

# Effectiviteit van biologische middelen ter vermindering van aantasting door wortelknobbelaaltjes in een grondteelt

Onderzoek 2001

Jan Amsing & Jan Janse



© 2001 Wageningen, Praktijkonderzoek Plant & Omgeving B.V.

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

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

Dit is een vertrouwelijk document, uitsluitend bedoeld voor intern gebruik binnen PPO dan wel met toestemming door derden. Niets uit dit document mag worden gebruikt, vermenigvuldigd of verspreid voor extern gebruik.

Ministerie van Landbouw, Natuurbeheer en Visserij

Praktijkonderzoek Plant & Omgeving B.V.

Sector Glastuinbouw

Adres : Linnaeuslaan 2a  
1431 JV Aalsmeer

Tel. : 0297-352525

Fax : 0297-352270

E-mail : [info@ppo.dlo.nl](mailto:info@ppo.dlo.nl)

Internet : [www.ppo.dlo.nl](http://www.ppo.dlo.nl)

# Inhoudsopgave

pagina

Samenvatting .....	5
1 Inleiding .....	7
2 Materiaal en methoden .....	9
3 Resultaten .....	13
4 Discussie .....	15
5 Conclusies .....	17
6 Vervolgonderzoek .....	19
Literatuur .....	21
Bijlage 1 Wortelknobbelindex kaart .....	23



# Samenvatting

In een onderzoek op het Praktijkonderzoek Plant & Omgeving - Sector Glastuinbouw zijn vijf niet-chemische middelen onderzocht op hun effectiviteit tegen het wortelknobbelaaltje *Meloidogyne incognita*. De geteste middelen waren de schimmels *Arthrobotrys superba* (sporen en mycelium) en CC ( $10^6$ ,  $10^7$  en  $10^8$  sporen per plant), de plantextracten Savitan (0,5 en 2,5 liter/ha) en Exp 1 (22 en 220 liter/ha) en Chitine, een middel op basis van afval van kreeftachtigen (500, 2000 en 8000 kg/ha). De controlebehandelingen waren: onbesmet, onbehandeld (besmet) en een behandeling met het chemische middel Mocap 20 GS (100 kg/ha). Het toetsgewas was tomaat en er werd geteeld in containers met 14 liter gestoomde grond. De grond in het bovenste gedeelte van de container is bij de start kunstmatig besmet met 8500 J2 van *M. incognita*. Berekend over de hele potinhoud komt deze hoeveelheid neer op 60 J2 per 100 ml grond. De aaltjes bevonden zich middenin grond die met het middel was behandeld. Savitan en Exp 1 zijn tijdens de teelt ook steeds tweewekelijks toegepast.

Bij de visuele beoordeling aan het einde van de proefduur van achttien weken werden er bij het chemische middel Mocap 20 GS op de wortels geen knobbels aangetroffen en in de wortels geen wortelknobbelaaltjes. Het plantextract Exp 1 (220 liter/ha) en de schimmel *A. superba* in de vorm van mycelium, verminderden tot op zekere hoogte het aantal wortelknobbels op de wortels. De behandeling met 220 liter Exp 1/ha verminderde tevens duidelijk het aantal wortelknobbelaaltjes in de wortels. Een hogere dosering van Chitine deed het aantal wortelknobbels wat af nemen. Van de schimmel CC en het plantextract Savitan kon totaal geen effect tegen wortelknobbelaaltjes worden aangetoond.



# 1 Inleiding

In grondteelten in de kas veroorzaken met name wortelknobbelaaltjes (*Meloidogyne* spp.) een toenemend probleem. De schade is het grootst in de zomer- en herfstteelten. Voor kortdurende teelten, minder dan één jaar, is stomen een goed alternatief. Er moet dan goed en diep worden gestoomd via afzuigen en drainstomen. Maar ook na toepassing van een goede stoommethode kunnen er na ongeveer zes maanden weer aaltjes in de bovenste grondlaag van 0 tot 30 cm worden aangetroffen. Stomen van de grond helpt slechts tijdelijk en laat zich bovendien moeilijk verenigen met het uitgangspunt van de biologische tuinbouw, die er naar streeft de bodemvruchtbaarheid zo goed mogelijk in stand te houden. Om schade als gevolg van aantasting door wortelknobbelaaltjes zoveel mogelijk te beperken, wordt gezocht naar mogelijkheden voor het toepassen van niet-chemische middelen, waaronder plantversterkers en microbiële antagonisten. Om drie redenen is het toetsen wenselijk van potentieel effectieve niet-chemische middelen, die bovendien weinig of niet milieubelastend zijn:

1. Duidelijkheid verschaffen over de werkzaamheid tegen aaltjes.
2. Een bijdrage leveren tot het verkrijgen van een toelating, indien noodzakelijk.
3. Verminderen van de afhankelijkheid van chemische, milieu-belastende middelen.

