporen/ml	Percentage doding	Standaard deviatie
<i>Controle</i>		voeding	0	11,1	16,7
<i>Beauveria bassiana</i>	Uit product Naturalis		$0,2 \cdot 10^7$	6,7	11,5
<i>Controle</i>		Potgrond	0	11,0	19,2
<i>Beauveria bassiana</i>	Uit product Naturalis		$0,2 \cdot 10^7$	27,8	25,5

Bij het uitkweken van de rupsen op voedingsmedium heeft de schimmels *Beauveria bassiana* (uit product Naturalis) geen effect op de doding van de rupsen. Bij uitkweken van de rupsen in potgrond geeft deze schimmel een kleine toename in sterfte.

6.3.4 Proef 4

In deze proef zijn getoetst: *Paecilomyces fumosoroseus*, *Metarhizium anisopliae* en *Beauveria bassiana*. De rupsen zijn uitgekweekt op voedingsmedium, waarbij de rups en het voedingsmedium bevochtigd waren met de sporensuspensie.

Per behandeling zijn 3 bio-assay bakjes gebruikt. Elke rups werd bevochtigd met 1 druppel van de sporensuspensie van de betreffende schimmel. Op het voedingsmedium werd eveneens een druppel van de oplossing gedaan. De resultaten staan in tabel 6.3.4.

Tabel 6.3.4: toetsing van drie schimmelsoorten. De rupsen zijn uitgekweekt op voedingsmedium. Percentage doding na 8 dagen.

schimmelsoort	Isolaat/product	Dosering sporen/ml	Percentage doding	Standaard deviatie
<i>Controle</i>		0	22,2	9,6
<i>Paecilomyces fumosoroseus</i>	PF1	$0,5 \cdot 10^7$	5,6	9,6
<i>Metarhizium anisopliae</i>	43	$0,5 \cdot 10^8$	16,7	16,7
<i>Beauveria bassiana</i>	Pai98001	$0,5 \cdot 10^7$	11,1	19,2

De sterfte in de controle behandeling was 22,2%. De drie schimmels *Paecilomyces fumosoroseus* (PF1), *Metarhizium anisopliae* (43) en *Beauveria bassiana* (pai98001) hebben ten opzichte van de controle na 8 dagen uitkweken van de rupsen op voedingsmedium geen effect gehad op het percentage doding.

6.3.5 Proef 5

In deze proef zijn getoetst: de schimmel *Paecilomyces fumosoroseus* en de bacterie *Bacillus thuringiensis* var. *kurstaki*. Hiernaast is de chemische stof chloorpyrifos getoetst. De rupsen zijn uitgekweekt op voedingsmedium, waarbij rups en voedingsmedium bevochtigd werden met de sporensuspensie. Voor een indicatie van het stadium van de rupsen is de lengte van de rupsen vastgelegd.

Per behandeling zijn 3 bio-assay bakjes gebruikt. Elke rups werd bevochtigd met 1 druppel met sporensuspensie van de betreffende schimmel of bacterie. Op het voedingsmedium werd eveneens een druppel van de suspensie gedaan. Voor chloorpyrifos werden granulaatkorrels in het voedingsmedium gedrukt.

De resultaten staan in tabel 6.3.5.

Tabel 6.3.5: Toetsing van een schimmel, een bacterie en een chemisch insecticide. De rupsen zijn uitgekweekt op voedingsmedium. Percentage doding na 8 dagen.

schimmelsoort	Isolaat/ Product	Dosering	Min-max. lengte rups (cm)	Gemiddelde lengte rups (cm)	Percentage doding	Standaard deviatie
<i>Controle</i>		0	1,5 – 2,0	1,75	11,11	9,6
<i>Paecilomyces fumosoroseus</i>	PF2	1*10 ⁹ sporen/ml	1,5 – 2,5	2,19	5,56	9,6
<i>Bacillus thuringiensis var. kurstaki.</i>	Scutello	2*10 ⁹ CFU/ml	1,0 – 2,0	1,61	11,11	19,2
Chloorpyrifos	Suscon 10	9,2 mg	1,0 – 2,0	1,55	100	0

Paecilomyces fumosoroseus en *Bacillus thuringiensis* var. *kurstaki* (Scutello) hebben geen effect op de doding van rupsen gehad bij uitkweek op voedingsmedium. Chloorpyrifos (Suscon) doodde echter alle rupsen.

