

Schadeonderzoek *Trichodorus similis*

Eindrapport van het schadeonderzoek met het aaltje *Trichodorus similis* bij aardappel, suikerbiet, schorseneer en waspeen.

Auteurs: **J. Hoek en L. P. G. Molendijk**

Praktijkonderzoek Plant & Omgeving,
onderdeel van Wageningen UR

Projectnummer: 3250064400

Dit project maakt deel uit van het Actieplan Aaltjesbeheersing, een initiatief van het Productschap Akkerbouw, Productschap Tuinbouw en LTO Nederland. Binnen het Actieplan voeren diverse partijen gezamenlijk onderzoeks- en voorlichtingsprojecten uit op het gebied van aaltjesbeheersing om de continuïteit van teelten voor de Nederlandse land- en tuinbouw te waarborgen.

Informatie over het Actieplan Aaltjesbeheersing

T. F. Bouwkamp
Postbus 29739
2502 LS Den Haag
Telefoon: 070 - 370 84 26
Fax : 070 - 370 83 10
E-mail : aaltjesbeheersing@hpa.agro.nl
Internet : www.kennisakker.nl

© 2010 Wageningen, Stichting Dienst Landbouwkundig Onderzoek (DLO)
Alle intellectuele eigendomsrechten en auteursrechten op de inhoud van dit document behoren uitsluitend toe aan de Stichting Dienst Landbouwkundig Onderzoek (DLO). Elke openbaarmaking, reproductie, verspreiding en/of ongeoorloofd gebruik van de informatie beschreven in dit document is niet toegestaan zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van DLO. Voor nadere informatie gelieve contact op te nemen met: DLO in het bijzonder onderzoeksinstituut Praktijkonderzoek Plant & Omgeving, Business Unit Akkerbouw, Groene Ruimte en Vollegrondsgroenten.

DLO is niet aansprakelijk voor eventuele schadelijke gevolgen die kunnen ontstaan bij gebruik van gegevens uit deze uitgave.

Hoewel de inhoud van deze uitgave met zorg is samengesteld, kunnen hieraan op geen enkele wijze rechten worden ontleend.

Dit projectrapport geeft de resultaten weer van het onderzoek dat het PPO-AGV heeft uitgevoerd in opdracht van en gefinancierd door het Productschap Akkerbouw en het Productschap Tuinbouw.



PRODUCTSCHAP AKKERBOUW



Praktijkonderzoek Plant & Omgeving
Businessunit Akkerbouw, Groene Ruimte en Vollegrondsgroenten
Adres :Edelhertweg 1, Lelystad
Postbus 430, 8200 AK Lelystad
Tel. :0320 - 29 11 11
Fax :0320 - 23 04 79
E-mail :info.ppo@wur.nl
Internet :www.ppo.wur.nl

INHOUDSOPGAVE

SAMENVATTING	5
1. INLEIDING	7
1.1 Probleemstelling	7
1.2 Doelstelling van het onderzoek.....	7
2. PROEFOPZET EN PROEFUITVOERING	9
2.1 Voorbereiding schadeproeven.....	9
2.2 Schadeproeven	12
2.3 Waarnemingen aan gewas of product.....	14
2.4 Grondbemonstering en bepaling besmetting.....	15
2.5 Weersomstandigheden in het groeiseizoen.....	15
2.6 Statistische analyse	15
3. RESULTATEN	19
3.1 Aaltjesbesmetting voorafgaand aan de teelt.....	19
3.2 Aardappel	21
3.2.1 Gewas- en productgegevens	21
3.2.2 Schaderelaties	25
3.2.3 Vermeerdering <i>T. similis</i>	28
3.3 Suikerbiet.....	29
3.3.1 Gewas- en productgegevens	29
3.3.2 Schaderelaties	33
3.3.3 Vermeerdering <i>T. similis</i>	35
3.4 Waspeen.....	36
3.4.1 Gewas- en productgegevens	36
3.4.2 Schaderelaties	38
3.4.3 Vermeerdering <i>T. similis</i>	39
3.5 Schorseneer	41
3.5.1 Gewas- en productgegevens	41
3.5.2 Schaderelaties	45
3.5.3 Vermeerdering <i>T. similis</i>	47
4. DISCUSSIE EN CONCLUSIES	49
4.1 Besmettingsniveaus <i>T. similis</i>	49
4.2 Aardappel	50
4.3 Suikerbiet.....	52
4.4 Waspeen.....	53
4.5 Schorseneer	55
4.6 Weersomstandigheden en schade door <i>T. similis</i>	55
4.7 Conclusies	57
5. INFORMATIEBRONNEN	59
6. BIJLAGEN	61
6.1 Aaltjesbesmetting	61
6.2 Weersomstandigheden.....	62

SAMENVATTING

Sinds 2006 is door het PPO-AGV schadeonderzoek uitgevoerd met het vrijlevende wortelaaltje *Trichodorus similis* bij consumptieaardappelen, suikerbieten, waspeen en schorseneer. Daarbij is berekend hoeveel schade er (maximaal) ontstaat bij hoge beginbesmettingen (de mate van besmetting voorafgaand aan de teelt) en of er bij deze gewassen een tolerantiedrempel voor dit aaltje is. Daarnaast is nagegaan in welke mate *T. similis* zich op deze gewassen kan vermeerderen (bepaling van de waardplantstatus).

Het schadeonderzoek met de vier gewassen is uitgevoerd in de jaren 2007, 2008 en 2009 op percelen van de PPO locatie in Vredepeel die besmet waren met *T. similis* en niet of nauwelijks besmet waren met andere plantparasitaire aaltjes. Om verschillen in besmettingsniveau van *T. similis* te creëren, zijn in het jaar voorafgaand aan het schadeonderzoek (dus in de jaren 2006, 2007 en 2008) verschillende behandelingen en teelten uitgevoerd, namelijk: chemische grondontsmetting, biologische grondontsmetting, (zwarte) braak, teelt van *Tagetes patula*, teelt van Engels raaigras en teelt van gele mosterd.

Deze voorbehandelingen en teelten hebben geleid tot grote en statistisch betrouwbare verschillen in mate van besmetting met *T. similis*. Chemische grondontsmetting was heel effectief tegen *T. similis*, want in de drie schadeproeven was de populatieomvang slechts 2 procent van die van zwarte braak. Biologische grondontsmetting was minder effectief dan chemische grondontsmetting, maar dit kan voor een deel veroorzaakt zijn doordat voorafgaand aan biologische grondontsmetting gedurende 6 tot 10 weken Engels raaigras is geteeld, waardoor de populatie van *T. similis* vergeleken met braak eerst is toegenomen. Na biologische grondontsmetting was de populatie ruim 70 procent lager dan na zwarte braak, maar 85 procent lager dan na Engels raaigras. Biologische grondontsmetting lijkt *T. similis* dan ook vrij goed bestreden te hebben. Gezien de vrij hoge besmetting met *T. similis* op veldjes met zwarte braak in 2008 ná de voorafgaande teelt van winterkoolzaad in 2007, is dit laatste gewas waarschijnlijk een goede waardplant voor *T. similis*. Vanwege de hoogte van de besmetting na de teelt, lijken *Tagetes patula* (Afrikaantje) en Engels raaigras een matige waardplant en lijkt gele mosterd een (heel) goede waardplant voor *T. similis* te zijn.

Bij de schadegevoelige gewassen aardappel en schorseneer was het maximale opbrengstverlies in 2009 (veel) lager dan in voorgaande jaren (dit gold ook voor snijmaïs in ander schadeonderzoek met *T. similis*). Dit hangt mogelijk samen met het droge weer in mei en juni van 2009. Dit kan geleid hebben tot een lagere activiteit van *T. similis* in die periode (waarin veel gewassen juist gevoelig zijn voor schade door trichodoriden), waardoor het opbrengstverlies bij de schadegevoelige gewassen in dit jaar lager was.

Aardappel

Een hoge besmetting met *T. similis* (enkele honderden aaltjes per 100 ml grond) kan bij aardappel in het begin van het groeiseizoen (mei/juni) wat groeiachterstand veroorzaken, maar in de loop van juni verdwijnt dit effect. In dit schadeonderzoek werden in 2007, 2008 en 2009 bij een hoge besmetting van *T. similis* maximale opbrengstverliezen berekend van 18, 27 en 12 procent. Gemiddeld over de drie jaar bedroeg het maximale opbrengstverlies bij aardappelen 19 procent. De tolerantie-drempel (T) van consumptieaardappelen voor *T. similis* is heel laag en werd (gemiddeld over de drie jaren) berekend op 5 aaltjes per 100 ml grond. Als aangenomen wordt dat bij lage besmettingen het opbrengstverlies in eerste instantie vrijwel lineair verloopt met de mate van besmetting van *T. similis*, dan daalde de opbrengst per aaltje in 100 ml grond met 18 kg per ha. **Consumptieaardappelen zijn dan ook schadegevoelig voor *T. similis*.**

Gemiddeld over de jaren is in dit schadeonderzoek na de teelt van consumptieaardappelen een maximale populatiedichtheid berekend van 283 *T. similis* aaltjes per 100 ml grond.

Daarom kunnen consumptieaardappelen beschouwd worden als een goede waardplant voor *T. similis*.

Suikerbiet

Bij een hoge besmetting met *T. similis* kan het opkomstpercentage en daardoor het plantgetal van suikerbieten wat lager zijn. In mei en begin juni is dan ook sprake van enige groeiachterstand, die echter in de loop van juni verdwijnt. Een hoge besmetting van *T. similis* kan soms tot wat meer vertakte bieten leiden. Na chemische grondontsmetting was het suikergewicht betrouwbaar hoger en na Engels raaigras betrouwbaar lager dan na de andere objecten.

In dit schadeonderzoek werden in 2007, 2008 en 2009 bij een hoge besmetting van *T. similis* maximale opbrengstverliezen berekend van respectievelijk 5, 11 en 8 procent, maar deze resultaten waren statistisch niet betrouwbaar. De tolerantiedrempel (T) was zeer laag en niet betrouwbaar hoger dan één trichodoride per 100 ml grond. Als aangenomen wordt dat bij lage besmettingen het opbrengstverlies in eerste instantie vrijwel lineair verloopt met de mate van besmetting van *T. similis*, dan daalde de suikeropbrengst per aaltje in 100 ml grond gemiddeld over de drie jaar met 2 kg per ha. **Suikerbiet is dan ook weinig schadegevoelig voor *T. similis*.** Na de teelt van suikerbieten is voor *T. similis* een maximale populatiedichtheid berekend van bijna 300 aaltjes per 100 ml grond. **Suikerbieten zijn daarmee een goede waardplant voor *T. similis*.**

Waspeen

Verschillende besmettingsniveaus van *T. similis* hebben bij waspeen niet of nauwelijks geleid tot verschillen in gewasstand in het begin van het groeiseizoen en gemiddeld over de jaren waren er ook geen (betrouwbare) verschillen in leverbare peen productie, in het percentage vertakte peen en het totale percentage niet-leverbare peen.

Er was geen (betrouwbaar) verband tussen het besmettingsniveau van *T. similis* en de leverbare opbrengst van waspeen. Wel was er in 2009 en gemiddeld over de drie jaar een betrouwbaar effect van de besmetting met *Pratylenchus crenatus*. **Gezien de resultaten van dit onderzoek is waspeen niet schadegevoelig voor *T. similis*, maar lijkt dit gewas wel wat schadegevoelig te zijn voor *P. crenatus*.** Er zijn soms meldingen vanuit de praktijk dat *T. similis* bij waspeen soms toch schade te kan veroorzaken, vooral als kort na het zaaien een periode volgt met zeer nat en koel weer. Na de teelt van waspeen is voor *T. similis* een maximale populatiedichtheid (M) berekend van 70 aaltjes per 100 ml grond. **Daarmee is waspeen een (vrij) slechte waardplant voor dit aaltje.**

Schorseneer

Na biologische grondontsmetting was het plantgetal wat lager dan bij de andere voorbehandelingen en teelten. Na gele mosterd, Engels raaigras en Tagetes (de drie objecten met de hoogste besmetting van *T. similis*) was de gewasstand in juni minder goed dan na chemische grondontsmetting, maar vanaf augustus was dit effect niet meer waarneembaar. Bij een hoge besmetting van *T. similis* zijn 2007, 2008 en 2009 maximale opbrengstverliezen berekend van respectievelijk 21, 11 en 2 procent. Gemiddeld over de drie jaar was dit 11 procent. **Vanwege het hoge opbrengstverlies van 21 procent (in 2007), kan schorseneer schadegevoelig zijn voor *T. similis*.** Na de teelt van schorseneren is een maximale populatiedichtheid in het vroege voorjaar berekend van 129 *T. similis* aaltjes per 100 ml grond. **Daarmee zijn schorseneren een matige waardplant voor *T. similis*.**

1 INLEIDING

1.1 Probleemstelling

Trichodoriden zijn vrijlevende wortelaaltjes, die behoren tot de geslachten *Trichodorus* en *Paratrichodorus*. In Nederland komen meerdere soorten trichodoriden voor. Daarvan zijn er vier belangrijk voor de landbouw omdat ze bij meerdere gewassen veel gewasschade en opbrengstverlies kunnen veroorzaken. Dit zijn de soorten *Paratrichodorus teres*, *Trichodorus similis*, *Paratrichodorus pachydermus* en *Trichodorus primitivus*.

In dit project is onderzoek gedaan naar schade die wordt veroorzaakt door de soort *Trichodorus similis* bij aardappelen, suikerbieten, waspeen en schorseneer. Daarnaast is nagegaan hoe sterk *Trichodorus similis* zich op deze gewassen kan vermeerderen, waardoor de zogenaamde “waardplantstatus” voor dit aaltje (beter) bepaald kan worden. In dit projectrapport wordt van dit onderzoek verslag gedaan en worden de conclusies weergegeven.

Het aaltje *Trichodorus similis* kan in heel Nederland in (dek)zandgronden voorkomen en is vooral in het zuiden en oosten van het land op veel percelen aanwezig (Keidel en anderen, 2007). Uit praktijkwaarnemingen en eerder uitgevoerd onderzoek was al bekend dat *T. similis* bij een groot aantal gewassen schade kan veroorzaken. Als schadegevoelige gewassen voor *T. similis* worden onder andere genoemd suikerbiet, ui, witlof, aardappel, maïs, koolzaad, stamslaboon, erwt, prei, peen en schorseneer (zie www.aaltjesschema.nl). Het verband tussen de mate van besmetting van de grond met *T. similis* en de omvang van het opbrengstverlies is voor de meeste gewassen echter niet duidelijk. Dit houdt in dat de maximale schade bij verschillende gewassen niet bekend is en dat schadedrempels van dit aaltje ontbreken. Net als andere trichodoride aaltjes kan *T. similis* het tabaksratelvirus (TRV) overbrengen. TRV kan bij gevoelige aardappelrassen kringerigheid, bij tulpen “ratel” en bij gladiolen “kartelrand” veroorzaken. Voor aardappelpootgoed heeft de NAK als norm gesteld dat maximaal 6% van de knollen kringerigheid mag vertonen. Voor de consumptieteelt hanteert de verwerkende industrie meestal een norm van 2 tot 4 procent. Als het percentage kringerigheid boven de norm van de desbetreffende aardappelteelt uitkomt, dan wordt de partij afgekeurd, waardoor voor de betrokken teler een grote schadepost ontstaat.

1.2 Doelstelling van het onderzoek

Begin 2006 is door PPO aan de Productschappen Akkerbouw (PA) en Tuinbouw (PT) voorgesteld om onderzoek te doen naar het verband tussen de mate van besmetting van grond met *T. similis* en het opbrengstverlies bij de gewassen aardappelen, suikerbieten, waspeen en schorseneer. Het PA en PT hebben dit verzoek gehonoreerd en hebben elk de helft van de onderzoekskosten gefinancierd. In 2008 en 2009 is er ook onderzoek uitgevoerd naar *T. similis* met het gewas maïs. De kosten voor het maïsonderzoek zijn gefinancierd door het Productschap Zuivel (PZ). Het onderzoek met maïs vond plaats op dezelfde percelen waar het onderzoek met de eerder genoemde vier gewassen plaatsvond, maar is uitgevoerd binnen een ander project. Het onderzoek met *T. similis* bij maïs is daarom in een apart projectrapport weergegeven (PPO projectrapport 32 501147 00, november 2010). In het schadeonderzoek is een verband gelegd tussen het verlies aan leverbare productie van de verschillende gewassen en het besmettingsniveau van *T. similis*. Daarbij is ook het maximale opbrengstverlies bij hoge besmettingen van *T. similis* berekend. Dit laatste is van heel groot belang want dit bepaalt de **schadegevoeligheid** van het desbetreffende gewas voor *T. similis*. Ook zijn per gewas schadedrempels voor dit aaltje berekend. Verder is de vermeerdering van *T. similis* bepaald waarbij het maximale besmettingsniveau na de teelt berekend. Dit gegeven bepaald in sterke mate de **waardplantstatus** van het gewas.

2 PROEFOPZET EN PROEFUITVOERING

Het veldonderzoek binnen dit project vond plaats vanaf de nazomer van 2006 tot het voorjaar van 2010 (vanwege de oogst van de schorseneren in maar 2010). In het voorjaar van het jaar voorafgaand aan het schadeonderzoek, is gezocht naar een perceel dat in voldoende mate besmet was met *T. similis*, maar niet of nauwelijks met andere plantparasitaire aaltjes. Vervolgens zijn op dit perceel in de nazomer en herfst een aantal behandelingen uitgevoerd en gewassen geteeld om verschillen in besmettingsniveau van *T. similis* op te bouwen. Deze voorbereiding op het eigenlijke schadeonderzoek is elk jaar zodanig ruim opgezet, dat er in het daarop volgende jaar met vijf gewassen schadeonderzoek aan *T. similis* uitgevoerd zou kunnen worden.

2.1 Voorbereiding schadeproeven

In 2006, 2007 en 2008 vonden de voorbereidingen plaats voor de schadeproeven van respectievelijk 2007, 2008 en 2009. Tijdens de voorbereidende fase is eerst gezocht naar een geschikt perceel. Daarvoor zijn jaarlijks een aantal percelen aan het eind van de winter (in februari) bemonsterd, waarna de grondmonsters op het PPO-AGV laboratorium zijn geanalyseerd op aanwezigheid van plantparasitaire aaltjes. Elk jaar is vervolgens het meest geschikte perceel uitgekozen, dat wil zegen een perceel met een (hoge) besmetting met *T. similis* en geen of een zeer lage besmetting van andere plantparasitaire aaltjes. In 2006 zijn in het grondmonster van het gekozen perceel geen andere trichodoriden dan *T. similis* gevonden, in 2007 en 2008 kwam er naast *T. similis* ook wat *P. pachydermus* voor (mengbesmetting), maar bestond de trichodoriden populatie voor 95 procent uit *T. similis*, zodat deze percelen toch geschikt werden geacht voor een schadeproef in het volgende jaar.

Op de uitgekozen percelen zijn in 2006, 2007 en 2008, ter voorbereiding van het eigenlijke schadeonderzoek, de volgende aantal behandelingen uitgevoerd en gewassen geteeld:

- chemische grondontsmetting (CGO)
- biologische grondontsmetting (BGO)
- zwarte braak
- teelt van *Tagetes patula* (Afrikaantjes)
- teelt van Engels raaigras
- teelt van gele mosterd.

Deze behandelingen c.q. groenbemesters zijn gekozen omdat bij de start van het project in 2006 de verwachting was dat er op deze manier een aantal te onderscheiden niveaus van besmetting van *T. similis* zouden ontstaan. Daarbij werd aangenomen dat chemische grondontsmetting zeer effectief tegen dit aaltje zou zijn, zodat dit object de laagste besmetting van *T. similis* zou nalaten. Er werd verondersteld dat biologische grondontsmetting waarschijnlijk wat minder effectief zou zijn dan chemische grondontsmetting, zodat het besmettingsniveau van *T. similis* na biologische grondontsmetting zich waarschijnlijk tussen die van zwarte braak en chemische grondontsmetting zou bevinden. In eerder kas- en veldonderzoek van het PPO was gebleken dat *Tagetes patula* een matige waardplant voor *T. similis* was. Bovendien bestrijdt *Tagetes patula* *Pratylenchus penetrans* aaltjes. Door *Tagetes patula* te telen was de verwachting dat de besmetting van *T. similis* vergeleken met braak zou toenemen en als er al *P. penetrans* aaltjes aanwezig waren, dan zou de besmetting van deze aaltjes na deze groenbemester waarschijnlijk heel laag zijn. Engels raaigras en gele mosterd staan bekend als goede waardplanten van *T. similis*, zodat aangenomen werd dat na deze groenbemesters hoge tot zeer hoge besmettingen van dit aaltje zouden ontstaan.



Figuur 1: overzicht van het proefveld in 2006 met daarin de objecten ter voorbereiding voor de schadeproef van 2007: geheel links plastic folie van de biologische grondontsmetting, daarnaast aangerolde grond van chemische grondontsmetting, dan *Tagetes patula*, vervolgens gele mosterd en (deels) zwarte braak en Engels raaigras.

Deze behandelingen c.q. groenbemesters zijn gekozen omdat bij de start van het project in 2006 de verwachting was dat er op deze manier een aantal te onderscheiden niveaus van besmetting van *T. similis* zouden ontstaan. Daarbij werd aangenomen dat chemische grondontsmetting zeer effectief tegen dit aaltje zou zijn, zodat dit object de laagste besmetting van *T. similis* zou nalaten. Er werd verondersteld dat biologische grondontsmetting waarschijnlijk wat minder effectief zou zijn dan chemische grondontsmetting, zodat het besmettingsniveau van *T. similis* na biologische grondontsmetting zich waarschijnlijk tussen die van zwarte braak en chemische grondontsmetting zou bevinden. In eerder kas- en veldonderzoek van het PPO was gebleken dat *Tagetes patula* een matige waardplant voor *T. similis* was. Bovendien bestrijdt *Tagetes patula* *Pratylenchus penetrans* aaltjes. Door *Tagetes patula* te telen was de verwachting dat de besmetting van *T. similis* vergeleken met braak zou toenemen en als er al *P. penetrans* aaltjes aanwezig waren, dan zou de besmetting van deze aaltjes na deze groenbemester waarschijnlijk heel laag zijn. Engels raaigras en gele mosterd staan bekend als goede waardplanten van *T. similis*, zodat aangenomen werd dat na deze groenbemesters hoge tot zeer hoge besmettingen van dit aaltje zouden ontstaan.

Tabel 1: Algemene proefveldgegevens schadeonderzoek *T. similis*, 2006 – 2010.

Proefcode	VP 1270	VP 1387	VP 1481
Locatie	Vredepeel	Castenraij	Vredepeel
grondsoort	zandgrond	zandgrond	zandgrond
pH	5.2	5.0	5.4
Percentage organische stof	4.8	2.2	4.8
Gewas in:			
2004	aardappel	snijmaïs	aardappel
2005	suikerbiet	suikerbiet	suikerbiet
2006	zwarte braak, daarna aanleg besmettingsniveaus	zomergerst, inzaai van winterkoolzaad	Triticale
2007	*	winterkoolzaad, daarna aanleg besmettingsniveaus	snijmaïs
2008	*	*	conservenerwt, daarna aanleg besmettingsniveaus
Schadeonderzoek in:	2007-2008	2008-2009	2009-2010

Tabel 2: Gegevens voorbereiding van het schadeonderzoek *T. similis*, 2006 – 2008.

