

Verdichting, voorvrucht en teeltmaatregelen tegen schade door *Rhizoctonia solani* in suikerbieten

Jan Lamers, Kees Westerdijk, Joop Esselink, Wim van den Berg (PPO-AGV) en
Hans Schneider (IRS)

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

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

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



PRODUCTSCHAP AKKERBOUW

Onderzoek is uitgevoerd in opdracht van Productschap Akkerbouw

Projectnummer: 32520117

Praktijkonderzoek Plant & Omgeving B.V.

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

pagina

1	INLEIDING	7
2	PROBLEEMSTELLING	8
3	DOEL	9
4	PROJECTOPZET	10
4.1	Module 1.....	10
4.2	Module 2.....	10
4.3	Module 3.....	10
5	MODULE 1	11
5.1	Voorjaarsverdichting Ruinen (2002-2004)	11
5.1.1	Opzet.....	11
5.1.2	Resultaten.....	12
5.1.3	Conclusies	14
5.2	Najaarsverdichting Vredepeel (2002-2004)	16
5.2.1	Opzet.....	16
5.2.2	Resultaten.....	16
5.2.3	Conclusie	16
5.3	Combinatie voorvrucht, ploegen en mulchen (2003-2005).....	19
5.3.1	Opzet.....	19
5.3.2	Resultaten.....	20
5.3.3	Conclusies	28
6	MODULE 2	29
6.1	Waardplantgeschiktheid in kasproeven	29
6.1.1	Rhizoctonia in suikerbieten: waardplant- en perceelsverschillen.....	29
6.1.2	Waard-pathogeenrelatie.....	30
6.1.3	Samengevat:	30
6.1.4	Kasproef 2002	31
6.2	Maisrassen en rhizoctonia	34
6.3	AFLP.....	36
6.3.1	AFLP®: principes en toepassingen.....	36
6.3.2	Kastoets 2002	37
6.3.3	Kastoets 2003	38
6.4	Genotype * waardplant studie.....	39
6.4.1	Pilot proef genotype waardplant.....	39
6.4.2	Materiaal en methode, genotype * waardplantproef (eindproef)	40
6.4.3	Resultaten genotype * waardplantproef (eindproef)	40
6.4.4	Vergelijking met eerdere proeven.....	40
6.4.5	Hoe vertalen we de resultaten naar het veld?.....	41
6.4.6	Betekenis voor het schaderelatiemodel.....	41
6.4.7	Betekenis in bouwplanverband.	41
7	MODULE 3	42
7.1	Biotoets Ziektewering rhizoctonia in suikerbieten.....	42
7.1.1	Verdwijnende ziekteplekken	42
7.1.2	Biotoets	42
7.1.3	Resultaten.....	43
7.1.4	Conclusie	43

8	CONCLUSIES	44
9	PUBLICATIES.....	45
	BIJLAGE IA. ONDERZOEK BINNEN HET SAMENWERKINGSPROJECT	46
	BIJLAGE IB. SCHEMA VAN HET PROEFVELD TE RUINEN KP522.....	46
	BIJLAGE II. POSTER 53 ^{STE} D.PFLANZENSCHUTZTAGUNG TE BONN.....	47
	BIJLAGE III. POSTER OPEN DAG VREDEPEEL 2003 EN 2004	48
	BIJLAGE IV. POSTER OPEN DAG VP EN LELYSTAD 2004, BIOTOETS	49
	BIJLAGE V. HANDOUT PROEFVELDHOUDERSDAG IRS 21 JULI 2004.....	50
	BIJLAGE VI. POSTER STRATEGIES TO CONTROL RSOL IN SUGAR BEET	52
	BIJLAGE VII. COMPACTION AND PRE-CROP EFFECT ON RSOL IN SB	53
	BIJLAGE VIII. CULTIVATION AND PRE-CROP EFFECT ON RSOL IN SB	54
	BIJLAGE IX. ARTIKEL TOEPASSINGSMOGELIJKHEDEN VAN ZIEKTEWERING IN DE PRAKTIJK	55
	BIJLAGE X. ARTIKEL BODEMWEERSTAND TEGEN RSOL AG 2-2IIIB.....	59
	BIJLAGE XI ARTIKEL VOOR NIEUWE OOGST MAGASIN GEWAS: MET ZIEKTEWERING MINDER RHIZOCTONIA IN SUIKERBIETEN	61

Samenvatting

De bodemschimmel *Rhizoctonia solani* Anastomose Groep (AG) 2-2IIIB, hierna genoemd rhizoctonia, veroorzaakt afsterving van kiemplanten, zwarte wortelrot en wortel- en koprot in suikerbieten. De ziekte treedt pleksgewijs op in suikerbieten en is zowel in Duitsland als Nederland een toenemend probleem. Het IfZ (Institut für Zuckerrübenforschung, Duitsland), IRS en het PPO-agv hebben dit probleem gezamenlijk aangepakt door vergelijkbare objecten in Nederland en Duitsland aan te leggen en daarin vergelijkbare metingen te verrichten. De Technische Universität München bekijkt bodemfysische en –chemische aspecten en het IRS onderzoekt de bodembioologische processen. Met biotoetsen wordt tevens gekeken naar mogelijke veranderingen in de weerbaarheid van de bodem tegen rhizoctonia. Dit project moet oplossingen aanreiken om een rendabele en bedrijfszekere teelt van suikerbieten mogelijk te maken ondanks een aanwezige bodembesmetting met rhizoctonia.

Het onderzoek van het PPO-agv wordt gefinancierd door het HPA.

Doelstellingen:

Vaststellen van de betekenis van een mindere bodemstructuur op de schade door rhizoctonia in suikerbieten.

