

Wortelverbruiningsonderzoek bij Suikerbieten; eindrapport

De rol van plantparasitaire aaltjes in het wortelverbruiningscomplex

L. van den Brink, T. van Beers en L.P.G. Molendijk

© 2008 Wageningen, Praktijkonderzoek Plant & Omgeving B.V.

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

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

Dit onderzoek is financieel mogelijk gemaakt door:
Productschap Akkerbouw
Postbus 29739
2502 LS Den Haag



Projectnummer: 32520241-3

Praktijkonderzoek Plant & Omgeving B.V.
Business-unit Akkerbouw, Groene Ruimte en Vollegrondsgroente
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

pagina

SAMENVATTING.....	4
1 INLEIDING	5
2 SAMENGEVATTE RESULTATEN VAN HET ONDERZOEK AAN PERCELEN IN DE JAREN 2003 EN 2004 .	6
3 ONDERZOEK NAAR DE INTERACTIE TUSSEN <i>FUSARIUM SPP</i> EN <i>TRICHODORIDEN</i> SOORTEN BIJ SUIKERBIETEN	10
3.1 Inleiding	10
3.2 Doel	10
3.3 Opzet	10
3.4 Werkwijze.....	11
3.5 Resultaten 2005.....	12
3.6 Resultaten 2006.....	14
3.7 Discussie en conclusie potproeven.....	15
4 LITERATUURONDERZOEK	16
5 DISCUSSIE TOTALE WORTELVERBRUININGSONDERZOEK	17
6 CONCLUSIES	19
LITERATUUR.....	19

Samenvatting

In de jaren 2003 tot en met 2006 heeft het PPO onderzoek uitgevoerd aan wortelverbruining in suikerbieten. Het verschijnsel wortelverbruining komt voor op de zandgronden in het oosten en zuiden van ons land. Pleksgewijs blijft de groei van de bieten achter. Wanneer de planten worden opgetrokken, blijkt het wortelstelsel er meestal bruin en ongezond uit te zien. Aangenomen wordt dat wortelverbruining wordt veroorzaakt door een complex van meerdere factoren. Het PPO heeft onderzoek gedaan naar de rol van plantparasitaire aaltjes.

In 2003 en 2004 zijn, in totaal, op 39 percelen met verschijnselen van wortelverbruining grond- en gewasmonsters genomen. Het PPO heeft de monsters onderzocht op aaltjes, terwijl het IRS de monsters heeft onderzocht op schimmels. Het PPO heeft ook de pH van de grond laten bepalen, terwijl er daarnaast ook naar de bodemstructuur is gekeken. Uit dit bemonsteringsonderzoek kwam het volgende naar voren:

- Op meer dan driekwart van de percelen met wortelverbruiningsverschijnselen werd vastgesteld dat *Trichodorus*-aaltjes mede verantwoordelijk waren voor de schade.
- Een te lage pH was in veel gevallen (38%) ook een belangrijke medeveroorzaker van de slechte groei. De pH was op deze percelen lager dan 4,5.
- Een slechte structuur van de ondergrond bleek in ca. 10% van de percelen ook bij te dragen aan de schade.
- Op een beperkt gedeelte van de percelen (19%) bleken ook wortelknobbelaaltjes bij te dragen aan de schade.
- *Aphanomyces* bleek op ruim 20% van de percelen een medeveroorzaker te zijn van de schade.

In 2005 en 2006 heeft het PPO onderzoek uitgevoerd naar de interactie tussen *Trichodorus*-aaltjes en schimmels. In 2005 werd gewerkt met *Paratrichodorus pachydermus* en twee *Fusarium* schimmels: *Fusarium oxysporum* en *Fusarium culmorum*. In 2006 is gewerkt met *Trichodorus similis*, *Fusarium oxysporum* en *Fusarium acuminatum*. Het onderzoek werd uitgevoerd in pottenproeven. Zowel de aaltjes als de schimmels werden in 2 concentraties onderzocht. Daarnaast waren ook de bijbehorende O-objecten in de proeven opgenomen. In 2005 trad er een significante interactie op tussen *Trichodoriden* en *Fusarium oxysporum*. In 2006 waren er wel aanwijzingen dat er interactie optrad, maar dit effect was niet significant. Op basis van het interactieonderzoek is geconcludeerd dat een gedeelte van de schade die optreedt bij wortelverbruining het gevolg kan zijn van het feit dat aaltjes de bietenplanten gevoeliger maken voor schimmelaantastingen.

1 Inleiding

In suikerbietenpercelen op de zandgronden in het oosten en zuiden van ons land zijn in het voorjaar soms plekken te zien waar de groei van de bieten duidelijk achterblijft. De plekken kunnen in grootte variëren van enkele tientallen m² tot meer dan 1 ha. Het duidelijkst zijn de plekken zichtbaar in de maand juni. Wanneer de achterblijvende planten opgetrokken worden, blijkt het wortelstelsel er meestal bruin en ongezond uit te zien. Het verschijnsel wordt dan ook wel als wortelverbruining aangeduid. Aangenomen wordt dat wortelverbruining wordt veroorzaakt door een complex van meerdere factoren.

Op de percelen waar wortelverbruining optreedt, komen naast schimmels, zoals *Aphanomyces*, *Rhizoctonia* en diverse *Fusarium* schimmels, regelmatig ook plantparasitaire aaltjes voor. Het doel van het onderzoek dat PPO in de jaren 2003 tot en met 2006 heeft uitgevoerd, was om inzicht te krijgen of en in hoeverre aaltjes een rol spelen in het wortelverbruiningscomplex. Het onderzoek is uitgevoerd in nauwe samenwerking met het Instituut voor Rationele Suikerproductie (IRS). Het IRS heeft zich met name gericht op de rol van schimmels en het PPO op de rol van plantparasitaire aaltjes en de mogelijke invloed van voorvruchten.