Objecten	jaar	2006	2007	2008
		Proefcode	VP 1270	VP 1387
chemische	middel	Monam	Monam	Monam
grondontsmetting	hoeveelheid	300 liter per ha	300 liter per ha	300 liter per ha
	toepassing op	14 september	13 september	2 oktober
biologische	aanleg op	30 augustus	19 september	21 augustus
grondontsmetting	hoeveelheid ingewerkte massa	20 ton per ha	35 ton per ha	31 ton per ha
	hoeveelheid water toegevoegd	20 mm	10 mm	15 mm
	folie verwijderd op	15 november	29 januari 2008	28 januari 2009
Teelt <i>Tagetes patula</i>	ras	Nemamix	Ground Control	Ground Control
	zaaidatum	6 juli	27 juli	8 juli
	zaaizaadhoeveelheid	5 kg per ha	6 kg per ha	6 kg per ha
Teelt Engels raaigras	ras	Elgon	Elgon	Elgon
	zaaidatum	6 juli	14 juli	8 juli
	zaaizaadhoeveelheid	20 kg per ha	25 kg per ha	25 kg per ha
Teelt gele mosterd	ras	Metex	Concerta	Concerta
	zaaidatum	6 juli	14 augustus	8 juli
	zaaizaadhoeveelheid	20 kg per ha	25 kg per ha	25 kg per ha
afmaaien en afvoeren				
bovengronds materiaal		15 november	15 januari	8 december
Hoofdgrondbewerking	(ploegen met vorenpakker)	2 april 2007	15 april 2008	2 april 2009

In 2006 is in maart 20 ton varkensdrijfmest uitgebracht en in augustus is aan de gewassen 50 kg stikstof per ha in de vorm van KAS gegeven. In 2007 is op 13 juli 50 kg stikstof per ha in de vorm van KAS gegeven. In 2008 is op 25 juni dierlijke mest opgebracht met daarin omgerekend 96 kg werkzame stikstof per ha. Op 9 juli is aanvullend 30 kg N per ha gegeven in de vorm van KAS.

Op de veldjes waar gele mosterd, *Tagetes patula* en Engels raaigras werd geteeld kwam nauwelijks of geen onkruid voor. De veldjes met zwarte braak zijn in 2006 mechanisch en in 2007 en 2008 chemisch onkruidvrij gehouden. Het object chemische grondontsmetting is chemisch onkruidvrij gehouden. Bij het object Biologische grondontsmetting is de grond elk jaar direct nadat de verse massa gras was opgebracht, ongeveer 10 cm diep ingefreesd en daarna 25 cm diep gespit. Onmiddellijk daarna is het geheel afgedicht met luchtdichte folie. In 2006 stond het Engels raaigras vrij dun. In de volgende jaren is daarom bij Engels raaigras meer zaaizaad gebruikt. De stand van *Tagetes* en gele mosterd was in 2006 zeer goed. In 2007 en 2008 was de gewasstand van alle drie de gewassen heel goed.

2.2 Schadeproeven

In 2007, 2008 en 2009 zijn op de proefvelden die in de voorgaande jaren waren voorbereid (zie paragraaf 2.1) de eigenlijke schadeproeven met consumptieaardappelen, suikerbieten, waspeen en schorseneren uitgevoerd. Het proefveld was zodanig groot opgezet dat er naast deze vier gewassen, nog een vijfde gewas onderzocht zou kunnen worden. In 2007 was dit cichorei. Met dit gewas was in een ander project waardplant- en schadeonderzoek met diverse plantparasitaire aaltjes uitgevoerd. In 2007 is in het kader van dat project op het proefveld een schadeproef met *T. similis* gedaan. De resultaten van dit schadeonderzoek met cichorei, zijn opgenomen PPO projectrapport 3252035100 van november 2008. Daarom wordt in dit rapport verder niet ingegaan op het onderzoek aan cichorei en de resultaten in dit gewas.

In 2008 en 2009 is maïs als vijfde gewas in de schadeproeven opgenomen. Het onderzoek aan maïs is in een ander project (project 32 501147 00) uitgevoerd. Voor dit project wordt een apart projectrapport gemaakt dat uitsluitend gericht is op snij- en korrelmaïs. Daarom zal in dit projectrapport verder niet worden ingegaan op het onderzoek aan maïs.



Figuur 2: overzicht van het proefveld met de schadeproef van 2009: onderaan op de foto enkele rijen waspeen, vervolgens een strook aardappelen, dan suikerbieten, schorseneren en maïs. Daarna komen deze gewassen elk nog driemaal voor (proef in vier herhalingen).

In de tabellen 3, 4 en 5 zijn de belangrijkste proefveldgegevens van de drie schadeproeven per jaar en per gewas weergegeven.

Tabel 3: Proefgegevens per gewas, schadeonderzoek *T. similis*, proefveld VP1270, Vredepeel 2007.

Item	gewas	aardappelen	suikerbieten	waspeen	schorseneer
Ras		Santana	Shakira	Maxi	Meres
Beteelt deel brutoveld (meter)		6 x 9	6 x 9	4,5 x 9	6 x 9
Netto veld (meter)		1,5 x 7 meter	3 x 7 meter	1,5 x 7	1,5 x 7
rijafstand in cm		75	50	Beddenteelt	30
afstand in de rij in cm of hoeveelheid zaad per ha		32	18	zaai in bandjes (25 kg per ha)	12 kg per ha
Pi voor de teelt		21 maart	21 maart	21 maart	21 maart
zaai- of pootdatum		3 april	3 april	24 april	23 april
stikstofbemesting (kg N per ha)		182	155	182	182
Oogstdatum		28 september 2007	17 oktober 2007	30 oktober 2007	10 januari 2008
Pf ná de teelt		29 september 2007	17 oktober 2007	31 oktober 2007	8 januari 2008
Verwerking gewasmonsters		PPO-AGV	IRS	PPO-AGV	PPO-AGV
beoordeling kringerigheid		12 november 2007	nvt	nvt	nvt

Bemesting 2007:

- op 22 maart 2007 is per ha 20 m³ varkensdrijfmest toegediend. Omgerekend leverde dit 105 kg per ha werkzame stikstof, 106 kg P₂O₅ per ha en 130 kg K₂O per ha.
- op 5 juni is bij alle gewassen 50 kg N per ha gegeven in de vorm van KAS.
- Op 9 juli is bij aardappelen, waspeen en schorseneer nog 27 kg N per ha gegeven in de vorm van KAS.

Bestrijding onkruiden, ziekten en plagen 2007:

De vijf gewassen is het onkruid chemisch bestreden, zoals in de praktijk gebruikelijk is. De bieten zijn daarnaast geschoffeld en de aardappelen zijn rond de opkomst, in de eerste week van mei, aangeaard. Ziekten en plagen zijn bestreden zoals in de praktijk gebruikelijk is.

Berekening 2007: op 24 april 2007 is de gehele proef beregend met 25 mm water.

Tabel 4: Proefgegevens per gewas, schadeonderzoek *T. similis*, VP 1387, Castenraij 2008.

item	gewas	aardappelen	suikerbieten	waspeen	schorseneer
Ras		Santana	Heracles	Amsterdamse bak	Flandria
beteelt deel brutoveld (meter)		6 x 9	6 x 9	4,5 x 9	6 x 9
netto veld (meter)		1,5 x 7 meter	3 x 7 meter	1,5 x 7	1,5 x 7
rijafstand in cm		75	50	beddenteelt	30
afstand in de rij in cm of hoeveelheid zaad per ha		32 cm	18 cm	zaai in bandjes (25 kg per ha)	12 kg per ha
Pi vóór de teelt		3 maart	3 maart	3 maart	3 maart
zaai- of pootdatum		18 april	17 april	21 mei	24 april
stikstofbemesting (kg N per ha)		140 kg uit RDM 54 kg uit KAS	140 kg uit RDM 54 kg uit KAS	140 kg uit RDM 54 kg uit KAS	140 kg uit RDM 54 kg uit KAS
Oogstdatum		16 oktober	21 oktober	4 november	2 maart 2009
Pf ná de teelt		22 oktober	22 oktober	4 november	3 maart 2009
Verwerking gewasmonsters		PPO Lelystad	IRS	nvt	nvt
beoordeling kringerigheid		4 december 2008	nvt	nvt	nvt

Bemesting 2008:

- op 15 maart 2008 is per ha 60 m³ rundveedrijfmest toegediend. Omgerekend leverde dit 140 kg werkzame stikstof per ha, 85 kg P₂O₅ per ha en 325 kg K₂O per ha.
- op 5 juni is bij alle gewassen aanvullend 54 kg N per ha gegeven in de vorm van KAS.

Bestrijding onkruiden, ziekten en plagen 2008:

Bij de gewassen is het onkruid chemisch bestreden, zoals in de praktijk gebruikelijk is. De aardappelen zijn op 7 mei aangeaard. Ziekten en plagen zijn bestreden zoals in de praktijk gebruikelijk is.

Berekening 2008: op 26 juni is de gehele proef berekend met 25 mm water.

Tabel 5: Proefgegevens per gewas, schadeonderzoek *T. similis*, VP 1481, Vredepeel 2009.

item	gewas	aardappelen	suikerbieten	waspeen	schorseneer
Ras		Santana	Piranha	Maxi	Meres
beteelt deel brutoveld (meter)		6 x 9	6 x 9	4,5 x 9	6 x 9
netto veld (meter)		1,5 x 7 meter	3 x 7 meter	1,5 x 7	1,5 x 7
rijafstand in cm		75 cm	50 cm	Beddenteelt	75 cm
afstand in de rij in cm of hoeveelheid zaad per ha		32	18 cm	Zaai in bandjes	12 kg per ha
Pi vóór de teelt		10 maart	10 maart	11 mei	30 maart
zaai- of pootdatum		8 april	8 april	11 mei	16 april
stikstofbemesting (kg N per ha)		105 kg N uit varkensdrijfmest	105 kg N uit varkensdrijfmest	105 kg N uit varkensdrijfmest	105 kg N uit varkensdrijfmest
Oogstdatum		29 september	19 oktober	21 september	10 maart 2010
Pf ná de teelt		8 oktober	22 oktober	8 oktober	10 maart 2010
Verwerking gewasmonsters		PPO-AGV	IRS	PPO-AGV	PPO-AGV
beoordeling kringerigheid		22 oktober	nvt	nvt	Nvt

Bemesting 2009:

- Op 18 februari is 10 kg Borax per ha gegeven (borium meststof).
- Op 20 maart is per ha 30 m³ varkensdrijfmest uitgereden. Dit leverde omgerekend 105 kg werkzame stikstof per ha, 29 kg P₂O₅ per ha en 170 kg K₂O per ha.

Bestrijding onkruiden, ziekten en plagen 2009:

De vijf gewassen is het onkruid chemisch bestreden, zoals in de praktijk gebruikelijk is. De aardappelen zijn op 20 april aangeaard. Ziekten en plagen zijn bestreden zoals in de praktijk gebruikelijk is.

Berekening 2009: op 4 juni, 29 juni, 11 augustus, 25 augustus, en 10 september is de gehele proef berekend. Per keer is 25 mm water gegeven.

2.3 Waarnemingen aan gewas of product

Waarneming gewasstand.

Bij alle gewassen is de gewasstand meerdere keren per seizoen visueel beoordeeld op een schaal van 0 tot 10. Daarbij staat 0 voor geen gewas of een geheel afgestorven gewas en 10 voor een uitstekende gewasstand.

Planttellingen.

Er zijn planttellingen uitgevoerd om het aantal planten per vierkante meter te kunnen berekenen (plantgetal). Bij aardappel zijn daartoe 2 rijen van 7 meter lengte geteld, bij suikerbiet zijn 6 rijen van 7 meter. Bij schorseneer zijn 2 rijen geteld over 1 meter lengte.

Bepaling kringerigheid aardappelen

Ná de oogst is van elk veld een representatief monster knollen achtergehouden om de gevoeligheid voor kringerigheid (aantasting door tabaksratelvirus) vast te stellen. Er zijn per veld 30 knollen overlans doorgesneden en beoordeeld op kringerigheid, waarbij de

volgende klassenindeling voor de mate van aantasting gehanteerd: geen, licht, matig en zwaar. Uit deze klassen een aantastingindex berekend (volgens PPO-protocol):

$$\text{Index} = [(\# \text{ geen} * 0) + (\# \text{ licht} * 1) + (\# \text{ matig} * 2) + (\# \text{ zwaar} * 3)] * (10/9)$$

Deze index loopt van 0 (geen enkele knol aangetast) tot 100 (alle knollen zwaar aangetast).

Waarneming geoogste bieten

De bieten zijn geoogst en in een zwad gelegd en daarna opgeladen. In het zwad zijn van elk veld 50 bieten geteld en daarvan is weer het aantal vertakte bieten bepaald.

2.4 Grondbemonstering en bepaling besmetting

De grondbemonstering voorafgaand aan de teelt (Pi bepaling) zijn enkele weken voor het zaaien of poten uitgevoerd (in de periode tussen begin maart en begin april). Voorafgaand is het proefveld uitgezet en zijn de monsters in de (toekomstige) nettoveldjes gestoken. Per veldje zijn 16 steken (2 rijen van 8 steken) genomen met een grondboor van Ø 3 cm tot een diepte van 25 cm. Hiervan is de bovenste 5 cm grond verwijderd, zodat alleen grond resteerde uit de laag van 5 tot 25 cm diepte. De grond is direct in plastic zakken gedaan en kort daarop in de koelcel geplaatst. De grond van dit monster is in het laboratorium van het PPO-AGV goed gemengd en vervolgens is 100 ml grond gespoeld en er is 100 ml grond gedurende 4 weken geïncubeerd, waarna de aaltjessoorten zijn geteld.

Van de aaltjesgeslachten *Trichodorus*, *Pratylenchus* en *Meloidogyne* is steeds bij ongeveer één op de vijf grondmonsters een determinatie van de aanwezige soorten uitgevoerd.

De bemonstering en verwerking van de grondmonsters na afloop van de teelt (Pf bepaling) is op dezelfde wijze uitgevoerd als de bemonstering voor de teelt. Deze grondmonsters werden op de dag van de oogst of binnen enkele dagen na de oogst genomen.

2.5 Weeromstandigheden in het groeiseizoen

In bijlage 6.2 zijn de gegevens opgenomen van het KNMI weerstation in Eindhoven (het meest nabij de proef gelegen weerstation). Daarbij is ook een globale beschrijving gegeven van de weersomstandigheden per maand in het groeiseizoen.

2.6 Statistische analyse

De gegevens zijn opgeslagen in Excel bestanden en zijn statistisch geanalyseerd met Genstat. Op de gegevens is variantieanalyse uitgevoerd, waarbij voor onderlinge vergelijking van de behandelingen de procedure ATTEST is gebruikt. De aantallen aaltjes zijn na een LOG10 transformatie, via ANOVA geanalyseerd, waarna de objectgemiddelden zijn teruggetransformeerd tot medianen en de LSR ('least significant ratio') is berekend.

Werkwijze bij transformatie en analyse van getransformeerde variabelen:

- Transformatie van variabelen via Log^{10}
- variantieanalyse op getransformeerde variabelen levert (getransformeerde) objectgemiddelden en bijbehorende lsd (5%)
- objectgemiddelden worden teruggetransformeerd (als machten van 10), waardoor de zogenaamde "**medianen**" ontstaan. Deze zijn minder gevoelig voor enkele extreme waarden dan (directe) gemiddelden. De LSD wordt (als macht van 10) teruggetransformeerd tot LSR ("Least Significant Ratio"). Als het quotiënt van twee objectmedianen groter is dan de LSR, dan is er sprake van significante verschillen tussen de objecten.

Na variantieanalyse komen de volgende statistische termen voor:

- **F-prob(ability)**: geeft de kans aan dat verschillen tussen de objecten door het toeval zijn veroorzaakt.
Als de F prob. kleiner is dan 0,05 (minder dan 5 procent) dan wordt verondersteld dat de verschillen niet door het toeval, maar door de behandelingen zijn veroorzaakt en de dat er betrouwbare effecten van de behandelingen zijn.
- **LSD 5% (Least Significant Difference)**: het kleinste significante verschil tussen twee objecten bij een onbetrouwbaarheid van 5%.
- **LSR 5% (Least Significant Ratio)**: het kleinste significante quotiënt van twee objecten bij een onbetrouwbaarheid van 5%.

Bij (lineaire) regressieanalyse zijn de volgende termen gebruikt:

- **F-prob(ability)**: geeft de kans aan dat het verband tussen de verklaarde variabele en de verklarende variabele(n) door het toeval is veroorzaakt. Als de F prob. kleiner is dan 0,05 (minder dan 5 procent) dan wordt verondersteld dat er een (betrouwbaar) verband is tussen de verklaarde en de verklarende variabele.
- **T-prob.**, is een afkorting van T-probability. Dit cijfer geeft de kans aan dat de waarde van de parameter waarvoor de T prob. is berekend door het toeval afwijkt van de waarde bij de H_0 hypothese (veelal is dit nul). Als de T-prob. minder is dan 0.05 (minder dan 5 %), dan wordt aangenomen dat de parameter betrouwbaar afwijkt van de waarde onder de H_0 hypothese.

Schadeonderzoek

In dit schadeonderzoek ging het om het verband tussen de mate van besmetting met *Trichodorus similis* (of andere aaltjes die eventueel schadelijk zouden kunnen zijn) voorafgaand aan de teelt (de zogenaamde P_i) en de opbrengst van vier gewassen (het leverbaar gewicht van respectievelijk aardappelen, waspeen en schorseneren en het suikergewicht van suikerbieten). Bij de statistische analyse zijn twee schademodelen gebruikt, namelijk een **lineair schademodel** en een **niet-lineair schademodel** (in dit rapport verder aangeduid als het "Seinhorst model").

Het lineaire schademodel gaat uit van de veronderstelling dat er over het hele traject van besmetting, vanaf geen tot een zeer hoge besmetting, een lineair (negatief) verband is tussen de opbrengst en de omvang van de besmetting. In het lineaire model is de schade per aaltje dan ook onafhankelijk van het niveau van (begin)besmetting (P_i). Dit is echter niet realistisch, want alleen bij lage besmettingsniveaus van plantparasitaire aaltjes treedt een opbrengstverlaging op die (bij benadering) lineair is met het besmettingsniveau. Naarmate de besmetting toeneemt, wordt door stijgende onderlinge concurrentie van de aaltjes om voedsel en waarschijnlijk ook door de toenemende negatieve invloed van parasieten en predatoren, de schade per aaltje lager (Seinhorst, 1981). Bij een (zeer) hoge beginbesmetting zal de opbrengst daardoor niet of nauwelijks meer dalen als de besmetting nog verder toeneemt. Een dergelijk niet-lineair schadeverloop wordt gevisualiseerd in de zogenaamde Seinhorst curve (zie ook figuur 4 in dit rapport). Deze curve ontstaat na toepassing van het Seinhorst schademodel. In dat model blijft de opbrengst vanaf besmettingsniveau nul (afwezigheid van aaltjes) op een **maximaal niveau** (aangeduid met de parameter Y_{max}), maar vanaf een bepaald besmettingsniveau begint de opbrengst te dalen. Het niveau van besmetting waarop opbrengstderiving begin te ontstaan, wordt ook wel aangeduid met de term "tolerantiedrempel" of "schadedrempel". Vanaf deze drempel (in dit rapport aangeduid met de parameter **T** van tolerantiedrempel) daalt de opbrengst bij toenemende besmetting tot een bepaald minimum. Daarna neemt de opbrengst bij nog hogere besmettingen niet verder meer af. Het quotiënt van de minimale en de maximale opbrengst wordt aangeduid met de parameter **m**. Dan is $(1 - m)$ het maximale relatieve opbrengstverlies en $(1 - m) \times 100$ procent, het maximale procentuele opbrengstverlies.

Voor de parameters T en m in het Seinhorst schademodel gelden de volgende aannames (H_0 hypothese):

parameter	waarde	Toelichting
T	0	aanname dat er geen schadedrempel is, dus dat er vanaf het eerste aaltje opbrengstverlies kan ontstaan.
m	1	aanname dat minimum opbrengst gelijk is aan de maximum opbrengst, dus dat het aaltje geen opbrengstderving veroorzaakt.

In de Genstat procedure RSEINHORST worden de parameters T, m en Y_{\max} geschat via niet-lineaire regressie. Hierbij worden de parameters en de bijbehorende standaardfouten berekend, maar is het (nog) niet mogelijk om de overschrijdingskans volgens de t-toets te verkrijgen. Er mag echter globaal aangenomen worden dat de inschatting van de parameter statistisch betrouwbaar is, als de waarde van de H_0 hypothese zich niet bevindt in het 95 procent betrouwbaarheidsinterval rondom parameter (dit interval wordt berekend door de parameter plus en min tweemaal de standaardfout van die parameter). In de tabellen waarin de resultaten van de analyse volgens het Seinhorst model worden gepresenteerd, wordt daarom in woorden aangegeven of de parameter wel of niet betrouwbaar zal zijn.

Vermeerdering

Voorafgaand aan de teelt is van elk veld de beginbesmetting van de aaltjes bepaald (P_i). Hetzelfde is gebeurd kort na de teelt (P_f). Als de P_f tegen de P_i wordt uitgezet dan geeft dit een beeld van het verloop van de populatie bij verschillende begindichtheden. Soms wordt hierbij een lineair verband tussen P_f en P_i verondersteld, maar dit is niet realistisch want de sterkste vermeerdering van aaltjes treedt op bij een lage beginbesmetting en de vermeerdering neemt vervolgens bij toenemende beginbesmetting steeds meer af, totdat vanaf een zeker besmettingsniveau zelfs helemaal geen vermeerdering meer optreedt en de P_f een (voor het desbetreffende gewas en grondsoort specifiek) "plafond" bereikt. Dit kan betekenen dat na een (heel) hoge beginbesmetting er een afname van de populatie plaatsvindt en de P_f dus lager is dan de P_i . Het verband tussen P_i en P_f wordt daarom ook wel via het volgende exponentieel verband beschreven: $P_f = M (1 - e (- a * (P_i / M)))$. Hierbij geldt:

- **M** is de maximale dichtheid (in dit geval per 100 ml grond)
- **a** is de (maximale) vermeerdering bij zeer lage beginbesmetting (P_i).

3 RESULTATEN

3.1 Aaltjesbesmetting voorafgaand aan de teelt

Elk jaar is voorafgaand aan de teelt van elk veldje een grondmonster genomen. Omdat de bemonstering plaatsvond vóór de teelt, waren de voorbehandelingen c.q. teelten (uit het voorgaande jaar) op dat moment de enige proeffactor. In tabel 6 zijn mediaan besmettingen van de trichodoriden na de verschillende objecten (voorbehandelingen en teelten) per jaar en gemiddeld over drie jaar aangegeven. De besmetting van *Pratylenchus*, *Tylenchorhynchus*, *Paratylenchus* aaltjes en saprofytische aaltjes is opgenomen in bijlage 6.1.

Tabel 6: Mediaan aantal trichodoride aaltjes per 100 ml grond (totaal van spoelen en incuberen van de verschillende proefvelden en gemiddeld over de gehele proefperiode.

object	Vredepeel 2007		Castenray 2008		Vredepeel 2009		Gemiddeld 2007-2009	
Chemisch ontsmet	1	a	5	a	4	a	3	a
Biologisch ontsmet	14	b	72	b	72	b	41	b
Zwarte braak	57	c	340	c	235	cd	148	c
Tagetes patula	159	d	341	c	210	c	218	d
Engels raaigras	355	e	222	c	252	cd	265	d
Gele mosterd	654	f	327	c	328	d	404	e
Gemiddeld	61		123		107		89	
F prob	< 0.001		< 0.001		< 0.001		< 0.001	
LSR 5%	1.4		1.6		4.5		1.3	

Tabel 7: Procentuele verdeling van (*Para*)*Trichodorus* en *Pratylenchus* aaltjes over de verschillende soorten per geslacht gemeten in de beginbesmetting (*Pi*).

aaltjesgeslacht en -soort	2007	2008	2009
<i>(Para)Trichodorus</i>			
<i>T. similis</i>	86	82	85
<i>P. teres</i>	2	0	6
<i>P. pachydermus</i>	12	13	6
Overig	0	5	3
<i>Pratylenchus</i>			
<i>P. crenatus</i>	100	100	97
<i>P. neglectus</i>	0	0	3
<i>P. penetrans</i>	0	0	0

De voorbehandelingen en teelten die in het jaar vóór de schadeproeven zijn uitgevoerd, hebben voldaan aan de doelstelling want er zijn elk jaar grote en statistisch betrouwbare verschillen in besmettingsniveau van trichodoriden ontstaan. Het laagste besmettingsniveau kwam voor na chemische grondontsmetting, het hoogste na de teelt van gele mosterd. De trichodoriden bestonden voor verreweg het grootste deel uit *T. similis* (gemiddeld 84 procent). Daarnaast kwamen ook *P. pachydermus* en (in wat mindere mate) *P. teres* voor. In geringe mate zijn soms soorten als *T. cylindricus*, *T. viruliferus*, *T. sparsus* en *P. anemones* aangetroffen. De *Pratylenchus* aaltjes bestonden in 2007 en 2008 volledig uit de soort *P. crenatus*, alleen in 2009 kwam naast *P. crenatus* ook nog 4 procent *P. neglectus* voor.