6.3.6 Proef 6

In deze proef zijn wederom een schimmel en een bacterie getoetst: de schimmel *Beauveria bassiana* en de bacterie *Bacillus thuringiensis* var. *kurstaki*. Hiernaast is de chemische stof chloorpyrifos getoetst. De rupsen zijn deze keer echter uitgekweekt in potgrond, waarbij alleen de potgrond bevochtigd werd met de sporensuspensie. Als voeding werd een stukje stam van yucca gegeven. Voor een indicatie van het stadium van de rupsen is de lengte van de rupsen vastgelegd.

Per behandeling zijn 3 bio-assay bakjes gebruikt. De potgrond werd gemengd met 3 ml van de betreffende sporensuspensie, voordat de rupsen er bijgezet werden. Bij de controle behandeling werd 3 ml water toegevoegd. Voor chloorpyrifos werden granulaatkorrels met de potgrond gemengd.

De resultaten staan in tabel 6.3.6.

Tabel 6.3.6: Toetsing van een schimmel, een bacterie en een chemisch insecticide. De rupsen zijn uitgekweekt in potgrond. Percentage doding na 8 dagen.

schimmelsoort	Isolaat/ Product	Dosering	Min-max. lengte rups (cm)	Gemiddelde lengte rups (cm)	Percentage doding	Standaard deviatie
<i>Controle</i>		0	1 – 2,5	1,72	22,2	19,2
<i>Beauveria bassiana</i>	Pai98001	2*10 ⁸	1 – 2	1,67	33,3	28,9
<i>Bacillus thuringiensis var. kurstaki.</i>	Scutello	1*10 ⁸	1,5 – 2,5	1,78	61,1	9,6
Chloorpyrifos	Suscon 10	8 mg	1 – 2	1,58	88,9	19,2

Bij het uitkweken van de rupsen in potgrond gaf Chloorpyrifos (Suscon) het hoogste percentage doding. *Bacillus thuringiensis var. kurstaki* (Scutello) gaf ten opzichte van de controle een toename in sterfte van bijna 40%. *Beauveria bassiana* (Pai98001) gaf een toename in sterfte van de rupsen van 11%.

6.3.7 Proef 7

In deze proef is een schimmel en een bacterie getoetst, respectievelijk *Beauveria bassiana* en *Bacillus thuringiensis var. kurstaki*. Hiernaast is de chemische stof chloorpyrifos getoetst. De rupsen zijn wederom uitgekweekt in potgrond, waarbij de potgrond bevochtigd werd met de sporensuspensie. Als voeding werd een stukje stam van yucca gegeven. Voor een indicatie van het stadium van de rupsen is de lengte van de rupsen vastgelegd.

Per behandeling zijn 3 bio-assay bakjes gebruikt. De potgrond werd gemengd met 3 ml van de betreffende sporensuspensie, voordat de rupsen er bijgezet werden. Bij de controle behandeling werd 3 ml water toegevoegd.

De resultaten staan in tabel 6.3.7.

Tabel 6.3.7: Toetsing van een schimmel, bacterie en een chemisch insecticide. De rupsen zijn uitgekweekt in potgrond. Percentage doding na 8 dagen.

schimmelsoort	Isolaat/ Product	Dosering	Min-max. lengte rups (cm)	Gemiddelde lengte rups (cm)	Percentage doding	Standaard deviatie
<i>Controle</i>		0	1 – 2,5	1,78	22,2	19,2
<i>Beauveria Bassiana</i>	Uit Hepialis	0,5*10 ⁷ sporen/ml	1 – 2,5	1,78	38,8	34,6
<i>Bacillus thuringiensis var. kurstaki.</i>	Scutello	25*10 ⁷ sporen/ml	0,5– 2	1,56	55,5	9,6
Chloorpyrifos	Suscon 10	8 mg	1 – 2,5	1,75	72,2	25,5

Ten opzichte van de controle behandeling hebben de overige behandelingen na 8 dagen een hoger dodingspercentage. Hierbij was het chemisch middel met werkzame stof Chloorpyrifos (Suscon) het meest effectief. *Bacillus thuringiensis* (Scutello) was met 55,5% doding effectiever dan *Beauveria bassiana*.

6.3.8 Proef 8

In deze proef is getoetst: de schimmel soort *Paecilomyces fumosoroseus*. De rupsen zijn uitgekweekt in potgrond, waarbij de potgrond bevochtigd werd met de sporensuspensie. Als voeding werd een stukje stam van yucca gegeven. Voor een indicatie van het stadium van de rupsen is de lengte van de rupsen vastgelegd.

