

Inventarisatie en beheersing van het quarantaine aaltje *Meloidogyne chitwoodi* binnen de pootgoedteelt in de Wieringermeer

Willemien T. Runia, Wianda G. van Gastel en Gerard W. Korthals
Praktijkonderzoek Plant & Omgeving (PPO-AGV) te Lelystad

© 2006 Wageningen, Praktijkonderzoek Plant & Omgeving B.V.

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

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

Dit onderzoek is uitgevoerd in nauwe samenwerking met de WLTO werkgroep "chitwoodi" en de studieclub "chitwoodi" en is financieel mogelijk gemaakt door:



Hoofdproductschap Akkerbouw

PROVINCIE



De Stichting Proefboerderij
Prof. Dr. J. M. van Bemmelenhoeve

Projectnummer: 520177

Praktijkonderzoek Plant & Omgeving B.V.

Sector Akkerbouw, Groene ruimte en Vollegrondsgroenten

Adres : Edelhertweg 1, Lelystad
: Postbus 430, 8200 AK Lelystad
Tel. : 0320 - 291111
Fax : 0320 - 230479
E-mail : info.ppo@wur.nl
Internet : www.ppo.wur.nl

Inhoudsopgave

pagina

Samenvatting	5
1 Inleiding	7
2 Materiaal en methoden	9
3 Resultaten	13
4 Discussie en conclusie	18

Samenvatting

Het maiswortelknobbelaaltje *Meloidogyne chitwoodi* (Mc), veroorzaakt grote economische schade in diverse gewassen waaronder aardappelen, erwten, peen en schorseneer. *M. chitwoodi* wordt bovendien in steeds meer regio's aangetroffen. Mede door de grote consequenties van dit toenemende probleem heeft *M. chitwoodi* sinds mei 1998 de quarantainestatus (Q-status). Dit betekent voor de praktijk dat al het uitgangsmateriaal zoals pootgoed, plantgoed, knollen en bollen vrij moet zijn van dit aaltje.

De afgelopen 10 jaar is gebleken dat dit aaltje goed beheersbaar is op bedrijfsniveau door een uitgekende rotatie en bedrijfshygiënische maatregelen. Voor een organisme met een Q-status is dit echter niet voldoende omdat voor vermeerderingsmateriaal een nultolerantie geldt.

Sinds 1992 is *M. chitwoodi* aangetroffen in de Wieringermeer. Vanwege de belangrijke positie van de Wieringermeer als teeltgebied van uitgangsmateriaal (aardappel, bollen) is het vóórkomen en uitbreiden van het aantal besmettingshaarden met *M. chitwoodi* een zorgelijke ontwikkeling. Sanering van *M. chitwoodi* is voor bedrijven in regio's, die afhankelijk zijn van de teelt van uitgangsmateriaal cruciaal. In de Wieringermeer is onderzoek uitgevoerd naar de mogelijkheden tot sanering van *M. chitwoodi*.

Op twee gedeelten van een besmet perceel zijn diverse behandelingen uitgevoerd in twee verschillende proefjaren; 2003 en 2004 (zie tabel). De behandelingen zijn vanaf week 26 aangelegd. Op het eerste perceel is in 2004 als tussenjaar een zwarte braak in combinatie met een zomerteelt bladrammenas uitgevoerd. Vervolgens is op beide percelen in 2005 een pootgoedteelt aardappels (Asterix) uitgevoerd om het effect van de behandelingen op de pootgoedteelt na te gaan. Aaltjesanalyses zijn uitgevoerd voor en na de diverse behandelingen en voor en na de aardappelteelt. De opbrengst van de aardappels is bepaald en de aantasting (knolaantastingsindex) van de aardappels door *M. chitwoodi*.

BEHANDELINGEN	OBJECTEN
1	Braak (controle onbehandeld)
2	Monam (controle behandeld)
3	Biologische grondontsmetting met gras
4	Biologische grondontsmetting met zomertarwe
5	Zomertarwe inwerken
6	Zomertarwe doorgroei met graanopslag
7	Chitine (garnalenafval)
8	Baggerspecie; 30-40 cm hoog
9	Italiaans raaigras
10	Italiaans raaigras; 6 weken na opkomst doodgespoten
11	Bladrammenas

Biologische grondontsmetting heeft het beste resultaat gegeven voor wat betreft het reduceren van de *Meloidogyne chitwoodi* aantasting. De nultolerantie die voor pootgoed is vereist, wordt het dichtst benaderd na een biologische grondontsmetting in combinatie met een rustjaar. In dit rustjaar is de grond braak gehouden, waarna een zomerteelt bladrammenas is uitgevoerd.

Biologische grondontsmetting heeft ook een positieve invloed op de aardappelopbrengst. Ook de kwaliteit van de aardappels (knolaantastingsindex (KAI)) wordt gunstig beïnvloed in die zin dat deze KAI relatief laag is na biologische grondontsmetting ten opzichte van de overige behandelingen.

De einddichtheden van *Meloidogyne chitwoodi* na de aardappelteelt in combinatie met Monam of chitine zijn relatief laag en geven een vergelijkbaar resultaat als zwarte braak of de teelt van bladrammenas.

De overige behandelingen leveren geen bijdrage aan het elimineren van *Meloidogyne chitwoodi*. Het aanbrenge van een laag bagger uit de aangrenzende watergang op percelen is niet aan te bevelen.