Pantparasitaire aaltjes van de geslachten *Trichodorus* en *Pratylenchus* kwamen in de proeven heel vaak en veelal ook in hoge aantallen voor. Daarnaast kwamen elk jaar ook *Paratylenchus* aaltjes voor. Aaltjes van dit geslacht kunnen (bij hoge besmettingen) opbrengstverlies veroorzaken bij schermbloemige gewassen (peen, knolselderij, knolvenkel etc.) en koolgewassen. In deze schadeproeven waren de besmettingsniveaus van de *Paratylenchus* aaltjes echter niet hoog: de hoogste besmetting in 2007, 2008 en 2009 was respectievelijk: 670, 20 en 75 *Paratylenchus* aaltjes per 100 ml grond. *Paratylenchus* aaltjes

veroorzaken ook bij schadegevoelige gewassen pas opbrengstverlies als de besmetting (veel) hoger is dan 1000 aaltjes per 100 ml grond. Gezien de aangetroffen besmettingsniveaus kunnen *Paratylenchus* aaltjes bij geen van de onderzochte gewassen (dus ook niet bij de schadegevoelige waspeen) opbrengstverlies veroorzaakt hebben.

Verder kwamen in de schadeproeven soms ook *Tylenchorhynchus* aaltjes voor. In 2007 waren *Tylenchorhynchus* aaltjes maar op een beperkt aantal veldjes aanwezig, in de proef van 2008 kwamen deze aaltjes helemaal niet voor, maar in 2009 kwamen ze op vrijwel alle veldjes voor. Bij monitoringsonderzoek dat enkele jaren geleden is uitgevoerd (Keidel en anderen, 2007) is aangegeven dat de soort *Tylenchorhynchus dubius* algemeen in Nederland voorkomt, maar dat deze soort weinig schade veroorzaakt en alleen in granen en grassen wat groeiremming kan veroorzaken. Daarom mag aangenomen worden dat deze aaltjes geen schade aan de gewassen op dit proefveld hebben veroorzaakt. Andere plantparasitaire aaltjes (zoals *Meloidogyne*, *Hemicycliophora*, *Rotylenchus*, *Ditylenchus* etc.) zijn niet of sporadisch aangetroffen en als ze al aanwezig waren kwamen ze in zodanig lage aantallen voor, zodat deze aaltjes evenmin opbrengstverlies veroorzaakt kunnen hebben.

Gezien het voorgaande mag aangenomen worden dat eventueel optredende gewasschade en opbrengstverlies door aaltjes, in dit onderzoek alleen veroorzaakt kan zijn door aaltjes van de geslachten (*Para*)*Trichodorus* en/of *Pratylenchus*. In de afzonderlijke paragrafen waarin de resultaten van aardappelen, suikerbieten, waspeen en schorseneren worden vermeld, wordt daarom alleen verder ingegaan op de (mate van) besmetting van de aaltjes uit deze twee geslachten.

3.2 Aardappel

3.2.1 Gewas- en productgegevens

In deze paragraaf komen de gewas- en productiegegevens van consumptieaardappelen aan de orde in de vorm van gemiddelde resultaten per voorbehandeling. Eerst worden de resultaten van de afzonderlijke jaren (2007, 2008 en 2009) aangegeven, daarna volgen de gemiddelde resultaten over de drie jaren.

Tabel 8: *Besmettingsniveau trichodoriden en gewaswaarnemingen aardappelen, proef VP1270, Vredepeel 2007.*

Object	mediaan aantal		aantal planten		gewasstand (0-10)	
	trichodoriden per 100 ml grond		per ha x 1000		op 22 mei	
Voorafgaand aan de teelt (Pi)						
biologisch ontsmet	22	b	40.0	a	8.3	d
braak	49	b	40.7	a	7.6	bc
chemisch ontsmet	1	a	41.9	a	8.0	cd
gele mosterd	699	d	41.0	a	7.6	bc
Engels raaigras	320	cd	40.2	a	7.4	b
Tagetes patula	178	c	40.7	a	6.8	a
Gemiddeld	67		40.8		7.6	
F prob	< 0.001		0.51		< 0.001	
LSR / LSD 5%	2.4		2.1		0.5	

Tabel 9: *Percentage knollen met kringerigheid en het onderwatergewicht van aardappelen, proef VP1270, Vredepeel 2007.*

Object	percentage knollen met kringerigheid		onderwatergewicht	
Biologisch ontsmet	81	ab	402	ab
Braak	81	ab	428	d
Chemisch ontsmet	81	ab	425	cd
Gele mosterd	71	a	405	ab
Engels raaigras	75	a	413	bc
Tagetes	93	b	397	a
Gemiddeld	80		412	
F prob	0.12		0.01	
LSD 5%	15		15	

Tabel 10: *Totale en leverbare productie en sortering van aardappelen, proef VP1270, Vredepeel 2007.*

Object	productie in ton per ha				percentage van de leverbare productie			
	totaal (bruto)		leverbaar ¹		30 – 50 mm		> 50 mm	
Biologisch ontsmet	98.0	d	93.2	d	17	a	83	c
Braak	86.2	bc	81.4	bc	24	bc	76	ab
Chemisch ontsmet	88.8	c	85.8	c	25	bc	75	ab
Gele mosterd	85.2	bc	80.1	bc	20	ab	80	bc
Engels raaigras	80.7	b	77.5	b	26	c	74	a
Tagetes	73.0	a	60.8	a	27	c	73	a
Gemiddeld	85.3		79.8		23		77	
F prob	< 0.001		< 0.001		0.003		0.003	
LSD 5%	6.5		6.5		5		5	

1) leverbare aardappelen in de maatsortering vanaf 30 mm.

Tabel 11: *Niet-leverbare productie aardappelen, schademonitoring T. similis Vredepeel 2007.*

Object	Gewichtpercentage van de totale (bruto)productie							
	Groene knollen		Misvormde knollen		Rotte knollen		Kleiner dan 30 mm	
Biologisch ontsmet	1.8	a	2.0	a	0.5	ab	0.6	a
Braak	1.7	a	3.2	a	0.1	a	0.5	a
Chemisch ontsmet	1.4	a	1.2	a	0.2	ab	0.5	a
Gele mosterd	1.8	a	3.4	a	0.3	ab	0.5	a
Engels raaigras	1.4	a	1.7	a	0.1	a	0.7	a
Tagetes	3.6	b	11.4	b	0.9	b	1.1	b
Gemiddeld	2.0		3.8		0.3		0.7	
F prob.	0.012		0.002		0.26		0.004	
LSD 5%	1.2		4.4		0.7		0.3	

Tabel 12: Besmettingsniveau trichodoriden en gewaswaarnemingen aardappelen, VP1387, Castenraij 2008.

Object	Mediaan aantal		Waarneming 4 juni			
	Trichodoriden per 100 ml grond		Aantal planten per ha x 1000		gewasstand	
	Voorafgaand aan de teelt (Pi)					
chemisch ontsmet	4	a	36.0	b	8.1	c
biologisch ontsmet	76	b	34.1	ab	7.5	c
Engels raaigras	219	c	34.8	ab	6.0	ab
gele mosterd	281	c	36.0	b	6.0	ab
Tagetes	328	c	33.1	a	5.3	a
braak	343	c	35.7	b	6.4	b
Gemiddeld	116		34.9		6.5	
F prob.	< 0.001		0.16		< 0.001	
LSR / LSD 5%	2.4		2.6		1.1	

Tabel 13: Percentage knollen met kringrigheid en het onderwatergewicht van aardappelen, proef VP1387, Castenraij 2008

Object	percentage knollen met kringrigheid		Onderwatergewicht	
	Chemisch ontsmet	88	ab	405
Biologisch ontsmet	87	a	373	a
Engels raaigras	98	b	390	ab
Gele mosterd	97	ab	397	b
Tagetes	95	ab	387	ab
Braak	94	ab	399	b
Gemiddeld	93		391	
F prob.	0.20		0.05	
LSD 5%	11		20	

Tabel 14: Totale en leverbare productie en sortering van aardappel, VP1387, Castenraij 2008.

Object	Productie in ton per ha			Percentage van de leverbare productie		
	Totaal (bruto)	Leverbaar ¹		30 – 50 mm	> 50 mm	
Chemisch ontsmet	87.2	bc	80.6	b	25	b
Biologisch ontsmet	91.9	c	78.3	b	20	a
Engels raaigras	82.8	ab	62.0	a	24	ab
Gele mosterd	85.5	ab	64.1	a	20	a
Tagetes	83.7	ab	62.4	a	23	ab
Braak	81.5	a	66.3	a	22	ab
Gemiddeld	85.4		68.9		22	
F prob.	0.02		< 0.001		0.11	
LSD 5%	5.6		7.7		5	

1) leverbare aardappelen in de maatsortering vanaf 30 mm.

Tabel 15: Niet-leverbare productie aardappelen, vP1387, Castenraij 2008.

Object	Gewichtpercentage van de totale (bruto)productie							
	Groene knollen		Misvormde knollen		Rotte knollen		Kleiner dan 30 mm	
Chemisch ontsmet	2	a	5	a	0	a	1	a
Biologisch ontsmet	3	a	11	ab	0	a	1	a
Engels raaigras	2	a	22	c	0	a	1	ab
Gele mosterd	4	a	16	bc	4	a	1	ab
Tagetes	3	a	20	c	0	a	1	b
Braak	3	a	15	bc	0	a	1	ab
Gemiddeld	3		15		1		1	
F prob.	0.42		0.004		0.48		0.08	
LSD 5%	2		8		5		1	

Tabel 16: Besmettingsniveau trichodoriden en gewaswaarnemingen aardappelen, VP1481, Vredepeel 2009.

Object	Mediaan aantal		Waarneming 20 mei			
	Trichodoriden per 100 ml grond		Aantal planten per ha x 1000		gewasstand	
	Voorafgaand aan de teelt (Pi)					
Biologisch ontsmet	54	b	4.1	a	7.4	c
Braak	271	c	4.2	a	6.9	bc
Chemisch ontsmet	3	a	4.1	a	8.0	c
Gele mosterd	356	c	4.2	a	5.5	a
Engels raaigras	286	c	4.3	a	5.3	a
Tagetes patula	194	bc	4.1	a	6.0	ab
Gemiddeld	102		4.2		6.5	
F prob	< 0.001		0.85		0.002	
LSR / LSD 5%	4.1		0.4		1.3	

Tabel 17: Percentage knollen met kringrigheid en het onderwatergewicht van aardappelen, proef VP1481, Vredepeel 2009.

Object	percentage knollen met kringrigheid		Onderwatergewicht	
Biologisch ontsmet	78	ab	372	ab
Braak	57	a	378	ab
Chemisch ontsmet	73	ab	387	b
Gele mosterd	71	ab	361	a
Engels raaigras	75	ab	370	ab
Tagetes patula	81	b	381	b
Gemiddeld	73		375	
F prob	0.38		0.08	
LSD 5%	24		18	

Tabel 18: Totale en leverbare productie en sortering van aardappel, VP1481, Vredepeel 2009.

Object	Productie in ton per ha				Percentage van de leverbare productie			
	Totaal (bruto)		Leverbaar ¹		30 – 50 mm		> 50 mm	
Biologisch ontsmet	86.8	c	84.1	c	25	a	75	c
Braak	79.9	bc	76.8	bc	34	bc	66	ab
Chemisch ontsmet	77.7	ab	75.3	ab	39	c	61	a
Gele mosterd	74.2	ab	70.5	ab	25	a	75	c
Engels raaigras	72.6	a	68.8	a	27	ab	73	bc
Tagetes patula	76.5	ab	72.4	ab	27	ab	73	bc
Gemiddeld	77.9		74.6		29		71	
F prob	0.01		0.01		0.003		0.003	
LSD 5%	7.3		7.8		7		7	

1) leverbare aardappelen in de maatsortering vanaf 30 mm.

Tabel 19: Niet-leverbare productie aardappelen, VP1481, Vredepeel 2009.

Object	Gewichtpercentage van de totale (bruto)productie							
	groene knollen		misvormde knollen		rotte knollen		kleiner dan 30 mm	
Biologisch ontsmet	1	a	1	a	0	a	1	a
Braak	1	a	2	a	0	a	1	a
Chemisch ontsmet	1	a	1	a	0	a	1	a
Gele mosterd	2	a	2	a	0	a	1	a
Engels raaigras	3	a	1	a	0	a	1	a
Tagetes patula	3	a	1	a	0	a	1	a
Gemiddeld	2		1		0		1	
F prob	0.22		0.97		0.72		0.65	
LSD 5%	2		2		0		0.3	

Tabel 20: Besmettingsniveau trichodoriden, gewasstand en percentage knollen met kringrigheid bij aardappelen gemiddeld over de jaren 2007-2009.

Object	mediaan aantal		gewasstand		Aantal planten		percentage	
	trichodoriden per 100 ml grond voorafgaand aan de teelt (Pi)		(mei of begin juni)		Per ha x 1000		knollen met kringrigheid	
Biologisch ontsmet	45	b	7.7	c	38.4	a	81	ab
Braak	166	c	7.0	b	39.4	a	77	a
Chemisch ontsmet	3	a	8.0	c	39.6	a	81	ab
Gele mosterd	412	d	6.4	ab	39.5	a	79	a
Engels raaigras	271	cd	6.2	a	39.4	a	83	ab
Tagetes patula	225	cd	6.0	a	38.3	a	89	b
Gemiddeld	82		6.9		39.1		82	
F prob	< 0.001		< 0.001		0.36		0.23	
LSR / LSD 5%	1.9		0.6		1.6		10	

Tabel 21: Totale en leverbare aardappelproductie en totaal niet-leverbaar als percentage van de totale productie, gemiddeld over de jaren 2007-2009.

Object	Productie in ton per ha				niet-leverbaar als	
	Totaal (bruto)		Leverbaar ¹		percentage van de bruto productie	
Biologisch ontsmet	92.2	d	85.2	d	7.6	ab
Braak	82.6	bc	74.8	c	9.5	bc
Chemisch ontsmet	84.6	c	80.6	d	4.7	a
Gele mosterd	81.6	abc	71.6	bc	12.1	c
Engels raaigras	78.7	ab	69.4	ab	11.5	bc
Tagetes patula	77.7	a	65.2	a	16.0	d
Gemiddeld	82.9		74.5		10.2	
F prob	< 0.001		< 0.001		< 0.001	
LSD 5%	4.1		5.1		3.9	

1) leverbare aardappelen in de maatsortering vanaf 30 mm.

Tabel 22: Productie aan groene, misvormde, rotte en te kleine knollen als percentage van de totale aardappelproductie, gemiddeld over de jaren 2007 - 2009.

Object	Diverse categorieën niet leverbare aardappelen als percentage van de brutoproductie							
	groene knollen		misvormde knollen		rotte knollen		kleiner dan 30 mm	
Biologisch ontsmet	1.9	ab	4.6	ab	0.3	a	0.8	a
Braak	1.8	ab	6.6	bc	0.1	a	0.9	a
Chemisch ontsmet	1.3	a	2.6	a	0.1	a	0.7	a
Gele mosterd	2.6	bc	7.1	bc	1.5	a	0.8	a
Engels raaigras	2.3	abc	8.2	cd	0.1	a	0.9	a
Tagetes patula	3.3	c	11.0	d	0.5	a	1.2	b
Gemiddeld	2.2		6.7		0.4		0.9	
F prob	0.008		< 0.001		0.43		0.002	
LSD 5%	1.0		3.6		1.5		0.2	



Figuur 3. Overzicht uit de schadeproef van 2007 in een strook met consumptieaardappelen: op de voorgrond vrij goede gewasstand na zwarte braak, daarachter minder goede stand na *Tagetes patula*, gevolgd door een matige stand na gele mosterd.

3.2.2 Schaderelaties

In paragraaf 3.1 is aangegeven waarom opbrengstverlies bij aardappel in deze schadeproeven alleen veroorzaakt kan zijn door aaltjes behorend tot de geslachten *Pratylenchus* en (*Para*)*Trichodorus*. In 2007 en 2008 bestond de populatie van *Pratylenchus* aaltjes geheel uit de soort *P. crenatus*, in 2009 was dit 97 procent (de overige 3 procent bestond uit *P. neglectus*). Van *P. crenatus* is niet (goed) bekend of deze soort schade in aardappelen kan veroorzaken. Daarom zijn allereerst correlatieanalyses gedaan met de leverbare aardappelopbrengst voor zowel *Trichodorus* als *Pratylenchus* aaltjes. De resultaten daarvan staan in tabel 23.

Tabel 23: Correlaties tussen de leverbare opbrengst van aardappelen en de al of niet getransformeerde besmetting met Trichodorus of met Pratylenchus aaltjes.

besmetting in	correlaties met leverbare opbrengst van aardappelen			
	<i>Trichodorus</i> besmetting		<i>Pratylenchus</i> besmetting	
	geen transformatie	LOG 10 transformatie	geen transformatie	LOG 10 transformatie
2007	- 0.24	- 0.46	- 0.03	- 0.00
2008	- 0.64	- 0.64	- 0.21	- 0.55
2009	- 0.43	- 0.39	- 0.44	- 0.43
2007 - 2009	- 0.34	- 0.50	- 0.26	- 0.44

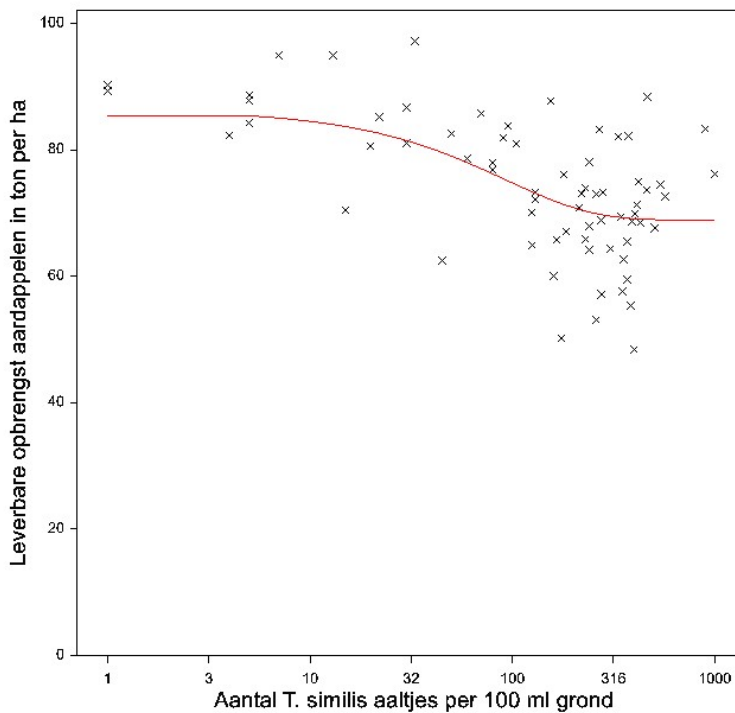
Gebaseerd op deze resultaten is de leverbare opbrengst geanalyseerd via een lineair schademodel met de jaren en mate van besmetting van beide aaltjes geslachten als verklarende factoren. In dit schademodel had, naast de het jaar, ook de *Trichodorus* besmetting betrouwbaar invloed op de opbrengst (t prob. 0.002), maar de *Pratylenchus* besmetting had dat niet (t prob. 0.43). Bij aanvullende analyses met het Seinhorst schademodel werden bij de *Pratylenchus* aaltjes in de afzonderlijke jaren ook geen of statistisch onbetrouwbare resultaten verkregen. Vanwege de resultaten van deze regressieanalyses is geconcludeerd dat *T. similis* in deze schadeproeven invloed op de leverbare opbrengst van aardappelen heeft gehad, maar *P. crenatus* niet. De verdere analyse resultaten bij aardappelen (met het Seinhorst model en een lineair schademodel) hebben daarom alleen betrekking op *Trichodorus* aaltjes.

Tabel 24: Analyseresultaten van het verband tussen het leverbare gewicht van aardappelen in ton per ha en het aantal *Trichodorus* aaltjes per 100 ml grond in het voorjaar via het Seinhorst schademodel in 2007, 2008 en 2009.

Jaar	Verklarende Variabele	Percentage verklaarde variantie	parameters in model ¹	inschatting parameter	standaardfout parameter	Betrouwbaarheid parameter
2007	Pi	27	T	3.3	2.9	niet
			m	0.820	0.049	wel
			Y max	89.9	4.3	wel
2008	Pi	46	T	8.0	5.5	niet
			m	0.734	0.064	wel
			Y max	82.3	3.8	wel
2009	Pi	15	T	7.5	9.5	niet
			m	0.880	0.053	wel
			Y max	80.5	3.3	wel
gemiddeld over periode 2007 - 2009	Pi	32	T	4.7	2.3	wel
			m	0.806	0.029	wel
			Y max	85.4	2.4	wel

1) **T** = tolerantiedrempel (schadedrempel), **m** = relatieve minimum opbrengst, **Y max** = berekende maximale opbrengst bij besmettingsniveau gelijk aan nul (geen trichodoriden).

Het maximale opbrengstverlies is voor de drie achtereenvolgende jaren bij aardappelen berekend op respectievelijk 18, 27 en 12 procent en deze resultaten waren statistisch ook betrouwbaar. Over de gehele periode werd een (statistisch betrouwbaar) maximaal opbrengstverlies aan berekend van (afgerond) 19 procent. Het verband volgens het Seinhorst model tussen de leverbare opbrengst van aardappelen en het besmettingsniveau van *T. similis* gemiddeld over de drie jaren is weergegeven in onderstaande figuur 1.



Figuur 4: Verband tussen de mate van besmetting met *T. similis* en de (leverbare) aardappelopbrengst volgens het Seinhorst model, Vredepeel, gemiddeld over de jaren 2007 – 2009.

Tabel 25: Analyseresultaten van het verband tussen het leverbare gewicht van aardappelen in ton per ha en het aantal *Trichodorus aaltjes* per 100 ml grond via een lineair schademodel in 2007, 2008 en 2009.

Jaar	verklarende variabele	percentage verklaarde variantie	parameters in model ¹	inschatting parameter	standaardfout parameter	T. prob.
2007	Pi	1	Ymax	82.0	3.0	< 0.001
			a	- 0.010	0.009	0.26
	10 log Pi	18	y max	90.8	5.0	< 0.001
			a	- 6.00	2.45	0.023
2008	Pi	38	y max	78.4	3.0	< 0.001
			a	- 0.043	0.011	< 0.001
	10 log Pi	38	y max	88.4	5.3	< 0.001
			a	- 9.37	2.43	< 0.001
2009	Pi	15	y max	78.7	2.3	< 0.001
			a	- 0.019	0.009	0.037
	10 log Pi	11	y	81.9	3.9	< 0.001
			a	- 3.58	1.82	0.061
gemiddeld over periode 2007 - 2009	Pi	26	y	72.9 – 83.8	2.2	< 0.001
			a	- 0.018	0.005	0.001
	10 log Pi	35	y	81.6 - 91.0	3.0 – 3.2	< 0.001
			a	- 6.12	1.31	< 0.001

- 1) **Y max** = berekende maximale opbrengst bij besmettingsniveau gelijk aan nul (geen trichodoriden).
a = opbrengstdaling per eenheid van aaltjesbesmetting.