In 2003 en 2004 zijn percelen in Gelderland/Overijssel en in Oost-Brabant/Limburg waarop verschijnselen van wortelverbruining zichtbaar waren, bemonsterd voor aaltjesonderzoek en voor schimmelonderzoek. Het onderzoek van 2003 is gerapporteerd in het rapport "Wortelverbruiningsonderzoek bij Suikerbieten in 2003". De resultaten van de bemonsteringen in 2004 zijn gerapporteerd in het rapport "Wortelverbruiningsonderzoek bij Suikerbieten in 2004". In dit eindrapport zullen de samengevatte resultaten en conclusies van het onderzoek van beide jaren vermeld worden.

In 2005 en 2006 zijn potproeven uitgevoerd waarin de interactie tussen *Trichodoriden* en *Fusarium* nader is onderzocht. Een belangrijke vraag hierbij was of het gezamenlijk voorkomen van het aaltje en de schimmel een zwaardere aantasting geeft dan van het aaltje of de schimmel afzonderlijk. Uit het onderzoek van 2003 en 2004 kwam naar voren dat met name *Trichodoriden* gevonden werden op de percelen met wortelverbruining. Er is voor gekozen om in de potproeven te werken met *Fusarium*, omdat deze schimmel algemeen voorkomt en omdat het onderzoek met deze schimmel eenvoudiger is uit te voeren dan met andere schimmels die in de bieten een rol spelen.

In 2005 is een pilotproef uitgevoerd met het aaltje *Paratrichodorus pachydermus*, en de schimmelsoorten *Fusarium oxysporum* en *Fusarium culmorum*.

In 2006 is een pottenproef uitgevoerd met *Trichodorus similis* en met de schimmelsoorten *Fusarium oxysporum* en *Fusarium acuminatum*.

Naast dit onderzoek is er ook literatuuronderzoek uitgevoerd. Er is met name gekeken naar informatie over interactie tussen nematoden en schimmels bij bieten.

2 Samengevatte resultaten van het onderzoek aan percelen in de jaren 2003 en 2004

De bemonsterde percelen lagen op de zandgronden van Gelderland en Overijssel en op de zandgronden van Oost-Brabant en Limburg. In 2003 zijn in het zandgebied van Gelderland en Overijssel 10 percelen bemonsterd; in 2004 werd dit gedaan op 14 percelen. In Oost-Brabant en Limburg zijn in 2003 8 en in 2004 7 percelen bemonsterd. Naast grondmonsters voor het aaltjesonderzoek zijn er ook gewasmonsters genomen die beoordeeld zijn op symptomen van aaltjesaantastingen en op symptomen van schimmelaantastingen. Daarnaast is aan de grondmonsters ook de pH bepaald. Tijdens de bezoeken aan de percelen is ook gekeken naar de bodemstructuur. Er is ook informatie verzameld over de voorgeschiedenis van de percelen, o.a. over de vruchtwisseling. De details van het onderzoek aan de percelen staan in de verslagen die in de inleiding zijn genoemd. In tabel 1 staan van alle percelen de belangrijkste resultaten, waarbij ook per perceel aangegeven is welke factoren waarschijnlijk verantwoordelijk zijn voor de pleksgewijs achterblijvende groei. Ook de geteelde voorvruchten staan in de tabel.



Afbeelding 1. Perceel met verschijnselen van wortelverbruining.

Tabel 1. Perceelsbemonsteringen in 2003 en 2004. Samenvatting van de belangrijkste resultaten en conclusies per perceel.

	Nematoden (aantallen per 100 ml grond)										Schimmels*)		Factoren die een rol kunnen spelen bij de slechte groei (wortelverbruining)			
	Meloidogyne			Trichodoriden				Aphanomyces	pH-K-CI	Structuurproblemen	Visuele beoordeling Wortelbeelden					
	Heterodera (bca of aca)	M. naasi	M. chitwoodi	M. hapla	T. similis	T. cylindricus	T. primitivus					T. spp.		Paratrichodorus teres	Paratrichodorus pachydermis	
totaal				totaal												
A'hoek, 2003																
Perceel 1	5	0			200	9				j	5.1	j?	Trich	Trichodorus/Aphanomyces		
Perceel 2	0	0			10		1			4	n	4.4	n	Geen	pH?/Trichodorus?	
Perceel 3	0	5	1		0					1	n	3.9	n	Geen	pH	
Perceel 4	5	0			5					n	4.9	j	Geen	Structuur/Trichodorus?		
Perceel 5	183	42		1	4	0				n	3.9	n	W.knobbel	W.knobbel/pH/bca?		
Perceel 6	0	220	19	1?	0					j	4.9	j	Geen	W.knobbel/structuur/Aphanomyces		
Perceel 7	10	0			0					n	4.4	j	Trich	Structuur/pH/Trichodorus?		
Perceel 8	0	0			45	2				1	n	4.6	n	Trich	Trichodorus	
Perceel 9	0	25	20		135	1				8	n	4.5	n	W.knobbel	Trichodorus/W.knobbel	
Perceel 10	0	0			18	1				n	5.5	n	Geen	Trichodorus?		
Br/Limb. 2003																
Perceel 11	0	0			125	2	4			n	5.3	n	Trich	Trichodorus		
Perceel 12	400	0			100	3	1			j	5.7	n	BCA/Trich?	Trichodorus/bca/Aphanomyces		
Perceel 13	5	0			65	6	2			1	j	6.2	n	Trich?	Trichodorus/Aphanomyces	
Perceel 14	25	3			93	1				14	j	5.9	n	Trich	Trichodorus/Aphanomyces/bca?	
Perceel 15	95	0			100	1				2	j	5.2	n	BCA/Trich?	Trichodorus/Aphanomyces/bca	
Perceel 16	0	0			12					2	n	3.9	n	Trich	pH/Trichodorus	
Perceel 17	0	0			140					2	5	j	5.2	n	Trich	Trichodorus/Aphanomyces
Perceel 18	0	0			0					1	j	4.1	j	Geen	Structuur/pH/Aphanomyces	
A'hoek, 2004																
Perceel 19	0	0			5					n	4.8	n	Geen	Trich?		
Perceel 20	0	0			85	4				4	n	4.1	j?	Trich?	Trichodorus, pH en structuur?	
Perceel 21	0	0			40					1	n	4.4	n	Geen	Trichodorus en pH	
Perceel 22	90	0			60					7	n	5.7	j?	Trich?	Trichodorus en structuur? En bca?	
Perceel 23	20	0			210					19	n	4.7	j?	Geen	Trichodorus en structuur? En bca?	
Perceel 24	0	0			10					3	n	4.2	n	Trich/bca	Trichodorus, pH en bca?	
Perceel 25	0	0			38					n	4.6	n	Trich?	Trichodorus		
Perceel 26	12	52	7		43					n	4.4	n	W.kn./bca?	Trichodorus, wortelknobbel, pH en bca?		
Perceel 27	0	0			10					2	n	3.9	n	Trich	Trichodorus en pH	
Perceel 28	25	520	20		215					10	n	4.4	n	W.knobbel	Trichodorus, wortelknobbel, pH en bca?	
Perceel 29	0	0			450		14			6	n	5.4	n	Trich	Trichodorus en rhiz?	
Perceel 30	0	370	20		115					9	n	4.4	n	Trich	Trichodorus, wortelknobbel, pH en bca?	
Perceel 31	85	650	20		190					n	4.8	n	W.knobbel	Trichodorus en wortelknobbel en bca?		
Perceel 32	0	0			15					2	n	4.2	n	Trich	Trichodorus en pH	
Br/Limb. 2004																
Perceel 33	0	0			145					16	n	6.5	n	Trich	Trichodorus	
Perceel 34	25	0			35	2				4	n	4.8	n	Trich	Trichodorus en bca?	
Perceel 35	85	0			30	7				n	5.8	n	Trich	Trichodorus en bca?		
Perceel 36	0	0			130	1				11	n	4.3	n	Trich	Trichodorus en pH	
Perceel 37	0	0			5					1	n	3.8	n	Trich	Trichodorus en pH	
Perceel 38	10	5			55	4				4	n	4.9	n	Trich	Trichodorus	
Perceel 39	0	5			10					1	1	n	6.3	n	Trich	Trichodorus