Per behandeling zijn 3 bio-assay bakjes gebruikt. De potgrond werd gemengd met 3 ml van de betreffende

sporenoplossing, voordat de rupsen er bijgezet werden. Bij de controle behandeling werd 3 ml water toegevoegd.

Tabel 6.3.8: Toetsing van één schimmel. De rupsen zijn uitgekweekt in potgrond. Percentage doding na 8 dagen.

schimmelsoort	Isolaat	Dosering	Min-max. lengte rups (cm)	Gemiddelde lengte rups (cm)	Percentage doding	Standaard deviatie
<i>Controle</i>		0	1,0 – 2,5	1,66	55,4	25,3
<i>Paecilomyces fumosoroseus</i>	PF2	$3 \cdot 10^7$	1,0 – 2,0	1,55	55,5	9,6

Het percentage doding in de controle behandeling was na 8 dagen met 55,4% hoog. *Paecilomyces fumosoroseus* heeft ten opzichte van de controlebehandeling geen effect op de doding van de rupsen gehad.

6.3.9 Proef 9

In deze proef zijn getoetst: de schimmelsoorten *Paecilomyces fumosoroseus* en *Beauveria bassiana*. De rupsen zijn uitgekweekt in potgrond, waarbij de potgrond bevochtigd werd met de sporensuspensie. Als voeding werd een stukje stam van yucca gegeven. Voor een indicatie van het stadium van de rupsen is de lengte van de rupsen vastgelegd.

Per behandeling zijn 3 bio-assay bakjes gebruikt. De potgrond werd gemengd met 3 ml van de betreffende sporenoplossing, voordat de rupsen er bijgezet werden. Bij de controle behandeling werd 3 ml water toegevoegd.

Tabel 6.3.9: Toetsing van twee schimmelsoorten. De rupsen zijn uitgekweekt in potgrond. Percentage doding na 8 dagen.

schimmelsoort	Isolaat/Product	Dosering	Min-max. lengte rups (cm)	Gemiddelde lengte rups (cm)	Percentage doding	Standaard deviatie
<i>Controle</i>		0	1,0 – 2,5	1,55	44,4	9,6
<i>Paecilomyces fumosoroseus</i>	PF2	$0,5 \cdot 10^7$	1,0 – 2,0	1,55	38,9	33,4
<i>Beauveria bassiana</i>	Pai98001	$4 \cdot 10^8$	1,0 – 2,0	1,53	16,7	0

Het percentage gedode larven was na 8 dagen in de controle behandeling met 44,4% hoog. Met de toediening van *Paecilomyces fumosoroseus* of *Beauveria bassiana* verhoogde het percentage doding niet.

6.3.10 Proef 10

In deze proef is getoetst: één schimmelsoort *Beauveria bassiana*. De rupsen zijn uitgekweekt in potgrond, waarbij de potgrond bevochtigd werd met de sporensuspensie. Als voeding werd een stukje stam van yucca gegeven. Voor een indicatie van het stadium van de rupsen is de lengte van de rupsen vastgelegd. Omdat de sterfte in de controlebehandeling bij proef 9 erg hoog was is bij deze proef de hoeveelheid potgrond iets verminderd, waarbij de potgrond ook wat droger werd gehouden.

Per behandeling zijn 3 bio-assay bakjes gebruikt. De potgrond werd gemengd met 2 ml van de betreffende sporenoplossing, voordat de rupsen er bijgezet werden. Bij de controle behandeling werd 2 ml water toegevoegd.

Tabel 6.3.10: Toetsing van een schimmel. De rupsen zijn uitgekweekt in potgrond. Percentage doding na 8 dagen.

schimmelsoort	Isolaat	Dosering Sporen/ml	Min-max. lengte rups (cm)	Gemiddelde lengte rups (cm)	Percentage doding	Standaard deviatie
<i>Controle</i>		0	1 – 2	1,58	22,2	9,6
<i>Beauveria bassiana</i>	Uit Hepialis	5*10 ⁷	1 – 2,5	1,75	44,4	19,2

6.3.11 Proef 11

Omdat de bacterie *Bacillus thuringiensis* var. *kurstaki* tot nu toe het hoogste dodingspercentage van de rupsen gaf is deze bacterie nogmaals getoetst in een proef, waarbij per behandeling 6 bio-assay bakjes werden gebruikt in plaats van 3 bakjes. De rupsen zijn uitgekweekt in potgrond, waarbij de potgrond bevochtigd werd met de sporensuspensie. Als voeding werd een stukje stam van yucca gegeven. Voor een indicatie van het stadium van de rupsen is de lengte van de rupsen vastgelegd.

