



Wortelknobbelaaltjes in chrysant

Inventarisatie, schadelijkheid en bestrijding

J.J. Amsing, H.A. de Werd, L. Stapel, M.A. de Jongh en P.H.J. Korsten

Inhoudsopgave

	pagina
SAMENVATTING.....	5
1 INLEIDING	7
1.1 Probleemstelling	7
1.2 Doelstelling	7
2 INVENTARISATIE	9
2.1 Inleiding	9
2.2 Materialen en methoden	10
2.3 Resultaten en discussie	10
2.3.1 Wortelknobbelaaltjes	10
2.3.2 Worteltesieaaltjes	11
2.3.3 Overige wortelaaltjes	12
2.4 Conclusies	12
3 SCHADELIJKHEID <i>M. JAVANICA</i>	13
3.1 Inleiding	13
3.2 Materialen en methoden	13
3.2.1 Proefopzet	13
3.2.2 Beoordeling	15
3.3 Resultaten en discussie	16
3.3.1 Aaltjesaantasting	16
3.3.2 Gewasproductie	17
3.4 Conclusies	19
4 BESTRIJDING <i>M. JAVANICA</i>	21
4.1 Inleiding	21
4.2 Materialen en methoden	21
4.2.1 Proefopzet	21
4.2.2 Beoordeling	23
4.3 Resultaten	24
4.3.1 Aaltjesaantasting	24
4.3.2 Gewasproductie	27
4.4 Conclusies	28
5 ALGEHELE DISCUSSIE EN AANBEVELINGEN	29
LITERATUUR	31
BIJLAGE 1 GROND KLAARMAKEN	33
BIJLAGE 2 PROEFOPSTELLING, CONTAINERS EN PLOTNUMMERS	35
BIJLAGE 3 SAMENSTELLING VOEDINGSOPLOSSING	37
BIJLAGE 4 KASKLIMAAT: LUCHTTEMPERATUUR EN RV	39
BIJLAGE 5 WORTELKNOBBELINDEX	41

BIJLAGE 6 VOEDINGSCIJFERS GROND	43
BIJLAGE 7 FOTO'S.....	45

Samenvatting

INVENTARISATIE

Op tien chrysantenbedrijven met jaarrondchrysanten is op basis van grond- en wortelmonsters een inventarisatie uitgevoerd naar de aanwezigheid van soorten wortelknobbelaaltjes, *Meloidogyne* spp. en wortellessieaaltjes, *Pratylenchus* spp. in de praktijk. Op acht bedrijven waren wortelknobbelaaltjes aanwezig en op zes bedrijven wortellessieaaltjes. Op basis van morfologische kenmerken en elektroforetische toetsing is vier keer vastgesteld dat het ging om het warmteminnend wortelknobbelaaltje *M. javanica*. In de andere vier gevallen betrof het *M. javanica* of *M. arenaria*, met de grootste kans op *M. javanica*. In Nederland is in 1995 voor het eerst melding gemaakt van de aanwezigheid van *M. javanica* in de teelt van chrysant. Wat betreft de wortellessieaaltjes is vier keer vastgesteld dat het ging om het gewoon wortellessieaaltje *P. penetrans*. In de andere twee gevallen kon de soort niet worden bepaald.

SCHADELIJKHEID *M. JAVANICA*

De schadelijkheid van het wortelknobbelaaltje *M. javanica* voor chrysant cv. Reagan White Elite Arie is bepaald door in een containerproef met 22 liter grond per container uit te gaan van grond die besmet was met 0, 41, 145, 663 en 2.840 J2 van *M. javanica* per 100 ml grond. Elf weken later bleek de beginbesmetting (Pi) van 41 *M. javanica* per 100 ml grond geen schade te hebben veroorzaakt, terwijl dat bij de drie hogere beginbesmettingen wel het geval was. Ten opzichte van onbesmet was bij Pi=41, 145, 663 en 2.840 de lengte van de bloemtakken afgenomen met respectievelijk 1% (niet significant), 10%, 13% en 7% en het gewicht van de bloemtakken met respectievelijk 3% (niet significant), 25%, 32% en 15%. Hiermee ligt in deze proef de schadedrempel tussen Pi=41 en 145 *M. javanica* per 100 ml grond. *M. javanica* vermeerderde zich uitstekend op de getoetste cultivar. Bij Pi=41 nam de aaltjespopulatie met een factor 14,3x toe.

BESTRIJDING *M. JAVANICA*

In een containerproef met 12 liter grond per container, besmet met 171 *M. javanica* per 100 ml grond, is de preventieve effectiviteit getoetst van acht gewasbeschermingsmiddelen van natuurlijke oorsprong (GNO), namelijk de schimmels PL (*Paecilomyces lilacinus*) en Fo47 (een niet-pathogene *Fusarium oxysporum*), de bacterie BF (*Bacillus firmus*), Neem Cake en Az (azadirachtine-bevattende middelen), Chitine en Chitosan (middelen op basis van afval van kreeftachtigen) en GNO M. Deze middelen hebben geen toelating in Nederland ter bestrijding van wortelaaltjes. Dit geldt wel voor de twee geteste chemische middelen Temik 10 G en Nemacur 10 G. Van de GNO's leverde alleen GNO M een significant bestrijdingseffect op. Dit middel heeft een uitstekend bestrijdingsvermogen, maar is (nog) niet toegelaten. Temik 10 G en Nemacur 10 G hebben de wortelknobbelaaltjes respectievelijk uitstekend en zeer goed bestreden en zijn wel toegelaten.

VOORLOPIG ADVIES

Bij aanwezigheid van *M. javanica* en andere plantenparasitaire wortelaaltjes op het bedrijf wordt geadviseerd om tenminste twee keer per jaar te bemonsteren om op de hoogte te zijn van het verloop in de aaltjespopulatie. Bemonster in ieder geval na de eerste en de derde teelt na het stomen. Is de besmetting voor de volgende teelt hoger dan de schadedrempel van 145 *M. javanica* per 100 ml grond, dan luidt het voorlopige advies om te stomen of indien de beginbesmetting niet te veel boven de schadedrempel uitkomt Nemacur 10 G of Temik 10 G voor het planten door de grond te werken. Ook GNO M zou hiervoor in aanmerking kunnen komen, maar heeft (nog) geen toelating.

1 Inleiding

Het onderzoek naar de inventarisatie, schadelijkheid en bestrijding van wortelknobbelaaltjes in de teelt van jaarrondchrysanten is uitgevoerd door het Praktijkonderzoek Plant & Omgeving B.V. – Sector Glastuinbouw en is tot stand gekomen in samenwerking met de LTO commissie Chrysant. Dit project is voortgekomen uit het feit dat de praktijk de nodige problemen ervaart met wortelknobbelaaltjes, maar de nodige kennis hierover ontbeert.

1.1 Probleemstelling

Telers van jaarrondchrysanten worden de laatste jaren steeds vaker geconfronteerd met de aanwezigheid van wortelknobbelaaltjes (*Meloidogyne* spp.). Daarnaast blijven ook wortellessieaaltjes (*Pratylenchus* spp.) voor de nodige problemen zorgen. De problemen met wortellessieaaltjes dateren al vanuit de jaren tachtig toen het gebruik van methylbromide aan banden werd gelegd. Aantastingen door wortelknobbelaaltjes kende men in die jaren niet. Pas in 1995 is door de Plantenziektenkundige Dienst (PD) in Wageningen voor het eerst melding gemaakt van de aanwezigheid van het warmteminnende wortelknobbelaaltje *M. javanica* in een jaarrondteelt van chrysant. De laatste jaren beginnen wortelknobbelaaltjes echter steeds meer op te spelen, mogelijk als gevolg van het feit dat de teelttemperatuur enkele graden is verhoogd.

Met betrekking tot wortelknobbelaaltjes in de kasteelten van jaarrondchrysanten doen zich de volgende vragen voor:

1. Welke soorten wortelknobbelaaltjes komen er in de praktijk voor?
2. Hoe schadelijk zijn wortelknobbelaaltjes in relatie tot het aantal aaltjes waarmee tijdens het planten wordt gestart (= schadedrempel)?
3. Welke soort schade veroorzaken wortelknobbelaaltjes?
4. Hoe zijn wortelknobbelaaltjes te bestrijden?

In 2002 is getracht op alle vier de vragen een antwoord te krijgen. Daarvoor is in de praktijk een inventarisatie uitgevoerd. Dit is gebeurd in samenwerking met de PD, die de wortelknobbelaaltjes heeft geïdentificeerd. Indien er voor identificatie geschikte wortellessieaaltjes en andere wortelaaltjes in de wortel- en grondmonsters aanwezig waren, zijn ook deze op naam gebracht. De schadelijkheid en de soort schade zijn op PPO-locatie Aalsmeer onderzocht. Dit geldt ook voor het bestrijdingsonderzoek. In een eerste bestrijdingsproef is de effectiviteit onderzocht van twee chemische middelen (Temik 10 G en Nemacur 10 G) en tevens van acht gewasbeschermingsmiddelen van natuurlijke oorsprong (GNO's) om de afhankelijkheid van chemische middelen te verminderen. Bij de GNO's ging het om middelen op basis van azadirachtine, restproducten van kreeftachtigen, twee schimmelpreparaten: een niet-pathogene *Fusarium oxysporum* en *Paecilomyces lilacinus*, de bacterie *Bacillus firmus* en een hier niet bij name genoemde GNO. In dit rapport is deze GNO aangeduid met GNO M. Beide chemische middelen hebben in Nederland een toelating ter bestrijding van wortelaaltjes in grondteelten in kassen. Dit geldt niet voor de geteste GNO's.

1.2 Doelstelling

Inventariseren welke soorten wortelknobbel- en wortellessieaaltjes er in de praktijk in de jaarrondteelt van chrysanten aanwezig zijn. Nagaan wat de schadedrempel is van de gevonden wortelknobbelaaltjes en wat de schadelijkheid van deze aaltjes is. Effectiviteit vaststellen van toegelaten chemische middelen en van GNO's ter vermindering van aantasting door wortelknobbelaaltjes om alternatieven te vinden voor chemische middelen.

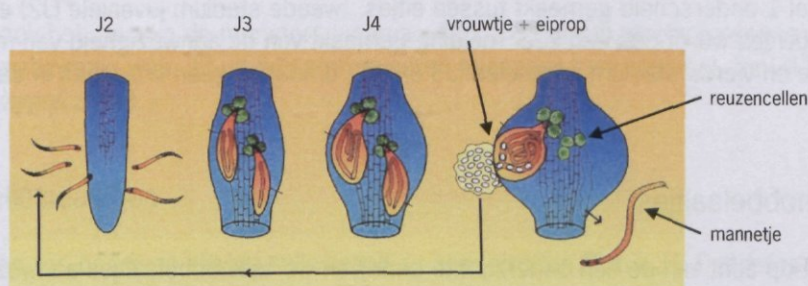
2 Inventarisatie

2.1 Inleiding

Voor een goed begrip van hetgeen verderop in dit rapport met betrekking tot de diverse stadia van wortelknobbelaaltjes wordt gezegd, wordt eerst de levenscyclus van het wortelknobbelaaltje behandeld. In aansluiting daarop is ook de levenscyclus van wortellesieaaltjes opgenomen.

• *Levenscyclus wortelknobbelaaltjes*

Aaltjes komen in het tweede juveniele stadium (J2), in lengte variërend van 380 tot 460 μm (Williams, 1972), uit de eitjes en gaan via de grond op zoek naar wortels (Figuur 1). In de strekkingszone dringen ze de wortel binnen en verplaatsen zich naar het centrale gedeelte van de wortel in de buurt van de zeefvaten. Daar beginnen ze zich te voeden met de inhoud van plantencellen en wordt de plant aangezet tot de vorming van wortelknobbels of gallen. Vervolgens zwellen de J2 op en ontwikkelen zich na twee vervellingen tot vierde-stadium juvenielen (J4). Tijdens dit proces worden er ook reuzencellen gevormd. Deze dienen als voedselbron voor het volwassen vrouwtje, dat na de vierde vervelling uit een J4 ontstaat. Het vrouwtje is ovaal tot bolvormig (540x800 μm) en melkwit van kleur (Williams, 1972). In opgezwollen toestand kunnen de aaltjes zich niet meer verplaatsen. Dit houdt in dat grondmonsters nooit J3, J4 en vrouwtjes zullen bevatten. Mannetjes zijn wel mogelijk, omdat deze aalvormig zijn en zodoende wel uit de wortels kunnen kruipen. Maar mannetjes worden nauwelijks gevormd, tenzij er sprake is van voedselgebrek. Daarbij komt dat mannetjes niet voor vermeerdering nodig zijn, omdat de vrouwtjes zich parthenogenetisch voortplanten. Vrouwtjes zetten de eitjes buiten het lichaam af in een gelatineuze massa, de zogenaamde eiprop. Hierdoor zijn de eitjes redelijk goed beschermd tegen ongunstige omstandigheden. Een eiprop bevat 300 - 500 eitjes. Uitschieters van duizend eitjes zijn mogelijk. Zijn de wortelknobbels slechts een paar mm groot, dan zullen de meeste eiproppen zich buiten de wortel bevinden. Het ei maakt een embryonale ontwikkeling door waaruit een eerste stadium juveniel (J1) ontstaat. Deze blijft in het ei, vervelt, waarna de J2 uit het ei te voorschijn komt. Hiermee is de cyclus rond.



Figuur 1 - Levenscyclus van het wortelknobbelaaltje.

• *Levenscyclus wortellesieaaltjes*

Wortellesieaaltjes doorlopen vanaf ei tot het volwassen stadium dezelfde levenscyclus als wortelknobbelaaltjes. Op een aantal punten onderscheiden ze zich echter van wortelknobbelaaltjes. Alle stadia, dat wil zeggen van J2 tot volwassen, kunnen de wortels binnendringen en ook weer verlaten omdat deze stadia aalvormig blijven. Ze zetten de plant niet aan tot vorming van wortelknobbels, maar doordat ze zich voeden met de inhoud van plantencellen sterven deze af en ontstaan er necrotische plekken of lesies op de wortels. Ook worden er geen reuzencellen gevormd. Bij wortellesieaaltjes is dit ook niet nodig, omdat alle aalvormige stadia zich kunnen verplaatsen en zodoende dus zelf op zoek kunnen gaan naar voedsel in nog niet-aangetaste worteldelen. De meeste eitjes worden in de wortels afgezet, maar ook in de grond kunnen eitjes worden afgezet en dus gevonden.

