

Waardplantgeschiktheid en schadegevoeligheid van akkerbouwgewassen en groenbemesters voor het maïswortelknobbelaaltje *Meloidogyne chitwoodi*.

Veldonderzoek uitgevoerd in Noordoost Nederland (Marwijksoord, Drenthe 2004-2005).

J. H. M. Visser & G. W. Korthals

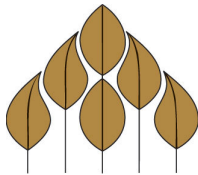
©2006 Wageningen, Praktijkonderzoek Plant & Omgeving B.V.

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

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

Dit onderzoek is gefinancierd door

Hoofd Productschap Akkerbouw (HPA)
Postbus 29739, 2502 LS 's-Gravenhage



Hoofdproductschap Akkerbouw

Projectnummer: 520239

Praktijkonderzoek Plant & Omgeving B.V.

Akkerbouw, Groene ruimte en vollegrondsgroenten

Adres : Edelhertweg 1, Lelystad
: Postbus 430, 8200 AK Lelystad
Tel. : 0320 291 111
Fax : 0320 230 479
E-mail : info.ppo@wur.nl
Internet : www.ppo.wur.nl

Inhoudsopgave

pagina

SAMENVATTING.....	5
1 INLEIDING.....	7
1.1 algemeen.....	7
1.2 Maiswortelknobbelaaltje (<i>Meloidogyne chitwoodi</i>).....	8
1.2.1 Levenscyclus.....	8
1.2.2 Schade.....	8
2 OPZET EN UITVOERING.....	9
2.1 Waardplantgeschiktheidsonderzoek.....	9
2.2 Schaderelatieonderzoek.....	12
2.2.1 Opbouwen besmettingniveaus.....	12
2.2.2 Schade onderzoek.....	13
2.2.2.1 Zomergerst (reggae).....	14
2.2.2.2 Consumptieaardappel (Nicola).....	14
2.2.2.3 Zetmeelaardappel (Seresta).....	15
2.2.2.4 Cichorei (Melci).....	16
2.2.2.5 Suikerbiet (Laetitia).....	17
2.2.2.6 Waspeen.....	17
2.3 Statistische analyse.....	18
3 RESULTATEN.....	19
3.1 Waardplantgeschiktheidsonderzoek.....	19
3.2 Schaderelatieonderzoek.....	21
3.2.1 Opbouwen besmettingniveaus.....	21
3.2.2 Schade onderzoek.....	23
3.2.2.1 Zomergerst (Peggae).....	23
3.2.2.2 Consumptieaardappel (Nicola).....	25
3.2.2.3 Zetmeelaardappelen (Seresta).....	27
3.2.2.4 Cichorei.....	30
3.2.2.5 Waspeen.....	32
4 DISCUSSIE.....	35
4.1 Waardplantgeschiktheid.....	35
4.2 Schaderelatieonderzoek.....	37
5 CONCLUSIES.....	39
NAWOORD.....	41
BIJLAGE.....	43
BIJLAGE 2.....	44

Samenvatting

Het wortelknobbelaaltje *Meloidogyne chitwoodi* is een Quarantaineorganisme dat in Europa, maar ook daarbuiten steeds vaker economische schade veroorzaakt in goed renderende gewassen, zoals aardappel, suikerbiet en industriegroenten. Met name de kwaliteitsschade (o.a. galvorming op aardappelen, peen en schorseneer) en het fytosanitaire risico dat door deze soort wordt veroorzaakt is vaak zo ingrijpend dat hele partijen worden afgekeurd.

De huidige kennis met betrekking tot schaderelaties en waardplantgeschiktheid voor *M. chitwoodi* is voornamelijk gebaseerd op onderzoek dat is uitgevoerd in Zuidoost Nederland. Deze kennis is de basis van de huidige advisering ten aanzien van vruchtwisseling en rassenkeuze, de AaltjesBeheersingsStrategie (ABS) genoemd, voor heel Nederland. Onduidelijk is echter of deze kennis / advisering ook van toepassing is op populaties die in andere regio's worden aangetroffen, zoals in Noordoost-Nederland.

In 2004 is de **waardplantgeschiktheid** (WPG) van tien gewassen (2 aardappelrassen, 2 bietenrassen, 2 cichoreirassen, 2 graangewassen en 2 groenbemesters) voor het maïswortelknobbelaaltje *M. chitwoodi* onderzocht. Voorafgaand aan het zaaien (april) en na het beëindigen van de teelten (november) is de *M. chitwoodi* besmetting bepaald.

De resultaten van de proef in Marwijksoord komen vrij goed overeen met de resultaten van het onderzoek dat in Zuidoost Nederland is uitgevoerd. De laagste besmettingen werden na suikerbiet en cichorei gemeten. Suikerbiet kan als een slechte en cichorei als een zeer slechte (geen) waard voor *M. chitwoodi* worden bestempeld. Aardappel is een goede waard voor *M. chitwoodi*. Deze aaltjessoort heeft zich op dit gewas vrij sterk vermeerderd. Triticale en, in wat mindere mate, zomergerst laten in deze proef een wat hogere *M. chitwoodi* besmetting na dan op basis van de bestaande kennis werd verwacht. De resultaten van dit éénjarige onderzoek zijn echter onvoldoende basis om de waardplantstatus van deze gewassen, zomergerst als slechte waard en triticale als matige waard voor *M. chitwoodi*, aan te passen. De groenbemesters bladrammenas, Italiaans raaigras en rogge (in zomerbraak) kunnen respectievelijk als slechte, matige tot goede en goede waard voor *M. chitwoodi* worden geclassificeerd.

In 2005 is het **schaderelatieonderzoek** uitgevoerd. Als voorbereiding hierop zijn in 2004 verschillende besmettingsniveaus gecreëerd.

Ook de resultaten van het schaderelatieonderzoek zijn, met uitzondering van de resultaten van de zetmeel- en consumptieaardappelen, vergelijkbaar met de resultaten uit ander, door PPO agv uitgevoerd, onderzoek. De knolaantasting was bij zowel de zetmeel- als de consumptieaardappelen zeer laag. Oorzaak voor deze zeer lage aantasting is mogelijk de relatief korte teeltduur en de lage en heterogene *M. chitwoodi* besmetting van het proefveld. Aardappel staat te boek als een gewas dat gevoelig is voor *M. chitwoodi*. Al bij lage besmettingen kan, afhankelijk van jaar en ras, een zware aantasting op de knollen ontstaan. Bij consumptieaardappelen heeft een aantasting al snel declassering van het product tot gevolg. Voor zetmeelaardappelen zijn de kwaliteitseisen veel lager en wordt een (matige) aantasting getolereerd. Aardappel is weinig gevoelig voor opbrengstschade door *M. chitwoodi*. In deze proef is alleen bij de zetmeelaardappelen een licht opbrengstreductie als gevolg van de *M. chitwoodi* besmetting waargenomen.

Zomergerst is weinig gevoelig voor *M. chitwoodi*. Pas bij zeer zware besmettingen is een licht opbrengst verlies waargenomen. Over de schadegevoeligheid van cichorei voor *M. chitwoodi* was nog zeer weinig bekend. Mede op basis van dit onderzoek kan de schadegevoeligheid voor cichorei nu worden "ingevuld". Cichorei blijkt weinig tot niet gevoelig voor *M. chitwoodi*. In deze proef en onderzoek dat is uitgevoerd in Zuidoost-Nederland zijn, bij besmettingsniveaus tot 1000 larven/100 ml grond, geen effecten op de opbrengst en kwaliteit van de cichorei waargenomen. Waspeen is vrij ongevoelig voor opbrengst schade, maar (zeer) gevoelig voor kwaliteitsschade. Ook in deze proef in Marwijksoord was bij een lage besmetting van rond de 10 L/100 ml grond al circa 20% van de waspeen aangetast.

Samenvattend kan gesteld worden dat de resultaten van het onderzoek dat is uitgevoerd in Marwijksoord (Drenthe) niet afwijkt van de bestaande kennis. De resultaten van dit onderzoek vormen daarom geen aanleiding om het huidige inzicht met betrekking tot waardplantgeschiktheid en schaderelaties van deze gewassen voor *M. chitwoodi* aan te passen.

1 Inleiding

1.1 algemeen

Veel problemen met aaltjes en andere bodempathogenen kunnen beperkt of voorkomen worden door een goed doordachte vruchtwisseling die afgestemd is op de besmettingssituatie. Een wel overwogen gewasvolgorde, het gebruik van resistente rassen en de keuze van de groenbemester zijn de basis van een effectieve AaltjesBeheersingsStrategie (ABS). Om een juiste gewas- of raskeuze te kunnen maken zijn twee gewaseigenschappen belangrijk; de schadegevoeligheid en de waardplantgeschiktheid.

De schadegevoeligheid geeft aan in welke mate het gewas/ras schade ondervindt van de betreffende aaltjessoort. Bij welk besmettingsniveau is het gewas nog, zonder onacceptabel verlies aan opbrengst of kwaliteit, te telen.

De waardplantgeschiktheid van een gewas/ras maakt duidelijk hoe sterk een aaltjessoort zich op dit gewas kan vermeerderen. Dit is voornamelijk van belang voor het volggewas.

Natuurlijk spelen naast de aaltjes ook economische en teelttechnische overwegingen een belangrijke rol om tot de uiteindelijke keuze te komen. Het is zaak de hoogst salderende gewassen op veilige momenten, wanneer het besmettingsniveau onder de schadedrempel ligt, binnen de vruchtwisseling te telen.

Het wortelknobbelaaltje *Meloidogyne chitwoodi* is een Quarantaineorganisme dat in Europa, maar ook daarbuiten steeds vaker economische schade veroorzaakt in goed renderende gewassen, zoals aardappel, suikerbiet en industriegroenten. Met name de kwaliteitsschade (o.a. galvorming op aardappelen, peen en schorseneer) en het fytosanitaire risico dat door deze soort wordt veroorzaakt is vaak zo ingrijpend dat hele partijen worden afgekeurd.

M. chitwoodi en is een aaltjessoort die zich op veel gewassen kan vermeerderen en is daardoor in bouwplanverband moeilijk te beheersen. Tegen deze polyfage soort is in cultuurgewassen nog nauwelijks resistentie aanwezig. Mogelijkheden binnen het bouwplan om *Meloidogyne chitwoodi* te beheersen zijn stamslaboon, luzerne, witlof en cichorei. Deze gewassen zijn geen of een slechte waard voor dit aaltje.

Om op besmette percelen gewassen schadevrij te kunnen telen is het van belang om naast de waardplantgeschiktheid ook de schadegevoeligheid van gewassen te kennen.

Kennis van de schadedrempels voorkomt onverwachte opbrengst- en kwaliteitsverliezen en beperkt het onnodige gebruik van granulaten (nematiciden).

In het kader van de TeeltBeschermerendeMaatregelen worden jaarlijks een groot aantal (zetmeelaardappel) percelen in Noordost-Nederland bemonsterd. Uit deze monitoring blijkt dat het aantal met *M. chitwoodi* besmette percelen de laatste jaren toeneemt. Ook het teeltareaal aan uitgangsmateriaal (bollen, pootgoed) breidt zich in deze regio uit. Gezien de quarantaine status van *M. chitwoodi* is kennis van dit aaltje noodzakelijk om deze teelten voor deze regio te behouden en om schade in gangbare teelten te voorkomen.

De huidige kennis met betrekking tot schaderelaties en waardplantgeschiktheid voor *M. chitwoodi* is voornamelijk gebaseerd op onderzoek dat is uitgevoerd in Zuidost Nederland. Deze kennis is de basis van de huidige advisering ten aanzien van vruchtwisseling en rassenkeuze, de AaltjesBeheersingsStrategie (ABS) genoemd, voor heel Nederland. Onduidelijk is echter of deze kennis / advisering ook van toepassing is op populaties die in andere regio's worden aangetroffen, zoals in Noordost-Nederland.

Doelstelling van het project is het vast stellen van waardplantgeschiktheid en schaderelaties tussen *M. chitwoodi* en een aantal economisch belangrijke (akkerbouw) gewassen en groenbesters in Noordost Nederland. Vervolgens kan op basis van deze resultaten een vergelijking gemaakt worden met de onderzoeksresultaten verkregen uit onderzoek dat is uitgevoerd in zuidoost Nederland (de basis voor de huidige advisering met betrekking tot de beheersing van *M. chitwoodi*).

1.2 Maïswortelknobbelaaltje (*Meloidogyne chitwoodi*)

1.2.1 Levenscyclus

Wortelknobbelaaltjes zijn endoparasieten. Dit betekent dat de larven (J2-stadium) van het wortelknobbelaaltje de wortel van hun gastheer binnendringen. *M. chitwoodi* kan onder Nederlandse omstandigheden maximaal 3 generaties per jaar ontwikkelen. Als in het voorjaar de bodemtemperatuur oploopt, kruipen de larven spontaan uit de eieren en gaan op zoek naar wortels welke ze kunnen penetreren. Onder invloed van enzymen in het speeksel van de larven ontstaan reuzezellen in de gastheer waarmee het aaltje zich van voedsel voorziet. Rond de reuzezellen vindt een versterkte celdeling plaats waardoor op de wortels knobbels ontstaan. Het aaltje doorloopt de verschillende stadia en ontwikkelt zich tot mannetje of vrouwtje. De mannetjes verlaten de wortels en kunnen vervolgens elders op de wortels vrouwtjes bevruchten. De vrouwtjes blijven onbewegelijk. Ze zwellen steeds verder op en beginnen eieren te produceren die ze buiten het lichaam afzetten in een gelatineachtige matrix. Het vrouwtje zet onder goede groeiomstandigheden 200-400 eieren af. De wortel barst open en de eijprop wordt op de knobbel zichtbaar. Het is niet noodzakelijk dat er bevruchting plaatsvindt. Bij voldoende hoge temperaturen komen de J2-larven, zonder lokking van een waardplant, uit de eieren en begint de cyclus opnieuw. Dit verklaart waarom de aantallen tijdens zwarte braak sterk af kunnen nemen, omdat de larven zich dan niet kunnen voeden en daardoor afsterven.