Vaststellen wat de waardplantgeschiktheid van verschillende voorvruchten is voor (groepen binnen) *Rhizoctonia solani* AG 2-2IIIB en daarmee aan kunnen geven wat een geschikte voorvrucht is in een bepaalde situatie. Hierop kan een teler zijn vruchtwisseling aanpassen.

Ontwikkelen van een biotoets voor ziekteverendheid waarmee schade door (groepen van) rhizoctonia voorspeld kan worden (IRS).

De meest voorkomende anastomosegroep van rhizoctonia die door het IRS op aangetaste bieten werd aangetroffen is AG 2-2IIIB. Uit een potproef in de kas op het PPO kwam naar voren dat er binnen Rs AG 2-2IIIB wellicht sprake is van een grotere waardplantspecificiteit. Om de wisselende ervaringen in de praktijk met onder andere maïs en aardappelen als voorvrucht te verklaren, kan het nodig zijn om meer onderscheid te maken binnen de AG 2-2IIIB groep. Dan kunnen de isolaten in groepen worden ingedeeld afhankelijk van hun waardplantspecificiteit en bij aanwezigheid van een bepaalde groep aanbevelingen gegeven worden over welke gewassen als voorvruchten geteeld kunnen worden om weinig schade in bieten te geven. Een geschikte gewasrotatie voor verschillende omstandigheden kan dan opgesteld worden.

In de praktijk leeft het idee dat rhizoctonia meer in structuurplekken naar voren komt dan daarbuiten. Het advies luidt dan ook dat structuurbederf voorkomen moet worden en dat de ontwatering voldoende moet zijn. Onderzocht moet worden waarom rhizoctonia meer naar voren komt op dit soort plekken en hoe schade beperkt kan worden.

Ziekteverendheid van de bodem is een zeer belangrijke factor in de mate waarin rhizoctonia schadelijk kan optreden. Meten van deze factor (d.m.v. biotoets) en weten hoe deze is te beïnvloeden is cruciaal.

Meerjarige veldproeven te Ruinen, Vredepeel en Wijnandsrade zijn gericht op beheersen van de schade door teeltmaatregelen als vruchtwisseling, opheffen verdichting, inwerken organische massa en mulchen (kerende versus niet-kerende grondbewerking). Tevens werden grondmonsters uit deze proeven geanalyseerd op ziektedruk en ziektevering in een biotoets op het IRS.

In de kas op het PPO werd de waardplantgeschiktheid van 30 gewassen getoetst tegen verschillende isolaten van rhizoctonia.

Resultaten en conclusies

De teelt van tarwe en groenbemestingsgewassen voorafgaand aan de suikerbietenteelt verminderde de kans op schade door rhizoctonia. Maïs verhoogde de kans op en de mate van schade door rhizoctonia.

Verdichting in het voorjaar leidde tot een lagere opkomst, weliswaar met minder kiemplant wegval dan zonder verdichting, maar de totale schade door rhizoctonia (lagere opkomst en meer rotte bieten bij de oogst) was in het verdichte gedeelte veel hoger met een veel lagere suikeropbrengst tot gevolg.

Verdichting in het najaar bleek het risico op schade door rhizoctonia niet te verhogen, mits een goede en diepe grondbewerking in het voorjaar mogelijk is.

Door het in de bovenlaag houden van gewasresten (mulchen) wordt het bodemleven geactiveerd en kan door competitie schade door rhizoctonia in suikerbieten verminderen. Dit effect op rhizoctonia werd echter

niet eenduidig vastgesteld. Het effect op bodemweerbaarheid werd nog verder onderzocht, echter op veldniveau werd geconstateerd dat rotatie en teeltmaatregelen geen consistente invloed hadden op de ontwikkeling van bodemweerbaarheid tegen rhizoctonia. Op de proefvelden te Vredepeel en Wijnandsrade werd (bij een lage ziektedruk) een opbouw van ziektevering en ziektedruk geconstateerd na de teelt van een waardgewas voor rhizoctonia en na verdichting in het najaar. Het is echter niet gelukt de ziektevering zo te beïnvloeden dat bij aanvang van de teelt van suikerbieten de ziektevering hoog was en bleef.

In uitgebreide waardplanttoetsen in de kas werd geconstateerd dat rhizoctonia een brede waardplantenreeks kent en dat er verschillen zijn in pathogeniteit tussen verschillende isolaten van rhizoctonia binnen de AG 2-2III B groep. Deze verschillen waren afhankelijk van de omstandigheden in de kas en de wijze van opkweek van het rhizoctonia inoculum en konden niet consistent vastgesteld worden. De bruikbaarheid voor de praktijk om teeltwijzen en/of rotaties daarop aan te passen lijkt niet aanwezig.

1 Inleiding

De bodemschimmel *Rhizoctonia solani* AG 2-2IIIB (hierna aangeduid als rhizoctonia) veroorzaakt wegval van kiemplanten en in een later stadium wortelrot in suikerbieten. Het is een toenemend probleem, ook in wortel, schorseneer en maïs. Evenals in Nederland neemt de schade door rhizoctonia in Duitsland en Frankrijk ook zorgwekkende vormen aan.

