



biokas2006

Gewas- bescherming



Beheersing ziekten en plagen vraagt om kennis en stuurmanskunst van de glastuinder



Orgentis levert wereldwijd bodemverbeterende middelen en biostimulators voor het herstellen van de bodemflora.

Aaltjes problemen?

Op verzoek van het ministerie van VROM presenteerde Orgentis haar resultaten tijdens het symposium over Functionele Biodiversiteit. De overheid stelt in haar aanbevelingen: 'Gericht gebruik van biodiversiteit kan bijdragen aan een reductie van het gebruik van chemische gewasbeschermingsmiddelen en een optimale benutting van mineralen.'

De bodembehandeling van Orgentis is een milieuvriendelijk en kostenbesparend alternatief voor de reguliere grondontsmettingsmethoden.

Neem contact met ons op voor meer informatie en een prijsopgave.



Orgentis
Leeghwaterlaan 17
5223 BA 's-Hertogenbosch
Tel. 073-6211012 / Fax. 084-2245389
info@orgentis.nl / www.orgentis.nl

Is de
**bodem voor u
een zwarte vlek?**

**Onderzoek dan op aaltjes
en bodemschimmels!**

DNA Multiscan
in Planten, Grond en Water
- 44 schimmels
- diagnose in 2 dagen
- praktisch advies
- ziektedruk indicatie



Voor meer informatie: 015 7502590

www.denhaan.nl

info@denhaan.nl

Biologische Compost & Advies



Wij leveren diverse biologische gecertificeerde composten:

Van hout/gras - structuurcompost

Agrarische producten/mest - mestcompost

Al onze composten zijn gecertificeerd
door de SKAL onder nr 800792

Top Compost BV
Platinastraat 26
82211 AR Lelystad
tel 0320-213941
info@topcompost.nl
www.topcompost.nl

Colofon

Deze uitgave is een product van Biokas, het project voor versterking en verbreding van biologische glastuinbouw. Biokas is een initiatief van DLV biologische landbouw, Louis Bolk Instituut en Praktijkonderzoek Plant & Omgeving.



SECRETARIAAT

DLV, Leen Janmaat, 06-10925026,
l.janmaat@dlv.nl

TEKSTEN

Jan Amsing, Chantal Bloemhard,
Gerben Messelink, Frans Zoon

EINDREDACTIE

Leen Janmaat

FOTO'S

Koppert biological systems, DLV
Biologische Landbouw, Frans Zoon,
Chantal Bloemhard en
Gerben Messelink (PPO)

GRAFISCHE VORMGEVING

Grafisch Atelier Wageningen
(Michel Backus)

DRUK

Modern, Bennekom

Januari 2006

Biokas is mogelijk gemaakt door
financiële bijdragen van het
Ministerie van LNV, LIB en Rabobank.

Inhoud

- 4**
Aaltjes
- 5**
Aaltjes Beheersings Strategie (ABS)
- 7**
Preventie
- 8**
Inventarisatie
- 11**
Teeltplan
- 12**
Aanvullende maatregelen
- 15**
Gewasbeschermingsmiddelen van natuurlijke oorsprong (GNO)
- 16**
Pissebedden en miljoenpoten
- 18**
Luizen Beheersings Strategie (LBS)
- 20**
Bladluizenbestrijding met natuurlijke vijanden

Voorwoord

Biologisch telen doe je in de grond. De regels vanuit de Europese Unie schrijven voor dat biologische tuinbouw in principe in de grond plaats vindt. Intensief telen onder glas waarbij de bodem geen tijd krijgt om te herstellen, gaat gepaard met plagen die zich na enkele jaren manifesteren. Naast bodemschimmels zoals kurk, sclerotinia en fusarium zijn vooral aaltjes de 'kwaaië pieren'. Inzet van het Biokas onderzoek is om de kwaaië pieren te weren en de goede te stimuleren. Het bodemleven wordt gevoed met compost en dierlijke mest en aaltjes door afgestorven of levend plantaardig materiaal. Een passend antwoord op bestrijding van pathogene aaltjes in de bodem is helaas nog niet voorhanden. Het is een kwestie van stuurmanskunst om biologisch te telen zonder negatieve gevolgen van de aanwezige aaltjes in de bodem. De 'Aaltjes Beheersings Strategie' geeft de teler handvatten om aaltjes buiten de kas te houden dan wel de populatie binnen de perken te houden. Bovengronds kunnen de meeste plagen met behulp van biologische bestrijders in de hand worden gehouden, waarbij bladluizen het meest onvoorspelbaar zijn. Ook de beheersing van bladluizen vraagt om stuurmanskunst. Het preventief inzetten van predatoren en parasieten vormt een soort verzekeringspremie bij het voorkomen van 'vette' vruchten. Kennis van plaagontwikkeling en alert reageren op beginnende haarden zijn noodzakelijk om luizen in toom te houden. In deze brochure vindt u achtergrondinformatie en adviezen voor beheersing van bladluizen geënt op biologische bestrij-



ding. Volledige verslagen van Biokas onderzoek vindt u op de website:
www.biokas.nl

Leen Janmaat

Aaltjes: levenswijze en -cyclus

Algemeen

Aaltjes of nematoden (Griekse woord *nema* = draad) vormen binnen het dierenrijk een van de grootste groepen en komen nagenoeg in alle milieu's voor: niet alleen in grond en water, maar ook in plant, dier en mens. Wereldwijd zijn er ongeveer 20.000 aaltjessoorten bekend, waarvan de helft op het land en in zoet water voorkomt.

In Nederland komen ongeveer 1200 soorten aaltjes voor. Hiervan zijn ca. 100 soorten plantenparasitair. De meeste aaltjessoorten zijn echter nuttig. Deze zijn 'saprofaag' van aard (onder andere bacterie-, schimmeleters) en helpen bij het afbreken van allerlei dood organisch materiaal. Andere nuttige aaltjes zijn insectenparasieten, waarvan sommige te koop zijn als biologisch bestrijdingsmiddel. Ook carnivore (roof-) aaltjes komen voor, waaronder aaltjes die andere aaltjes opeten. Plantenparasitaire aaltjes zijn obligate parasieten, dat wil zeggen dat ze de plant nodig hebben om zich te voeden en te vermeerderen. Wortelaaltjes gaan daarvoor op zoek naar wortels en kunnen zich in de grond over een afstand van ongeveer een meter per jaar op actieve wijze verplaatsen. Voor het voeden worden ze onderverdeeld in drie levenswijzen:

1. Ectoparasitair (buiten de plant levend),
2. Semi-endoparasitair (gedeeltelijk in de plant levend) en
3. Endoparasitair (geheel in de plant levend).

Naast de virusoverbrengende aaltjes, die ectoparasitair leven, zorgen de endoparasitaire aaltjes voor de grootste problemen. Deze aaltjes ruïneren het plantenweefsel in ernstige mate doordat ze zich tussen en door de cellen voortbewegen, of ze belemmeren de wortelfunctie door hormonale effecten en vorming van voedingscellen.

De endoparasitaire aaltjes worden in twee groepen onderscheiden: migrerende aaltjes (o.a. blad-, stengel-, wortellesie- en wortelnecroseaaltjes) en sedentaire aaltjes (o.a. wortelknobbel- en cystenaaltjes).

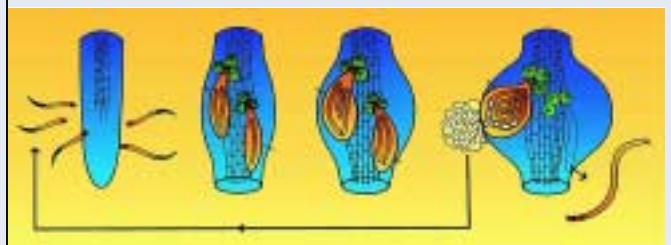
Wortelknobbelaaltjes

Wortelknobbelaaltjes komen in het tweede-juveniele-stadium (J2) uit de eitjes en gaan via de grond op zoek naar wortels (zie figuur onder). Alleen dit stadium is tot aantasting in staat. Een J2 varieert in lengte van 380 tot 460 µm (ca. 0,4 mm) en heeft een diameter van ca. 14 µm. Een J2 dringt de wortel binnen in de strekkingszone juist achter het wortelmutsje en verplaatst zich, tussen de cellen door, naar de jonge vaatbundels. Hier induceert het een voedingsplek, bestaande uit reuzencellen en floem-vaten. Deze dienen als voedselbron voor het zich ontwikkelende aaltje. Na drie vervellingen ontstaat uit een J2, via het J3- en J4-stadium, een volwassen vrouwtje of mannetje. Een vrouwtje is ovaal tot bolvormig (540 x 800 µm) en melkwit van kleur en leidt een sedentair leven. Een mannetje is in tegenstelling tot het vrouwtje aalvormig en zal de wortel verlaten, eventueel om te paren.

Veel wortelknobbelaaltjes vermeerderen zich echter parthenogenetisch ofwel ongeslachtelijk, dus zonder paring met een mannetje.

Vrouwtjes zetten de eitjes buiten het lichaam af in een gelatine-achtige substantie, de zogenaamde eiprop. Hierdoor zijn de eitjes redelijk goed beschermd tegen ongunstige omstandigheden. Een eiprop bevat 300-500 eitjes, maar uitschieters tot duizend eitjes zijn mogelijk. Door extra celdeling ontstaan er op de wortels ook wortelknobbels of gallen, die per aaltjessoort en gewas kunnen variëren in grootte en vorm.

Knobbels met een dikte van 2 cm zijn bij tomaat en komkommer geen uitzondering. Het ei maakt een embryonale ontwikkeling door die resulteert in een eerste-stadium-juveniel (J1). Deze blijft in het ei en vervelt, waarna het aaltje als een J2 uit het ei te voorschijn komt. Hiermee is de cyclus rond. De levenscyclus van *M. incognita* duurt bij 18°C ruim zeven weken, terwijl deze bij 20°C en nog maar 3,5 week bedraagt.



