Uw sector investeert in dit project via het Productschap Tuinbouw

Bestrijding wortelduizendpoot in de containerteelt van trekheesters

Maedeli Hennekam, Nina Joosten, Roel van den Meiracker
Entocare C.V.
Maart 2012

ENTOCARE
Haagsteeg 4
Postbus 162
6700 AD Wageningen
Tel. +31 (0)317-411188
Email: m.hennekam@entocare.nl
http: www.entocare.nl

© 2012 Wageningen, Entocare CV
Dit document is auteursrechtelijk beschermd. Niets uit deze uitgave mag derhalve worden verveelvoudigd, opgeslagen in een geautomatiseerd gegevensbestand of openbaar gemaakt in enige vorm of op enige wijze, hetzij elektronisch, hetzij mechanisch door fotokopieën, opname of op enige andere wijze, zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van Entocare CV.

Entocare is niet aansprakelijk voor schade bij toepassing of gebruik van gegevens uit deze uitgave.

Uw sector investeert in dit project via het Productschap Tuinbouw

Productschap Tuinbouw
Postbus 280
2700 AG Zoetermeer

ENTOCARE
Adres : Haagsteeg 4, 6708 PM Wageningen
: Postbus 162, 6700 AD Wageningen
Tel. : +31 (0)317-411188
E-mail : m.hennekam@entocare.nl
Internet: http: www.entocare.nl

1 Inhoudsopgave

1 INHOUDSOPGAVE 3
2 INLEIDING 4
2.1 PROBLEEMSTELLING 4
2.2 DOELSTELLING 4
3 WORTELDUIZENDPOOT 4
3.1 LEVENSWIJZE 4
3.2 GEDRAG VAN WORTELDUIZENDPOTEN 5
3.2.1 Invloed van vocht 6
3.2.2 Invloed van temperatuur 6
3.3 REPRODUCTIE 6
3.4 VOEDING 6
3.5 VERDELING DOOR DE GROND 7
4 BEMONSTEREN VAN WORTELDUIZENDPOOT 7
5 BESTRIJDING 8
5.1 BIOLOGISCHE BESTRIJDING 8
5.1.1 Duizendpoten. 8
5.1.2 Roofmijten 8
5.1.3 Parasitaire aaltjes. 8
5.1.4 Pathogene schimmels. 8
5.2 LOKKEN 9
5.3 MECHANISCHE BESTRIJDING 9
6 MATERIAAL EN METHODEN 9
6.1 PRAKTIJKONDERZOEK 9
6.2 LABONDERZOEK: 11
7 RESULTATEN EN CONCLUSIE 12
7.1 SAMENVATTING VAN DE RESULTATEN 14
8 DISCUSSIE 15
9 LITERATUUR 16

2 Inleiding

In de periode augustus – november 2011 heeft Entocare op verzoek van LTO Groeiservice en in nauw overleg met de BCO trekheesters praktijkonderzoek (consultancy) uitgevoerd naar de mogelijkheden van geïntegreerde bestrijding van wortelduizendpoot in de containerteelt van trekheesters in Nederland. Het onderzoek werd gefinancierd door het Productschap Tuinbouw.

2.1 Probleemstelling

Wortelduizendpoot is een plaag die voor veel telers van trekheesters een groot probleem vormt. De ervaring is dat wanneer ze eenmaal in de grond aanwezig zijn ze zeer hardnekkig zijn en bijzonder lastig te bestrijden. Telers geven te kennen dat ze met het huidige middelenpakket onvoldoende mogelijkheden hebben om schade aan hun gewas als gevolg van wortelduizendpoot te bestrijden.
De schade die de planten ondervinden van de aanwezigheid van wortelduizendpoot is bovengronds zichtbaar in de vorm van groeiachterstand, bladverkleuring en minder blad. Ondergronds treedt vraat aan de wortels op wat behalve groeiachterstand ook kan leiden tot infecties door bodemschimmels / bacteriën. Telers schatten dat de economische schade a.g.v. wortelduizendpoot op kan lopen tot 10 – 15% opbrengstderving.

2.2 Doelstelling

De doelstelling van het project is het geven van een aanzet om te komen tot een geïntegreerde aanpak van wortelduizendpoot in de teelt van trekheesters, m.n. in de containerteelt. De doelstelling is 3-ledig:

- Verwerven van inzicht in de levenswijze en de verspreiding van de wortelduizendpoten in de containers gedurende het seizoen om zodoende het moment van bestrijden goed te kunnen kiezen.
- Verwerven van inzicht in de mogelijkheden die er zijn om insect-parasitaire aaltjes als bestrijder van wortelduizendpoot te gebruiken.
- Nagaan of er behalve gebruik van aaltjes nog andere natuurlijke vijanden en / of methoden zijn die perspectief bieden tegen wortelduizendpoot in de containerteelt.