Tabel 6.3.11: Toetsing van een bacterie. De rupsen zijn uitgekweekt in potgrond. Percentage doding na 8 dagen.

schimmelsoort	Isolaat	Dosering Sporen/ml	Min-max. lengte rups (cm)	Gemiddelde lengte rups (cm)	Percentage doding	Standaard deviatie
<i>Controle</i>		0	1 – 3	1,83	30,5	19,5
<i>Bacillus thuringiensis</i> var. <i>kurstaki</i> .	Scutello	1*10 ⁷	1 – 2,5	1,76	58,3	17,5

Met *B. thuringiensis* var. *kurstaki* werd 58,3% van de rupsen gedood. Dit komt overeen met de percentages doding die in proef 6 en 7 werden gevonden. De spreiding tussen de herhalingen was in deze proef echter wat groter.

6.3.12 Overzicht resultaten

In onderstaande tabellen wordt een overzicht gegeven van de verschillende proeven die zijn uitgevoerd. Hierbij is een opdeling gemaakt naar de proeven, waarbij rupsen alleen zijn uitgekweekt met voedingsmedium (tabel 6.3.11A) en rupsen die zijn uitgekweekt in potgrond (6.3.11B).

Tabel 6.3.11a: overzicht van de resultaten per middel. De rupsen werden **uitgekweekt op voedingsmedium**. Percentage doding na 8 dagen.

proef	middel	isolaat / product	lengte rups	%doding	stdev	controle %doding
5	Chloorpyrifos	Suscon 10	1,55	100	0	11,11
5	Bacillus thuringiensis var. kurstaki.	Scutello	1,61	11,11	19,2	11,11
2	Beauveria bassiana	Uit Naturalis	1,72	50	*	0
3	Beauveria bassiana	Uit Naturalis	*	6,7	11,5	11,1
4	Beauveria bassiana	Pai98001	*	11,1	19,2	22,2
2	Metarhizium anisopliae	43	1,63	50	*	0
2	Metarhizium anisopliae	V208	1,52	0	*	0
4	Metarhizium anisopliae	43	*	16,7	16,7	22,2
2	Paecilomyces fumosoroseus	PF1	1,52	33,3	*	0
4	Paecilomyces fumosoroseus	PF1	*	5,6	9,6	22,2
5	Paecilomyces fumosoroseus	PF2	2,19	5,56	9,6	11,11
2	Verticillium lecanii	KV01	1,75	0	*	0

Tabel 6.3.11b: overzicht van de resultaten per middel. De rupsen werden **uitgekweekt in potgrond**. Percentage doding na 8 dagen.

proef	middel	isolaat / product	lengte rups	%doding	stdev	controle %doding
6	Chloorpyrifos	Suscon 10	1,58	88,9	19,2	22,2
7	Chloorpyrifos	Suscon 10	1,75	72,2	25,5	22,2
6	Bacillus thuringiensis var. kurstaki.	Scutello	1,78	61,1	9,6	22,2
7	Bacillus thuringiensis var. kurstaki.	Scutello	1,56	55,5	9,6	22,2
11	Bacillus thuringiensis var. kurstaki	Scutello	1,76	58,3	17,5	30,5
3	Beauveria bassiana	Uit Naturalis	*	27,8	25,5	19,2
6	Beauveria bassiana	Pai98001	1,67	33,3	28,9	22,2
9	Beauveria bassiana	Pai98001	1,53	16,7	0	44,4
7	Beauveria bassiana	Uit Hepialis	1,78	38,8	34,6	22,2
10	Beauveria bassiana	Uit Hepialis	1,75	44,4	19,2	22,2
8	Paecilomyces fumosoroseus	PF2	1,55	55,5	9,6	55,4
9	Paecilomyces fumosoroseus	PF2	1,55	38,9	33,4	44,4

6.4 Discussie en conclusie

Proef 1 is een oriënterende proef geweest. De tweede proef is gebruikt om uiteindelijk een aantal middelen te screenen. Gezien deze resultaten is er toen voor gekozen om de middelen *Verticillium lecanii* (KV01) en *Metarhizium anisopliae* (V208) niet verder te toetsen.