Levenscyclus van wortelknobbelaaltjes.

Aaltjes Beheersings Strategie (ABS)

Biologische glasteelten zijn grondgebonden teelten. Bedrijven die jaarrond telen en een krappe vruchtwisseling hanteren, lopen risico op infecties van bodemschimmels of aaltjes. Aaltjes kunnen in hoge populaties schade aan gewassen veroorzaken.

Om de aaltjesdruk terug te brengen, zijn glastelers genoodzaakt de bodem te stomen, dit met negatieve effecten op het aanwezige bodemleven en natuurlijke antagonisme. Binnen Biokas is er gezocht naar middelen om de populatie van aaltjes in de bodem en negatieve effecten ervan beheersbaar te maken. Het resultaat is beschreven in de Aaltjes-Beheersings-Strategie voor biologische glastuinbouw.

SOORTEN

Uit de uitgevoerde identificatie van wortelknobbelaaltjes op zes biologische groententeeltbedrijven is gebleken dat in ieder geval de volgende soorten wortelknobbelaaltjes kunnen voorkomen: vooral de warmteminnende soort *Meloidogyne incognita* en in mindere mate de gematigde soort *M. hapla*, soms samen op één bedrijf. Uit het verleden zijn echter ook aantastingen bekend door de warmteminnende soorten *M. arenaria* en *M. javanica*. Minder bekend is het eveneens warmteminnend wortelknobbelaaltje *M. hispanica*. Deze soort is tot nu toe slechts één keer in Nederland aangetroffen, namelijk in een kas met komkommer. Bij komkommer veroorzaakte dit aaltje productieverminderingen van meer dan 50% (Amsing en van Gurp, 2003).



Onderstammenonderzoek 2004

LEVENSZYCLUS MELOIDOGYNE INCOGNITA

De generatieduur of levenscyclus van wortelknobbelaaltjes verschilt per soort en hangt af van de temperatuur en in mindere mate de voeding. Van wortelknobbelaaltjes die in kassen met biologisch geteelde groenten aanwezig kunnen zijn, is in de tabel een overzicht opgenomen van het aantal dagen dat de levenscyclus duurt in relatie tot de bodemtemperatuur. Voorbeeld: bij 18°C duurt de levenscyclus van *M. incognita* ruim zeven weken, terwijl deze bij 27°C en nog maar 3,5 week bedraagt. Uit deze gegevens kan per soort de temperatuur-drempel en de benodigde temperatuursom boven die drempel worden berekend. Hiermee kan het effect van elk willekeurig temperatuurverloop worden bepaald.

Levenscyclus van wortelknobbelaaltjes in relatie tot de bodemtemperatuur (afgeleid uit Ploeg & Maris, 1999).

De gegeven temperatuursom boven de drempelwaarde is nodig voor het verschijnen van de eerste J2. Voor het bereiken van het maximale nakomelingschap moet deze temperatuursom ongeveer worden verdubbeld.

Levenscyclus in dagen

Meloidogyne sp.	Bodemtemperatuur (°C)				Temperaturredrempel (°C)	Temp. som boven drempel
	18°C	21°C	24°C	27°C		
<i>M. arenaria</i>	54	36	27	21	12.1	318
<i>M. hapla</i>	56	43	35	29	8.3	545
<i>M. incognita</i>	51	37	29	24	10.1	404
<i>M. javanica</i>	69	43	32	25	12.8	357



SCHADE

Dat wortelknobbelaaltjes in grondgebonden kasteelten een groot probleem zijn, heeft verschillende oorzaken. In de eerste plaats moet de intensieve teeltwijze worden genoemd. Vooral in gestookte teelten krijgt de bodem nauwelijks tijd om op adem te komen via natuurlijke afname van deze aaltjes. Na het ruimen van een gewas staat het volgende gewas meestal binnen een maand alweer in de grond. In economisch opzicht is er nauwelijks een goede vruchtwisseling mogelijk, de hoofdgewassen, tomaat, paprika, aubergine en komkommer zijn allen goede waardplanten voor wortelknobbelaaltjes. Bij de eerste drie gewassen zijn wel resistenties aanwezig, maar deze zijn onvolledig. Vooral komkommer is gevoelig voor aaltjes in de teeltzone. Een derde oorzaak is het ontbreken van effectieve biologische bestrijders.

MAATREGELEN

Op diverse fronten wordt onderzoek gedaan (onder andere onderstammen, ziekteverendheid van organische meststoffen, biologische bestrijding) om de problemen met wortelknobbelaaltjes beheersbaar te maken, maar geen van de afzonderlijke maatregelen werkt afdoende. De problemen zijn vaak zo groot dat de afgelopen jaren steeds meer biologische telers zijn overgegaan tot het stomen van de grond. De huidige wijze van stomen geeft wel tijdelijke verbetering, maar heeft negatieve gevolgen op het aanwezige bodemleven. Als gevolg van stomen wordt het natuurlijke bodemleven grotendeels tenietgedaan, waarna pas weer geleidelijk herstel optreedt.

GEÏNTEGREERDE AANPAK

Omdat enkelvoudige oplossingen ontbreken, vraagt het probleem van de wortelknobbelaaltjes om een geïntegreerde aanpak, waarbij zoveel mogelijk maatregelen bij elkaar worden gevoegd. Daarmee moet het probleem

zodanig beheersbaar worden gemaakt dat een redelijk productie-niveau gewaarborgd is. Deze aanpak staat bekend onder de naam Aaltjes-Beheersings-Strategie (ABS) en is enkele jaren geleden geïntroduceerd door PPO-AGV, Lelystad (Molendijk, 1995). Deel-aspecten van de ABS zijn overgenomen en vertaald naar biologische kasteelten. De ABS laat zien welke maatregelen er al geïntegreerd kunnen worden toegepast en waar er nog hiaten zijn die om een oplossing vragen om het aaltjesprobleem beter beheersbaar te maken. Inzicht in de levenswijze van wortelknobbelaaltjes maakt een meer gerichte aanpak mogelijk. De volledige versie van ABS is verkrijgbaar via Biokas, zie www.biokas.nl.

AALTJES BEHEERSINGS STRATEGIE (ABS)

Het schema geeft een schematisch overzicht van de verschillende onderdelen waaruit een Aaltjes-Beheersings-Strategie (ABS) kan bestaan. Deze onderdelen zullen achtereenvolgens de revue passeren. Een optimaal bouwplan vormt de kern van de ABS. Daar omheen zijn preventie, inventarisatie en aanvullende maatregelen gegroepeerd om schadelijke aaltjessoorten op het cruciale moment onder de schadedrempel te hebben. In de glastuinbouw is de keuzevrijheid op het vlak van het bouwplan vaak beperkt, waardoor preventie en aanvullende beheersingsmaatregelen relatief belangrijker zijn dan in de vollegrondsteelten.

Preventie

• plantmateriaal • water • bedrijfshygiëne

Inventarisatie

- grondsoort
- historie
- gewasinspectie
- bemonstering
- identificatie
- schaderelaties

Teeltplan

- gewaskeuze
- ras- & onderstamkeuze
- teeltfrequentie en teeltduur
- gewasvolgorde

Aanvullend

- braakperioden
- vanggewassen
- onkruidbeheersing
- organische meststoffen
- biologische bestrijding
- GNO's en gewasresten
- (bio-)grondontsmetting



Preventie

Te allen tijde moet worden voorkomen dat een 'schoon' bedrijf of een afdeling wordt besmet met schadelijke organismen, waaronder wortelknobbelaaltjes. Dit vereist aaltjesvrij plantmateriaal, schoon water en een goede bedrijfshygiëne. Het risico op introductie van nieuwe soorten, waaronder de gematigde quarantaine aaltjes *M.chitwoodi* en *M.fallax* moet serieus worden geminimaliseerd.

PLANTMATERIAAL

Plantmateriaal behoort vrij zijn van plantenparasitaire aaltjes en andere ziekten en plagen. In dit verband is het raadzaam te weten hoe er op een vermeerderingsbedrijf te werk wordt gegaan om besmet plantmateriaal te voorkomen. Door het vermeerderingsbedrijf tijdens de opkweek een keer te bezoeken, kan hierover de nodige informatie worden verkregen.

WATER

Wat voor het plantmateriaal geldt, geldt ook voor water. Ook dit moet vrij zijn van ziekteverwekkers. Bron- en leidingwater zijn geen verdachte bronnen, maar het gebruik van oppervlaktewater zonder het te ontsmetten wordt ten stelligste afgeraden. Allerlei ziekteverwekkers, waaronder aaltjes, komen via drainage in het oppervlaktewater terecht. Dit kan vanuit besmette kassen gebeuren, maar ook vanuit planten die buiten groeien. Veel van deze planten

zijn immers waardplanten voor aaltjes, zoals het wortelknobbelaaltje *M. hapla* en het wortellesieaaltje *Pratylenchus penetrans*. Water in open bassins kan ook als een verdachte bron worden beschouwd. Via wind en dieren kan bassinwater worden verontreinigd. Onderzoek van regenwaterbassins op rozenbedrijven wees uit dat hierin wortelknobbelaaltjes aanwezig kunnen zijn (Amsing en García, 2003). Ook de aanwezigheid van ziekteverwekkende schimmels in bassinwater behoort tot de mogelijkheden en is een aantal keren aangetoond. Daarbij ging het om de schimmels *Verticillium albo-atrum* (Paternotte en Groen, 2003) en *Fusarium oxysporum f.sp. radicum-lycopersici* (Rattink, 1991), beide kunnen tomaat aantasten.

Maar ook vochtminnende schimmels als *Phytophthora spp.* en *Pythium spp.*, die zich prima in water kunnen handhaven en zelfs vermeerderen, kunnen in waterbassins worden aangetroffen.