Uit het onderzoek van voorgaande jaren (1996-2001) komt naar voren dat gewasresten geen eenduidige invloed uitoefenen op de rhizoctonia druk in het daaropvolgende jaar. Gewasresten kunnen rhizoctonia doen toenemen, maar ook het bodemleven wordt gestimuleerd en dit heeft weer een onderdrukkend effect op rhizoctonia (ziektewerendheid, ziektevering). De resultante van de twee effecten op rhizoctonia varieert: soms iets meer en soms iets minder schade door rhizoctonia. Het is onduidelijk waarom de balans soms naar de ene en soms naar de andere kant uitslaat. Ook het toevoegen van *Verticillium biguttatum* aan de gewasresten heeft geen merkbaar effect gehad op de rhizoctonia-aantasting in het daarop volgende jaar. In proeven met verschillende voorvruchten is tot nu toe naar voren gekomen dat bladrammenas en gele mosterd geschikte voorvruchten of groenbemesters zijn. Na één jaar braak was de schade door rhizoctonia meestal ook afgenomen.

De meest voorkomende anastomosegroep van rhizoctonia die door het IRS op aangetaste bieten werd aangetroffen is AG 2-2IIIB. Uit een potproef in de kas op het PPO kwam naar voren dat er binnen Rs AG 2-2IIIB wellicht sprake is van een grotere waardplantspecificiteit. Zo zijn er waarschijnlijk AG 2-2IIIB isolaten die meer aangepast zijn aan een maïs-rotatie dan aan een aardappel-rotatie en andersom. Om de wisselende ervaringen in de praktijk met onder andere maïs en aardappelen als voorvrucht te verklaren, kan het nodig zijn om meer onderscheid te maken binnen de AG 2-2IIIB groep. Deze groepen zijn wellicht later met specifieke PCR-technieken te identificeren. Dan kunnen de isolaten in groepen worden ingedeeld afhankelijk van hun waardplantspecificiteit en bij aanwezigheid van een bepaalde groep aanbevelingen gegeven worden over welke gewassen als voorvruchten geteeld kunnen worden om weinig schade in bieten te geven. Een geschikte gewasrotatie voor verschillende omstandigheden kan dan opgesteld worden. In de praktijk leeft het idee dat rhizoctonia meer in structuurplekken naar voren komt dan daarbuiten. Het advies luidt dan ook dat structuurbederf voorkomen moet worden en dat de ontwatering voldoende moet zijn. Onderzocht moet worden waarom rhizoctonia meer naar voren komt op dit soort plekken en hoe schade beperkt kan worden.

Ziektewerendheid van de bodem is een zeer belangrijke factor in de mate waarin rhizoctonia schadelijk kan optreden. Meten van deze factor (d.m.v. biotoets) en weten hoe deze is te beïnvloeden is cruciaal.

Samenwerking

In samenwerking met Stichting IRS te Bergen op Zoom en het Institut für Zuckerrübenforschung (IfZ) te Göttingen (D) onderzoekt het Praktijkonderzoek Plant & Omgeving (PPO) effecten van maatregelen genomen in bouwplanverband op het optreden van rhizoctonia schade in suikerbieten. Specifiek wordt gekeken naar effecten van voorjaars- en najaarsverdichting (bewerkings-, zaai- en oogstrijpsoren) en effect van kerende en niet-kerende grondbewerkingen (mulchen versus ploegen) met verschillende gewassen in de rotatie. Via het IfZ is ook de Technische Universität München en het bodemkundig instituut Weihenstephan (beiden in Beieren, Duitsland) betrokken bij de uitvoering voor bepalen van bodemfysische en -chemische eigenschappen en analyseren van bodemmonsters en bodemprofielen (bijlage I).

Veldproeven in Duitsland en Nederland worden op elkaar afgestemd, zo dat enkele objecten op alle plaatsen gelijk zijn en de proefvelden met elkaar vergeleken kunnen worden. In alle proeven worden dezelfde waarnemingen gedaan. Het IRS doet bepalingen voor de bodembioologische eigenschappen, TÜM en Weihenstephan de fysisch-chemische eigenschappen en IfZ en PPO verzorgen de proeven en doen de teeltkundige waarnemingen.

Meerjarige veldproeven te Vredepeel binnen het samenwerkingsproject zijn gericht op beheersen van de schade door teeltmaatregelen als vruchtwisseling, opheffen verdichting, inwerken organische massa en mulchen (kerende versus niet-kerende grondbewerking).

Dit project moet oplossingen aanreiken om een rendabele en bedrijfszekere teelt van suikerbieten mogelijk te maken ondanks een aanwezige bodembesmetting met rhizoctonia. Het project is gestart in 2002 en loopt tot en met 2006.

2 Probleemstelling

De bodemschimmel *Rhizoctonia solani* is een toenemend probleem in suikerbieten. In de afgelopen jaren is het aantal percelen met een merkbare en soms zeer ernstige aantasting in suikerbieten (mispewas) door rhizoctonia sterk toegenomen. Deze aantasting is niet alleen op de lichte gronden in het zuidoosten, maar ook in het noorden van het land en op kleigronden aangetroffen. De kans bestaat dat rhizoctonia-aantasting vooral op lichte gronden, waar de bodemtemperatuur in het voorjaar snel kan oplopen, een structureel karakter krijgt.

Ook maïs, wortel en schorseneer worden aangetast; vaak ook na gescheurd grasland. In 1995 was in het zuidoosten bijna elk perceel waswortel in meer of mindere mate aangetast. Rhizoctonia staat bekend om zijn zeer grote waardplantenreeks (bijna alle grasachtigen en veel akkerbouw- en groentegewassen). Er is geen chemische bestrijding mogelijk in deze gewassen.

Ondanks de brede waardplantenreeks lijken er mogelijkheden te zijn om via gewaskeuze (rangschikking van gevoelige en minder gevoelige hoofd- en tussengewassen in de rotatie) in combinatie met beheersmaatregelen schade door rhizoctonia te beperken. Het telen van granen (behalve maïs), groenbemesters als bladrammenas en mosterd of een jaar zwarte braak lijken de enige mogelijkheden risico op schade in het volggewas suikerbieten te verminderen. Gezocht wordt naar teeltmaatregelen die in te passen zijn in de bedrijfsvoering om een rendabele teelt van suikerbieten op een perceel besmet met rhizoctonia mogelijk te maken danwel een keus te kunnen maken welk perceel het meest geschikt is voor de teelt van suikerbieten.