3 Wortelduizendpoot

3.1 levenswijze

Wortelduizendpoten behoren net als insecten tot de geleedpotigen, maar wijken daar in hun biologie in een aantal opzichten van af. Ze hebben een wit uiterlijk en worden in het volwassen stadium 6-10 mm lang. Ze verschillen van andere duizendpoten doordat ze twee uitsteeksels op hun achterlijf hebben die bij andere duizendpoten ontbreken. Ze zijn zeer beweeglijk. Ze leggen eitjes in groepjes in de grond, waarschijnlijk in 2 periodes in het jaar, m.n. in het voorjaar maar mogelijk ook in het najaar (Martin 1948; Edwards; 1959). De eitjes zijn ongeveer 0,5 mm groot, rond met een enigszins gegroefd oppervlak. Ze zijn

aanvankelijk wit maar verkleuren later en worden dan wat donkerder. Jonge wortelduizendpoten die uit het ei komen hebben 6 paar poten. Dit is een belangrijk verschil met springstaarten die slechts 3 paar poten hebben. Vervolgens vervellen ze 6 maal, waarbij er bij elke vervelling een paar poten bij komt. Na de zesde vervelling zijn er dus 12 pootparen. Dat aantal neemt niet verder toe. Vervellingen gaan door, ook als de wortelduizendpoten al in staat zijn eieren te leggen, dus als ze geacht worden volwassen te zijn. Totaal kunnen ze tot wel 50 keer vervellen (Michelbacher, 1938). Eerste eileg treedt bij 25°C op als ze zo'n 50 dagen oud zijn; bij lagere temperaturen duurt dat langer. Wortelduizendpoten kunnen 3-4 jaar oud worden.

Figuur 1: de wortelduizendpoot

Eitjes worden vnl. gelegd in de hogere lagen van de grond, in clusters van zo'n 10 stuks. Ieder vrouwtje kan naar verwachting 2 clusters per half jaar aan eitjes leggen, dus totaal per jaar zo'n 40-50 eitjes per vrouwtje. Vrouwtjes kunnen eieren blijven leggen gedurende zeker 2,5 jaar. De optimale temperatuur voor overleving is tussen 12 en 20°C (Michelbacher, 1938; Edwards, 1961). Bij hogere temperatuur is de overlevingsduur korter en bij lagere temperatuur loopt de overleving ook sterk terug. Er is wel tot 20% overleving vastgesteld na 1 maand bij 0°C (Edwards, 1961). In de periode kort na een vervelling voeden de wortelduizendpoten zich intensief, dat kan zo'n 1½ maand duren. Dan volgt een periode van zo'n 10-14 dagen waarin ze overgaan tot eileg. In die periode voeden ze zich nauwelijks.

3.2 Gedrag van wortelduizendpoten

Wortelduizendpoten zijn lichtschuw, ze leven in de bodem. Ze leven vnl. van organisch afval maar lijken zelfs langere perioden zonder aanwezigheid van organisch materiaal te kunnen overleven. Bij gebrek aan organisch afval kunnen ze ook overgaan tot het eten van wortelpunten en wortelharen van levende wortels. Voor reproductie lijkt aanwezigheid van organisch materiaal wel noodzakelijk. (Shanks, 1966). Hoe meer organisch materiaal in de bodem aanwezig is, hoe meer wortelduizendpoten gevonden worden (Edwards, 1958).

Wortelduizendpoten zijn zeer mobiel. Ze worden in de bovenste bodemlaag gevonden, maar wanneer de omstandigheden daar ongunstig zijn of er onvoldoende voedsel aanwezig is kunnen ze tot zeer diep in de bodem wegkruipen; tot op een diepte van 2 meter zijn ze gevonden. Voor verplaatsing zijn ze afhankelijk van bestaande openingen in de bodem,

zoals scheuren, spleten en gangen (Martin, 1948). Wanneer die aanwezig zijn kunnen ze zich snel verplaatsen, zowel horizontaal als verticaal. Martin (1948) vond geen verplaatsing in zandgrond of zware grond, tenzij daar scheuren in aanwezig waren. Verplaatsing buiten bestaande gangen is relatief langzaam. De wortelduizendpoten zijn zelf niet in staat gangen te graven. Verplaatsing door de bodem vindt plaats onder invloed van temperatuur en onder invloed van vocht.

3.2.1 Invloed van vocht

Wortelduizendpoten zijn zeer gevoelig voor droogte. Bij lage RV in de buitenlucht treedt er veel sterfte op door uitdroging (Waterhouse;1968). Pas bij een heel hoge RV van de buitenlucht van 90 - 100% treedt er nauwelijks tot geen sterfte op a.g.v. uitdroging. Onder droge omstandigheden is dus de verwachting dat wortelduizendpoten de bovenste bodemlagen zullen mijden en diepere lagen zullen opzoeken waar meer vocht aanwezig is. Dat geldt vooral in onbedekte bodems. Edwards (1961) heeft ook geconstateerd dat wortelduizendpoten zich tot op een diepte van 45 cm terugtrokken bij uitdroging van de bovenste grondlaag. Als de grond zeer nat is kunnen juist grote populaties in de bovenste grondlaag ontstaan (Martin, 1948). Bij een bodemvochtgehalte van minder dan 10% blijkt geen reproductie meer plaats te vinden (Shanks (1966).

3.2.2 Invloed van temperatuur.

Bij een temperatuur tussen 5 en 10°C zijn de wortelduizendpoten traag; tussen 15 en 20°C is hun activiteit optimaal en die neemt niet merkbaar meer toe bij nog hogere temperaturen (Edwards;1961). Bij een temperatuur van 38oC of hoger treedt veel sterfte op onder wortelduizendpoten. Bij een temperatuur boven de 32°C stopt verder ontwikkeling. De temperatuur in de bovenste bodemlaag is het meest aan verandering onderhevig. Bij te hoge of te lage temperatuur zullen de wortelduizendpoten de bovenste bodemlaag verlaten. Door schaduw van gewas of een mulchlaag (mest met stro) kan dit weer teniet worden gedaan. Ook Martin (1948) constateerde dat hoge bodemtemperaturen en droogte wortelduizendpoten uit de bovenste laag kunnen doen verdwijnen. Edwards heeft geconstateerd dat temperatuur waarschijnlijk een belangrijkere regulerende factor is dan vocht (Edwards, 1959).