* bepaald door IRS. Opm. Fusarium was in alle monsters aanwezig; j = gevonden; n = niet gevonden

Uit tabel 1 blijkt dat er op veel percelen meerdere factoren zijn die verantwoordelijk zijn voor de slechte groei. Naast schade door aaltjes en schimmels wordt de slechte groei soms ook veroorzaakt door een te lage pH of een slechte structuur van de ondergrond. De plekken met een slechtere groei bevonden zich vooral op die gedeelten van de percelen waar de zandgrond lichter (schraller/ lager organische stofgehalte) was dan op de rest van het perceel. Slechtere teeltomstandigheden veroorzaakt door een te lage pH, een slechte structuur of een slechte vochtvoorziening vergroten de kans op schade door aaltjes of schimmels.

Bij de beoordeling van de wortelstelsels zagen de wortels er niet altijd bruin en ongezond uit. Het is mogelijk dat de aanduiding wortelverbruining niet voor alle percelen van toepassing was. Het waren echter wel allemaal percelen met plekken waarin de groei zeer sterk achterbleef.

Zowel in 2003 als in 2004 was op alle percelen een ras gezaaid met resistentie tegen zowel rhizomanie als tegen rhizoctonia.

Op veel percelen was de pH laag. Voor zandgronden met een lager organische stofgehalte dan 5% wordt een advies pH aangehouden van ca. 5,7. In de analyse van de cijfers is er vanuit gegaan dat er duidelijke schade van een lage pH te verwachten is bij waarden lager dan 4,5. Op 16 van de 39 bemonsterde percelen was dat het geval. De grens van 4,5 is echter niet scherp, zodat het mogelijk is dat op beduidend meer percelen de te lage pH heeft bijgedragen aan de schade. Op 26 van de 39 percelen was de pH lager dan 5,0.

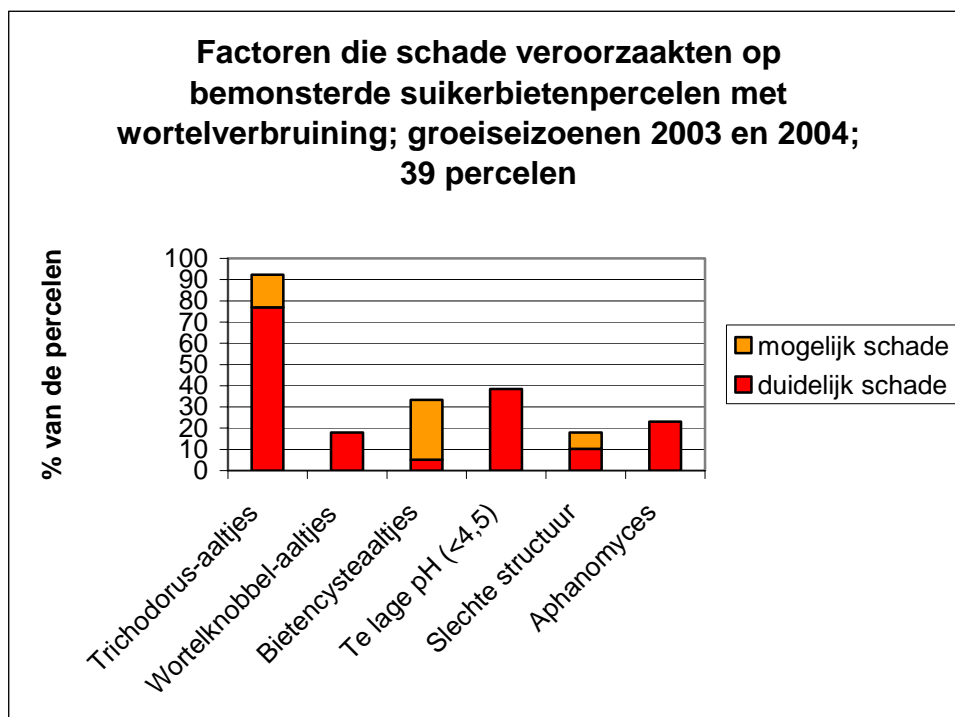
Op 34 van de 39 percelen werden vrijlevende aaltjes (*Trichodoriden*) aangetroffen in de grondmonsters. In de meeste gevallen was er ook op de wortelstelsels schade door vrijlevende aaltjes te zien. Van vrijlevende aaltjes is bekend dat ze grote schade kunnen veroorzaken in suikerbieten, zodat het aannemelijk is dat dit aaltje een belangrijke rol speelt bij de slechte groei op de bemonsterde percelen. Uit informatie van de telers blijkt dat er op verschillende percelen waarop vrijlevende aaltjes werden aangetroffen ook in voorgaande jaren gewassen geteeld zijn die een sterke vermeerdering van dit aaltje geven: gras, gerst of tarwe. Dit verband was echter niet altijd even duidelijk.