In de praktijk leven vragen over de invloed van de voorvruchten maïs, grasland, granen en aardappelen al dan niet gevolgd door een groenbemester en over de betekenis van een slechte bodemstructuur. De ziekteverendheid van de bodem kan een belangrijke voorspellende factor zijn voor de schade door rhizoctonia, maar inzicht in de relatie biotoets en schade te velde ontbreekt. Er is vanuit de praktijk grote behoefte aan een betaalbare methode om percelen, waar gevoelige gewassen geteeld gaan worden, te beoordelen op risico voor gewasschade door rhizoctonia door middel van grondmonster onderzoek.

3 Doel

In module 1 (zie projectopzet):

Vaststellen van de betekenis van een mindere bodemstructuur op de schade door rhizoctonia in suikerbieten.

In module 2:

Vaststellen wat de waardplantgeschiktheid van verschillende voorvruchten is voor (groepen binnen) *Rhizoctonia solani* AG 2-2IIIB en daarmee aan kunnen geven wat een geschikte voorvrucht is in een bepaalde situatie. Hierop kan een teler zijn vruchtwisseling aanpassen.

In module 3:

Ontwikkelen van een biotoets voor ziekteverendheid waarmee schade door (groepen van) rhizoctonia voorspeld kan worden.

Te verwachten resultaten:

Met de kennis over de invloed van de bodemstructuur kunnen adviezen gegeven worden over de grondbewerking na mais voor de winter, over de betekenis van de voorjaarssporen bij het land klaarmaken van de suikerbieten en over de mulchzaai van suikerbieten op löss.

Met de kennis over de waardplantgeschiktheid kunnen adviezen gegeven worden over de beste voorvruchten en groenbemesters voor suikerbieten indien bekend is welke (groep binnen) *Rhizoctonia solani* aanwezig is.

Biotoets waarmee de schade door (groepen van) rhizoctonia voorspeld kan worden.

4 Projectopzet

Het project is modulair opgebouwd.

4.1 Module 1

In module 1 wordt het effect van de structuur nagegaan in samenwerking met het IfZ (Institute für Zuckerrübenforschung, Göttingen) en het IRS (Instituut voor Rationele Suikerproductie, Bergen op Zoom). De vraag staat hierin centraal of dit komt door toename van *Rhizoctonia*, door afname van de ziekteverendheid, door een invloed op het bodemleven (antagonisten) en/of door toename van de gevoeligheid van de plant. In twee driejarige veldproeven (aan te leggen op voorvrucht zieke suikerbieten, dus totaal vier jaar) in het zuiden (Vredepeel) en noorden van Nederland (Ruinen) wordt dit bij telers onderzocht (module 1a). In één veldproef ligt de nadruk op voorjaarsverdichting (Ruinen) en in de andere op de najaarsverdichting (Vredepeel). In module 1b, te starten in 2003, worden veldproeven gestart met de nadruk op voorvruchten en teeltmaatregelen (Vredepeel en Wijnandsrade). Een veldproef beslaat drie jaar. In 2002 bestaat er een go-no go moment voor module 1b, waarin twee driejarige proeven voor de periode 2003-2005 worden uitgevoerd (in 2002 reeds geschikte percelen zoeken). Deze proeven worden in overleg met het IfZ aangelegd, waarbij enkele objecten zowel in Nederland als in Duitsland dezelfde zijn. Het IfZ doet bodemfysische waarnemingen in deze proeven.

4.2 Module 2

In module 2 wordt ingegaan op de optimale gewasrotatie, geschikte voorvrucht en groenbemester en waardplantspecificiteit van groepen binnen de *Rhizoctonia solani* AG 2-2III B, die schade geeft in suikerbiet. In module 2a wordt nagegaan in hoeverre er een verschil is in waardplantspecificiteit voor een groot aantal isolaten en voor isolaatgroepen. Het is nodig de potproef uit eerdere experimenten met waardplantgeschiktheid gedeeltelijk te herhalen en bij bevestiging van de resultaten ook een veldproef met kunstmatige besmetting uit te voeren (module 2b). In module 2b wordt deze kennis getest in een tweejarige veldproef met kunstmatige besmetting onder praktijkomstandigheden. Daarna zou op de diverse bedrijven, waar eerder de isolaten zijn verkregen, proeven kunnen worden aangelegd om de verschillen in waardplantspecificiteit van de isolaten aan te tonen (module 2c). Dan kunnen de isolaten in groepen worden ingedeeld afhankelijk van hun waardplantspecificiteit en bij aanwezigheid van een bepaalde groep aanbevelingen gegeven worden over welke gewassen als voorvruchten geteeld kunnen worden om weinig schade in bieten te geven. In module 2c wordt de kennis toegepast in tweejarige proeven bij telers, die een besmetting hebben karakteristiek voor een isolaatgroep. Bij deze telers zijn in het verleden isolaten verkregen uit aangetaste bieten van hun percelen en werden op deze percelen proeven aangelegd. Ook hier geldt een go-no go moment voor de start van de proeven in 2003 en 2004. Deze proeven worden aangelegd in samenwerking met het IfZ en IRS. Het IfZ doet hierin de bodemfysische metingen. Het IRS doet in alle proeven waarnemingen ten behoeve van het onderzoek aan bodembioologische factoren. Uiteindelijk is meer inzet gepleegd in module 2a, de resultaten daarvan gaven uiteindelijk aanleiding tot het besluit de modules 2b en 2c niet uit te voeren.