Meloidogyne chitwoodi is er niet door gedood en in de aardappelteelt was de groei vertraagd en het gewas geler van kleur.

Hoewel de sanering in dit project nog niet voor 100% is gerealiseerd, zijn er toch voldoende aanknopingspunten om dit uiteindelijk wel mogelijk te maken. Te denken valt aan een verbetering of

combinatie van effectieve technieken. Andere alternatieven kunnen eveneens worden ingezet. Ook de teelt van resistentere rassen bladrammenas tegen *Meloidogyne chitwoodi* kan mogelijk het resultaat verbeteren. Voor pootgoed is het van cruciaal belang dat uiteindelijk een volledige sanering tot stand komt.

1 Inleiding

Het maiswortelknobbelaaltje *Meloidogyne chitwoodi* (Mc), veroorzaakt grote economische schade in diverse gewassen waaronder aardappelen, erwten, peen en schorseneer. *M. chitwoodi* wordt bovendien in steeds meer regio's aangetroffen. Mede door de grote consequenties van dit toenemende probleem heeft *M. chitwoodi* sinds mei 1998 de quarantainestatus (Q-status). Dit betekent voor de praktijk dat al het uitgangsmateriaal zoals pootgoed, plantgoed, knollen en bollen vrij moet zijn van dit aaltje.

De afgelopen 10 jaar is gebleken dat dit aaltje goed beheersbaar is op bedrijfsniveau door een uitgekende rotatie en bedrijfshygiënische maatregelen. Voor een organisme met een Q-status is dit echter niet voldoende omdat voor vermeerderingsmateriaal een nultolerantie geldt.

In 1992 is *M. chitwoodi* voor het eerst aangetroffen in een partij consumptieaardappelen geteeld in de Wieringermeer. Sindsdien zijn er meerdere besmettingen geconstateerd. Vanwege de belangrijke positie van de Wieringermeer als teeltgebied van uitgangsmateriaal (aardappel, bollen) is het vóórkomen en uitbreiden van het aantal besmettingshaarden met *M. chitwoodi* een zorgelijke ontwikkeling. Voor individuele telers zijn de directe gevolgen dramatisch: besmette partijen worden afgekeurd en de gespecialiseerde teelt van voortgangsmateriaal als aardappelpootgoed en bloembollen komt in het geding. Met de huidige kennis is het mogelijk om besmettingen laag te houden, maar niet om besmette grond weer aaltjesvrij te krijgen. Dit aspect van sanering van *M. chitwoodi* is voor bedrijven in regio's, die afhankelijk zijn van de teelt van uitgangsmateriaal juist cruciaal. In de Wieringermeer is gedurende de periode 2002-2005 onderzoek uitgevoerd naar de mogelijkheden tot sanering van *M. chitwoodi*.

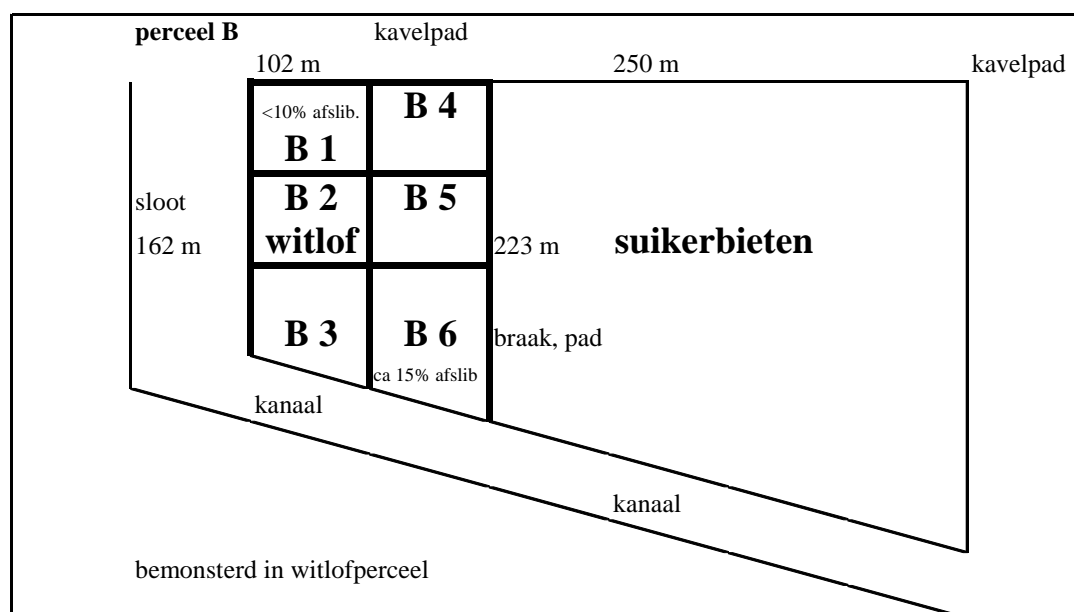
Dit verslag vermeldt de opzet en resultaten van dit onderzoek.