Op 7 van de 39 percelen werden wortelknobbelaaltjes (*Meloidogyne spp.*) aangetroffen in aantallen dat er schade van verwacht kan worden. In 5 gevallen werden er ook symptomen op de wortelstelsels geconstateerd. Op 5 van de 7 percelen werd vastgesteld dat in ieder geval het graswortelknobbelaaltje (*M. naasi*) aanwezig was. Op alle 5 percelen hebben in het verleden ook gewassen gestaan waarop dit aaltje zich goed vermeerdert, nl. grasland en gerst.

Op 16 van de 39 percelen werden larven van *Heterodera*-aaltjes gevonden. In het uitgevoerde onderzoek werd geen onderscheid op soort gemaakt tussen het bietencysteaaltje en het aardappelcysteaaltje. Er kon dan ook voor geen enkel perceel de harde conclusie getrokken worden dat het bietencysteaaltje mede verantwoordelijk was. Er waren wel 4 percelen waar het nog maar 3 jaar geleden was dat er ook bieten geteeld waren.

Aphanomyces werd alleen in 2003 gevonden op 8 percelen. In 2004 werden geen symptomen van *Aphanomyces* gezien.

In figuur 1 zijn de resultaten van de perceelsbemonstering samengevat door per factor aan te geven op welk percentage van de percelen de factor een rol heeft gespeeld. Op de meeste percelen zijn meerdere factoren aan te wijzen. De twee belangrijkste factoren zijn *Trichodoriden* (op 77% van de percelen duidelijke aanwijzingen) en een lage pH (op 38% van de percelen).



Figuur 1. Overzicht van de factoren die schade hebben veroorzaakt op de bemonsterde suikerbietenpercelen met wortelverbruining.

3 Onderzoek naar de interactie tussen *Fusarium spp* en *Trichodoriden* soorten bij suikerbieten

3.1 Inleiding

Uit praktijkinventarisatie naar wortelverbruining bij suikerbieten kwam naar voren dat bij ernstige aantastingen, naast diverse schimmels (*Aphanomyces spp*, *Rhizoctonia spp*), met name de *Trichodoride* aaltjes vaak voorkwamen. De invloed van de aaltjes op de mate van aantasting door de schimmels was niet bekend. Het IRS heeft wel aanwijzingen dat er interactie zou kunnen optreden tussen *Fusarium* en bietencysteaaltjes. Het IRS heeft op bieten ongeveer 13 soorten *Fusarium* geïsoleerd waarvan een deel in potproeven met suikerbiet vervolgens pathogeen bleek te zijn (H. Schneider pers. med.) Omdat met *Fusarium* ervaring was opgebouwd in potproeven met suikerbieten, is deze schimmel als toetsorganisme gekozen om een eventuele interactie aan te tonen. Hoewel *Aphanomyces* wel in het bemonsteringsonderzoek werd aangetroffen, is er niet voor gekozen om deze schimmel in de pottenproef te gebruiken. *Aphanomyces* is een schimmel die zich minder goed leent voor dit onderzoek.

3.2 Doel

Vaststellen of de aantasting door *Fusarium* wordt verergerd door de aanwezigheid van *Trichodoride* aaltjes.

3.3 Opzet

In twee potproeven toetsten we *Paratrichodorus pachydermus* en *Trichodorus similis* en de schimmelsoorten *Fusarium oxysporum*, *F. culmorum* en *F. acuminatum*.

De gebruikte *Fusarium* isolaten waren allen afkomstig uit bieten. *F. oxysporum* is specifiek voor bieten. *F. culmorum* en *F. acuminatum* zijn graanpathogenen, maar komen ook voor in de bieten.

De gebruikte *Trichodoriden* soorten *P. pachydermus* en *T. similis* komen algemeen voor op de lichtere gronden en veroorzaken op suikerbieten op zich alleen vertakkingen en geen wortelverbruining.

De *Fusarium* soorten en de aaltjes zijn elk in 3 concentraties ingezet wat resulteerde in 18 objecten. Het IRS te Bergen op Zoom heeft schimmel inoculum beschikbaar gesteld. In 2005 betrof het *F. oxysporum* stam FO B 216C en *F. culmorum* stam MH-FO 307. In 2006 betrof het *F. oxysporum* stam FO B 216C en *F. acuminatum* stam MHF 0420.

In 2005 is gewerkt met *P. pachydermus*, gewonnen uit een kweek, die gedurende 12 weken in de kas heeft gestaan met als vermeerderend gewas *Tagetes patula*, Single gold. In 2006 is gewerkt met een veldpopulatie *T. similis*, herkomst Vredepeel.