4.3 Module 3

In module 3 ontwikkelt het IRS een biotoets waarmee de bodemweerstand gemeten kan worden onder verschillende gewasrotaties (voorvruchten) en bodemfysische omstandigheden. In 2004 is een aangepaste biotoets gebruikt op het PPO, waarmee hetzelfde onderzocht werd (ziektewering).

5 Module 1

5.1 Voorjaarsverdichting Ruinen (2002-2004)

5.1.1 Opzet

In 2002 werd door PPO-NNO een proef aangelegd bij een teler (wonende te Pesse) op een perceel nabij Ruinen waarop in 2001 ernstige schade door rhizoctonia in suikerbieten was opgetreden. In deze proef wordt het effect van voorjaarsverdichting op het optreden van rhizoctonia in rotatie bekeken. Direct na het zaaien werd de helft van elk veldje met een trekker aangereden om verdichting in het voorjaar aan te brengen. Aan de gewassen werden in 2002 en 2003 geen bepalingen verricht, wel werden grondmonsters geanalyseerd en door het IRS met een biotoets beoordeeld op voorkomen van rhizoctonia. Het IfZ liet grondmonsters door TUM analyseren op bodemchemische en -fysische eigenschappen en het IRS onderzocht grondmonsters op bodembioologische eigenschappen en aanwezigheid van rhizoctonia. In 2003 werd op dit perceel na de zomergerst suikerbieten en maïs gezaaid en na de maïs zomergerst en suikerbiet. De daaruit volgende rotaties staan in tabel 1.1.

Tabel 1.1. Rotaties en objecten in de voorjaarsverdichtingsproef te Ruinen, 2002-2004 (KP552).

2001	2002	2003	2004		
biet	zomertarwe+bladrammenas	vatbaar bietenras	vatbaar en resistent bietenras		
biet	zomertarwe+bladrammenas	maïs	vatbaar en resistent bietenras		
biet	maïs	vatbaar bietenras	vatbaar en resistent bietenras		
biet	maïs	zomergerst+bladrammenas	vatbaar en resistent bietenras		
objectcode	veldnummers	gewas 2002	gewas 2003	suikerbietenras 2004	verdichting
mbsc	1, 8, 36, 37	maïs	gerst+bladrammenas	vatbaar	vast
mbsr	9, 16, 44, 45	maïs	gerst+bladrammenas	resistent	vast
mbls	17, 24, 52, 53	maïs	gerst+bladrammenas	vatbaar	los
mblr	25, 32, 60, 61	maïs	gerst+bladrammenas	resistent	los
mbsc	2, 7, 35, 38	maïs	suikerbiet	vatbaar	vast
mbsr	10, 15, 43, 46	maïs	suikerbiet	resistent	vast
mbsl	18, 23, 51, 54	maïs	suikerbiet	vatbaar	los
mbsr	26, 31, 59, 62	maïs	suikerbiet	resistent	los
wmcs	4, 5, 33, 40	tarwe+bladrammenas	maïs	vatbaar	vast
wmsr	12, 13, 41, 48	tarwe+bladrammenas	maïs	resistent	vast
wmbs	20, 21, 49, 56	tarwe+bladrammenas	maïs	vatbaar	los
wmlr	28, 29, 57, 64	tarwe+bladrammenas	maïs	resistent	los
wbsc	3, 6, 34, 39	tarwe+bladrammenas	suikerbiet	vatbaar	vast
wbsr	11, 14, 42, 47	tarwe+bladrammenas	suikerbiet	resistent	vast
wbsl	19, 22, 50, 55	tarwe+bladrammenas	suikerbiet	vatbaar	los
wbsr	27, 30, 58, 63	tarwe+bladrammenas	suikerbiet	resistent	los

Verdichting: elk jaar in het voorjaar werden betreffende veldjes spoor aan spoor met een zware trekker aangereden

5.1.2 Resultaten

5.1.2.1 2003

De gevolgen van de voorjaarsverdichting werd in 2003 in de suikerbieten duidelijk zichtbaar doordat de rhizoctonia daar meer schade toebracht. In het verdichtte gedeelte waren 20.000 planten per ha minder opgekomen door rhizoctonia en was de verdichting duidelijk meetbaar (tabel 1.2). Opbrengsten werden niet bepaald.

Tabel 1.2. Gemiddelde plantdichtheid en dichtheid en vochtgehalte van de grond in de bietenveldjes in het voorjaar (juni) van 2003 (KP552).

Verdicht	Niet	Wel	LSD ($\alpha=0,05$)
Plantdichtheid (planten per ha)	73.300	53.600	18.800
Dichtheid (gram per cm ³)	1,26	1,36	0,01
Vochtgehalte van de grond (%)	12,3	12,0	ns

ns = niet significant

5.1.2.2 2004

De eindbeoordeling gebeurde in 2004 met als toetsgewas een resistent (Laetitia) en een gevoelig (Aligator) suikerbietenras. Er bleek geen drieweg interactie te zijn tussen voorvrucht, verdichting en suikerbietras. In tabel 1.3 is daarom het effect van directe voorvrucht weergegeven als gemiddelde over de twee suikerbiet rassen, in tabel 1.4 de interactie tussen verdichting en ras in opkomst en in tabel 1.5 de invloed van verdichting en ras op het percentage rotte bieten bij de oogst.