In eerste instantie werden de middelen gescreend door de sporenoplossing op de rupsen te druppelen. Omdat de middelen in de praktijk aan potgrond moeten worden toegediend zijn de overgebleven schimmels ook getoetst door ze in potgrond aan te brengen. Hierbij bleek de dodende werking van *Beauveria bassiana* beter te zijn bij toetsing in potgrond dan bij toetsing met voedingsmedium. Bij toetsing van *Bacillus thuringiensis* var. *kurstaki* werd er geen effect gevonden bij toetsing met voedingsmedium (proef 5). Bij toetsing in potgrond was het dodende effect op de larven juist sterk toegenomen (proef 6, 7 en 11). De bacterie *Bacillus thuringiensis* var. *kurstaki* was in potgrond met gemiddeld 58% het meest effectief. In de controle behandelingen was hierbij het dodingspercentage gemiddeld 24%. Heppner e.a (1987) noemde als mogelijkheid een zware bespuiting met Dipel, ook een *B.thuringiensis* var.*kurstaki*, op beschadigde plantdelen, waarbij de bacterie systemisch zou gaan werken.

Hoewel *Beauveria bassiana* in proef 2 met uitweek op voedingsmedium vrij effectief was, werd dit resultaat in de vervolg proef (3) niet meer gehaald. In potgrond gaf de *Beauveria* stam van het product Naturalis ook slechts een geringe verhoging van het percentage dode larven. De *beauveria* stam afkomstig uit Hepialis had met gemiddeld 41% doding echter een redelijk effectieve werking. Het dodingspercentage in de controle was hierbij gemiddeld 22% (proef 7 en 10). Het verschil in effectiviteit tussen stammen kan echter groter zijn dan verschillen tussen soorten.

Paecilomyces fumosoroseus is twee maal getoetst in een proef, waarbij de sterfte in de controle behandeling ook hoog was. De behandelingen met de schimmel erbij gaven geen toename in sterfte onder de larven.

De getoetste insectenpathogene schimmels veroorzaakten ten opzichte van de controle slechts in een aantal gevallen een verhoging van het aantal dode rupsen. Mogelijk zijn er wel andere isolaten die wel een hogere sterfte veroorzaken. Ook zou gezocht kunnen worden naar een schimmel die van nature in *Opogona* voorkomt. In de literatuur is daarover geen informatie aangetroffen.

Geen enkel biologisch middel gaf 100% doding. De larven van *Opogona* worden tot 3,5 cm lang (Albert, 1993; Billen, 1987). De middelen zijn getoetst op larven van gemiddeld 1,7 cm lang. De praktijksituatie zal zo zijn dat de motten haar eieren bij de stamvoet van de chamaedorea plant afzet. De L1-larven, die uitkomen, voeden zich met wortels en bladstengels en zullen snel in contact komen met schimmel- of bacteriesporen in de potgrond. In het algemeen geldt dat kleinere rupsen gevoeliger zijn dan grotere rupsen vanwege de verhouding tussen aantal sporen en lichaamsgewicht. Bij een gelijke dosering zullen L1 en L2 rupsen sneller sterven en zal het dodingspercentage hoger liggen.

Een verschil tussen schimmels en bacteriën hierbij is dat een bacterie gegeten moet worden en de schimmels door de cuticula heen kunnen dringen.

7 Signalering met behulp van feromonen

7.1 Inleiding

Feromonen zijn chemische signalen die door de motten geproduceerd worden. Hiermee communiceren ze met elkaar. Feromonen zijn erg specifiek, waardoor ze gebruikt kunnen worden voor het signaleren van insecten. Met behulp van soortspecifieke feromooncomponenten kunnen motten in een val gelokt worden. In de literatuur worden twee feromooncomponenten genoemd. Rotundo (e.a., 1982) heeft verschillende synthetische verbindingen, die bekend waren als feromooncomponenten van Lepidoptera, getest. Alleen (Z)-11-hexadecanal (Z 11:16 : Ald) lokte een duidelijke reactie uit van de antenne van de mannelijke motten van *O. sacchari*. In een onderzoek met feromoonvallen voor *Cryptophlebia batrachopa* bleek dat bij het mengsel (Z)-8-dodecanyl acetate (Z8-12:Ac) met 1% (E)-8-dodecanyl acetate (E8-12:Ac) opvallend veel *Opogona* species werden waargenomen (Hall ea, 1984).

7.2 Proefopzet

Op drie praktijkbedrijven met groene en bonte potplanten zijn feromoonvallen opgehangen. De vallen bestonden uit transparante deltavallen (20*10*10 cm) met verwijderbare transparante plakstroken. De vallen zijn op een afstand van ongeveer 15-20 meter opgehangen en werden elke twee weken gecontroleerd. De dispensers die in de vallen werden geplaatst als lokstof waren geïmpregneerd met een feromoon. Deze dispensers zijn na twee maanden vervangen.