De potproeven zijn in 5 herhalingen uitgevoerd x 18 objecten is in totaal 90 potten + 10 extra onbehandelde controle potten. Er is gebruik gemaakt van 1 liter potten, waarin 9 suikerbieten zaden gezaaid zijn.

Het suikerbieten ras was Aligator (zonder Gaucho (= insecticide)) in de vorm van standaard pillenzaad. Het temperatuurregime in de kas is afgestemd op de behoefte van de *Trichodoride* aaltjes, namelijk 20°C overdag, 16°C s'navonds. De optimale temperatuur voor *Fusarium* ligt wat hoger maar is mogelijk letaal voor de *Trichodoriden*.

Tabel 2. Proef opzet potproeven 2005 en 2006.

Jaar	<i>Fusarium</i>	Concentraties (% gewicht)	<i>Trichoderiden</i>	Concentraties (aantal per liter)
2005	<i>F. oxysporum</i> stam FO B 216C	0; 0,5 en 5	<i>P. pachydermus</i>	0; 200; 500
	<i>F. culmorum</i> stam MH-FO 307	0; 0,5 en 5	<i>P. pachydermus</i>	0; 200; 500
2006	<i>F. oxysporum</i> stam FO B 216C	0; 0,5 en 5	<i>T. similis</i>	0; 100; 335
	<i>F. acuminatum</i> stam MHF 0420	0; 0,5 en 5	<i>T. similis</i>	0; 100; 335

3.4 Werkwijze

De potgrond en het zilverzand is gepasteuriseerd in de droogstoven gedurende 24 uur bij 70°C. Vervolgens is deze gepasteuriseerde potgrond gemengd met gepasteuriseerd zilverzand in de verhouding 1:2 met een basis gift aan meststoffen in de vorm van Kristalon (4 gram/liter).

De exacte hoeveelheid potgrond/zand mengsel per object is afgewogen en de verschillende concentraties van de *Fusarium* soorten, zijn in de vorm van aardappelmeelcultuur toegevoegd. De *Fusarium* is op gewichtsbasis in 0%, 0,5% en 5% door het grondmengsel gemengd.

Dit potgrond/zand mengsel met aardappelmeelcultuur is teruggebracht op zijn oorspronkelijke vochtpercentage van 20 procent en de potten zijn zodanig gevuld dat er 1000 ml grond in de pot zat. Vervolgens zijn er 9 (drie dagen voorgekiemde) suikerbieten zaden in de potten gelegd, met 1 cm tussenruimte.

De aaltjes zijn toegevoegd in de vorm van suspensie in een dichtheid van 0, 200 en 500 aaltjes per pot. In 2006 is dit 0, 100 en 335 geworden door gebrek aan aaltjes. Het inoculeren is in een kleine driehoeksvorm toegepast, zo dicht mogelijk bij de zaden. Deze dichtheden zijn niet zo schadelijk dat het te verwachten is dat alleen hierdoor plantuitval zal optreden.

De plantjes kregen naar behoefte individueel water met een bekersglas. Direct na opkomst werd er een beoordeling uitgevoerd op aantasting van *Fusarium* en deze beoordeling is wekelijks herhaald, uitgevoerd door zover mogelijk dezelfde personen.

Voor de statistische verwerking is gebruik gemaakt van variantieanalyse met het programma Genstat.



Afbeelding 2. De bietenplanten één week na zaai.

3.5 Resultaten 2005

De aantasting die optrad ging zeer geleidelijk en ook binnen één pot kwamen gezonde en zieke planten naast elkaar voor. De moeilijkheid bij deze proef was dat de optimale temperatuur om een *Fusarium* aantasting te krijgen (ervaringen IRS) veel hoger is, namelijk 25°C. Dit is veel hoger dan, naar we aannemen, aaltjes kunnen verdragen. Het was dus de vraag of er bij de temperatuur in de kas van 20°C wel voldoende *Fusarium* aantasting zou ontstaan.

In de potten met *Fusarium culmorum* is geen aantasting opgetreden. Waarschijnlijk is de temperatuur niet hoog genoeg geweest. De stam FO B 216C van *Fusarium oxysporum* is een erg agressief type en heeft wel aantasting gegeven in de bietenplantjes.

De eindanalyse is uitgevoerd op het aantal gezonde planten per pot dat aan het einde van de proef in de potten is overgebleven.



Afbeelding 3. Pot met wegvallende planten door Fusarium aantasting.

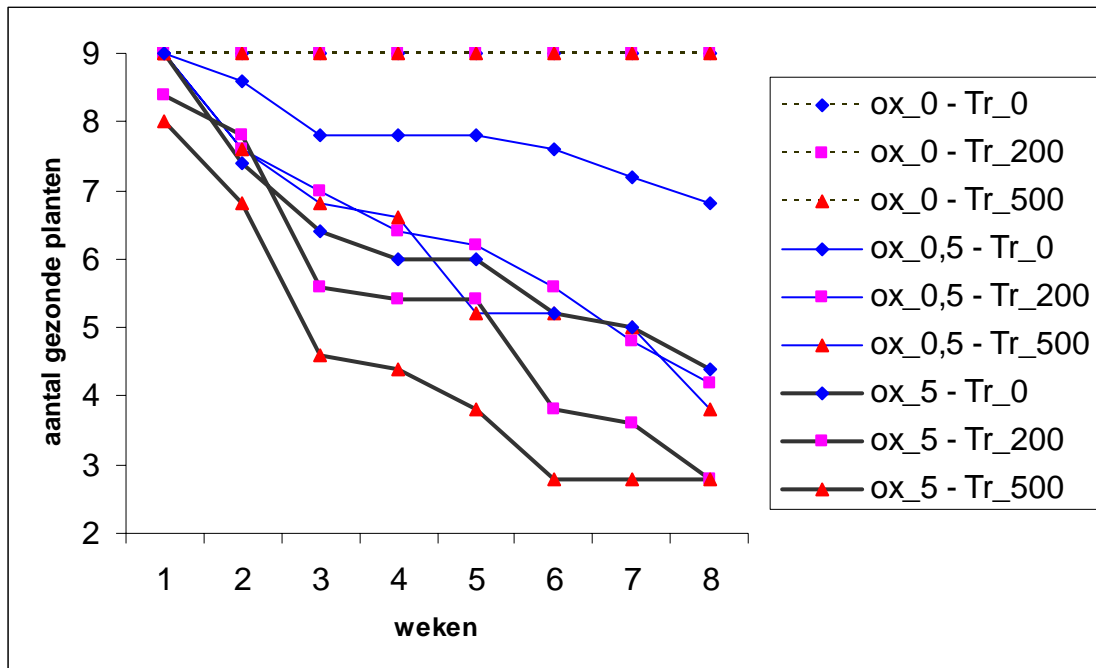
Tabel 3. Resultaat interactieproef 2005 *Fusarium* en *Paratrichodorus pachydermus* (aantal gezonde planten aan het einde van de proef ($P < 0,05$)).