Van de voorvruchten geteeld in 2002 werd geen effect gemeten in het toetsgewas suikerbiet in 2004. Wel van de voorvruchten geteeld in 2003 (tabel 1.3). In tabel 1.3 is te zien dat biet op biet, bij deze besmetting met rhizoctonia, duidelijk meer schade gaf. Dit valt af te leiden uit een hoger percentage wegval door rhizoctonia, lager suikergehalte en een veel lagere suikeropbrengst. Voorvrucht maïs gaf een hoger percentage kiemplant wegval te zien dan voorvrucht gerst+bladrammenas, maar dit leidde niet tot meer rotte bieten bij de oogst of lagere suikeropbrengst. De rhizoctonia beperkte zich vooral tot schade in het kiemplantstadium en kwam minder tot uiting bij de oogst. Bij het waarnemen van de rhizoctoniaschade tijdens de opkomst van de suikerbieten viel het op dat de meeste wegval door rhizoctonia optrad in de rijen aan weerszijden van een trekkerspoor, zowel in de normale veldjes als in de verdichtte veldjes.

Tabel 1.3. Effect van voorvrucht (2003) op schade door rhizoctonia (opkomst en wegval% na opkomst), suikergehalte, suikeropbrengst SO (ton/ha) en percentage rotte bieten bij de oogst van de bieten (2 november) in 2004 in de voorjaarsverdichtingsproef te Ruinen gemiddeld over de twee suikerbietrassen, 2004 (KP552).

2003	2004	Opkomst (mei) in pl/ha *1000	Plantdichtheid (pl/ha) in juli *1000	kiemplant wegval (%)	suikergehalte (%) bij de oogst	% rotte bieten bij de oogst	SO (ton/ha)
Gerst	Biet	87	86	1,1	16,4	4,1	8,7
Maïs	Biet	87	79	8,8	15,9	4,2	8,4
Biet	Biet	79	68	13,9	15,1	3,1	6,6
LSD	($\alpha=0,05$)	4,7	5,1	4,5	0,6	ns	0,8
Fprob.		0,001	<0,001	<0,001	<0,001	0,805	<0,001

ns = niet significant

Tabel 1.4. Interactie tussen Verdichting en Ras in opkomst (1000 planten/ha), 2004 (KP552).

Ras	Resistent	Vatbaar
Verdicht	63,4	77,9
Normaal	93,1	98,3
LSD (Fprob. = 0,006; $\alpha=0,05$)	4,54	

Tabel 1.5. Invloed verdichting en ras op het percentage rotte bieten bij de oogst, 2004 (KP552).

Factor (Fprob. = 0,019)	Verdicht	Normaal
Percentage rotte bieten	5,3	2,0
Factor (Fprob. = <0,001)	Resistent ras	Vatbaar ras
Percentage rotte bieten	0,3	6,9
LSD ($\alpha=0,05$)	2,71	

Er bleek ook een interactie aanwezig te zijn tussen verdichting en het geteelde ras in veldopkomst (tabel 1.4). Dit geteelde resistente ras (Laetitia) leek gevoeliger voor slechte zaaiomstandigheden te zijn in opkomst (lagere kiemkracht) dan het vatbare ras (Aligator). Zaaizaadhoeveelheden waren gelijk. Tabel 1.5 laat zien dat verdichting gemiddeld genomen heeft geleid tot een hoger percentage rotte bieten bij de oogst en dat dat vooral is opgetreden bij het vatbare ras. Ook hier bleek dat het resistente ras alleen resistent is tegen aantasting door rhizoctonia in het volwassen stadium van de biet. Een hogere rhizoctoniadruk in het voorjaar door verdichting bleek daarom niet te compenseren door de teelt van een resistent ras.

Om het effect van verdichting op schade door rhizoctonia later in het seizoen te analyseren, zijn alleen de gegevens van het vatbare ras in de verdere analyse opgenomen. In tabel 1.6 staan keimplantwegval (%), suikeropbrengst (SO) en het percentage rotte bieten bij de oogst van het vatbare ras weergegeven onder invloed van verdichting en voorvrucht. Verdichting leek gunstig voor keimplantwegval, maar de opkomst was ruim 20% lager, mede door rhizoctonia. Niet-opgekomen planten plus wegval (rhizoctonia schade) was bij verdichting significant hoger. In suikeropbrengst bleek alleen voorvrucht significant van invloed (gerst positief) en in percentage rotte bieten bleek alleen de verdichting van invloed te zijn (verdicht meer rotte bieten bij de oogst).

Tabel 1.6. Suikeropbrengst en % rot van het vatbare ras onder invloed van verdichting en voorvrucht, 2004 (KP552).

Voorvrucht	% keimplant wegval (juli)			SO (suikeropbrengst ton/ha)			% rot (rotte bieten bij de oogst)		
	verdicht	normaal	gem	verdicht	normaal	gem	verdicht	normaal	gem
2003									
Gerst	1,0	2,9	2,0	8,6	10,1	9,4	13,6	2,2	7,9
Mais	9,9	18,3	14,1	8,4	8,6	8,5	9,1	6,7	7,9
Biet	14,1	20,1	17,1	6,3	6,8	6,6	8,5	3,4	6,0
interactie	ns			ns			ns		
Gemiddeld	9,7	15,4	12,6	7,4	8,1	7,8	9,9	4,0	6,9
LSD($\alpha=0,05$)	5,1	6,3		ns	1,1		5,1	ns	
Fprob.	0,03	<0,001		0,12	<0,001		0,02	0,73	

5.1.2.3 Grondbemonstering op ziektevering (IRS)

In de jaren 2002-2004 zijn grondmonsters genomen uit de bovenste laag (2-15 cm) om ziektevering tegen rhizoctonia te onderzoeken. Bij zaai (mei), volgewas (augustus) en na oogst (november) werden grondmonsters op het IRS in een biotoets geanalyseerd op ziektevering. In hoofdstuk Module 3 is een uitwerking hiervan opgenomen.