3.3 reproductie

De bovenste bodemlaag wordt verlaten voor het leggen van eieren. Volgens Martin (1948) worden eieren dieper dan 15 cm afgezet. Edwards (1961) nam waar dat eieren vooral tussen 5 en 15 cm diepte werden gelegd.
De bovenste bodemlaag wordt ook verlaten om te vervellen. Edwards (1961) vond zes maal zoveel vervellingshuidjes op 15-30 cm diep als op 0-15 cm diep.

3.4 voeding

Edwards (1961) stelde experimenteel vast dat wortelduizendpoten in de richting van voedsel kunnen trekken ondanks ongunstige omstandigheden. Ze bleken een voorkeur te hebben voor wortels van gezonde planten onder zeer droge omstandigheden boven vochtige grond zonder wortels. De aanwezigheid van alleen wortelexudaat bleek weliswaar minder

aantrekkelijk dan tomatenzaailingen, maar bleek toch wel wortelduizendpoten te kunnen lokken.

3.5 Verdeling door de grond

De verticale verdeling van de wortelduizendpoten wisselt sterk gedurende het seizoen (Edwards, 1958). In een tomatenkas werden door Edwards (1959) in de periode december/januari tot juni relatief veel exemplaren aangetroffen in de bovenste grondlaag (0-15 cm) en in de periode juli tot december in de onderste grondlaag (30-45cm). Op plaatsen waar gewas stond vond hij de meeste wortelduizendpoten.

Zowel in de kas als buiten vond Edwards (1959) altijd relatief lage aantallen in de middelste laag. Mogelijk waren dit vooral wortelduizendpoten die zich bewogen tussen de bovenste en de onderste laag. De aantallen in de onderste laag worden door hem vooral verklaard in samenhang met de condities in de bovenste laag. Het algemene beeld was dat de aantallen in de bovenste laag relatief hoog zijn als de omstandigheden daar goed zijn, maar onder slechte omstandigheden kan de aanwezigheid van jonge wortels de aantallen hier toch verhogen.

4 Bemonsteren van wortelduizendpoot

Het verkrijgen van een betrouwbaar beeld van de populatie wortelduizendpoot in een perceel of zoals in dit geval in containers is lastig, mede gezien de hiervoor al vermelde beweeglijkheid van de wortelduizendpoten. Om het effect van bestrijdende maatregelen te kunnen vaststellen is een goede, betrouwbare bemonsteringsmethode een noodzaak. In het verleden zijn diverse bemonsteringsmethoden gehanteerd, ieder met voor- en nadelen. Voor de chrysantenteelt is de methode ‘kluitjes tillen’ enkele dagen na het planten als best bruikbare methode naar voren gekomen (Verberkt et al, 2002). Daarmee worden wortelduizendpoten geteld die uit de bodem naar nieuw ingeplant materiaal toe gekomen zijn. In een latere teeltfase wordt ook wel bemonsterd door een schep grond in een emmer te doen en deze te vullen met water waarna de wortelduizendpoten boven komen drijven. In vergelijking met de methode ‘kluitjes tillen’ worden bij deze methode meer nog heel jonge stadia gevonden. Verberkt et al (2002) hebben ook proeven gedaan met een z.g. bait-trapping methode: organisch afval / stukjes organisch materiaal ingraven in de bodem in een netje of mandje en dat enige tijd laten zitten. Dan netje weer opgraven en aantal wortelduizendpoten dat erin gekropen is tellen. De resultaten van Verberkt et al (2002) en ook de resultaten van Elberse (2010) die dezelfde methode heeft gebruikt bleken nogal grillig. Hetzelfde geldt voor een vergelijkbare maar minder arbeidsintensieve methode: gehalveerde aardappels omgekeerd boven op de grond leggen, enige tijd laten liggen en vervolgens de wortelduizendpoten tellen die daar naartoe gekropen zijn. De methoden die gebruik maken van lokaas hebben als nadeel dat ze alleen de wortelduizendpoten lokken die zich in de voedende fase bevinden. De methode waarbij wortelduizendpoten boven moeten komen drijven werkt niet als de grond erg dicht is of bij elkaar gehouden wordt door wortels.

5 Bestrijding

5.1 Biologische bestrijding

5.1.1 Duizendpoten.

In het verleden is Entocare betrokken geweest bij onderzoek aan de bestrijding van wortelduizendpoot in chrysant. In kasgrond met wortelduizendpoot hebben we een roofduizendpoot (*Lamyctes coeculus)* verzameld die in lab proeven goede bestrijdingsresultaten liet zien op wortelduizendpoot, beter dan met chemische of natuurlijke middelen. In semipraktijk proeven en praktijkproeven in chrysant werd echter geen bestrijdend effect gevonden (Boogaard *et al*., 2002; Boertjes *et al*., 2004). Waarschijnlijk is dat in de praktijk in korte tijd relatief veel wortelduizendpoten op de nieuw geplante perspotjes afkomen waardoor snel schade ontstaat. Roofduizendpoten krijgen nauwelijks de kans om een voldoende grote populatie op te bouwen. Destijds hebben we de roofduizendpoten in kweek gehad maar deze kweek hebben we een aantal jaar geleden opgeheven. Kennis over het opzetten van een kweek hebben we wel; wanneer we weer *Lamyctes* rovers vinden kunnen we een nieuwe kweek starten.

.