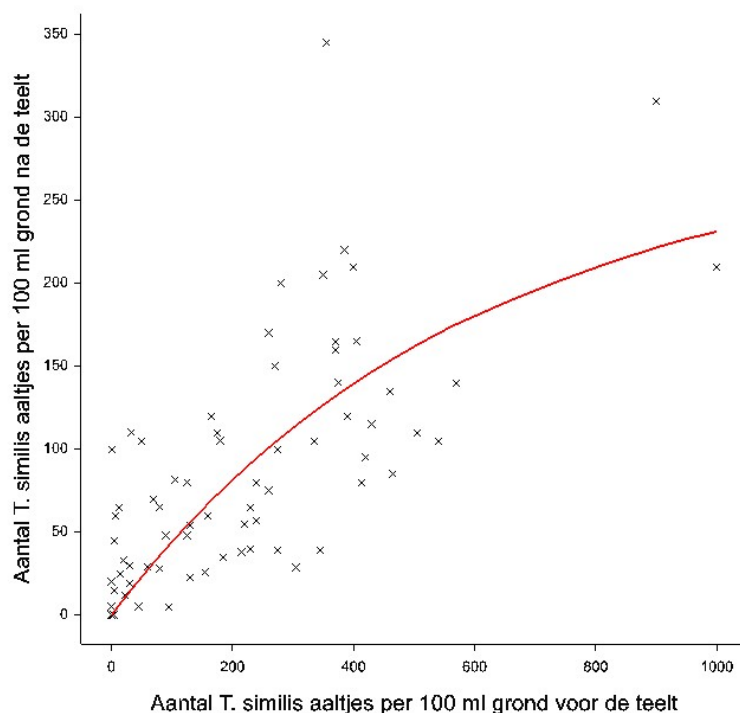
3.2.3 Vermeerdering *T. similis*

Met de mate van besmetting van alle aardappelveldjes voor en na de teelt, is de een exponentieel verband gelegd tussen de beginbesmetting (P_i) en de eindbesmetting (P_f) en zijn met deze gegevens de maximale dichtheid van de populatie (M) en de maximale vermeerdering (a) geschat. In tabel 26 worden de resultaten van deze berekeningen per jaar en over de drie jaren weergegeven.

Tabel 26: Maximale vermeerdering (a) en maximale populatiedichtheid (M) van *T. similis* aaltjes en percentage door het model verklaarde variantie in P_f bij de teelt van consumptieaardappelen, schadeonderzoek *T. similis*.

jaar	percentage	vermeerdering (a)	standaard fout	maximum (m)	standaard fout
	verklaarde variantie van P_f	schatting		schatting	
2007	43	0.51	0.15	275	104
2008	48	0.60	0.25	316	292
2009	75	0.33	0.07	280	254
2007 – 2009	46	0.48	0.08	283	90

De berekende maximale vermeerdering was elk jaar en ook gemiddeld over de drie jaar, statistisch betrouwbaar want de berekende parameter was groter dan tweemaal de standaardfout. De berekende maximale populatiedichtheid voor de afzonderlijke jaren was alleen in 2007 statistisch betrouwbaar, in de beide andere jaren was de standaardfout te groot. Gemiddeld over de drie jaar was de maximale populatiedichtheid 283 *T. similis* aaltjes per 100 ml grond en deze uitkomst was (gezien de standaardfout van 90 aaltjes per 100 ml grond) statistisch ook betrouwbaar.



Figuur 5: Verband tussen de beginbesmetting (P_i) en eindbesmetting (P_f) met *T. similis* bij consumptieaardappelen, Vredepeel, jaren 2007 – 2009.

3.3 Suikerbiet

3.3.1 Gewas- en productgegevens

In deze paragraaf worden de gewas- en productiegegevens van suikerbieten gemiddeld per voorbehandeling weergegeven. Allereerst worden de resultaten van de verschillende jaren waarin het schadeonderzoek bij suikerbieten is uitgevoerd (2007, 2008 en 2009) vermeld, daarna volgen de gemiddelde resultaten over de drie jaren.

Tabel 27: Besmettingsniveau trichodoriden en gewaswaarnemingen suikerbieten en percentage vertakte suikerbieten bij de oogst, proef VP1270, Vredepeel 2007.

Object	mediaan aantal		aantal planten		gewasstand		percentage	
	trichodoriden per 100 ml grond		per ha x 1000		op 22 mei		vertakte bieten	
	voorafgaand aan de teelt (Pi)							
Biologisch ontsmet	18	b	91.2	a	8.1	c	12	cd
Braak	71	c	95.8	b	7.5	bc	4	a
Chemisch ontsmet	0	a	93.5	ab	7.8	c	5	ab
Gele mosterd	617	e	91.7	ab	6.8	ab	15	cd
Engels raaigras	354	e	93.5	ab	6.5	a	16	d
Tagetes patula	150	d	94.9	ab	6.4	a	10	bc
Gemiddeld	63		93.4		7.2		10	
F prob	< 0.001		0.29		< 0.001		0.001	
LSR / LSD 5%	1.9		4.6		0.8		5	

Tabel 28: Inhoudstoffen en winbaarheid suikerbieten, proef VP1270, Vredepeel 2007.

Object	Mmol per kg						winbaarheid	
	Kali		Natrium		A amino stikstof			
Biologisch ontsmet	42.7	c	2.2	a	17.2	a	90.2	a
Braak	36.1	ab	2.3	a	15.7	a	91.0	b
Chemisch ontsmet	35.9	ab	2.6	a	14.5	a	91.1	b
Gele mosterd	38.8	b	2.5	a	17.2	a	90.6	ab
Engels raaigras	38.9	b	2.6	a	15.5	a	90.6	ab
Tagetes	35.0	a	2.5	a	15.0	a	91.1	b
Gemiddeld	37.9		2.4		15.8		90.8	
F prob	0.001		0.37		0.34		0.14	
LSD 5%	3.1		0.4		3.1		0.8	

Tabel 29: Opbrengstgegevens suikerbieten schadeonderzoek, VP1270, Vredepeel 2007.

Object	tarrapercentages				wortel- en suikeropbrengst					
	grondtarra		koptarra		wortelgewicht		percentage		suikergewicht	
					in ton per ha		suiker		in ton per ha	
Biologisch ontsmet	4.6	ab	11.0	c	79.4	b	17.1	a	13.6	b
Braak	3.9	ab	9.4	ab	81.0	b	17.3	a	13.9	b
Chemisch ontsmet	3.7	a	8.9	a	85.2	c	17.2	a	14.7	c
Gele mosterd	4.4	ab	10.5	bc	80.4	b	17.4	a	14.0	bc
Engels raaigras	4.8	b	11.0	c	73.9	a	17.0	a	12.6	a
Tagetes	4.2	ab	9.7	ab	80.4	b	17.2	a	13.8	b
Gemiddeld	4.3		10.1		80.1		17.2		13.8	
F prob	0.25		0.005		0.001		0.70		0.002	
LSD 5%	1.1		1.1		3.9		0.5		0.8	

Tabel 30: Besmettingsniveau trichodoriden en gewaswaarnemingen suikerbieten en percentage vertakte suikerbieten bij de oogst, proef VP1387, Castenraij 2008.

object	mediaan aantal		aantal planten		gewasstand		percentage	
	trichodoriden per 100 ml grond		per ha x 1000		op 16 juni		vertakte bieten	
	voorafgaand aan de teelt (Pi)							
Biologisch ontsmet	100	b	103.7	a	7.5	b	14	a
Braak	388	c	101.0	a	5.9	a	24	a
Chemisch ontsmet	2	a	100.7	a	7.5	b	12	a
Gele mosterd	312	d	99.5	a	5.9	a	18	a
Engels raaigras	249	bc	100.6	a	6.1	a	15	a
Tagetes patula	339	d	103.2	a	6.4	a	18	a
Gemiddeld	120		101.5		6.5		17	
F prob	< 0.001		0.49		0.001		0.61	
LSR / LSD 5%	2.6		0.5		0.9		14	

Tabel 31: Inhoudstoffen en winbaarheid suikerbieten, proef VP1387, Castenraij 2008.

Object	Mmol per kg						winbaarheid	
	Kali		Natrium		alfa amino stikstof			
Biologisch ontsmet	43.5	b	2.6	ab	25.9	c	89.2	a
Braak	38.1	a	2.5	a	22.2	ab	90.2	cd
Chemisch ontsmet	37.3	a	2.7	abc	19.8	a	90.7	d
Gele mosterd	38.1	a	2.9	bc	22.6	abc	90.0	bc
Engels raaigras	39.3	a	3.3	d	23.4	bc	89.6	ab
Tagetes	38.3	a	2.9	c	23.8	bc	89.8	bc
Gemiddeld	39.1		2.8		23.0		89.9	
F prob	0.03		0.002		0.03		0.001	
LSD 5%	3.7		0.4		3.4		0.6	

Tabel 32: Opbrengstgegevens suikerbieten schadeonderzoek, VP1387, Castenraij 2008.

Object	tarrapercentages				wortel- en suikeropbrengst					
	grondtarra		koptarra		wortelgewicht		percentage		suikergewicht	
					in ton per ha		suiker		in ton per ha	
Biologisch ontsmet	3.8	a	10.5	a	79.7	c	17.3	ab	13.8	bc
Braak	3.0	a	10.8	a	76.5	abc	17.6	bc	13.5	bc
Chemisch ontsmet	3.8	a	10.0	a	78.9	bc	17.9	c	14.1	c
Gele mosterd	3.0	a	10.8	a	73.7	ab	17.4	ab	12.8	ab
Engels raaigras	3.3	a	10.2	a	71.9	a	17.1	a	12.3	a
Tagetes	3.2	a	11.1	a	75.2	abc	17.4	ab	13.1	ab
Gemiddeld	3.4		10.6		76.0		17.4		13.3	
F prob	0.86		0.36		0.07		0.004		0.02	
LSD 5%	1.8		1.0		5.6		0.3		1.0	

Tabel 33: Besmettingsniveau trichodoriden en gewaswaarnemingen suikerbieten en percentage vertakte suikerbieten bij de oogst, proef VP1481, Vredepeel, 2009.

object	mediaan aantal		aantal planten		gewasstand		percentage	
	trichodoriden per 100 ml grond		per ha x 1000		op 20 mei		vertakte bieten	
	voorafgaand aan de teelt (Pi)							
Biologisch ontsmet	73	b	110.2	c	7.6	bc	4	ab
Braak	308	c	106.7	ab	6.9	ab	4	ab
Chemisch ontsmet	9	a	107.3	abc	7.9	c	1	a
Gele mosterd	355	c	104.8	a	6.5	a	8	ab
Engels raaigras	261	c	106.2	ab	6.5	a	6	ab
Tagetes patula	276	c	108.1	bc	6.4	a	9	b
Gemiddeld	133		107.2		7.0		5	
F prob	< 0.001		0.05		0.003		0.33	
LSR / LSD 5%	2.1		0.3		0.8		8	

Tabel 34: Inhoudstoffen en winbaarheid suikerbieten, proef VP1481, Vredepeel, 2009.

Object	Mmol per kg						winbaarheid	
	Kali		Natrium		alfa amino stikstof			
Biologisch ontsmet	34.4	b	4.2	a	18.0	d	90.1	a
Braak	29.8	a	3.8	a	11.1	ab	91.6	cd
Chemisch ontsmet	30.5	a	3.9	a	10.2	a	91.8	d
Gele mosterd	31.1	a	4.5	a	12.7	bc	91.2	bc
Engels raaigras	29.3	a	4.6	a	13.6	c	91.1	b
Tagetes	31.3	a	4.3	a	14.1	c	90.9	b
Gemiddeld	31.1		4.2		13.3		91.1	
F prob	0.02		0.25		< 0.001		< 0.001	
LSD 5%	2.7		0.77		1.9		0.5	

Tabel 35: Opbrengstgegevens suikerbieten, proef VP1481, Vredepeel, 2009.

Object	tarrapercentages				wortel- en suikeropbrengst					
	grondtarra		koptarra		wortelgewicht		percentage		suikergewicht	
					in ton per ha		suiker		in ton per ha	
Biologisch ontsmet	2.6	ab	5.8	a	116.5	a	16.2	a	18.9	ab
Braak	2.2	ab	6.5	ab	111.6	a	16.7	bc	18.7	a
Chemisch ontsmet	1.9	a	7.2	b	116.5	a	17.1	c	19.9	b
Gele mosterd	2.2	ab	6.2	ab	114.8	a	16.6	ab	19.0	ab
Engels raaigras	2.2	ab	6.8	ab	110.6	a	16.4	ab	18.1	a
Tagetes	2.8	b	6.4	ab	114.8	a	16.4	ab	18.8	ab
Gemiddeld	2.3		6.5		114.1		16.6		18.9	
F prob	0.25		0.18		0.55		0.004		0.11	
LSD 5%	0.8		1.2		8.2		0.4		1.2	

Tabel 36: Besmettingsniveau trichodoriden, gewaswaarnemingen suikerbieten en percentage vertakte suikerbieten bij de oogst, gemiddeld over de jaren 2007 - 2009.

object	mediaan aantal		aantal planten		gewasstand		percentage	
	trichodoriden per 100 ml grond voorafgaand aan de teelt (Pi)		per ha x 1000		eind mei/begin juni		vertakte bieten	
Biologisch ontsmet	51	b	101.7	b	7.6	b	10	ab
Braak	205	c	101.2	b	6.7	a	10	ab
Chemisch ontsmet	3	a	100.5	ab	7.6	b	6	a
Gele mosterd	409	d	98.7	a	6.4	a	13	b
Engels raaigras	284	cd	100.1	ab	6.4	a	12	b
Tagetes patula	241	cd	102.1	b	6.3	a	12	b
Gemiddeld	100		100.7		6.8		11	
F prob	< 0.001		0.08		< 0.001		0.12	
LSR / LSD 5%	1.8		2.4		0.5		6	

Tabel 37: Inhoudstoffen en winbaarheid suikerbieten, gemiddeld over de jaren 2007 - 2009.

Object	Mmol per kg						winbaarheid	
	Kali		Natrium		alfa amino stikstof			
Biologisch ontsmet	40.2	b	3.0	ab	20.4	c	89.8	a
Braak	34.7	a	2.9	a	16.3	ab	91.0	cd
Chemisch ontsmet	34.6	a	3.1	abc	14.8	a	91.2	d
Gele mosterd	36.0	a	3.3	cd	17.5	b	90.6	b
Engels raaigras	35.8	a	3.5	d	17.5	b	90.5	b
Tagetes	34.9	a	3.2	bcd	17.6	b	90.6	bc
Gemiddeld	36.0		3.2		17.4		90.6	
F prob	< 0.001		0.001		< 0.001		< 0.001	
LSD 5%	1.8		0.3		1.6		0.3	

Tabel 38: Opbrengstgegevens suikerbieten, gemiddeld over de jaren 2007 – 2009.

Object	tarrapercentages				wortel- en suikeropbrengst					
	grondtarra		koptarra		wortelgewicht		percentage		suikergewicht	
					in ton per ha		suiker		in ton per ha	
Biologisch ontsmet	3.7	a	9.1	a	92.1	bc	16.9	a	15.5	b
Braak	3.0	a	8.9	a	89.6	b	17.2	bc	15.3	b
Chemisch ontsmet	3.1	a	8.7	a	93.5	c	17.4	c	16.2	c
Gele mosterd	3.2	a	9.2	a	89.6	b	17.1	b	15.3	b
Engels raaigras	3.5	a	9.3	a	85.5	a	16.8	a	14.3	a
Tagetes	3.4	a	9.1	a	90.1	b	17.0	ab	15.2	b
Gemiddeld	3.3		9.1		90.1		17.1		15.3	
F prob	0.41		0.67		< 0.001		< 0.001		< 0.001	
LSD 5%	0.7		0.7		3.3		0.2		0.5	



Figuur 6. Overzicht schadeproef 2010, strook met suikerbieten: op de voorgrond mindere gewasstand na gele mosterd, daarachter (na de wielsporen) betere gewasstand na chemische grondontsmetting.

3.3.2 Schaderelaties

In paragraaf 3.1 is vermeld waarom opbrengstverlies in de schadeproeven van suikerbieten alleen veroorzaakt kan zijn door aaltjes van de geslachten *Pratylenchus* en *Trichodorus*. De *Pratylenchus* populatie bestond in de drie jaren waarin het onderzoek is uitgevoerd vrijwel geheel uit *P. crenatus*, alleen in 2009 kwam ook iets *P. neglectus* voor. Omdat suikerbieten niet schadegevoelig zijn voor beide *Pratylenchus* soorten, kan de opbrengstderving bij dit gewas alleen door aaltjes van het geslacht (*Para*)*Trichodorus* veroorzaakt zijn.

De mate van besmetting met *Trichodorus* aaltjes voorafgaand aan de teelt van suikerbieten (P_i) is gecorreleerd aan de suikeropbrengst. De resultaten daarvan staan in tabel 39. Vervolgens is de suikeropbrengst via het Seinhorst model en via een lineair schademodel gerelateerd aan de het aantal *Trichodorus* aaltjes per 100 ml grond. De resultaten van het Seinhorst schademodel staan in tabel 40. Bij het Seinhorst model kon bij analyse over de drie jaren geen verband worden berekend, zodat bij deze analyse methode voor bieten geen gemiddelde resultaten over de jaren voorhanden zijn.

Tabel 39: Correlaties tussen de suikeropbrengst van bieten en al of niet getransformeerde *Trichodorus* besmetting.

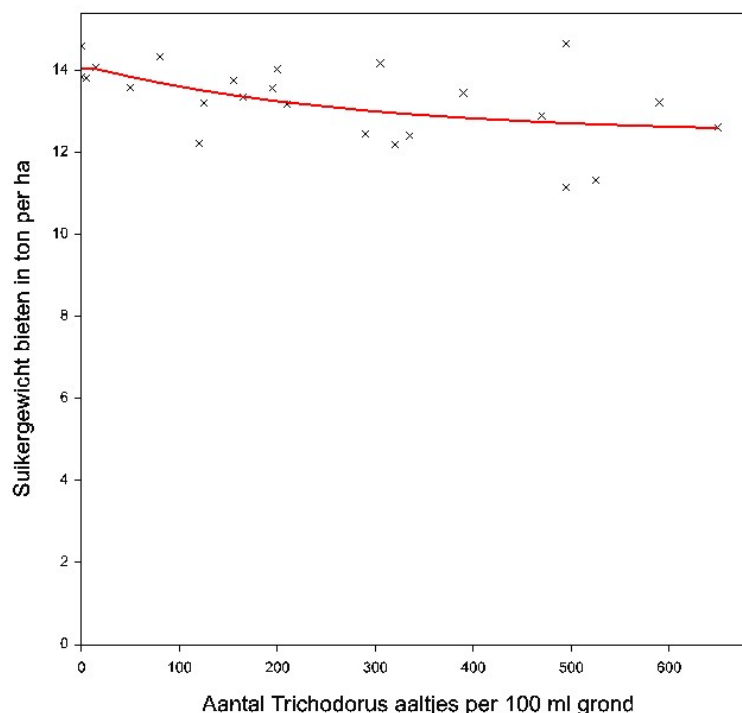
Trichodorus besmetting in:	Correlatie met de suikeropbrengst suikerbieten	
	Aaltjesbesmetting zonder transformatie	aaltjesbesmetting na LOG10 transformatie
2007	- 0.28	- 0.46
2008	- 0.51	- 0.49
2009	- 0.36	- 0.45
2007 - 2009	- 0.13	- 0.05

Tabel 40: Resultaten van analyse van het verband tussen de suikeropbrengst van suikerbieten in ton per ha en het aantal *Trichodorus* aaltjes per 100 ml grond via het Seinhorst schademodel in 2007, 2008 en 2009.

Jaar	Verklarende Variabele	Percentage verklaarde variantie	parameters in model ¹	inschatting parameter	standaardfout parameter	Betrouwbaarheid parameter
2007	Pi	7	T	3.8	5.4	niet
			m	0.947	0.033	niet
			Y max	14.3	0.38	wel
2008	Pi	21	T	13.9	17.0	niet
			m	0.886	0.058	niet
			Y max	14.0	0.4	wel
2009	Pi	12	T	0.88	1.24	niet
			m	0.922	0.051	niet
			Y max	20.3	1.1	wel

1) T = tolerantiedrempel (schadedrempel), m = relatieve minimum opbrengst, Y max = berekende maximale opbrengst bij besmettingsniveau gelijk aan nul (geen besmetting met trichodorida).

Het maximale opbrengstverlies is voor de drie achtereenvolgende jaren bij suikerbieten berekend op respectievelijk 5, 11 en 8 procent. Geen van deze uitkomsten was echter statistisch betrouwbaar. In figuur 7 wordt de schaderelatie volgens het Seinhorst schademodel voor 2008 weergegeven.



Figuur 7: Verband tussen de mate van besmetting met *T. similis* en de suikeropbrengst van bieten volgens het Seinhorst model, Vredepeel 2008.

De resultaten van analyse met het lineaire schademodel staan in tabel 41.

Tabel 41: Resultaten van analyse van het verband tussen het suikergewicht van suikerbieten in ton per ha en het aantal *Trichodorus aaltjes per 100 ml grond* via een lineair schademodel in 2007, 2008 en 2009.

Jaar	verklarende variabele	percentage verklaarde variantie	parameters in model ¹	inschatting parameter	standaardfout parameter	T. prob.
2007	Pi	3	Ymax	14.0	0.3	< 0.001
			a	- 0.001	0.001	0.22
	10 log Pi	17	y max	14.5	0.4	< 0.001
			a	- 0.44	0.20	0.04
2008	Pi	22	y	13.9	0.3	< 0.001
			a	- 0.002	0.001	0.01
	10 log Pi	20	y max	14.4	0.5	< 0.001
			a	- 0.57	0.22	0.02
2009	Pi	9	y	19.3	0.3	< 0.001
			a	- 0.002	0.001	0.08
	10 log Pi	17	y	20.3	0.6	< 0.001
			a	- 0.66	0.28	0.03
gemiddeld	Pi	90	Ymax	13.7- 19.3	0.2	< 0.001
Over periode			a	- 0.002	0.001	0.002
2007 - 2009	10 log Pi	91	Ymax	14.4 – 20.0	0.3	< 0.001
			A	- 0.53	0.13	< 0.001

1) **Y max** = berekende maximale opbrengst bij besmettingsniveau gelijk aan nul (geen trichodoriden).
a = opbrengstdaling per eenheid van aaltjesbesmetting.

De schadefactor (a) geeft het opbrengstverlies per trichodoride aaltje (in 100 ml grond) weer. Ondanks dat het opbrengstverlies bij suikerbieten (in vergelijking met aardappelen) beperkt blijkt te zijn, gezien de resultaten met het Seinhorst model), is deze schadefactor in de meeste gevallen statistisch betrouwbaar of is er een indicatie van een betrouwbaar effect.

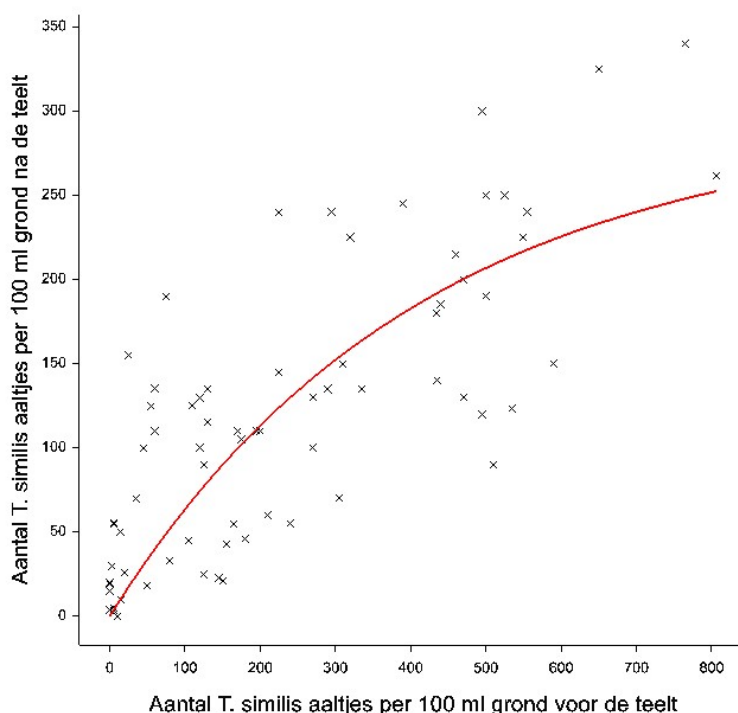
3.3.3 Vermeerdering *T. similis*

Met de resultaten van de grondmonsters voor en na de teelt is de vermeerdering in het gewas suikerbieten berekend. Gebaseerd op een exponentieel verband tussen de begin- (P_i) en de eindbesmetting (P_f), zijn de maximale dichtheid van de populatie (M) en de maximale vermeerdering (a) geschat en deze waarden worden in tabel 42 aangegeven.