2 Materiaal en methoden

Proefopzet

In 2002 is de geplande onderzoekslocatie bemonsterd op de aanwezigheid van *M. chitwoodi* om de mate van aantasting en de verspreiding over het perceel vast te stellen. Het perceel is gecodeerd met een letter om de anonimiteit van de teler te garanderen. De bemonsteringen zijn uitgevoerd op 29 juli. De oppervlakte bedroeg totaal 2 ha. Het schema van het bemonsterde perceel staat vermeld in figuur 1.

Figuur 1 Schema voorbemonstering perceel B



Het proefveld is aangelegd over de bemonsterde strook B1 t/m B3 omdat daar de hoogste aantallen aanwezig bleken te zijn. In 2003 is zomertarwe geteeld op de hele oppervlakte om de populatie *M. chitwoodi* op peil te houden. Direct na de oogst in juli 2003 zijn tussen week 25 en 42 op B1 en de helft van B2 verschillende behandelingen uitgevoerd om *M. chitwoodi* te saneren. Het proefveld is aangelegd als een gewarde blokkenproef. Dit betekent dat in elk van vier blokken (herhalingen) elke behandeling 1 maal voorkomt (zie foto 1).



Foto 1 Overzicht proefveld sanering *M. chitwoodi*

Er zijn 11 behandelingen uitgevoerd. De rest van het proefveld is in 2003 braak gehouden na de tarweoogst. In januari 2004 is weer zomertarwe gezaaid op het hele proefveld met uitzondering van proefveld "2003", waarna in het najaar van 2004 op proefveld 2004 (de andere helft van B2 en B3) de 11 behandelingen zijn herhaald in eenzelfde proefopzet. Op het proefveld "2003" is in 2004 bladrammenas ingezaaid. De behandelingen staan vermeld in tabel 1.

Tabel 1. Toegepaste behandelingen op de proefvelden "2003" en "2004" ter sanering van *M. chitwoodi*

Behandeling	Objecten
1	Braak; controle onbehandeld
2	Monam (controle behandeld)
3	Biologische grondontsmetting met gras
4	Biologische grondontsmetting met zomertarwe
5	Zomertarwe inwerken
6	Zomertarwe doorgroei met graanopslag
7	Chitine (garnalenafval)
8	Baggerspecie; 30-40 cm hoog
9	Italiaans raaigras
10	Italiaans raaigras; 6 weken na opkomst doodgespoten
11	Bladrammenas

Toelichting op de behandelingen.

1 De veldjes worden braak gehouden zonder onkruid waardoor *M. chitwoodi* afsterft door gebrek aan een waardplant.

2 Monam (actieve stof: metam natrium) is in de akkerbouw toegestaan met een frequentie van eenmaal per 5 jaar. De toegepaste dosering is volgens praktijknorm toegepast door een gekwalificeerd loonbedrijf.

3 en 4 Het doel van biologische grondontsmetting is om zuurstofloze omstandigheden te creëren door organische stof in te werken en vervolgens af te dekken met plastic waardoor aaltjes en andere bodempathogenen afsterven (zie foto 2).

5 Inwerken van zomertarwe, maar zonder afdekken, zodat er geen anaërobie optreedt.

6 Ook als vergelijking met behandeling 4 en 5.

7 Chitine bestaat uit de huidjes van garnalen en is als zodanig een afvalproduct. De effectiviteit van chitine is gebaseerd op enerzijds op korte termijn de vorming van ammoniakgas (NH₃) waardoor sterfte optreedt en anderzijds op de langere termijn door een aanpassing van het microleven in de grond waardoor chitine versneld afgebroken wordt. Aaltjes bevatten ook chitine in hun skelet zodat versnelde doding mogelijk is. De chitine is in de grond gebracht met een spifrees (zie foto 3).

8 Op verzoek van de telers uit de Wieringermeer is deze behandeling uitgevoerd. Jaarlijks worden tochten en kanalen uitgebaggerd, waarbij het slib op het land van de telers terechtkomt. De vraag was of er onder een laag bagger ook zuurstofloze omstandigheden ontstaan en daardoor doding van *M. chitwoodi*.

9-11 De toepassing van groenbemesters als herfstbraak heeft gevolgen voor de *M. chitwoodi* populatie. Van Italiaans raaigras is bekend dat dit gewas een matige waardplant is voor *M. chitwoodi*. Een mogelijkheid is om dit gewas als vanggewas te telen door 6 weken na opkomst het gewas dood te spuiten waardoor het aaltje geen volledige generatie kan doormaken in de wortels en zich dus ook niet kan vermeerderen binnen deze korte periode.

Bladrammenas is een slechte waardplant voor *M. chitwoodi*. Bovendien wordt door veredelaars gewerkt aan resistentie tegen *M. chitwoodi*.



Foto 2 Aanleg biologische grondontsmetting

Foto 3 Aanleg behandeling met chitine

In 2005 is op beide proefpercelen het schadegevoelige aardappelras Asterix geteeld als pootgoed om na te gaan of de bereikte resultaten van de behandelingen duurzaam zijn. Op 5 september zijn de netto veldjes van perceel 2003 handmatig geoogst en op 6 september de netto veldjes van perceel 2004. Deze aardappels zijn naar PPO-AGV te Lelystad vervoerd voor de beoordeling op gewicht en knolaantasting. Op 19 september zijn de aardappels gesorteerd in 4 pootgoed maatsorteringen: < 28 mm, 28-35 mm, 35-50 mm en > 50 mm en gewogen per sortering. Uit de totale opbrengst van elk veldje zijn aselekt twee maal dertig knollen genomen. De eerste serie knollen zijn 3 weken na de oogst op 27 september beoordeeld op symptomen van *M. chitwoodi* - aantasting en ingedeeld in vijf klassen (zie tabel 2). Na bewaring bij 18°C is de tweede serie na totaal 2150 graaddagen beoordeeld op 10 november 2005. Op basis van de classificatie is volgens onderstaande formule de **KnolAantastingsIndex (KAI en KAI-inwendig)** berekend. De index varieert van 0 (geen aantasting) tot 100 (zeer zwaar aangetast).