5.1.2 Roofmijten

Er werden in het onderzoek in chrysant ook diverse soorten roofmijten aangetroffen in grond met wortelduizendpoten. Een bestrijdend effect van de commercieel verkrijgbare roofmijt *Hypoaspis aculeifer* kon niet worden aangetoond in een semipraktijkproef (Boogaard *et al*., 2002). Door Berry (1973) en Groth (1997) is onderzoek gedaan aan de roofmijt *Pergamasus quisquiliarum* als predator van wortelduizendpoten. Hoewel die ook in Nederland voorkomt werd de soort nooit in monsters aangetroffen. Door specifieke effecten die teeltmethode en gewas hebben op de verticale verspreiding van wortelduizendpoten is het de vraag of deze roofmijten wel een bevredigend resultaat zullen geven in de praktijk.

5.1.3 Parasitaire aaltjes.

Swenson (1965) was in staat wortelduizendpoten te doden door ze met het aaltje *Steinernema carpocapsae* te besmetten. Effectiviteit van toediening van de aaltjes werd door Swenson niet vermeld. De parasitaire aaltjes *Steinernema, feltiae*, *Heterorhabditis bacteriophora* en *Heterorhabditis marelatus* gaven in proeven van Boertjes *et al*. (2004) geen doding van wortelduizendpoten te zien.

5.1.4 Pathogene schimmels.

Van de pathogene schimmels *Entomophthora coronata* en *Metarhizium anisopliae* is bekend dat ze wortelduizendpoten kunnen doden (Getzin & Shanks, 1964; Stimmann, 1968). De werking van de schimmels *M. anisopliae*, *Beauveria bassiana*, *Verticillium lecanii* en *Paecilomyces fumosoroseus* op wortelduizendpoten werd getest door Boertjes *et al*. (2004). Ze vonden alleen bij *M. anisopliae* een significant effect, dat echter te beperkt was voor effectieve bestrijding.

5.2 Lokken

Een eerste stap in de bestrijding kan bestaan uit het lokken naar een plek waar ze makkelijker te bestrijden zijn. Met doorgesneden aardappels of peen zijn ze naar de oppervlakte te lokken, maar of er zo voldoende weg te vangen zijn is twijfelachtig. Elberse (2010) toonde een lokkende werking aan van stukjes peen, gemengd door de grond, maar niet voor stukjes aardappel. Voor trekheesters in containers is het door de grond mengen van dergelijk lokaas niet geschikt. Lokstoffen zouden de werking van aardappel of peen kunnen versterken. Edwards (1961) vond dat wortelexudaat weliswaar minder aantrekkelijk was dan tomatenzaailingen, maar constateerde wel een lokkend effect. Reeve & Berry (1976) stelden vast dat wortelduizendpoten een stof produceren die hun beweging remde waardoor aggregatie optrad.

5.3 Mechanische bestrijding

Omdat wortelduizendpoten zeer beweeglijk zijn kan mechanische bestrijding misschien een mogelijke aanpak van het probleem zijn. Daarbij valt te denken aan het toevoegen aan de bodem van een stof die zodanige eigenschappen heeft dat de wortelduizendpoten na contact met de betreffende stof daaraan dood gaan. De werking kan dan berusten op een uitwendige beschadiging aan hun lichaam die ze zodanig verwondt dat ze snel daarna dood gaan door uitdroging. Verwonding kan er ook toe leiden dat ze zich niet meer goed kunnen voortbewegen en dus niet meer goed op zoek kunnen gaan naar voedsel of schuilplekken. Een stof met dergelijke eigenschappen die ook wel wordt gebruikt voor insectenbestrijding in de veehouderij is diatomeeën-aarde. De werking van diatomeeënaarde bij toepassing in een bloedluismiddel is even simpel als effectief. De bloedluis beschikt over een beschermend waslaagje op zijn lijf. De absorberende werking van diatomeeënaarde beschadigt dit waslaagje waardoor de bloedluis uitdroogt.
Vanuit de BCO kwam de suggestie dat ook steenwol dergelijke eigenschappen heeft en gemengd door de grond gebruikt zou kunnen worden als mechanische bestrijder van wortelduizendpoot. Vanuit eerder onderzoek zijn ons daarover geen resultaten bekend maar de onderzoek suggestie nemen we mee.

6 Materiaal en methoden

6.1 Praktijkonderzoek

Het praktijkonderzoek is uitgevoerd op een bedrijf in Ter Aar op Viburnum planten (sneeuwballen) in containers (15 liter). De planten zijn meerdere jaren oud en volgens de kweker zijn er behoorlijke aantallen wortelduizendpoot aanwezig in vrijwel alle containers. De planten staan op anti-worteldoek en worden bovendoor beregend.

Figuur 2: overzicht van het proefveld

Eind augustus is de proef ingezet: 7 behandelingen ieder in 8 herhalingen. Eén herhaling is 1 container. De aaltjes zijn afkomstig van Koppert. De dosering is doorberekend naar een pot van 15 liter volgens de gebruiksaanwijzing op het etiket. Bij de steenwolbehandeling is per pot een totale hoeveelheid van ongeveer 10cm^3 aangebracht.

L	Aaltje Heterorhabditis bacteriofora
E	Aaltje Steinernema feltiae
C	Aaltje Steinernema carpocapsae
LC	Combi H. bacteriofora + S. carpocapsae
LE	Combi H. bacteriofora + S. feltiae
K	kontrole
S	steenwol

Tabel 1: overzicht van de verschillende behandelingen

De behandelingen zijn 4 weken na de start van de praktijkproef op identieke wijze herhaald.

Voor de bemonstering hebben we gekozen voor een methode die ons in de praktijk uitvoerbaar leek en waarmee we enigszins betrouwbare, reproduceerbare resultaten konden behalen. De methode bestond uit het uit de container lichten van de gehele potkluit en vervolgens tellen van wortelduizendpoten die rondom aan de buitenkant van de kluit te zien waren en ook van degene die achterbleven in de container. Met deze methode konden we grofweg een verdeling maken van aantallen bovenin, middenin en onderin de pot. Wortelduizendpoten die binnen in de potkluit zaten hebben we met deze methode gemist.