Op verzoek van de LTO-commissie sla heeft het Praktijkonderzoek Plant & Omgeving - Sector Glastuinbouw in 1998 tot en met 2000 onderzoek verricht naar het effect van niet-chemische middelen op aaltjes (Janse en Amsing, 1999 en 2000). In 1999 verminderde geen enkel middel in welke concentratie dan ook betrouwbaar de aantasting van wortelknobbels of het aantal aaltjes in de wortels. Omdat er nog een aantal nieuwe biologische middelen op de markt kwam, is in 2000 het onderzoek naar de effectiviteit van middelen voortgezet. Maar aan het einde van de proef bleek dat de aaltjes niet waren aangeslagen. Daarom is het onderzoek in 2001 nogmaals uitgevoerd, maar nu gedeeltelijk met andere middelen.

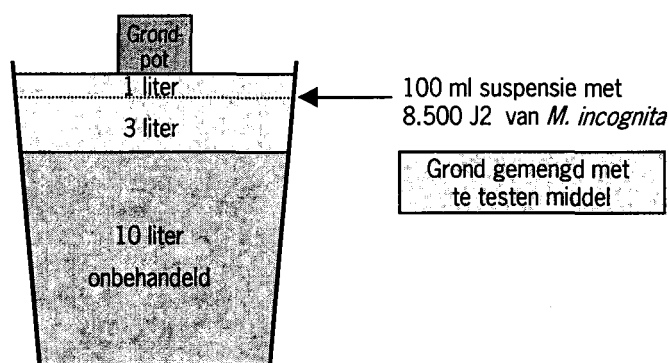
Het doel van het onderzoek was van een aantal niet-chemische middelen nagaan in welke mate ze in staat zijn een aantasting door het wortelknobbelaaltje *M. incognita* bij tomaat in grond te voorkomen.





## 2 Materiaal en methoden

Het onderzoek is uitgevoerd met tomatenplanten in 15-liter containers, gevuld met circa 14 liter gestoomde, vochtige zandgrond met een lutumgehalte van 4 à 5%. Op 3 mei 2001 zijn de containers gevuld. De onderste laag bestond uit 10 liter onbehandelde, vochtige grond (Fig. 1). Daarop is een laag toegevoegd van 3 liter grond gemengd met het te testen middel. Hierop is met behulp van een gietertje 100 ml suspensie met juvenielen in het tweede larvale stadium (J2) van *M. incognita* uitgegoten. Per container zijn 8.500 J2 toegediend. Omgerekend over de hele potinhoud komt dit neer op 60 J2/100 ml grond. Vervolgens is het geheel afgedekt met 1 liter behandelde grond. De volgende dag is hierop een in een grondpot gewortelde tomatenplant van het ras Cheetah gezet. Om te voorkomen dat de planten via de ondergrond zouden worden besmet, zijn de containers op omgekeerde plastic kratten geplaatst.



Figuur 1 - Container met 14 liter gestoomde grond, waarvan 10 liter onbehandeld en 4 liter behandeld met het te testen middel. De aaltjessuspensie is aangebracht op een laag met 3 liter behandelde grond en afgedekt met 1 liter behandelde grond.

### • Behandelingen

In het onderzoek zijn vijf niet-chemische middelen in twee of drie concentraties opgenomen om vast te stellen in welke mate ze in staat zijn een aantasting door het wortelknobbelaaltje *M. incognita* bij tomaat in grond te voorkomen. Informatie over deze middelen, waarmee dertien behandelingen zijn uitgevoerd, is te vinden in Tabel 1. Omdat plantextract Exp 1 verkrijgbaar is, maar niet is toegelaten, is Exp 1 een codenaam voor het product en is de naam van de leverancier niet ingevuld. Het chemische middel Mocap 20 GS diende als een behandelde controle. Met uitzondering van schimmel CC zijn alle andere middelen op de dag voor het planten door de bovenste grondlaag van 4 liter gestoomde grond gemengd. Schimmel CC is tijdens het planten toegediend door de gewortelde tomatenplant te dompelen in een 100-ml sporensuspensie, waarna het restant in het plantgat is gegoten. Inclusief een onbesmette behandeling en een behandeling met besmette, maar niet behandelde grond, bestond de proef uit vijftien behandelingen. De proef is in viervoud uitgevoerd, met twee planten per herhaling.