1.2.2 Schade

Midden jaren tachtig kwamen de eerste meldingen van problemen met wortelknobbelaaltjes die niet aan *M. hapla* (noordelijk wortelknobbelaaltje) konden worden toegeschreven. De schade uitte zich vooral door galvorming op het product (schorseneer, peen en aardappel) zonder dat er sterke vertakking optrad, een symptoom dat kenmerkend is voor een *M. hapla* aantasting. Ook in bieten (plantuitval) en erwten trad aanzienlijke schade op.

De schade die door *M. chitwoodi* wordt veroorzaakt, bij onder andere aardappel, peen en schorseneren is voornamelijk kwalitatief. Door knobbels op knollen en pennen kunnen deze niet meer verwerkt worden in de conserven- en voedingsmiddelenindustrie. Alleen bij vrij zware *Meloidogyne*-besmettingen treedt bij deze gewassen ook kwantitatieve opbrengstderving op. Een ander belangrijk aspect van deze aaltjessoorten is dat ze overgaan in plant- en pootgoed. In het bijzonder gladiolen en pootaardappelen zijn daarbij potentiële besmettingsbronnen. De EU heeft deze aaltjessoort daarom tot quarantaineorganisme uitgeroepen. Dit betekent dat vermeerderingsmateriaal vrij moet zijn van symptomen.

Foto 1. Aantasting *M. chitwoodi* op peen.



Foto 2. Aantasting van *M. chitwoodi* op aardappel,



knobbels en ei-pakketten onder de schil.

2 Opzet en uitvoering

De proeven zijn uitgevoerd op PPO-onderzoekslocatie Kooijenburg te Marwijksoord (Drenthe), op een perceel (zie tabel 1) met een natuurlijke *M. chitwoodi* besmetting en geen of een zeer lage besmetting met andere plantparasitaire aaltjes. In 2004 is het waardplantgeschiktheidsonderzoek uitgevoerd en zijn, op een ander deel van het perceel, verschillende besmettingsniveaus gecreëerd door gewassen te telen die verschillen in waardplantstatus voor *M. chitwoodi*. In 2005 is op dit deel het schaderelatieonderzoek uitgevoerd.

Tabel 1. Proefveldgegevens *M. chitwoodi* proefveld (perceel 15), Marwijksoord.

Grondsoort	zand
Organisch stofgehalte	4,6 %
pH-KCl	5,1
Pw-getal	41
K-getal	11
Voorvrucht 2003	zetmeelaardappelen

2.1 Waardplantgeschiktheidsonderzoek

In 2004 is de waardplantgeschiktheid (WPG) van tien gewassen (2 aardappelrassen, 2 bietenrassen, 2 cichoreirassen, 2 graangewassen en 2 groenbemesters) voor het maïswortelknobbelaaltje *M. chitwoodi* onderzocht (zie tabel 2).

Op veldjes van 6 x 6 m zijn de verschillende gewassen geteeld (zie foto 3 en bijlage 1).

De proef is uitgevoerd als een gewarde blokkenproef in vier herhalingen.



Foto 3. Veldproef waardplantgeschiktheid, Marwijksoord 2004

Voorafgaand aan het zaaien (vóórbemonstering, april) en na het beëindigen van de teelten (nabemonstering, november) is de samenstelling van de aaltjespopulatie bepaald. Per netto veldje (1,5 x 2,7m) is met een 13 mm gutsboor de bovenste 25 cm van de bouwvoor bemonsterd. Verspreid over het netto veldje is circa 1 liter (35 steken) grond verzameld. De monsters zijn gesubmonsterd en aan het 100 ml submonster is de samenstelling van de aaltjesbesmetting bepaald. De nematoden zijn opgespoeld met een Costenbrink trechter. Het op de zeef achtergebleven organisch materiaal is vier weken geïncubeerd bij 20°C om aanwezige eieren af te rijpen en uit te laten komen. Bij de graangewassen is ook nog een tussenbemonstering uitgevoerd, enkele weken na de oogst (september).

De toe- of afname van de *M. chitwoodi*-populatie bij de teelt van de gewassen wordt gerelateerd aan de referenten; zwarte braak en Italiaans raai gras cv. Bartali (dit ras is een goede waard voor *M. chitwoodi*). Om de natuurlijke afname van de nematode populatie in een periode zonder waardgewas te bepalen is zwarte braak in de proeven opgenomen. Een gewas dat een vergelijkbare afname in aantal (doel)aaltjes veroorzaakt als bij zwarte braak kan als "niet waard" worden gekwalificeerd.

De gewassen zijn volgens gangbare praktijk geteeld. Voorafgaand aan het zaaien / poten is het proefveld bemest met 400 kg/ha kaliumsulfaat en 200 kg/ha tripelfosfaat. Vervolgens is afhankelijk van het gewas een aanvullende stikstofbemesting uitgevoerd (zie tabel 2).

Rogge is, evenals de bladrammenas, als groenbemester in een zomerteelt geteeld. Om opslagproblemen in de volgteelt te voorkomen en hergroei te bevorderen is de bladrammenas begin en eind juli, voor dat het gewas zaad zet, geklepeld. De braakveldjes zijn zowel handmatig als door enkele bespuitingen met 2 L/ha Reglone (a.s. diquat) en 2 L/ha Gramoxone (a.s. paraquat) onkruidvrij gehouden. Gegevens met betrekking tot het proefveld en de uitvoering van de proef staan vermeld in tabel 2.

Tabel 2. Proefveldgegevens waardplantgeschiktheidsonderzoek *M. chitwoodi*, Marwijksoord 2004.

Objecten	Teeltgegevens	
zwarte braak (referent)	Niet van toepassing	
Italiaans raaigras (referent)	Ras Zaadichtheid Zaaidatum 'oogstdatum' stikstofbemesting	Bartali 30 kg/ha 20 april 8 oktober KAS: 225 kg /ha
zomergerst	Ras Zaadichtheid Zaaidatum oogstdatum stikstofbemesting	Reggae 130 kg/ha 20 april 2 september KAS: 335 kg /ha
triticale	Ras Zaadichtheid Zaaidatum oogstdatum stikstofbemesting	Talentro 150 kg/ha 20 april 2 september KAS: 300 kg /ha
aardappel (consumptie / zetmeel)	Rassen pootafstand pootdatum oogstdatum stikstofbemesting	Asterix, Seresta 34 x 75 cm 21 april 16 september KAS: 830 kg /ha
suikerbiet	Rassen Zaadichtheid Zaaidatum oogstdatum stikstofbemesting	Laetitia, Alligator 50 x 18 cm 21 april 7 oktober KAS: 400 kg /ha, chilisalpeter: 300kg/ha
cichorei	Rassen Zaadichtheid Zaaidatum oogstdatum stikstofbemesting	Orchies, Melci 250.000 zaden/ha 21 april 7 oktober KAS: 270 kg /ha
bladrammenas (zomerteelt)	Ras Zaadichtheid Zaaidatum "oogstdatum" stikstofbemesting	Commodore 30 kg/ha 20 april 8 oktober (gemaaid en bladresten afgevoerd) KAS: 300 kg /ha
rogge (groenbemester, zomerteelt)	Ras Zaadichtheid Zaaidatum "oogstdatum" stikstofbemesting	Picasso 105 kg/ha 20 april Gewas was eind augustus al volledig afgestorven KAS: 300 kg /ha
Voorbemonstering	7 april	
Tussenbemonstering (granen)	3 september	
Nabemonstering	15 november	

Een aantal van de rassen in dit waardplantgeschiktheidsonderzoek worden niet of maar zeer beperkt in noordoost Nederland geteeld. Deze rassen zijn in dit onderzoek opgenomen omdat ze ook in het onderzoek dat in Zuidoost Nederland is uit gevoerd hebben gelegen, en zo een goede vergelijking van de resultaten tussen beide regio's mogelijk is.

2.2 Schaderelatieonderzoek

In 2005 is schaderelatieonderzoek uitgevoerd aan zes gewassen. Naast zetmeelaardappel, suikerbiet, cichorei en zomergerst zijn ook waspeen en consumptieaardappel (cv. Nicola) in het onderzoek opgenomen. De schadegevoeligheid van waspeen en consumptieaardappelras Nicola voor *M. chitwoodi* zijn in Zuidoost-Nederland uitgebreid onderzocht. Door deze, voor de regio Noordost-Nederland minder relevante, gewassen in het onderzoek op te nemen is een vergelijking met de resultaten van het *M. chitwoodi* onderzoek dat in Zuidoost-Nederland is uitgevoerd mogelijk.

De schadegevoeligheid van een gewas kan worden vastgesteld door het gewas bij een reeks van besmettingsniveaus, van niet tot zwaar besmet, te telen. Uit de relatie tussen besmettingsniveaus en de opbrengst en kwaliteit van het gewas kan de schadedrempel van het gewas voor de betreffende aaltjessoort worden afgeleid.

2.2.1 Opbouwen besmettingsniveaus

In 2004, het jaar voorafgaand aan het schaderelatieonderzoek, zijn door de teelt van vijf gewassen die van elkaar verschillen in waardplantstatus voor *M. chitwoodi*, verschillende besmettingsniveaus gecreëerd (zie tabel 3). Daarnaast zijn stroken braak gelaten. In een zomer zwarte braak zal de *M. chitwoodi* besmetting sterk af nemen. Vaak tot onder de detectiegrens. Afhankelijk van het besmettingsniveau voor de teelt zal de *M. chitwoodi* besmetting na de teelt van Engels raaigras cv. Elgon (licht) afnemen en na de teelt van rogge en gladiol cv Hunting Song licht tot sterk toenemen. De *M. chitwoodi* besmetting na de teelt maïs en Italiaans raaigras cv Tetila zal naar verwachting licht tot matig zijn. Veel Italiaans raaigrasrassen zijn een goede waard voor *M. chitwoodi* en vermeerderen dit aaltje sterk. Het ras Tetila vormt momenteel hierop een uitzondering en is een matige waard voor *M. chitwoodi*.

Tabel 3 Waardplantstatus voor *M. chitwoodi* van de gewassen / rassen geteeld het jaar voorafgaand aan het schaderelatieonderzoek.

Gewas	ras	waardplantstatus
Engels raaigras	Elgon	slecht
Maïs	Accent	matig
Italiaans raaigras	Tetila	matig
(snij)rogge	Nikita	goed
Gladiol (kralen)	Hunting Song	(zeer) goed

De gewassen (en zwarte braak) zijn geteeld op stroken van 6 x 51 meter (zie foto 4).

De proef is opgezet in vier herhalingen. Binnen elke herhaling (blok) zijn de gewassen en zwarte braak geward.

De rogge en het Engels- en Italiaans raaigras zijn 20 april gezaaid. De gladiolen en maïs zijn respectievelijk op 23 april en 13 mei gezaaid. Zaaidichtheid en gewasbehandelingen zoals bemesting, beregening en gewasbescherming zijn volgens gangbare praktijkadviezen uitgevoerd.

De rogge was eind augustus, als gevolg van een zware roestaantasting, al bijna volledig afgestorven. 13 september zijn de rogge veldjes licht gefreesd en is de rogge opnieuw ingezaaid. De rogge is de winter over blijven staan en is vervolgens in het voorjaar van 2005 ondergewerkt.

De maïs is op 28 september geoogst. De maïsstoppel is vervolgens met een cultivator licht ingewerkt. De gladiolenkralen zijn 5 november opgerooid en afgevoerd. Het Engels- en Italiaans raaigras zijn eveneens begin november gemaaid. De gewasresten zijn afgevoerd en de stoppel is vervolgens met een cultivator licht bewerkt. De braak-stroken zijn zowel handmatig als door enkele bespuitingen met 2 L/ha Reglone (a.s. diquat) en 2 L/ha Gramoxone (a.s. paraquat) onkruidvrij gehouden



Foto 4. Door de teelt van gewassen die verschillen in waardplantstatus voor *M. chitwoodi* worden besmettingsniveaus gecreëerd, als voorbereiding op het schaderelatieonderzoek. Dwars op deze teeltrichting zijn in het hierop volgende jaar de toetsgewassen geteeld.

Voorgrond van links naar rechts: maïs, zwarte braak, Engels raaigras, rogge, Italiaans raaigras en gladiool.

2.2.2 Schade onderzoek

Dwars op de teeltrichting van de voorvruchten zijn, in 2005, de verschillende toetsgewassen op, zes aaneengesloten, veldjes van elk 6 x 6m geteeld (zie bijlage 2). De gewassen zijn binnen elk van de vier blokken gewaard. Voorafgaand aan het zaaien of poten van de gewassen, is de samenstelling van de aaltjespopulatie in de bouwvoor bepaald. Per netto veldje (1,5 x 2,7m) is met een 13 mm gutsboor de bovenste 25 cm van de bouwvoor bemonsterd. Verspreid over het netto veldje is circa 1 liter (35 steken) grond verzameld. De monsters zijn gesubmonsterd en aan het 100 ml submonster is de samenstelling van de aaltjesbesmetting bepaald. De nematoden zijn opgespoeld met een Oostenbrink trechter. Het op het topzeef achtergebleven organisch materiaal is vier weken geïncubeerd bij 20 °C om aanwezige eieren af te rijpen en uit te laten komen. De aaltjesbesmetting is in beide fracties afzonderlijk bepaald. Uit de resultaten van beide fracties is vervolgens de totale besmetting in de bouwvoor per 100 ml grond berekend. In één op de vijf monsters zijn de aaltjes tot op soort gedetermineerd.