De methode van onderdompelen van de gehele kluit in water en wortelduizendpoten tellen die boven komen drijven hebben we ook uitgeprobeerd maar na 24 uur in een emmer water vonden we nog steeds geen wortelduizendpoten.
De waarnemingen zijn iedere twee weken herhaald tot eind november.

Figuur 3: bemonsteringsmethode in beeld gebracht

6.2 Labonderzoek:

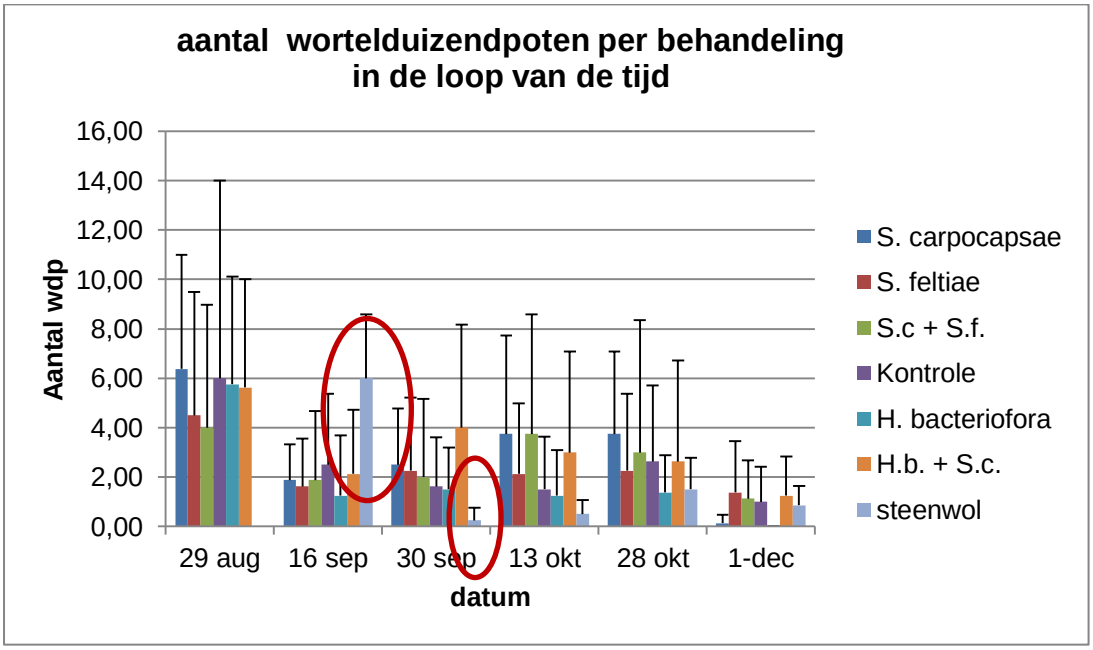
Op het lab hebben we diverse kleine experimenten gedaan ter aanvulling van hetgeen we in de praktijk gedaan hebben.

- Experimenten met dezelfde aaltjes als in de praktijkproef, toegediend aan bakjes potgrond (0,5 l) geïnfecteerd met 10 wortelduizendpoten. Aaltjes gebruikt in dezelfde dosering als in de praktijkproef, geen combinaties; ook steenwol meegenomen als behandeling. Proeven uitgevoerd bij constante temperatuur (24 °C) en in goed vochtige grond. Er zijn 2 herhalingen per behandeling. Het resultaat is beoordeeld 1 week na behandelen.
- Experimenten met dezelfde aaltjes als in praktijkproef maar dan toegediend d.m.v. stukjes wortel die in de aaltjes suspensie gedrenkt zijn en vervolgens bovenop de potgrond (0,5l) worden gelegd. Er zijn 3 herhalingen per behandeling. Het resultaat is beoordeeld 1 week na behandelen.
- Potkluit van een container volledig uitspoelen en verticale verdeling van wortelduizendpoten bepalen bij een temperatuur van 20 °C en bij een temperatuur van 5 °C.
- Effect bekeken van roofduizendpoten die we in de praktijk vonden op wortelduizendpoten.

- Effect van een behandeling met de schimmel *Metarhizium brunneum (=anisopliae)* in vloeibare formulering op wortelduizendpoot bekeken in 0,5 l grond, geïnfecteerd met 10 wortelduizendpoten. 2 behandelingen + 1 kontrole uitgevoerd, nl. 1).aangegoten met sporensuspensie tot gehalte van 0,35 kg / m^3; 2). aangegoten met sporensuspensie tot gehalte van 3,5 kg / m^3). Onbehandelde kontrole. Per behandeling 2 herhalingen. Resultaat beoordeeld 1 week na behandelen.

7 Resultaten en conclusie

De resultaten van de praktijkproef zijn weergegeven in figuur 4.