Bij de KAI-formule wordt geen onderscheid gemaakt tussen klasse 0 en 1 qua berekening. Beide klassen zijn uitwendig symptoomloos. Bij de formule voor de berekening van KAI-inwendig zijn deze beide klassen wel onderscheiden door de symptoomloze knollen te schillen. Dit is gedaan wanneer alle knollen van het pootgoed uitwendig symptoomloos waren. Door de knollen te schillen is een eventuele inwendige besmetting met eipakketten van *M. chitwoodi* zichtbaar gemaakt. Door beide klassen verschillend te waarderen wordt de inwendige besmetting zichtbaar.

KAI = ((# knollen klasse 0+1*0) + (# knollen klasse 2*10) + (# knollen klasse 3*33) + (# knollen klasse 4*100))/totaal aantal beoordeelde knollen .

KAI inwendig = ((# knollen klasse 0*0) + (# knollen klasse 1*3,3) + (# knollen klasse 2*10) + (# knollen klasse 3*33) + (# knollen klasse 4*100))/totaal aantal beoordeelde knollen .

Tabel 2. Klassenindeling voor beoordeling van knolaantasting door *Meloidogyne*-soorten bij aardappel.

Klasse	symptomen (uitwendig)	ei-pakketten onder de schil
0	geen knobbels	nee
1	geen knobbels	ja
2	< 30 % knoloppervlakte aangetast	ja
3	30 – 100 % knoloppervlakte aangetast	ja
4	zwaar misvormd	ja

Aaltjesbemonsteringen

Alle veldjes zijn bemonsterd op aaltjes zowel vóór als na de behandelingen in de percelen "2003" en "2004" en vóór en na de teelt van de aardappels op beide proefpercelen. Op deze manier wordt inzicht verkregen in het effect van de diverse behandelingen op het uitroeien van *M. chitwoodi*. Uit deze grondmonsters wordt een submonster genomen om het aantal vrijlevende aaltjes vast te stellen per 100 ml grond. In perceel "2003" zijn vóór de grondbehandelingen (Pi) grondmonsters gestoken op 7 juli in 8 zomertarweveldjes (zt,

bgo en zt, inwerken) en op 7 augustus in de overige 40 veldjes. In het volgende voorjaar na de behandelingen (2004) zijn de Pf-1 monsters gestoken op 14 april. Na de luzerne en bladrammenas zijn in het voorjaar van 2005 de Pf-2 monsters gestoken op 12 april. Dit was vóór de aardappelteelt. Na de aardappelteelt in 2005 zijn de Pf-3 monsters gestoken van perceel "2003" op 7 september. In perceel "2004" zijn vóór de grondbehandelingen (Pi) grondmonsters gestoken op 1 juli in alle 12 zomertarweveldjes en op 5 augustus in de overige 32 veldjes. In het volgende voorjaar na de behandelingen (2005) zijn de Pf-1 monsters gestoken op 12 april. Dit was vóór de aardappelteelt. Na de aardappelteelt in 2005 zijn de Pf-2 monsters op 7 september gestoken van perceel "2004".

Statistische verwerking

De resultaten van de nematodenbemonsteringen zijn 10Log getransformeerd om een normaal verdeling van de data te benaderen en vervolgens geanalyseerd met ANOVA (GENSTAT 5). De, na ANOVA verkregen gemiddelden per object zijn teruggetransformeerd. Deze teruggetransformeerd gemiddelden worden minder sterk beïnvloed door extremen dan rekenkundige gemiddelden, en staan in dit rapport vermeld. Indien relevant is gecorrigeerd voor verschillen in beginbesmetting van *Meloidogyne* door in de analyses de beginbesmetting als co-variabele mee te nemen.

De knolaantasting- en opbrengstgegevens zijn, zonder transformatie, geanalyseerd met ANOVA.

Objecten met gemeenschappelijke letters zijn niet betrouwbaar verschillend bij een onbetrouwbaarheid van 5 % of hoger .

3 Resultaten

Aaltjesbemonsteringen

In tabel 3 staat een samenvatting van alle bemonsteringen van perceel "2003" voor wat betreft *Meloidogyne chitwoodi*. In tabel 4 staan de resultaten van perceel "2004" voor *M. chitwoodi* samengevat.