In Tabel 1 is aangegeven welke doseringen zijn gebruikt, hoe vaak de middelen zijn toegediend en met welk interval dat is gebeurd. Bij de berekening van de hoeveelheid middel per plant is bij de behandelingen met Mocap 20 GS en Chitine uitgegaan van het oppervlak van de container waarin de plant stond. De bovendiame-ter van de container was circa 27 cm met een oppervlak van 0,06 m<sup>2</sup>. In tegenstelling hiermee zijn bij de behandelingen met Savitan en Exp 1 de hoeveelheden berekend op basis van het aantal van 22.000 planten per hectare dat in de praktijk wordt opgeplant.

De middelen Mocap 20 GS, *A. superba*, CC en Chitine zijn alleen tijdens het oppotten toegediend. Daarentegen zijn de behandelingen met Savitan en Exp 1 behalve bij de start van de proef in week 18 daarna nog 8x tweewekelijks uitgevoerd, namelijk in week 20, 22, 24, 26, 28, 30, 32 en 34. Ook bij de herhaalde toe-

passingen zijn dezelfde concentraties gebruikt als tijdens het oppotten (Tabel 1). Tijdens het oppotten zijn de vloeibare middelen en schimmelsuspensies in een hoeveelheid van 100 ml door 4 liter grond gemengd. Mocap 20 GS en Chitine zijn in droge vorm door de grond gemengd. Bij de tweewekelijkse toedieningen zijn de oplossingen met Savitan en Exp 1 steeds in 100 ml per plant bij de druppelaar gespoten.

Tabel 1 - **BEHANDELINGEN** – middelen, werkzame stof, toegediende hoeveelheid middel per plant en hectare, frequentie en interval waarmee de middelen zijn toegediend ter voorkoming van aantasting van tomatenplanten door het wortelknobbelaaltje *Meloidogyne incognita*.

Code	Middel (leverancier)	Werkzame stof	Hoeveelheid middel per		Fre- quentie <sup>1)</sup>	Interval (weken)
			plant	ha		
A1	Onbesmet	-	-	-	-	-
A2	Onbehandeld (besmet)	-	-	-	-	-
A3	Mocap 20 GS (Bayer CropScience)	Ethoprofos	0,6 g	100 kg	1x	-
A4	<i>Arthrobotrys superba</i> sporen (TNO)	<i>Arthrobotrys superba</i>	1,4 x 10 <sup>8</sup> sporen <sup>2)</sup>	-	1x	-
A5	<i>Arthrobotrys superba</i> mycelium (PRI)	<i>Arthrobotrys superba</i>	2,1 x 10 <sup>8</sup> cfu <sup>2)</sup>	-	1x	-
A6	CC (PRI)	Schimmel	1 x 10 <sup>6</sup> conidiën <sup>3)</sup>	-	1x	-
A7	CC (PRI)	Schimmel	1 x 10 <sup>7</sup> conidiën <sup>3)</sup>	-	1x	-
A8	CC (PRI)	Schimmel	1 x 10 <sup>8</sup> conidiën <sup>3)</sup>	-	1x	-
A9	Savitan (DeruNed B.V.)	Woestijnplantextracten	0,0227 ml	0,5 liter	9x	2
A10	Savitan (DeruNed B.V.)	Woestijnplantextracten	0,1136 ml	2,5 liter	9x	2
A11	Exp 1 (.....)	Plantextract	1 ml	22 liter	9x	2
A12	Exp 1 (.....)	Plantextract	10 ml	220 liter	9x	2
A13	Chitine (Sigma-Aldrich BV)	Afval kreeftachtigen	3 g	500 kg	1x	-
A14	Chitine (Sigma-Aldrich BV)	Afval kreeftachtigen	12 g	2000 kg	1x	-
A15	Chitine (Sigma-Aldrich BV)	Afval kreeftachtigen	48 g	8000 kg	1x	-

<sup>1)</sup> Mocap 20 GS, *A. superba*, Chitine zijn alleen tijdens het oppotten toegediend. Savitan en Exp 1 zijn tijdens het oppotten toegediend en vervolgens nog 8x met een interval van twee weken. Schimmel CC is tijdens het planten toegediend door middel van dompelen en een plantgatbehandeling.

<sup>2)</sup> Aantal sporen en cfu (colony forming units) zijn bepaald via de uitplaatmethode.