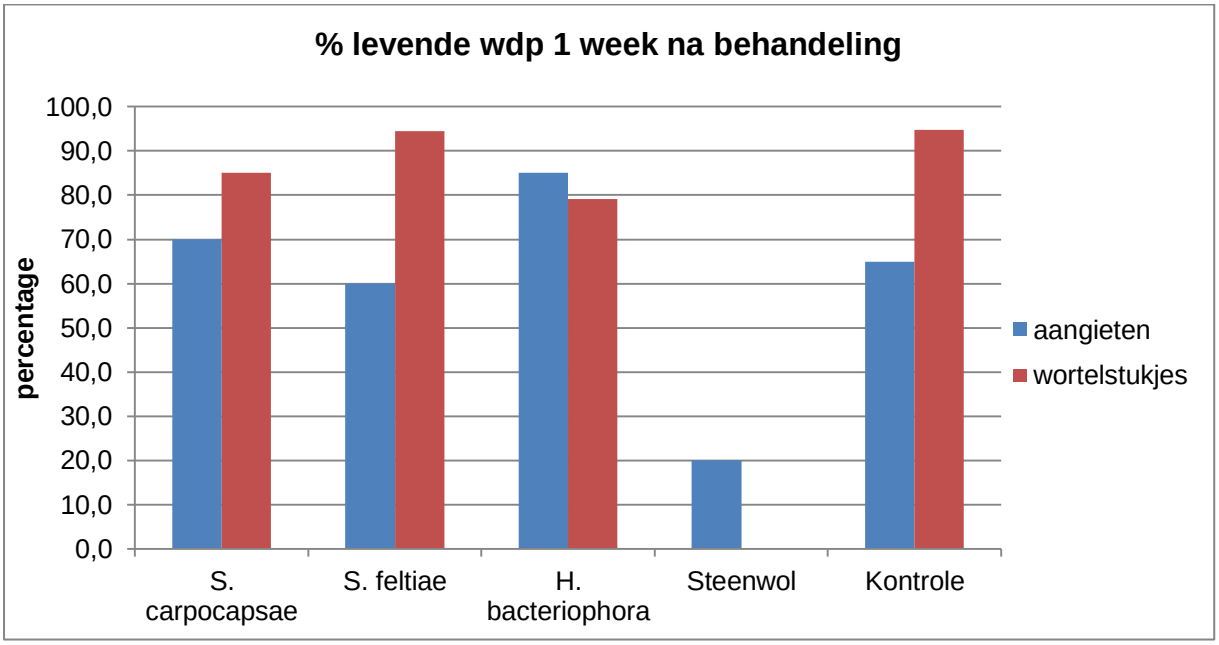


Figuur 4: praktijkresultaten van behandelingen met aaltjes resp. steenwol

Uit figuur 4 blijkt dat er een flinke afname is van het aantal wortelduizendpoten tussen de nulmeting op 29 augustus en de eerste waarneming na inzetten van de proef op 16 september. Dit is zeer waarschijnlijk het gevolg van het uit de container halen van de potkluit om deze te kunnen bekijken. Dit zorgt voor verstoring van de wortelduizendpoten en als gevolg daarvan worden er in de daarop volgende periode in alle behandelingen minder gevonden dan bij de eerste waarneming. Dit effect treedt ook op in de kontrole behandeling en is dus niet toe te schrijven aan de werking van de aaltjes. De behandeling met steenwol is 2 weken later ingezet dan de behandelingen met aaltjes. Het effect van verstoring treedt dus bij de steenwolbehandeling ook 2 weken later op. Maar er is wel een duidelijk sterker verschil bij de steenwolbehandeling dan bij de aaltjes behandelingen en bij de kontrole. Gemiddeld is er bij de aaltjesbehandelingen + kontrole sprake van een afname met een factor van ongeveer 3 terwijl dit bij de steenwolbehandeling een factor 24 is. In de periode na de 2^{e} waarneming blijven de aantallen wortelduizendpoot min of meer op hetzelfde niveau bij alle behandelingen. Ook een tweede behandeling met aaltjes op 30 september geeft geen verdere afname van de gevonden aantallen.

Onze conclusie is dat aanbrengen van steenwol in de container een sterk effect heeft op de wortelduizendpoten terwijl het effect van de verschillende behandelingen met aaltjes nauwelijks afwijkt van de kontrole. De werking van de aaltjes op de wortelduizendpoten is in de praktijk dus niet aantoonbaar, die van steenwol wel.

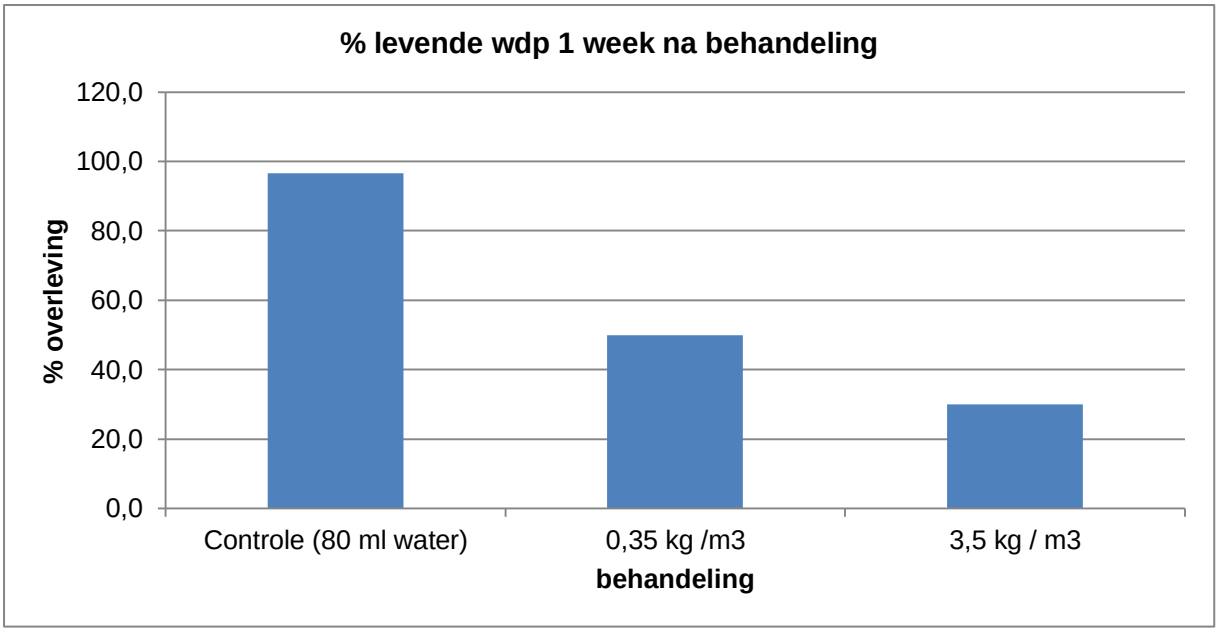
Onze conclusie uit de praktijk wordt bevestigd door resultaten in het lab. In figuur 5 staat het resultaat van de labproeven. Behandeling met aaltjes geeft geen duidelijk verschil met de kontrole, aangegoten zowel als toegediend in brokjes voedsel terwijl de steenwolbehandeling duidelijk een sterk effect laat zien. Dat effect trad al heel snel na aanbrengen van de steenwol op; 1 dag later vonden we al veel dode wortelduizendpoten.