ONTSMETTEN

Verspreiding van ziekteverwekkers door middel van besmet water is te voorkomen door het te ontsmetten. Voor ontsmetting tegen aaltjes komen alleen verhitting en UV-straling in aanmerking. Ook schimmels en bacteriën worden hierdoor gedood. Ozon, waterstofperoxide en langzame zandfiltratie zijn niet of minder geschikt om aaltjes onschadelijk te maken (Amsing en Runia, 2000). Een bemonstering van water kan worden uitgevoerd, waarbij doorgaans het filtraat van ca. 100 liter water wordt geanalyseerd.

BEDRIJFSHYGIËNE

Bedrijfshygiëne is een onderwerp waaraan over het algemeen te weinig aandacht wordt besteed op de bedrijven. Maatregelen tegen insleep van aaltjes stelt besmetting uit. Hierbij gaat het om passieve verspreiding door menselijk toedoen. Op de eerste plaats vanaf andere bedrijven en op de tweede plaats binnen het eigen bedrijf zelf. Voor verspreiding van bedrijf naar bedrijf moet vooral gedacht worden aan machines waarmee grondbewerkingen worden uitgevoerd. Deze machines moeten ontdaan van alle grond. Op het eigen bedrijf zijn het behalve machines ook schoeisel, handen en huisdieren waarmee besmette grond wordt verspreid. Besmetting van aaltjesvrije kassen via schoeisel is te voorkomen door bij de ingang ontsmettingsbakken met bijvoorbeeld een organisch zuur te plaatsen of schoeisel te gebruiken waarmee alleen in deze kassen wordt gelopen. Houd huisdieren en ongedierte buiten de schone kassen.



Verwelking en achterblijvende groei door aaltjes-aantasting in komkommer. (foto F. Zoon)



Inventarisatie

Het opstellen van een ABS vereist allereerst inzicht in de problemen die zich op het bedrijf voordoen of zouden kunnen voordoen. Een goede inventarisatie vormt de basis. De volgende onderdelen vormen onderdelen van de inventarisatie: grondsoort, historie, gewasinspectie, bemonstering en identificatie.

GRONDSOORT EN HISTORIE

De grondsoort geeft een indicatie over de aaltjes die aanwezig kunnen zijn. Wortelknobbel-aaltjes komen vooral voor op lichtere grondsoorten, maar zware klei is ook mogelijk. Zo is *M. incognita* aanwezig op een bedrijf met 46% afslibbaar en weet zich daar goed te vermeerderen. Cystenaaltjes (*Globodera* spp.) voelen zich zowel in lichte als zware grondsoorten thuis. Maar deze aaltjes hebben in tegenstelling tot vele andere aaltjes slechts een beperkte waardplantenreeks. Behalve aardappel tasten ze ook tomaat en aubergine aan. Wortellessieaaltjes (*Pratylenchus penetrans*), die een brede waardplantenreeks hebben, waaronder *Solanaceae*, andijvie en sla, beperken zich vooral tot de lichte grondsoorten van zand tot zavel. Tot nu toe zijn er op de biologische groententeeltbedrijven geen problemen bekend met cystenaaltjes en wortellessieaaltjes. Virusoverbrengende wortelaaltjes, die vooral in lichtere grondsoorten voorkomen, spelen tot nu toe evenmin een

rol in de biologische kasgroententeelt. Op basis van ervaringen uit het verleden spelen in de biologische kasgroententeelt vooral wortelknobbelaaltjes een rol van betekenis. Andere aaltjes zijn niet uitgesloten, maar wortelknobbelaaltjes voeren de boventoon. In de bloemeteelt zijn wortelknobbelaaltjes eveneens het meest voorkomend, naast wortellessie-aaltjes en andere soorten.

GEWASINSPECTIE EN BEMONSTERING

Tuinders zijn intensief met het gewas bezig en weten doorgaans waar er op zijn bedrijf grondgebonden problemen aanwezig zijn. Deze kunnen op een bedrijfskaart worden ingetekend. Maar daarmee is de oorzaak niet altijd bekend. Aantasting door aaltjes openbaart zich bovengronds vaak in een groeiachterstand, gebreksverschijnselen, verwelking en in het ernstigste geval in het afsterven van planten. Aaltjes zijn echter niet de enige ziekteverwekkers die dergelijke symptomen kunnen veroorzaken. Ook schimmels zoals *Phytophthora* spp. en *Fusarium* spp. zijn hiertoe in staat. Om de juiste oorzaak te achterhalen, is gewasonderzoek noodzakelijk.

Aantasting door wortelknobbelaaltjes laat zich over het algemeen gemakkelijk verraden door de aanwezigheid van wortelknobbels. Afhankelijk van het gewas, soort wortelknobbelaaltje en ouderdom van de aantasting kunnen kleine en/of grote wortelknobbels worden aangetroffen.



Aantasting van sla en aubergine door *Meloidogyne incognita*



Zo zijn de knobbels die *M. hapla* induceert over het algemeen vertakt en slechts enkele millimeters dik, terwijl bij een aantasting door *M. incognita* knobbels tot 2 cm eerder regel dan uitzondering zijn. Bij wortelinspectie is het gebruik van een spa gewenst, vooral wanneer de wortels in lichte mate zijn aangetast en maar kleine knobbeltjes bevatten. Worden de wortels zonder meer uit de grond getrokken, dan blijven er veel wortels in de grond achter en wordt een moeilijk zichtbare aantasting gemakkelijk over het hoofd gezien. De ervaring leert dat in oudere kassen waarin al meerdere jaren zonder tussentijds stomen in de grond wordt geteeld geen aaltjesvrije plekken meer te vinden zijn.

Niet alle aaltjes laten echter zulke duidelijke wortelsymptomen achter als wortelknobbelaaltjes. Het kan dan ook nodig zijn diagnostische bemonsteringen uit te voeren om de oorzaak te achterhalen. Daarvoor kunnen uit de rand van een slechte plek en enkele meters daarbuiten grond en wortels worden verzameld en onderzocht op ziekteverwekkers. Vergelijking van beide uitslagen geeft een indicatie van de ziekteverwekker die mogelijk verantwoordelijk is voor de groeiachterstand. Meerdere ziekteverwekkers tegelijk (ziekte-complex) zijn ook mogelijk. Diagnostische bemonstering is ook noodzakelijk als niet bekend is welke soorten wortelknobbelaaltjes aanwezig zijn. Schimmels kunnen tegenwoordig ook via DNA onderzoek worden geïdentificeerd.

BEGIN- EN EINDBESMETTING

Kwantitatieve bemonstering is een middel om te achterhalen in welke mate de grond aan het einde van een teelt besmet is met aaltjes. De eindbesmetting (Pf) vormt weer een beginbesmetting (Pi) voor de volgende teelt. Kwantitatieve informatie is nuttig voor het opstellen van



Wortelknobbelaaltjes op komkommer.
(foto DLV)

het bouwplan en voor het nemen van bestrijdingsmaatregelen. Bemonsteren en analyseren van de grond geeft een beeld van het besmettingsniveau per afdeling waarin een bepaald gewas wordt geteeld. Grondmonsters kunnen echter een vertekend beeld opleveren van het besmettingsniveau, wanneer er nog grote aantallen aaltjes als eitjes in of aan de wortels zitten. Aan het einde van de teelt kan dit probleem enigszins worden omzeild door niet alleen de grond, maar ook de wortels te bemonsteren. Het beste zou zijn om eerst de wortels enkele maanden te laten verteren en dan grondmonsters te nemen, maar in geval van continueelten is daarvoor geen tijd. Inspectie van de wortels tijdens of aan het einde van de teelt levert ook veel en vroegtijdige informatie op over de plaatsen waar wortelknobbelaaltjes in een afdeling aanwezig zijn en over de ernst van de besmetting. Doorgaans zal de keuze van het volgende

Identificatiemethoden

Niet alle laboratoria zijn in staat om Meloidogyne soorten betrouwbaar te onderscheiden. Identificatie op soort kan gebeuren op grond van de morfologie van juvenielen en wijfjes (PD, Blgg e.a.) maar dit is tamelijk specialistisch en bewerkelijk. Een tweede methode (PD) is het onderzoek aan eiwitten (isozymen) uit de wijfjes. Beide methoden worden doorgaans met 20 individuen gedaan, zodat een bijmenging van 5-10% van een andere soort een redelijke kans maakt om opgemerkt te worden.

De meeste recente (moleculaire) methoden (PRI, PD, Blgg) berusten op het aantonen van soortspecifieke stukjes DNA of RNA via een ophopingstechniek (PCR of taqman-PCR); met deze technieken kunnen momenteel alle belangrijke Meloidogyne soorten worden onderscheiden en zijn bijmengingen van 1-5% van een andere soort zichtbaar.

Biotypen

Soms kan het gewenst zijn om de identificatie nog verder door te voeren, namelijk op het biotype-niveau. Een biotype binnen een aaltjessoort kan betrekking hebben tot een afwijkende waardplantreeks (biotype=fysiologisch ras), een afwijkende interactie met een resistentiegen (biotype=pathotype), of bijvoorbeeld een afwijkend voortplantingssysteem. Bij *M. incognita* zijn vier fysiologische rassen bekend en bij *M. arenaria* twee. *M. hapla* heeft twee biotypen die refereren aan het voortplantingssysteem, maar vermoedelijk ook aan de waardplantreeks. Zo vermeldt Molendijk (1995) dat slechts één van de twee biotypen van *M. hapla* zich vermeerderd op *Tagetes* (afrikaantjes). Vermoedelijk tasten al deze biotypen tomaat en andere Solanaceeën aan, maar voor andere plantenfamilies is er wel verschil. Het kan dus voor bepaalde gewassen gewenst zijn om de waardplantstatus per bedrijf te bepalen.





Een lichte aantasting door *Meloidogyne hapla* laat sporadische 'spin-achtig' vertakte knobbeltjes zien. (foto F.Zoon).

gewas gebaseerd zijn op de gemiddelde besmettingsgraad met wortelknobbelaaltjes van een kasafdeling. Op zwaar aangetaste plekken binnen een afdeling kunnen eventueel extra maatregelen worden toegepast.