<sup>3)</sup> Aantal conidiën of conidiosporen geteld met behulp van een haemocytometer.

#### • Beoordeling

Tussentijds zijn steeds na ongeveer vier weken enkele besmette, onbehandelde planten uit randrijen verwijderd. Daarvan zijn de wortels visueel beoordeeld op wortelknobbels om na te kunnen gaan of de toegediende wortelknobbelaaltjes tot aantasting zijn gekomen.

Op 5 september 2001, achttien weken na het inoculeren, vond de eindbeoordeling plaats op basis van:

- de bovengrondse plantgroei volgens schaal 1 - 4, waarbij een hogere cijfer duidt op een betere door-groei van de kop;
- het bovengrondse plantgewicht nadat alle vruchten waren verwijderd;
- de wortelknobbelsindex volgens schaal 0 - 10. Dit is bepaald door acht personen. Hoe hoger het cijfer, hoe meer en hoe groter de wortelknobbels (Bijlage 1);

- wortelaantasting op basis van het aantal wortelknobbelaaltjes per 10 g wortels van de meest interessante behandelingen. De wortels zijn op het BLGG (Bedrijfslaboratorium voor Grond- en Gewasonderzoek) in Oosterbeek verwerkt volgens de mixer/wattenfilter-methode bij een extractieduur van drie dagen.

De resultaten zijn verwerkt door middel van de variantieanalyse (ANOVA) en met de student *t*-toets op significantie beoordeeld. Om de grote variaties in de aantallen aaltjes te verkleinen zijn deze voorafgaand aan de statistische verwerking getransformeerd naar  $\log_{10}(\text{aantal} + 1)$ .

In onderstaand overzicht staan enkele aanvullende teelt- en proefgegevens vermeld.

Toetsgewas	:	Tomaat (ras Cheetah)
Plantopkweek	:	In perspotten
Plantdatum	:	4 mei 2001 (week 18)
Einde proef	:	5 september 2001 (week 36)
Kas	:	PPO Naaldwijk kas 211-7
Kasgrootte	:	186 m <sup>2</sup> , in randrijen tomaten in de grond
Teeltwijze	:	Teelt in containers van 14 l gevuld met ruim drie weken daarvoor gestoomde grond. De containers stonden op plastic kratten met daarop anti-worteldoek (geen contact met ondergrond)
Aantal behandelingen	:	15
Aantal herhalingen	:	4; 2 planten per herhaling
Aantal planten	:	1 plant per container
Grondsoort	:	Zandgrond met lutumgehalte 4 tot 5%
Bestrijding plagen	:	Zoveel mogelijk biologisch
Besmetting aaltjes ( <i>Meloidogyne incognita</i> )		
- inoculatie datum	:	3 mei 2001 tijdens het vullen van de containers
- inoculum	:	Suspensie met juvenielen in het tweede larvale stadium (J2): uit tomatenwortels geëxtraheerd in een mistkamer
- inoculumhoeveelheid	:	8.500 J2 per container (60 J2/100 ml grond)
- inoculatie wijze	:	Grond begieten met J2-suspensie, daarna afdekken met 1 liter grond
Watergeven	:	Via druk gereguleerde druppelaars (twee per plant), grootte druppelbeurt 125 cc/druppelaar (31 ml/min), aantal druppelbeurten berekend met behulp van watergeef- model
Bemesting	:	EC druppelwater 1,5 mS/cm
Instellingen klimaat	:	Vanaf start: stooktemperatuur nacht/dag 23/23°C ventilatietemperatuur nacht/dag 24/24°C + 4°C op licht vanaf 8/5: stooktemperatuur nacht/dag 21/21°C ventilatietemperatuur nacht/dag 22/22°C + 1°C op licht vanaf 5/6: stooktemperatuur voornacht/nacht/dag 17/19/20°C ventilatietemperatuur voornacht/nacht/dag 18/21/22°C + 2°C lichtverhoging
		CO <sub>2</sub> : 700 ppm
Krijten	:	In verband met het goed aanslaan van de aaltjes is bij de start van de teelt het dek tijdelijk gekrijt geweest om te hoge kastemperaturen als gevolg van hoge instraling te vermijden
Eindbeoordeling	:	5 september 2001 (week 36)



### 3 Resultaten

In Tabel 2 zijn de resultaten weergegeven van de tussentijdse beoordelingen van de wortels op aantasting door het wortelknobbelaaltje *M. incognita*. De aantasting is beoordeeld op basis van de wortelknobbelenindex (schaal 0 - 10). Hiervoor zijn met aaltjes besmette, onbehandelde planten uit randrijen genomen. Uit de resultaten in Tabel 2 blijkt dat de aaltjes goed zijn aangeslagen en dat de aantasting in de vorm van de wortelknobbelenindex toeneemt naarmate de tijd verstrijkt.