De gewassen zijn zoals gangbaar is voor de regio Noordoost-Nederland geteeld. Gewasbehandelingen zoals bemesting, beregening en gewasbescherming zijn volgens gangbare praktijkadviezen uitgevoerd. Voorafgaand aan het zaaien / poten is het proefveld bemest met 310 kg/ha kaliumsulfaat en 195 kg/ha tripelfosfaat. Vervolgens is afhankelijk van het gewas een aanvullende stikstofbemesting uitgevoerd (zie 2.2.2.1 t/m 2.2.2.6).

2.2.2.1 Zomergerst (reggae)

De zomergerst cv. Reggae is begin april met een Nordsten nokkenradzaaimachine gezaaid (tabel 4). Voorafgaand aan het zaaien is aanvullend op de basisbemesting, bijbemest met 90 kg stikstof per hectare in de vorm van KAS. Tijdens de teelt is de stand van het gewas enkele keren beoordeeld. 24 augustus is de zomergerst met een Wintersteiger (Lelystad) geoogst. Per netto veldje is de korrelopbrengst en, met Sinar graanvochtmeter het vochtgehalte bepaald.

Tabel 4. Teelt- en oogstgegevens schaderelatieonderzoek zomergerst, Marwijksoord 2005.

Aaltjesbemonstering	6 april
Zaaidatum	22 april
Oogstdatum	24 augustus
Ras	Reggae
Zaaidichtheid	130 kg/ha
Opbrengstbepaling(en)	korrelgewicht vochtgehalte
Bruto veld	36 m ² (6,0 x 6,0 m)
Netto oogstveld	12,4 m ² (2,75 x 4,5m)

2.2.2.2 Consumptieaardappel (Nicola)

De aardappelen zijn eind april gepoot. Bij het poten is op het pootgoed een *Rhizoctonia* bestrijding uitgevoerd met Monoereen poeder (a. s. pencyuron). Voorafgaand aan het zaaien is aanvullend op de basisbemesting, bijbemest met 220 kg stikstof per hectare in de vorm van KAS. Gedurende de teelt zijn gewaswaarnemingen uitgevoerd. Opkomst, percentage bodembedekking en afsterven van het gewas zijn beoordeeld.

Tabel 5. Teelt- en oogstgegevens schaderelatieonderzoek consumptieaardappelen, Marwijksoord 2005.

Aaltjesbemonstering	6 april
Pootdatum	22 april
Oogstdatum	12 september
Ras	Nicola
Pootafstand	0,30 cm
Rijafstand	0,75 cm
Opbrengstbepaling(en)	veldgewicht (bruto opbrengst) gewicht sortering < 30 mm gewicht sortering 30 – 50 mm gewicht sortering > 50 mm knolaantasting (zie tabel 6)
Bruto veld	36 m ² (6,0 x 6,0 m)
Netto oogstveld	12 m ² (3,0 x 4,0 m)

Rond half september zijn de aardappelen geoogst en zijn opbrengst, sortering en kwaliteit (knolaantasting door *Meloidogyne*) bepaalt.

Uit de totale opbrengst van een veldje zijn aselekt dertig knollen genomen. De knollen zijn beoordeeld op symptomen van *M. chitwoodi* - aantasting en ingedeeld in vijf klassen (zie tabel 6). Op basis van deze classificatie is volgens onderstaande formule de KnolAantastingsIndex (KAI) berekend.

$$KAI = \frac{((\# \text{ knollen klasse } 0 + 1) * 0) + (\# \text{ knollen klasse } 2 * 10) + (\# \text{ knollen klasse } 3 * 33) + (\# \text{ knollen klasse } 4 * 100))}{\text{totaal aantal beoordeelde knollen}}$$

Bij de berekening van de KAI wordt een aantasting die alleen na schillen zichtbaar wordt, niet meegewogen. Wanneer de aantasting gemiddeld (zeer) laag is kan het zinvol zijn om klasse 1 toch mee te nemen in de berekening van de aantastingsindex. Bij de berekening van de KAI-plus is deze klasse wel meegewogen (klasse 1 x 3,3).

Tabel 6. **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

De index varieert van 0 (geen aantasting) tot 100 (zeer zwaar aangetast). Aardappelpartijen met een knolaantastingsindex tussen 0 en 10 worden over het algemeen goedgekeurd. Een index van 10 tot 20 kan problemen geven bij de tarrering en partijen met een index hoger dan 20 geven zeker problemen met de afzet, zeker in jaren als er voldoende aardappelen op de markt zijn.

2.2.2.3 Zetmeelaardappel (Seresta)

De zetmeelaardappelen zijn eind april gepoot. Bij het poten is op het pootgoed een *Rhizoctonia* bestrijding uitgevoerd met Moncereen poeder (a. s. pencycuron). Voorafgaand aan het zaaien is aanvullend op de basisbemesting, bijbemest met 225 kg stikstof per hectare in de vorm van KAS. Gedurende de teelt zijn gewaswaarnemingen uitgevoerd. Opkomst, percentage bodembedekking en afsterven van het gewas zijn beoordeeld.

Tabel 7. **Teelt- en oogstgegevens schaderelatieonderzoek zetmeelaardappelen, Marwijksoord 2005.**

Aaltjesbemonstering	6 april
pootdatum	22 april
Oogstdatum	17 oktober
Ras	Seresta
Pootafstand	0,30 cm
Rijafstand	0,75 cm
Opbrengstbepaling(en)	veldgewicht (bruto opbrengst) gewicht sortering < 30 mm gewicht sortering 30 – 50 mm gewicht sortering > 50 mm knolaantasting (zie tabel 6) onderwatergewicht
Bruto veld	36 m ² (6,0 x 6,0 m)
Netto oogstveld	12 m ² (3,0 x 4,0 m)

Rond half oktober zijn de aardappelen geoogst en zijn opbrengst, sortering en kwaliteit (knolaantasting door *Meloidogynae*) bepaald. Uit de totale opbrengst van een veldje zijn aselekt dertig knollen genomen. De knollen zijn beoordeeld op symptomen van *M. chitwoodi* - aantasting en ingedeeld in vijf klassen (zie tabel 6). Op basis van deze classificatie is de KnolAantastingsIndex berekend (zie 3.3.2).

Aan een submonster van circa 8 kg is het onderwatergewicht (OMG) bepaald. Uit de totale opbrengst en het onderwatergewicht is volgens onderstaande formule, welke wordt gebruikt door zetmeelverwerkingsbedrijf AaVeBe, het uitbetaalgewicht (UBG) per hectare berekend.

$$\text{Uitbetaalgewicht (UBG)} = ((\text{onderwatergewicht} - 100) / 300) * \text{knolopbrengst}$$

2.2.2.4 Cichorei (Melci)

De cichorei is vlakvelds geteeld op een rij-afstand van 50 cm. Voor het verkrijgen van voldoende planten (circa 150.000 planten/ha) zijn 250.000 zaden per hectare gezaaid. Voorafgaand aan het zaaien is aanvullend op de basisbemesting, bijbemest met 70 kg stikstof per hectare in de vorm van KAS. Tijdens de teelt is de stand van het gewas enkele keren beoordeeld. Begin november zijn de cichoreiwortels in het zwad geoogst en is de bruto opbrengst per netto-veldje bepaald. Aan een submonster van circa 25 kg is door Sensus Corporations C.V. (Rosendaal) het percentage tarra en het inuline gehalte bepaald. In twee monsters van circa 25 kg is het aantal vertakte / misvormde pennen geteld.

Tabel 8. Teelt- en oogstgegevens schaderelatieonderzoek cichorei, Marwijksoord 2005.

Aaltjesbemonstering	6 april
Zaaidatum	22 april
Oogstdatum	23 november
Ras	Melci
Zaaidichtheid	250.000 zaden/ha
Rijafstand	50 cm
Plantafstand	12,7 cm
Opbrengstbepaling(en)	bruto wortelopbrengst netto wortelopbrengst Percentage tarra Inulinegehalte (inulinegetal) aantal vertakte wortels
Bruto veld	36 m ² (6,0 x 6,0 m)
Netto oogstveld	12 m ² (3,0 x 4,0 m)

Uit de netto wortelopbrengst en het inulinegetal is volgens onderstaande formule, opgesteld door cichoreiverwerkingsbedrijf Sensus, de financiële opbrengst (FO) berekend.

$$FO = (HP + BK * (I - 16,0)) * NW$$

HP	= huidige prijs / contractprijs (gerekend met €50,- bij een inulinegetal van 16)
BK	= bonus / korting op inulinegetal (gerekend met €0,50 per 0,1 punt bij inulinegetal ≠ 16,)
I	= Inulinegetal
NW	= netto wortelopbrengst (ton/ha)

2.2.2.5 Suikerbiet (Laetitia)

De suikerbieten (Laetitia) zijn eind april met een Monosem gezaaid. Voorafgaand aan het zaaien is aanvullend op de basisbemesting, bijbemest met 105 kg stikstof per hectare in de vorm van KAS en 45 kg stikstof in de vorm van chilisalpeter. Tijdens de teelt is de stand van het gewas enkele keren beoordeeld. Begin juli is de stand van het gewas, in nagenoeg alle veldjes, dun en zeer onregelmatig. De gewasstand is slecht en niet representatief voor de praktijk, waarop besloten is het gewas niet te oogsten.

Tabel 9. Teelt- en oogstgegevens schaderelatieonderzoek suikerbiet, Marwijksoord 2005.

Aaltjesbemonstering	6 april
Zaaidatum	22 april
Oogstdatum	23 november
Ras	Laetitia
Zaaidichtheid	110.000 zaden/ha
Rijafstand	50 cm
Plantafstand	18 cm
Opbrengstbepaling(en)	niet geoogst
Bruto veld	36 m ² (6,0 x 6,0 m)
Netto oogstveld	12 m ² (3,0 x 4,0 m)

2.2.2.6 Waspeen

De waspeen is op bedden van 1,5 meter geteeld. Eind mei zijn met een knokkenrad zaaimachine 17,5 miljoen zaden per hectare gezaaid. Voorafgaand aan het zaaien is aanvullend op de basisbemesting, bijbemest met 45 kg stikstof per hectare in de vorm van chilisalpeter. Tijdens de teelt is de stand van het gewas enkele keren beoordeeld.

Half oktober is de waspeen in het zwad geoogst, en is de bruto opbrengst per netto-veldje (1 m bed van de twee middelste bedden) bepaald. De netto opbrengst is bepaald door de ondermaatse peen, < 10 mm, uit bruto opbrengst te sorteren. Uit de netto opbrengst van elk bed (twee per veldje) is een submonster van circa 2,5 kg genomen voor de kwaliteitsbepaling. De penen zijn beoordeeld op mate van aantasting door *M. chitwoodi* en op vertakking van de pen (zie tabel 10) en ingedeeld in zes klassen: niet, licht (1 tot 20 knobbels per pen) en zwaar (meer dan 20 knobbels per pen) aangetast en per klasse verder onderverdeeld in niet en wel vertakt. Per klasse is het gewicht van de penen bepaald.

Op basis van deze gewichtpercentages is een aantastingsindex (PAI) berekend volgens onderstaande formule:

PeenAantastingsIndex (PAI) =

$$\frac{((\text{gewichtsporc. niet aangetast} * 0) + (\text{gewichtsporc. licht aangetast} * 1) + (\text{gewichtsporc. zwaar aangetast} * 2))}{2}$$

Tabel 10. Teelt- en oogstgegevens schaderelatieonderzoek waspeen, Marwijksoord 2005.

Aaltjesbemonstering	6 april
Zaaidatum	25 mei
Oogstdatum	20 oktober
Pas	Maxi
Zaaidichtheid	17,5 mln zaden/ha
teeltwijze	Beddenteelt (4 bedden per veldje)
bedbreedte	1,5 m
Opbrengstbepaling(en)	Bruto wortelopbrengst (gewicht) Netto opbrengst gewicht niet aangetast en niet vertakte pennen gewicht licht aangetast en niet vertakte pennen gewicht zwaar aangetast en niet vertakte pennen gewicht niet aangetast en vertakte pennen gewicht licht aangetast en vertakte pennen gewicht zwaar aangetast en vertakte pennen
Bruto veld	36 m ² (6,0 x 6,0 m)
Netto oogstveld	2 x 1 m bed (2 x 1,5 m ²)

2.3 Statistische analyse

De gegevens zijn statistisch geanalyseerd met Genstat, 8th edition. Het effect van de verschillende gewassen op de nematodenpopulatie is berekend door, per aaltjessoort, de aantallen aaltjes per veld te verhogen met één en daarna een log10 transformatie door te voeren. Met deze getransformeerde waarden is variantieanalyse uitgevoerd, waarna de objectgemiddelden zijn teruggetransformeerd en zijn verminderd met één. Deze, via transformatie en terugtransformatie verkregen, objectgemiddelden worden aangeduid met de term 'medianen'. De 10Log transformatie is uitgevoerd om een normaal verdeling van de data te benaderen. De verkregen medianen worden minder sterk beïnvloed door extremen dan rekenkundige gemiddelden.

Met lineaire regressie analyse is bepaald of er een (betrouwbaar) verband is tussen de *Meloidogyne*-besmetting en de opbrengst en kwaliteit van de gewassen. Met behulp van multiple regressie analyse is bepaald of andere plantparasitaire aaltjes effect hebben gehad op opbrengst en kwaliteit van de gewassen.