2.2 Materialen en methoden

In samenwerking met de Plantenziektenkundige Dienst (PD) in Wageningen is in april 2002 een inventarisatie uitgevoerd om vast te stellen welke soorten wortelknobbel- en wortellesieaaltjes er in de kasteelten van jaar-rondchrysanten aanwezig zijn. Daarvoor zijn op tien praktijkbedrijven grond en wortels verzameld van plekken waarvan op basis van symptomen is vastgesteld dat er sprake was van aantasting door wortelaaltjes. Voorafgaand aan de bedrijfsbezoeken is in samenhang met project 43.3154 'Verspreiding wortelziekten bij chrysant na hergebruik van niet-ontsmet drainwater: *Verticillium* en wortelaaltjes' een telefonische enquête gehouden om vast te stellen welke bedrijven problemen hebben met wortelaaltjes, op welke grondsoorten, enz. (Werd *et al.*, 2003). Op de met aaltjes besmette plekken zijn wortels verzameld en is met behulp van een grondboor grond gestoken uit de bovenste grondlaag van 0-30 cm. De monsters zijn op de PD onderzocht op aantallen en soorten aaltjes. Daarvoor zijn wortelmonsters ter grootte van 5 g verwerkt met behulp van de mixer-centrifuge-drijfmethode en zijn 100 ml-grondmonsters opgespoeld met behulp van de Oostenbrink-trechter. De PD heeft de monsters niet alleen onderzocht op wortelknobbel- en wortellesieaaltjes, maar ook op aanwezigheid van Longidoride-aaltjes. Daarvoor is 200 ml grond opgespoeld. Alle grondmonsters zijn na het opspoen gedurende een nacht van 16 uur op wattenfilters geëxtraheerd. Voor het bepalen van de soorten aaltjes zijn twee manieren gebruikt. Ten eerste morfologisch, dat wil zeggen op basis van innerlijke en uiterlijke kenmerken en ten tweede met behulp van elektroforese. Met deze laatstgenoemde techniek worden eiwitten gescheiden, waardoor er voor elke aaltjessoort een specifieke bandenpatroon van eiwitten ontstaat. De morfologische methode is gebruikt voor de wortellesieaaltjes en elektroforese voor identificatie van wortelknobbelaaltjes. Beide methoden konden alleen worden toegepast indien er volwassen aaltjes aanwezig waren.

2.3 Resultaten en discussie

In Tabel 1 staan de resultaten betreffende de aantallen en soorten wortelknobbel- en/of wortellesieaaltjes in de wortel- en grondmonsters, die afkomstig waren van tien praktijkbedrijven met jaarrondchrysanten. De vermelde bedrijfsnummers zijn overgenomen uit de enquête en zijn dezelfde als die in project 43.3154 zijn gebruikt. Onder elk bedrijfsnummer is ook de grondsoort genoemd. Wat betreft de wortelknobbelaaltjes in de wortels is in Tabel 1 onderscheid gemaakt tussen eitjes, tweede stadium juveniele (J2) en vrouwtjes. In de kolom onder vrouwtjes wordt ook één keer melding gemaakt van de aanwezigheid van mannetjes en twee keer van derde en vierde stadium juvenielen (J3 en J4), omdat er geen vrouwtjes in de wortelmonsters aanwezig waren.

2.3.1 Wortelknobbelaaltjes

Uit Tabel 1 blijkt dat op acht van de tien onderzochte bedrijven wortelknobbelaaltjes aanwezig waren. Per 5 g wortels ging het om 190 tot 52.149 eitjes, 7 tot 19.200 J2 en 30 tot 365 vrouwtjes. Waren er geen volgroeide vrouwtjes in de wortels aanwezig, dan zijn de aantallen J3 en J4 geteld (Bedrijf 13 en 22) en een keer ook het aantal mannetjes (Bedrijf 13). In de grondmonsters zijn alleen J2's aangetroffen, wat in overeenstemming is met de levenscyclus. Per 100 ml grond waren er 20 tot 11.615 J2's aanwezig.

Vier keer was een definitieve identificatie mogelijk en ging het om het warmteminnende wortelknobbelaaltje *M. javanica*. In de andere vier gevallen waren voor het uitvoeren van de elektroforetische soortbepaling geen geschikte vrouwtjes in de wortels aanwezig, dat wil zeggen dat zij nog niet geheel volgroeid waren. Wel is toen getracht de aaltjes te identificeren op basis van J2's. Maar omdat de morfologische kenmerken te variabel waren, kon niet met zekerheid worden gesteld welke soort wortelknobbelaaltje het betrof. Afgaande op de morfologische kenmerken kon het om een of twee soorten wortelknobbelaaltjes gaan, namelijk *M. arenaria* en/of *M. javanica*. Om de volgende reden wordt echter vermoed dat het toch alleen *M. javanica* betrof. In alle monsters waren de J2 van *Meloidogyne* namelijk erg variabel wat uiterlijke kenmerken

Tabel 1 - Wortelknobbelaaltjes (*Meloidogyne*) en wortellesieaaltjes (*Pratylenchus*) in wortel- en grond monsters van tien bedrijven met jaarrondteelten van chrysanten: aantallen en soorten aaltjes.

Bedrijf	Monster ¹⁾	Aantal <i>Meloidogyne</i>			Aantal <i>Pratylenchus</i>	Gedetermineerde soorten	
		eitjes	J2	vrouwtjes		<i>Pratylenchus</i>	<i>Meloidogyne</i>
1	wortels	-	-	-	7.890		
	lichte klei grond	-	20	-	10	<i>penetrans</i>	<i>javanica</i> of <i>arenaria</i> ⁷⁾
2	wortels	-	7	-	2		
	zand grond	-	150	-	5	<i>penetrans</i>	<i>javanica</i> of <i>arenaria</i> ⁷⁾
7	wortels	1.390	120	-	1.040		
	zand grond	-	-	-	10	<i>penetrans</i>	<i>javanica</i> of <i>arenaria</i> ⁷⁾
11	wortels	31.300	4.010	365	-	niet deter-	
	zware klei grond	-	7.765	-	40	mineerbaar ⁶⁾	<i>javanica</i>
13	wortels	190	20	200/30 ³⁾	-		
	zand grond	-	585	-	-	n.v.t.	<i>javanica</i>
14	wortels	52.149	1.925	30	-	niet deter-	
	zand grond	-	535	-	15	mineerbaar ⁶⁾	<i>javanica</i>
19	wortels ²⁾	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.		
	zand grond	-	-	-	-	n.v.t.	n.v.t.
20	wortels	-	19.200	n.b. ⁴⁾	-		
	zand/zavel grond	-	11.615	-	-	n.v.t.	<i>javanica</i>
21	wortels	-	-	-	610		
	zand grond	-	-	-	170	<i>penetrans</i>	n.v.t.
22	wortels	390	360	140 ⁵⁾	-		
	zandige zavel grond	-	145	-	-	n.v.t.	<i>javanica</i> of <i>arenaria</i> ⁷⁾

¹⁾ Grond: Extractie aaltjes uit 100 ml grond door middel van opspoelen. Voor Longidoride-aaltjes is 200 ml grond opgespoeld.

Wortels: Extratie aaltjes uit 5 g wortels met behulp van de mixer-centrifuge-drijfmethode.

²⁾ Geen wortels in het monster aanwezig.

³⁾ 200 J3+J4 en 30 mannetjes, geen vrouwtjes.

⁴⁾ Niet bepaald vanwege te sterke verdunning.

⁵⁾ J3+J4.

⁶⁾ Alleen juvenielen aanwezig waardoor determinatie op morfologische kenmerken niet mogelijk was.

⁷⁾ J2 zeer variabel waardoor *M. javanica* niet van *M. arenaria* is te onderscheiden.

betreft. Dat was ook het geval in de monsters waarvan door middel van elektroforese is vastgesteld dat alleen *M. javanica* aanwezig was. J2 uit één eiprop waren eveneens zeer variabel, terwijl het bijbehorende vrouwtje een *M. javanica* was.

2.3.2 Wortellesieaaltjes

In de monsters van zes bedrijven zijn wortellesieaaltjes aangetroffen (Tabel 1). Daarbij is vier keer vastgesteld dat het ging om het gewoon wortellesieaaltje *P. penetrans*. In de twee andere monsters waren alleen juvenielen aanwezig waardoor de soort niet kon worden bepaald. Electroforetische soortbepaling is bij wortellesieaaltjes moeilijk, zo niet onmogelijk, omdat daarvoor meer dan één aaltje nodig is om over voldoende eiwit te beschikken. Bij aanwezigheid van meerdere soorten wortellesieaaltjes in een monster levert de soortbepaling problemen op. In de monsters varieerde het aantal wortellesieaaltjes van 2 tot 7.890 per 5 g wortels en van 5 tot 170 per 100 ml grond.

Op vijf bedrijven zijn zowel wortelknobbelaaltjes als wortellesieaaltjes in de monsters aangetroffen. Wat betreft de grondsoorten waarop wortelknobbel- en wortellesieaaltjes voorkomen, blijkt uit Tabel 1 dat dit varieert van zand tot zware klei. Maar het betreft overwegend bedrijven met een zandgrond. Van beide soorten aaltjes is bekend dat zij een voorkeur hebben voor lichtere gronden.

2.3.3 Overige wortelaaltjes

De overige wortelaaltjes die in de monsters zijn aangetroffen, zijn in Tabel 2 opgenomen. Daarbij gaat het om niet (saprofage aaltjes) of nauwelijks (Criconematidae en speldaatjes, *Paratylenchus* spp.) schadelijke wortelaaltjes. Aaltjes uit de groep van de Longidoridae (*Longidorus elongatus*), die directe schade kunnen veroorzaken door het aanprikken van de wortels (Brinkman (PD), pers. mededeling, 2003), zijn in geen van de grondmonsters aangetroffen.

Tabel 2 - Overige wortelaaltjes in wortel- en grondmonsters van tien bedrijven met jaarrondteelten van chrysanten: aantallen en soorten aaltjes.

Bedrijf	Monster ¹⁾	Aantal Criconematidae	Aantal Paratylenchus	Aantal saprofage aaltjes
1	wortels	170	-	1.825
lichte klei	grond	-	60	3.380
2	wortels	-	-	n.b. ⁴⁾
zand	grond	-	-	335
7	wortels	-	-	760
zand	grond	-	5	1.735
11	wortels	-	-	n.b. ⁴⁾
zwarte klei	grond	-	840 ³⁾	1.210
13	wortels	-	-	n.b. ⁴⁾
zand	grond	-	-	670
14	wortels	-	-	n.b. ⁴⁾
zand	grond	-	730 ³⁾	1.130
19	wortels ²⁾	-	n.v.t.	n.v.t.
zand	grond	-	-	2.415
20	wortels	-	-	94.300
zand/zavel	grond	-	-	860
21	wortels	6 ²⁾	-	12
zand	grond	90 ²⁾	-	655
22	wortels	-	-	n.b. ⁴⁾
zandige zavel	grond	-	-	1.820

¹⁾ Monsters ter grootte van 5 g wortels en 100 ml grond.

²⁾ *Mesocriconema curvata*.

³⁾ *Paratylenchus dianthus*.

⁴⁾ Niet bepaald.

2.4 Conclusies

Een inventarisatie, uitgevoerd op tien bedrijven met jaarrondteelten van chrysant, heeft ten aanzien van het bepalen van de soorten wortelknobbel- en wortellesieaaltjes de volgende conclusies opgeleverd.

- **Wortelknobbelaaltje:** *Meloidogyne javanica*
- **Wortellesieaaltje:** *Pratylenchus penetrans*

3 Schadelijkheid *M. javanica*

3.1 Inleiding

In de jaren tachtig is onderzoek gedaan naar de schadelijkheid van het wortellesieaaltje *P. penetrans*. Hieruit bleek dat chrysant cv. Regoltime schade ondervindt van aantasting door *P. penetrans* wanneer er ten tijde van het planten tussen 200 en 400 aaltjes per 100 ml grond aanwezig zijn (Amsing, 1987). Bij deze aantallen aaltjes werd de taklengte met 7% gereduceerd en het takgewicht met 9%. Omdat informatie over de schadelijkheid van het wortelknobbelaaltje *M. javanica* ontbreekt, is een eerste proef hiernaar uitgevoerd. Deze moest informatie opleveren over de aard en hoogte van de schade en de schadedrempel. De schadedrempel geeft aan hoeveel aaltjes er bij het planten nodig zijn om schade bij chrysant te veroorzaken.

3.2 Materialen en methoden

3.2.1 Proefopzet

- *Beginbesmetting Pi*

Het onderzoek naar de schadelijkheid vond plaats in kas A26 van PPO Sector Glastuinbouw in Aalsmeer en is uitgevoerd in containers van 36x29x26 cm (lxbxh) met een inhoud van 24 liter. Voor het bepalen van de schadedrempel is gestart met vijf verschillende beginbesmettingen (P_i), namelijk 0, 41, 145, 663 en 2840 J2 van *M. javanica* per 100 ml grond overeenkomend met behandeling 1 t/m 5 (Tabel 3). Voor het verkrijgen van deze beginbesmettingen is uitgegaan van een onbesmette, gestoomde grond en een met *M. javanica* besmette grond. Om genoemde beginbesmettingen te realiseren, zijn de onbesmette en besmette grond in bepaalde verhoudingen door elkaar gemengd. De mengverhoudingen zijn in onderstaand overzicht aangegeven. De besmette grond was afkomstig van bedrijf 20, die volgens de inventarisatie alleen besmet was met *M. javanica* (Tabel 1 en 2). Op 1 mei 2002 is ca. 300 liter besmette grond opgehaald. Na menging met 40 liter zilverzand, is de grond op 2 mei beplant met chrysant cv. Reagan White Elite Arie om de besmetting van ca. 110 *M. javanica* per 100 ml grond te verhogen. Vijftien weken na het planten zijn de chrysanten uit de containers verwijderd en vier dagen daarna, op 16 augustus 2002, is de grond gebruikt in de schadelijkheidspreef door deze te mengen met onbesmette grond. Ook de onbesmette grond was afkomstig van een chrysantenbedrijf. Van dit bedrijf is ca. 900 liter gestoomde grond opgehaald. Omdat het een zware zavel betrof is deze gemengd met 140 liter EGO 1 en 120 liter zilverzand. Een gedeelte van de grond is gebruikt voor deze proef en de rest voor de bestrijdingsproef (Hfdst. 4). Uit beide grondhopen is een grondmonster gestoken voor het bepalen van de grondsoort. De onbesmette grond was een kleiige zand (5,3% klei, 19,7% silt en 75,0% zand) met 12,1% organische stof, terwijl de besmette grond een kleiarme zand was (4,4% klei, 6,8% silt en 88,8% zand) met een gehalte aan 5,4% organische stof. Bijlage 1 bevat de procedure volgens welke de grond voor de vijf beginbesmettingen is klaargemaakt. Per behandeling of beginbesmetting is 90 liter grond gebruikt wat totaal vier keer is omgeschept, ook wanneer geen besmette grond is gebruikt. Tijdens het omscheppen is zes liter water toegevoegd om de grond op een redelijke vochniveau te krijgen. Hiermee zijn vier containers met 22 liter grond gevuld. Omdat de weersverwachting duidde op enkele dagen met temperaturen van ca. 30-35 °C zijn de gevulde containers niet direct in de kas geplaatst, maar hebben ze afgedekt met plastic vier dagen bij 20°C gestaan. Op de dag van het planten zijn de containers naar de kas gebracht en aldaar in een gewarde blokkenproef opgesteld. De proef met vijf behandelingen is in viervoud uitgevoerd met één container per herhaling. Totaal omvatte de proef 20 containers (Foto 1 in Bijlage 7). Bijlage 2 laat de proefopstelling zien en geeft door middel van plotnummers aan waar de behandelingen in de kas hebben gestaan.