Tabel 3 Aaltjesanalyses *Meloidogyne chitwoodi*; perceel 2003

Objecten	Aantallen <i>Meloidogyne chitwoodi</i> aaltjes per 100 ml grond							
	Pi ; zomer 2003 vóór behandeling		Pf1 ; vóórjaar 2004 na behandeling		Pf2 ; vóórjaar 2005 vóór aardappelteelt		Pf3 ; najaar 2005 na aardappelteelt	
bio go zomertarwe	79	a	0	a . . .	0	a .	0,2	a . .
bio go gras	62	a	1	a b . .	0	a .	0,6	a . .
Monam	38	a	1	a b . .	0	a .	5	a b .
chitine	46	a	2	. b . .	0	a .	8	a b c
bladrammenas	78	a	13	. . c .	0	a .	59	. . c
lt.raaigras, 6 wk	32	a	14	. . c d	0	a .	2	a b .
z.tarwe, inwerken	32	a	15	. . c d	0	a .	6	a b .
z.tarwe, doorgroei	94	a	17	. . c d	0	a .	4	a b .
lt.raaigras, teelt	49	a	29	. . c d	0	a .	7	a b .
bagger	49	a	35	. . c d	0	a .	13	. b c
braak	69	a	39	. . . d	0,2	. b	15	. b c
<i>F. prob</i>	0.936		< 0.001		0.467		0.039	

Uit tabel 3 blijkt dat de beginbesmetting (Pi) van perceel "2003" gelijkmatig verdeeld is over de behandelingen en onderlinge verschillen zijn niet betrouwbaar. Negen maanden na de behandelingen (Pf1) zijn bij biologische grondontsmetting met gras of zomertarwe of Monam of chitine de aantallen *Meloidogyne* aaltjes betrouwbaar lager dan na de meeste overige behandelingen. De overige behandelingen zijn niet betrouwbaar beter dan braak met uitzondering van bladrammenas dat betrouwbaar lagere aantallen scoort. Nog een jaar later, vlak vóór de aardappelteelt (Pf2), zijn de aantallen *Meloidogyne* aaltjes in alle behandelingen gereduceerd tot 0 met uitzondering van de braak waar incidenteel nog één *Meloidogyne* aaltje is aangetoond. Na de aardappelteelt (Pf3) worden *Meloidogyne chitwoodi* aaltjes aangetoond in alle behandelingen. De aantallen *Meloidogyne* in de veldjes met biologische grondontsmetting zijn betrouwbaar lager dan de standaardbehandelingen van een teelt van bladrammenas of zwarte braak vóór de aardappelteelt. De Monam behandeling vóór de aardappelteelt laat na aardappel alleen betrouwbaar lagere aantallen na dan bladrammenas als vóórbehandeling voor de aardappel. De behandeling met chitine vóóraf resulteert in gelijke aantallen aaltjes ten opzichte van de overige behandelingen.

Tabel 4 Aaltjesanalyses *Meloidogyne chitwoodi*; perceel 2004

Objecten	Aantallen <i>Meloidogyne chitwoodi</i> aaltjes per 100 ml grond					
	Pi ; zomer 2004 vóór behandeling		Pf1 (covar. Pi) ; vóórjaar 2005 na behandeling, vóór aardappelteelt		Pf2 ; najaar 2005 na aardappelteelt	
bio go zomertarwe	32	a b	4	a b c . .	44	a . .
bio go gras	465	a b	1	a b . . .	35	a . .
Monam	396	a b	0	a	328	a b c
chitine	96	a b	5	a b c . .	127	a b c
bladrammenas	848	. b	124	. . . d e	3965	. . c
It.raaigras, 6 wk	44	a b	23	. . c d .	92	a b .
zomertarwe, inwerken	26	a .	14	. b c d .	295	a b c
zomertarwe, doorgroei	21	a .	471 e	627	a b c
It.raaigras, teelt	260	a b	128	. . . d e	1783	. b c
bagger	318	a b	97	. . . d e	2122	. b c
braak	69	a b	5	a b c . .	263	a b c
<i>F. prob</i>	<i>0.307</i>		<i>< 0.001</i>		<i>0.161</i>	

Uit tabel 4 blijkt dat de beginbesmetting van perceel "2004" niet gelijkmatig verdeeld is over de behandelingen. De aantallen *Meloidogyne* in de veldjes bestemd voor de behandeling met bladrammenas zijn hoger dan de aantallen in de veldjes bestemd voor zomertarwe doorgroei en zomertarwe inwerken. De onderlinge verschillen tussen alle behandelingen zijn echter niet statistisch betrouwbaar. In de Pf1 is de Pi als covariabele meegenomen om de eventuele verschillen in beginbesmetting te verrekenen. Negen maanden na de behandelingen hebben biologische grondontsmetting met gras of zomertarwe of Monam of chitine significant lagere aantallen *Meloidogyne* aaltjes dan na de teelt van bladrammenas, Italiaans raaigras, zomertarwe doorgroei en bagger, maar niet betrouwbaar lager dan braak. Monam scoort bovendien betrouwbaar lager dan zomertarwe inwerken en 6 weken Italiaans raaigras. De aantallen *Meloidogyne* na bladrammenas, Italiaans raaigras, bagger en zomertarwe doorgroei zijn betrouwbaar hoger dan na braak.

Na de aardappelteelt zijn de aantallen *Meloidogyne* in de behandelingen met biologische grondontsmetting met gras of zomertarwe betrouwbaar lager dan na bladrammenas, bagger of Italiaans raaigras. De andere behandelingen verschillen niet significant van elkaar of van braak.