Figuur 5: resultaat van behandelingen met aaltjes resp. steenwol op het lab

In het lab vonden we ook een effect van behandeling met *Metarhizium brunneum*, zie de resultaten van deze proef in figuur 6. In de kontrole behandeling bleven de wortelduizendpoten nagenoeg allemaal in leven terwijl bij beide behandelingen met de schimmel er doding van wortelduizendpoten optrad. Bij de hoge dosis schimmelsporen meer doding dan bij de lage dosis schimmelsporen.

Conclusie is dat de schimmel *Metarhizium brunneum* als sporensuspensie in vloeibare formulering toegediend aan de bodem een effect kan hebben op wortelduizendpoot.



Figuur 6: resultaat van behandelingen met M. brunneum in het lab

Uitspoelen van een potkluit die bij 5 °C gestaan heeft levert alleen maar wortelduizendpoten op in de onderste laag van de kluit, 25 stuks. Hetzelfde maar dan van een potkluit die bij 20 °C heeft gestaan levert als resultaat 10 stuks in de onderste laag en 5 stuks in de middelste laag. Het betreft hier weliswaar een incidentele waarneming maar dit resultaat komt wel overeen met hetgeen wij tijdens de waarnemingen in de praktijk hebben gezien, nl. in de koude najaarsmaanden heel veel wortelduizendpoten onderin de containers. Omdat onze praktijkproef gestart is eind augustus hebben we geen gegevens over de verdeling van de wortelduizendpoten in de containers eerder in het jaar gedurende de warmere maanden.

In diverse containers bij de kweker vonden we roofduizendpoten, niet de soort Lamyctes coeculus waar we eerder wat ervaring mee opgedaan hadden maar een andere soort die we niet nader gedetermineerd hebben We vonden echter geen verschillen in aantallen wortelduizendpoten in containers met resp. zonder roofduizendpoten. In een klein labproefje vonden we wel doding van wortelduizendpoten door de roofduizendpoten.

7.1 Samenvatting van de resultaten

- Behandeling met aaltjes, aangieten dan wel aanbieden in combinatie met voedsel als lokstof heeft geen aantoonbaar bestrijdend effect op wortelduizendpoten.
- Aanbrengen van steenwol in de potkluit heeft wel aantoonbaar bestrijdend effect op wortelduizendpoten, zowel in praktijkproef als in de lab proef.
- Methode van bemonsteren door kluiten uit containers te tillen en zichtbare wortelduizendpoten te tellen lijkt in de praktijk bruikbaar voor vergelijkend onderzoek maar geeft geen informatie over exacte aantallen wortelduizendpoten die in de kluit aanwezig zijn.
- De insect parasitaire schimmel *Metarhizium brunneum* blijkt in een oriënterende labproef een bestrijdend effect op wortelduizendpoten te kunnen hebben.

- Wortelduizendpoten blijken bij lage temperatuur vooral onderin de containers te zitten; bij hogere temperatuur vonden we ze ook in de middelste grondlaag van de container.

8 Discussie

Het resultaat dat we in deze proef behaald hebben met steenwol biedt perspectief voor toepassing in de containerteelt. De manier waarop wij de steenwol hebben aangebracht, onderin de container, is erg arbeidsintensief en op grote schaal niet of nauwelijks toepasbaar. Om de methode verder te ontwikkelen is nader onderzoek nodig waarbij de aandacht vooral gericht moet zijn op het vinden van een manier om de steenwol toe te dienen zonder dat dit uitzonderlijk veel arbeid kost. Bij nieuw oppotten van stekmateriaal is het betrekkelijk eenvoudig om steenwol door de grond te mengen. Interessant is om na te gaan of deze methode nieuwe planten langdurig en onder verschillende omstandigheden kan vrijwaren van besmetting met wortelduizendpoot. Wij denken op grond van wat we in de praktijk gezien hebben dat de wortelduizendpoten waarschijnlijk via de gaten onderin de containers de potten binnen komen. Ze bewegen zich gemakkelijk over het gronddoek en kunnen mogelijk zelfs door het gronddoek heen uit lagere bodemlagen omhoog komen om vervolgens in de containers te kruipen. Plaatsen van de containers op een steenwol houdende mat o.i.d kan mogelijk ook bijdragen aan reductie van de populatie. Dit zou ook een mogelijkheid kunnen zijn om nieuw opgepotte stekken te vrijwaren van besmetting.