• *Teelt*

Op 20 augustus 2002 is er geplant. In elke container zijn negen in perskluitjes (4x4 cm) gewortelde chrysantenstekken cv. Reagan White Elite Arie gezet, waarbij de perskluitjes tot maximaal de halve hoogte in de grond zijn gedrukt. Tussen de perskluitjes zijn in iedere container zes druppelaars in de grond gestoken (Bijlage 2 en Foto 1). Elke druppelaar gaf 25 ml voedingsoplossing per minuut. De eerste week is niet via druppelaars voedingsoplossing gegeven, maar twee keer met de slang voorzien van een broeskop. Dit is gedaan om er voor te zorgen dat de perskluitjes vochtig bleven zolang de grond nog onvoldoende was beworteld. Daarna is dagelijks via druppelaars twee keer een minuut voedingsoplossing gegeven, wat neerkomt op een dagelijkse hoeveelheid van 300 ml voedingsoplossing per container. Vanaf 1 oktober is de dagelijkse gift verhoogd tot 400 ml voedingsoplossing per container. Bijlage 3 bevat de samenstelling van de voedingsoplossing (pH 5,2 en EC= 2,3 mS/cm). Om aantasting door wortelrot veroorzaakt door *Pythium* tegen te gaan, is elke container drie dagen na het planten aangegoten met 400 ml oplossing van AAterra (2g/l) en vervolgens met water licht nagebroest om bladverbranding te voorkomen. Verder zijn geen fungiciden toegediend en zijn insecten en mijten zoveel mogelijk biologisch bestreden.

Opmerking: Bij navraag bij een vermeerderaar van chrysant blijkt dat er tussen de cultivars geen duidelijke verschillen in vatbaarheid voor wortelaaltjes bekend zijn. Ook de geënquêteerde telers gaven aan geen verschillen in vatbaarheid te kennen. De keuze van Reagan White Elite Arie werd dan ook alleen bepaald door het feit dat dit een veel geteelde cultivar is.

Gedurende het vegetatieve stadium, wat duurde tot 21 dagen na het planten, brandde de chrysantenverlichting in de vorm van gloeilampen van 03.00 – 07.00 uur. Daarna is het generatieve stadium ingegaan door tot aan het einde van de proef op 4 november te verduisteren van 19.00 uur tot 09.00 uur. Gedurende de proefduur van elf weken was de temperatuur ingesteld op 19°C overdag en op 20°C 's nachts. Voor de hele proefperiode resulteerde dit in een gemiddelde etmaaltemperatuur van de kaslucht van 21,5°C met een minimum van 19,6°C en een maximum van 24,8°C. In dezelfde periode kwam de relatieve luchtvochtigheid uit op gemiddeld 69,3%, met een minimum van 52,5% en een maximum van 87,4%. In Bijlage 4 zijn de dagelijkse gerealiseerde etmaaltemperaturen en relatieve luchtvochtigheden grafisch weergegeven. Om de groei van het gewas te remmen, is er twee keer gespoten met Alar. De eerste keer 34 dagen na het planten toen het gewas een lengte had bereikt van ca. 55 cm (1,5 g Alar/liter) en de tweede keer acht dagen later bij een gewaslengte van ca. 65 cm (2,5 g Alar/liter).

Overzicht van de meest belangrijke proeffactoren

Kas	: A26
Containers	: 36x29x26 cm (lxbxh); 22 liter grond
Grond	
- onbesmet	: kleiige zand (5,3% klei, 19,7% silt en 75,0% zand); 12,1% organische stof
- besmet (Pi=2840)	: kleiarne zand (4,4% klei, 6,8% silt en 88,8% zand); 5,4% organische stof
Wortelknobbelaaltje	: <i>Meloidogyne javanica</i>
Beginbesmettingen Pi	: 0 J2/100 ml grond (onbesmette : besmette grond = 64 : 0)
(behandelingen)	41 J2/100 ml grond (onbesmette : besmette grond = 63 : 1)
	145 J2/100 ml grond (onbesmette : besmette grond = 60 : 4)
	663 J2/100 ml grond (onbesmette : besmette grond = 48 : 16)
	2840 J2/100 ml grond (onbesmette : besmette grond = 0 : 64)
Aantal herhalingen	: 4 (1 container/herh.)
Gewas	: chrysant cv. Reagan White Elite Arie (geworteld stek in perskluit)
Plantdatum	: 20 augustus 2002 (week 34); negen stekken/container
Temperatuur	: 19/20°C dag/nacht (instelling)
Verlichten	: tot 10/9: 03.00 – 07.00 uur (gloeilampen)
Verduisteren	: 10 september 2002: 19.00 – 09.00 uur
Voedingsoplossing	: pH 5,2 en EC: 2.3 mS/cm (samenstelling, zie Bijlage 3)
	week 34: handmatig; week 35-39: 300 ml/container; week 40-45: 400 ml/cont.
Remmen	: 23 september 2002 (gewaslengte ca. 55 cm): 1,5 g Alar/liter
	1 oktober 2002 (gewaslengte ca. 65 cm): 2,5 g Alar/liter
Proefperiode	: week 34 (20/82002) – week 45 (4/11/2002)

3.2.2 Beoordeling

- *Beginbesmetting Pi*

De beginbesmettingen zijn bepaald door de grond in de containers net voor het planten te bemonsteren. Bij elke behandeling (4 containers) resulteerde dit in één grondmonster samengesteld uit zes grondprikken per container. De grond is bemonsterd met behulp van een grondboor met een diameter van 16 mm en een lengte van 22,5 cm. Uit elke grondmonster zijn twee submonsters van 100 ml genomen, waarvan de minerale fractie is opgespoeld met behulp van de melkflessenmethode (Bezooijen, 1999a). De aldus verkregen aaltjessuspensies zijn geëxtraheerd op drie nematodenfilters (onder: 2 wattenfilters 'Hygia Rapid' + boven: 1 vliesfilter 'Hygia Favorit'). De filters bevonden zich in extractiezeven en deze weer in extractieschalen met 100 ml water. Na een extractieduur van 72 uur zijn de schalen afgegoten en zijn de aantallen wortelknobbelaaltjes (J2) in de suspensies geteeld. Daarvoor is gebruik gemaakt van een binoculair met onderbelichting. De aldus gevonden aantallen J2 van *M. javanica* zijn hierboven onder 'Proefopzet' reeds vermeld.

- *Gewasschade*

Gedurende de proefduur van elf weken is het gewas wekelijks gecontroleerd op aanwezigheid van bovengrondse symptomen die zouden kunnen duiden op schade als gevolg van aantasting door wortelknobbelaaltjes. Verder is vanaf de derde week na het planten wekelijks de lengte van de takken opgemeten. Bij beëindiging van de proef op 4 november, toen het gewas oogstrijp was, zijn de lengte en het gewicht van de bloemtakken bepaald. De bloemtakken zijn gelijk met de bovenkant van de perskluitjes afgeknipt. De lengte is gemeten vanaf de onderzijde van de bloemtak tot aan het uiteinde van de kelkblaadjes van de bovenste bloem.

- *Aaltjesaantasting*

Grondbesmetting J2. Nadat de bloemtakken waren afgesneden, maar voordat de perskluitjes met wortels uit de containers werden verwijderd, is uit elke container met de reeds eerder beschreven grondboor een grondmonster genomen, bestaande uit 18 grondprikken. Uit elke grondmonster is een 100-ml-submonster genomen waarvan de minerale fractie op dezelfde manier is verwerkt als hierboven.

Wortelknobbelenindex, -lengte en -gewicht. Voor het bepalen van de wortelsymptomen zijn alle perskluitjes met zoveel mogelijk wortels uit de containers gehaald en beoordeeld op de aanwezigheid van wortelknobbels. Voor een score van de knobbels is gebruikt gemaakt van een wortelknobbelenindex volgens schaal 0-10. Schaal 0 duidt op afwezigheid van wortelknobbels, schaal 1 op enkele, maar moeilijk te vinden wortelknobbels, enz. Schaal 10 geeft aan dat het wortelstelsel voor 100% bezet is met knobbels, waarbij de plant dood is. Voor een volledige overzicht van de wortelknobbelenindex wordt verwezen naar Bijlage 5. Aan elk perskluitje met wortels is volgens deze index een score toegekend. Voor het bepalen van de invloed van de aantasting op de wortelontwikkeling is per plant de maximale lengte van de wortels opgemeten en zijn per container de wortels van de negen planten bij elkaar gevoegd waarvan het vers wortelgewicht is bepaald.

Wortelaantasting J2. Per container zijn de bij elkaar gevoegde wortels gebruikt voor het maken van een wortelmonster ter grootte van 10 g nadat eerst de wortels in 1-cm-stukjes zijn geknipt en gemengd. De wortelmonsters zijn in een mixer gedurende 6-7 seconden op stand III geblenderd en vervolgens, net als de gespoelde grondmonsters, gedurende 72 uur geëxtraheerd op nematodenfilters (Bezooijen, 1999b). Daarna zijn de aantallen J2 van *M. javanica* geteld.

Reproductiefactor RF. Uitgaande van de aantallen J2 per 10 g wortels en 100 ml grond, de vers wortelgewichten en de hoeveelheid van 22 liter grond per container zijn de totale aantallen J2 per container berekend. Dit zijn de eindbesmettingen Pf per container. Op basis van de begin- en eindbesmettingen is berekend in welke mate de aaltjes zich hebben vermeerderd. Dit worden de reproductiefactoren RF genoemd. $RF = Pf / (Pi \times 220)$. Opmerking. Omdat Pi het aantal aaltjes weergeeft per 100 ml grond en Pf per container, moet Pi met een factor 220x (22 liter container = 220 x 100 ml) worden vermenigvuldigd om de totale beginbesmetting per container te verkrijgen.

- *Statistische toetsing*

De resultaten zijn statistisch verwerkt door middel van de variantie-analyse (ANOVA) en met de student t-toets op significantie beoordeeld ($P \leq 0,05$). Om de grote variaties in de aantallen aaltjes te verkleinen zijn deze aantallen voorafgaand aan de statistische verwerking getransformeerd naar $\log_{10}(\text{aantal} + 1)$.

3.3 Resultaten en discussie

3.3.1 Aaltjesaantasting

• Wortelknobbeldindex

Uit Tabel 3 blijkt dat de wortelknobbeldindex wki toenam naarmate de Pi hoger was. Pi=41 resulteerde in een gemiddelde wki van 3,6 wat neerkomt op de aanwezigheid van verscheidene grotere wortelknobbels (Bijlage 5). Bij de hoogste Pi was de wki opgelopen tot gemiddeld 4,6 wat betekent dat de wortelstelsels voor bijna 25% bezet waren met wortelknobbels. De grootste wortelknobbels hadden een dikte van maximaal 2 mm en een lengte van maximaal 3 cm, maar de meeste knobbels waren 5 tot 10 mm lang (Foto 3).

• Wortellengte en – gewicht

De wortelstelsels van de onbesmette planten waren het langst (Tabel 3). Naarmate Pi toenam, nam de wortellengte af (Figuur 2). Bij de hoogste Pi bedroeg de lengte nog maar 2-5 cm tegenover 18-20 cm bij Pi=0. De wortels hebben dus zeer te lijden gehad van de aantastingen door *M. javanica*. De afname van de wortellengte ging gepaard met lagere vers wortelgewichten per plant (Tabel 3 en Figuur 2). Maar niet Pi=0, de behandeling met de langste wortels, had het hoogste wortelgewicht, maar Pi=41. Dit komt door de aanwezigheid van wortelknobbels, die een grote bijdrage leveren aan het wortelgewicht.

• Aaltjes in wortels, grond en container

Wortels. Uit Tabel 3 blijkt dat in de wortels het aantal J2 licht toenam naarmate Pi toenam van 41 tot 663 J2 per 100 ml grond, resulterend in significante verschillen tussen Pi=41 en Pi=663. Bij Pi=2840 was de besmetting in de wortels weer iets lager, maar niet significant lager ten opzichte van de andere drie beginbesmettingen met aaltjes. De besmettingen in de wortels namen dus niet evenredig toe met een stijgende Pi. Dit kan op twee dingen duiden. Op de eerste plaats kan dit betekenen dat er te weinig wortels voor alle aaltjes waren om binnen te dringen en op de tweede plaats dat de meeste aaltjes wel de wortels zijn binnengedrongen, maar dat dit aantal zo hoog was dat er daarna onvoldoende voedsel voor alle aaltjes aanwezig was om zich te voeden en te vermeerderen. In beide gevallen is de wortelhoeveelheid de beperkende factor, waardoor de vermeerdering niet evenredig toeneemt met de beginbesmetting.