In de tabellen en de tekst komen de volgende statistische termen voor:

- Variantieanalyse:
 - F-prob. (F probability): dit geeft de kans aan dat de verschillen tussen objecten door het toeval zijn veroorzaakt. Als de F prob. kleiner is dan 0,05 (dus minder dan 5 %) dan wordt aangenomen dat dit te klein is om aan het toeval toe te schrijven en wordt verondersteld dat de verschillen door de objecten zijn veroorzaakt.
 - gelijke letters bij berekende objectgemiddelden betekenen dat er tussen deze objecten geen significant verschil bestaat.
 - LSD 5%: (Least Significant Difference): dit is het kleinste significante verschil tussen twee afzonderlijke objecten bij een onbetrouwbaarheid van 5%.
- Regressieanalyse:
 - F-prob., is een afkorting van F-probability. Dit cijfer geeft de kans aan dat het verband tussen twee variabelen, die in het regressiemodel zijn opgegeven, significant is.
 - T-prob. (T probability): dit cijfer geeft de kans aan dat de ingeschatte waarde (van de parameter waarvoor de T prob. is berekend) afwijkt van nul. Als dit minder is dan 0.05 (minder dan 5 %), dan wordt aangenomen dat dit te klein is om aan het toeval toe te schrijven en wordt verondersteld dat de parameter ongelijk is aan nul.

3 Resultaten

3.1 Waardplantgeschiktheidsonderzoek

In 2004 is de waardplantgeschiktheid (**WPG**) van tien gewassen (2 aardappelrassen, 2 bietenrassen, 2 cichoreirassen, 2 graangewassen en 2 groenbemesters) onderzocht. De *Meloidogyne*-besmettingen voorafgaand (Pi) en na (Pf) de teelt van de gewassen staan vermeldt in tabel 11. Bij de graangewassen is een extra nabemonstering uitgevoerd. Eén keer direct na de oogst (Pt, september) en een tweede keer in november, gelijktijdig met de nabemonstering bij de andere gewassen. Rogge is als groenbemester geteeld. Het gewas was echter eind augustus, als gevolg van een zware roestaantasting, al bijna volledig afgestorven. Daarom is besloten om het gewas begin september, gelijktijdig met het bewerken van de graanvelden, in te werken en een nabemonstering uit te voeren. De aardappelen begonnen half augustus af te sterven en zijn, nadat het loof volledig was afgestorven, half september gerooid. De suikerbieten en cichorei zijn begin oktober gerooid.

De *Meloidogyne*-besmetting op het proefveld is vrij heterogeen. Eenderde van de veldjes was niet (aantoonbaar) besmet. De gemiddelde *Meloidogyne*-besmetting voorafgaand aan de teelt is daardoor matig tot laag, en is gemiddeld over alle veldjes 40 larven/100 ml grond (zie tabel 11). De gemiddelde *Meloidogyne*-besmetting voorafgaand aan de teelt is het laagst bij het suikerbietenras Laetitia en het zomergerst-ras Reggae. De beginbesmetting bij deze objecten is betrouwbaar lager dan bij het referentiegewas Italiaans raaigras cv. Bartali, het object met gemiddeld de hoogste *Meloidogyne*-besmetting voorafgaand aan de teelt. Tussen de toetsgewassen zijn geen betrouwbare verschillen in beginbesmetting (Pi) waargenomen. Met uitzondering van de rassen Laetitia en Reggae verschilt de gemiddelde beginbesmetting van de toetsgewassen niet betrouwbaar van de beginbesmetting bij de referenten braak en Italiaans raaigras cv. Bartali. De al gemiddeld zeer lage beginbesmetting bij zwarte braak is gedurende de braakperiode nog iets verder te zijn afgenomen, van gemiddeld 4 naar 3 larven/100 ml grond. Italiaans raaigras cv. Bartali, een goede waard voor *M. chitwoodi*, heeft de populatie sterk vermeerderd. De *Meloidogyne*-besmetting is toegenomen tot ruim 1800 larven/100 ml grond. Ook triticale en rogge (groenbemester) hebben de populatie sterk vermeerderd. De *Meloidogyne*-besmetting direct na de teelt (begin september) is bij deze gewassen toegenomen tot respectievelijk 1420 en 1163 larven/100 ml grond, een zware besmetting. Bij rogge lijkt de besmetting in de periode na de teelt (september tot november) af te nemen. Dit in tegenstelling tot de besmetting bij triticale, waar de *Meloidogyne*-besmetting in november gelijk is aan de besmetting direct na de teelt (september). De afname van de gemiddelde *Meloidogyne*-besmetting na de teelt van de rogge wordt sterk bepaald door één veldje waarin de besmetting daalt van 125 larven/100 ml grond naar een besmetting onder de detectiegrens. In de andere rogge-veldjes neemt de *Meloidogyne*-besmetting nauwelijks af, en is de besmetting in november nog ruim 1000 larven/100 ml grond. Zowel triticale als rogge laten een *Meloidogyne*-besmetting na die significant hoger is dan bij zwarte braak en niet betrouwbaar verschilt van de besmetting na de teelt van de goede waard Italiaans raaigras cv. Bartali. Bij de teelt van zomergerst (Reggae) en de aardappelrassen Seresta en Asterix neemt de *Meloidogyne*-besmetting licht toe. De eindbesmettingen bij deze gewassen verschillen echter niet betrouwbaar van zwarte braak, maar zijn wel significant lager dan de eindbesmetting bij Italiaans raaigras. De vermeerderingsratios (Pf/Pi) bij zomergerst (Reggae) en de twee aardappelrassen bedraagt circa 3 en deze verschillen niet significant van zwarte braak en Italiaans raaigras cv. Bartali. Bij bladrammenasras Commodore en suikerbietras Laetitia is de *Meloidogyne*-besmetting na de teelt min of meer gelijk aan de (vrij lage) besmetting voorafgaand aan de teelt. De vermeerderingsratio is bij deze objecten circa 1, en deze verschillen niet betrouwbaar van zwarte braak. Alleen bij cichorei (Orchies en Melci) en suikerbietras Alligator is de *Meloidogyne*-besmetting afgenomen ten opzichten van de besmetting voor de teelt; vermeerderingsratio <1. De eindbesmetting en vermeerderingsratio bij deze objecten verschillen statistisch niet van zwarte braak en maar zijn betrouwbaar lager dan bij Italiaans raaigras cv. Bartali. De afname van de besmetting is het sterkst bij de cichorei-rassen.

Tabel 11. Gemiddelde *M. chitwoodi* besmetting voor (Pi, april) en na (Pf, november) de teelt van verschillende gewassen en vermeerderingsratio, veldproef PPO-agv locatie Kooijenburg, Marwijksoord 2004.

Gewas	ras	Pi	Pt *	Pf	Pf/Pi	
		(L/100ml grond)	(L/100ml grond)	(L/100ml grond)		
cichorei	Orchies	28 ab	---	1 a....	0,1	a...
cichorei	Melci	10 ab	---	2 ab....	0,2	a...

suikerbiet	Alligator	77	a b	---	28	abcd..	0,5	ab..
suikerbiet	Laetitia	5	a.	---	3	abc...	1,0	ab..
bladrammenas	Commodore	21	a b	---	16	abc...	1,1	abc.
consumptieaardappel	Nicola	28	a b	---	79	..cde.	2,7	.bc.
zetmeelaardappel	Seresta	15	a b	---	56	.bcd..	3,1	.bc.
zomergerst	Reggae	3	a.	4 a.	23	abcd..	3,4	.bc.
(blad) rogge	Picasso	72	a b	1163 .b	371	...def	4,3	.bcd
Triticale	Talentro	25	a b	1420 .b	1414	ef	45,3	...d

zwarte braak		4	a.	---	3	abc...	0,5	ab..
Italiaans raaigras	Bartali	209	.b	---	1837	f	12,1	..cd

* bemonstering uitgevoerd kort na de oogst van de graangewassen (3 september)

3.2 Schaderelatieonderzoek

In 2004 is een schaderelatieproefveld voorbereid. Door de teelt van gewassen die verschillen in waardplantstatus voor *M. chitwoodi* zijn verschillende besmettingsniveaus gecreëerd. In 2005 zijn op deze veldjes de zes toetsgewassen geteeld en is het effect van de *M. chitwoodi* besmetting op de opbrengst en kwaliteit van deze gewassen bepaald.

3.2.1 Opbouwen besmettingniveaus

Voorafgaand aan de teelt van de toetsgewassen (april 2005) is in alle veldjes een aaltjesbemonstering uitgevoerd. De gemiddelde *M. chitwoodi* besmetting en de besmetting met enkele andere plantparasitaire aaltjes en het aantal niet-plant parasitaire aaltjes na de teelt van de verschillende gewassen staan vermeld in de tabel 12. In één op de vijf monsters (25 monsters) zijn de aaltjes tot op soort gedetermineerd. Van het geslacht *Meloidogyne* is naast de soort *M. chitwoodi* ook een zeer lichte besmetting met *M. naasi* aangetroffen.

Tabel 12. Aaltjesbesmetting ¹⁾ (april 2005) na zomer zwarte braak en zomerteelt van verschillende gewassen, Marwijksoord 2004/2005.

Gewas	<i>Meloidogyne</i> spp.	<i>Pratylenchus</i> spp.	<i>Trichodorus</i> spp.	<i>Paratylenchus</i> spp.	niet plantparasitair
zwarte braak	1 a...	27 a..	3 .b	43 a....	1420 a...
Engels raaigras	1 a...	219 .bc	1 a.	1309e	2056 .b..
Maïs	8 .b..	333 ..c	3 .b	129 .b...	1411 a...
Gladiol	13 .bc.	21 a..	0 a.	735 ...d.	1835 .b..
Italiaans raaigras	30 ..cd	138 .b.	3 .b	1092 ...de	2753 ...c.
(snij) rogge	33 ...d	335 ..c	1 a.	203 ..c..	4482 ...d
F prob	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001

1) aantal larven per 100 ml grond

De gemiddelde *Meloidogyne*-besmetting is bij alle objecten vrij laag. De gemiddelde besmetting na zwarte braak en de teelt van Engels raaigras is (zeer) laag en statistisch betrouwbaar lager dan bij de overige gewassen. De *Meloidogyne*-besmetting is gemiddeld het hoogst na de teelt van Italiaans raaigras en rogge, circa 30 larven / 100 ml grond. Na gladiol (cv. Hunting Song) en maïs is de besmetting circa 10 larven / 100 ml grond. De gemiddelde *Meloidogyne*-besmetting na maïs is betrouwbaar lager dan na Italiaans raaigras en rogge.

De *Meloidogyne*-besmetting op het proefveld is vrij heterogeen. De gemiddelde *Meloidogyne*-besmetting in de blokken 1 t/m 4 is respectievelijk 1, 4, 6 en 119 larven per 100 ml grond. De gemiddelde besmetting in blok 1 is zeer laag en significant lager dan in de overige blokken. Ook in de blokken 2 en 3 is de gemiddelde *Meloidogyne*-besmetting significant lager dan in blok 4, maar verschillen onderling niet betrouwbaar van elkaar. De gemiddelde *Meloidogyne*-besmetting per voorvrucht per blok is weergegeven in figuur 1. Alleen in blok 4 zijn vrij hoge *Meloidogyne*-besmettingen waargenomen. In dit blok is de besmetting na zwarte braak en Engels raaigras laag, respectievelijk 6 en 5 larven / 100 ml grond en betrouwbaar lager dan bij de overige gewassen. De *Meloidogyne*-besmetting na gladiol, rogge, maïs, en Italiaans raaigras is vrij zwaar tot zwaar. De besmettingsniveaus bij deze gewassen verschillen statistisch niet betrouwbaar van elkaar.

Blok I	1	Gladiol :	1 abc
	2	Rogge:	2 abcd
	3	Italiaans raaigras:	1 abc
	4	Braak:	0 a
	5	Mais:	0 ab
	6	Engels raaigras:	0 a

Blok II	1	Engels raaigras:	1 abc
	2	Braak:	0 abc
	3	Gladiol :	2 abcd
	4	Mais:	2 abcd
	5	Rogge:	30 fg
	6	Italiaans raaigras:	51 g

Blok III	1	Mais:	3 abcde
	2	Braak:	1 abc
	3	Engels raaigras:	1 abc
	4	Rogge :	32 fg
	5	Italiaans raaigras:	12 defg
	6	Gladiol :	17 efg

Blok IV	1	Braak:	6 cdef
	2	Mais:	551 h
	3	Italiaans raaigras:	777 h
	4	Rogge:	452 h
	5	Gladiol :	377 h
	6	Engels raaigras:	5 bcde

Figuur 1. Proefveldschema met gemiddelde *Meloidogyne*-besmetting per voorvrucht per blok, schaderelatieonderzoek Marwijksoord 2004 – 2005.

In de determinatiemonsters is van het geslacht *Pratylenchus* alleen de soort *P. crenatus* aangetroffen, het graanworteltesieaaltje. Dit aaltje kan zich sterk vermeerderen op granen en in wat minder mate ook op grassen. De *P. crenatus* besmetting is het hoogst na rogge en maïs gevolgd door Engels en Italiaans raaigras. De besmetting is het laagst na de niet-waard gladiol en zwarte braak. In het schaderelatieonderzoek is geen schade als gevolg van deze aaltjesbesmetting te verwachten.

Het proefveld is ook besmet met speldaatjes *Paratylenchus* spp. De besmetting met deze aaltjessoort is het laagst na zwarte braak (43 larven/100 ml grond). Ook bij maïs en rogge is de gemiddelde besmetting vrij laag; respectievelijk 129 en 203 larven/100 ml grond. Gladiol laat een gemiddelde besmetting na van ruim 700 larven/100 ml grond. De *Paratylenchus*-besmetting is gemiddeld het zwaarst na Engels- en Italiaansraaigras. Bij deze gewassen licht de besmetting (ruim) boven de 1000 larven/100 ml grond. Met betrekking tot de schadegevoeligheid van de toetsgewassen voor deze aaltjessoort is niets bekend.