De uitgangspositie (grondmonsters rond de zaai van de voorvruchten in 2002) geeft een beeld van de variatie in aanwezigheid (detecteerbaarheid, ziektedruk) van rhizoctonia en van de ziektevering op het proefveld. De eindsituatie is daarnaast gezet in de figuren 1.1 en 1.2. De ziektedruk is bepaald als de score op rhizoctonia in de monsters in de biotoets zonder extra infectie en de ziektevering is bepaald in de biotoets als de score op rhizoctonia in de monsters in de biotoets met 1% besmetting met rhizoctonia.

Tabel 1.7. **Biotoets- en veldnummers met gevolgde rotatie in het proefveld KP552.**

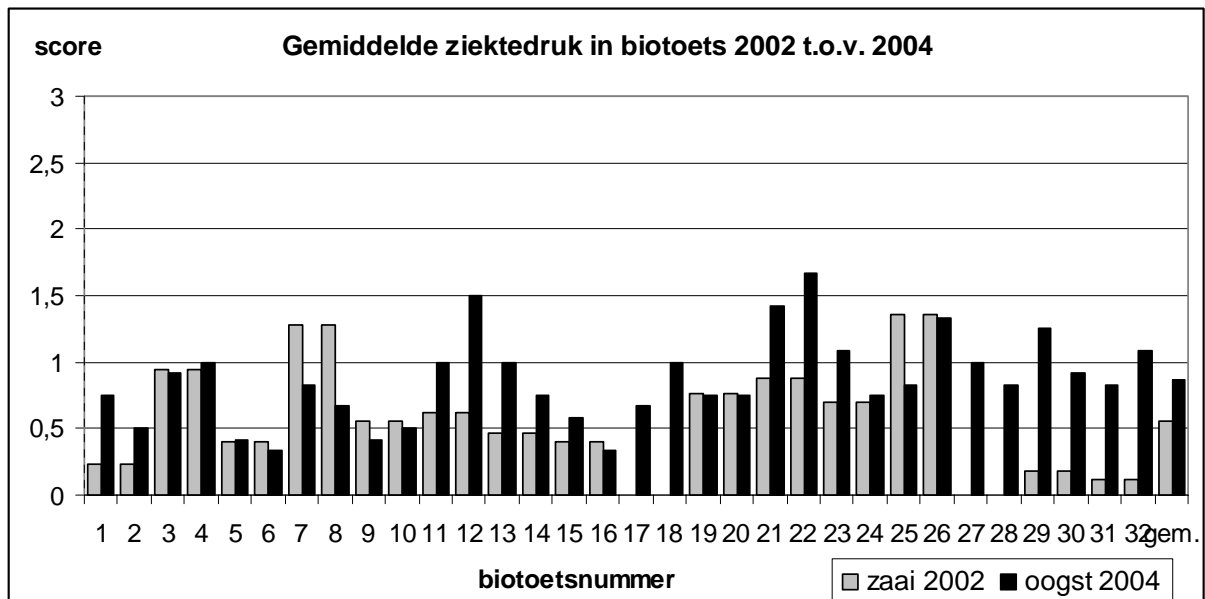
biotoetsnr's 02 03/04		veld- nummer s	gewas 2002	gewas 2003	verdich- ting	blok	biotoetsnr's 02 03/04		veld- nummer s	gewas 2002	gewas 2003	verdich- ting	blok
1	1	1+ 9	maïs	gerst	vast	1	9	17	33+41	tarwe	maïs	vast	3
1	2	2+10	maïs	biet	vast	1	9	18	34+42	tarwe	biet	vast	3
2	3	3+11	tarwe	biet	vast	1	10	19	35+43	maïs	biet	vast	3
2	4	4+12	tarwe	maïs	vast	1	10	20	36+44	maïs	gerst	vast	3
3	5	5+13	tarwe	maïs	vast	2	11	21	37+45	maïs	gerst	vast	4
3	6	6+14	tarwe	biet	vast	2	11	22	38+46	maïs	biet	vast	4
4	7	7+15	maïs	biet	vast	2	12	23	39+47	tarwe	biet	vast	4
4	8	8+16	maïs	gerst	vast	2	12	24	40+48	tarwe	maïs	vast	4
5	9	17+25	maïs	gerst	los	1	13	25	49+57	tarwe	maïs	los	3
5	10	18+26	maïs	biet	los	1	13	26	50+58	tarwe	biet	los	3
6	11	19+27	tarwe	biet	los	1	14	27	51+59	maïs	biet	los	3
6	12	20+28	tarwe	maïs	los	1	14	28	52+60	maïs	gerst	los	3
7	13	21+29	tarwe	maïs	los	2	15	29	53+61	maïs	gerst	los	4
7	14	22+30	tarwe	biet	los	2	15	30	54+62	maïs	biet	los	4
8	15	23+31	maïs	biet	los	2	16	31	55+63	tarwe	biet	los	4
8	16	24+32	maïs	gerst	los	2	16	32	56+64	tarwe	maïs	los	4

Uit figuur 1.1 blijkt dat de initiële ziektedruk in slechts 2 grondmonsters (biotoetsnummers 7+8 en 25+26) boven de 1 uitkwam en na de proef de ziektedruk in 7 grondmonsters boven de 1 en in 5 grondmonsters precies op 1 uitkwam. De gemiddelde ziektedruk (gem.) bleek niet significant verhoogd te zijn. De verandering in ziektedruk bleek niet toe te wijzen te zijn aan de gevolgde vruchtwisseling, directe voorvrucht of verdichting.