Tabel 2 - **TUSSENTIJDSE BEOORDELING** – wortelaantasting door het wortelknobbelaaltje *Meloidogyne incognita* op basis van de wortelknobbelenindex (schaal 0 - 10) op verschillende tijdstippen tijdens de proef, uitgevoerd in 2001.

Beoordelingsdatum	Weken na inoculatie	Wortelknobbelenindex (schaal 0-10)
31 mei	4	2
29 juni	8	3
27 juli	12	4
17 aug.	15	5

In Tabel 3 zijn de resultaten weergegeven van de plantgroei, bovengronds plantgewicht, wortelknobbelenindex en het aantal *M. incognita* (Mi) in de wortels aan het einde van de proef, achttien weken na het planten.

Tabel 3 - **EINDBEOORDELING** - plantgroei, plantgewicht, wortelbeoordeling op wortelknobbelaaltjes en het aantal *Meloidogyne incognita* (Mi) in de wortels in relatie tot de behandelingen.

Code	Behandeling	Plantgroei (schaal 1-4)	Plantgewicht (kg)	Wortelknobbelenindex (schaal 0-10)	Aantal Mi per 10 g wortels
A1	Onbesmet	3,1	1,014	0	0
A2	Onbehandeld (besmet)	1,4	0,898	6,3 (veel rot)	1748
A3	Mocap 20 GS	2,8	0,988	0	0
A4	<i>Arthrobotrys superba</i> sporen	1,9	0,864	6,1 (2 rot)	1931
A5	<i>Arthrobotrys superba</i> mycelium	2,4	1,032	4,0	1215
A6	CC (10 <sup>6</sup> sporen/plant)	1,5	0,820	6,8 (1 rot)	-
A7	CC (10 <sup>7</sup> sporen/plant)	1,6	0,912	7,0	-
A8	CC (10 <sup>8</sup> sporen/plant)	1,5	0,923	7,1 (3 rot)	2569
A9	Savitan (0,5 l/ha)	1,8	0,931	6,7 (2 rot)	-
A10	Savitan (2,5 l/ha)	1,5	0,883	7,0 (2 rot)	-
A11	Exp 1 ( 22 l/ha)	1,9	0,901	7,2	1399
A12	Exp 1 (220 l/ha)	2,7	0,933	4,0	559
A13	Chitine ( 500 kg/ha)	2,0	0,917	7,4	-
A14	Chitine (2000 kg/ha)	2,4	0,886	6,8 (2 rot)	-
A15	Chitine (8000 kg/ha)	2,1	0,906	6,0 (2 rot)	2405
<i>LSD-5%</i>		0,8	NS	0,5	'

<sup>\*)</sup> Bij de statistische verwerking is log<sub>10</sub>(aantal+1)-transformatie toegepast. Betrouwbaar verschillend zijn bij:

*LSD-5%* : A1 en A3 lager dan rest, A12 lager dan A8, A15, A4 en A2, maar niet verschillend van A5 en A11.

*LSD- 7,5%* : A1 en A3 lager dan rest, A12 lager dan alle behandelingen met hogere aantallen aaltjes, rest niet verschillend.