Het betreft hier de feromonen:

1. (Z)-11-hexadecanal
2. (Z)-8-dodecanyl acetate met 1% (E)-8-dodecanyl acetate

Op bedrijf 1 zijn in week 25 in één kasafdeling vier vallen met feromoon 1 en vier vallen met feromoon 2 opgehangen. De vallen hingen bij de kop van het gewas.

Op bedrijf 2 zijn in week 26 in één kasafdeling vier vallen van feromoon 1 en vier vallen van feromoon 2 opgehangen. In een tweede afdeling is op een later tijdstip van ieder feromoon één val opgehangen. Tevens vindt er signalering met behulp van vanglampen plaats. Per 1250 m² hangt één lamp. De lamp die ongeveer 15 meter van de feromoonvallen hing werd als waarnemingspunt gebruikt. Deze lamp werd elke week gecontroleerd.

Op bedrijf 3 zijn in week 36 in drie afdelingen elk een val van feromoon 1 en 2 opgehangen. Binnen een afdelingen hingen de vallen op een onderlinge afstand van ongeveer 15 meter. In één afdeling hing een vanglamp.

Na 2 maanden zijn de feromoondispensers vervangen door nieuwe dispensers.

De vallen werden om de twee weken gecontroleerd op de aanwezigheid van motten.

7.3 Resultaten

Op bedrijf 1 is er slechts éénmalig in week 26 een andere mottensoort gevangen in een val met feromoon 2. Hierna is in geen van de vallen meer een mot gesignaleerd.

Bij bedrijf 3 is alleen in week 44 éénmalig een andere mottensoort gevangen in een val met feromoon 2. In de vanglamp van dit bedrijf zijn geen motten van *Opogona* gevonden.

Bij bedrijf 2 is een aantal keren een mot van *Opogona* gevonden in een val van zowel feromoon 1 als 2. In de vanglampen werden echter grotere aantallen motten gevonden. De aantallen in de vanglamp en in de feromoonval zijn gegevens over een periode van 2 weken. (tabel 7.3.1).

Tabel 7.3.1 A: aantal motten van *Opogona* en overige motten in de feromoonvallen en in de lichtval bij vangplaats 1 bij bedrijf 2.

Feromoon 1								
Valnr.	II		III		V		VIII	
weeknr.	opogona	Overig	opogona	Overig	opogona	Overig	opogona	overig
26	0	0	0	0	0	0	0	0
28	0	0	0	0	0	0	0	0
30	0	0	0	0	0	0	0	1
32	0	1	1	0	1	0	0	1
34	0	0	0	0	1	0	0	0
36	0	0	0	0	0	0	0	0
38	0	0	0	1	0	0	*	*
40	0	0	0	0	0	0	*	*
42	0	0	0	0	0	0	0	0
44	0	0	0	0	0	0	0	0
46	0	0	0	0	0	0	0	0
48	0	0	0	0	0	0	0	0

Feromoon 2								
Valnr.	I		IV		VI		VII	
weeknr.	opogona	Overig	opogona	Overig	opogona	Overig	opogona	overig
26	0	0	0	0	0	0	0	0
28	0	0	0	0	0	0	0	0
30	0	0	0	0	0	0	0	0
32	0	1	0	1	0	0	0	2
34	0	1	0	0	0	0	1	1
36	0	0	0	0	0	0	0	0
38	0	0	0	0	0	1	*	*
40	0	0	0	0	0	0	*	*
42	0	0	0	0	0	0	0	0
44	0	0	0	0	0	0	0	0
46	0	0	0	0	0	0	0	0
48	0	0	1	0	0	0	0	0

Lichtval 1
opogona
0
0
0
2
0
13
5
5
2
10
2
7

Tabel 7.3.1 B: aantal motten van *Opogona* en overige motten in de feromoonvallen en in de lichtval bij vangplaats 2 bedrijf 2.

	Feromoon 1		Feromoon 2		Lichtval 2
Valnr.	IX		X		
weeknr.	Opogona	Overig	opogona	overig	opogona
26	0	0	0	0	0
28	0	0	0	0	0
30	0	1	0	0	0
32	0	0	0	0	0
34	0	0	0	0	0
36	0	0	0	0	0
38	0	0	0	0	0
40	0	0	0	0	1
42	0	0	0	0	0
44	0	0	0	0	1
46	0	0	0	0	2
48	0	0	0	0	3

Tabel 7.3.1 C: aantal motten van *Opogona* en overige motten in de feromoonvallen en in de lichtval bij vangplaats 3 bij bedrijf 2.