IDENTIFICATIE

Identificatie van de soorten plantenparasitaire aaltjes die op een bedrijf of per afdeling aanwezig zijn, is een onmisbare schakel in de ABS. Dit vormt de basis voor het nemen van effectieve maatregelen. Dit geldt zeker voor het opstellen van een goed bouwplan. Immers resistenties en toleranties hebben alles te maken met de interactie tussen plant en aaltje, waarbij de interactie vaak soortafhankelijk is. Grote verschillen in vatbaarheid van een gewas voor diverse soorten aaltjes zijn eerder regel dan uitzondering. Dat geldt ook met betrekking tot de schadegevoeligheid. Ook in verband met biologische bestrijding door middel van schimmels en bacteriën is identificatie gewenst. De effectiviteit van biologische bestrijding wordt in veel gevallen bepaald door de soort waartoe het te bestrijden aaltje behoort. Naarmate er meer wordt gestookt, is er een grotere rol van de warmte-minnende soorten te verwachten in vergelijking met de gematigde soorten die vooral in koude kasteelten floreren.

Het bemonsteren van de grond per afdeling is een goede methode om te achterhalen welke soorten er op het bedrijf aanwezig zijn. Zo kan de gewaskeuze per afdeling worden afgestemd op de soorten aaltjes die daarin aanwezig zijn. Veelal is er onvoldoende kennis over de aanwezigheid van plantenparasitaire wortelaaltjes op de bedrijven. In de meeste gevallen is wel bekend dat er wortelknobbelaaltjes aanwezig zijn, maar is er geen betrouwbare informatie over de soort(en). Laat staan dat er iets bekend is over de aanwezigheid van andere plantenparasitaire wortelaaltjes.

SCHADERELATIES

Over de schade door wortelknobbelaaltjes als functie van de begindichtheid zijn weinig kwantitatieve gegevens voorhanden. Opbrengstreducties tussen 20 en 50 % (Amsing & van Gurp 2003) zijn niet ongebruikelijk. De oorzaak is vooral belemmering van de aanvoer van water en nutriënten via de wortelvaten. Schade wordt meestal zichtbaar wanneer er enkele honderden aaltjes per 100 ml grond gevonden zijn. Bij populatiedichtheden van enkele duizenden aaltjes zijn flinke problemen te verwachten. Door zware aaltjesaantasting kunnen schimmelinfectie verergeren en individuele planten afsterven.



Teeltplan

Het beheersbaar maken van aaltjesproblemen vereist het creëren van een gezonde bodem. Een goed bouwplan vormt de basis. Elementen uit het bouwplan zijn: gewaskeuze, ras- & onderstamkeuze, teeltfrequentie en gewasvolgorde.

WAARDPLANTEN

Problemen met aaltjes zitten ingebakken in het teeltplan. Elk teeltplan roept zijn eigen aaltjesproblemen op, maar biedt bij een juiste keuze van gewassen tevens handvatten om aaltjes te beperken wanneer ze aanwezig zijn. Wanneer de uitgangssituatie door een goede inventarisatie duidelijk is, kan het teeltplan worden bijgesteld. De kern van het plan is dat naar een uitgebalanceerde set gewassen wordt gezocht, die bij de aaltjesbesmetting past. Passend wil zeggen een voldoende aandeel van niet-waardplanten. Voor wortelknobbelaaltjes is dit vanwege de brede waardplantenreeks geen eenvoudige zaak. Op alle hoofdgewassen:

Resistente genen en tolerante onderstammen

Om de resistentie duurzamer te maken, d.w.z. bestand tegen hogere temperaturen en virulente wortelknobbelaaltjespopulaties, zijn onderzoekers op zoek naar andere resistentie-genen en hebben deze ook gevonden, maar de waarde daarvan moet nog blijken (Williamson, 1998, Kaloshian and Roberts, 2002 en Huang et al., 2004). Ook paprika (*Capsicum annuum*) beschikt over resistente rassen. Deze resistentie is gebaseerd op het N-gen en geldt tegen *M. arenaria*, *M. incognita* en *M. javanica*, maar niet tegen *M. hapla*. Ook deze resistentie is niet volledig en wordt doorbroken bij hogere temperaturen. Bij het andere hoofdgewas komkommer (*Cucumis sativus*) ontbreekt het tot nu toe aan bekende resistenties tegen wortelknobbelaaltjes. Wel is de komkommeronderstam Harry (*Sicyos angulatus*) door de sterke wortelgroei behoorlijk tolerant voor *M. incognita* en *M. hispanica*, maar is tegelijkertijd wel een goede waardplant voor deze wortelknobbelaaltjes (Amsing en van Gurp, 2002 en 2003; Hogendonk, et al. 2004). Onderstammen met resistentie bieden meer uitkomst omdat deze een veel lagere eindbesmetting achter laten.



Een niet-resistente komkommer-onderstam in grond met *Meloidogyne* geeft al na korte tijd veel dikke wortelknobbels te zien. (foto F. Zoon).

tomaat, paprika, aubergine (*Solanaceae*) en komkommer (*Cucurbitaceae*) kunnen wortelknobbelaaltjes zich goed vermeerderen. Behalve deze vruchtgroenten zijn ook de meeste bladgewassen, zoals sla en andijvie, goede waardplanten, behalve bij zeer korte teeltduur. Voor bedrijven met een intensief bouwplan vormen resistente en tolerante rassen en onderstammen een uitweg, maar hieraan kleven beperkingen.

RESISTENTIE

Bij tomaten (*Lycopersicon esculentum*) en aubergines (*Solanum melongena*) zijn resistente rassen en deels dezelfde resistente onderstammen beschikbaar (Hogendonk en Steenberg, 2004). De resistentie, die gebaseerd is op het Mi-gen (Williamson, 1998), heeft een paar beperkingen. Het betreft alleen resistenties tegen *M. arenaria*, *M. incognita* en *M. javanica*, maar niet tegen *M. hapla*. Of deze resistentie ook geldt tegen *M. hispanica*, een wortelknobbelaaltje dat tot de *incognita*-groep behoort, is niet bekend. Een andere beperking van het Mi-gen is dat het wordt doorbroken bij bodemtemperaturen van 28°C en hoger. Zo was na de warme zomer van 2003 de onderstam Eldorado, waarvan de veredelaar aangeeft dat deze resistent is, in ernstige mate aangetast door *M. incognita*. Deze aantasting kan echter ook te maken hebben met het feit dat er bij continu of regelmatig gebruik van gewassen met het Mi-gen virulente aaltjespopulaties worden geselecteerd die wel op deze gewassen tot aantasting komen. De mate van resistentie van 'resistente' onderstammen valt dan ook vaak tegen.



Aanvullende maatregelen

Lukt het niet om met het bouwplan een zodanige gezonde bodem te creëren dat bij de volgende teelt geen of slechts weinig schade mag worden verwacht, dan zijn aanvullende maatregelen nodig. Maatregelen die tot doel hebben **1. verlagen van de beginbesmetting, 2. verhogen van de tolerantie en 3. verminderen van de populatietoename.**

BRAAK EN ONKRUIDBEHEERSING

Braak is een effectieve methode om de aaltjespopulatie omlaag te brengen. Het effect van braak is afhankelijk van het soort aaltje, de hoogte van de beginbesmetting, bodemtemperatuur en -vocht, duur van de braakperiode en een goede onkruidbeheersing. Onder een goede onkruidbeheersing wordt hier verstaan het vrijhouden van onkruid. Om de braakperiode effectiever te laten zijn, is het zinvol om zoveel mogelijk aangetaste wortels uit de grond te verwijderen en af te voeren. In welke mate de aaltjespopulatie onder kasomstandigheden afneemt, is niet bekend, maar zal zeker een periode van zes maanden in beslag moeten nemen om redelijk effect te kunnen sorteren. *Meloidogyne incognita* en andere warmteminnende soorten nemen vooral af bij temperaturen boven 20°C en beneden 10°C. De gematigde soorten (onder andere *M. hapla*) blijven bij lage temperatuur lang aanwezig. In combinatie met afdekken met plastic (solarisatie) is braak effectiever omdat bij hogere temperatuur de aaltjes meer energie verliezen. In het open veld wordt gerekend op een afname van



Vanggewas *Tagetes*. (foto DLV)

ongeveer 85% na een jaar. Niet alleen tijdens braak moeten de onkruiden worden verwijderd, ook in de teelt van niet-waardplanten, resistente waardplanten en antagonistische vanggewassen is dit van essentieel belang, om onkruiden niet de gelegenheid te geven het effect van deze gewassen teniet te doen.

ANTAGONISTISCHE GEWASSEN

Het telen van antagonistische gewassen kan een goede aanvullende maatregel zijn om de aaltjespopulatie zodanig omlaag te brengen dat er zonder risico op mislukking een hoofdgewas kan worden geteeld. Onder de antagonistische gewassen zijn zogenaamde vanggewassen en gewassen die tijdens de teelt of na inwerken een dodend effect hebben. Vanggewassen treden op als 'waardplant', waarin het aaltje niet tot ontwikkeling komt maar afsterft. Er kunnen twee categorieën vanggewassen worden onderscheiden.

VANGGEWASSEN MET INWENDIGE TOXINES

Een goed voorbeeld daarvan is het afrikaantje *Tagetes patula* tegen wortelknobbelaaltjes en wortellesieaaltjes (*Pratylenchus*). Een teeltduur van drie maanden reduceert het aantal wortellesieaaltjes in sterke mate. De meeste wortelknobbelaaltjes (*Meloidogyne*) worden door bepaalde afrikaantjes-rassen ook gedood, maar alleen als de teelttemperatuur tussen 15 en 30°C ligt (Ploeg en Maris, 1999a). Effectieve rassen zijn *T. patula* 'Single gold' en 'Tangerine' en *T. erecta* 'Flor de Muerto'. Cystenaaltjes en ectoparasitaire wortelaaltjes hebben geen last van *Tagetes*. Voor trichodoride aaltjes is *Tagetes* zelfs een goede waardplant. Ook voor sommige soorten wortelknobbelaaltjes of zelfs biotypen fungeert het als een waardplant (Molendijk, 2000). De teelt van *Tagetes* is vrij lastig omdat het gewas traag start, zodat onkruid een kans krijgt.