Aardappelbeoordelingen

In tabel 5 staan de gemiddelde totale opbrengsten vermeld per behandeling van beide percelen in ton/ha. In tabel 6 staan de gemiddelde knolaantastingsindexen (KAI en KAI-inwendig) van de aardappels van perceel 2003 en in tabel 7 van perceel 2004.

Tabel 5 Gemiddelde aardappelopbrengst (Asterix) per behandeling

Objecten	Gemiddeld gewicht in ton/ha			
	Perceel 2003		Perceel 2004	
lt.raaigras, teelt	43,4	a b c d	38,4	a . . .
chitine	41,9	a b c d	39,8	a . . .
zomertarwe, doorgroei opslag	42,2	a b c d	40,7	a b c .
bladrammenas	41,6	a b c d	41,0	a b c .
braak	43,2	a b c d	41,7	a b c .
bio go zomertarwe	45,3	. . . d	41,8	a b c .
bagger	39,0	a . . .	41,9	a b c .
lt.raaigras, 6 wk	43,4	a b c d	42,1	a b c .
Monam	43,6	. b c d	43,7	. b c .
zomertarwe, inwerken	43,1	a b c d	44,2	. . c d
bio go gras	44,5	. . c d	47,8	. . . d
<i>F. prob.</i>	<i>0.293</i>		<i>0.004</i>	
<i>L.S.D.</i>	<i>4.418</i>		<i>3.857</i>	

Uit tabel 5 blijkt dat de aardappelopbrengst op perceel "2003" bij alle behandelingen statistisch gelijk is. Opvallend is echter dat de opbrengsten na biologische grondontsmetting met gras of zomertarwe beiden relatief hoog zijn ten opzichte van de overige behandelingen.

Gebleken is bij de maatsorteringen dat chitine meer kleine aardappels (<28 mm) geeft dan braak maar de verschillen zijn niet betrouwbaar. Bij de overige maatsorteringen zijn de resultaten van alle behandelingen niet betrouwbaar verschillend van braak.

Op "perceel 2004" is de aardappelopbrengst na een biologische grondontsmetting met gras statistisch betrouwbaar hoger dan alle andere behandelingen, met uitzondering van de behandeling met inwerken van zomertarwe. De opbrengst na een teelt van Italiaans raaigras en na chitine blijft achter maar de verschillen zijn alleen betrouwbaar slechter ten opzichte van Monam, inwerken van zomertarwe of een biologische grondontsmetting met gras.

Tabel 6 Gemiddelde knolaantastingsindex (uitwendige beoordeling KAI en KAI-inwendig) van perceel "2003"

Objecten	Knolaantastingsindex (KAI)				KAI-inwendig (symptoomloze knollen geschild)			
	1 ^e beoordeling		2 ^e beoordeling		1 ^e beoordeling		2 ^e beoordeling	
	27 september		10 november		27 september		10 november	
bio go gras	0,00	a	0,00	a .	0,14	a b	0,00	a . . .
bio go zomertarwe	0,00	a	0,00	a .	0,14	a b	0,03	a . . .
Monam	0,00	a	0,00	a .	0,28	a b	0,06	a . . .
chitine	0,00	a	0,00	a .	0,39	a b	0,06	a . . .
zomertarwe, doorgroei	0,00	a	0,00	a .	0,08	a b	0,06	a . . .
lt.raaigras, 6 wk	0,00	a	0,00	a .	0,28	a b	0,08	a . . .
zomertarwe, inwerken	0,00	a	0,00	a .	0,00	a .	0,14	a b . .
braak	0,00	a	0,00	a .	0,08	a b	0,14	a b . .
bladrammenas	0,00	a	0,00	a .	0,44	. b	0,30	. b c d
bagger	0,00	a	0,00	a .	0,22	a b	0,36	. . c d
lt.raaigras, teelt	0,00	a	0,08	. b	0,28	a b	0,39	. . . d
<i>F. prob.</i>	<i>n.s.</i>		<i>0.467</i>		<i>0.666</i>		<i>< 0.001</i>	
<i>L.S.D.</i>	<i>*</i>		<i>0.069</i>		<i>0.425</i>		<i>0.194</i>	

Uit tabel 6 blijkt dat er geen aardappels met uitwendige symptomen van *Meloidogyne chitwoodi* waren met uitzondering van Italiaans raaigras, waar een enkele knol met symptomen is geconstateerd. Inwendig waren wel eipakketten zichtbaar in de meeste behandelingen.

Bij de tweede beoordeling (na bewaring) is er statisch verschil tussen de behandelingen. De KAI-inwendig is na de voortteelt van Italiaans raaigras het hoogste, gevolgd door bagger en bladrammenas. De overige behandelingen zijn statistisch niet verschillend van elkaar. De biologische grondontsmetting met gras of zomertarwe als voorbehandeling geven de laagste KAI-inwendig index te zien.