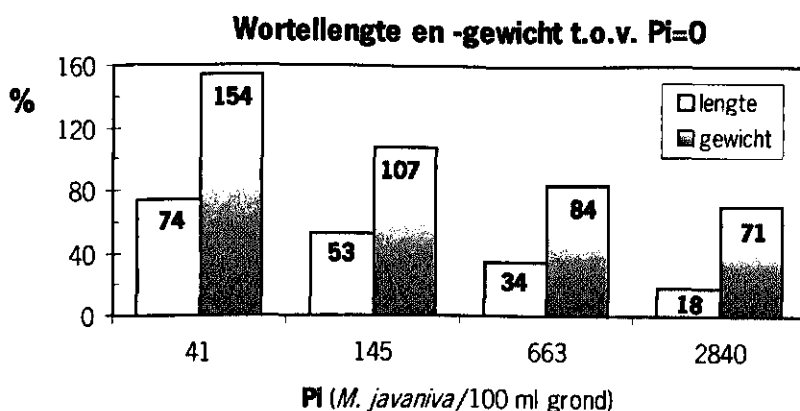
Grond. Ook in de grond was er geen duidelijke relatie tussen de beginbesmettingen en de aantallen aaltjes na afloop van de proef (Tabel 3). Zo waren na afloop de aantallen J2 bij de twee hoogste beginbesmettingen alleen significant hoger ten opzichte van de besmetting bij Pi=145, maar niet ten opzichte van Pi=41. Opvallend is dat bij Pi=2840 de besmetting in de grond zo sterk was teruggelopen. Dit kan komen doordat het merendeel van de aaltjes in de wortels is gekropen of dat er veel aaltjes gedurende de elf weken duren de proef zijn dood gegaan. Een behandeling zonder planten had over dit laatste aspect meer duidelijkheid kunnen verschaffen.

Tabel 3 - **Aaltjesaantastingen.** Invloed van de beginbesmettingen Pi met het wortelknobbelaaltje *Meloidogyne javanica* op de wortelknobbeldindex wki, wortellengte, vers wortelgewicht/plant, aantal wortelknobbelaaltjes in wortels, grond en container en de reproductiefactor RF bij chrysant cv. Reagan White Elite Arie geteeld in containers met grond (n=4).

Beh.	PI ¹⁾	Wortel-		Vers wortel-	Aantal <i>Meloidogyne javanica</i> (J2) per			RF
		wki (0-10)	lengte (cm)		10 g wortels	100 ml grond	container (Pf)	
1	0	0,0 a ²⁾	18-20	1.66 ..bc ²⁾	0 a ²⁾	0 a ²⁾	0 a ²⁾	0,0
2	41	3,6 ..b	13-15	2.54 a	23.625 ..b	337 ..bc	128.584 ..b	14,3
3	145	3,8 ..bc	8-12	1.78 ..b	32.075 ..bc	301 ..b	117.674 ..b	3,9
4	663	4,4 ...cd	5-8	1.39 ...cd	36.645 ...c	378 ...c	130.288 ..b	0,9
5	2840	4,6d	2-5	1.18d	27.868 ..bc	368 ...c	110.986 ..b	0,2

¹⁾ Beginbesmetting Pi (J2 van *M. javanica*/100 ml grond) tijdens het planten.

²⁾ Worden de gemiddelden in een kolom gevolgd door verschillende letters, dan zijn ze significant verschillend ($P \leq 0,05$).



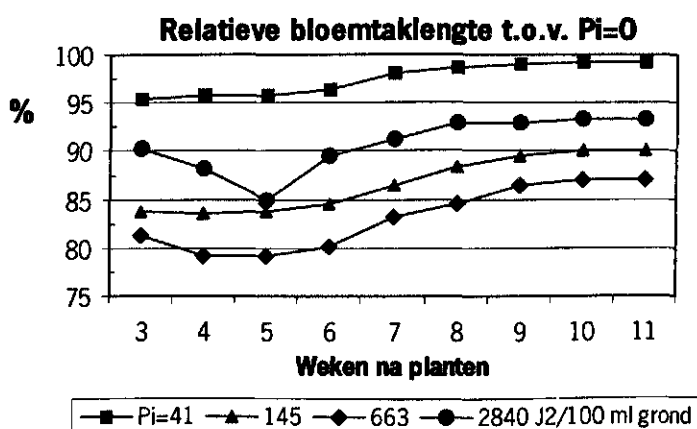
Figuur 2 - **Wortels.** Relatieve wortellengte en vers wortelgewicht ten opzichte van Pi=0, elf weken na het planten van chrysant cv. Reagan White Elite Arie in grond besmet met verschillende hoeveelheden (Pi) wortelknobbelaaltjes *Meloidogyne javanica* (n=4).

Containers. Uit Tabel 3 blijkt dat de eindbesmettingen Pf bij alle behandelingen met aaltjes gelijk waren en daarmee dus onafhankelijk waren van de hoogte van de beginbesmetting. Omdat de eindbesmettingen Pf gelijk waren, waren de reproductiefactoren RF omgekeerd evenredig aan de beginbesmettingen. Een RF van 14,3 bij Pi=41 duidt erop dat Reagan White Elite Arie een uitstekende waardplant is voor het warmtemin-nend wortelknobbelaaltje *M. javanica*. Uit informatie van een vermeerderaar en telers van chrysanten kan worden opgemaakt dat waarschijnlijk alle in de praktijk geteelde cultivars goede tot uitstekende waardplan-ten zijn voor dit wortelknobbelaaltje.

3.3.2 Gewasproductie

• Ontwikkeling bloemtaklengte en -gewicht

De eerste twee weken na het planten zijn er tussen de beginbesmettingen geen visuele verschillen in gewas-lengte waargenomen. Daarna begonnen er zich wel verschillen af te tekenen. Na drie weken varieerden de reducties in lengte ten opzichte van Pi=0 van minimaal 4% bij Pi=41 tot maximaal 19% bij Pi=663 (Figuur 3). Bij Pi=41 en 145 bleef het verschil in lengte ten opzichte van Pi=0 aanvankelijk gelijk, terwijl dit bij Pi=663 en 2840 groter werd, het grootst bij Pi=2840. Dat het verschil alleen bij de twee hoogste beginbe-smettingen toenam, moet verklaard worden uit het feit dat er bij deze twee behandelingen veel meer aaltjes



Figuur 3 - **Bloemtaklengte.** Relatief verloop ten opzichte van Pi=0 van de bloemtaklengte van chrysant cv. Reagan White Elite Arie, geteeld in containers met grond, in relatie tot de beginbesmetting Pi met het wortelknobbelaaltje *Meloidogyne javanica* (n=4).

in de grond aanwezig waren wat in zwaarder aangetaste wortelstelsels moet hebben geresulteerd. Vanaf vijf weken na het planten werden de verschillen in lengte tussen onbesmet en alle besmette behandelingen niet meer groter. In tegendeel, vanaf dat moment trad er een duidelijk herstel op wat zich doorzette tot aan de oogst. Dit zou te maken kunnen hebben met het feit dat vijf weken na het planten de eerste bespuiting met Alar is uitgevoerd. Verder is opvallend dat niet de hoogste beginbesmetting de grootste reductie in bloemtaklengte te zien heeft gegeven. Een mogelijke reden hiervoor wordt verderop in deze paragraaf besproken.

In het generatieve stadium van het gewas zijn er tussen de beginbesmettingen nooit verschillen in bloemknopontwikkeling waargenomen. Alle planten kwamen tegelijk in bloei. Er was dus geen sprake van bloei-ervroeging of -vertraging, verschijnselen waarvan de praktijk soms melding maakt.

• *Oogstfase: bloemtaklengte en gewicht*

Aantasting door wortelknobbelaaltjes heeft bij geen van de behandelingen tot uitval van planten geleid. Behalve bij $Pi=41$, hadden de aantastingen bij alle andere beginbesmettingen negatieve gevolgen voor de kwaliteit van de bloemtakken. Op het tijdstip van de oogst waren bij $Pi=145$, 663 en 2840 zowel de lengte als het gewicht van de bloemtakken significant verschillend ten opzichte van $Pi=0$ (Tabel 4). Bij $Pi=663$ waren de reducties in lengte en gewicht het grootst, namelijk respectievelijk 13% en 32%. Bij alle besmette behandelingen had het gewicht van de bloemtak meer te lijden van de aantasting dan de lengte. Naarmate de bloemtak korter werd, werd deze dus ook dunner. Dit wordt geïllustreerd door de afnemende gewichten per cm steellengte in de twee laatste kolommen van Tabel 4.

Zowel ten aanzien van de lengte als het gewicht van de bloemtakken heeft niet de hoogste beginbesmetting tot de grootste reductie geleid. Vanaf de eerste metingen tot aan de oogst bevond de lengte van het gewas van $Pi=2840$ zich tussen die van $Pi=41$ en $Pi=145$. De oorzaak moet gezocht worden in de verschillende grondsmenstellingen aangaande de grondsoort en/of de voedingssituatie. Maar welke factoren verantwoordelijk zijn geweest voor dit fenomeen is niet precies bekend. De analysecijfers van de grond (Bijlage 6) wijken niet dermate sterk van elkaar af dat daarin een verklaring kan worden gevonden. Tijdens de teelt deden er zich geen overmaatverschijnselen voor en waren de gebreksverschijnselen zeer minimaal. Bij alle door aaltjes aangetaste behandelingen was het blad in dezelfde mate iets lichter groen van kleur dan bij $Pi=0$.

Het gebruik van verschillende grondsoorten had vermeden kunnen worden door alleen onbesmette grond te gebruiken en deze te besmetten met verschillende hoeveelheden aaltjes overeenkomstig de beginbesmettingen. Dit betekent echter dat er aaltjes moeten worden gekweekt, bijvoorbeeld op tomaat, en dat deze vervolgens na extractie uit de wortels in de vorm van een suspensie door de grond moeten worden gemengd. Het extraheren maakt de aaltjes echter extra kwetsbaar waardoor een groot gedeelte van het aantal aangebrachte aaltjes niet tot aantasting zal komen. Bij het onderzoek naar de schadelijkheid moet er dus een keuze worden gemaakt tussen hetzij verschillende grondsoorten met een natuurlijke besmetting aan aaltjes, hetzij dezelfde grondsoorten maar dan met een minder vitale geëxtraheerde aaltjespopulatie. In dit onderzoek is gekozen voor verschillende grondsoorten met natuurlijke besmettingen aan aaltjes, omdat men in de praktijk ook te maken heeft met natuurlijke besmettingen. Deze keuze heeft tevens als resultaat opgeleverd dat de groeiomstandigheden van grote invloed zijn op de hoogte van de schade.

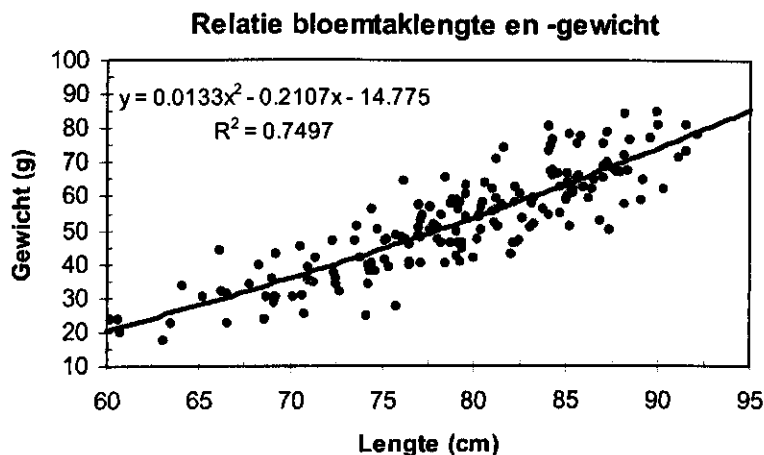
Tabel 4 - **Bloemproductie.** Bloemtaklengte en -gewicht van chrysant cv. Reagan White Elite Arie elf weken na het planten in met *Meloidogyne javanica* besmette grond (n=4).

Beh.	Pi ¹⁾	Bloemtaklengte		Bloemtakgewicht		Gewicht/lengte	
		(cm)	(%)	(g)	(%)	(g/cm)	(%)
1	0	84,5 a ²⁾	100	62,1 a ²⁾	100	0,73 a ²⁾	100
2	41	83,4 a	99	60,2 a	97	0,72 a	98
3	145	76,1 ..bc	90	46,7 ...c	75	0,61 ...c	83
4	663	73,7 ...c	87	42,5 ...c	68	0,57 ...c	77
5	2840	78,5 ..b	93	53,0 ..b	85	0,67 ..b	91

¹⁾ Beginbesmetting Pi (J2 van *M. javanica*/100 ml grond) tijdens het planten.

²⁾ Worden de gemiddelden in een kolom gevolgd door verschillende letters, dan zijn ze significant verschillend ($P \leq 0,05$).

In Figuur 4 is de lengte van alle veilingrijpe bloemtakken (x-as) uitgezet tegen het gewicht van de bloemtakken (y-as). De grafiek laat zien dat er een duidelijke relatie is tussen de lengte en het gewicht, maar tevens dat bij een bepaalde lengte het gewicht behoorlijk kan variëren.



Figuur 4 - **Bloemtaklengte en -gewicht.** Relatie tussen de lengte en het gewicht van de veilingrijpe bloemtakken van chrysant cv. Reagan White Elite Arie, geteeld in containers met grond.

• *Schadedrempel*

Uit het schadelijkheidsonderzoek is naar voren gekomen dat de schadedrempel voor de cultivar Reagan White Elite Arie ligt tussen 41 en 145 *M. javanica* per 100 ml grond. Dergelijke aantallen worden na één teeltronde gemakkelijk bereikt (Tabel 3). In de algehele discussie wordt nader ingegaan op de waarde van deze grenzen.

3.4 Conclusies

Uit het onderzoek naar de schadelijkheid van het warmteminnend wortelknobbelaaltje *M. javanica* voor chrysant cv. Reagan White Elite Arie, geteeld in containers met grond kunnen de volgende conclusies worden getrokken.