Het bestrijden van wortelduizendpoten in oudere containers die al besmet zijn ligt lastiger. Het is onmogelijk om steenwol door de grote, compacte wortelkluit heen te werken. Misschien is het mogelijk om iets te doen in de tijd dat de planten in de winter / vroege voorjaar in de kas in bloei getrokken worden. Ze worden dan van koude winteromstandigheden gedurende enkele weken overgezet eerst naar 30 °C gedurende 1 week en vervolgens nog enkele weken naar 20 °C. De verwachting is dat de wortelduizendpoten in die weken erg actief zullen worden en zich flink door de container heen zullen gaan bewegen op zoek naar voedsel of een vochtige schuilplek. Mogelijk zijn ze dan te lokken m.b.v. aantrekkelijke stoffen en kunnen ze zodoende in contact gebracht worden met steenwol die op of onder de container aangebracht kan worden.

Steenwol kan niet worden ingeregend in containers. Behalve van steenwol is ook van diatomeeenaarde bekend dat het insecten kan doden op een manier die vergelijkbaar is met de manier waarop steenwol werkt. Van dit materiaal zijn verschillende formuleringen bekend. Het is goed mogelijk dat één van deze formuleringen wel ingeregend kan worden en vervolgens een bestrijdend effect op wortelduizendpoot kan hebben. Dit zal eveneens nader onderzocht moeten worden.

Ook *Metarhizium brunneum* kan nog mogelijkheden bieden. Het effect van praktijktoepassing van deze schimmel onder geschikte omstandigheden zal nader bekeken moeten worden.

9 Literatuur

Berry, R. E.,1972. Garden symphylan: reproduction and development in the laboratory. Journal of Economic Entomology 65(6): 1628-1632.

Berry, R. E., 1973. Biology of the predaceous mite, *Pergamasus quisquiliarum*, on the garden Symphylan, *Scutigerella immaculata*, in the laboratory. Annals of the Entomological Society of America 66 (6): 1354-1356.

Boertjes, B.C., T.J.M. van den Berg, L. Kok, B.A.M. Overdevest & G. Scholte-Wassink, 2004. Onderzoek naar middelen / maatregelen ter bestrijding en beheersing van wortelduizendpoot in de teelt van chrysant. PPO, Glastuinbouw, pp 1-50.

Boogaard, M., B. C. Boertjes, B. 't Hoen & R. van den Meiracker. 2002. Biologische bestrijding van wortelduizendpoot, Scutigerella immaculata, in snijchrysant. PPO, Glastuinbouw, pp 1-17.

Edwards, C. A. 1958. The ecology of Symphyla. Part I. Populations. Entomologia experimentalis et applicata 1: 308-319.

Edwards, C. A., 1959). The ecology of Symphyla. Part II. Seasonal soil migrations. Entomologia experimentalis et applicata 2: 257 -267.

Edwards, C. A., 1961. The ecology of Symphyla. Part III. Factors controlling soil distributions. Entomologia experimentalis et applicata 4: 239-256.

Elberse, I., 2010. Bodemplagen: wortelduizendpoten en emelten. PPO, Bloembollen, Boomkwekerij en Fruit, pp 1-44.

Getzin. L.W. & C.H. Shanks, 1964. Infection of the garden symphylan, Scutigerella immaculata (Newport) by *Entomophthora coronata* (Constantin) Kevorkian and *Metarrhizium anisopliae* (Metchnikoff) Sorokin. Journal of Insect Pathology 6 (4): 542-543.

Groth, E. M., 1997. Ecology of the predatory mite *Pergamasus quisquiliarum* Canestrini (Acari: Mesostigmata), Oregon State University. M.Sc. Thesis.

Martin, C. H., 1948. Movement and Seasonal Populations of the Garden Centipede in Greenhouse Soil. Journal of Economic Entomology 41(5): 707-715.

Michelbacher, A. E., 1937. Control of the Garden Centipede in California. Journal of Economic Entomology 30(6): 886-891.

Michelbacher, A. E., 1938. The biology of the garden centipede *Scutigerella immaculata*. Hilgardia 11(3): 55-148.

Michelbacher, A. E., 1939. Seasonal Variation in the Distribution of two Species of Symphyla found in California. Journal of Economic Entomology 32(1): 53-57.

Reeve, D. H. and R. E. Berry, 1976. Evidence for an arrestant causing aggregation in the garden symphylan. Environmental Entomology 5(5): 961-963.

Savos, M.G., 1958. The bionomics of the garden symphylid, *Scutigerella immaculata* (Newport). Ph.D. Thesis, Oregon State University, pp1-91.

Sawa, R., 1930. A preliminary study of the arthropodan fauna of the University of Komaba. J. Col. Agric. Imp. Univ. Tokyo 10: 329-345.

Shanks, C. H., 1966. Factors that affect reproduction of the garden symphylan *Scutigerella immaculata*. Journal of Economic Entomology 59(6): 1403-1406.

Stimmann, M. W., 1968. Effect of temperature on the infection of the garden symphylan by *Entomophthora coronata*. Journal of Economic Entomology 61(6): 1558-1560.

Swenson, K. G., 1965. Infection of the garden symphylan, *Scutigerella immaculata*, with the DD-136 nematode. Journal of Invertebrate Pathology 8: 133-134.

Verberkt, H., M. Blind & I. Lukassen 2002. Opstellen strategie ter voorkoming/ beheersing van wortelduizendpoot in de teelt van chrysanten. DLV Facet & PPO Glastuinbouw, pp 1-23.

Waterhouse, J. R., 1968. Studies on the garden symphylan, *Scutigerella immaculata* (Symphyla : Scutigerellidae). Canadian entomologist 100: 172 -178.
Wymore, F.H., 1931. The garden centipede. Bulletin of the California Agricultural Experiment Station 518, pp 1-22.