Tabel 7 Gemiddelde knolaantastingsindex (KAI en KAI-inwendig) van perceel "2004"

Knolaantastingsindex Objecten	Knolaantastingsindex (KAI)				KAI-inwendig (symptoomloze knollen geschild)			
	1 ^e beoordeling		2 ^e beoordeling		1 ^e beoordeling		2 ^e beoordeling	
	27 september		10 november		27 september		10 november	
bio go gras	0,00	a .	0,00	a .	0,33	a . .	0,25	a . .
bio go zomertarwe	0,42	a .	0,00	a .	1,16	a b .	0,38	a b .
chitine	0,50	a .	0,08	a .	0,88	a b .	0,55	a b .
lt.raaigras, 6 wk	0,75	a .	0,08	a .	1,38	a b .	0,85	a b .
braak	1,58	a .	0,50	a .	2,35	a b .	1,32	a b .
zomertarwe, inwerken	1,52	a .	0,25	a .	2,43	a b .	1,35	a b .
bladrammenas	2,72	a .	1,00	a .	4,06	a b .	2,29	a b .
lt.raaigras, teelt	5,10	a b	1,42	a .	5,81	. b c	2,96	a b .
zomertarwe, doorgroei	3,39	a b	1,83	a .	4,12	a b .	2,99	a b .
Monam	0,83	a .	2,17	a .	1,99	a b .	3,10	. b .
bagger	8,45	. b	5,87	. b	9,36	. . c	6,89	. . c
<i>F. prob.</i>	<i>0,078</i>		<i>0,003</i>		<i>0,044</i>		<i>< 0,001</i>	
<i>L.S.D.</i>	<i>5,276</i>		<i>2,635</i>		<i>5,123</i>		<i>2,773</i>	

De beoordeling van de aardappels van perceel "2004" laten hogere waarden voor KAI en KAI-inwendig zien dan van perceel "2003". De aardappels hadden nu bij de eerste beoordeling wel uitwendige symptomen. De behandeling met bagger leverde de hoogste KAI en KAI-inwendig waarden op. Ook Monam scoort bij alle beoordelingen hoger dan biologische grondontsmetting, maar de verschillen zijn niet altijd statistisch betrouwbaar. De laagste aantasting is vastgesteld na een voorbehandeling met biologische grondontsmetting, net als in perceel "2003". De overige behandelingen zijn onderling niet betrouwbaar verschillend van elkaar. Italiaans raaigras scoort steeds slechter dan bladrammenas, hoewel de verschillen niet erg groot zijn. In ander onderzoek, zoals op de foto's 4 en 5 weergegeven, waren de verschillen aanzienlijk groter. Na raaigras waren de aardappels geclassificeerd als klasse 4 en na bladrammenas als klasse 0-1.

De betrouwbaarheid van de uitslagen is na de tweede beoordeling groter bij beide percelen dan na de eerste beoordeling. Het is voor pootgoed om die reden zinvol gebleken om aardappels te bewaren voor een beoordeling op knolaantastingsindex tot na 2150 graaddagen.

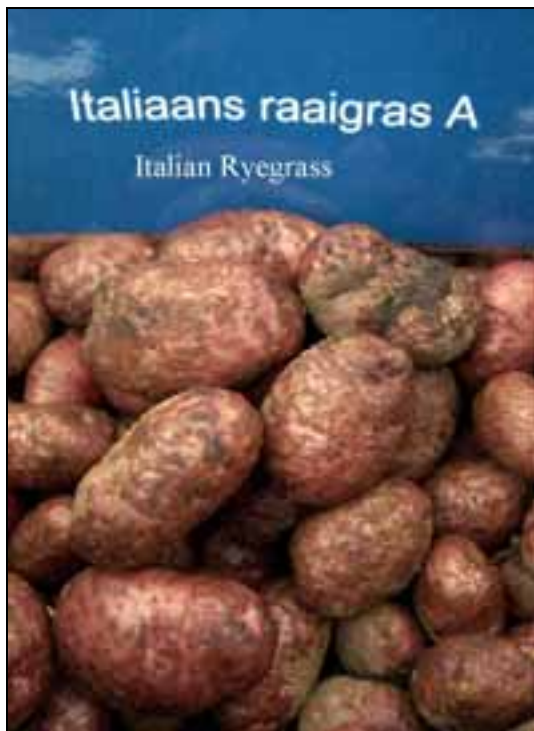


Foto 4 en 5 Asterix aardappels met ernstige *M. chitwoodi* symptomen na Italiaans raaigras



Foto 6 Asterix aardappels na zwarte braak zonder *M. chitwoodi* symptomen

4 Discussie en conclusie

Op het geselecteerde bedrijf voor onderzoek naar mogelijkheden voor het saneren van *M. chitwoodi* zijn diverse behandelingen in tweevoud uitgevoerd (twee verschillende proefjaren; 2003 en 2004) op twee verschillende delen van een besmet perceel.

Het perceel, waarop in 2003 de diverse behandelingen zijn uitgevoerd, was vooraf gelijkmatig besmet met *M. chitwoodi*. Na een behandeling met biologische grondontsmetting met gras of zomertarwe, na een chitine behandeling of na een grondontsmetting met metam natrium (Monam) nam het aantal aaltjes betrouwbaar meer af tot 0, 1 of maximaal 2 *M. chitwoodi* larven per 100 ml grond dan na zwarte braak. De overige behandelingen hadden geen betrouwbaar beter effect dan de standaardbehandeling "zwarte braak". In 2004 stond op dit perceel een zomerteelt bladrammenas, wat resulteerde in een afname van de besmetting tot (nagenoeg) 0 in het volgende voorjaar. De vraag was of in een volgende aardappelteelt in 2005 deze nullen gehandhaafd zouden blijven. Na de teelt van de voor *M. chitwoodi* goede waardplant aardappel bleek echter dat in de veldjes van alle behandelingen weer *Meloidogyne* is aangetoond. Het aantal was het laagste bij de beide behandelingen met biologische grondontsmetting (minder dan 1 per 100 ml grond). Er is dus nog een restinfectie van *Meloidogyne* aanwezig. Maximaal zijn nog ongeveer 60 aaltjes per 100 ml grond aangetoond bij de behandeling met bladrammenas.