Op het proefveld was de *Trichodorida*-besmetting zeer laag; een voor de toetsgewassen niet schadelijk niveau. In de determinatiemonsters is alleen de soort *T. similis* aangetroffen.

De gemiddelde besmetting van niet plantparasitaire aaltjes is ruim 2300 larven per 100 ml grond. Het aantal niet plantparasitaire aaltjes is het laagst na zwarte braak en maïs, circa 1400 larven/ 100 ml grond. De aantallen bij deze objecten zijn betrouwbaar lager dan bij de andere gewassen. De besmetting met niet plantparasitaire aaltjes na gladiol en Engels raaigras is respectievelijk 1835 en 2056 larven / 100 ml grond en betrouwbaar lager dan na Italiaans raaigras en rogge. De besmetting is het hoogst na rogge. Opgemerkt dient te worden dat dit het enige gewas is geweest dat de winter over is blijven staan en pas in het voorjaar van 2005 is ondergewerkt.

3.2.2 Schade onderzoek

Het schaderelatieonderzoek is uitgevoerd aan zes gewassen: zomergerst, zetmeel- en consumptieaardappelen, suikerbiet, cichorei en waspeen. Met uitzondering van suikerbiet was de opkomst en gewasontwikkeling bij alle gewassen goed. De opkomst (gewasstand) van suikerbiet was in alle veldjes zeer onregelmatig. Een eenduidige oorzaak voor de slechte opkomst was niet te achterhalen. De gewasstand van de suikerbiet was dermate slecht, en daardoor niet representatief voor de praktijk, dat besloten is het gewas niet te oogsten.

In onderstaande tabel zijn de gegevens opgenomen van het KNMI weerstation in Eelde (weerstation op circa 30 kilometer afstand van het proefveld). Deze cijfers geven een beeld van de weersomstandigheden tijdens de teelt.

Weergegevens per maand, KNMI weerstation Eelde, 2005

maand	temperatuur in gr C.		neerslag in mm		zonneshijn in uur	
	2005	normaal	2005	normaal	2005	normaal
april	9.7	7.5	55	44	218	156
mei	11.8	11.9	55	58	215	204
juni	15.4	14.4	51	73	235	182
juli	17.1	16.5	103	73	142	190
augustus	15.6	16.5	119	57	161	189
September	15.0	13.5	54	72	203	129
Oktober	12.6	9.6	48	70	171	99

April was zacht, zonnig en vrij nat. Mei vertoonde een weerbeeld dat weinig afweek van het langjarig gemiddelde. Juni was warm, vrij droog en zonnig. Juli was vrij warm, maar nat en somber.

In augustus was het weer aan de koele kant, met veel neerslag (vooral met zware buien rond half augustus).

September en oktober waren warm, vrij droog en heel zonnig.

3.2.2.1 Zomergerst (Reggae)

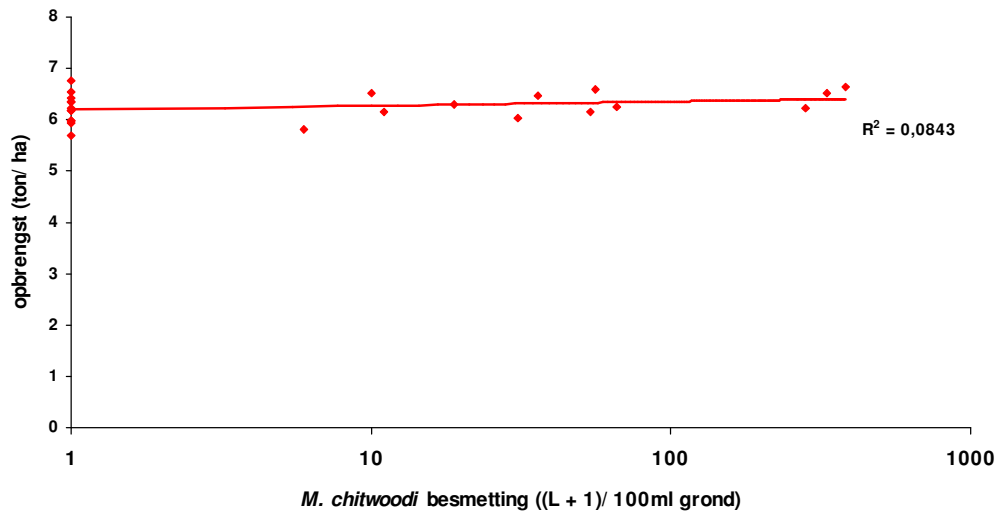
De zomergerst is 22 april gezaaid en 24 augustus geoogst. Tijdens de teelt zijn geen betrouwbare verschillen in gewasontwikkeling waargenomen. De korrelopbrengst bedraagt gemiddeld over alle voorvruchten 6,25 ton/ha. Een opbrengst die vergelijkbaar is met opbrengsten in de praktijk (KWIN). De opbrengst is gemiddeld het laagst bij gladiol als voorvrucht, en deze is betrouwbaar lager dan bij de voorvruchten Engels raaigras en rogge of zwarte braak (zie tabel 13). Er zijn geen betrouwbare verschillen in vochtgehalte van de zomergerst bij de verschillende voorvruchten waargenomen.

Tabel 13. Opbrengst zomergerst geteeld op een met *M. chitwoodi* besmet perceel na verschillende voorvruchten, Marwijksoord 2005.

Voorvrucht	korrelopbrengst (ton/ha)		Vochtgehalte (%)	
Engels raaigras	6,48	a .	16,0	a
zwarte braak	6,34	a .	15,6	a
(snij) rogge	6,33	a .	15,7	a
Italiaans raaigras	6,24	a.b	15,9	a
Mais	6,11	a.b	15,8	a
Gladiol	6,04	. b	15,9	a
<i>F prob</i>	0,022		0,575	
<i>lsd (p<0,05)</i>	0,252		0,572	

De *Meloidogyne*-besmetting heeft geen betrouwbaar effect gehad op de korrelopbrengst van de zomergerst in deze proef (zie figuur 2). Ook bij de zwaarste *Meloidogyne*-besmettingen in deze proef, van rond de 300 larven/100 ml grond, bedraagt de opbrengst nog ruim 6 ton/ha. Een opbrengst die vergelijkbaar is met opbrengsten bij de zeer lage (geen) *Meloidogyne*-besmettingen.

Uit de multiple regressie analyse blijkt dat ook de overige plantparasitaire aaltjes geen statistisch betrouwbaar effect op de korrelopbrengst van de zomergerst gehad.



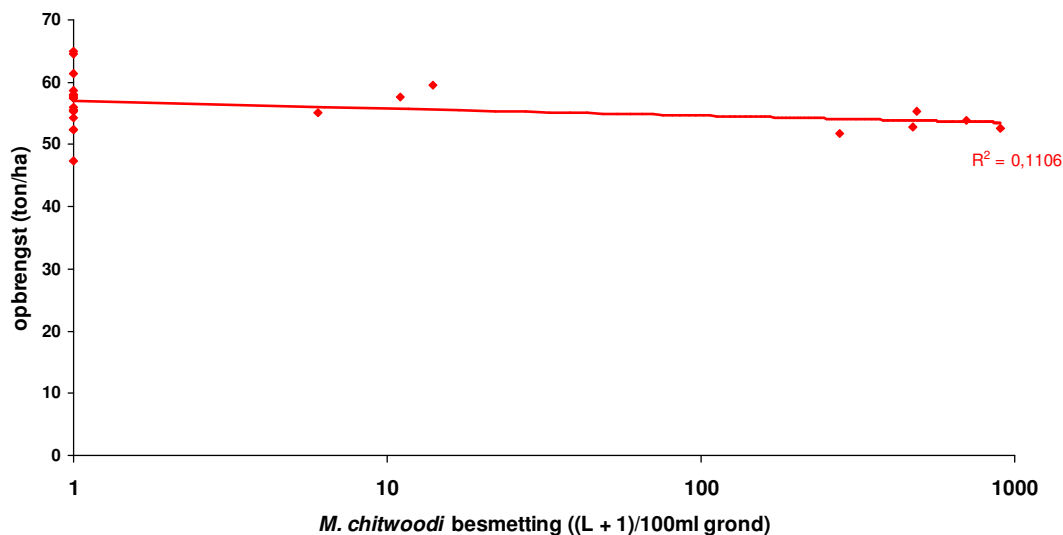
3.2.2.2 Consumptieaardappel (Nicola)

De consumptieaardappelen (cv Nicola) zijn eind april gepoot. De gewasontwikkeling was in alle veldjes goed, al leek de voorvrucht gladool de groei licht te remmen. Het verschil met de andere voorvruchten was echter klein en niet betrouwbaar. Half augustus begon het gewas (bij alle voorvruchten) af te sterven en begin september was het gewas in alle veldjes volledig afgestorven. 13 september zijn de aardappelen gerooid en is de opbrengst en kwaliteit (mate van aantasting) bepaald. Gemiddeld over alle voorvruchten is de opbrengst goed, ruim 55 ton/ha. De opbrengst is gemiddeld het hoogst na de voorvrucht Engels raaigras (59,8 ton/ha), gevolgd door de rogge en Italiaans raaigras (zie tabel 14). De opbrengst bij deze voorvruchten is betrouwbaar hoger dan na maïs, de voorvrucht met de laagste opbrengst (51,7 ton/ha). De opbrengsten na zwarte braak en gladool liggen tussen die van Italiaans raaigras / rogge en maïs in, maar verschillen niet betrouwbaar van de aardappelopbrengsten bij deze voorvruchten. De opbrengst bij Engels raaigras is wel betrouwbaar hoger dan bij zwarte braak.

Tabel 14. Opbrengst consumptieaardappelen (Nicola) geteeld op een met *M. chitwoodi* besmet perceel na verschillende voorvruchten, Marwijksoord 2005.

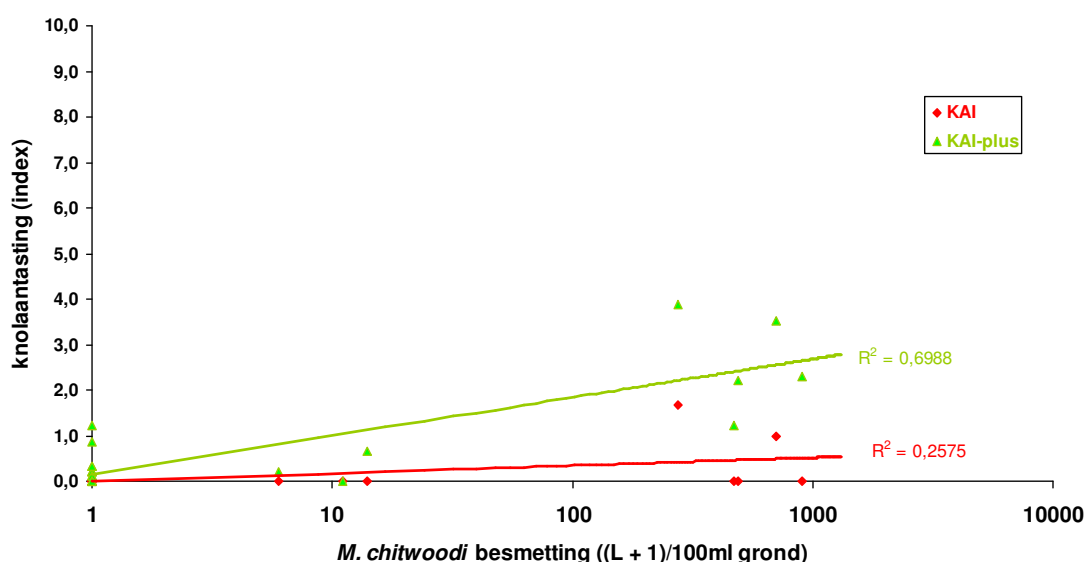
Voorvrucht	opbrengst (ton/ha)
Engels raaigras	59,8 a .
(snij) rogge	58,6 a b
Italiaans raaigras	57,1 a b
Zwarte braak	55,3 . b c
Gladool	54,6 . b c
Maïs	51,7 . . c
<i>F prob</i>	0,016
<i>lsd (p<0,05)</i>	4,409

De *Meloidogyne*-besmetting heeft geen betrouwbaar effect gehad op de opbrengst (zie figuur 3). De opbrengst lijkt licht af te nemen bij de hogere besmettingsniveaus, maar deze (lichte) afname is niet statistisch betrouwbaar. Ook de besmetting van de overige aaltjessoorten hebben geen statistisch betrouwbaar effect gehad op de opbrengst.



Figuur 3. Relatie tussen *Meloidogyne chitwoodi* besmetting (voorjaarsbemonstering) en knolopbrengst bij consumptieaardappelen (Nicola)

Aan een submonster van 30 knollen per veldje is de mate van knolaantasting door *M. chitwoodi* bepaald. De *Meloidogyne*-aantasting op de knollen is zeer laag ($KAI < 2$). Met uitzondering van een zeer beperkt aantal knollen, bleef de aantasting beperkt een zeer lichte aantasting onder de schil die uitwendig niet zichtbaar was (zie figuur 4). Een aantasting die zeker niet tot declassering van het product zou hebben geleid. Uit de lineaire regressie analyse blijkt dat er een statistisch betrouwbare relatie is tussen de *Meloidogyne*-besmetting en de mate van knolaantasting; uitgedrukt in de KnolAantastingsIndex (KAI). De (cor)relatie tussen de *M. chitwoodi* besmetting en de mate van knolaantasting (KAI) is echter matig. Met dit model kan slechts 25% van de variantie verklaard worden door de *M. chitwoodi*-besmetting. De aantasting die alleen na het schillen van de knol zichtbaar is wordt bij de berekening van de KAI niet meegenomen. Bij de berekening van de KAI-plus wordt ook deze aantasting-klasse (klasse1, zie tabel 6) wel meegewogen. De (cor)relatie tussen de *M. chitwoodi* besmetting en KAI-plus is sterker dan met de KAI. Het percentage verklarende variantie neemt toe tot 70%.