- *Plantgroei*
  - Onbesmet (A1), Mocap 20 GS (A3) en 220 liter Exp 1/ha (A12) behoren tot de behandelingen waarbij de planten de beste doorgroei van de koppen lieten zien. Tot de behandelingen met de slechtste doorgroei behoorden: onbehandeld (A2), CC (A6, A7 en A8) en 2,5 liter Savitan/ha (A10).
- *Plantgewicht*
  - De aantastingen door wortelknobbelaaltjes *M. incognita* hebben ten opzichte van onbesmet (A1) bij geen enkele behandeling een negatieve invloed gehad op het bovengrondse plantgewicht.
- *Wortelknobbindex en wortelrot*
  - Evenals bij onbesmet (A1) waren er bij Mocap 20 GS (A3) geen wortelknobbels te zien (index: 0).
  - Relatief weinig wortelknobbels waren aanwezig bij *A. superba* mycelium (A5) en bij de hoogste dosering van Exp 1 (A12) (index: 4). Hier tegenover stond een wortelknobbindex van 6,3 bij onbehandeld (A2). Alle overige behandelingen resulteerden niet in significant lagere indexen ten opzichte van onbehandeld. Sommige behandelingen scoorden zelfs significant hogere indexen.
  - De dosering van 8000 kg Chitine/ha (A15) leverde een significant lagere index (index: 6) op ten opzichte van de andere twee behandelingen met Chitine, maar ten opzichte van onbehandeld (A2) was het effect niet significant beter.
  - Bij verschillende behandelingen waren de wortels gedeeltelijk verrot. Vooral bij onbehandeld waren er veel rotte wortels aanwezig.
- *Wortelaantasting*
  - Bij onbesmet en Mocap 20 GS zijn geen wortelknobbelaaltjes in de wortels aangetroffen. Deze twee behandelingen zijn daarmee betrouwbaar beter ten opzichte van alle andere behandelingen ( $P=0,05$ ).
  - Bij een onbetrouwbaarheidsgrens van  $P=0,075$  (LSD = 7,5%) is het aantal aaltjes in de wortels bij de dosering van 220 liter Exp 1/ha ((A12) betrouwbaar lager ten opzichte van alle overige behandelingen met aaltjes in de wortels. Ten opzichte van onbehandeld (A2) leverde deze dosering van Exp 1 68% minder wortelknobbelaaltjes in de wortels op.
  - Bij een onbetrouwbaarheidsgrens van  $P=0,05$  (LSD = 5%) is het aantal aaltjes in de wortels bij de dosering van 220 liter Exp 1/ha (A12) betrouwbaar lager ten opzichte van CC (A8), Chitine (A15), *A. superba* sporen (A4) en onbehandeld (A2), maar niet ten opzichte van de behandelingen met *A. superba* mycelium (A5) en de dosering van 22 liter Exp 1/ha (A11).
  - Alle andere behandelingen met middelen waarvan de wortelaantastingen zijn bepaald (*A. superba* sporen en mycelium, CC (A8), Exp 1 (A11) en Chitine (A15) resulteerden ten opzichte van onbehandeld (A2) niet in significant verschillende wortelaantastingen ( $P=0,05$ ).

De gerealiseerde etmaaltemperatuur en relatieve luchtvochtigheid in de kas vanaf juni tot het einde van de proef waren respectievelijk 21,0°C en 79%. De grondtemperatuur is niet continu gemeten, maar zal dichtbij de kastemperatuur hebben gelegen. De grondtemperatuur is wel regelmatig met een analoge thermometer gecontroleerd.

De teelt is voorspoedig verlopen. Er zijn geen planten weggevallen. Regelmatig is de watergift bijgesteld om te natte of te droge grond in de containers zoveel mogelijk te voorkomen.

## 4 Discussie

In tegenstelling tot de proef in 2000, zijn de wortelknobbelaaltjes in dit onderzoek goed aangeslagen. Dit was al tijdens de proef te zien, omdat regelmatig planten uit randrijen zijn gehaald om de aantasting door de wortelknobbelaaltjes te kunnen volgen.

In vergelijking met de proeven in 1999 en 2000 is in dit onderzoek een wat andere teelt- en werkwijze gevolgd bij het aanbrengen van de aaltjes. Om de werking van de middelen goed te kunnen toetsen stonden de planten in kleinere containers (15 liter in plaats van 100 liter). Om de praktijksituatie na het stomen na te bootsen, werden de aaltjes in voorgaande jaren aangebracht in de onderste grondlaag van 15 cm. In het onderzoek in 2001 werden de aaltjes geheel omgeven door grond met het te onderzoeken middel, zodat de aaltjes snel in contact met het middel konden komen. Hierdoor zou de eventuele werking van het middel beter kunnen worden aangetoond.

Het chemische middel Mocap 20 GS (microgranulaat) bleek een zeer goede werking te hebben tegen wortelknobbelaaltjes. Op de wortels werden geen wortelknobbels en aaltjes aangetroffen. De toelating van het middel is echter verlopen op 1 oktober 2001. Het mag nog verkocht worden tot 1 april 2002 en worden gebruikt tot 1 april 2003.