Tabel 42: Maximale vermeerdering (a) en maximale populatiedichtheid (M) van *T. similis* aaltjes en percentage door het model verklaarde variantie in P_f bij de teelt van suikerbieten, schadeonderzoek *T. similis*.

jaar	percentage verklaarde variantie van P_f	vermeerdering (a)		maximale populatiedichtheid (M)	
		schatting	standaard fout	schatting	standaard fout
2007	44	0.72	0.26	307	113
2008	71	0.40	0.12	1040	2111
2009	57	1.66	0.56	168	19
2007 – 2009	55	0.72	0.12	294	61

In 2007 en 2009 waren de berekende maximale vermeerdering en maximale populatiedichtheid beide statistisch betrouwbaar (de berekende parameter was groter dan tweemaal de standaardfout), in 2008 gold dat alleen voor de vermeerdering en was de (zeer) hoge maximale populatiedichtheid statistisch niet betrouwbaar. Gemiddeld over de jaren werd in deze drie proeven na de teelt van suikerbieten een maximale populatiedichtheid berekend van bijna 300 trichodoriden per 100 ml grond.



Figuur 8: Verband tussen de beginbesmetting (P_i) en eindbesmetting (P_f) met *T. similis* bij suikerbieten, Vredepeel, jaren 2007 – 2009.

3.4 Waspeen

3.4.1 Gewas- en productgegevens

In deze paragraaf worden de gewas- en productiegegevens van waspeen weergegeven. Eerst wordt ingegaan op de resultaten van de afzonderlijke jaren (2007, 2008 en 2009), daarna volgen de gemiddelde resultaten over de drie jaren.

Tabel 43: Besmetting trichodoriden, gewasstand en productiegegevens waspeen, VP1270, Vredepeel 2007.

Object	Mediaan aantal		gewasstand		productie in ton per ha			
	trichodoriden per 100 ml grond (Pi)		op 4 juni		Totaal (bruto)		Leverbare peen	
Biologisch ontsmet	7	b	7.6	a	97.5	a	87.0	a
Braak	58	c	7.5	a	102.7	a	93.3	a
Chemisch ontsmet	1	a	7.6	a	102.3	a	92.1	a
Gele mosterd	718	e	6.9	a	99.3	a	91.6	a
Engels raaigras	342	de	7.3	a	104.8	a	96.0	a
Tagetes	148	d	6.8	a	105.4	a	96.3	a
Gemiddeld	56		7.3		102.0		92.7	
F prob.	< 0.001		0.22		0.90		0.83	
LSQ / LSD 5%	2.4		0.9		16.9		15.9	

Tabel 44: Gegevens niet leverbaar product van waspeen, schadeonderzoek *T. similis*, Vredepeel 2007.

Object	gewichtpercentage van totale (bruto) peengewicht							
	rot en groeischeuren		vertakt		diameter < 10 mm		totaal	
Biologisch ontsmet	3.7	b	5.6	a	1.7	a	10.9	c
Braak	2.6	ab	3.2	a	3.6	c	9.3	abc
Chemisch ontsmet	3.4	b	3.8	a	2.7	b	9.9	bc
Gele mosterd	1.2	a	3.6	a	3.0	bc	7.8	a
Engels raaigras	2.3	ab	3.1	a	3.0	bc	8.4	ab
Tagetes	1.9	ab	3.6	a	3.2	bc	8.7	ab
Gemiddeld	2.5		3.8		2.9		9.2	
F prob.	0.10		0.46		0.004		0.04	
LSD 5%	1.9		2.7		0.8		1.9	

Tabel 45: Besmetting met trichodoriden en productiegegevens waspeen, VP1387, Castenraij 2008.

Object	mediaan aantal trichodoriden		Productie in ton per ha			
	per 100 ml grond (Pi)		Totaal (bruto)		Leverbaar	
Chemisch ontsmet	10	a	110.2	a	100.7	a
Biologisch ontsmet	67	b	103.1	a	95.4	a
Engels raaigras	242	c	97.0	a	89.9	a
Braak	309	c	101.7	a	94.3	a
Tagetes	311	c	99.0	a	91.5	a
Gele mosterd	345	c	93.7	a	85.3	a
Gemiddeld	134		100.8		92.8	
F prob.	< 0.001		0.46		0.45	
LSR / LSD 5%	3.0		17.3		15.9	

Tabel 46: Gegevens niet leverbare waspeen, VP1387, Castenraij 2008.

Object	gewicht percentage van totale (bruto) peengewicht							
	rot en gescheurd		vertakt		diameter kleiner dan 10 mm		totaal niet leverbaar	
Chemisch ontsmet	0.3	a	0.6	ab	7.8	ab	8.7	a
Biologisch ontsmet	0.3	a	0.7	ab	6.5	ab	7.6	a
Engels raaigras	0.2	a	0.8	ab	6.3	ab	7.4	a
Braak	0.1	a	0.3	A	6.7	ab	7.2	a
Tagetes	0.2	a	1.5	b	6.0	a	7.6	a
Gele mosterd	0.0	a	0.6	ab	8.1	b	8.7	a
Gemiddeld	0.2		0.8		6.9		7.9	
F prob.	0.54		0.29		0.19		0.65	
LSD 5%	0.4		1.0		2.0		2.5	

Tabel 47: Besmetting trichodoriden, gewasstand en productiegegevens waspeen, proef VP1481, Vredepeel 2009.

object	mediaan aantal trichodoriden		gewasstand		productie in ton/ha			
	per 100 ml grond vooraf- gaand aan de teelt (Pi)		op 22 juni					
					totaal		leverbaar	
Biologisch ontsmet	82	b	7.3	b	106.8	c	98.0	c
Braak	191	bc	7.4	b	100.4	b	90.9	b
Chemisch ontsmet	1	a	8.3	c	101.7	bc	91.3	b
Gele mosterd	275	c	6.4	a	98.6	b	90.7	b
Engels raaigras	216	c	6.5	a	92.6	a	83.6	a
Tagetes patula	187	bc	7.3	b	106.5	c	98.6	c
Gemiddeld	85		7.2		101.1		92.2	
F prob.	< 0.001		< 0.001		< 0.001		< 0.001	
LSR / LSD 5%	2.3		0.6		5.4		5.2	

Tabel 48: Niet leverbare productie waspeen als percentage van het brutogewicht, proef VP1481, Vredepeel 2009.

Object	Gewichtpercentage van totale (bruto) peengewicht							
	rot en gescheurd		vertakt		diameter kleiner dan 10 mm		totaal niet leverbaar	
Biologisch ontsmet	0		0.2	a	8.1	ab	8.3	ab
Braak	0		0.0	a	9.5	bc	9.5	bc
Chemisch ontsmet	0		0.1	a	10.2	c	10.3	c
Gele mosterd	0		0.0	a	8.0	ab	8.0	ab
Engels raaigras	0		0.2	a	9.5	bc	9.7	bc
Tagetes patula	0		0.1	a	7.3	a	7.5	a
Gemiddeld	0		0.1		8.8		8.9	
F prob.	-		0.58		0.04		0.03	
LSD 5%	-		0.3		1.9		1.8	

Tabel 49: Besmettingsniveau trichodoriden en productie waspeen, gemiddeld over 2007 – 2009.

Object	mediaan aantal trichodoriden		Productie in ton per ha			
	per 100 ml grond vooraf- gaand aan de teelt (Pi)		Totaal		leverbaar	
Biologisch ontsmet	35	b	103.1	a	94.2	a
Braak	151	c	101.6	a	92.8	a
Chemisch ontsmet	3	a	104.7	a	94.7	a
Gele mosterd	409	d	97.2	a	89.2	a
Engels raaigras	262	cd	98.1	a	89.8	a
Tagetes patula	205	c	103.6	a	95.5	a
Gemiddeld	86		101.4		92.7	
F prob.	< 0.001		0.27		0.41	
LSQ 5% / LSD 5%	2.0		7.6		7.3	

Tabel 50: Niet leverbare productie als percentage van het brutogewicht waspeen, gemiddeld over 2007 – 2009.

Object	Gewichtpercentage van totale (bruto) peengewicht							
	rot en gescheurd		vertakt		diameter kleiner dan 10 mm		Totaal niet leverbaar	
Biologisch ontsmet	1.3	b	2.0	a	5.5	a	8.8	ab
Braak	0.9	ab	1.2	a	6.6	b	8.6	ab
Chemisch ontsmet	1.2	b	1.5	a	6.9	b	9.6	b
Gele mosterd	0.4	a	1.4	a	6.4	ab	8.2	a
Engels raaigras	0.8	ab	1.4	a	6.3	ab	8.5	ab
Tagetes patula	0.7	ab	1.7	a	5.5	a	7.9	a
Gemiddeld	0.9		1.5		6.2		8.6	
F prob.	0.07		0.50		0.03		0.12	
LSD 5%	0.6		0.9		1.0		1.2	

3.4.2 Schaderelaties

De mate van besmetting met *Trichodorus* en *Pratylenchus* aaltjes voorafgaand aan de teelt is gecorreleerd aan de opbrengst van waspeen en de resultaten staan in tabel 51.

Tabel 51: Correlaties tussen de leverbare opbrengst van waspeen en de al of niet getransformeerde besmetting met *Trichodorus* of met *Pratylenchus* aaltjes.

besmetting in:	correlaties met leverbare opbrengst van aardappelen			
	<i>Trichodorus</i> besmetting		<i>Pratylenchus</i> besmetting	
	geen transformatie	LOG 10 transformatie	geen transformatie	LOG 10 transformatie
2007	- 0.010	0.116	- 0.038	0.059
2008	- 0.313	- 0.385	- 0.331	- 0.371
2009	- 0.206	- 0.095	- 0.629	- 0.354
2007 - 2009	- 0.121	- 0.077	- 0.224	- 0.165

De leverbare opbrengst van waspeen is via het Seinhorst model en via een lineair schademodel gerelateerd aan het aantal *Trichodorus* en het aantal *Pratylenchus* aaltjes per 100 ml grond. Met het Seinhorst model werden bij *Trichodorus* aaltjes geen of zeer onrealistische resultaten verkregen. Bij *Pratylenchus* aaltjes was er met dit schademodel alleen een realistisch resultaat in 2008 en gemiddeld over alle jaren, maar ook dan waren de berekende relatieve minimum opbrengsten statistisch niet betrouwbaar (zie tabel 52) en was de voorspelde variantie heel laag. Vervolgens is ook een regressieanalyse uitgevoerd met lineaire schademodellen voor *Trichodorus* en *Pratylenchus* aaltjes.

Tabel 52: Resultaten van analyse van het verband tussen de leverbare opbrengst van waspeen in ton per ha en het aantal *Pratylenchus* aaltjes per 100 ml grond via het Seinhorst schademodel in 2007, 2008 en 2009.

Jaar	Verklarende Variabele	Percentage verklaarde variantie	parameters in model ¹	inschatting parameter	standaardfout parameter	betrouwbaarheid parameter
2008	Pi	8	T	1.03	2.31	nee
			m	0.888	0.059	nee
			Y max	102.8	6.5	ja
2007 – 2009	Pi	6	T	11.1	17.3	nee
			m	0.9378	0.039	nee
			Y max	94.9	1.9	ja

2) T = tolerantiedrempel (schadedrempel), m = relatieve minimum opbrengst, Y max = berekende maximale opbrengst bij besmettingsniveau gelijk aan nul.

Tabel 53: Analyseresultaten van het verband tussen de leverbare opbrengst van waspeen in ton per ha en het aantal *Trichodorus* aaltjes per 100 ml grond via een lineair schademodel in 2007, 2008 en 2009.

Jaar	verklarende variabele	percentage verklaarde variantie	parameters in model ¹	inschatting parameter	standaardfout parameter	T. prob.
2007	Pi	geen	Ymax	2.9	3.3	< 0.001
			a	- 0.0004	0.009	0.96
	10 log Pi	geen	y max	90.3	5.3	< 0.001
			a	1.41	2.65	0.60
2008	Pi	6	y	97.4	3.6	< 0.001
			a	- 0.020	0.013	0.14
	10 log Pi	11	y max	105.8	6.9	< 0.001
			a	- 6.06	3.10	0.06
2009	Pi	geen	y	94.2	2.6	< 0.001
			A	- 0.012	0.013	0.34
	10 log Pi	geen	y	93.9	4.2	< 0.001
			a	- 0.89	2.00	0.66
gemiddeld over periode	Pi	geen	Ymax	93.2 – 94.3	2.2 – 2.5	< 0.001
2007 - 2009	10 log Pi	geen	A	- 0.006	0.006	0.30
			Ymax	94.1 – 94.9	3.4 – 3.8	< 0.001
			A	- 0.97	1.5	0.52

1) Y max = berekende maximale opbrengst bij besmettingsniveau gelijk aan nul (geen trichodoriden).
a = opbrengstdaling per eenheid van aaltjesbesmetting.

Tabel 54: Analyseresultaten van het verband tussen de leverbare opbrengst van waspeen in ton per ha en het aantal *Pratylenchus* aaltjes per 100 ml grond via een lineair schademodel in 2007, 2008 en 2009.

Jaar	verklarende variabele	percentage verklaarde variantie	parameters in model ¹	inschatting parameter	standaardfout parameter	T. prob.
2007	Pi	geen	Ymax	93.0	2.8	< 0.001
			a	- 0.004	0.023	0.86
	10 log Pi	geen	y max	91.9	4.0	< 0.001
			a	0.78	2.91	0.79
2008	Pi	7	y	95.2	2.5	< 0.001
			A	- 0.005	0.003	0.11
	10 log Pi	10	y max	102.3	5.4	< 0.001
			a	- 4.21	2.25	0.07
2009	Pi	37	y	96.6	1.7	< 0.001
			A	- 0.030	0.008	0.001
	10 log Pi	9	y	99.3	4.3	< 0.001
			a	- 3.84	2.17	0.09
gemiddeld over periode	Pi	2	Ymax	93.1 – 95.8	2.0 – 2.4	< 0.001
			A	- 0.006	0.003	0.04
2007 - 2009	10 log Pi	geen	Ymax	95.3 – 97.9	2.6 – 3.8	< 0.001
			A	- 2.28	1.44	0.12

- 1) **Y max** = berekende maximale opbrengst bij besmettingsniveau gelijk aan nul (geen trichodoriden).
a = opbrengstdaling per eenheid van aaltjesbesmetting.

3.4.3 Vermeerdering *T. similis*

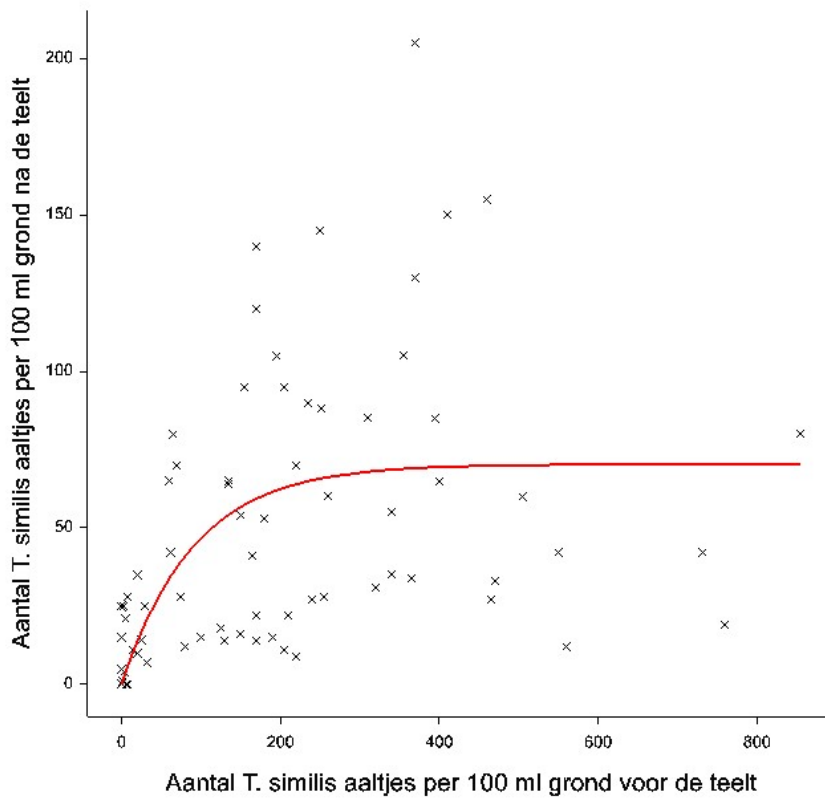
Met grondmonsters voor en na de teelt van waspeen zijn begin- en eindbesmettingen vastgesteld. Gebaseerd op een exponentieel verband tussen de beginbesmetting (Pi) en de eindbesmetting (Pf), zijn de maximale dichtheid van de populatie (M) en de vermeerdering bij lage besmettingen (a) geschat. In tabel 55 worden de resultaten van deze berekeningen voor waspeen in de afzonderlijke jaren en gemiddeld over drie jaar weergegeven.

Tabel 55: Maximale vermeerdering (a) en maximale populatiedichtheid (M) van *T. similis* aaltjes en percentage door het model verklaarde variantie in Pf bij de teelt van waspeen, schadeonderzoek *T. similis*.

jaar	percentage verklaarde variantie van Pf	Vermeerdering (a)		Maximale populatiedichtheid (M)	
		schatting	standaardfout	schatting	standaardfout
2007	28	0.23	0.11	43	10
2008	23	0.24	0.16	137	222
2009	57	0.87	0.22	131	26
2007 – 2009	24	0.77	0.30	70	9

De berekende vermeerdering a was in 2007, 2009 en gemiddeld over de drie jaar, statistisch betrouwbaar omdat de berekende parameter a groter was dan tweemaal de standaardfout. De berekende maximale populatiedichtheid (M) voor de afzonderlijke jaren was in 2007 en 2009 eveneens betrouwbaar. In 2008 was de standaardfout te groot om betrouwbaar te zijn. Gemiddeld over de drie jaar was de maximale populatiedichtheid 70 *T. similis* aaltjes per 100 ml grond en deze uitkomst was (gezien de standaardfout van 9 aaltjes per 100 ml grond) ook statistisch betrouwbaar.

In figuur 6 wordt het verband tussen de eind- en de beginbesmetting bij waspeen over de drie jaren volgens dit model weergegeven. Uit deze figuur blijkt dat peen een slechte waardplant voor *T. similis* is.



Figuur 9: Verband tussen de beginbesmetting (Pi) en eindbesmetting (Pf) met *T. similis* bij waspeen, Vredepeel, jaren 2007 – 2009.

3.5 Schorseneer

3.5.1 Gewas- en productgegevens

In deze paragraaf worden de gewas- en productiegegevens van schorseneer per voorbehandeling weergegeven. Eerst worden de belangrijkste resultaten van de drie afzonderlijke jaren vermeld waarin het onderzoek is uitgevoerd (2007, 2008 en 2009), daarna volgen de gemiddelde resultaten over de drie jaren.

Tabel 56: Besmetting trichodoriden, gewasstand en plantgetal schorseneren, VP1270, Vredepeel 2007.

Object	Mediaan aantal		Aantal planten		Gewasstand 20 juni	
	trichodoriden per 100 ml grond (Pi)		Per ha (x 1.000)			
Biologisch ontsmet	13	b	483.3	a	7.0	cd
Braak	53	c	566.7	ab	7.5	de
Chemisch ontsmet	0	a	537.5	ab	8.1	e
Gele mosterd	591	e	541.7	ab	5.4	ab
Engels raaigras	408	e	558.3	ab	6.3	bc
Tagetes	164	d	600.0	B	4.8	a
Gemiddeld	58		548.0		6.5	
F prob.	< 0.001		0.22		< 0.001	
LSR / LSD 5%	2.1		92.3		0.9	

Tabel 57: Leverbare opbrengst en sortering schorseneren, VP1270, Vredepeel 2007

Object	Totaal leverbaar			Klasse 1		Klasse 2		Klasse 3	
	Ton/ha	Relatief		Ton/ha		Ton /ha		Ton/ha	
Biologisch ontsmet	36.3	98	abc	19.8	ab	9.5	a	6.7	ab
Braak	39.6	107	cd	19.1	a	12.3	a	7.9	ab
Chemisch ontsmet	45.1	122	d	28.2	b	10.6	a	5.8	a
Gele mosterd	38.1	103	bc	15.1	a	12.6	a	10.1	b
Engels raaigras	31.7	86	ab	13.0	a	8.7	a	9.7	ab
Tagetes	31.5	85	a	14.2	a	11.2	a	5.9	a
gemiddeld	37.0	100		18.2		10.8			
F prob	0.004			0.02		0.41			
LSD 5%	6.5			8.7		4.4			

Tabel 58: Percentage leverbare en niet-leverbare schorseneren, VP1270, Vredepeel 2007

Object	Gewichtpercentage (totaal leverbaar is 100 %)						percentage van totale (bruto)gewicht			
	klasse 1		klasse 2		klasse 3		vertakt		overig tarra	
Biologisch ontsmet	53	ab	28	a	20	ab	3	ab	2	a
Braak	48	ab	32	a	21	ab	4	ab	2	a
Chemisch ontsmet	63	b	24	a	13	a	1	a	2	a
Gele mosterd	39	a	34	a	27	b	7	b	2	a
Engels raaigras	42	a	28	a	31	b	13	c	3	b
Tagetes	45	a	36	a	19	ab	6	b	2	ab
gemiddeld	48		30		22		6		2	
F prob.	0.06		0.40		0.09		< 0.001		0.09	
LSD 5%	16		13		12		4		1	

Tabel 59: Besmetting trichodoriden, gewasstand en plantgetal schorseneren, VP1387, Castenraij 2008.

Object	Mediaan aantal trichodoriden per 100 ml grond (Pi)		Aantal planten Per ha (x 1.000)		Gewasstand 16 juni	
Biologisch ontsmet	53	b	638.9	a	7.1	c
Braak	325	c	638.9	a	6.3	ab
Chemisch ontsmet	6	a	633.3	a	7.3	c
Gele mosterd	380	c	622.2	a	5.6	a
Engels raaigras	185	bc	633.3	a	6.6	bc
Tagetes	389	c	636.1	a	7.1	c
Gemiddeld	121		634.0		6.7	
F prob.	< 0.001		0.99		0.002	
LSR / LSD 5%	3.6		110.9		0.7	

Tabel 60: Leverbare opbrengst en sortering schorseneren, VP1387, Castenraij 2008.

Object	Totaal leverbaar			Klasse 1		Klasse 2		Klasse 3	
	Ton/ha	Relatief		Ton/ha		Ton /ha		Ton/ha	
Biologisch ontsmet	39.2	106	b	25.3	ab	8.0	a	5.9	a
Braak	34.9	94	a	22.4	a	6.4	a	6.1	a
Chemisch ontsmet	39.0	105	b	26.4	b	6.2	a	6.5	a
Gele mosterd	34.9	94	a	21.7	a	6.8	a	6.4	a
Engels raaigras	36.6	99	ab	23.9	ab	6.8	a	6.0	a
Tagetes	37.9	102	ab	26.8	b	6.4	a	4.8	a
gemiddeld	37.1	100		24.4		6.7		6.0	
F prob	0.09			0.06		0.73		0.48	
LSD 5%	3.8			3.8		2.7		1.8	

Tabel 61: Percentage leverbare en niet-leverbare schorseneren, VP1387, Castenraij 2008.