- Reagan White Elite Arie is een uitstekende waardplant voor *M. javanica*
- De wortelgroei wordt ernstig belemmerd door de aantasting
- Aantasting leidt tot kortere en minder zware bloemtakken
- Het gewicht van de bloemtakken loopt sterker terug dan de lengte
- Aantasting leidde niet tot vervroeging of vertraging van de bloei
- De schadedrempel voor de bloemtakken van de cultivar Reagan White Elite Arie ligt tussen een beginbesmetting van 41 en 145 *M. javanica* per 100 ml grond
- Na één teelt is de schadedrempel al overschreden

4 Bestrijding *M. javanica*

4.1 Inleiding

In de teelt van chrysant wordt jaarlijks een stoomronde uitgevoerd om allerlei grondgebonden problemen, waaronder wortelaaltjes, de baas te blijven. Wat betreft wortelaaltjes lukt dit slechts ten dele. Na twee teelten zijn de aaltjes meestal weer in de bovenste teeltlaag van 0 tot 30 cm terug te vinden. Om in de volgende teelten problemen door wortelaaltjes zoveel mogelijk te beperken, moet er een bestrijding worden uitgevoerd. Daarvoor heeft men tot nu toe alleen de beschikking over twee chemische middelen, Nematicur 10 G en Temik 10 G. Maar of deze middelen hun toelating nog lang zullen behouden, is onzeker. Andere middelen zijn daarom gewenst. Daarbij is gezocht naar middelen die weinig milieu-belastend zijn. In een eerste bestrijdingsproef bij chrysant in grond is de effectiviteit bepaald van acht gewasbeschermingsmiddelen van natuurlijke oorsprong (GNO) ten aanzien van het wortelknobbelaaltje *M. javanica*. De effectiviteit van deze middelen is vergeleken met die van beide eerder genoemde chemische middelen. De keuze van de GNO's is grotendeels gebaseerd op de inventarisatie van natuurlijke gewasbeschermingsmiddelen voor de Glastuinbouw wat in 2001 is uitgevoerd (Dik *et al.*, 2001).

4.2 Materialen en methoden

4.2.1 Proefopzet

• Middelen

Het onderzoek naar de effectiviteit van diverse middelen ten aanzien van de bestrijding van het wortelknobbelaaltje *Meloidogyne javanica* is uitgevoerd in kas A26 van PPO Glastuinbouw in Aalsmeer. De effectiviteit van tien middelen is bepaald, namelijk van acht GNO's en twee chemische middelen. Van de GNO's waren drie preparaten op basis van levende organismen, namelijk de schimmelmiddelen PL (*Paecilomyces lilacinus*) en Fo47 (een niet-pathogene *Fusarium oxysporum*) en het bacteriepreparaat BF (*Bacillus firmus*). Bij de andere vijf GNO's ging het om middelen met niet-levende stoffen als werkzame stof, namelijk Chitine en Chitosan (afvalproducten van kreeftachtigen), Neem cake en Az (azadirachtine, afkomstig van de boom *Azadirachta indica*) en een niet met name genoemde GNO, hier aangeduid met GNO M. Ook de werkzame stof van dit middel is niet in dit verslag genoemd, omdat het een uitstekende werking heeft laten zien en geen toelating heeft voor de bestrijding van wortelaaltjes. In Tabel 5 is aangegeven in welke doseringen de middelen zijn toegediend.

• Grond

De proef is uitgevoerd in Ø 32 cm containers met een inhoud van 12 liter grond en een teelhoogte van 22 cm. De gebruikte grond bestond uit een mengsel van onbesmette en met *M. javanica* besmette grond, waarvoor dezelfde grondsoorten zijn gebruikt als in de vorige proef (paragraaf 3.1.1). De onbesmette en besmette grondsoorten zijn gemengd in een verhouding van 12 : 1 wat resulteerde in een beginbesmetting van gemiddeld 171 *M. javanica* per 100 ml grond. De grond is niet per herhaling klaargemaakt, maar per behandeling bestaande uit vier containers waarvoor een grondhoop van 50 liter is gemaakt. Tegelijk met het doormengen van beide grondsoorten zijn ook de middelen door de grond gemengd. Op welke wijze de grond is klaargemaakt, is aangegeven in Bijlage 1. De volume-hoeveelheden van de middelen PL, Fo47, Temik 10 G en Nematicur 10 G waren zo gering dat deze in een emmer eerst door de besmette grond zijn gemengd en daarna over de onbesmette grondlaag uitgespreid. De overige middelen zijn niet eerst door de besmette grond gemengd, maar rechtstreeks over de laag besmette grond uitgestrooid (Chitine, Chitosan, BF en Neem cake) of uitgegoten (Az en middel M). Tijdens het doorscheppen van de grond is 4 liter water

Tabel 5 - **Behandelingen** ter bestrijding van *Meloidogyne javanica* bij chrysant in containers met grond.

Nr.	Middel	Werkzame stof	Dosering	Dosering per container ³⁾	Behandelingscode
1	Onbesmet	-	-	-	Onbesmet
2	Onbehandeld	-	-	-	Onbehandeld
3	PL	<i>Paecilomyces lilacinus</i> ¹⁾	50 kg/ha	0,308 g	PL 50
4	PL	<i>Paecilomyces lilacinus</i>	100 kg/ha	0,615 g	PL 100
5	Chitine	afval kreeftachtigen	2000 kg/ha	12,3 g	Chitine
6	Chitosan	afval kreeftachtigen	2000 kg/ha	12,3 g	Chitosan
7	Fo47	np <i>Fusarium oxysporum</i> ²⁾	200 g/m ³	2,4 g	Fo 200
8	Fo47	np <i>Fusarium oxysporum</i>	1000 g/m ³	12,0 g	Fo 1000
9	BF	<i>Bacillus firmus</i>	70 g/m	19,6 g	BF 70
10	BF	<i>Bacillus firmus</i>	140 g/m	39,2 g	BF 140
11	Neem Cake	azadirachtine	8000 kg/ha	30,8 g	Neem C
12	Az	azadirachtine	60 l/ha	0,369 ml	Az 60
13	Az	azadirachtine	120 l/ha	0,738 ml	Az 120
14	GNO M	-	50 l/ha	0,308 ml	GNO M
15	Temik 10 G	aldicarb	90 kg/ha	0,554 g	Temik
16	Nemacur 10 G	fenamifos	200 kg/ha	1,230 g	Nemacur

¹⁾ strain 251; 2x10⁹ sporen per gram product.

²⁾ np = niet pathogeen.

³⁾ Inwendige diameter container: 28 cm; oppervlakte: 0,0615 m².

toegevoegd om de grond op een redelijke vochniveau te krijgen. Hiermee zijn vier containers met 12 liter grond gevuld. Ook deze containers hebben vanwege het hete weer, evenals de containers in de schadelijkheidsproef (Hfdst. 3), vier dagen bij 20°C gestaan alvorens ze naar kas A26 zijn gebracht en aldaar in een gewarde blokkenproef zijn opgesteld. De proef omvatte totaal 16 behandelingen (Tabel 5) die in viervoud zijn uitgevoerd met één container per herhaling (Foto 2). Bijlage 2 laat de proefopstelling zien en geeft door middel van plotnummers aan waar de behandelingen in de kas hebben gestaan.

• Teelt

Op 20 augustus 2002 is er geplant. In elke container zijn vier in perskluitjes gewortelde chrysantenstekken cv. Reagan White Elite Arie gezet, waarbij de perskluitjes (4x4 cm) tot maximaal de halve hoogte in de grond zijn gedrukt. Tussen de perskluitjes zijn in iedere container drie druppelaars in de grond gestoken (Bijlage 2 en Foto 2). Elke druppelaar gaf 25 ml voedingsoplossing per minuut. De eerste week is niet via druppelaars voedingsoplossing gegeven, maar twee keer met de broes om er voor te zorgen dat de perskluitjes vochtig bleven zolang de grond nog niet voldoende was beworteld. Daarna is dagelijks via druppelaars twee keer een minuut voedingsoplossing gegeven, wat neerkomt op een dagelijkse hoeveelheid van 150 ml voedingsoplossing per container. Vanaf 1 oktober is de dagelijkse gift verhoogd tot 200 ml voedingsoplossing per container. Bijlage 3 bevat de samenstelling van de voedingsoplossing (pH 5,2 en EC= 2,3 mS/cm). Om aantasting door wortelrot veroorzaakt door *Pythium* te voorkomen, is elke container drie dagen na het planten aangegoten met 250 ml oplossing van AAterra (2g/l) en vervolgens met water licht nagebroest om bladverbranding te voorkomen. Verder zijn geen fungiciden toegediend en zijn insecten en mijten zoveel mogelijk biologisch bestreden.

Gedurende het vegetatieve stadium, wat duurde tot 21 dagen na het planten, brandde de chrysantenverlichting in de vorm van gloeilampen van 03.00 – 07.00 uur. Daarna is het generatieve stadium ingegaan door tot aan het einde van de proef op 28 oktober te verduisteren van 19.00 uur tot 09.00 uur. Gedurende de proefduur van tien weken was de temperatuur ingesteld op 19°C overdag en op 20°C 's nachts. Voor de hele proefperiode resulteerde dit in een gemiddelde etmaaltemperatuur van de kaslucht van 21,6°C met een minimum van 19,6°C en een maximum van 24,8°C. In dezelfde periode kwam de relatieve luchtvochtigheid uit op gemiddeld 69,8%, met een minimum van 52,5% en een maximum van 87,4%. In Bijlage 4 zijn de dagelijkse gerealiseerde etmaaltemperaturen en relatieve luchtvochtigheden grafisch weergegeven.

Overzicht van de meest belangrijke proeffactoren

Kas	: A26
Containers	: Ø32 cm en 24 cm hoog; 12 liter grond
Grond	: kleiige zand (5,2% klei, 18,7% silt en 76,1% zand); 11,6% organische stof
Wortelknobbelaaltje	: <i>Meloidogyne javanica</i>
Beginbesmetting Pi	: 171 J2/100 ml grond
Aantal herhalingen	: 4 (1 container/herh.)
Gewas	: chrysant cv. Reagan White Elite Arie (geworteld stek in perskluit)
Plantdatum	: 20 augustus 2002 (week 34); vier stekken/container
Temperatuur	: 19/20°C dag/nacht (instelling)
Voedingsoplossing	: pH 5,2 en EC: 2.3 mS/cm (samenstelling, zie Bijlage 3) week 34: handmatig; week 35-39: 300 ml/container; week 40-45: 400 ml/cont.
Remmen	: 23 september 2002 (gewaslengte ca. 55 cm): 1,5 g Alar/liter 1 oktober 2002 (gewaslengte ca. 65 cm): 2,5 g Alar/liter
Verlichten	: tot 10/9: 03.00 – 07.00 uur (gloeilampen)
Verduisteren	: vanaf 10/9: 19.00 – 09.00 uur
Proefperiode	: week 34 (20/8) – week 44 (28/10) 2002

4.2.2 Beoordeling

• *Beginbesmetting Pi*

De beginbesmetting is bepaald door de grond in de vier onbehandelde containers net voor het planten te bemonsteren. Dit resulteerde in één grondmonster samengesteld uit vijf grondprikken per container. De grond is bemonsterd met behulp van een grondboor met een diameter van 16 mm en een lengte van 22,5 cm. Uit het grondmonster zijn twee submonsters van 100 ml genomen, waarvan de minerale fractie is opgespoeld met behulp van de melkflessenmethode (Bezooijen, 1999a). De aldus verkregen aaltjessuspensies zijn geëxtraheerd op drie nematodenfilters (onder: 2 wattenfilters 'Hygia Rapid' + boven: 1 vliesfilter 'Hygia Favorit'). De filters bevonden zich in extractiezeven en deze weer in extractieschalen met 100 ml water. Na een extractieduur van 72 uur zijn beide schalen afgegoten en zijn de aantallen wortelknobbelaaltjes (J2) in de suspensies geteld. Daarvoor is gebruik gemaakt van een binoculair met onderbelichting. De aldus gevonden beginbesmetting is hierboven onder 'Proefopzet' reeds vermeld.

• *Gewasschade*

Tijdens de proefduur van tien weken zijn de planten regelmatig gecontroleerd op aanwezigheid van bovengrondse symptomen die zouden kunnen wijzen op schade door aaltjes en de door de grond gemengde aaltjesmiddelen. Op 28 oktober zijn de bloemtakken afgesneden waarvan de lengte is gemeten en het gewicht bepaald. De bloemtakken zijn gelijk met de bovenkant van de perskluitjes afgeknipt. De lengte is gemeten vanaf de onderzijde van de bloemtak tot aan het uiteinde van de kelkblaadjes van de bovenste bloem.

• *Aaltjesaantasting*

Grondbesmetting J2. Nadat de bloemtakken waren afgesneden, maar voordat de perskluitjes met wortels uit de containers werden verwijderd, is uit elke container met de reeds eerder beschreven grondboor een grondmonster genomen, bestaande uit 10 grondprikken. Ten behoeve van de aaltjesextractie is uit elk grondmonster een 100-ml-submonster genomen waarvan de minerale fractie op dezelfde manier is verwerkt als hierboven is aangegeven.

Wortelknobbindex en -gewicht. Voor het bepalen van de wortelsymptomen zijn alle perskluitjes met zoveel mogelijk wortels uit de containers gehaald en beoordeeld op de aanwezigheid van wortelknobbels. Voor het scoren van de knobbels is gebruikt gemaakt van een wortelknobbindex volgens schaal 0-10. Schaal 0 duidt op afwezigheid van wortelknobbels, schaal 1 op enkele, maar moeilijk te vinden wortelknobbels, enz. Schaal 10 geeft aan dat het wortelstelsel voor 100% bezet is met knobbels, waarbij de plant dood is. Voor een volledige overzicht van de wortelknobbindex wordt verwezen naar Bijlage 5. Aan elk perskluitje met

wortels is volgens deze index een score toegekend. Ook de vers wortelgewichten zijn bepaald.

Wortelaantasting J2. De wortels uit een container zijn verzameld en in 1-cm-stukjes geknipt. Hieruit is na menging een monster van 5 g wortels genomen. De wortelmonsters zijn in een mixer op stand III gedurende 6-7 seconden geblenderd en vervolgens, net als de gespoelde grondmonsters, gedurende 72 uur geëxtraheerd op nematodenfilters (Bezooijen, 1999b). Daarna zijn de aantallen J2 van *M. javanica* geteld.

- *Statistische toetsing*

De resultaten zijn statistisch verwerkt door middel van de variantie-analyse (ANOVA) en met de student t-toets op significantie beoordeeld ($P \leq 0,05$). Om de grote variaties in de aantallen aaltjes te verkleinen zijn deze aantallen voorafgaand aan de statistische verwerking getransformeerd naar $\log_{10}(\text{aantal}+1)$.