De werking van de onderzochte biologische middelen tegen wortelknobbelaaltjes was duidelijk minder dan van het onderzochte chemische middel. De hoogste dosering van het middel Exp 1 (220 liter/ha) en de behandeling met de schimmel *A. superba* in de vorm mycelium, hebben het aantal wortelknobbels wel behoorlijk gereduceerd. Exp 1 heeft ook het aantal wortelknobbelaaltjes in de wortels. Bij deze behandelingen was de doorgroei van de kop ook beter dan bij de besmette maar niet behandelde planten. Helaas is er van *A. superba* nog geen geformuleerd product gemaakt en dus voorlopig ook niet in de handel verkrijgbaar. Het plantextract Exp 1 mag niet worden toegepast, omdat het geen toelating heeft als middel tegen nematoden. Bij de effectieve behandeling met Exp 1 is in de proef echter veel middel gebruikt, namelijk om de twee weken 220 liter per ha. Indien de frequentie niet kan worden verminderd zonder de effectiviteit te verlagen, dan zou dit een eventuele toepassing van het middel behoorlijk prijzig kunnen maken en dus in de weg kunnen staan.

De werking van *A. superba* toegediend via sporen viel tegen. Onder de omstandigheden waarbij de proef is uitgevoerd, waren de aaltjes waarschijnlijk eerder bij de wortels dan dat ze werden weggevangen door de uit de sporen gegroeide schimmeldraden (mycelium). Daardoor konden nog te veel wortelknobbelaaltjes in de plantenwortels dringen en zich vermeerderen.

Het aantal wortelknobbels leek iets af te nemen bij een hogere dosering van Chitine. Er moet dan wel 8000 kg per ha worden toegediend, wat waarschijnlijk veel te duur wordt. Het aantal aaltjes in de wortels was niettemin erg hoog.

De schimmel CC en het plantenextract Savitan werkten niet tegen het wortelknobbelaaltje *M. incognita* onder de omstandigheden waaronder het onderzoek op het PPO is uitgevoerd. In de proef die in 1999 is uitgevoerd, leek de behandeling met een overeenkomstig aantal sporen van CC als in behandeling A7 ( $1 \times 10^7$  sporen/plant), wel tot een lichte vermindering van het aantal wortelknobbelaaltjes in de wortels (Janse, J. en J. Amsing, 1999). Maar nu was dit niet het geval.

Een aantal middelen gaf zelfs méér knobbels op de wortels dan onbehandeld. Dit komt waarschijnlijk doordat er vooral bij onbehandeld veel door aaltjes aangetaste wortels rot waren geworden. Alle planten kregen echter evenveel water. Bij een sterke wortelaantasting zal de plantgroei en wateropname verminderen, waardoor de grond natter wordt en aangetaste wortels sneller zullen gaan rotten.

De aantastingen door wortelknobbelaaltjes *M. incognita* hebben ten opzichte van onbesmet bij geen enkele behandeling, ook niet bij onbehandeld, een negatieve invloed gehad op het bovengrondse plantgewicht. Het geïnoculeerde aantal wortelknobbelaaltjes van 8.500 J2/plant of 60 J2/100 ml grond is daarvoor blijkbaar te laag geweest.





## 5 Conclusies

- Het chemische middel Mocap 20 GS werkte in de proef uitmuntend tegen wortelknobbelaaltjes.
- De biologische middelen Exp 1 (220 liter/ha) en de schimmel *A. superba* in de vorm van mycelium, reduceerden redelijk het aantal wortelknobbels op de wortels.
- Het plantextract Exp 1 (220 liter/ha), verminderde ook duidelijk het aantal wortelknobbelaaltjes in de wortels.
- Naarmate de dosering van Chitine toenam, leek het aantal wortelknobbels enigszins af te nemen, maar het aantal aaltjes in de wortels was erg hoog.
- De schimmel CC en het woestijnplantenextract Savitan verminderden de aantasting niet.



## 6 Vervolgonderzoek

Zoals het er nu voorstaat, lijken de mogelijkheden van de meeste onderzochte biologische middelen tegen wortelknobbelaaltjes voor toepassing in biologische teelten beperkt. Alleen het plantextract Exp1 en de schimmel *A. superba* hebben in dit onderzoek zodanig gewerkt, dat vervolgonderzoek met deze middelen zinvol wordt geacht. Ook nog niet eerder onderzochte middelen die op de markt zijn of gaan komen, kunnen een reden zijn tot vervolgonderzoek.

Enten lijkt ook perspectieven te bieden, maar de resistentie wordt bij warm weer en een hoge populatiedichtheid van aaltjes vaak doorbroken, waardoor de tomatenplant alsnog sterk kan worden aangetast.

Maar daarbij doet zich de vraag hoe schadelijk het doorbreken van de resistentie is voor de plant.