TOXISCHE WERKING NA INWERKING

Onder de antagonistische gewassen met toxisch effect bij inwerken na de teelt zijn 'biofumigatiegewassen'. De meeste kruisbloemige plantensoorten (o.a. Brassica's) bevatten zwavelhoudende glucosinolaten die bij kneuzing worden omgezet in reactieve isothiocyanaten (de pittige mosterdsmaak) die in hoge concentratie dodelijk zijn voor aaltjes. (Zoon et al., 2004). Van mosterd zijn ook producten in gedroogde vorm of vloeibaar verkrijgbaar. De werking





Ter plekke telen van biofumigatiegewassen lukt alleen bij voldoende temperatuur of langere teeltduur. Er is ca 40-50 ton per ha nodig (dat is een gewashoogte van ca 60 cm). (foto's F. Zoon).

van deze geconcentreerde extracten moeten voor bedekte teelten nog nader worden onderzocht.

Teelt van voldoende biomassa (40-50 ton/ha) bij lage wintertemperatuur in de kas vraagt 3-4 maanden, in de zomer kan het veel sneller. Indien dergelijke gewassen over langere periode ter plaatse worden geteeld, is aaltjesresistentie vereist, maar het telen buiten de kas is ook een optie, waarbij resistentie niet noodzakelijk is. Verschillende andere antagonistische gewassen zijn onderzocht in andere delen van de wereld. Daaronder zijn enkele tropische *Crotalaria* soorten die resistent zijn voor *Meloidogyne* en die bovendien bij inwerken extra doding geven (Wang et al., 2002). *Crotalaria juncea* (Sunnhemp) kan in twee (zomer) maanden voldoende verse biomassa produceren voor een flinke onderdrukking van de aaltjespopulatie. Bovendien kan dit vlinderbloemige gewas door stikstofbinding bijdragen aan de mineralenbalans. (Duke, 1981; Roseberg, 1996). Ervaring in Nederland met dit gewas is er nog niet.

KORTE TEELTEN

Ook gewassen die in principe goede waardplanten zijn, kunnen soms als vanggewas worden ingezet. Het is van belang een dergelijk vanggewas inclusief de wortels te ver-

nietigen voordat er nieuwe aaltjes ontstaan. In het onderzoek van Cuadra et al. (2000) werd de aaltjesbesmetting met 50% teruggedrongen door korte teelten van sla, paksoi, chinese kool en radijs, waarbij de wortels werden verwijderd. Ook in Nederlandse kassen fungeren korte slateelten in de zomer (teeltduur: 4-5 weken) als vanggewas 'door omstandigheden'. Als gevolg daarvan worden veel aaltjes weggevangen en ervaren de jaarrondtelers van sla in de winter weinig problemen met aaltjes. In tegenstelling hiermee ondervinden telers, die alleen in het najaar en in de winter sla telen na vruchtgroenteteelt, in de winter wel veel aaltjesproblemen bij hun sla (teeltduur: ca. 3 maanden). De afname van wortelknobbelaaltjes onder een niet-waardgewas is globaal gelijk aan de afname onder braak.

ORGANISCHE MESTSTOFFEN

Het aan de grond toedienen en inwerken van organische meststoffen kan om verschillende redenen een positief effect hebben op de ziekteverendigheid van de bodem en daarmee op de gewasproductie.

- verbetering van de bodemstructuur,
- verbetering van de voedingssituatie,
- vrijkomen van stoffen die toxisch zijn voor aaltjes,
- bevordering van de groei van antagonisten tegen aaltjes.



Indeling van biologische aaltjesantagonisten naar hun werkingsmechanisme

Plantversterkers en geïnduceerde resistentie	Aaltjesvangende schimmels en bodemfauna	Parasieten van wijfjes en eieren
Bacillus firmus Bacillus subtilis Pseudomonas fluorescens	Arthrobotrys oligospora Arthrobotrys superba Dactylaria spp. Dactylella spp. Roofaaltjes en bodem-roofmijten	Pasteuria penetrans Pochonia (Verticillium) spp. Paecilomyces lilacinus Catenaria spp.

Van organisch materiaal, zoals composten en dierlijke mestproducten die worden toegepast ter verbetering van de bodemstructuur en de voedingssituatie, mag slechts een marginaal effect worden verwacht ten aanzien van het bestrijden van aaltjes (Kimpinski et al., 2003). Soms kan het zelfs gebeuren dat de aaltjespopulatie er door toeneemt of dat de ziekteverendheid ten aanzien van schimmels afneemt. Niettemin mag bij gebruik van organische meststoffen op een groeibevorderend effect worden gerekend als gevolg van een verbetering van fysische en chemische bodemeigenschappen. Eigen onderzoek met diverse compost- en mestsoorten binnen de Biokas en Organische Stofmanagement hebben geen verbetering van de ziekteverendheid ten aanzien van wortelknobbelaaltjes te zien gegeven (Amsing en Postma, 2004 en Janmaat et al., 2004). Van afgewerkt ricinus-schroot is bekend dat het aaltjesremmende stoffen bevat en bovendien afstotend is voor aaltjes (Zoon, pers.med. 2005). Er zijn nog andere organische meststoffen in ontwikkeling met vergelijkbare eigenschappen.

ANTAGONISME

Aantasting door wortelaaltjes kan mogelijk worden beperkt door het inzetten van gewasbeschermingsmiddelen van natuurlijke oorsprong (GNO's) en biologische bestrijders (levende organismen). Op biologische bedrij-



Extra compost zorgt voor gunstige groeiomstandigheden bij de start van de teelt



Aaltje met aangehechte sporen van Pasteuria.

ven konden plekken worden aangewezen waar de aaltjespopulatie niet tot grote dichtheden toenam of zelfs afnam. Hier is waarschijnlijk sprake van natuurlijk antagonisme, al weten we nog niet welke organismen daarbij betrokken zijn en hoe we die kunnen stimuleren. Van het extra toedienen van levende organismen die reeds in de grond aanwezig zijn, wordt weinig effect verwacht. Biologische bestrijders die niet op het bedrijf voorkomen, kunnen mogelijk wel iets toevoegen. Voorwaarde daarbij is wel dat ze zich in de grond weten te handhaven of bij voorkeur weten uit te breiden. In de afgelopen jaren zijn diverse biologische bestrijders getest. Hieronder zijn enkele perspectievolle antagonisten, zoals de bacteriën *Bacillus firmus* en *Pasteuria penetrans* en de schimmels *Arthrobotrys superba* en *Paecilomyces lilacinus*. *Pasteuria penetrans* is een van de meest veelbelovende bestrijders die bovendien zeer persistent is. Echter niet elke bacteriestam pakt elk soort wortelknobbelaaltje even goed aan. Een product van de Japanse markt had goede affiniteit met *Meloidogyne javanica* en veel minder met *M. incognita* isolaten van biologische bedrijven. Deze middelen vereisen, indien een bestrijdend effect wordt geclaimd, een toelating.



Gewasbeschermingsmiddelen van natuurlijke oorsprong (GNO)

De niet-levende producten bevatten toxische of repelente (afstotende) stoffen of produceren deze tijdens het afbraakproces van het organische materiaal, of stimuleren de groei van antagogenisten.

GRONDONTSMETTING

Voor chemische grondontsmetting zijn diverse alternatieven beschikbaar. Het doel daarvan is om de beginbetsmetting voor het planten onder de economische schade drempel te brengen.

Alternatieven zijn: stomen, solarisatie, anaerobe biologische grondontsmetting (BGO), inundatie en biofumigatie. Vindt bij stomen en solarisatie de dodende werking via verhitting van de bodem plaats, bij BGO en inundatie gaat het om het creëren van zuurstofloze omstandigheden in de bodem waardoor er tijdens het verteren van organisch materiaal aaltjesdodende stoffen ontstaan, onder andere propion- en boterzuur. Bij biofumigatie wordt gebruik gemaakt van het feit dat bepaalde soorten organisch materiaal tijdens het afbraakproces in de grond gasvormige stoffen opleveren die een aaltjesdodende werking hebben.

STOMEN

Stomen werkt veruit het snelst, een paar dagen na het stomen kan er al worden geplant, terwijl bij de andere methoden in weken tot maanden moet worden gerekend. Stomen is in principe een goede ontsmettingsmethode, maar moet wel op een goede manier worden uitgevoerd wat in de praktijk vaak te wensen overlaat. Enkele kanttekeningen bij de huidige wijze van stomen: er wordt gestoomd in de winter in plaats van in de zomermaanden, de grond wordt niet of onvoldoende losgemaakt (soms liggen er verwarmingslangen op ca. 40 cm diepte), zeilenstomen i.p.v. stomen met afzuigen. Een nadeel is dat met stomen meer kapot gaat dan de teler lief is.



Experimentele toepassing van gewasresten en aangevoerde biofumigatiegewassen. Een deel van de proef is vervolgens met zuurstofdicht folie afgedekt om anaërobie op te wekken. (foto F. Zoon)

Door verminderde ziekteverendheid kunnen aaltjes sneller terugkomen op een hoog niveau.