Aaltjesdichtheid in aantal per pot	Fusarium dichtheid in percentage per pot	Aantal gezonde planten <i>F. culmorum</i>	Aantal gezonde planten <i>F. oxysporum</i>
0	0	9 a	9 a
0	0,5	9 a	6,8 b
0	5,0	9 a	4,4 c
200	0	9 a	9 a
200	0,5	9 a	4,2 c
200	5,0	9 a	2,8 d
500	0	9 a	9 a
500	0,5	9 a	3,8 cd
500	5,0	9 a	2,8 d

In tabel 3 is te zien dat in de potten met de *F. culmorum* alle planten gezond zijn gebleven.

In de potten waar alleen aaltjes in zaten vond ook geen uitval van planten plaats.

F. oxysporum heeft wel uitval van bietenplantjes veroorzaakt, ook in afwezigheid van *P. pachydermus* aaltjes. De hoogte van de besmetting met *F. oxysporum* was ook van invloed aantal gezonde planten dat overbleef. Wanneer er in de potten aaltjes toegevoegd waren, was de uitval van planten significant hoger. De hoogte van de aaltjesbesmetting was niet van invloed op de mate van uitval.



Figuur 2. Verloop van de aantasting in de tijd. Gemiddeld aantal gezonde planten per pot. *F. oxysporum* Potproef 2005. *fusarium oxysporum* range van 0 tot 5% per pot, *P. pachydermis* range van 0 tot 500 aaltjes per pot.

In figuur 2 is te zien dat de uitval van de planten direct na het inzetten van de proef is begonnen. De potten met de hoogste concentratie *F. oxysporum* lieten de snelste en de hoogste sterfte zien.

3.6 Resultaten 2006

In tabel 4 is te zien dat in de potten met *F. acuminatum* nagenoeg alle planten gezond zijn gebleven.

Tabel 4. Resultaat interactieproef 2006 *Fusarium* en *Trichodorus similis* (aantal gezonde planten aan het einde van de proef ($P < 0,05$)).

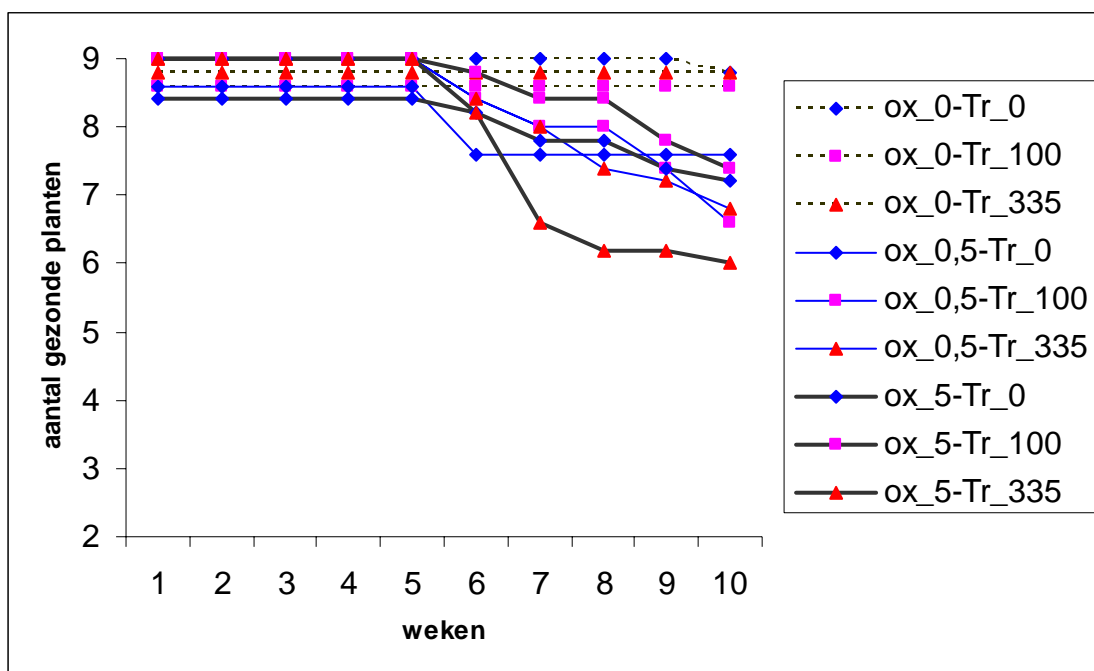
Aaltjesdichtheid in aantal per pot.	Fusarium dichtheid in percentage per pot	Aantal gezonde planten <i>F. acuminatum</i>	Aantal gezonde planten <i>F. oxysporum</i>
0	0	8,8 a	8,8 a
0	0,5	8,2 a	7,6 ab
0	5,0	9,0 a	7,2 bc
100	0	8,6 a	8,6 a
100	0,5	8,6 a	6,6 bc
100	5,0	8,8 a	7,4 ab
335	0	8,8 a	8,8 a
335	0,5	9,0 a	6,8 bc
335	5,0	8,8 a	6,0 c

In de potten waarin alleen aaltjes zaten, zijn ook nagenoeg alle plantjes gezond gebleven.