4.3 Resultaten

4.3.1 Aaltjesaantasting

- *Wortelknobbeldindex*

Uit Tabel 6 blijkt dat de onbehandelde, maar aangetaste chrysanten (Beh. 2) significant de hoogste wortelknobbeldindex hadden. Ruim 50% van de wortels was bezet met wortelknobbels (Bijlage 5). Bij onbehandeld waren de knobbels 1-3 cm lang en 1-2 mm dik. De chrysanten die met GNO M zijn behandeld lieten helemaal geen wortelknobbels zien, althans ze zijn niet gevonden. Vermoedelijk is er eentje over het hoofd gezien, aangezien er enkele aaltjes uit de wortels zijn geëxtraheerd. Samen met onbesmet (Beh. 1) was dit de enige behandeling zonder wortelknobbels. Bij alle overige behandelingen met GNO's (Beh. 3-13) varieerde de wki van 3,1 tot 5,7. Hoewel deze onderling significante verschillen vertoonden, leidde dit bij deze behandelingen niet tot significant verschillende aantallen aaltjes in de wortels wat later zal blijken. Bij Temik 10 G is slechts een minuscuul knobbeltje op de wortels gevonden, waardoor de wki op een minimale score uitkwam. Maar omdat er bij Temik 10 G geen aaltjes in de wortelmonsters aanwezig waren, had het ene knobbeltje mogelijk een andere oorzaak dan aantasting door wortelknobbelaaltjes. Zo kan ook insectenvraat aan de wortel een knobbeltje tot gevolg hebben. Het kan echter ook zijn dat de wortel wel door een aaltje is aangeprikt waardoor de plant werd aangezet tot de vorming van een knobbeltje, maar dat door de aanwezigheid van Temik 10 G het aaltje zich niet tot een vrouwtje heeft kunnen ontwikkelen en dus ook geen eitjes heeft kunnen afzetten. Evenals Temik 10 G had ook de behandeling met Nematicur 10 G een uiterst lage wki, maar bij deze behandeling werden wel aaltjes in de wortels gevonden. Op basis van wki zijn bestrijdingseffecten berekend ten opzichte van onbehandeld. Deze varieerde van 9% bij Chitosan tot 100% bij GNO M (Figuur 5).

- *Wortelgewicht*

Het vers wortelgewicht per plant was het hoogst bij BF 140 en het laagst bij GNO M. Dit laatste gegeven zou verklaard kunnen worden uit het feit dat er bij GNO M geen wortelknobbels aanwezig waren. Wortelknobbels dragen namelijk relatief sterk bij aan het wortelgewicht. Ook fytotoxiciteit van GNO M mag niet worden uitgesloten. Dit lijkt echter onwaarschijnlijk aangezien deze behandeling dezelfde lengte en gewicht van de bloemtakken hebben opgeleverd als onbesmet (Tabel 7).

- *Aaltjes in wortels en grond*

Wortels. Uit Tabel 6 blijkt dat van de GNO's alleen GNO M (Beh. 14) in staat is geweest om de aantasting tot een minimum te beperken. Ten opzichte van onbehandeld kwam GNO M uit op een uitstekend bestrijdingseffect van 99,8% (Figuur 5). Bij de overige GNO's was de aantasting in de wortels niet significant verschillend ten opzichte van onbehandeld en hebben daarmee dan ook geen bestrijdingseffect opgeleverd. Van de twee chemische middelen was Temik 10 G, zonder wortelknobbelaaltjes in de wortelmonsters, superieur aan Nematicur 10 G. Niettemin leverde ook Nematicur 10 G, evenals GNO M, een uitstekend bestrijdingseffect op.

Tabel 6 - **Aaltjesaantasting.** Effect van GNO's en chemische middelen ter voorkoming van aantasting van chrysant cv. Reagan White Elite Arie in containers met grond besmet met 171 wortelknobbelaaltjes *Meloidogyne javanica* per 100 ml grond (n=4).

Nr.	Behandeling	wki (0-10)	Wortelgewicht/plant		Aantal <i>M. javanica</i> per	
			(g)	(%)	5 g wortels	100 ml grond
1	Onbesmet	0,0 a ¹⁾	2,03 ..bcde ¹⁾	103	0 a ¹⁾	0 a ¹⁾
2	Onbehandeld	6,2h	1,98 ..bcde	100	24575d	205def
3	PL 50	3,8 ...cd	2,05 ..bcde	103	17525d	226def
4	PL 100	4,6ef	2,68 abcd	135	22875d	193def
5	Chitine	5,5g	2,98 ab	151	16800d	180de
6	Chitosan	5,7g	2,58 abcd	130	16725d	381f
7	Fo 200	4,0d	2,43 abcd	123	22025d	249def
8	Fo 1000	3,9 ...cd	2,58 abcd	131	21300d	218def
9	BF 70	4,8f	2,80 abcd	142	18425d	155d
10	BF 140	4,1de	3,50 a	178	19312d	205def
11	Neem C	3,4 ..bc	2,68 abcd	136	15712d	180de
12	Az 60	3,8 ...cd	1,75 ..bcde	89	26732d	354ef
13	Az 120	3,1 ..b	1,63 ...cde	82	27488d	324def
14	GNO M	0,0 a	0,85e	44	46 ..b	8 ...c
15	Temik	0,2 a	2,93 abc	148	0 a	3 ..b
16	Nemacur	0,5 a	1,58de	80	1273 ...c	13 ...c

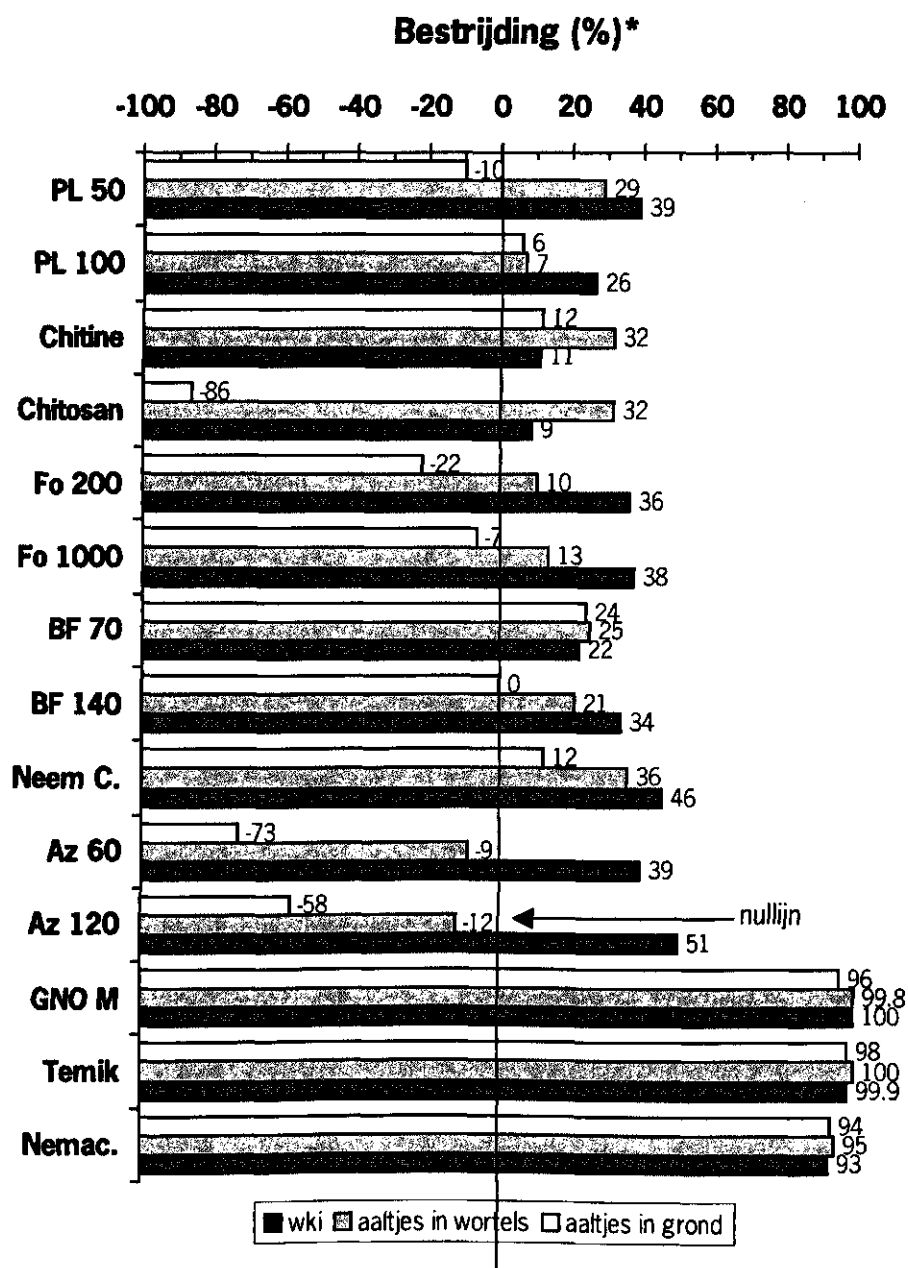
¹⁾ Worden de gemiddelden in een kolom gevolgd door verschillende letters, dan zijn ze significant verschillend (P≤0,05).

Grond. Van acht geteste GNO's leverde ten opzichte van onbehandeld alleen GNO M significant minder wortelknobbelaaltjes in de grond op (Tabel 6). Dat geldt ook voor beide chemische middelen Temik 10 G en Nemacur 10 G. GNO M en Temik 10 G kwamen tot uitstekend bestrijdingseffecten en Nemacur 10 G tot een zeer goed effect (Figuur 5).

De uitstekende werking van GNO M, in zowel wortels als grond, moet waarschijnlijk voor een belangrijk deel worden toegeschreven aan het feit dat dit middel, evenals de andere middelen, zo goed mogelijk met alle besmette grond in contact is gebracht. In de algehele discussie (Hfdst. 5) wordt hierop nader ingegaan.

Hoewel de overige GNO's (Beh. 3-13) in de grond geen significante bestrijdingseffecten hebben opgeleverd, waren er onderling wel significante verschillen (Tabel 6). Zo waren er bij Chitosan significant meer wortelknobbelaaltjes in de grond aanwezig dan bij Chitine. Voor aanvang van de proef werd van Chitosan een betere werking in de grond verwacht dan van Chitine. Dit vanwege het feit dat Chitosan als poeder is geformuleerd, waardoor het op meer plaatsen in de grond aanwezig is dan Chitine dat als vlokken is geformuleerd. Deze verwachting is echter niet uitgekomen. Mogelijk dat als gevolg van de poeder de concentratie aan werkzame stof op afzonderlijke plekken in de grond te laag is geweest. Indien dat de reden is, zou verhoging van de dosering tot betere effecten kunnen leiden. Maar de gebruikte dosering van 2 ton/ha is al dermate hoog dat een dergelijke behandeling economisch onrendabel is.

Op grond van eerdere ervaringen met *Bacillus firmus*, opgedaan in twee proeven met EKO-komkommers in grond ter bestrijding van het wortelknobbelaaltje *M. hispanica* (Amsing, 2002 en 2003) is in de chrysantenproef het effect van de behandelingen met deze bacterie (Beh. 9 en 10) tegengevallen. In beide komkommerproeven was als gevolg van *B. firmus* de besmetting in de grond met ca. 60% afgenomen ten opzichte van onbehandeld, terwijl in de chrysantenproef de afname maximaal 24% was. Het verschil in gebruikte formulering is mogelijk de oorzaak voor de afwijkende bestrijdingseffecten. In de komkommerproeven is een EKO-formulering gebruikt en in de chrysantenproef een formulering voor conventionele teelten. De hoeveelheid werkzame stof verschilde wel per formulering, maar bij de hoogste dosering in de chrysantenproef is meer werkzame stof gebruikt dan in de laatste komkommerproef. Of het aan de formulering heeft gelegen kan alleen worden vastgesteld door beide formuleringen in dezelfde proef op te nemen.



Figuur 5 - **Bestrijdingseffecten.** Op basis van de wortelknobbelindex (wki) en de aantallen wortelknobbelaaltjes *Meloidogyne javanica* in wortels en grond zijn ten opzichte van onbehandeld de bestrijdingseffecten van de middelen berekend bij chrysant cv. Reagan White Elite Arie geteeld in containers met grond.

* Bestrijding (%) = $100 - (\text{behandeld/onbehandeld}) \times 100$

zeer slecht : < 0%
 slecht : 0-24%
 matig : 25-49%
 redelijk : 50-69%
 goed : 70-84%
 zeer goed : 85-94%
 uitstekend : 95-99%
 uitmuntend : 100%

4.3.2 Gewasproductie

• Bloemtaklengte en -gewicht

Uit Tabel 7 blijkt dat bij onbehandeld een beginbesmetting van 171 *M. javanica* per 100 ml grond geen significant kortere en minder zware bloemtakken heeft opgeleverd dan bij de onbesmette planten. Deze beginbesmetting heeft dus niet tot schade geleid. Dit wijkt af van de resultaten die in de schadelijkheidsproef zijn gevonden waarin de beginbesmetting van 145 *M. javanica* wel schadelijk was. Dit verschil in schadelijkheid kan verklaard worden door het feit dat de mengverhoudingen tussen de onbesmette en besmette grond in beide proeven verschillend waren. De samenstelling van de grond was zodoende niet gelijk. Een andere oorzaak zou gevonden kunnen worden in het verschil in wortelgewichten tussen de onbesmette planten in beide proeven. Op basis van de wortelgewichten was er in de bestrijdingsproef 23% meer wortelmassa aanwezig, dit ondanks het feit deze proef een week eerder is beëindigd dan de schadelijkheidsproef. De aanwezigheid van meer wortelmassa kan een verklaring zijn voor het feit dat de beginbesmetting van 171 *M. javanica* in de bestrijdingsproef geen schade heeft veroorzaakt. Maar daar staat tegenover dat er in de bestrijdingsproef 47% meer aaltjes per plant aanwezig waren dan in de schadelijkheidsproef. Mogelijk dat het verschil in grondsamenstelling de belangrijkste oorzaak is geweest voor het uitblijven van schade in de bestrijdingsproef.

De drie middelen die *M. javanica* zeer goed tot uitstekend hebben bestreden (GNO M, Temik 10 G en Nema-cur 10 G), kwamen tot dezelfde bloemtaklengte en -gewicht als onbesmet. Bij de behandelingen met de andere middelen, die geen bestrijding hebben opgeleverd, was dat niet altijd het geval. Dit geldt met name voor de lengte van de bloemtakken. Het zou dus kunnen zijn dat bij deze behandelingen de beginbesmetting van 171 *M. javanica* per 100 ml grond wel tot schade heeft geleid. Maar het is ook mogelijk dat er sprake is geweest van fytotoxiciteit wat hier niet nader wordt besproken omdat geen van deze middelen een significante bestrijding heeft opgeleverd.