ANAEROBE BIOLOGISCHE GROND ONTSMETTING (BGO) EN INUNDATIE

In het open veld is de nodige ervaring met anaerobe BGO en inundatie, ook met biofumigatie is al enige ervaring opgedaan. Deze methoden zijn nog nauwelijks onder kasomstandigheden getest. Eerste resultaten in het kader van BOKAS geven aan dat het onderwerken van 50 t/ha mosterd in combinatie met anaërobie door afdekken met plastic een reductie van 80-90% van wortel-knobbelaaltjes kan geven. In andere gevallen en ook zonder afdekken komen we soms niet verder dan ca. 50% doding. De algemene microbiële activiteit van de bodem herstelt snel door de toegevoegde organische gewasresten. De materialen en methoden voor biofumigatie kunnen nog verder worden geoptimaliseerd. Het ziet er naar uit dat combinatie van methoden nodig is om hoge effectiviteit te bereiken in beperkte tijd.

Afstotende stoffen

Savitane is niet remmend maar wel afstotend voor wortelknobbelaaltjes en wortellessieaaltjes. Chitinehoudende producten gemaakt van krab- of garnalenafval en producten op basis van azadirachtine (Neem). Het punt bij de laatstgenoemde producten is vaak dat de doseringen dermate hoog moeten zijn voor een effect, dat de bestrijding niet alleen erg duur wordt, maar bovendien dat de middelen directe schade kunnen veroorzaken bij het te telen gewas. De kans op schade is groter naarmate de toediening kort voor het planten plaatsvindt. Een nog weinig onderzochte mogelijkheid is het gebruik van gewasresten, zo bleken Paprika en Tomaat in BOKAS-onderzoek enig effect tegen wortelknobbelaaltjes te hebben.



Pissebedden en miljoenpoten



De schadelijke pissebedsoort *Porcellio scaber*.

Iedereen kent ze wel: pissebedden. In de meeste tuintjes zitten er wel een paar onder stoeptegels of houtstronken. Dezelfde pissebedden veroorzaken schade in kasteelten. De diertjes leven van afgestorven plantenresten, maar eten ook levende delen. Een vergelijkbaar probleem vormen de miljoenpoten. Ook deze organismen komen zeer algemeen voor en de aanwezigheid leidt zelden tot schade. Echter op sommige biologische glastuinbouwbedrijven komen miljoenpoten zo massaal voor dat ze schade geven.

PISSEBEDDEN: LEVENSWIJZE EN BIOLOGIE

Pissebedden (*Isopoda*) behoren tot de kreeftachtigen. In Nederland komen 37 soorten pissebedden voor. Het lichaam bestaat uit een kop, borststuk (thorax) met zeven segmenten en een achterlijf (abdomen) met zes segmenten. Pissebedden hebben zeven paar poten, aan

ieder segment van het borststuk één. Het laatste segment van het achterlijf wordt het telson genoemd en is een belangrijk kenmerk om verschillende soorten te onderscheiden (zie foto boven).

RENNERS EN ROLLERS

Bij 15 biologische glastuinbouwbedrijven is geïnterviewd welke soorten pissebedden aanwezig waren en bij welke soorten schade werd waargenomen. De schadelijke pissebedden die in kassen werden gesignaleerd zijn in te delen in de categorie 'renners', welke snel weggrennen bij verstoring, of 'rollers', welke zich bij verstoring direct oprollen tot een balletje. De meest voorkomende soorten waren de 'renner' *Porcellio scaber* (foto) en de 'roller' *Armadillidium vulgare*. Bij een drietal bedrijven werd de subtropische soort *Porcellionides pruinosus* waargenomen, die zeer snel wegschiet bij verstoring. Ook deze soort gaf schade aan planten.



MILJOENPOTEN

Miljoenpoten zijn te onderscheiden van pissebedden, doordat ze twee pootparen per segment hebben (*Diplopoda*). Binnen de miljoenpoten bestaan platte en iets bolere soorten. Nederland kent totaal 42 soorten. In kassen komen veelal de soorten *Blaniulus guttulatus* en *Oxidus gracilis* voor, deze zijn te herkennen aan de ronde bruinrode vlekken aan weerszijden van de lichaamssegmenten. Miljoenpoten ontwikkelen zich het beste op kalkrijke grond in verband met de behoefte voor het kalkhoudend pantser. In kalkrijke bosgronden werden dan ook de hoogste populatiedichtheden gevonden. In een ander onderzoek werd gevonden dat *B. guttulatus* veelvuldig voorkwam in graslanden en landbouwgronden. Miljoenpoten voeden zich met plantaafval en organisch materiaal.

SCHADE

De pissebedden zijn in staat in de planten te kruipen en daar aan plantdelen te vreten. Bij paprika vreten ze aan de kelk van de vruchten, het blad en groeipunten. De vruchten vallen door deze vraat in een lagere verkoopklasse. Bij komkommer wordt aan de stengelvoet, de stengel, het blad en de jonge vruchten gevreten. Vruchten worden hierdoor onverkoopbaar. Zowel bij paprika, komkommer en tomaat vreten pissebedden aan de jonge planten. Miljoenpoten geven vooral schade aan de plantvoet in de komkommerteelt. Vooral op de plek waar een onderstam beënt is kan schade door vraat ontstaan. Daarnaast is jong plantmateriaal gevoelig voor vraat van miljoenpoten.

BESTRIJDING

De populaties pissebedden en miljoenpoten verschillen sterk per bedrijf, de oorzaak hiervan is nog niet duidelijk. Uit onderzoeken met diverse compostsoorten zijn wel sterke verschillen in vermeerdering van miljoenpoten en pissebedden gevonden. De samenstelling van de compost lijkt een belangrijke factor te zijn bij ontstaan van plagen van pissebedden en miljoenpoten. Om de populatie pissebedden in de hand te houden scharen enkele glastuinders kippen uit in de kas. Maar het houden van kippen vraagt extra aandacht, de kippen moeten namelijk zoveel mogelijk worden verspreid in de kas. Dit betekent voer strooien in op verschillende plekken.

Als laatste redmiddel kan het stoomzeil worden uitgerold waarbij oppervlakkig stomen tot 10 cm diepte veelal voldoende effect heeft. In de zomer kan na een komkommerteelt de bodem worden verhit door alleen plastic over de grond uit te leggen. Door solarisatie wordt de bovenlaag heet genoeg om de pissebedden te doden. Op basis van literatuuronderzoek heeft PPO enkele loopkevers en duizendpoten gevonden die pissebedden op het menu hebben staan. In experimenten bleken duizendpoten geen effect te hebben op miljoenpoten. Bij pissebedden lijken vooral de jonge stadia vatbaar te zijn voor deze predatoren.



Gewas- en vruchtschade door pissebedden



Luizen Beheersings Strategie (LBS)

Bladluizen vormen een lastig te beheersen plaag. In de biologische paprikateelt is gezocht naar een effectief gebruik van bestrijders. Door intensief te scouten zijn belagers en bestrijders in paprika in beeld gebracht. Met kunst en vliegwerk worden luizenhaarden in het gewas onderdrukt. Preventief inzetten van bestrijders en scherp scouten zijn de pijlers voor de beheersing van luizen.

ONTWIKKELING VAN LUIZEN EN BESTRIJDERS OP EEN PRAKTIJKBEDRIJF

Wat gebeurt er allemaal in het gewas. Vanuit Biokas zijn inzet en ontwikkeling van bestrijders en vermeerdering van bladluizen in het gewas intensief gescout (zie figuur onder). De inzet van biologische bestrijders zijn in de blokken van de grafiek te vinden, erdoorheen lopen de lijnen gebaseerd op waarnemingen in de kas, deze geven een indruk van ontwikkeling van luizen en bestrijders in het gewas. In het begin van de teelt lijkt het paprikagewas nog vrij te zijn van bladluizen. Maar of dit ook zo is? Door vanaf het moment van planten bestrijders uit te zetten is de kans groot dat de bestrijder de eerste bladluizen al gesignaleerd hebben, voordat je zelf maar iets merkt van de opmars van deze plaag.

VROEG EN REGELMATIG UITZETTEN

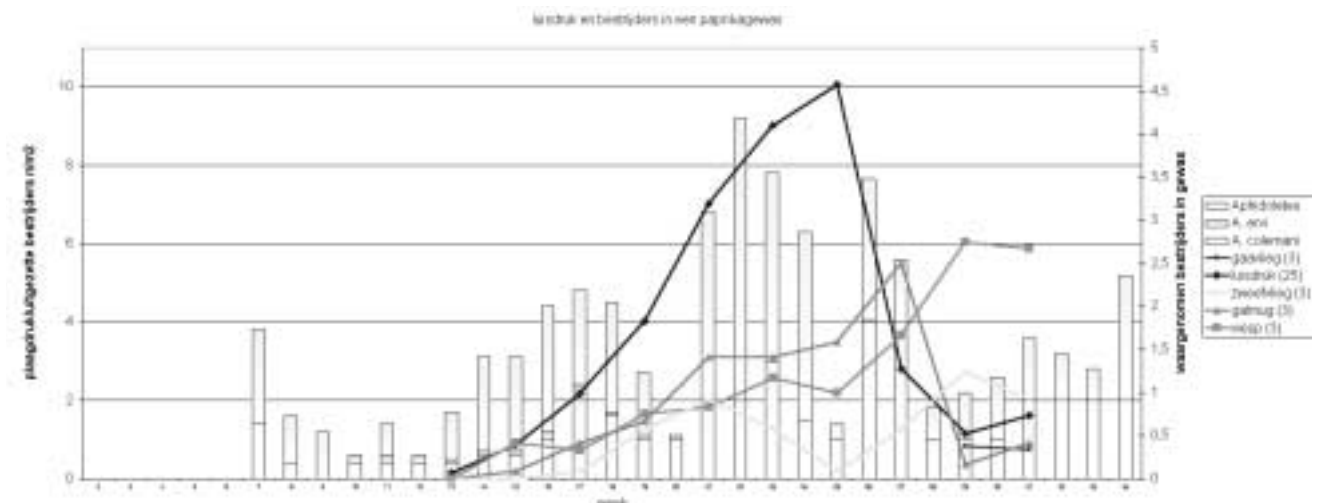
Direct na planten is gestart met het uitzetten van bestrijders. In aantallen lag het accent hiervan op sluip-

wesp en galmug, maar er zijn ook pleksgewijs andere bestrijders uitgezet, zoals zweefvlieg, gaasvlieg en lieveheersbeestjes. Hoewel de galmug meer bekend staat als een haardbestrijder is deze ook zeer goed in te zetten om de eerste luizen op grote afstand te signaleren. Als zijn 'hard' klein blijkt te zijn, zal de mug weinig eitjes op zo'n plek leggen.