Object	Gewichtpercentage (totaal leverbaar is 100 %)						percentage van totale (bruto)gewicht			
	klasse 1		klasse 2		klasse 3		vertakt		overig tarra	
Biologisch ontsmet	65	ab	20	a	16	ab	7	a	4	a
Braak	64	ab	18	a	19	ab	8	a	4	a
Chemisch ontsmet	68	ab	16	a	18	ab	8	a	4	a
Gele mosterd	62	a	19	a	20	b	9	a	5	a
Engels raaigras	65	ab	19	a	18	ab	8	a	4	a
Tagetes	70	b	17	a	14	a	8	a	4	A
gemiddeld	66		18		17		8		4	
F prob.	0.33		0.77		0.28		0.60		0.41	
LSD 5%	8		7		6		2		2	

Tabel 62: Besmetting trichodoriden, gewasstand en plantgetal schorseneren, VP1481, Vredepeel 2009.

Object	Mediaan aantal trichodoriden per 100 ml grond (Pi)		Aantal planten Per ha (x 1.000)		Gewasstand 30 juni	
Biologisch ontsmet	83	b	800.0	a	6.6	ab
Braak	208	c	891.7	a	7.0	ab
Chemisch ontsmet	6	a	877.8	a	7.0	ab
Gele mosterd	344	c	850.0	a	6.3	a
Engels raaigras	258	c	897.2	a	6.0	a
Tagetes	230	c	855.6	a	7.4	b
Gemiddeld	116		862.0		6.7	
F prob.	< 0.001		0.35		0.10	
LSR / LSD 5%	2.0		97.4		1.0	

Tabel 63: Leverbare opbrengst en sortering schorseneren, VP1481, Vredepeel 2009.

Object	Totaal leverbaar			Klasse 1		Klasse 2		Klasse 3	
	Ton/ha	Relatief		Ton/ha		Ton /ha		Ton/ha	
Biologisch ontsmet	44.6	103	b	26.9	ab	8.5	a	9.2	a
Braak	47.4	109	b	27.9	b	9.4	a	10.1	a
Chemisch ontsmet	44.3	102	b	27.8	b	8.3	a	8.3	a
Gele mosterd	42.5	98	ab	22.5	ab	9.6	a	10.4	a
Engels raaigras	38.2	88	a	20.2	a	8.2	a	9.8	a
Tagetes	43.3	100	ab	24.0	ab	9.6	a	9.8	a
gemiddeld	43.4	100		24.9		8.9		9.6	
F prob.	0.08			0.17		0.57		0.64	
LSD 5%	5.9			7.1		2.3		2.8	

Tabel 64: Percentage leverbare en niet-leverbare schorseneren, VP1481, Vredepeel 2009.

Object	Gewichtpercentage (totaal leverbaar is 100 %)						percentage van totale (bruto)gewicht			
	Klasse 1		klasse 2		klasse 3		vertakt		overig tarra	
Biologisch ontsmet	60	a	19	a	21	a	3	abc	4	a
Braak	59	a	20	a	21	a	2	ab	5	a
Chemisch ontsmet	63	a	19	a	19	a	2	a	5	a
Gele mosterd	53	a	23	a	25	a	5	bc	6	a
Engels raaigras	52	a	21	a	27	a	10	d	6	a
Tagetes	55	a	22	a	23	a	5	c	6	a
gemiddeld	57		21		23		5		5	
F prob.	0.29		0.41		0.44		< 0.001		0.74	
LSD 5%	11		5		9		3		3	

Tabel 65: Besmetting trichodoriden, gewasstand en plantgetal schorseneren, gemiddeld over 2007 – 2009.

Object	Mediaan aantal trichodoriden per 100 ml grond (Pi)		Aantal planten Per ha (x 1.000)		Gewasstand juni	
	Biologisch ontsmet	39	b	640.7	a	7.0
Braak	153	c	699.1	b	6.8	bcd
Chemisch ontsmet	3	a	682.9	ab	7.2	d
Gele mosterd	426	d	671.3	ab	6.0	a
Engels raaigras	269	cd	696.3	b	6.3	ab
Tagetes	245	cd	697.2	b	6.5	abc
Gemiddeld	93		681.3		6.6	
F prob.	< 0.001		0.21		0.001	
LSR / LSD 5%	1.9		52.4		0.6	

Tabel 66: Leverbare opbrengst en sortering schorseneren, gemiddeld over 2007 - 2009.

Object	Totaal leverbaar			Klasse 1		Klasse 2		Klasse 3	
	Ton/ha	Relatief		Ton/ha		Ton /ha		Ton/ha	
Biologisch ontsmet	40.0	102	bc	24.0	cd	8.7	ab	7.3	ab
Braak	40.6	104	bc	23.1	bc	9.3	ab	8.0	abc
Chemisch ontsmet	42.8	109	c	27.5	d	8.4	ab	6.8	a
Gele mosterd	38.5	98	ab	19.7	ab	9.7	b	9.0	c
Engels raaigras	35.5	91	a	19.0	a	7.9	a	8.5	bc
Tagetes	37.6	96	ab	21.6	abc	9.0	ab	6.8	a
gemiddeld	39.2	100		22.5		8.8		7.7	
F prob.	0.002			< 0.001		0.37		0.05	
LSD 5%	3.5			3.9		1.7		1.6	

Tabel 67: Percentage leverbare en niet-leverbare schorseneren, gemiddeld over 2007 - 2009.

Object	Gewichtpercentage (totaal leverbaar is 100 %)						percentage van totale (bruto)gewicht			
	klasse 1		klasse 2		klasse 3		vertakt		overig tarra	
Biologisch ontsmet	59	bc	22	ab	19	a	4	a	3	a
Braak	57	ab	23	ab	20	ab	5	ab	4	a
Chemisch ontsmet	64	c	20	a	16	a	4	a	4	a
Gele mosterd	51	a	25	b	24	b	7	c	4	a
Engels raaigras	53	ab	23	ab	25	b	10	d	4	a
Tagetes	57	ab	25	b	19	a	7	bc	4	a
gemiddeld	57		23		20		6		4	
F prob.	0.003		0.15		0.009		< 0.001		0.33	
LSD 5%	7		5		5		2		1	



Figuur 10. Overzicht uit de schadeproef van 2007, strook met schorseneren: op de voorgrond een veldje met goede gewasstand na biologische grondontsmetting, daarachter (na de wielsporen) een slechte gewasstand na gele mosterd en daarachter weer een betere gewasstand na chemische grondontsmetting.

3.5.2 Schaderelaties

In paragraaf 3.1 is aangegeven waarom het eventuele opbrengstverlies in deze schadeproeven met schorseneer alleen veroorzaakt kan zijn door aaltjes van de geslachten *Pratylenchus* en *Trichodorus*. De *Pratylenchus* populatie bestond in de drie jaren waarin het onderzoek is uitgevoerd vrijwel geheel uit *P. crenatus*. Er is vanuit het onderzoek en vanuit de praktijk geen informatie bekend dat *P. crenatus* schadelijk kan zijn voor schorseneren, maar toch is de leverbare opbrengst van schorseneren niet alleen gecorreleerd aan de mate van besmetting met *Trichodorus*, maar ook aan de besmettingen van *Pratylenchus* aaltjes. De resultaten van deze correlatieanalyse staan in tabel 68.

Tabel 68: Correlaties tussen de leverbare opbrengst van schorseneren en de al of niet getransformeerde besmetting van *Trichodorus* en *Pratylenchus* aaltjes.

Besmetting in	correlaties met leverbare opbrengst van schorseneren			
	<i>Trichodorus</i> besmetting		<i>Pratylenchus</i> besmetting	
	geen transformatie	LOG 10 transformatie	geen transformatie	LOG 10 transformatie
2007	- 0.17	- 0.45	- 0.14	- 0.01
2008	-0.41	- 0.43	- 0.49	- 0.51
2009	- 0.25	- 0.58	- 0.17	- 0.26
2007 - 2009	- 0.24	- 0.26	- 0.27	- 0.15

De correlaties van de niet-getransformeerde *Trichodorus* besmetting met de leverbare opbrengst zijn - met uitzondering van 2008 - laag, die van de getransformeerde *Trichodorus* besmetting zijn vrij goed. De correlaties van de niet-getransformeerde *Pratylenchus* besmetting zijn vergelijkbaar met of iets beter dan die van de *Trichodorus* besmetting; bij de getransformeerde besmetting van *Pratylenchus* zijn de correlaties, met uitzondering van 2008, echter duidelijk slechter. Gezien het voorgaande kan echter niet geheel worden uitgesloten dat *Pratylenchus* aaltjes (ook) schade hebben veroorzaakt en daarom is met een Seinhorst schademodel het verband tussen de leverbare opbrengst en de besmetting met *Trichodorus* en *Pratylenchus* aaltjes geanalyseerd. Dit leverde voor *Pratylenchus* aaltjes echter geen of alleen onrealistische resultaten op. De resultaten van de analyse met het Seinhorst schademodel met *Trichodorus* aaltjes staan in tabel 69 en die met een lineair schademodel in tabel 70. In figuur 7 wordt het verband tussen de leverbare opbrengst van schorseneren en de beginbesmetting van *T. similis*.

Tabel 69: Analyseresultaten van het verband tussen het leverbare gewicht van schorseneren in ton per ha en het aantal *Trichodorus* aaltjes per 100 ml grond via het Seinhorst model in 2007, 2008 en 2009.

Jaar	Verklarende Variabele	Percentage verklaarde variantie	parameters in model ¹	inschatting parameter	standaardfout parameter	betrouwbaarheid parameter
2007	Pi	20	T	0.3	0.4	nee
			m	0.791	0.064	ja
			Y max	44.2	3.2	ja
2008	Pi	12	T	0.9	1.5	nee
			m	0.886	0.056	ja
			Y max	41.1	2.5	ja
2009 ²	Pi	*	T	0.5	0.4	nee
			m	0.981	0.101	nee
			Y max	44.1	4.2	ja
gemiddeld	Pi	3	T	0.5	0.7	nee
over periode			m	0.888	0.053	ja
2007 - 2009			Y max	43.2	2.5	ja

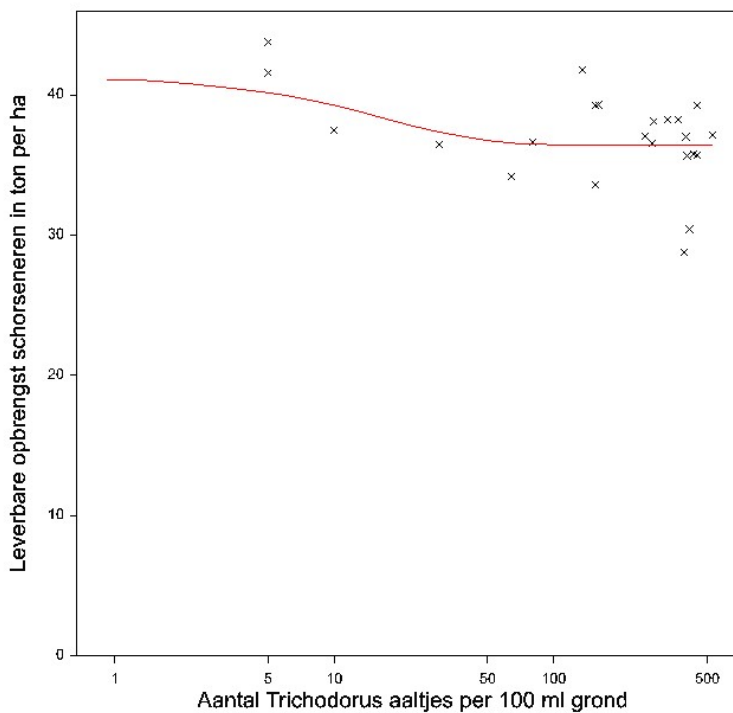
1) T = tolerantiedrempel (schadedrempel), m = relatieve minimum opbrengst, Y max = berekende maximale opbrengst bij besmettingsniveau gelijk aan nul (geen trichodoriden).

2) Directe toepassing van het Seinhorst model op de gegevens van 2009 leverde geen resultaten op. Bij toepassing van het Seinhorst model over de gegevens van alle jaren met een modelfactor per jaar (model = 3), wordt tolerantiedrempel (T) gelijk verondersteld voor alle jaren en konden m en Ymax in 2009 vervolgens wel worden berekend.

Tabel 70: Resultaten van analyse van het verband tussen de leverbare opbrengst van schorseneren en het aantal *Trichodorus aaltjes per 100 ml grond* via een lineair schademodel in 2007, 2008 en 2009.

Jaar	verklarende variabele	percentage verklaarde variantie	parameters in model ¹	inschatting parameter	standaardfout parameter	T. prob.
2007	Pi	Geen	Ymax	37.6	1.7	< 0.001
			a	- 0.004	0.005	0.43
	10 log Pi	17	y max	42.1	2.6	< 0.001
			a	- 3.1	1.3	0.03
2008	Pi	13	y	38.9	1.1	< 0.001
			a	- 0.008	0.004	0.05
	10 log Pi	15	y max	41.0	1.9	< 0.001
			a	- 1.9	0.9	0.04
2009	Pi	2	y	45.0	1.7	< 0.001
			a	- 0.008	0.007	0.25
	10 log Pi	geen	y	46.0	3.3	< 0.001
			a	- 1.3	1.5	0.42
gemiddeld	Pi	35	Ymax	37.9 – 44.5	1.2	< 0.001
Over periode			a	- 0.006	- 0.003	0.06
2007 - 2009	10 log Pi	36	Ymax	40.8 – 48.2	1.6 – 1.7	< 0.001
			A	- 2.3	0.7	0.002

- 1) **Y max** = berekende maximale opbrengst bij besmettingsniveau gelijk aan nul (geen trichodoriden).
a = opbrengstdaling per eenheid van aaltjesbesmetting.



Figuur 11: Verband tussen de mate van besmetting met *T. similis* en de leverbare opbrengst van schorseneren volgens het Seinhorst schademodel, Vredepeel 2008.

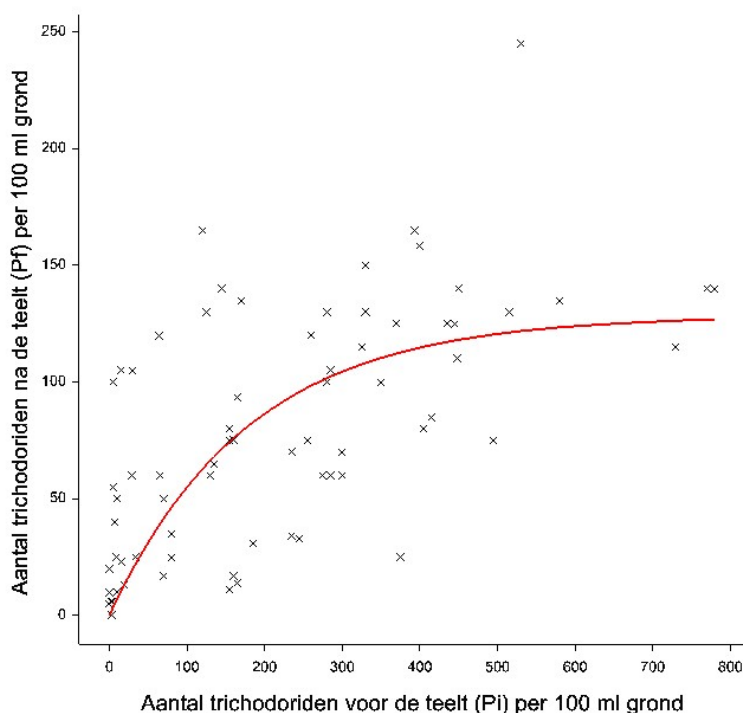
3.5.3 Vermeerdering *T. similis*

De besmettingsniveaus van *T. similis* voor en na de teelt van schorseneren zijn via grondmonsters vastgesteld. Bij een verondersteld exponentieel verband tussen de begin- (P_i) en eindbesmetting (P_f), zijn de maximale dichtheid van de populatie (M) en de vermeerdering bij lage besmettingen (a) geschat. In tabel 71 worden de resultaten van deze berekeningen voor schorseneer in de verschillende jaren en gemiddeld over drie jaar weergegeven.

Tabel 71: Maximale vermeerdering (a) en maximale populatiedichtheid (M) van *T. similis* aaltjes en percentage door het model verklaarde variantie in P_f bij de teelt van schorseneren, schadeonderzoek *T. similis*.

jaar	percentage verklaarde variantie van P_f	Vermeerdering (a)		Maximale populatiedichtheid (M)	
		schatting	standaardfout	schatting	standaardfout
2007	70	1.5	0.4	127	12
2008	15	0.5	0.2	248	212
2009	23	2.1	1.7	67	8
2007 – 2009	31	0.7	0.2	129	17

De berekende vermeerdering bij lage beginbesmetting (a) was in 2007, 2008 en gemiddeld over de drie jaar, statistisch betrouwbaar omdat deze parameter groter was dan tweemaal de bijbehorende standaardfout. De berekende maximale populatiedichtheid (M) was alleen in 2008 statistisch niet betrouwbaar. Gemiddeld over de drie jaar was deze maximale populatiedichtheid 129 *T. similis* aaltjes per 100 ml grond en deze uitkomst was (gezien de standaardfout van 17 aaltjes per 100 ml grond) statistisch betrouwbaar. In figuur 8 is het verband tussen de begin- en eindbesmetting van *T. similis* bij schorseneren weergegeven.



Figuur 12: Verband tussen de beginbesmetting (P_i) en eindbesmetting (P_f) met *T. similis* bij schorseneer, Vredepeel, jaren 2007 – 2009.

4 DISCUSSIE EN CONCLUSIES

4.1 Besmettingsniveaus *T. similis*

Wat betreft de onderzoeksmethodiek kan geconcludeerd worden dat het elk jaar is gelukt om percelen te vinden die (in voldoende mate) besmet waren met *T. similis* en niet of weinig met andere plantparasitaire aaltjes. Andere plantparasitaire aaltjes die op de proefpercelen voorkwamen, waren vooral *Pratylenchus* soorten en (in beperkte mate) andere trichodoriden dan *T. similis*. Wat betreft *Pratylenchus* kwam vrijwel alleen *P. crenatus* voor. Deze soort veroorzaakt bij bieten geen opbrengstverlies. Voor aardappel, waspeen en schorseneer is via regressieanalyses met het Seinhorst- en met een lineair schademodel nagegaan of *P. crenatus* wellicht (toch enig) opbrengstverlies in deze gewassen heeft veroorzaakt. Vooral vanwege een mengbesmetting van de trichodoriden *T. similis* en *P. pachydermus* zijn in de diverse jaren een aantal potentiële proefpercelen niet geschikt bevonden voor dit onderzoek. Ook op de drie percelen waar de schadeproeven uiteindelijk zijn uitgevoerd kwam wel wat *P. pachydermus* voor en gemiddeld bestond ongeveer tien procent van de trichodoriden populatie uit deze soort. De populatie van trichodoriden bestond echter over de jaren heen voor ongeveer 85 procent uit *T. similis*, zodat deze percelen toch geschikt waren voor het onderzoek.

De verschillende behandelingen en teelten hebben geleid tot sterk uiteenlopende besmettingsniveaus van *T. similis* en daarmee is voldaan aan de doelstelling. Na chemische grondontsmetting was de besmetting met trichodoriden elk jaar heel laag. Ten opzichte van zwarte braak was de populatie van de trichodoriden door chemische grondontsmetting gemiddeld zelfs met 98 procent afgenomen. Ook andere plantparasitaire aaltjes bevonden zich na chemische grondontsmetting op een heel laag niveau. Biologische grondontsmetting was minder effectief dan chemische grondontsmetting, want elk jaar was de besmetting van de trichodoriden na de biologische grondontsmetting hoger dan na chemische grondontsmetting. In 2007 was het verschil tussen beide vormen van grondontsmetting vrij gering, maar in 2008 en 2009 was er sprake van een aanzienlijk verschil (van bijna 70 trichodoriden per 100 ml grond). De lagere besmetting in 2007 kan (deels) veroorzaakt zijn door dat in 2006 betere, meer luchtdichte folie is gebruikt, die in latere jaren is vervangen door een folie met een wat lagere kwaliteit (mondelinge informatie van J. Visser). Hierbij moet opgemerkt worden dat biologische grondontsmetting is uitgevoerd met verse massa van ter plaatse geteeld Engels raaigras, dat is aangevuld met gras dat elders was geteeld om tot een hoeveelheid van ongeveer 40 ton verse massa per ha te komen. Door de teelt van de matige waardplant Engels raaigras is de besmetting van *T. similis* waarschijnlijk eerst toegenomen. Daardoor wordt de effectiviteit van biologische grondontsmetting (ten opzichte van chemische grondontsmetting en braak) uiteraard ongunstig wordt beïnvloed. De besmetting van *T. similis* na biologische grondontsmetting kan ook worden vergeleken met die na Engels raaigras (hoewel bij biologische grondontsmetting de teelt na 6 tot 10 weken is afgebroken). Dan was de besmetting van *T. similis* gemiddeld over de jaren met 85 procent afgenomen. Biologische grondontsmetting lijkt dus een vrij goed effectief te zijn tegen *T. similis*.

De besmetting na zwarte braak (het onbehandelde controle object) varieerde over de jaren heen sterk. In de afzonderlijke jaren kwamen in het voorjaar 2007, 2008 en 2009 respectievelijk 57, 340 en 235 trichodoriden per 100 ml grond voor. Op het perceel van de schadeproef van 2008, is in het seizoen 2006/2007 winterkoolzaad geteeld, waardoor er gedurende de winterperiode een gewas aanwezig was. De waardplantstatus van winterkoolzaad voor *T. similis* is niet bekend, maar gezien de besmettingsniveaus bij het object zwarte braak in het vroege voorjaar van 2008, lijkt winterkoolzaad een (heel) goede

waardplant voor *T. similis* te zijn. Op het perceel van de schadeproef in 2009 zijn in het voorjaar van 2008 conservenerwten geteeld die in juli zijn geoogst. Voor de schadeproeven van 2008 en 2009 is in voorgaande jaar een gewas geteeld, terwijl dat voor de schadeproef van 2007 in het jaar 2006 niet het geval was. Dit kan een (deel van de) verklaring zijn waarom het besmettingsniveau van trichodoriden in het algemeen en dat na zwarte braak in het bijzonder in het eerste jaar aanzienlijk lager was dan in de beide daaropvolgende jaren.

Na *Tagetes patula* was de trichodoriden besmetting (gemiddeld over de jaren) vergeleken met zwarte braak duidelijk toegenomen. Maar per jaar was het effect van *Tagetes* sterk verschillend. In 2007 was de besmetting na *Tagetes* aanzienlijk hoger dan na zwarte braak, in 2008 en 2009 was dat niet het geval. Ook na Engels raaigras was de trichodoriden besmetting gemiddeld over de jaren ten opzichte van zwarte braak aanzienlijk toegenomen, maar was het verschil met *Tagetes patula* statistisch niet betrouwbaar. Ook voor Engels raaigras geldt net als voor *Tagetes*, dat het effect op de trichodoriden populatie sterk afhankelijk is van de hoogte van de beginbesmetting. 2007 was het besmettingsniveau na Engels raaigras veel hoger dan na zwarte braak (en ook hoger dan na *Tagetes*), in de beide andere jaren was dit niet het geval. Een mogelijke verklaring voor deze "jaarinvoed" zou kunnen zijn dat Engels raaigras en *Tagetes patula* beide een matige waardplant voor *T. similis* zijn. Als er voorafgaand aan de teelt van deze groenbemesters sprake is van een laag besmettingsniveau, dan zal de populatie tijdens de teelt van deze gewassen (behoorlijk) kunnen toenemen. Als er echter voorafgaand aan de teelt een hoge populatie aanwezig is (bijvoorbeeld na de teelt van een goede waardplant), dan zal de populatie door de teelt van *Tagetes* of van Engels raaigras niet of nauwelijks toenemen of zelfs afnemen.