Tabel 7 - **Bloemproductie.** Bloemtaklengte en -gewicht van chrysant cv. Reagan White Elite Arie tien weken na het planten in met *Meloidogyne javanica* besmette grond (Pi=171), behandeld met middelen (n=4).

Nr.	Behandeling	Bloemtaklengte		Bloemtakgewicht	
		(cm)	(%)	(g)	(%)
1	Onbesmet	84,0 a ¹⁾	103	61,6 ab ¹⁾	110
2	Onbehandeld	81,3 abcd	100	56,2 abcd	100
3	PL 50	74,0f	91	50,0d	89
4	PL 100	78,1de	96	55,2 ..bcd	98
5	Chitine	83,2 ab	102	62,2 a	111
6	Chitosan	80,9 abcd	100	57,3 abc	102
7	Fo 200	77,6e	96	56,3 abcd	100
8	Fo 1000	77,6e	96	53,9 ...cd	96
9	BF 70	79,2 ...cde	98	58,7 abc	104
10	BF 140	78,3de	96	62,1 a	111
11	Neem C	77,4e	95	56,6 abc	101
12	Az 60	78,2de	96	54,4 ...cd	97
13	Az 120	80,1 ..bcde	99	57,0 abc	101
14	GNO M	82,0 abc	101	57,1 abc	102
15	Temik	82,8 ab	102	59,4 abc	106
16	Nemacur	83,1 ab	102	59,5 abc	106

¹⁾ Worden de gemiddelden in een kolom gevolgd door verschillende letters, dan zijn ze significant verschillend ($P \leq 0,05$).

4.4 Conclusies

Uit het onderzoek naar de bestrijding van het warmteminnend wortelknobbelaaltje *Meloidogyne javanica* bij chrysant cv. Reagan White Elite Arie, geteeld in containers met grond, kunnen de volgende conclusies worden getrokken.

- De beginbesmetting van 171 *M. javanica* per 100 ml grond heeft geen aantoonbare schade veroorzaakt
- De GNO's *Paecilomyces lilacinus*, *Bacillus firmus*, Fo47, Chitine, Chitosan, Neem Cake en Az hebben geen bestrijdend effect opgeleverd
- GNO M heeft een uitstekend bestrijdingsvermogen
- De chemische middelen Temik 10 G en NemaCur 10 G hebben de aaltjes respectievelijk uitstekend en zeer goed bestreden

5 Algehele discussie en aanbevelingen

INVENTARISATIE

De inventarisatie op tien praktijkbedrijven met jaarrondchrysanten naar de soorten wortelknobbelaaltjes (*Meloidogyne* spp.) en wortellesieaaltjes (*Pratylenchus* spp.) heeft aangetoond dat in Nederland in ieder geval het warmteminnend wortelknobbelaaltje *M. javanica* en het wortellesieaaltje *P. penetrans* aanwezig zijn. Of er nog andere wortelknobbel- en wortellesieaaltjes in het spel waren, kon niet met zekerheid worden vastgesteld, maar dit lijkt onwaarschijnlijk.

Uit navraag bij de Plantenziektenkundige Dienst (PD) in Wageningen en het Laboratorium voor Grond- en Gewasonderzoek (BLGG) in Oosterbeek, twee instanties die veel grond- en wortelmonsters onderzoeken op aanwezigheid van wortelaaltjes blijkt dat er in het verleden nooit andere wortellesieaaltjes dan *P. penetrans* bij chrysant zijn gevonden. Wat betreft wortelknobbelaaltjes is door de PD 1x *M. arenaria* aangetroffen en in de jaren 60 en 70 enkele keren *M. incognita* in kassen waar voordien tomaten hebben gestaan (Brinkman, pers. mededeling, 2002). *M. arenaria* vermeedert zich op chrysant en is schadelijk. Naar de bevindingen van Brinkman vermeedert *M. incognita* zich slecht op chrysant wat wordt bevestigd door onderzoek van Hackney and Dickerson (1975). Niettemin zou *M. incognita* wel schadelijk kunnen zijn voor chrysant (Brinkman, pers. mededeling, 2002). Maar omdat chrysant een slechte waardplant is voor *M. incognita* zal de aaltjespopulatie afnemen waardoor de kans op schade ook afneemt. *M. javanica* is in 1995 voor het eerst door de PD in een jaarrondteelt van chrysant aangetroffen.

Wat betreft het BLGG, deze instantie heeft in de periode van 1-08-2001 tot 18-12-2002 21 traceerbare grondmonsters van chrysant onderzocht op wortelaaltjes. Hierin zijn 7x *P. penetrans*, 1x *M. hapla* en 2x niet-geïdentificeerde wortelknobbelaaltjes aangetroffen.

In de handboeken betreffende plantenziekten en in het 'Compendium of Chrysanthemum Diseases' worden wortelknobbel- en wortellesieaaltjes wel genoemd als zijnde schadelijk voor chrysant, maar er worden geen specifieke soorten genoemd. In de literatuur van de afgelopen 30 jaar wordt nauwelijks melding gemaakt van plantenparasitaire wortelaaltjes bij chrysant (geraadpleegde databases: Agricola, Agris Current en CAB-Abstracts). In die periode zijn slechts zeven artikelen over wortelaaltjes verschenen wat aangeeft dat wortelaaltjes in chrysant geen wereldwijd probleem vormen. In zes artikelen gaat het over wortelknobbel- en wortellesieaaltjes en in een artikel over de speldaaletjes (*Paratylenchus* spp.). De laatst genoemde aaltjes zijn ectoparasitair en zijn nauwelijks schadelijk te noemen. Met betrekking tot wortelknobbelaaltjes is *M. javanica* in geen enkel artikel genoemd, wel *M. graminicola* (Yik and Birchfield, 1979) en *M. incognita* (Hackney and Dickerson, 1975 en Kobayashi, 1995). Vermeedert *M. incognita* zich slecht op chrysant, *M. graminicola* doet het nog slechter. Wat betreft de wortellesieaaltjes gaat het in de artikelen om het schadelijke aaltje *P. penetrans* (Silviera et al., 1988; Crozzoli, 1989 en Kobayashi, 1995) en de weinig of niet-schadelijke aaltjes *P. alleni* (Hackney and Dickerson, 1975) en *P. pseudocoffeae* (Mizukubo, 1992).

Hoewel het warmteminnend wortelknobbelaaltje *M. javanica* in 1995 voor het eerst in een jaarrondteelt van chrysant is aangetroffen, werden de laatste jaren steeds vaker problemen met wortelknobbelaaltjes gemeld. Uit deze inventarisatie, uitgevoerd op acht bedrijven met wortelknobbelaaltjes, is gebleken dat met zekerheid is vastgesteld dat het daarbij in de helft van het aantal gevallen ging om *M. javanica*, maar in de andere helft vermoedelijk ook. De toename van de problemen met *M. javanica* en eventueel andere soorten wortelknobbelaaltjes houdt mogelijk verband met de verhoging van de (bodem)temperaturen in de chrysantenteelt, onder andere door hoger ingestelde kastemperaturen en door een toenemend gebruik van assimilatiebelichting. Omdat deze teeltmaatregelen een algemene trend zijn, kan verondersteld worden dat de problemen met *M. javanica* verder zullen toenemen in de komende jaren.

SCHADELIJKHEID *M. JAVANICA*

Uit de schadelijkheids- en bestrijdingsproef blijkt dat de omstandigheden van invloed zijn op de schadelijkheid en daarmee op de hoogte van de schadedrempel. Zo veroorzaakte in de schadelijkheidsproef een

beginbesmetting (Pi) van 45 *M. javanica* per 100 ml grond geen schade en 145 *M. javanica* per 100 ml grond wel. In dezelfde proef waren 2840 *M. javanica* per 100 ml grond minder schadelijk dan $P_i=145$ en veroorzaakte in de bestrijdingsproef de beginbesmetting van 171 *M. javanica* per 100 ml grond helemaal geen schade. Niet alleen de beginbesmetting is bepalend of er wel of geen schade ontstaat, ook andere factoren zoals de grondsoort en de hoeveelheid grond waarin de chrysanten groeien zijn hierop van invloed. Hierdoor biedt het hanteren van de in de schadelijkheidsproef gevonden schadedrempel van 41 tot 145 *M. javanica* voor de praktijk geen absolute zekerheid of er wel of geen schade zal optreden. Omdat de omstandigheden tussen de bedrijven sterk kan variëren, betekent dit dat daarmee ook de schadedrempel per bedrijf kan verschillen. Om beter inzicht in de schadedrempel te kunnen krijgen, moet deze dan ook onder praktijkomstandigheden worden bepaald en bij voorkeur op diverse bedrijven met verschillende grondsoorten.

BESTRIJDING *M. JAVANICA*

Van de acht geteste GNO's is alleen GNO M in staat geweest het wortelknobbelaaltje *M. javanica* te bestrijden en wel zodanig dat de eenmalige behandeling een uitstekend bestrijdingseffect heeft opgeleverd. Vermoedelijk moet het grootste deel van dit effect worden toegeschreven aan de wijze waarop GNO M en ook de andere middelen zijn toegediend. Deze bestond er uit dat de middelen door de grond zijn gemengd waardoor alle aaltjes direct hiermee in contact zijn gebracht. Voor deze wijze van toedienen is gekozen om het potentiële vermogen tot bestrijding onder zo optimaal mogelijke omstandigheden te testen. Bij een andere toedieningswijze moet dan ook rekening worden gehouden met minder goede bestrijdingseffecten. In de praktijk worden de granulaten Temik 10 G en NemaCur 10 G voor het planten door de grond gemengd. Maar het doormengen van granulaten met behulp van een frees of een ander roterende werktuig is geen eenvoudige zaak. Bij deze wijze van inwerken moet rekening worden gehouden met een minder goede verdeling van het granulaat dan in onze proef is verkregen en derhalve ook met minder goede bestrijdingseffecten. Voor vloeibare middelen geldt dat deze na het planten direct met het water kunnen worden meegegeven. Dit scheelt extra werk, maar of de werking dan net zo goed is als wanneer het voor het planten wordt uitgegoten en ingewerkt, wordt sterk betwijfeld. Dit geldt ook voor het vloeibare middel GNO M dat na het doormengen een uitstekend bestrijdingseffect heeft opgeleverd. Voor de praktijk zal nu moeten worden nagegaan hoe effectief GNO M is als het direct na het planten wordt toegediend en wat het effect zal zijn van lagere doseringen dan de gebruikte 50 liter/ha.

VOORLOPIG ADVIES

Hoewel in de schadelijkheidsproef aantasting door *M. javanica* niet tot uitval leidde, is dit wel mogelijk gebleken (Werd en Amsing, 2003). In de proef veroorzaakte de aantasting kortere en minder zware bloemtakken bij beginbesmettingen die boven de schadedrempel van 145 *M. javanica* per 100 ml grond lagen: 7% tot 13% kortere bloemtakken en 15% tot 32% lichtere bloemtakken. Dit kwaliteitsverlies zal leiden tot minder hoge veilingprijzen. In de praktijk worden opbrengstverliezen gemeld van 10% tot 15%. Uitgaande van de variabele kosten voor stomen van ongeveer €1,00/m² per jaar en de gemiddelde opbrengst per teelt van ongeveer €10,00 betekent een opbrengstverlies van tenminste 10% dat de kosten van één keer extra stomen hiermee worden gecompenseerd.

Bij aanwezigheid van *M. javanica* en andere plantenparasitaire wortelaaltjes op het bedrijf wordt geadviseerd om tenminste twee keer per jaar te bemonsteren om zo op de hoogte te zijn van het verloop in de aaltjespopulatie. Bemonster in ieder geval na de eerste en de derde teelt na het stomen. Is de besmetting voor de volgende teelt hoger dan de schadedrempel van 145 *M. javanica* per 100 ml grond, dan luidt het voorlopige advies om te stomen of indien de beginbesmetting niet te veel boven de schadedrempel uitkomt NemaCur 10 G of Temik 10 G voor het planten door de grond te mengen. Maar bij welke beginbesmettingen beide middelen in staat zijn deze zodanig te verlagen dat er geen opbrengstverliezen zullen optreden, is niet bekend en zal verder moeten worden onderzocht. Ook GNO M zou hiervoor in aanmerking kunnen komen, maar heeft nog geen toelating. In overleg met de fabrikant wordt nagegaan welke stappen moeten worden ondernomen om tot een toelating te komen.

Literatuur

- AMSING, J.J., 1987. Beginbesmetting bepaalt uiteindelijke kwaliteit: wortellesieaaltjes bij chrysant. *Vakblad voor de Bloemisterij* 3: 60-63.
- AMSING, Jan en Henny VAN GURP, 2002. Geïntegreerde aanpak wortelaaltjes enige oplossing. *Groenten & Fruit* 2, 30-31.
- AMSING, J.J., H.A.J.M. VAN GURP, J.W.M. KEMPEN en P.P.H.G. BOUTEN, 2003. Geïntegreerde aanpak van wortelknobbelaaltjes in een EKO-teelt van komkommer – Onderzoek 2002: schadedrempels, biologische middelen en groencomposten. *PPO Rapport (in druk)*.
- BEZOOIJEN, J. VAN, 1999a. Erlenmeyer- of (melk)flessenmethode. In: Methoden en technieken voor Nematologie: 24-25. *Vakgroep Nematologie, Landbouwniversiteit Wageningen*.
- BEZOOIJEN, J. VAN, 1999b. Mixer/nematodenfiltermethode. In: Methoden en technieken voor Nematologie: 38-41. *Vakgroep Nematologie, Landbouwniversiteit Wageningen*.
- CROZZOLI, P.R., 1989. Control of the nematode *Pratylenchus penetrans* in chrysanthemum with different doses of aldicarb. *Fitopatologia-Brasileira* 2 (2): 33-34.
- Dik, A.J., J.J. Amsing, C.M.J. Bloemhard, B.C. Boertjes en D.J. van der Gaag (2001). Inventarisatie van natuurlijke gewasbeschermingsmiddelen voor de glastuinbouw.
http://www.gewasbescherming.nl/main_thema_genoeg_project.html
- HACKNEY, R.W. and O.J. DICKERSON, 1975. Marigold, Castor Bean and Chrysanthemum as Controls of *Meloidogyne incognita* and *Pratylenchus alleni*. *Journal of Nematology* 7: 84-90.
- KOBAYASHI, Y., 1995. The analyses of the damages of Chrysanthemum morifolium Ramat. caused by nematodes and their control measures. *Technical Bulletin of the Shizuoka Agricultural Experiment Station (Japan)* 19: 1-77.
- MEREDITH, J.A. and D. RIVAS, 1982. Evaluation of carbofuran and aldicarb for control of *Paratylenchus* in chrysanthemum in Venezuela. *Nematropica* 12 (2): 269-277.
- MIZUKUBO, T., 1992. *Pratylenchus pseudocoffeae* n.sp. (Nematoda: Pratylenchidae) from composite plants in Japan. *Applied Entomology and Zoology* 27 (3): 437-444.
- SIVEIRA, S.G.P., S.M. CURI and A.C.D. TOLEDO, 1988. Occurrence of the nematode *Pratylenchus penetrans* in chrysanthemum soil in Sao Paulo State. *Fitopatologia-Brasileira* 13 (1): 71-72.
- YIK, C.P. and W. BIRCHFIELD, 1979. Host studies and reactions of rice cultivars to *Meloidogyne graminicola*. *Phytopathology* 69 (5): 497-499.
- WERD, Rik de en Jan AMSING, 2003. Verspreiding wortelziekten bij chrysant na hergebruik van niet-ontsmet drainagewater. Inventarisatie: *Verticillium* en wortelaaltjes. *PPO Rapport (in druk)*.