PLAAGDRUK

Zeven weken na het planten werden de eerste bladluizen gesignaleerd. Bij de aanwezigheid van de bladluizen is gekeken naar de verspreiding over de plant en de gemiddelde aantallen per blad. Dit is uiteindelijk weergegeven als de gemiddelde plaagdruk (zwarte lijn) in de gehele afdeling. De bestrijders zijn niet beoordeeld op hun absolute aantallen, maar op hun aanwezigheid ten opzichte van de hoeveelheid luis. Bij een goede verhouding bladluis/bestrijder werd de maximale waardering van 3 gegeven. De eerste luizen vestigden zich verspreid over de plant, dit in geringe aantallen. De sluipwesp voerde hier bestrijding uit, maar het aandeel hierin bleef sterk achter lopen bij de ontwikkeling van de bladluispopulatie.

De eerste vette paprikavruchten, die schoon gemaakt moesten worden, werden in week 19 geoogst. Dit is al bij een lage plaagdruk (4 op de schaal van 25) het geval. De plaagdruk is een gemiddelde beoordeling over de gehele kas. Pleksgewijs ontstonden meer haarden (plaagdruk 8)



Het uitzetschema van de belangrijkste bestrijders tegen de bladluis en de populatieontwikkelingen van bestrijders en bladluizen. De maximale score voor de plaagdruk is 25. De maximale score voor de bestrijders is 3.

in de kas, dit in plaats van de verspreid voorkomende bladluis bij aanvang. Vervolgens verspreiden en vermeerderden de bladluizen zich verder over de plant en nam het aantal luishaarden en vette vruchten toe. De sluipwespen zijn op dit bedrijf laat in het seizoen op gang gekomen.

GALMUGGEN EN ZWEEFVLIEGEN

Op het moment dat er meer bladluizen kwamen, nam het aandeel van de galmuggen toe. De galmuggen liepen echter ook sterk achter de bladluispopulatie aan. Pas in week 21 werd op alle waarnemingsplekken in geringe mate galmuglarven of eieren gevonden. Hierna kwamen ze wel massaal voor. De webben onder in het gewas hingen overdag vol met de muggen. De aanwezigheid van de zweefvlieg werd voornamelijk zichtbaar in de eitjes die gevonden werden. Deze eitjes werden in een golfbeweging in de kas waargenomen en lagen verspreid over de plant. Hoewel de vrouwtjes door luizenkolonies worden aangetrokken, lagen de eitjes vaak niet in buurt van een bladluispopulatie. De eerste eitjes van de gaasvlieg werden pas vanaf week 29 gevonden, toen de plaagdruk al was afgenomen.

STOPPEN OF DOORGAAN MET UITZETTEN?

Vanaf week 27 nam de concentratie bladluizen sterk af, de bladluishaarden verdwenen en daarmee liep ook de populatie galmuggen sterk terug. Hoewel op het oog het gewas vrij was van de bladluizen, liet de scouting zien dat er toch weer enkele verspreide bladluizen op de loer lagen. In tegenstelling tot de aanvang van de teelt wist de sluipwesp deze echter goed op te sporen. De teler komt in een gevaarlijke periode. De neiging is al snel om de inzet van bestrijders te verminderen of zelfs te stoppen. Hoewel de sluipwesp zich nu instant wist te houden, is het niet duidelijk in hoeverre de galmug en andere bestrijders hun werk blijven doen.



Onderzoekers, toeleverancier en tuinders discussieeren over de juiste strategie



Bijschrift

ALERT BLIJVEN

Vanaf het begin van de teelt zijn regelmatig bestrijders uitgezet tegen bladluizen. Hoewel uiteindelijk de bladluizen werden beheerst, is er een periode geweest waarbij vruchten vet werden. Bestrijders inzetten vanaf het planten is geen garantie dat alles onder controle blijft.

Twee maanden na planten zat op ongeveer 60% van de planten één of meerdere luizen, globaal 15 luizen per plant. Je zou verwachten dat een uitzetting van 0,5 sluipwesp/m² dit onder controle zou kunnen houden. Toch is dit uiteindelijk niet gelukt. Er spelen veel meer factoren mee, waarvan we de effecten op de ontwikkeling van bladluizen en bestrijders niet kennen. Zo redt de ene teler het door standaard 0,5 bestrijder per m² uit te zetten, terwijl de andere teler standaard met 1 bestrijder per m² begint. Er zijn ook vragen over de effecten van het klimaat. Onder telers speelt deze gedachte vooral in verband met de galmug (*A. aphidimyza*). Waarom werkt de galmug de ene keer wel en de andere keer niet. Hiernaast bestaat nog het onderlinge effect van de verschillende andere bestrijders. In hoeverre schaadt de roofmijt mijn galmugpopulatie?

Zodra de bladluizen kans hebben gekregen aan een opmars te beginnen, valt er bijna niet meer tegen uit te zetten. De bestrijders hebben hun tijd nodig om voldoende populatie op te bouwen. Het gewas gaat pas later als leverancier van bestrijders dienen. Uiteindelijk zal het ze lukken de luis weer onder controle te krijgen. Alertheid blijft daarna juist geboden!



Bladluizenbestrijding met natuurlijke vijanden

In biologische vruchtgroententeelt en vooral in paprika blijft de bladluizenbestrijding het belangrijkste knelpunt op het gebied van bovengrondse plagen. Uitwisseling van kennis, inzichten en ervaringen geeft een aanzet tot meer inzicht en daarmee tot een betere beheersing van de bladluizen. Het gehele teeltseizoen worden er keuzes gemaakt. Hieronder een aantal aandachtspunten ter ondersteuning.

HERKEN JE PLAAG

Sluipwespen hebben een voorkeur voor verschillende soorten bladluizen. Daarom is het belangrijk dat je weet welke plaag in je gewas voorkomt. Zijn de verschillende soorten nog niet gesignaleerd? Zet dan een mengsel van bestrijders in zodat een soort niet aan de aandacht ontsnapt.

DE BESTE ZOEKERS

Bestrijders als sluipwespen en galmuggen zijn betere zoekers dan de mens. Zet ze direct bij aanvang van de teelt in. De ontwikkelingsduur van predatoren als galmug, gaasvlieg en zweefvlieg duurt tussen de 2,5 – 4 weken. Door regelmatig uitzetten ontstaat een opbouw in het gewas.

SLUIPWESPEN

Aphidius colemani: kleine soorten, die laag op de poten staan, parasitering van o.a Myzus- en Aphis soorten (perzikluis)

Aphidius ervi: onder andere soorten die *A. colemani* niet parasiteert (boterbloemluis, aardappeltopluis). De ontwikkelingsduur van *Aphidius* is ongeveer 2 weken.

Aphelinus abdominalis: parasitering en gastheervoeding van alle drie de soorten die veelvuldig in een paprikagewas voorkomen. Hij ontwikkelt zich minder snel, maar is minder gevoelig voor hyperparasitering

HYPERPARASITERING

Vertoont een geparasiteerde bladluis (mummie) een rommelig gat, dat aan alle kanten van de mummie kan zitten dan is de sluipwesp geparasiteerd. De bladluisbestrijder wordt zelf bestreden. Dit noemen we *hyperparasitering*. Regelmatig uitzetten of overschakelen op andere bestrijders, zoals de galmug, kan dan helpen.



Tabakspersikluis. (foto PPO)



Groene myzus 3. (foto PPO)

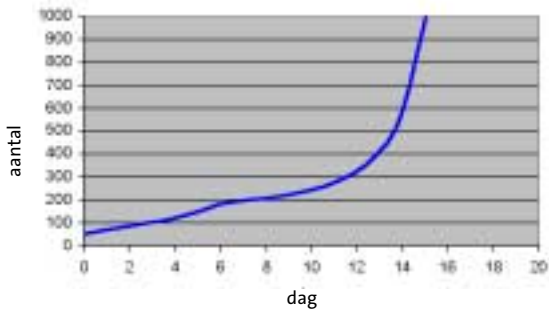


Aardappeltopluis. (foto PPO)



Boterbloemluis. (foto PPO)

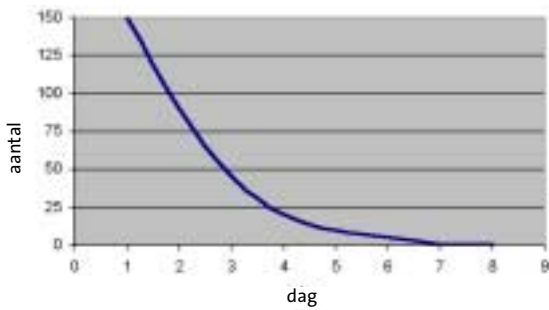




Voorbeeld ontwikkelingssnelheid bladluis

EXPLOSIEVE ONTWIKKELING

De populatieontwikkeling van bladluizen kan razend snel gaan. De eerste dagen nemen de aantallen nog geleidelijk aan toe. Na een week is het aantal verviervoudigd. Binnen twee weken is het aantal explosief gestegen.



Voorbeeld parasiteringscapaciteit sluipwesp

PARASITERINGSCAPACITEIT WESPEN

Een sluipwesp is zijn eerste dagen na uitkomst het meest effectief. Hierna neemt zijn parasiteringscapaciteit sterk af.



Voorbeeld inzet bestrijders per m² en ontwikkeling luisdruk.