Figuur 4. Relatie tussen *Meloidogyne chitwoodi* besmetting (voorjaarsbemonstering) en knolaantasting (uitwendig en uitwendig + inwendig (plus)) bij consumptieaardappelen (cv. Nicola).

De zetmeelaardappelen (cv Seresta) zijn eind april gepoot. De gewasontwikkeling was in alle veldjes goed. Begin september begon het gewas (bij alle voorvruchten) af te sterven. De afsterving was het sterkst in blok 4. Eind september was het gewas in alle veldjes bijna volledig afgestorven. 17 oktober zijn de aardappelen gerooid en is de opbrengst en kwaliteit (mate van aantasting) bepaald.

De voorvruchten hebben een betrouwbaar effect gehad op de opbrengst. De opbrengst is gemiddeld het hoogst na de voorvrucht rogge (52,5 ton/ha), gevolgd door Engels raaigras (zie tabel 15). De opbrengst bij deze voorvruchten is betrouwbaar hoger dan bij zwarte braak, maïs en gladiol de voorvruchten met de laagste opbrengst (circa 45 ton/ha). De opbrengsten na Italiaans raaigras (47,5 ton/ha) is betrouwbaar lager dan na rogge, maar verschilt niet betrouwbaar van de opbrengsten bij de andere voorvruchten. Het onderwatergewicht (OWG) laat min of meer het omgekeerde beeld zien. De voorvruchten met de hoogste opbrengst hebben het laagste OWG, en de voorvruchten met de laagste opbrengst het hoogste OWG. De verschillen in OWG tussen de meeste voorvruchten zijn echter niet statistisch betrouwbaar. Alleen bij rogge is het OWG betrouwbaar lager dan bij de andere voorvruchten (m.u.v. Italiaans raaigras).

Ondanks de opbrengstverschillen hebben de voorvruchten geen betrouwbaar effect op het uitbetaalgewicht (UBG; de resultante van de opbrengst en het OWG). Een lagere opbrengst wordt deels gecompenseerd door een hoger OWG. Het UBG na rogge en Engels raaigras is weliswaar circa 5 ton/ha hoger dan bij de andere voorvruchten, maar de verschillen zijn statistisch niet betrouwbaar.

Tabel 15. Opbrengst zetmeelaardappelen (Seresta) geteeld op een met *M. chitwoodi* besmet perceel na verschillende voorvruchten, Marwijksoord 2005.

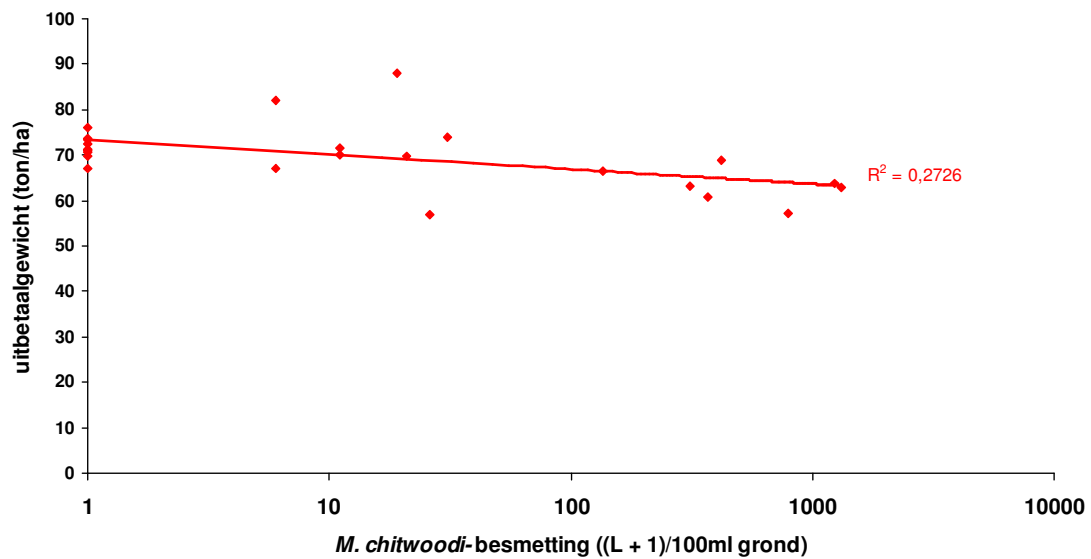
Voorvrucht	opbrengst (ton/ha)	onderwatergewicht	uitbetaalgewicht (ton/ha)
(snij) rogge	52,5 a..	520 a.	73,7 a
Engels raaigras	50,4 a.b.	537 .b	73,4 a
Italiaans raaigras	47,5 .b.c	534 a.b	68,7 a
Maïs	45,1 ..c	545 .b	67,0 a
zwarte braak	45,0 ..c	550 .b	67,3 a
Gladiol	44,8 ..c	550 .b	67,1 a
<i>F</i> prob	0,014	0,012	0,295
<i>lsd</i> ($p < 0,05$)	4,793	16,4	8,200

De *Meloidogyne*-besmetting heeft geen betrouwbaar effect gehad op de opbrengst maar wel op het OWG en het UBG. Bij oplopende besmettingsniveaus neemt het UBG licht af (zie figuur 5). De relatie tussen de *Meloidogyne*-besmetting voorafgaand aan de teelt per 100 ml grond (Pi) en het UBG van de zetmeelaardappelen in deze proef kan beschreven worden met de formule:

$$UBG = 73,3 - 3,2 \times 10 \log (P_i + 1)$$

Dit betekent dat bij een toename van de *Meloidogyne*-besmetting met een factor 10 de opbrengst met gemiddeld 3,2 ton/ha daalt. Bij een besmetting van 100 larven/100 ml grond nam de opbrengst in deze proef met gemiddeld 6,4 ton/ha af. Een opbrengstreductie van bijna 10%.

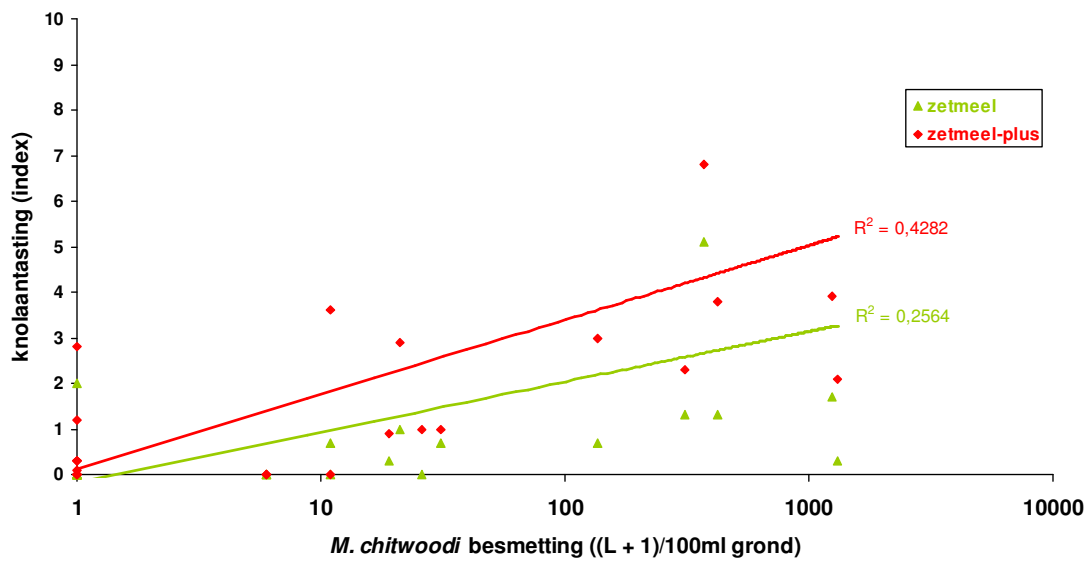
Het percentage verklarende variantie is echter laag, waardoor de nauwkeurigheid van de voorspelling van het UBG volgens het model gering is.



Figuur 5. Relatie tussen *Meloidogyne chitwoodi* besmetting (voorjaarsbemonstering) en uitbetaalgewicht van zetmeelaardappelen (Seresta).

Aan een submonster van 30 knollen per veldje is de mate van knolaantasting door *M. chitwoodi* bepaald. De *Meloidogyne*-aantasting op de knollen is zeer laag ($KAI < 5$). Met uitzondering van één veldje met een lichte aantasting van de knollen ($KAI = 11,6$). Een partij zetmeelaardappelen met een dergelijke aantasting zal in de praktijk niet leiden tot problemen (declassering) bij de afzet. De aantasting bleef in het algemeen beperkt tot een zeer lichte aantasting onder de schil die uitwendig niet zichtbaar was (zie figuur 6).

Uit de lineaire regressie analyse blijkt dat er een statistisch betrouwbare relatie is tussen de *Meloidogyne*-besmetting en de mate van knolaantasting; uitgedrukt in de KnolAantastingsIndex (KAI). De (cor)relatie tussen de *M. chitwoodi* besmetting en de mate van knolaantasting (KAI) is echter matig. Met dit model kan slechts 26% van de variantie verklaard worden door de *M. chitwoodi*-besmetting. De aantasting die alleen na het schillen van de knol zichtbaar is wordt bij de berekening van de KAI niet meegenomen. Bij de berekening van de KAI-plus wordt ook deze aantastingklasse (klasse1, zie tabel 6) wel meegewogen. De (cor)relatie tussen de *M. chitwoodi* besmetting en KAI-plus is iets beter dan met de KAI. Het percentage verklarende variantie neemt licht toe tot 43%.



Figuur 6. Relatie tussen *Meloidogyne chitwoodi* besmetting (voorjaarsbemonstering) en knolaantasting (uitwendig en uitwendig + inwendig (plus)) bij zetmeelaardappelen (Seresta).

3.2.2.4 Cichorei

De cichorei is 22 april gezaaid. De opkomst was in alle veldjes goed. Tijdens de teelt zijn er geen betrouwbare verschillen in gewasontwikkeling waargenomen. Op 23 november is de cichorei geoogst en is de opbrengst en inulinegehalte bepaald. De voorvrucht heeft een betrouwbaar effect gehad op de (financiële) opbrengst van de cichorei (zie tabel 16). De opbrengst is het hoogst na Engels raaigras; 53,5 ton/ha. Bij deze voorvrucht is de opbrengst betrouwbaar hoger dan bij de andere voorvruchten. Maïs was in deze proef de voorvrucht met de laagste opbrengst. De opbrengst van de cichorei geteeld na maïs is bijna 10 ton/ha lager dan bij Engels raaigras als voorvrucht. De opbrengst na maïs is betrouwbaar lager dan bij Engels- en Italiaans raaigras en rogge als voorvrucht, maar verschilt niet betrouwbaar van de opbrengst van de cichorei geteeld na gladiol of zwarte braak. De voorvruchten Italiaans raaigras, rogge, gladiol en zwarte braak hebben een vergelijkbaar effect op de opbrengst gehad.

De voorvruchten hebben geen betrouwbaar effect gehad op het percentage tarra, inulinegehalte en het gewichtpercentage vertakte pennen. Het effect van de voorvruchten op de financiële opbrengst (resultante van netto opbrengst en inulinegehalte) is vergelijkbaar met het effect van de voorvruchten op de (netto) opbrengst.

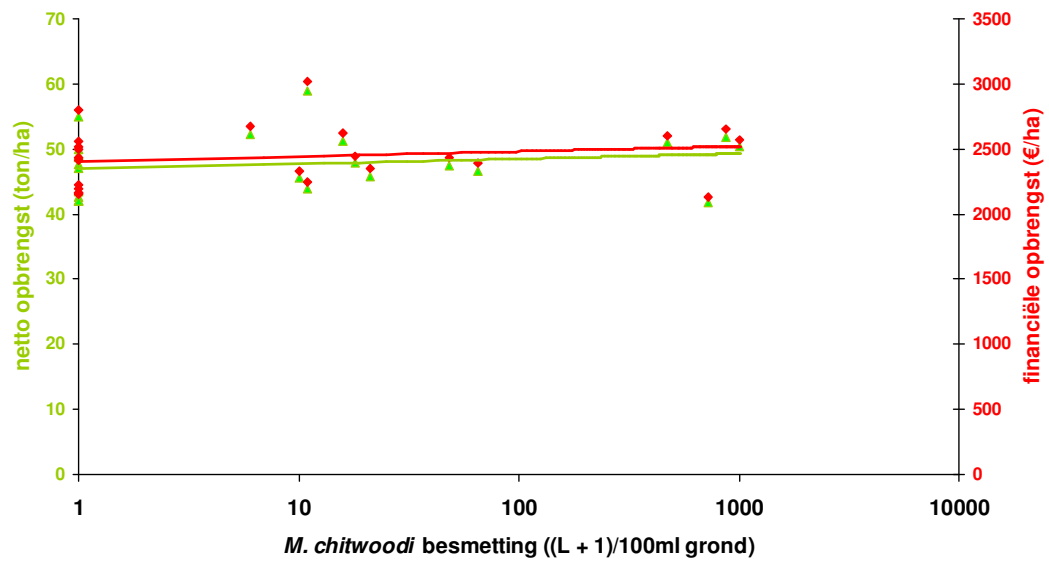
Tabel 16. Netto-opbrengst, inulinegehalte en financiële opbrengst van cichorei geteeld op een met *M. chitwoodi* besmet perceel na verschillende voorvruchten, Marwijksoord 2005.