	Feromoon 1		Feromoon 2		Lichtval 3
Valnr.	XI		XII		
weeknr.	Opogona	Overig	opogona	overig	opogona
26	0	0	0	0	0
28	0	0	0	0	0
30	0	0	0	0	0
32	0	1	1	0	0
34	0	0	0	0	0
36	0	0	0	0	0
38	0	0	0	0	0
40	0	0	0	2	2
42	0	0	0	0	1
44	0	0	0	0	4
46	0	0	0	0	5
48	0	0	0	0	1

Het aantal motten dat in de feromoonvallen werd gevonden is gering. In vallen met feromoon 1 werden in 18 weken tijd slecht 3 motten van *Opogona* gesignaleerd, tegenover 5 andere motten. In vallen met feromoon 2 werden slecht 2 *opogona* motten gevangen tegenover 7 andere motten.

Vooraf in lichtval 1 en 3 werden veel motten van *Opogona* gesignaleerd. In lichtval 3 werden al snel regelmatig motten van *Opogona* waargenomen.

In week 32 werden bij vangplaats 1 de eerste motten in lichtval 1 waargenomen. Tegelijk werden bij feromoon 1 ook de eerste motten gesignaleerd. De weken hierna werden wel regelmatig motten in lichtval 1 gevonden. in week 35 werden er zelfs in twee weken tijd 13 motten gevangen. In beide feromoonvallen werden hierna echter geen motten meer gesignaleerd.

Bij vangplaats 3 werd in week 32 juist de eerste *Opogona* mot bij feromoon 2 gesignaleerd. Vanaf week 40 werden regelmatig motten gevonden bij lichtval 3, maar niet meer in de feromoonvallen.

7.4 Discussie en conclusie

Hoewel bedrijf 1 in het verleden aantasting van *Opogona* in het gewas heeft gehad zijn in de feromoonvallen geen motten van *Opogona* gevangen. Er werden op het moment van waarnemen ook geen aangetaste planten meer gevonden.

Bij bedrijf 3 was het tot nu toe niet bekend of er sprake was van aantasting door *Opogona*. Zowel in de feromoonvallen als in de lichtvallen zijn geen motten gevonden.

Bedrijf 2 controleerde veelvuldig op de aanwezigheid van *Opogona* door middel van lichtvallen. Een nadeel van lichtvallen is dat deze alle soorten motten aantrekken. Het ontdekken van de *Opogona* mot tussen de andere motten in de lichtval is vaak moeilijk. Indien een feromoon voldoende soortspecifiek zou zijn wordt het herkennen van de *Opogona* mot vereenvoudigd. Hiermee wordt een snellere signalering en daarmee een snellere bestrijding van de motten mogelijk. De feromoonvallen op bedrijf 3 hebben echter slechts enkele *Opogona* motten aangetrokken. Hiernaast werden er iets meer andere motten in de feromoonval gelokt. De vanglampen toonden echter aan dat er een groot aantal motten van *Opogona* in de kas aanwezig moest zijn. Bij het uitslecteren van slecht groeiende planten werden ook de larven van *Opogona* gevonden. Zowel (Z)-11-hexadecanal (feromoon 1) als (Z)-8-dodecenyyl acetate met 1% (E)-8-dodecenyyl acetate (feromoon 2) bleken onvoldoende aantrekkingskracht op de mot van *Opogona* te hebben. In verhouding tot de aantallen in de vanglamp werden er weinig motten gevonden. Bovendien waren de feromonen niet soortspecifiek.

8 Conclusie en aanbeveling

Uit de potproeven blijkt eenmalig preventief uitzetten van nematoden geen zin te hebben als het lang duurt voordat *Opogona* larven optreden. De nematoden *S. feltiae* en *H. bacteriophora* kunnen als curatieve bestrijding in gezet worden, waarbij een groot percentage van de rupsen gedood wordt. Hierbij valt het herhaald uitzetten te verkiezen boven eenmalig uitzetten van een hoge dosering.

In de laboratoriumproeven had van de biologische middelen de bacterie *Bacillus thuringiensis* var. kurstaki de hoogste effectieve werking tegen de larven. Bij een bacterie zijn de sporen het infectieuze element. De overleving van de sporen wordt door diverse factoren beïnvloed. In deze experimenten is nog niet getoetst hoe lang de bacterie onder de potomstandigheden van een teelt van *chamaedorea* overleeft. Bacteriën moeten gegeten worden, daarom moeten de sporen op voedseldeeltjes voor de larven terecht komen. Van de getoetste insectpathogene schimmels had alleen één *Beauveria* stam een redelijke effectieve werking. Verschillen tussen stammen kunnen echter soms groter zijn dan de verschillen tussen soorten. Het is daarom mogelijk dat er wel andere isolaten zijn die een hogere sterfte veroorzaken. Ook zou gezocht kunnen worden naar een schimmel die van nature in *Opogona* voorkomt. In de literatuur is daarover geen informatie aangetroffen.