In de potten met *F. oxysporum* is wel aantasting opgetreden maar niet in dezelfde mate als in 2005. Er waren ook geen significante verschillen tussen de 0,5 en 5 procent *Fusarium* behandelingen, ongeacht de concentratie *Trichodoriden*. Het grootste significante verschil binnen deze proef zit in het verschil tussen beide *Fusarium* soorten.

De meeste planten waren aangetast in de potten met de hoogste concentratie *Trichodoriden* en de hoogste

concentratie *Fusarium oxysporum*. Alleen bij de hoogste aantallen *Trichodoriden* werden beide behandelingen met *Fusarium oxysporum* significant sterker aangetast dan de behandeling zonder *Fusarium*.



Figuur 3. Verloop van de aantasting in de tijd. Gemiddeld aantal gezonde planten per pot. *F. Oxysporum*. Potproef 2006. *Fusarium oxysporum* range van 0 tot 5% per pot. *T. similis* range van 0 tot 335 per pot.

Uit figuur 2 en figuur 3 is af te leiden hoe de aantasting in de tijd verlopen is voor alleen de potten met *F. oxysporum*. Er is te zien dat de aantasting in de potproef in 2005 in de eerste weken van de proef direct al planten heeft doen uitvallen terwijl in de potproef van 2006 de eerste uitval pas na 5 weken optrad. Ondanks het feit dat de proef in 2006 twee weken langer heeft gestaan heeft de uitval het niveau van 2005 niet gehaald.

3.7 Discussie en conclusie potproeven

De resultaten uit deze potproeven tonen aan dat er inderdaad een interactie kan optreden tussen *Fusarium* en *Trichodoriden* waardoor de aantasting door wortelverbruining toeneemt. Dit was alleen in de eerste potproef significant maar ook bij de tweede potproef zijn er aanwijzingen dat dit optreedt. De toename van de aantasting treedt alleen op bij *F. oxysporum*. Wellicht komt dit doordat *F. acuminatum* en *F. culmorum* van oorsprong graanpathogenen zijn. Het kan er ook mee te maken hebben dat de optimale temperatuur om een aantasting te veroorzaken hoger ligt dan de optimale temperatuur voor de *Trichodoriden* waarbij de kasproeven zijn uitgevoerd. Daarnaast is de hoogste dichtheid *Trichodoriden* in 2006 lager dan in 2005. In hoeverre dit effect heeft gehad op de maximale aantasting is niet te herleiden.

4 Literatuuronderzoek

Er is in de literatuur gezocht naar informatie over de interactie tussen plantpathogenen bij het gewas suikerbieten. Hierbij kwam alleen naar voren dat er resultaten bekend zijn uit onderzoek naar de interactie tussen het bietencystenaaltje en rhizoctonia. Polychronopoulos et al. (1969) vonden dat een aantasting door het bietencystenaaltje de infectie van suikerbietenplanten door *Rhizoctonia solani* bevorderde. Back et al. (2002) wijzen op verschillende voorbeelden waarin aaltjes een significante rol spelen bij de ontwikkeling van bodemziekten, bijvoorbeeld in aardappelen: aardappelcysteaaltje en *Rhizoctonia solani*; *Pratylenchus neglectus* en *Verticillium dahliae*. Wat betreft *Fusarium oxysporum* melden zij dat er interacties met aaltjes gevonden zijn bij linzen (met *Meloidogyne javanica*), in koffie (met *Meloidogyne arabicida*), in kikkererwten (met *Pratylenchus thornei*) en in erwten (met *Rotylenchus reniformis*). Bij wortelknobbelaaltjes is volgens Back et al. (2002) vaak een interactie gevonden met *Fusarium*. Bij *Trichodorus* spp. is zelden gevonden dat er een synergie met schimmels optreedt. Dit heeft waarschijnlijk te maken met het feit dat *Trichodorus* een ectoparasiet is die weinig weefselschade veroorzaken bij het aanprikken van de wortels. Bij de endoparasieten *Globodera*, *Heterodera*, *Meloidogyne*, *Rotylenchus* en *Pratylenchus* komt het vaker voor dat ze een rol spelen bij aantastingen door schimmels.

Uit de literatuur komt dus het beeld naar voren dat er andere aaltjes zijn dan *Trichodorus*-aaltjes waarbij een grotere interactie met schimmels verwacht kan worden. Uitgebreid zoeken in de literatuur leverde geen bruikbare informatie op over de interactie tussen aaltjes en schimmels bij suikerbieten. Wel wordt in de literatuur beschreven dat de vatbaarheid voor schimmelaantastingen groter wordt indien de plant aangetast wordt door aaltjes. Bij een aantasting door *Trichodoriden* zal waarschijnlijk de vatbaarheid van de bietenplanten voor schimmelziekten toenemen.

5 Discussie totale wortelverbruiningsonderzoek

Uit het veldonderzoek kwam naar voren dat *Trichodoride* aaltjes veel aangetroffen werden in de plekken met wortelverbruining. De conclusie die hieruit getrokken kan worden is dat *Trichodoride* aaltjes vaak medeveroorzakers zijn van het probleem. Daarnaast is er in een groot aantal gevallen ook sprake van een te lage pH of een slechte bodemstructuur. Indien voldaan zou worden aan de basisvoorwaarden voor een goede teelt, nl. een juiste pH en een goede bodemstructuur, dan zouden de problemen waarschijnlijk al aanzienlijk verminderd kunnen worden. Op een beperkt gedeelte van de percelen werd de schade ook veroorzaakt door wortelknobbelaaltjes en met name in 2003 ook door *Aphanomyces*.