Bij komkommer is er wel een tolerante onderstam bekend, namelijk cv. Harry (*Siclos angulatus*), maar de verentbaarheid is niet optimaal. In onderzoek is het niet gelukt om courgette hierop te verenten (Janse, 1999). Goed stomen met onderdruk kan tijdelijk de aaltjesdruk verminderen.

Het plantextract Exp 1 en de schimmel *A. superba* vereisen vervolgonderzoek om een beter inzicht te krijgen in de volgende aspecten.

### - **Relatie tussen de dosering van Exp 1 en de effectiviteit**

Dit onderzoek moet antwoord geven op de vraag tot hoever de dosering van 220 liter Exp 1/ha kan worden verlaagd, zonder dat daardoor te veel op de effectiviteit wordt ingeleverd? In dit onderzoek moeten tevens de toedieningsfrequentie en het interval tussen twee toedieningen worden betrokken.

### - **Optimale toedieningstijdstip en -wijze van Exp 1**

In het huidige onderzoek zijn de middelen tijdens het vullen van de containers door een laag van 4 liter grond gemengd. Hierin zijn de aaltjes aangebracht. Dit betekent dat de bestrijding preventief is ingezet en tevens dat de aaltjes direct met Exp 1 in contact zijn gekomen. Nu moet er nog een antwoord gevonden worden op de vraag of een preventieve toediening altijd noodzakelijk? Zo ja, moet Exp 1 dan door de grond worden gemengd? Indien preventieve toedieningen niet noodzakelijk zijn, dan betekent dit dat Exp 1 ook curatief perspectieven biedt.

### - ***A. superba*-sporen en -mycelium in relatie tot het toedieningstijdstip**

In de uitgevoerde proef heeft *A. superba* op basis van mycelium goed gewerkt, terwijl de schimmel op basis van sporen geen positief effect liet zien. Het tijdstip tussen het mengen van de schimmel door de grond en het planten bedroeg slechts één dag. Mogelijk is dit te kort geweest voor de sporen om tijdig mycelium te kunnen ontwikkelen voor het wegvangen van de juvenielen van het wortelknobbelaaltje.

### - **Relatie tussen de dosering van *A. superba* en de effectiviteit**

Hoeveel sporen en myceliumdeeltjes moeten er per plant worden toegediend om tot een effectieve bestrijding te komen, zodanig dat dit leidt tot een goede vruchtproductie?

### - **Relatie tussen de inoculumdichtheid en de effectiviteit**

Voor alle te testen biologische middelen geldt dat de relatie moet worden onderzocht tussen het aantal wortelknobbelaaltjes bij het begin van de teelt (inoculumdichtheid) en de effectiviteit van het te testen biologische middel. Tot welke inoculumdichtheid zijn de middelen bruikbaar?

Veel van bovengenoemde onderzoeksaspecten gelden ook voor nieuwe biologische producten die in het onderzoek kunnen worden opgenomen.



## Literatuur

- JANSE, J., 1999. Gebruikswaarde van verschillende onderstammen voor courgette in verband met fusarium. Onderzoek 1999. *Rapport 224*, Proefstation voor Bloemisterij en Glasgroenten, Naaldwijk.
- JANSE, J. en J. AMSING, 1999. Vermindering van aantasting wortelknobbelaaltjes door niet-chemische middelen. Onderzoek 1999. *Intern verslag*. Proefstation voor Bloemisterij en Glasgroenten, Naaldwijk.
- JANSE, J. en J. AMSING, 2000. Effectiviteit biologische middelen op vermindering van aantasting door wortelknobbelaaltjes in een grondteelt. Onderzoek 2000. *Intern Rapport 228*. Proefstation voor Bloemisterij en Glasgroenten, Naaldwijk.



## Bijlage 1      Wortelknobbelindex kaart



0. Geen knobbels



1. Enkele kleine knobbeltjes, moeilijk te vinden



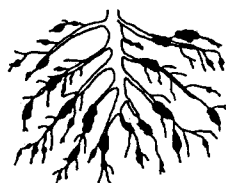
2. Kleine knobbels, duidelijk zichtbaar



3. Enkele grotere knobbels



4. Meer grote knobbels



5. Knobbels op 25% van de wortels



6. Knobbels op 50% van de wortels



7. Knobbels op 75% van de wortels



8. Knobbels op 90% van de wortels



9. Knobbels op 100% van de wortels;  
Plant gaat dood



10. Alle wortels met knobbels;  
Nog nauwelijks wortels;  
Plant is dood