Als signalering blijkt dat zowel (Z)-11-hexadecanal (feromoon 1) als (Z)-8-dodecenylnyl acetate met 1% (E)-8-dodecenylnyl acetate (feromoon 2) in de kas onvoldoende aantrekkingskracht op de mot van *Opogona* te hebben gehad. In verhouding tot de aantallen in de vanglamp werden er weinig motten gevonden. Bovendien waren de feromonen niet soortspecifiek. Om zeker te zijn dat de kas vrij blijft van *Opogona* is een goede signalering van de mot echter noodzakelijk. De specificiteit van het feromoon zal hiervoor verbeterd moeten worden.

Literatuur

Albert R., W. Paul, H. Schneller. Biologische Bekämpfung des Bananentriebbohrers. Pflanzenschutz, Gb Gw 30/1993.

Colombo, M., Locatelli, D.P. Laboratory evaluation of the activity of *Steinernema feltiae* Filip. And *Heterorhabditis* spp. on *Liriomyza trifolii* (Burgess) and *Opogona sacchari* Bojer infesting cultivated flowering plants. Abstr. 4.698, Rev. Appl. Ent. (1986)

Pena, J.E., Schroeder, W.J., Osborne, L.S. 1990. Use of entomogenous nematodes of the families heterorhabditidae and Steinernematidae to control bananmoth (*Opogona sacchari*). *Nematropica* 20:1, 51-55.

Rotundo, G., E. Tremblay. Preliminary observations on the sex pheromone of *Opogona sacchari* (Bojer) (Lepidoptera Hieroxestidae). *Bollettino del Laboratorio di Entomologia Agraria 'Filippo Silvestri'*. 1982, 39: 123-132.

Hall, D.R., P.S. Beevors, A. Cork, B.F. Nesbiitt E.A.S la Croix. (Z)-8-dodecenyl acetate: the major component of the sex pheromone of *Cryptophlebia bactrachopa*, a tottrid pest of macadamia in Malawi. *Entomologia Experimentalis et Applicata*, 35, 33-36 (1984).

Hass B., M.J. Downes, C.T. Griffin: Persistence of four *Heterorhabditis* spp. isolates in soil: Role of lipid reserves. *Journal of Nematology* 34(2): 151-158, 2002

Billen, W.: Informationen zum Bananentriebbohrer (*Opogona sacchari* Bojer, 1856) (Lepidoptera : Tineidae). *Gesunde pflanzen*, 39. Jahrg., Heft 11, 1987.

Heppner, J.B., J.E.Pena, H. Glenn. The Banana Moth, *Opogona sacchari* (Bojer) (Lepidoptera: Tineidae), in Florida. *Entomology Circular* No. 293. 1987.

Hansen J.D., J.L. Sharp, J.E. Pena. Thermal treatments to control banana moth (*Opogona sacchari*) in tropicla foliage ornamental plants. *Agroameriica* No. INAUG, XVI-XX (es), XXI-XXIV (en). 1997.

Giannotti O., B.S. Oliveria Jr., T. Tonedá, D. Fell. General observations on the development and sexual behavior of the lepidopteran *Opogona sacchari* (Bojer, 1856) in the laboratory [Banana pest, chemical control]. *Arq-Inst-Biol_Sao-Paulo*, Okt/Dec 1977, 44 (4): 209-212

Pigatti A., P.R. de Almeida, D.A. Oliveira, A.F. Cintra. Field test with applications of insecticidal dusts for the control of the banana moth – *Opogona sacchari* (Bojer, 1856) (= *O. subcervinella* Walker, 1863) - Lepidoptera: Lyonetiidae. *Biologico*, 1982, 48: 2, 29-32.

Bergmann E.C., R. de Cassia Romanholi, M.R. Potenza, S. de Lamonica. Aspects of biology and behaviour of *Opogona sacchari* (Bojer, 1856) (Lepidoptera: Tineidae) under laboratory conditions. *Revista de Agricultura Piracicaba*. 1995, 70: 1, 41-52.

Hass B., M.J. Downes, C.T. Griffin. Persistence of four *Heterorhabditis* spp. isolates in soil: Role of lipid reserves. *Journal of Nematology* 43(2) : 151-158. 2002