Voorvrucht	netto opbrengst (ton/ha)	Inulinegehalte (inulinegehalte)	Financiële opbrengst (€)
Engels raaigras	53,5 a . .	18,4 a	2.738 a . .
Italiaans raaigras	48,3 . b .	18,5 a	2.472 . b .
(snij) rogge	48,2 . b .	18,3 a	2.467 . b .
Gladiol	46,7 . b c	18,3 a	2.389 . b c
zwarte braak	45,7 . b c	18,5 a	2.341 . b c
Maïs	43,7 . . c	18,5 a	2.236 . . c
<i>F</i> prob	0,007	0,164	0,007
<i>Lsd</i> ($p < 0,05$)	4,501	0,2235	230

De *Meloidogyne*-besmetting heeft geen betrouwbaar effect gehad op de opbrengst, percentage tarra en Financiële Opbrengst (FO) van de cichorei (zie figuur 7). De gemiddelde netto opbrengst in deze proef bedraagt 47,5 ton/ha en varieert, onafhankelijk van de *Meloidogyne*-besmetting, van circa 45 tot 55 ton/ha. Een opbrengstniveau dat vergelijkbaar is met gemiddelde praktijkopbrengsten (KMN).

Uit de regressie analyse blijkt dat de *Meloidogyne*-besmetting een licht, maar statistisch betrouwbaar, effect heeft gehad op het gewichtpercentage vertakte pennen en het inulinegehalte. Bij zwaardere besmettingen lijkt het inulinegehalte licht af te nemen en neemt het percentage vertakte pennen licht toe. Dit heeft echter niet geresulteerd in een hoger percentage tarra en/of een lagere (financiële) opbrengst bij hogere *Meloidogyne*-besmettingen.

De besmettingen met de overige plantparasitaire aaltjes hebben geen statistisch betrouwbaar effect op de opbrengst en kwaliteit van de cichorei gehad.



Figuur 7. Relatie tussen *Meloidogyne chitwoodi* besmetting (voorjaarsbemonstering) en netto- en financiële opbrengst van cichorei (Melci).

3.2.2.5 Waspeen

De waspeen is 25 mei, op bedden, gezaaid en half oktober geoogst. In de veldjes met zwarte braak als "voorvrucht" leek het gewas zich minder goed (snel) te ontwikkelen, maar deze verschillen verdwenen gaandeweg de teelt (juli). Verder zijn er geen betrouwbare verschillen in gewasontwikkeling waargenomen. De voorvruchten hebben een betrouwbaar effect gehad op de netto opbrengst (zie tabel 17). De opbrengst is het hoogst na Engels raaigras (91,2 ton/ha), en is betrouwbaar hoger dan bij zwarte braak, Italiaans raaigras, maïs en gladiol als voorvrucht. Maïs en gladiol zijn de voorvruchten met de laagste waspeen opbrengsten, respectievelijk 91,2 en 67,4 ton/ha. De opbrengsten bij deze voorvruchten zijn betrouwbaar lager dan bij Engels raaigras en rogge als voorvrucht.

De voorvruchten hebben geen betrouwbaar effect gehad op de mate van aantasting (gewichtsperscentage aangetaste wortelen en index) door *M. chitwoodi*. De aantasting in de waspeen is het laagst bij de voorvrucht Engels raaigras en zwarte braak (objecten die de laagste *Meloidogyne*-besmetting hebben nagelaten) en zwaarst bij Italiaans raaigras en maïs, maar deze verschillen zijn statistisch niet betrouwbaar.

Tabel 17 .Netto-opbrengst en mate van aantasting door *M. chitwoodi* bij waspeen geteeld op een met *M. chitwoodi* besmet perceel na verschillende voorvruchten, Marwijksoord 2005.

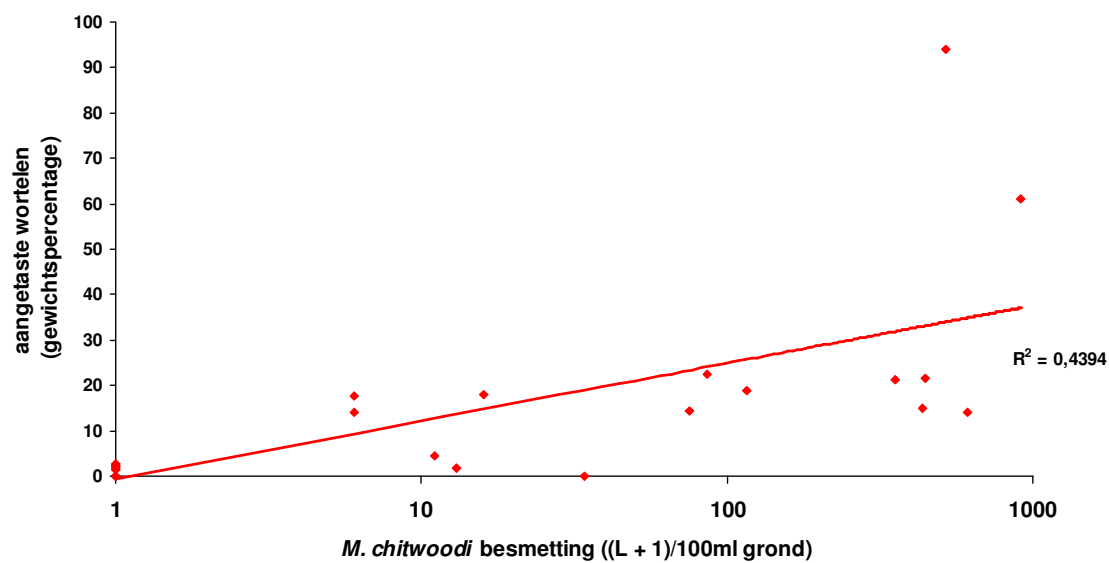
Voorvrucht	netto opbrengst (ton/ha)	<i>M. chitwoodi</i> -aantasting (gewichtsperscentage aangetaste wortelen: %)	<i>M. chitwoodi</i> -aantasting (index)
Engels raaigras	91,2 a .	5 a	2,5 a
(snij) rogge	83,5 a b	12 a	6,1 a
Italiaans raaigras	79,2 . b c	26 a	13,4 a
zwarte braak	75,8 . b c	6 a	2,9 a
Maïs	74,9 . . c	28 a	17 a
Gladiol	67,4 . . c	10 a	5,3 a
<i>F prob</i>	0,001	0,280	0,329
<i>lsd (p<0,05)</i>	8,30	25,97	15,96

Uit de regressie analyse blijkt dat de *Meloidogyne*-besmetting geen betrouwbaar effect heeft gehad op de bruto en netto opbrengst van de waspeen. De besmettingen met de overige plantparasitaire aaltjes hebben geen statistisch betrouwbaar effect op de opbrengst van de waspeen gehad.

Uit de lineaire regressie analyse blijkt dat er een statistisch betrouwbare relatie is tussen de *Meloidogyne*-besmetting en de mate van aantasting van de waspeen (gewichtsperscentage aangetaste wortelen en PeenAantastingsIndex). De (cor)relatie tussen de *M. chitwoodi* besmetting en de mate van aantasting is echter matig (gewichtsperscentage: $R^2 = 0,44$ en PAI: $R^2 = 0,39$).

Al bij een lage besmetting (circa 10 L/100 ml grond) kan het percentage aangetaste peen al oplopen tot circa 20% (zie figuur 8).

In twee veldjes, één met maïs en één met Italiaans raaigras als voorvrucht, is de aantasting zeer zwaar. Een oorzaak voor deze afwijkende zware aantastingen is niet gevonden. Wel werden in deze veldjes de zwaarste *Trichodorida*-besmettingen (resp. 50 en 150 L/100 ml grond) en het hoogste percentage vertakte peen (circa 10%) gevonden.



Figuur 8. Relatie tussen *Meloidogyne chitwoodi* besmetting (voorjaarsbemonstering) en aantasting bij waspeen (Maxi).

4 Discussie

4.1 Waardplantgeschiktheid

In 2004 is van tien gewassen (2 aardappelrassen, 2 bietenrassen, 2 cichoreirassen, 2 graangewassen en 2 groenbemesters) de waardplantgeschiktheid (**WPG**) voor *M. chitwoodi* onderzocht. De *Meloidogyne*-besmetting op het proefveld was vrij heterogeen. Eenderde van de veldjes was niet (aantoonbaar) besmet. De gemiddelde *Meloidogyne*-besmetting voorafgaand aan de teelt was daardoor matig tot laag, en gemiddeld over alle veldjes 40 larven/100 ml grond. Door de heterogeniteit van de besmetting op het proefveld neemt de spreiding in de resultaten toe.

De *Meloidogyne*-besmetting na de teelt van de gewassen is bij de referentie objecten zwarte braak en Italiaans raaigras zoals verwacht. Bij zwarte braak is de besmetting afgenomen tot een zeer lichte besmetting. De voor *M. chitwoodi* goede waard Italiaans raaigras (cv. Bartali) heeft de populatie sterk vermeerderd, en laat een zware besmetting na. Ondanks dat het proefveld niet homogeen besmet was met *M. chitwoodi* kan geconcludeerd worden dat de proefopzet is geslaagd. Verder dient opgemerkt te worden dat de resultaten die hier bediscussieerd worden verkregen zijn uit slechts één onderzoeksjaar.

Bij cichorei en suikerbiet neemt de gemiddelde *Meloidogyne*-besmetting af. Deze gewassen laten de laagste *Meloidogyne*-besmetting na, van enkele larven / 100 ml grond. De resultaten zijn vergelijkbaar met de resultaten van het onderzoek dat is uitgevoerd uit Zuidoost Nederland (zie tabel 18). Suikerbiet kan als slechte waard en cichorei als zeer slechte (niet) waard voor *M. chitwoodi* worden geclassificeerd. De *Meloidogyne*-besmetting voorafgaand aan de teelt van de zomergerst is gemiddeld (zeer) laag. De besmetting neemt bij de teelt weliswaar licht toe, maar is ook na de teelt gemiddeld nog steeds vrij laag. In twee van de vier veldjes neemt de besmetting echter toe tot circa 200 larven / 100 ml grond (bemonstering november). Door de relatief lange braakperiode na de teelt zal de besmetting in het voorjaar, als gevolg van sterke natuurlijke sterfte, laag zijn. Graanopslag en onkruiden dienen dan wel goed te wordt bestreden.

Triticale heeft de *Meloidogyne*-populatie sterk vermeerderd. De besmetting na de teelt is zwaar. Zowel in de september als in de november bemonstering is de *Meloidogyne*-besmetting circa 1400 larven/100 ml grond. Triticale zou op basis van deze resultaten als goede waard kunnen worden geclassificeerd. Een iets betere waard dan dat uit de resultaten van het onderzoek dat is uitgevoerd in Zuidoost Nederland (ZON) naar voren komt. Ook na de teelt van Triticale is de braakperiode relatief lang en zal de besmetting in het voorjaar, als gevolg van natuurlijke sterfte, waarschijnlijk zijn afgenomen tot een matige besmetting.

De *Meloidogyne*-besmetting na de teelt van zowel de consumptie- als de zetmeelaardappelen is gemiddeld vrij laag, en veel lager dan op basis van waardplantstatus werd verwacht (goede waard). Bij beide gewassen is in twee van de vier veldjes de besmetting voorafgaand aan de teelt zeer laag, en neemt de besmetting niet of maar zeer gering toe. In de overige veldjes neemt de *Meloidogyne*-besmetting wel vrij sterk toe. Bij de zetmeelaardappelen tot circa 500 en bij de consumptieaardappelen tot circa 800 larven / 100 ml grond. Besmettingsniveaus die overeenkomen met de resultaten van onderzoek in ZON.

De resultaten van de groenbemesters, bladrammenas, Italiaans raaigras en rogge, zijn vergelijkbaar met de resultaten uit ZON. Bladrammenas laat een vrij lage *Meloidogyne*-besmetting na en kan als slechte waard worden bestempeld. Italiaans raaigras en rogge vermeerderen het aaltje en zijn dus goede waard gewassen voor *M. chitwoodi*. Italiaans raaigras staat in de tabel als matig waard vermeld, maar het ras dat in dit onderzoek is gebruikt laat ook in proeven die zijn uitgevoerd in ZON hoge besmettingen na.

Tabel 18. Vergelijking van waardplantgeschiktheidsonderzoek van akkerbouw- en groenbemestergewassen voor *M. chitwoodi* uitgevoerd in Zuidoost Nederland en Marwijksoord (Drenthe, 2004).

Gewas	“ Digitaal “ ⁽²⁾		Resultaten Marwijksoord, 2004
cichorei	•		-
suikerbiet	•		•
zomergerst	•		•
triticale	••		•••
aardappel	•••		••
bladrammenas ⁽¹⁾	• R		•
Italiaans raaigras ⁽¹⁾	••		•••
rogge ⁽¹⁾	•••		•••

1) zomerbraak

2) voornamelijk gebaseerd op onderzoek dat is uitgevoerd in Zuidoost Nederland

Legenda	
-	niet
•	weinig
••	matig
•••	sterk
R	rasafhankelijk

4.2 Schaderelatieonderzoek.

In 2004, het jaar voorafgaand aan het schaderelatieonderzoek, zijn door de teelt van vijf gewassen die van elkaar verschillen in waardplantstatus voor *M. chitwoodi* en stroken zwarte braak, verschillende besmettingsniveaus gecreëerd. Naast het effect op de *M. chitwoodi* populatie kunnen de gewassen ook een effect hebben gehad op het organisch stofgehalte, de bodemstructuur, gehalten aan mineralen (stikstof-nalevering), andere planparasitaire aaltjes en het overige bodemleven. Bodemeigenschappen die ook effect kunnen hebben op de opbrengst en kwaliteit van de toetsgewassen. In 2005 is het schaderelatieonderzoek aan de zes gewassen uitgevoerd. De toetsgewassen zijn ruim bemest. Dit om verschillen in opbrengst en kwaliteit als gevolg van verschillen in bemestingsniveau, ontstaan door de voorvruchten, te voorkomen.