Bijlage 1 Grond klaarmaken

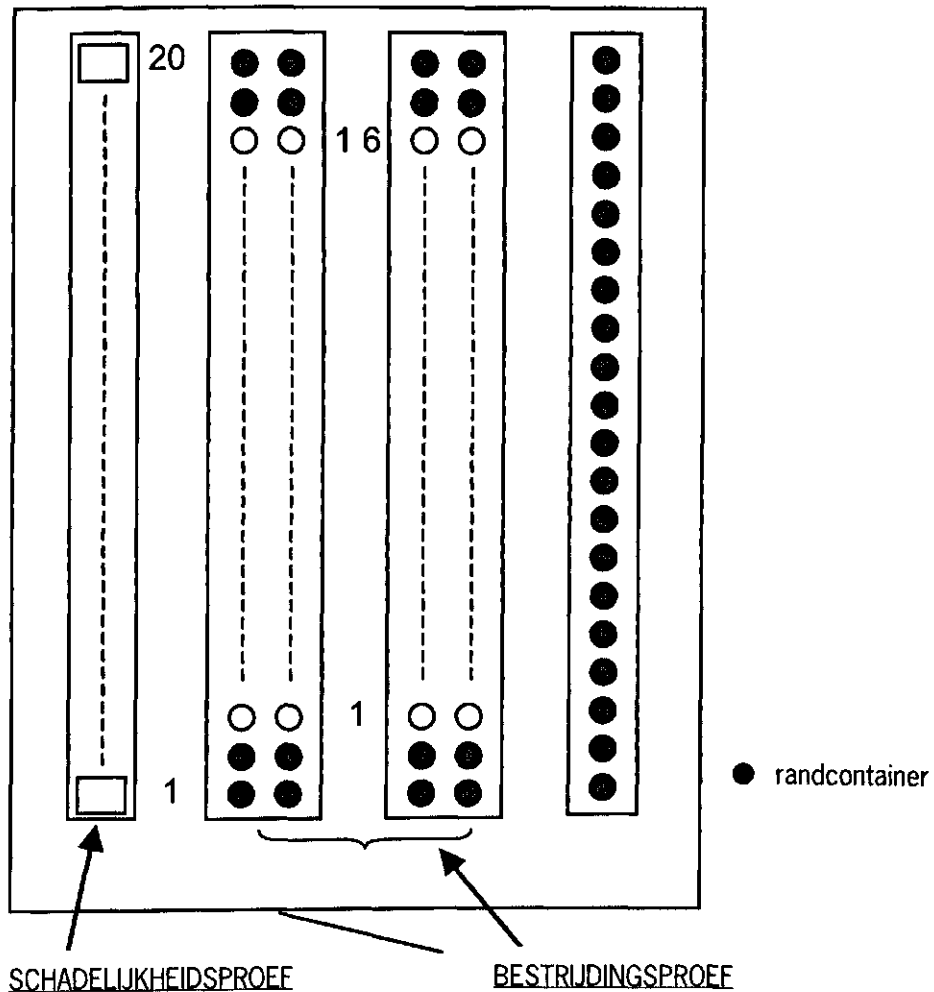
Schadelijkheidsproef

- Benodigde hoeveelheid onbesmette grond uitspreiden op betonnen ondergrond
- Hoop onbesmette grond afvlakken (80x80 cm), hoogte 6-8 cm
- Benodigde hoeveelheid besmette grond over de onbesmette grond uitstrooien
- Grond 1^e keer doorscheppen
- Grond 2^e keer doorscheppen
- Hoop afvlakken
- 3 liter water over gemengde grond uitgieten
- Grond 3^e keer doorscheppen
- Hoop afvlakken
- 3 liter water over gemengde grond uitgieten
- Grond 4^e keer doorscheppen
- Vier 24-liter containers vullen

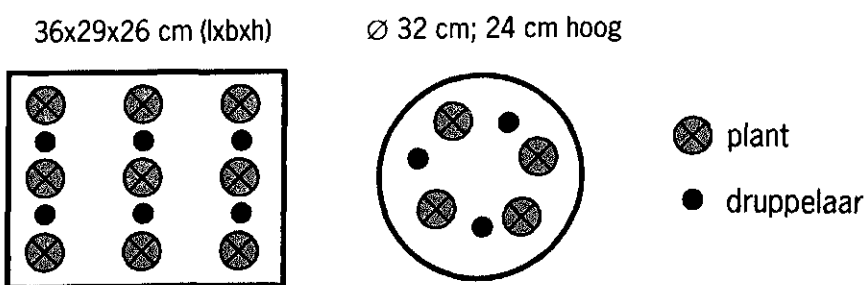
Bestrijdingsproef

- Benodigde hoeveelheid onbesmette grond uitspreiden op betonnen ondergrond
- Hoop onbesmette grond afvlakken (80x80 cm), hoogte 6-8 cm
- Benodigde hoeveelheid besmette grond al dan niet vermengd met middel over de onbesmette grond uitstrooien
- Indien middel niet vermengd, dan nu middel uitstrooien of uitgieten
- Grond oppervlakkig met de hand doormengen
- Grond 1^e keer doorscheppen
- Grond 2^e keer doorscheppen
- Hoop afvlakken
- 2 liter water over gemengde grond uitgieten
- Grond 3^e keer doorscheppen
- Hoop afvlakken
- 2 liter water over gemengde grond uitgieten
- Grond 4^e keer doorscheppen
- Vier 12-liter containers vullen

Bijlage 2 Proefopstelling, containers en plotnummers



Figuur 6 - **Proefopstelling.** Schadelijkheidspreef: 1 rij met 20 24-liter-containers 36x29x26 cm (lxbxh) en bestrijdingspreef: vier rijen met 16 12-liter-containers Ø 32 cm, 24 cm



Figuur 7 - **Containers.** Schadelijkheidspreef: rechthoekige container met negen planten en zes druppelaars; Bestrijdingspreef: ronde containers met vier planten en drie druppelaars.

Tabel 8 - **Plotnummers.** Schadelijkheidsproef.

Beh.	Pi (J2/100 ml grond)	Plotnummers			
		Herh. I	II	III	IV
1	0	2	10	12	17
2	41	5	9	13	16
3	145	1	6	15	19
4	663	4	8	14	20
5	2849	3	7	11	18

Tabel 9 - **Plotnummers.** Bestrijdingsproef.

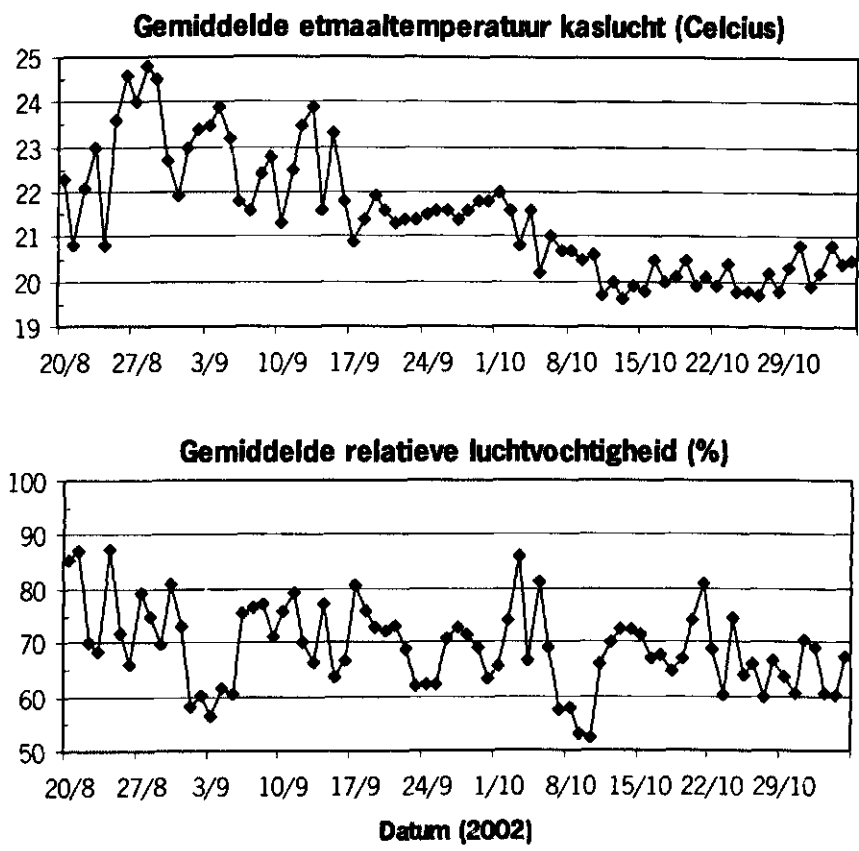
Beh.	Middel	Dosering	Plotnummers			
			Herh. I	II	III	IV
1	Onbesmet	-	8	22	33	51
2	Onbehandeld	-	2	23	44	58
3	<i>P. lilacinus</i>	50 kg/ha	7	32	36	55
4	<i>P. lilacinus</i>	100 kg/ha	15	31	40	64
5	Chitine	2 ton/ha	11	26	45	63
6	Chitosan	2 ton/ha	6	29	41	60
7	Fo47	200 g/m ³	14	20	35	52
8	Fo47	1000 g/m ³	12	17	38	56
9	<i>B. firmus</i>	70 g/m	3	27	39	49
10	<i>B. firmus</i>	140 g/m	9	18	47	57
11	Neem cake	8 ton/ha	13	25	43	50
12	azadirachtine	60 l/ha	1	21	48	59
13	azadirachtine	120 l/ha	5	30	42	53
14	GNO M	50 l/ha	16	28	37	62
15	Temik 10 G	90 kg/ha	4	19	46	61
16	Nemacur 10 G	200 kg/ha	10	24	34	54

Bijlage 3 Samenstelling voedingsoplossing

Tabel 10 - Samenstelling voedingsoplossing voor chrysant in grond

(pH 5,2 en EC = 2,3 mS/cm)			
Nitrakal	0,62 ml/liter	Baskal	0,50 ml/liter
Zwakal	0,46 „	Fe	0,70 „
Amnitra	0,15 „	B	0,50 „
Calsal	0,78 „	Mn	0,50 „
Magnitra	0,23 „	Zn	0,60 „
BFK	0,36 „	Cu/Mo	0,50 „
N(NO ₃)	15,738 mmol/liter	N(NH ₄)	1,202 mmol/liter
P	1,209 „	K	9,068 „
Ca	3,632 „	Mg	1,516 „
S	1,814 „	OH ⁻	0,001 „

Bijlage 4 Kasklimaat: luchttemperatuur en RV



Figuur 8 - Verloop gemiddelde kasluchttemperatuur en relatieve luchtvochtigheid in kas A26 op PPO-lacatie Aalsmeer vanaf 20/8 t/m 4/11/2002.

Bijlage 5 Wortelknobbelindex



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

Bijlage 6 Voedingscijfers grond

Tabel 11 - **Voedingscijfers grond.** Schadelijkheids- en bestrijdingsproef einde teelt.

Grootheid	Eenheid	Schadelijkheidsproef					Bestrijdingsproef
		Beh. 1 Pi=0	2 Pi=41	3 Pi=145	4 Pi=663	5 Pi=2840	
pH	-	6,72	6,73	6,77	6,76	6,77	6,76
EC	mS/cm	1,53	1,47	1,16	1,05	0,99	1,18
NH4	mmol/l	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1
NO3	mmol/l	8,1	7,8	5,7	6,1	5,8	6,1
P	mmol/l	0,28	0,32	0,29	0,32	0,37	0,26
K	mmol/l	1,9	2,2	1,8	2,0	2,9	1,9
Ca	mmol/l	3,3	3,1	2,4	2,0	1,6	2,4
Mg	mmol/l	2,3	2,1	1,6	1,3	0,8	1,5
Na	mmol/l	2,1	1,9	1,6	1,3	0,6	1,6
Cl	mmol/l	0,4	0,3	0,2	0,2	0,1	0,3
SO4	mmol/l	2,9	2,7	2,0	1,5	1,2	1,9
HCO3	mmol/l	0,3	0,3	0,3	0,3	0,2	0,3
Si	mmol/l	0,25	0,22	0,24	0,23	0,19	0,22
Fe	μmol/l	3,8	2,8	3,1	3,2	4,5	2,5
Mn	μmol/l	0,2	0,1	0,1	< 0,1	< 0,1	0,1
Zn	μmol/l	0,8	0,5	0,3	0,2	0,1	0,2
B	μmol/l	14	13	15	12	8	12
Cu	μmol/l	0,41	0,34	0,30	0,35	0,22	0,3
Mo	μmol/l	0,1	0,1	0,2	0,1	0,1	0,1
Organ. stof	%	14,9	14,6	13,9	11,3	5,8	14,0

Bijlage 7

Foto's



Foto 1. **Schadelijkheidsproef.** Overzicht (boven) en container (rechts).



Foto 2. **Bestrijdingsproef.** Overzicht (boven) en container (rechts).





Foto 3. **Chrysantenwortels.** Wortelknobbeltjes als gevolg van aantasting door het wortelknobbelaaltje *Meloidogyne javanica*: 1 tot 2 mm dik en 0,5 tot 1 cm lang (maximale lengte: 3 cm).