Na gele mosterd is de besmetting van *T. similis* gemiddeld over de drie jaren het hoogste en ook in twee afzonderlijke jaren is dat het geval (alleen in 2008 was de besmetting na gele mosterd niet hoger dan na zwarte braak). Gele mosterd lijkt dan ook een goede waardplant voor *T. similis* te zijn.

4.2 Aardappel

Er traden bij de aardappelen geen verschillen in plantgetal (aantal planten per m²) op. Wel was er in het begin van het groeiseizoen (in mei en begin juni) sprake van verschil in groeisnelheid, wat tot uiting kwam in verschillen in gewasstand. Na chemische en biologische grondontsmetting was de gewasstand in mei en begin juni duidelijk beter dan na de andere objecten en na zwarte braak was de stand beter dan na Engels raaigras en *Tagetes patula*. In de loop van juni werden de objectverschillen in de gewasstand echter steeds kleiner en vanaf begin juli waren er nauwelijks of geen verschillen tussen de objecten meer zichtbaar. In het onderzoek is steeds het ras Santana gebruikt. Dit ras is heel gevoelig voor kringerigheid, zodat te verwachten was dat er (veel) kringerigheid zou optreden. Dit bleek ook het geval te zijn, gemiddeld kwam in meer dan tachtig procent van de knollen kringerigheid voor. Het verschil in mate van besmetting met trichodoriden heeft niet geleid tot betrouwbare verschillen in aantasting door kringerigheid, want bij alle voorbehandelingen was het percentage aangetaste knollen heel hoog. Dit gold ook voor chemische grondontsmetting waarbij de besmetting met trichodoriden heel laag was. Het is bekend dat er ook bij een lage besmetting (enkele aaltjes per 100 ml grond) veel kringerigheid kan optreden (Molendijk en anderen, 2006). Kringerigheid kan echter ook veroorzaakt worden doordat er in het pootgoed tabaksratelvirus (TRV) aanwezig was, de zogenaamde 'primaire' besmetting (Molendijk en anderen 2006). Daarnaast kunnen kringerigheidssymptomen een andere oorzaak hebben dan tabaksratelvirus. Zo kan het zwabbertopvirus ('Potato Mop-Top Virus' of PMTV dat door de poederschurft schimmel wordt overgebracht) in aardappelknollen symptomen veroorzaken die visueel niet te onderscheiden zijn van die van tabaksratelvirus.

Ook symptomen van calciumgebrek ("stip") kunnen gemakkelijk verward worden met die van tabaksratelvirus.

Om globaal de mogelijke oorzaken van kringerigheid na te gaan, zijn van elke proef van twee aardappelveldjes vijf knollen met kringerigheidssymptomen via moleculaire technieken (PCR) door de NAK-AGRO geanalyseerd op aanwezigheid van virus. In alle jaren (dus op de drie verschillende percelen) is daarbij TRV en PMTV in deze knollen aangetoond. De kringerigheidssymptomen in de aardappelknollen in deze schadeproeven, kunnen daarom zowel door TRV als PMTV zijn veroorzaakt. Dit verklaart ook waarom er ook bij zeer lage besmetting met *T. similis* toch veel kringerigheid gevonden werd (gemiddeld in 81 procent van de knollen na chemische grondontsmetting). Het is heel opvallend dat het PMTV virus in drie afzonderlijke percelen van PPO aanwezig was, terwijl algemeen wordt aangenomen dat dit virus in Nederland niet of hooguit sporadisch voorkomt.

In de schadeproeven met aardappelen waren er grote en betrouwbare verschillen in totale knolproductie. Gemiddeld over de drie jaar was de totale productie verreweg het hoogste na biologische grondontsmetting en het laagste na Engels raaigras en Tagetes. Ook wat betreft de leverbare knollen, was de productie na biologische grondontsmetting het hoogste, maar het verschil met chemische grondontsmetting was hier niet betrouwbaar. Na Tagetes was de leverbare productie opvallend laag (betrouwbaar lager dan na chemische en biologische grondontsmetting, zwarte braak en gele mosterd). Er lijkt een vrij goed verband te zijn tussen de leverbare opbrengst en de gewasstand in mei want de correlatie tussen beide gegevens was 0.61. Na Tagetes was het percentage niet-leverbare knollen veel hoger dan na de andere objecten wat werd veroorzaakt door een hoger percentage misvormde, groene en te kleine knollen. Vanwege de resultaten van de uitgevoerde regressieanalyses is geconcludeerd dat *P. crenatus* geen invloed op de aardappelopbrengst heeft gehad. Met uitzondering van 2008 zijn de correlaties tussen de leverbare opbrengst en het besmettingsniveau van trichodoriden niet hoog. Dit komt ook tot uiting bij analyse met het Seinhorst model, waarbij het percentage verklaarde variantie (van de opbrengst) alleen in 2008 behoorlijk hoog is. Uit de analyseresultaten met het Seinhorst schademodel voor *T. similis* blijkt dat de tolerantiedrempels (T) per afzonderlijk jaar zeer laag liggen en niet betrouwbaar verschillen van één aaltje per 100 ml grond. De relatieve minimum opbrengsten verschilden wel van elkaar in de afzonderlijk jaren: in 2007, 2008 en 2009 was dit respectievelijk: 0.82, 0.73 en 0.88. Dit houdt in dat voor deze jaren een maximaal opbrengstverlies is berekend van respectievelijk 18, 27 en 12 procent. Gemiddeld over drie jaar kon 32 procent van de variantie in leverbare opbrengst worden verklaard via dit schademodel en was tolerantiedrempel iets lager dan 5 *T. similis* aaltjes per 100 ml grond, wat statistisch (net) betrouwbaar was. De relatieve minimumopbrengst (m) was gemiddeld 0.81, zodat over deze drie jaren een maximaal opbrengstverlies werd berekend van 19 procent. Het opbrengstverlies in het 95 procent betrouwbaarheidsinterval liep hierbij uiteen van 25 tot 14 procent.

In "Aaltjesschema" wordt bij een opbrengstverlies van 15 tot 33 procent aangegeven dat het gewas schadegevoelig is voor het desbetreffende aaltje. Gezien de hierboven aangegeven opbrengstdervingen is aardappelen dan ook schadegevoelig voor *T. similis*.

Er kan aangenomen worden dat het verband tussen de leverbare opbrengst en het besmettingsniveau bij lagere besmettingen bij benadering lineair is, waardoor ook de resultaten van een lineair schademodel nog relevante informatie geven over de schadegevoeligheid. Voor de afzonderlijke jaren varieerde de schadefactor die het lineaire opbrengstverlies per trichodoride aaltje beschrijft, bij aardappelen tussen 10 en 43 kg per ha, maar deze factor was alleen in 2008 statistisch betrouwbaar. Gemiddeld over de drie jaar was deze schadefactor statistisch wel betrouwbaar en bedroeg dan 18 kg per ha. Dit houdt in dat in deze schadeproeven de leverbare aardappelopbrengst gemiddeld met 18 kg per ha daalde als de trichodoriden besmetting met één aaltje per 100 ml grond toenam.

Bij de vermeerdering van *T. similis* is uitgegaan van een exponentieel verband tussen de beginbesmetting (P_i) en de eindbesmetting (P_f). Daarbij is over de jaren na de teelt van consumptieaardappelen een maximale populatiedichtheid berekend van 283 *T. similis* aaltjes per 100 ml grond. Gezien deze maximale populatiedichtheid na de teelt kunnen consumptieaardappelen beschouwd worden als een (vrij) goede waardplant voor *T. similis*.

4.3 Suikerbiet

Wat betreft het plantgetal waren er alleen in 2009 betrouwbare verschillen tussen de objecten. Gemiddeld over drie jaar was er een indicatie van een betrouwbaar verschil in plantgetal en was na gele mosterd het plantgetal iets, maar statistisch toch betrouwbaar, lager dan na Tagetes, zwarte braak en biologische ontsmetting. Waarschijnlijk heeft de hogere besmetting met trichodoriden na gele mosterd bij bieten geleid tot een wat slechtere opkomst, waardoor het plantgetal bij dit object wat lager uitviel. In mei en begin juni was de gewasstand na chemische of biologische grondontsmetting meestal wat beter dan na de andere objecten. De hogere besmetting met trichodoriden bij deze objecten heeft waarschijnlijk geleid tot een wat tragere begingroei. In de loop van juni werden de verschillen tussen de objecten in gewasstand echter snel kleiner en eind juni of begin juli was er bij de bieten geen verschil in gewasstand meer waarneembaar. Na de oogst is het percentage vertakte bieten bepaald, omdat aantasting door trichodoriden bij dit gewas kan leiden tot vertakking. Alleen in 2007 waren er betrouwbare verschillen in vertakking, waarbij de vertakking na zwarte braak en chemische grondontsmetting lager bleek te zijn dan na biologische grondontsmetting, gele mosterd en Tagetes. Over de drie jaren gezien waren er over alle objecten gezien geen betrouwbare verschillen in mate van vertakking. Wel was de mate van vertakking na chemische grondontsmetting lager dan na gele mosterd, Engels raaigras en Tagetes patula. Na biologische grondontsmetting leek het percentage vertakking ook wat hoger te zijn dan na chemische grondontsmetting. Wellicht is dit (mede) veroorzaakt door het inwerken van een grote hoeveelheid organisch materiaal omdat de niet verteerde resten daarvan kunnen leiden tot (enige) vertakking bij bieten in het volgende jaar.

Na biologische grondontsmetting was het kaligehalte van de bieten duidelijk wat verhoogd. Ook de hoeveelheid alfa amino stikstof was na biologische grondontsmetting hoger dan na de andere objecten. Dit hangt waarschijnlijk samen met de aanvoer van gras als materiaal voor biologische grondontsmetting. Bij de afbraak kan dan in het jaar daarop meer kalium en stikstof beschikbaar is gekomen. Na gele mosterd, Engels raaigras en Tagetes patula was de hoeveelheid alfa amino stikstof lager dan na biologische grondontsmetting, maar hoger dan na chemische grondontsmetting. Dit is waarschijnlijk veroorzaakt doordat uit de ondergrondse resten (de bovengrondse resten waren aan het begin van de winter afgemaaid en afgevoerd) van deze groenbemers in de loop van het groeiseizoen stikstof is gemineraliseerd, wat tot een wat hogere stikstof opname kan hebben geleid. Bij het natriumgehalte waren er vrij kleine, maar betrouwbare objectverschillen.

Na biologische grondontsmetting was de winbaarheid het laagste van alle objecten. Dit kan verklaard worden uit de hogere hoeveelheid alfa amino stikstof bij dit object, want de winbaarheid wordt hierdoor duidelijk negatief beïnvloedt (de correlatie tussen de winbaarheid van suiker en de hoeveelheid alfa amino stikstof is 0.92). Na gele mosterd, Engels raaigras en Tagetes patula was de winbaarheid ook nog wat lager dan na chemische grondontsmetting, wat ook weer verband houdt met de hoeveelheid alfa amino stikstof bij deze objecten.

Er waren nauwelijks of geen verschillen tussen de objecten in het percentage grondtarra en koptarra. De verschillen tussen de objecten in wortelgewicht waren in 2007 heel betrouwbaar, in 2008 was er een indicatie van een verschil en in 2009 waren er geen betrouwbare verschillen. In 2009 waren de opbrengsten bijzonder hoog. Dit was ook in de

praktijk het geval en hing samen met het heel goede groeiseizoen voor bieten (vroeg zaaidatum, hoge temperatuur in het voorjaar, veel zonnestraling in het hele groeiseizoen). Gemiddeld over de jaren waren er statistisch betrouwbare objectverschillen in wortel-opbrengst. Na Engels raaigras was de wortelopbrengst het laagste van alle objecten en na chemische grondontsmetting het hoogste (al was het verschil tussen chemische en biologische grondontsmetting niet betrouwbaar). Ook de verschillen suikergehalte waren gemiddeld over de drie jaar statistisch (heel) betrouwbaar. Na chemische grondontsmetting en zwarte braak (b)leek het suikergehalte hoger te zijn dan na de andere objecten, wat waarschijnlijk samenhangt met het beschikbaar komen van extra stikstof bij deze andere objecten, waardoor het eiwitgehalte stijgt en het suikergehalte wordt daalt. Bij het suikergewicht zijn de objectverschillen heel betrouwbaar. Na chemische grondontsmetting was het suikergewicht betrouwbaar hoger en na Engels raaigras betrouwbaar lager dan na de andere objecten. De overige objecten verschilden niet betrouwbaar van elkaar in suikergewicht.

Alleen in 2008 was de correlatie tussen het besmettingsniveau van trichodoriden en de suikeropbrengst behoorlijk hoog; in 2007 en 2009 was de correlatie tussen deze twee gegevens matig. Met het Seinhorst schademodel kon in de jaren 2007, 2008 en 2009 respectievelijk maar 7, 21 en 12 procent van de variantie in suikeropbrengst worden verklaard uit de besmetting met trichodoriden. De tolerantiedrempels (T) in dit model waren elk jaar laag en statistisch niet betrouwbaar. De relatieve minimum opbrengsten (m) bij hoge besmetting met trichodoriden waren in 2007, 2008 en 2009 respectievelijk: 0.95, 0.89 en 0.92, wat betekent dat een maximale opbrengstderving werd berekend van respectievelijk 5, 11 en 8 procent. Deze relatieve minimum opbrengsten waren statistisch (net) niet betrouwbaar. Bij lineaire regressie analyse varieerde de schadefactor die het opbrengstverlies per trichodoride aaltje beschrijft tussen 1 en 2 kg suiker per ha en was het opbrengstverlies alleen in 2008 statistisch betrouwbaar. Gemiddeld over de drie jaren was het opbrengstverlies 2 kg suiker per ha en dit was statistisch betrouwbaar. Als een lineair verband werd verondersteld tussen de 10 log van de trichodoride besmetting en de suikeropbrengst, dan liep de schadefactor van de afzonderlijke jaren uiteen van 0.44 tot 0.66 ton suiker per ha en bedroeg gemiddeld 0.53 ton suiker per ha. Deze schadefactor waren statistisch betrouwbaar. Gezien de relatief beperkte opbrengstverliezen en vrij lage schadefactoren is suikerbiet dan ook weinig schadegevoelig voor *T. similis*.

Bij de vermeerdering van *T. similis* is verondersteld dat er een exponentieel verband is tussen de beginbesmetting (Pi) en de eindbesmetting (Pf). Uitgaande van dit verband is gemiddeld over de jaren na de teelt van suikerbieten een maximale populatiedichtheid berekend van bijna 300 trichodoriden per 100 ml grond. Vanwege deze populatiedichtheid na de teelt kunnen suikerbieten beschouwd worden als een goede waardplant voor *T. similis*.

4.4 Waspeen

Bij waspeen was er tijdens de groeiseizoenen 2007 en 2008 nauwelijks of geen verschil in gewasstand tussen de voorbehandelingen waarneembaar. In 2009 was dat wel het geval en bleef de stand na gele mosterd en Engels raaigras in juni duidelijk wat achter bij de stand braak, biologische grondontsmetting en *Tagetes patula*. Na chemische grondontsmetting was de stand in juni beter dan na alle andere objecten. In juli waren deze verschillen in gewasstand echter niet meer waarneembaar. Overigens moet opgemerkt worden dat chemische grondontsmetting voorafgaand aan waspeen in de praktijk geen optie is, vanwege grote kans op smaakbederf van de peen. Bij de leverbare productie waren er in 2007 en 2008 ook geen betrouwbare verschillen tussen de objecten. In 2009 was dat wel het geval en was de leverbare productie na Engels raaigras lager dan na de andere objecten en na was de leverbare opbrengst na biologische grondontsmetting en *Tagetes* het hoogste.

Gemiddeld over de jaren waren er tussen de objecten echter geen betrouwbare verschillen in totale en leverbare productie waspeen, al leek de productie na gele mosterd en Engels raaigras lager te zijn dan na de andere objecten. De objectverschillen in het percentage niet-leverbare peen waren beperkt en gemiddeld over de jaren statistisch niet betrouwbaar.

In dit onderzoek kan opbrengstverlies bij waspeen alleen veroorzaakt zijn door aaltjes behorende tot de geslachten (*Para*)*Trichodorus* en *Pratylenchus*. De correlatie tussen de mate van besmetting met één van deze aaltjes en de leverbare opbrengst van waspeen, was alleen vrij hoog bij *Pratylenchus* in het jaar 2009. Bij toepassing van het Seinhorst schademodel op de besmetting met *Pratylenchus* aaltjes, werd in 2008 een relatieve minimum opbrengst van waspeen van 0.89 voorspeld (dus een opbrengstverlies van 11 procent), maar dit gegeven was statistisch (net) niet betrouwbaar. Als het lineaire schademodel werd toegepast met de *Pratylenchus* besmetting als verklarende variabele, dan werd er in 2007 geen effect vastgesteld, in 2008 een indicatie van een effect en in 2009 een betrouwbaar effect. Gemiddeld over de drie jaren leverde het lineaire schademodel een betrouwbaar effect van de *Pratylenchus* besmetting op: de leverbare opbrengst van waspeen nam met 6 kg per ha af als de *Pratylenchus* besmetting met een aaltje per 100 ml grond toenam. Aangezien in alle drie de jaren van *Pratylenchus* aaltjes (vrijwel) alleen *P. crenatus* voorkwam, lijkt deze soort bij waspeen enig opbrengstverlies veroorzaakt te hebben. In Aaltjesschema wordt vermeld dat peen weinig schadegevoelig is voor *P. crenatus*, maar daarbij is ook aangegeven dat dit “vooralsnog” wordt aangenomen en is hiervoor geen (proefondervindelijke) onderbouwing gegeven. De resultaten van dit shadeonderzoek ondersteunen deze voorlopige conclusie van Aaltjesschema.

Analyse van de leverbare opbrengst met het Seinhorst schademodel leverde met *Trichodorus* aaltjes geen resultaten op en bij toepassing van een lineair schademodel, was er alleen in 2008 een indicatie van een betrouwbaar negatief effect op de opbrengst van waspeen. In de andere jaren en gemiddeld over alle jaren, was de schadefactor (het opbrengsteffect per trichodoride aaltje) wel negatief, maar statistisch niet betrouwbaar. Bij gecombineerde lineaire schademodellen met *Trichodorus* en *Pratylenchus* aaltjes als verklarende variabelen, bleek dat *Pratylenchus* aaltjes in 2007 en 2008 geen, maar in 2009 wel een betrouwbaar effect op de leverbare opbrengst hadden, maar ook dat *Trichodorus* aaltjes in geen enkel jaar effect hadden op de opbrengst. Waspeen is in dit onderzoek niet of nauwelijks schadegevoelig voor *Trichodorus similis*, maar lijkt wel wat gevoelig te zijn voor *Pratylenchus crenatus*.

Vanuit de praktijk wordt gemeld dat er in bepaalde jaren wel aanzienlijke opbrengstverliezen in waspeen ontstaan op percelen die besmet zijn met *T. similis*. Dit lijkt het geval te zijn bij zeer uitzonderlijke weersomstandigheden, namelijk bij veel neerslag en koel weer kort na het zaaien. In deze praktijksituaties is het echter niet bekend hoe hoog de besmetting van *T. similis* en eventuele andere plantparasitaire aaltjes was en is het onduidelijk in hoeverre er andere factoren dan aaltjes hebben bijgedragen aan het opbrengstverlies. Het is niet uitgesloten dat *T. similis* onder zeer natte en koele omstandigheden wel schade in waspeen kan veroorzaken. In de onderzoeksperiode (2007-2009) zijn dergelijke omstandigheden echter niet voorgekomen. Door meerjarig veldonderzoek met waspeen kan dit nagegaan worden. Een andere mogelijkheid is om na te gaan of *T. similis* in een kasproef schade bij waspeen kan veroorzaken als er, kort na het zaaien van de peen, een regime wordt ingesteld met lage temperaturen en veel vocht.

Als uitgegaan wordt van een exponentieel verband tussen de begin- en de eindbesmetting van *T. similis*, dan is gemiddeld over de jaren na waspeen een maximale populatiedichtheid (M) berekend van 70 *T. similis* aaltjes per 100 ml grond. Daarmee is waspeen een matige tot slechte waardplant voor *T. similis*.

4.5 Schorseneer

Over alle objecten heen gezien waren er bij schorseneren geen betrouwbare verschillen in plantgetal. Bij onderlinge vergelijking van objecten bleek het plantgetal na biologische grondontsmetting wel duidelijk lager te zijn bij dat na zwarte braak, Engels raaigras en Tagetes. Mogelijk ondervond dit gewas tijdens de kieming wat meer negatieve effecten van toxische stoffen die bij biologische grondontsmetting worden gevormd, dan de andere gewassen in dit onderzoek. In het begin van het groeiseizoen bleef de groeisnelheid na sommige voorbehandelingen duidelijk achter, waardoor er eind juni aanzienlijke verschillen in gewasstand zijn ontstaan. Na gele mosterd, Engels raaigras en Tagetes (de drie objecten met de hoogste besmetting van *T. similis*) was de gewasstand in juni duidelijk minder dan na chemische grondontsmetting. Vanaf augustus waren de verschillen in gewasstand echter niet meer waarneembaar.

Er waren statistisch betrouwbare verschillen in leverbare opbrengst tussen de objecten: na gele mosterd, Engels raaigras en Tagetes was de leverbare opbrengst duidelijk lager dan na chemische grondontsmetting. Ook was na chemische grondontsmetting het percentage klasse 1 schorseneren het hoogste. Opvallend is de relatief lage opbrengst na Engels raaigras. Dit komt ten dele door het hoge percentage vertakte schorseneren na dit object. Mogelijk is dit veroorzaakt doordat de grote ondergrondse wortelmassa na Engels raaigras onvoldoende is verteerd, waardoor er een zure, slecht doorwortelbare laag kan ontstaan. Bij analyse van de leverbare opbrengst met het Seinhorst schademodel werden voor *T. similis* in de jaren 2007, 2008 en 2009 relatieve minimumopbrengsten (m) berekend van respectievelijk 0.79, 0.89 en 0.98. De resultaten uit 2007 en 2008 waren statistisch betrouwbaar, die uit 2009 niet. Gemiddeld over de drie jaar is bij schorseneer in het Seinhorst schademodel een betrouwbare relatieve minimum opbrengst van 0.89 berekend, zodat het opbrengstverlies bij een hoge besmetting van *T. similis* gemiddeld over de jaren 11 procent was. In de afzonderlijke jaren liep het opbrengstverlies bij schorseneren zeer sterk uiteen van 2 tot 21 procent. Vanwege het hoge opbrengstverlies van 21 procent (in 2007), is de conclusie dan ook dat schorseneer schadegevoelig kan zijn voor *T. similis*.

Gebaseerd op een exponentieel verband tussen de beginbesmetting (P_i) en de eindbesmetting (P_f) is na de teelt van schorseneren een maximale populatiedichtheid berekend van 129 *T. similis* aaltjes per 100 ml grond. Gezien deze maximale populatiedichtheid na de teelt, kunnen schorseneren beschouwd worden als een matige waardplant voor *T. similis*. Hierbij dient opgemerkt te worden dat de eindbesmetting (P_f) is bepaald kort na de oogst en dat is bij schorseneren tijdens of kort ná de winter, dus aanzienlijk later dan bij de andere gewassen waar de P_f vóór de winter is bepaald. De sterfte in de periode totdat het volgende gewas wordt gezaaid of geplant, zal bij schorseneren dan ook veel geringer zijn dan bij de andere onderzochte gewassen (tenzij de schorseneren al in november of begin december worden geoogst). Daardoor zal naar verwachting een groot deel van de *T. similis* populatie na schorseneren kunnen overleven tot het moment van zaaien of planten van een volggewas.

4.6 Weersomstandigheden en schade door *T. similis*

In tabel 72 is de temperatuur, de neerslag en het aantal uren zonneschijn weergegeven per jaar en over alle jaren waarin het schadeonderzoek is uitgevoerd. Daarbij zijn de gemeten waarden uit de drie jaren en 'normale' waarden weergegeven voor twee perioden: het gehele jaar en de periode april tot en met juni. Deze laatste periode is gekozen omdat dit de periode is waarin trichodoriden in principe de meeste schade veroorzaken (bij het kiemende en zich ontwikkelende gewas). In tabel 73 wordt het procentuele opbrengstverlies per gewas en per jaar vermeld.