Dezelfde behandelingen zijn in 2004 op een naastgelegen deel van het perceel uitgevoerd. Hier fluctueerde de beginbesmetting meer. In de nabemonsteringen op *Meloidogyne* is voor deze variatie in beginbesmetting gecorrigeerd. In het volgende voorjaar in 2005 geven dezelfde behandelingen (biologische en chemische grondontsmetting en chitine) als in 2003 een goed resultaat van maximaal 5 *M. chitwoodi* larven per 100 ml grond. Deze resultaten verschillen nu echter niet betrouwbaar van zwarte braak. De teelt van bladrammenas, zomertarwe doorgroei en Italiaans raaigras en de behandeling met bagger geeft betrouwbaar hogere aantallen ten opzichte van zwarte braak. Na de aardappelteelt zijn de aantallen bij enkele behandelingen zeer hoog opgelopen tot maximaal bijna 4000 *M. chitwoodi* larven per 100 ml grond bij de teelt van bladrammenas. Ook de teelt van Italiaans raaigras en de baggerbehandeling vooraf resulteerden in meer dan 1500 *M. chitwoodi* larven per 100 ml grond.

De behandelingen met biologische grondontsmetting laten betrouwbaar lagere aantallen na (circa 40 *M. chitwoodi* larven per 100 ml grond).

In de bouwvoor kunnen de aantallen laag of zelfs 0 zijn per 100 ml grond, maar de daarop volgende aardappelteelt heeft aangetoond dat het aaltje nog steeds aanwezig was. In de bouwvoor kan het aantal aaltjes onder de detectiegrens hebben gelegen en ook vanuit de ondergrond kan herinfectie zijn opgetreden.

De beoordeling van pootaardappels op knolaantastingsindex (KAI) kan het beste gebeuren na 2150 graaddagen om de kans op uitwendige symptomen zo groot mogelijk te maken. Bovendien zijn dan de inwendige eipakketten ook beter ontwikkeld en daardoor duidelijker zichtbaar. Omdat in perceel "2003" uitwendig geen symptomen zichtbaar waren, maar inwendig wel eipakketten aanwezig waren is gekozen voor de berekening van zowel de KAI als de KAI-inwendig. De standaard KAI-berekening voor perceel "2003" komt uit op 0 in alle behandelingen, wat een foutieve suggestie van "schone" aardappels kan opleveren. Door berekening van de KAI-inwendig komt de inwendige aantasting tot uiting.

De mate van aantasting was zeer laag in beide percelen maar het hoogst in perceel "2004". De waarden variëren op dit perceel van 0,25 tot maximaal 9,4. De hoogste waarde is vastgesteld in de veldjes die met bagger zijn behandeld. De laagste waarde is geconstateerd na een voorbehandeling met biologische grondontsmetting met gras, op beide percelen. Monam scoort steeds een hogere KAI-waarde dan biologische grondontsmetting, hoewel de verschillen niet continu significant zijn.

Samenvattend kan worden gesteld dat biologische grondontsmetting het beste resultaat heeft gegeven voor wat betreft het reduceren van de *Meloidogyne chitwoodi* aantasting. De nultolerantie die voor pootgoed is vereist, wordt het dichtst benaderd na een biologische grondontsmetting in combinatie met

een rustjaar. In dit rustjaar is de grond braak gehouden, waarna een zomerteelt bladrammenas is uitgevoerd. Zwarte braak of bladrammenas in combinatie met een rustjaar geeft een slechter resultaat. Biologische grondontsmetting heeft ook een positieve invloed op de aardappelopbrengst. Ook de knolaantastingsindex wordt gunstig beïnvloed in die zin dat deze KAI relatief laag is na biologische grondontsmetting ten opzichte van de overige behandelingen.

De einddichtheden van *Meloidogyne chitwoodi* na aardappel met Monam of chitine geven een vergelijkbaar resultaat als zwarte braak of bladrammenas.

De overige behandelingen leveren geen bijdrage aan het elimineren van *Meloidogyne chitwoodi*. Het aanbrengen van een laag bagger uit de aangrenzende watergang op percelen is zeker niet aan te bevelen. *Meloidogyne chitwoodi* is er niet door gedood en in de aardappelteelt was de groei vertraagd en het gewas geler van kleur.

Hoewel de sanering in dit project nog niet voor 100% is gerealiseerd, zijn er toch voldoende aanknopingspunten om dit uiteindelijk wel mogelijk te maken. Te denken valt aan een verbetering of combinatie van effectieve technieken. Andere alternatieven kunnen eveneens worden ingezet. Ook de teelt van resistentere rassen bladrammenas tegen *Meloidogyne chitwoodi* kan mogelijk het resultaat verbeteren. Voor pootgoed is het van cruciaal belang dat uiteindelijk een volledige sanering tot stand komt.