In de potproeven was het *Trichodoride* aaltje niet in dichtheden aanwezig dat hierdoor uitval van planten was te verwachten. Ook in de potten met de hoogste dichtheid aaltjes en waaraan geen schimmel was toegediend vielen er geen planten uit.

Van de drie onderzochte schimmels veroorzaakte alleen *Fusarium oxysporum* uitval van planten en dit nam toe met een oplopende infectiebesmetting. In de potten waarin naast *Fusarium oxysporum* ook *Trichodoride* aaltjes aanwezig waren, was de uitval van planten groter dan in de potten met alleen *Fusarium*. In de proef van 2005 was dit effect significant. In de proef van 2006 was dit niet het geval, maar de tendens was wel aanwezig. Uit deze resultaten kan geconcludeerd worden dat *Trichodoride*-aaltjes het effect van een schimmelaantasting kunnen verergeren. De redenen waarom dit effect niet optrad met *Fusarium culmorum* en *Fusarium acuminatum* kan diverse oorzaken hebben. Het kan zijn dat deze schimmels niet of in mindere mate pathogeen zijn op bietenplantjes. Ook is het mogelijk dat de proeven uitgevoerd zijn onder omstandigheden die minder gunstig waren voor deze schimmels.

Voor de praktijk betekent het bovenstaande dat bij veel percelen met pleksgewijs achterblijvende groei van suikerbieten in de eerste plaats aandacht besteed moet worden aan een juiste pH en een goede bodemstructuur. Voor zandgronden met een organische stofgehalte lager dan 5% wordt een pH van 5,7 geadviseerd. Het zal daarnaast echter ook afhankelijk zijn van de andere gewassen in het bouwplan of hier iets van afgeweken kan worden. Verdichtingen in de ondergrond kunnen verholpen worden door te diepwoelen.

Op veel percelen met pleksgewijs achterblijvende groei moet er ook rekening mee gehouden moet worden dat *Trichodoride*-aaltjes een rol kunnen spelen. Deze aaltjes kunnen zelf verantwoordelijk zijn voor de groeiachterstand, maar daarnaast is het ook goed mogelijk dat deze aaltjes het effect van een schimmelaantasting kunnen verergeren. *Trichodoride* aaltjes kunnen zich vooral in een koud en nat voorjaar, als het bietengewas zich traag ontwikkelt, schade toebrengen aan een bietengewas in de vorm van vertakkingen en bij heel hoge dichtheden ook plantuitval. Om die reden wordt vanuit aaltjesoogpunt vaak geadviseerd wat later te zaaien omdat dan de temperatuur wat hoger is. Omdat schimmels zich juist bij hogere temperatuur beter ontwikkelen, is het vanuit een oogpunt van wortelverbruining juist beter om vroeg te zaaien. Het is echter niet aan te bevelen om bij het bepalen van het zaaitijdstip hiermee rekening te houden. Het temperatuurverloop in het voorjaar is daarvoor vaak te grillig en uitstellen van het zaaitijdstip heeft in het algemeen gevallen een nadelig effect op de opbrengst.

In sommige gevallen kunnen ook andere factoren een rol spelen bij het achterblijven van de groei, zoals wortelknobbelaaltjes, bietencyteaaltjes en *Aphanomyces*. Naast *Aphanomyces* kunnen mogelijk ook *Fusarium* spp een rol spelen.

De mogelijkheden om de besmetting met aaltjes en schimmels te verminderen, moeten vooral worden gezocht in de keuze van de voorvruchten. De mogelijkheden om dit te doen zijn echter vaak beperkt, omdat er vaak sprake is van een brede waardplantenreeks. Schade door bietecysteaaltje moet voorkomen kunnen worden door niet vaker dan 1 op 4 bieten of andere gewassen die dit aaltje vermeerderen, te telen. Het terugdringen van het graswortelknobbelaaltje kan door te vermijden dat bieten na granen of grasland geteeld worden. Bij *Trichodoriden* moeten ook grasland, granen, maar daarnaast ook dahlia's en koolzaad

vermeden worden. De besmetting met *Trichodoride* aaltjes zou ook omlaag gebracht kunnen worden door de 5 jaarlijkse grondontsmetting vóór de bietenteelt toe te passen. In hoeverre dit echter rendabel is, is een vraag. Bovendien is niet bekend hoe laag de begindichtheid moet zijn om interactie met schimmelaantasting te voorkomen.

6 Conclusies

Het onderzoek naar wortelverbruining leverde de volgende conclusies op:

- Op meer dan driekwart van de percelen met wortelverbruiningsverschijnselen werd vastgesteld dat *Trichodorus*-aaltjes mede verantwoordelijk waren voor de schade.
- Een te lage pH was in veel gevallen (38%) ook een belangrijke medeveroorzaker van de slechte groei.
- Een slechte structuur van de ondergrond bleek in ca. 10% van de percelen ook bij te dragen aan de schade.
- Op een beperkt gedeelte van de percelen (19%) bleken ook wortelknobbelaaltjes bij te dragen aan de schade.
- *Aphanomyces* bleek op ruim 20% van de percelen een medeveroorzaker te zijn van de schade.
- In pottenproeven kon een interactie tussen *Trichodoride* aaltjes en *Fusarium oxysporum* aangetoond worden.
- Op percelen met verschijnselen van wortelverbruining kan een gedeelte van de schade het gevolg zijn van het feit dat aaltjes de bietenplanten gevoeliger maken voor schimmelaantastingen.

Literatuur

Back, M.A., P.P.J. Haydock and P. Jenkinson, 2002. Disease complexes involving plant parasitic nematodes and soilborne pathogens. *Plant Pathology* 51: 683 – 697.

Polychronopoulos, A.G., B.R. Houston and B.F. Lownsbery, 1969. Penetration and development of *Rhizoctonia solani* in sugar beet seedlings infected with *Heterodera schachtii*. *Phytopathology* 59: 482-485