Tabel 72: Gemeten en normale temperaturen, hoeveelheden neerslag en duur van de zonneschijn over de jaren of over bepaalde perioden van het groeiseizoen, KNMI weerstation Eindhoven.

	gemiddelde temperatuur in ° c.		totale neerslag in mm		totaal aantal uren zonneschijn	
	meting	normaal	meting	normaal ¹	meting	normaal
Gehele jaar						
2007	11.2	9.9	845	715	1646	1490
2008	10.6	9.9	712	715	1686	1490
2009	10.6	9.9	733	713	1815	1487
gemiddeld	10.8	9.9	763	714	1716	1489
over de maanden april, mei en juni						
2007	15.2	12.4	207	169	625	527
2008	14.0	12.4	148	169	627	527
2009	14.4	12.4	130	169	681	527
gemiddeld	14.5	12.4	162	169	644	527

1) gemiddelde neerslagcijfers van station te Volkel.

Tabel 73: Maximaal procentueel opbrengstverlies per gewas en jaar volgens het Seinhorst schademodel.

Gewas	2007	2008	2009
aardappel	18	27	12
suikerbiet	5	11	8
Waspeen ¹	nvt	nvt	nvt
schorseneer	21	11	2
snijmaïs ²	-	28	15
korrelmaïs ²	-	7	10

- 1) bij waspeen was het opbrengstverlies zo gering dat het Seinhorst schademodel geen (betrouwbare) resultaten opleverde.
- 2) het schadeonderzoek bij snijmaïs en korrelmaïs is uitgevoerd in 2008 en 2009 in het project 32501147 00. Van dit onderzoek is een apart eindrapport verschenen in oktober 2010.

Uit tabel 72 blijkt dat gedurende het schadeonderzoek de temperatuur (en het aantal uren zon) over het gehele jaar gezien, maar ook in het eerste deel van het groeiseizoen (de maanden april tot en met juni) aanzienlijk hoger is geweest dan normaal. Vooral april 2007, mei 2008 en april 2009 waren heel warm (zie bijlage 6.2). Het was in 2007 en 2008 niet bijzonder droog, alleen in 2009 was het in de periode april – juni duidelijk droger dan normaal.

Uit tabel 73 blijkt dat bij de schadegevoelige gewassen aardappel en schorseneer het (procentuele) maximale opbrengstverlies in 2009 veel lager was dan in 2007 en 2008. Bij snijmaïs (schadeonderzoek maïs, project 3250114700) was het opbrengstverlies in 2009 ook veel lager dan in 2008. Bij vergelijking van het opbrengstverlies over de verschillende jaren, moet wel bedacht worden dat het schadeonderzoek telkens op verschillende percelen is uitgevoerd. Variatie van het procentuele opbrengstverlies kan daarom (voor een deel) veroorzaakt zijn doordat het om verschillende percelen gaat (door verschillen in samenstelling van de bodem, het bodemleven etc.). Omdat het opbrengstverlies bij alle drie de schadegevoelige gewassen aardappel, schorseneer en snijmaïs in 2009 echter duidelijk veel lager is dan in voorgaande jaren, is het echter vrij waarschijnlijk dat het droge weer in de maanden mei en juni van 2009 de activiteit van *T. similis* in die periode heeft beperkt en daardoor heeft geleid tot minder opbrengstverlies bij de gewassen die (heel) schadegevoelig zijn voor dit aaltje.

4.7 Conclusies

Algemeen

Een goed uitgevoerde chemische grondontsmetting kan heel effectief zijn tegen *T. similis*, want in de drie schadeproeven was de populatieomvang slechts 2 procent van die van zwarte braak. Na biologische grondontsmetting was de populatie ruim 70 procent lager dan na zwarte braak en 85 procent lager dan na Engels raaigras (dat voorafgaand aan biologische grondontsmetting gedurende 6 tot 10 weken is geteeld). Biologische grondontsmetting lijkt *T. similis* dan ook vrij goed bestreden te hebben.

Gezien de hoge besmetting met *T. similis* op veldjes met zwarte braak in 2008 ná winterkoolzaad, is dit gewas waarschijnlijk een goede waardplant voor *T. similis*. Vanwege de hoogte van de besmetting na de teelt, lijken *Tagetes patula* (Afrikaantje) en Engels raaigras een matige waardplant en lijkt gele mosterd een (heel) goede waardplant voor *T. similis* te zijn.

Bij de schadegevoelige gewassen aardappel en schorseneer was het maximale opbrengstverlies in 2009 (veel) lager dan in voorgaande jaren (dit gold ook voor snijmaïs in ander schadeonderzoek met *T. similis*). Dit hangt waarschijnlijk samen met de drogere periode in mei en juni in 2009, waardoor de activiteit van *T. similis* in dat jaar lager is geweest dan in de andere jaren waardoor het opbrengstverlies bij de schadegevoelige gewassen lager is uitgevallen.

Aardappel

In de proeven is het ras Santana gebruikt dat heel gevoelig is voor kringrigheid. Er is in deze proeven ook heel veel kringrigheid waargenomen, maar dit kan zowel veroorzaakt zijn door tabaksratelvirus (TRV) als door zwabbertopvirus (PMTV) want beide virussen zijn elk jaar in aardappelknollen via moleculaire toetsmethoden aangetoond. Aangezien de schadeproeven op drie verschillende percelen zijn uitgevoerd, is het heel opvallend dat het zwabbertopvirus op elk van deze percelen van PPO aanwezig was, terwijl algemeen aangenomen wordt dat dit virus in Nederland niet of heel sporadisch voorkomt.

Een hoge besmetting met *T. similis* kan bij aardappel in het begin van het groeiseizoen enige groeiachterstand veroorzaken, maar in de loop van juni verdwijnt dit effect en in juli is dit niet meer zichtbaar. Op de met *T. similis* besmette percelen in dit schadeonderzoek hadden de voorbehandelingen en teelten een grote invloed op de leverbare aardappelopbrengst. Na chemische en biologische grondontsmetting was de leverbare opbrengst duidelijk hoger dan na zwarte braak. Na Engels raaigras en *Tagetes patula* was de opbrengst duidelijk lager. Na de teelt van *Tagetes patula* was percentage niet-leverbare knollen vrij hoog (vooral door een hoger percentage misvormde knollen).

In dit schadeonderzoek werden in 2007, 2008 en 2009 maximale opbrengstverliezen bij een hoge besmetting van *T. similis* berekend van respectievelijk 18, 27 en 12 procent. Gemiddeld over de drie jaar bedroeg het maximale opbrengstverlies bij aardappelen 19 procent.

De tolerantiedrempel (T) van consumptieaardappelen voor *T. similis* is heel laag en werd (gemiddeld over de drie jaren) berekend op 5 aaltjes per 100 ml grond. Als aangenomen kan worden dat bij lage besmettingen het opbrengstverlies in eerste instantie vrijwel lineair verloopt met de mate van besmetting van *T. similis*, dan daalde de opbrengst per aaltje in 100 ml grond met 18 kg per ha. **Consumptieaardappelen zijn dan ook schadegevoelig voor *T. similis*.**

Gemiddeld over de jaren is in dit schadeonderzoek na de teelt van consumptieaardappelen een maximale populatiedichtheid berekend van 283 *T. similis* aaltjes per 100 ml grond.

Daarom kunnen consumptieaardappelen beschouwd worden als een goede waardplant voor *T. similis*.

Suikerbiet

Bij een (zeer) hoge besmetting met *T. similis* kan het opkomstpercentage en daardoor het plantgetal van suikerbieten wat lager zijn. In mei en begin juni is er bij hoge besmettingen ook sprake van enige groeiachterstand, die echter in de loop van juni verdwijnt. Een hoge besmetting van *T. similis* kan soms tot wat meer vertakte bieten leiden. Biologische grondontsmetting veroorzaakt een wat hoger kaligehalte, een duidelijk hoger gehalte aan amino stikstof en daardoor ook een lager winbaarheid van de suiker. Een hoge besmetting met *T. similis* leidt niet meer grond- of koptarra. Na chemische grondontsmetting was het suikergewicht betrouwbaar hoger en na Engels raaigras betrouwbaar lager dan na de andere objecten.

In dit schadeonderzoek werden in 2007, 2008 en 2009 bij bieten maximale opbrengstverliezen bij hoge besmetting van *T. similis* berekend van respectievelijk 5, 11 en 8 procent, maar deze resultaten waren statistisch niet betrouwbaar. De tolerantiedrempel (T) was zeer laag en niet betrouwbaar hoger dan één trichodoride per 100 ml grond. Als aangenomen wordt dat bij lage besmettingen het opbrengstverlies in eerste instantie vrijwel lineair verloopt met de mate van besmetting van *T. similis*, dan daalde de suikeropbrengst per aaltje in 100 ml grond gemiddeld over de drie jaar met 2 kg per ha. **Suikerbiet is dan ook weinig schadegevoelig voor *T. similis*.**

Na de teelt van suikerbieten is voor *T. similis* een maximale populatiedichtheid (M) berekend van bijna 300 aaltjes per 100 ml grond. **Suikerbieten kunnen dan ook beschouwd worden als een goede waardplant voor *T. similis*.**

Waspeen

Verschillende voorbehandelingen hebben bij waspeen niet of nauwelijks geleid tot verschillen in gewasstand en gemiddeld over de jaren waren er ook geen (betrouwbare) verschillen in leverbare peen productie, in het percentage vertakte peen en het totale percentage niet-leverbare peen. Er was geen (betrouwbaar) verband tussen het besmettingsniveau van *T. similis* en de leverbare opbrengst van waspeen. Wel was er in 2009 en gemiddeld over de drie jaar een betrouwbaar effect van de besmetting met *Pratylenchus crenatus*. **Gezien de resultaten van dit onderzoek is waspeen dan ook niet schadegevoelig voor *T. similis*, maar lijkt dit gewas wel wat schadegevoelig te zijn voor *P. crenatus*.** In de praktijk lijkt *T. similis* bij waspeen soms toch wel schade te kunnen veroorzaken, vooral als kort na het zaaien een periode volgt met zeer nat en koel weer. Na de teelt van waspeen is voor *T. similis* een maximale populatiedichtheid (M) berekend van 70 aaltjes per 100 ml grond. **Daarmee is waspeen een (vrij) slechte waardplant voor dit aaltje.**

Schorseneer

Na biologische grondontsmetting leek het plantgetal van schorseneren wat lager te zijn dan na de andere voorbehandelingen en teelten. Bij een hoge besmetting met *T. similis* is de gewasstand in juni en juli vaak minder goed, maar vanaf augustus is dit verschil in stand niet meer te zien. Chemische grondontsmetting, met een zeer lage *T. similis* besmetting, leidt tot een hogere leverbare opbrengst en een hogere klasse 1 opbrengst dan Engels raaigras, Tagetes en gele mosterd die alle drie een hoge besmetting van *T. similis* nalaten. Na Engels raaigras is het percentage vertakte schorseneren vrij hoog.

In 2007, 2008 en 2009 werd een maximaal opbrengstverlies berekend van respectievelijk 21, 11 en 2 procent. Het gemiddelde maximale opbrengstverlies was 11 procent. De tolerantiedrempel (T) van schorseneren voor *T. similis* was niet betrouwbaar hoger dan één trichodoride per 100 ml grond. **Gezien het voorgaande kan schorseneer schadegevoelig zijn voor *T. similis*.**

Na de teelt van schorseneer is een maximale populatiedichtheid berekend van 129 *T. similis* aaltjes per 100 ml grond. **Daarmee is schorseneer een matige waardplant voor dit aaltje.**

5 INFORMATIEBRONNEN

- Keidel, H., T. G. van Beers, J. Doornbos, L.P.G. Molendijk.
Monitoring Nulsituatie. Rapport Resultaten meetrond 2005-2006.
BLGG rapport, mei 2007.
- Molendijk, L. P. G., O. Hartsema, F. C. Zoon, A. W. W. van Gastel en J. Hoek.
Tabaksratelvirus in aardappel.
PPO projectrapport 5233334, februari 2006.
- Seinhorst, J. W.
Achtergronden van aaltjesbestrijding.
Bedrijfsontwikkeling jaargang 12, mei 1981.
- <http://www.aaltjesschema.nl>

6 BIJLAGE

6.1 Aaltjesbesmetting

In deze bijlage worden aaltjes besmettingen in de diverse proeven aangegeven (voor zover het niet gaat om trichodoriden want die zijn in hoofdstuk 3 vermeld, zie daarvoor tabel 6).

Tabel 74: Mediaan aantal *Pratylenchus* aaltjes per 100 ml grond (totaal van spoelen en incuberen van de verschillende proefvelden en gemiddeld over de gehele proefperiode.

object	Vredepeel 2007		Castenray 2008		Vredepeel 2009		Gemiddeld 2007-2009	
Chemisch ontsmet	0	a	2	a	4	a	2	a
Biologisch ontsmet	3	b	108	b	57	c	24	b
Zwarte braak	22	c	342	c	110	d	85	c
<i>Tagetes patula</i>	2	b	149	b	30	b	20	b
Engels raaigras	57	d	1034	e	468	f	269	d
Gele mosterd	119	e	600	d	226	e	228	d
Gemiddeld	10		150		67		44	
F prob.	< 0.001		< 0.001		< 0.001		< 0.001	
LSR 5%	2.0		1.7				1.4	

Vooraf na Engels raaigras en in wat mindere mate na gele mosterd was er een aanzienlijke besmetting van *Pratylenchus* aaltjes (vooral in 2008). In 2007 en 2008 bestond de gehele *Pratylenchus* populatie uit *P. crenatus*, in 2009 bestond de *Pratylenchus* populatie voor 96 % uit *P. crenatus* en voor 4 % uit *P. neglectus*. De *Pratylenchus* aaltjes zijn door de chemische grondontsmetting zeer goed, door biologische grondontsmetting goed (bij vergelijking met de teelt van Engels raaigras) en door teelt van *Tagetes patula* redelijk bestreden.

Tabel 75: Mediaan aantal *Tylenchorhynchus* aaltjes per 100 ml grond (totaal van spoelen en incuberen van de verschillende proefvelden en gemiddeld over de gehele proefperiode.

object	Vredepeel 2007		Castenray 2008		Vredepeel 2009		Gemiddeld 2007-2009	
Chemisch ontsmet	0	a	0	a	14	a	2	a
Biologisch ontsmet	0	a	0	a	78	b	4	b
Zwarte braak	4	c	3	bc	378	d	18	d
<i>Tagetes patula</i>	2	b	1	ab	200	c	9	c
Engels raaigras	69	d	8	c	481	de	59	e
Gele mosterd	250	e	2	ab	700	e	79	e
Gemiddeld	8		2		176		15	
F prob.	< 0.001		0.002		< 0.001		< 0.001	
LSR 5%	1.8		2.8		1.6		1.6	

Tabel 76: Mediaan aantal *Paratylenchus* aaltjes per 100 ml grond (totaal van spoelen en incuberen van de verschillende proefvelden en gemiddeld over de gehele proefperiode.

object	Vredepeel 2007		Castenray 2008		Vredepeel 2009		Gemiddeld 2007-2009	
Chemisch ontsmet	1	a	0	ab	0	a	1	a
Biologisch ontsmet	8	b	0	a	5	b	4	b
Zwarte braak	26	c	2	c	25	c	14	c
<i>Tagetes patula</i>	54	c	3	cd	8	b	12	c
Engels raaigras	171	d	5	d	26	c	36	e
Gele mosterd	219	d	1	bc	18	c	23	d
Gemiddeld	30		2		9		10	
F prob.	< 0.001		< 0.001		< 0.001		< 0.001	
LSR 5%	2.3		2.0		1.8		1.5	

Door Engels raaigras en gele mosterd was de besmetting van *Tylenchorhynchus* en van *Paratylenchus* aaltjes duidelijk toegenomen. Door de chemische en biologische grondontsmetting name deze aaltjes af.

Tabel 77: Mediaan aantal saprofyten en overige aaltjes per 100 ml grond (totaal van spoelen en incuberen van de verschillende proefvelden en gemiddeld over de gehele proefperiode.

object	Vredepeel 2007		Castenray 2008		Vredepeel 2009		Gemiddeld 2007-2009	
Chemisch ontsmet	167	a	484	a	379	a	354	a
Biologisch ontsmet	1187	b	2228	b	2592	bc	1988	b
Zwarte braak	1546	bc	2410	b	2215	b	2065	b
Tagetes patula	1991	cd	2812	bc	3114	cd	2656	c
Engels raaigras	2809	e	3085	bc	5031	e	3547	d
Gele mosterd	2159	de	3906	c	4072	de	3234	d
Gemiddeld	1246		2107		2274		1883	
F prob.	< 0.001		< 0.001		< 0.001		< 0.001	
LSR 5%	1.4		1.6		1.3		1.2	

Zoals bekend doodt chemische grondontsmetting niet alleen diverse plantparasitaire aaltjes (en andere bodemorganismen), maar ook veel nuttige en onschadelijke aaltjes. Dat wordt ook in dit onderzoek bevestigd want bij chemische grondontsmetting nam het aantal saprofytische aaltjes zeer sterk af (daling van de populatie met 83 procent). Bij biologische grondontsmetting nam het aantal saprofytische aaltjes vergeleken met zwarte braak nauwelijks af, maar vergeleken met Engels raaigras (dat geteeld is voorafgaand aan biologische grondontsmetting) daalde de populatie met meer dan 40 procent. Ook als biologische grondontsmetting vergeleken wordt met Engels raaigras, dan is de afname van de populatie nog vrij beperkt. In die zin lijkt biologische grondontsmetting minder schadelijk te zijn voor nuttige en onschadelijke aaltjes dan chemische grondontsmetting. Door de teelt van Tagetes nam het aantal saprofytische aaltjes wat toe, maar een veel sterkere toename van deze aaltjes trad op na Engels raaigras en gele mosterd.

Naast de bovenvermelde aaltjes zijn ook de aantallen *Meloidogyne*, *Rotylenchus*, *Ditylenchus*, *Hemicycliophora* en *Helicotylenchus* aaltjes bepaald, maar aaltjes van deze geslachten kwamen niet voor of alleen in zeer lage aantallen en worden daarom hier niet weergegeven.

6.2 Weersomstandigheden

In deze bijlage zijn de gegevens opgenomen van het KNMI weerstation in Eindhoven (het meest nabij de proef gelegen weerstation). Onder de tabellen volgt een algemene beschrijving van de weersomstandigheden per maand. Een en ander geeft een globale indruk van de weersomstandigheden in het desbetreffende jaar.

Tabel 78: Temperatuur, neerslag en zonneschijn per maand, KNMI weerstation Eindhoven, 2007.

maand	temperatuur in gr C.		neerslag in mm		zonneshijn in uren	
	2007	normaal	2007	normaal ¹	2007	normaal
januari	6.7	2.8	120	61	42	54
februari	6.1	3.1	78	45	59	83
maart	7.8	6.0	60	63	161	107
april	13.4	8.6	0	41	282	155
mei	14.5	13.1	112	57	182	199
juni	17.7	15.6	95	71	161	173
juli	17.1	17.6	124	60	179	189
augustus	17.0	17.5	57	55	183	185
september	13.8	14.3	43	67	130	131
oktober	10.0	10.4	31	61	123	108
november	6.4	6.1	57	64	77	65
december	3.7	4.0	68	70	67	41

1) gemiddelde neerslagcijfers van station te Volkel.

Januari was record zacht, heel nat en was wat aan de sombere kant. Februari was heel zacht, nat en somber. Maart was heel zacht, heel zonnig en een normale hoeveelheid neerslag. April was record zacht, record droog en record zonnig (in de Bildt was dit de warmste april maand sinds het begin van de metingen). Mei was warm en nat met een vrijwel normale hoeveelheid zonneschijn. Juni was heel warm, vrij nat en aan de sombere kant. Juli was heel nat, vrij somber en vrij koel. Augustus had een vrijwel normale temperatuur en hoeveelheid neerslag, met een normale hoeveelheid zonneschijn. September was vrij koel en vrij droog, met een normale hoeveelheid zonneschijn. Oktober was droog, vrij zonnig met een vrijwel normale temperatuur. November was aan de zachte kant, wat droog en met een vrijwel normale hoeveelheid zonneschijn. December was zeer zonnig, met een normale temperatuur en hoeveelheid neerslag.

Tabel 79: *Temperatuur, neerslag en zonneschijn per maand, KNMI weerstation Eindhoven, 2008.*

maand	temperatuur in gr C.		neerslag in mm		zonneschijn in uren	
	2008	normaal	2008	normaal ¹	2008	normaal
januari	6.4	2.8	69	61	51	54
februari	5.2	3.1	47	45	135	83
maart	6.0	6.0	82	63	119	107
april	9.1	8.6	35	41	168	155
mei	16.4	13.1	55	57	252	199
juni	16.5	15.6	58	71	207	173
juli	18.0	17.6	98	60	179	189
augustus	17.6	17.5	86	55	161	185
september	13.4	14.3	45	67	148	131
oktober	9.9	10.4	57	61	138	108
november	6.6	6.1	58	64	52	65
december	2.2	4.0	22	70	76	41

1) gemiddelde neerslagcijfers van station te Volkel.

Januari was zeer zacht met een normale hoeveelheid zon en hoeveelheid neerslag. Februari was heel zacht, zeer zonnig en met een normale hoeveelheid neerslag. Maart was normaal wat betreft temperatuur, vrij nat en vrij zonnig. April was vrij zacht, vrij droog en vrij zonnig. De eerste helft van de maand was koel en wisselvallig, maar na twintig april volgde een periode met droog weer. Mei was uitzonderlijk warm en heel zonnig met een vrij normale hoeveelheid neerslag (vooral in het noorden van het land was het in deze maand echter heel droog). Juni was warm, zonnig en vrij droog. Vooral de eerste tien dagen van juni waren warm en droog (in het noorden van het land was het toen uitzonderlijk droog), daarna volgde een periode met wisselvallig weer. Juli was warm en nat, met een vrij normale hoeveelheid zonneschijn. Augustus was somber en nat, maar met een normale temperatuur. Het weer had in de gehele maand een wisselvallig karakter. September was vrij koel, zonnig en vrij droog. De eerst helft van de maand kende veel wisselvallig weer, de tweede helft bracht rustig, droog en vrij koel weer. Oktober was vrij koel en zonnig, met een normale hoeveelheid neerslag. November was vrij zacht en somber, met een normale hoeveelheid neerslag. December was vrij koud, zonnig en heel droog.

Tabel 80: *Temperatuur, neerslag en zonneshijn per maand, KNMI weerstation Eindhoven, 2009.*

maand	temperatuur in gr C.		neerslag in mm		zonneshijn in uren	
	2009	normaal	2009	normaal ¹	2009	normaal
januari	0.0	2.8	49	61	106	54
februari	3.2	3.1	57	43	50	80
maart	6.2	6.0	53	63	126	107
april	12.7	8.6	47	41	222	155
mei	14.3	13.1	29	57	226	199
juni	16.1	15.6	54	71	233	173
juli	18.4	17.6	90	60	221	189
augustus	18.9	17.5	44	55	239	185
september	15.1	14.3	15	67	156	131
oktober	10.6	10.4	80	61	123	108
november	9.6	6.1	135	64	59	65
december	2.2	4.0	80	70	54	41

1) gemiddelde neerslagcijfers van station te Volkel.

Januari was koud, wat droog en zeer zonnig. Februari had een normale temperatuur, was vrij nat en somber. Maart had een vrij normale temperatuur, was aan de droge kant en was zonnig. April was zeer zacht, wat aan de natte kant en zeer zonnig. Mei was zacht, droog en zonnig. Juni was vrij zacht, vrij droog en zeer zonnig. Juli was vrij warm, nat en zonnig. Augustus was warm, vrij droog en zeer zonnig. September was zacht, heel droog en vrij zonnig. Oktober had een normale temperatuur, was vrij nat en zonnig. November was zacht, zeer nat en wat somber. December was koud, vrij nat en vrij zonnig.