Opbouw besmettingsniveaus

De *Meloidogyne*-besmetting op het proefveld is vrij heterogeen. Alleen in blok vier zijn na de teelt van de goede waardgewassen als Italiaans raaigras en gladiol hoge dichtheden waargenomen. In de overige blokken is de *Meloidogyne*-besmetting na de teelt van de voorvruchten laag tot zeer laag. Van de 144 veldjes (totale proef) is bijna de helft niet (aantoonbaar) besmet. Het aantal waarnemingen bij matige tot zware besmettingsniveaus is daardoor gering. Voor het vaststellen van betrouwbare schaderelaties zijn waarnemingen bij een brede reeks van besmettingsniveaus noodzakelijk (in proeven over meerdere jaren en locaties).

Schaderelaties

Algemeen:

De voorvruchten hebben bij alle gewassen een effect op de opbrengst gehad, welke niet gerelateerd kan worden aan de *Meloidogyne*-besmetting. Na groenbemesters is bij alle gewassen de opbrengst het hoogst. Waarschijnlijk zijn deze hogere opbrengsten het gevolg van het positieve effect van de groenbemesters op het organisch stofgehalte van de bodem. Door de toetsgewassen ruim te bemesten is getracht om voor deze verschillen in bodemvruchtbaarheid te corrigeren. In deze proef blijkt dit echter onvoldoende te zijn.

Zomergerst lijkt vrij ongevoelig voor schade door *M. chitwoodi*. In deze proef werd bij een besmetting tot circa 300 l/100 ml grond geen opbrengstreductie waargenomen. Zomergerst staat beschreven als een gewas dat weinig schadegevoelig is (zie tabel 19). Pas bij (zeer) zware *M. chitwoodi* besmettingen treed enige schade op. Dichtheden die boven het besmettingsniveau van deze proef liggen.

Consumptieaardappelen zijn weinig gevoelig voor opbrengstschade veroorzaakt door *M. chitwoodi*. Alleen bij hoge dichtheden (750-1000 l/100 ml grond) kan de opbrengst licht afnemen (resultaten ZON). In de proef in Marwijksoord is er geen effect van *Meloidogyne*-besmetting op de opbrengst van de consumptieaardappelen waargenomen. De schade die *M. chitwoodi* kan veroorzaken bij consumptieaardappel is voornamelijk kwalitatief. Door de knobbels die op de knollen ontstaan, kan een partij worden gedeclasseerd. De knolaantasting in de proef in Marwijksoord is zeer licht (KAI < 2). Met uitzondering van een zeer beperkt aantal knollen, bleef de aantasting beperkt tot een zeer lichte aantasting onder de schil. Een aantasting die uitwendig niet zichtbaar was. Een aantasting die zeker niet tot declassering van het product zou hebben geleid. Nicola is een aardappelras waarvan bekend is dat het vrij gevoelig is voor knolaantasting door *M. chitwoodi*. Al bij lage besmettingen kan, afhankelijk van onder andere jaar en teeltduur, een partij zwaar worden aangetast. De aardappel in de proef in Marwijksoord begonnen al vroeg, rond half augustus, af te sterven. Mogelijk dat door de relatief korte teeltduur en de zeer lage besmetting in een groot aantal veldjes de schade beperkt is gebleven tot een zeer lichte aantasting.

Bij de zetmeelaardappelen is er, in tegenstelling tot de consumptieaardappelen, wel een negatief effect van de *Meloidogyne*-besmetting op de opbrengst (UitBetaalGewicht, UBG) waargenomen. Het UBG neemt bij de zwaardere besmettingen licht af. Een betrouwbare schaderelatie is op basis van dit éénjarige onderzoek niet vast te stellen.

De knolaantasting is bij de zetmeelaardappelen iets zwaarder dan bij de consumptieaardappelen. Maar bleef ook bij de zetmeelaardappelen beperkt tot een (zeer) lichte aantasting. Van het zetmeelaardappelras Seresta is bekend dat het vrij gevoelig is voor knolaantasting door *M. chitwoodi*. Waarschijnlijk dat ook hier door de teeltduur en de zeer lage besmetting in een groot aantal veldjes de aantasting (zeer) licht is.

De aantasting bij de zetmeelaardappelen is, mogelijk als gevolg van de wat langere teeltduur, iets zwaarder dan bij de consumptieaardappelen. Knolaantasting door *M. chitwoodi* is bij zetmeelaardappelen, in vergelijking tot

consumptieaardappel, minder een probleem omdat een aantasting nu nog niet tot declassering leid

Cichorei is ongevoelig voor *M. chitwoodi*. Tot besmettingen van circa 800 larven / 100 ml grond (hoogste dichtheid in de proef) is er geen effect op de opbrengst en kwaliteit van de cichorei waargenomen.

Deze resultaten komen overeen met de onderzoeksresultaten van de proeven die zijn uitgevoerd in ZON. Ook in deze proeven werd er, tot *Meloidogyne*- besmettingen van ruim 1000 larven/100 ml grond, geen schade op opbrengst en kwaliteit van cichorei waargenomen.

In de proef is geen effect van de *Meloidogyne* –besmetting op de netto opbrengst van de waspeen waargenomen. Waspeen lijkt dan ook vrij ongevoelig voor opbrengstschade veroorzaakt door *M. chitwoodi*. Die schade die *M. chitwoodi* kan veroorzaken bij waspeen is voornamelijk kwalitatief. Door de knobbels die op de peen worden gevormd, ontstaat bij een zware aantasting een onverkoopbaar product. Al bij vrij lage besmettingsniveaus (10 larven/100 ml grond) is circa 20% van de waspeen aangetast, en treed al declassering van het product op. De schadedrempel van waspeen voor *M. chitwoodi* is, zoals ook al uit ander onderzoek is gebleken, zeer laag.

Tabel 19. Vergelijking van schadegevoeligheidsonderzoek van gewassen voor *M. chitwoodi* uitgevoerd in Zuidoost Nederland en Marwijksoord (Drenthe, 2005).

Gewas	“ Digitaal “ (1)	Resultaten Marwijksoord, 2005	Legenda schadegevoeligheid	
zomergerst				onbekend
aardappel				niet
cichorei				weinig
peen				matig
suikerbiet		Niet bepaald		sterk

1) voornamelijk gebaseerd op onderzoek dat is uitgevoerd in Zuidoost Nederland

5 Conclusies

Waardplantgeschiktheid

De resultaten van de proef in Marwijksoord komen vrij goed overeen met de resultaten van het onderzoek dat in Zuidoost Nederland is uitgevoerd. De resultaten van dit onderzoek geven dan ook geen aanleiding om het huidige advies met betrekking tot waardplantgeschiktheid van deze gewassen aan te passen.

Cichorei is een zeer slechte en suikerbiet een slechte waard voor *M. chitwoodi*. Aardappel is een goede waard voor deze aaltjessoort.

Triticale en, in wat mindere mate, zomergerst laten in deze proef een wat hogere *M. chitwoodi* besmetting na dan op basis van de bestaande kennis werd verwacht. De resultaten van dit éénjarige onderzoek zijn echter onvoldoende basis om de waardplantstatus van deze gewassen, zomergerst als slechte waard en triticale als matige waard voor *M. chitwoodi*, aan te passen.

De groenbemesters bladrammenas, Italiaans raigras en rogge (in zomerbraak) kunnen respectievelijk als slechte, matige tot goede en goed waard voor *M. chitwoodi* worden geclassificeerd.

Schaderelaties

De schade die door *M. chitwoodi* wordt veroorzaakt is bijna nooit kwantitatief. Alleen bij vrij zware *Meloidogyne*-besmettingen kan bij een aantal gewassen ook kwantitatieve opbrengstderving optreden. De schade die *M. chitwoodi* veroorzaakt is voornamelijk kwalitatief, en kan al bij zeer lage besmettingsniveaus ontstaan. Door de knobbels op knollen en penen vindt declassering of volledige afkeuring van het product plaats. Een ander belangrijk aspect van deze aaltjessoort is de quarantainestatus. Dit betekent dat vermeerderingsmateriaal vrij moet zijn van dit aaltje (symptomen).

Ook de resultaten van het schaderelatieonderzoek zijn, met uitzondering van de resultaten van de zetmeel- en consumptieaardappelen, vergelijkbaar met de resultaten uit ander door PPO agv uitgevoerd onderzoek, en geven daarom geen aanleiding om het huidige advies aan te passen.

De knolaantasting was bij zowel de zetmeel- als de consumptieaardappelen onverwacht laag. Oorzaak voor deze zeer lage aantasting is mogelijk de relatief korte teeltduur en de lage en heterogene *M. chitwoodi* besmetting van het proefveld. Deze resultaten zijn onvoldoende basis om het huidige advies met betrekking tot de schadegevoeligheid van aardappel aan te passen. Kortom, voor aardappel blijft de schaderelatie sterk gevoelig.

Bij consumptieaardappelen heeft een aantasting al snel declassering van het product tot gevolg. Voor zetmeelaardappelen zijn de kwaliteitseisen veel lager en wordt een (matige) aantasting getolereerd.

Aardappel is weinig gevoelig voor opbrengstschade door *M. chitwoodi*. In deze proef is alleen bij de zetmeelaardappelen een licht opbrengstreductie als gevolg van de *M. chitwoodi* besmetting waargenomen.

Zomergerst is weinig gevoelig voor *M. chitwoodi*. Pas bij zeer zware besmettingen kan geringe schade ontstaan.

Over de schadegevoeligheid van cichorei voor *M. chitwoodi* was nog zeer weinig bekend. Mede op basis van dit onderzoek kan de schadegevoeligheid voor cichorei nu worden "ingevuld". Cichorei blijkt weinig tot niet gevoelig voor *M. chitwoodi*. In deze proef en onderzoek dat is uitgevoerd in Zuidoost-Nederland zijn, bij besmettingsniveaus tot 1000 larven/100 ml grond, geen effecten op de opbrengst en kwaliteit van de cichorei waargenomen.

Waspeen is vrij ongevoelig voor opbrengst schade, maar (zeer) gevoelig voor kwaliteitsschade. Al bij een lage besmetting (circa 10 L/100 ml grond) was het percentage aangetaste peen al circa 20%.

Samenvattend kan gesteld worden dat de resultaten van het onderzoek dat is uitgevoerd in Marwijksoord (Drenthe) niet afwijkt van de bestaande kennis. De resultaten van dit onderzoek vormen daarom geen aanleiding om het huidige inzicht met betrekking tot waardplantgeschiktheid en schaderelaties van deze gewassen voor *M. chitwoodi* aan te passen.

Nawoord

Het onderzoek is uitgevoerd in opdracht van, en gefinancierd door, het HoofdProductschap Akkerbouw.

Een speciaal woord van dank gaat uit naar Roel Schutrops en de andere medewerkers van PPO agv onderzoekslocatie "Kooijenburg" te Marwijksoord voor hun praktische adviezen en de uitvoeringen van het veldonderzoek.

Bijlage 1: schema waardplantgeschiktheidsproef, Marwijksoord 2004.

IV Z-gerst Regea 46	47	IV zwarte braak 48	IV cichorei Melci 49	IV bladr Com 50	IV it raai Bartali 51	52	IV rogge Picasso 53	IV triticale 54	55	IV a-appel Seresta 56	IV a-appel Asterix 57	IV suikerb. Alligator 58	IV suikerb. Leatitia 59	IV cichorei Orchies 60
------------------------------	----	-----------------------------	-------------------------------	--------------------------	--------------------------------	----	------------------------------	-----------------------	----	--------------------------------	--------------------------------	-----------------------------------	----------------------------------	---------------------------------

III a-appel Asterix 31	III suikerb. Alligator 32	33	III bladr Com 34	III a-appel Seresta 35	III Z-gerst Regea 36	III suikerb. Leatitia 37	38	III zwarte braak 39	III cichorei Melci 40	41	III cichorei Orchies 42	III rogge Picasso 43	III triticale 44	III it raai Bartali 45
---------------------------------	------------------------------------	----	---------------------------	---------------------------------	-------------------------------	-----------------------------------	----	------------------------------	--------------------------------	----	----------------------------------	-------------------------------	------------------------	---------------------------------

II Z-gerst Regea 16	II cichorei Melci 17	II suikerb. Leatitia 18	II zwarte braak 19	20	II cichorei Orchies 21	22	II bladr Com 23	24	II a-appel Seresta 25	II triticale 26	II a-appel Asterix 27	II rogge Picasso 28	II it raai Bartali 29	II suikerb. Alligator 30
------------------------------	-------------------------------	----------------------------------	-----------------------------	----	---------------------------------	----	--------------------------	----	--------------------------------	-----------------------	--------------------------------	------------------------------	--------------------------------	-----------------------------------

I a-appel Asterix 1	2	I Z-gerst Regea 3	I suikerb. Leatitia 4	I cichorei Melci 5	I cichorei Orchies 6	I zwarte braak 7	8	I suikerb. Alligator 9	I rogge Picasso 10	I triticale 11	I it raai Bartali 12	I a-appel Seresta 13	14	I bladr Com 15
------------------------------	---	----------------------------	--------------------------------	-----------------------------	-------------------------------	---------------------------	---	---------------------------------	-----------------------------	----------------------	-------------------------------	-------------------------------	----	-------------------------

Bijlage 2: schema schaderelatieproef, Marwijksoord 2005.