REGELMATIG UITZETTEN

Stop niet met uitzetten van bestrijders als de luisdruk afneemt. Denk er aan:

- Je ziet ze niet, maar ze zijn er wel.
- De luizen kunnen zich explosief ontwikkelen.
- De levering van bestrijders vanuit het gewas vermindert ook.

- Opnieuw opbouwen van een populatie bestrijders kost veel tijd.

Ervaring tot nu toe: vaak beter resultaat door regelmatig en hogere doseringen uit te zetten dan men gewend is.



Lieveheersbeestje. (foto Koppert)



Galmug *Aphidoletus aphidimiza*. (foto Koppert)



Sluipwesp *Aphidius colimani*. (foto Koppert)



Zweefvlieg (*Episyrrhus balteatus*). (foto Koppert)



Strijd tegen de bladluis brengt telers dichter bij elkaar

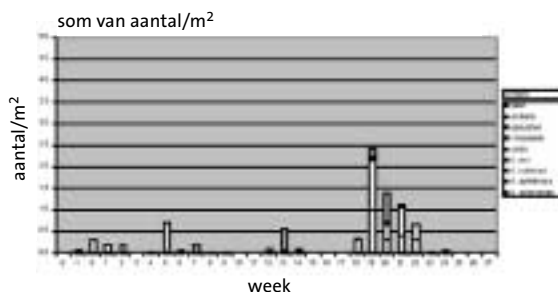
Biokas betekent niet alleen onderzoek en kennisoverdracht, maar vooral ook kennisuitwisseling. Over bladluizen en welke strategie hierbij past, is veel gediscussieerd. In de strijd tegen luizen hanteren telers steeds meer dezelfde strijdwijze.

TOLERANTIE

Of een teler tevreden is met het resultaat van een bestrijding hangt af van het gewas en de plaag. Is de plaag goed te bestrijden dan neigt een teler ook makkelijker naar een lage tolerantiegrens. Bij hardnekkige plagen ligt de tolerantiegrens vaak alweer hoger, dit meer vanuit noodzaak dan vanuit een optimaal streven. Beheersbaar houden van de plaag is dan het voornaamste doel. Dit laatste speelt vooral bij de bladluisbestrijding in paprika. Het is gebleken dat iedere teler zo zijn eigen strategie heeft bedacht. Maar daar komt verandering in. Uitwisselingen van kennis en ervaringen brengt de telers dichter bij elkaar, met betere resultaten in het beheersen van luizenhaarden. Hoewel de discussie blijft bestaan, zien we meer overeenkomsten in de aanpak van de bladluisbestrijding ontstaan.

AANTAL BESTRIJDERS EN TIJDSTIP VAN UITZETTEN

In de grafieken zijn de uitzetmomenten van biologische bestrijders door een teler tegen bladluis in paprika en de hoeveelheid hiervan in aantal/m² in 2004 en 2005 uitgezet. Het algemene beeld van de telers zelf was dat ze veel en regelmatig bestrijders tegen bladluis uitzetten. Het inzichtelijk maken van de inzet gegevens lieten echter vaak een ander beeld zien (zie grafiek links: 2004). Er werd minder regelmatig uitgezet dan verondersteld. Ook de hoeveelheden waren misschien wel eens aan de lage kant. Lage aantallen in het begin van de teelt leidden later tot forse correcties. Bij lage aantallen luizen in het gewas verslapt soms de aandacht van de tuinder en daarmee ook het uitzetten van natuurlijke vijanden. En juist op deze



Luisbestrijding bij paprika (bedrijf A, 2004).

momenten exploderen luizenpopulatie. Het gewas dient op zo'n moment niet meer als eigen leverancier van bestrijders. De luizen die toch echt nog aanwezig zijn, worden gemist en krijgen vrij spel. Een overmaat aan bestrijders of spuiten met natuurlijke middelen is daarna noodzakelijk om het achterstallige onderhoud weer te corrigeren.

BESTE ZOEKERS

Scouting vormt de basis voor biologische bestrijding van plagen in het gewas; bij bladluizen is de bestrijder zelf een betere zoeker dan de werknemer in het gewas. Op basis van ervaringen en inzicht in de snelheid van bladluisontwikkeling, blijft regelmatig inzetten het devies (zie grafiek rechts: 2005). Hiernaast blijft de alertheid van de werknemer in het gewas uiteraard steeds een belangrijke aanvulling.

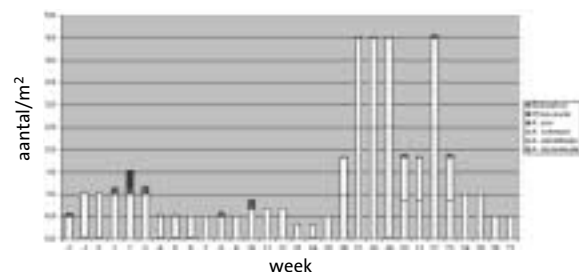
Zodra de bladluisaantasting weer toe gaat nemen, is een tijdelijke correctie vaak voldoende. Extreem hoge aantallen van 10-tallen bestrijders per m² worden zo meestal voorkomen. De discussie blijft over wat de ondergrens van uitzetten dan moet zijn. Redt de ene teler het met een basis van 0,7 bestrijder per m², de andere teler begint standaard met een dubbele hoeveelheid.

BESTE BEHEERSSTRATEGIE

Telers kiezen voor een beheersstrategie. Inzicht in de populatieontwikkeling van bladluizen en reactiesnelheid van bestrijders helpt de tuinder bij de keuze.

Verschillende factoren, waaronder klimaat, hebben op beide invloed. Een veel gehoorde discussie is de invloed van het vocht in de kas. De eerste ervaringen met luchtbevochtigers zijn positief. Zolang van de relatieve luchtvochtigheid (rv) niet te ver terug loopt (rv >65%) blijven bestrijders zoals galmuggen actief in het gewas. De beheerstrategie beperkt zich dus niet tot het inzetten van bestjes alleen.

Naast klimaat is preventief en tijdig inzetten van niet te veel verschillende soorten bestrijders voorlopig het devies.



Luisbestrijding in paprika (bedrijf A, 2005).





Typhlodromips swirskii tegen trips en witte vlieg

Gerben Messelink
e-mail: gerben.messelink@wur.nl

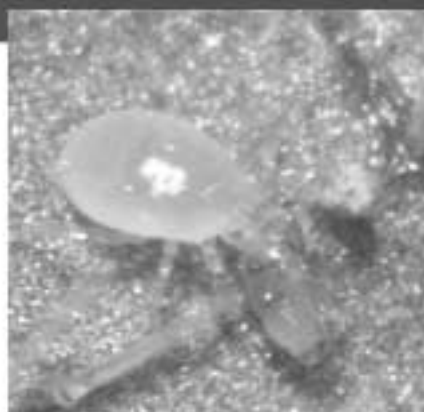
Inleiding

Vanaf begin 2005 is de nieuwe roofmijt *Typhlodromips (Amblyseius) swirskii* beschikbaar voor de glastuinbouw. Deze uitstekende predator van trips en witte vlieg is een echte aanwinst voor de biologische bestrijding in gewassen als komkommer, paprika en aubergine. De roofmijt komt oorspronkelijk uit het Middellandse-Zeegebied en is daarom gewend aan de klimaatomstandigheden die in kassen optreden. Inzet in korte teelten is interessant, omdat snel hoge dichtheden worden bereikt.

Uit de eerste proeven van PPO op komkommer met trips (2003), bleek dat deze roofmijt in de tijd 10x zo hoge populatiedichtheden bereikte als de standaard *Neoseiulus (Amblyseius) cucumeris*. Bij gecombineerd uitzetten blijkt dat *T. swirskii* de roofmijt *N. cucumeris* al snel verdringt. Aanwezigheid van trips en witte vlieg tegelijkertijd is gunstig. Op komkommer bleek een gevarieerd menu (2 plagen samen) een enorme stimulans te zijn voor de populatieontwikkeling van *T. swirskii* wat uiteindelijk leidde tot een zeer goede bestrijding van beide plagen. De roofmijten kunnen ook prima leven van stuifmeel, waardoor in gewassen als paprika en aubergine al vroeg in het seizoen een goede populatieopbouw kan plaatsvinden. Het stuifmeel van de wonderboom *Ricinus communis* is eveneens geschikt voor *T. swirskii*, waardoor de plant als bankerplant kan fungeren.



Vrouwje van *T. swirskii* zuigt ei van witte vlieg leeg



Vrouwje van *T. swirskii* zuigt tripslarve leeg

Manieren van introductie

- uitstrooien roofmijten
- ophangen van kweekzakjes
- tijdens teeltwisseling door blad over te leggen of tussenplanten (komkommer)
- via bankerplanten door bladeren uit te leggen of plaatsen van wonderboom tussen het gewas



Wonderboom, *Ricinus communis*, tussen aubergine

Dankwoord

Dit onderzoek werd gefinancierd door het Productschap Tuinbouw (PT) en het Ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit (LNV).

Meer informatie is te vinden op de website:
www.allesoverswirskii.nl



geënt op kwaliteit

Grow Group is gespecialiseerd in de opkweek van groenteplanten voor de teelt onder glas en in de vollegrond. Op een aparte locatie beschikken wij over een bedrijf voor de opkweek van biologische planten. Daarnaast is Grow Group specialist op het gebied van enten.

Uitgangsmateriaal voor: glasgroenten, vollegrondsgroenten, sierteelt-producten en biologische opkweek.

Grow Group

a perfect start

Geestweg 146a | Postbus 118 | 2670 AC Naaldwijk
T +31(0)174 62 53 77 | F +31(0)174 62 93 01 | E info@growgroup.com



**Natuurlijk teelt u biologische groenten met biologisch zaad,
maar de beste biologische groenten teelt u met rassen
die speciaal voor u zijn beproefd en geselecteerd!**



Vitalis
Biologische Zaden

tel: 0575 502648 fax: 0575 502987 www.vitaliszaden.nl info@vitaliszaden.nl