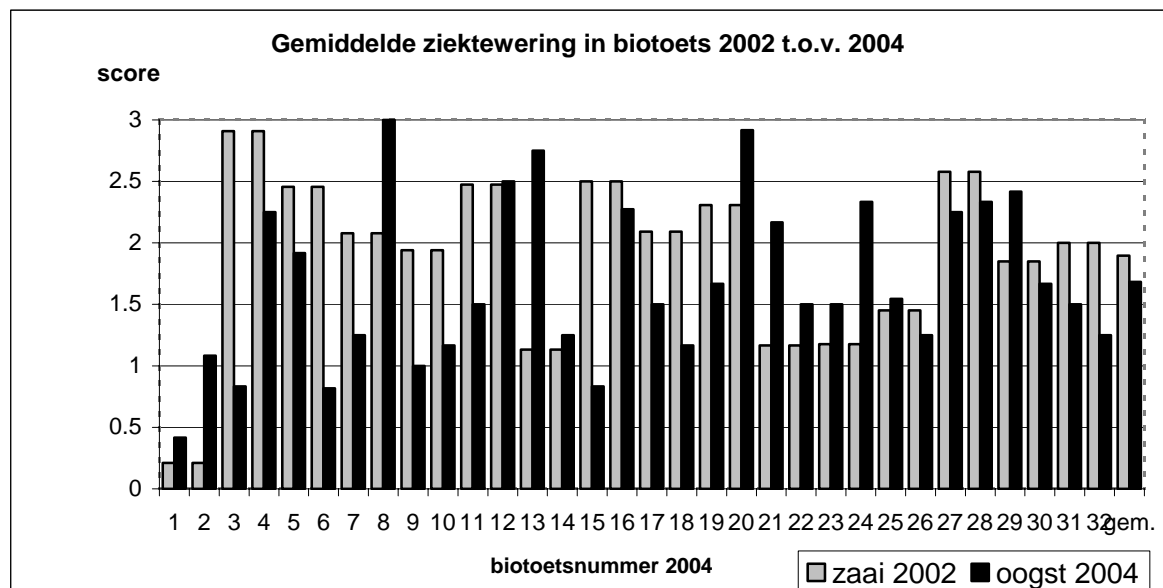
Uit figuur 1.2 blijkt dat de initiële ziektevering laag is (score is in de biotoets hoog) en alleen bij 1+2 onder de 1 uitkwam. Na de proef bleek de ziektevering gemiddeld niet beter geworden te zijn en slechts in 4 grondmonsters onder de 1 uit te komen. Ook hier bleek verandering in ziektevering niet toe te wijzen te zijn aan de gevolgde vruchtwisseling, directe voorvrucht of verdichting.

5.1.3 Conclusies

- Gerst + bladrammenas bleken een goede voorvrucht te zijn, vooral bij teelt van een vatbaar ras suikerbieten;
- Maïs bleek een minder goede voorvrucht te zijn (opbrengstderiving tot ruim 10% in het vatbare ras);
- Voorjaarsverdichting had een grotere schade door rhizoctonia (meer rotte bieten bij de oogst) tot gevolg bij teelt van een vatbaar ras;
- Bij een resistent ras kan verdichting tot meer wegval van kiemplanten leiden dan bij een vatbaar ras;
- Sterke verdichting in en naast de zaairij zoveel mogelijk vermijden.



Figuur 1.1. Gemiddelde ziektedruk in de biotoets van grondmonsters gestoken bij zaai in 2002 ten opzichte van de grondmonsters gestoken na afloop van de proef KP552 bij de oogst van de suikerbieten in 2004 (IRS).



Figuur 1.2. Gemiddelde ziektevering in de biotoets van grondmonsters gestoken bij zaai in 2002 ten opzichte van de grondmonsters gestoken na afloop van de proef KP552 bij de oogst van de suikerbieten in 2004. Grondmonsters besmet met 1% rhizoctonia (IRS).

Score (= ziekte-index):

- 0 = gezond
- 1 = licht aangetast/lesies op hypocotiel/insnoering
- 2 = zwaar aangetast/plant valt om/achterstand groei
- 3 = dood

MET rhizoctonia besmetting betekent dit:

- hoge ziektevering
- ziektevering
- mogelijk enige ziektevering, maar niet van betekenis
- geen ziektevering

We noemen een grond ziekteverend als bij besmetting met rhizoctonia de score kleiner of gelijk aan 1 is.

5.2 Najaarsverdichting Vredepeel (2002-2004)

5.2.1 Opzet

Op een praktijkperceel (Derikx), waarop in 2000 in de suikerbieten aanmerkelijke schade door rhizoctonia werd vastgesteld, werd door proefboerderij Vredepeel een proef aangelegd met verschillende rotaties (tabel 1.8).

Tabel 1.8. Rotaties in de objecten in de najaarsverdichtingsproef VP1028 te Vredepeel, 2002-2004.

2000	2001	2002	2003	2004
biet	maïs	maïs	maïs	biet
biet	maïs	maïs	tarwe+bladrammenas	biet
biet	maïs	aardappel	maïs	biet
biet	maïs	aardappel	tarwe+bladrammenas	biet
biet	maïs	biet	maïs	biet
biet	maïs	biet	tarwe+bladrammenas	biet
biet	maïs	tarwe+bladrammenas	maïs	biet
biet	maïs	tarwe+bladrammenas	tarwe+bladrammenas	biet

Elk object werd in het najaar voor de helft verdicht door elkaar overlappende wielsporen te rijden met een zware tractor onder natte omstandigheden.

5.2.2 Resultaten

In 2002 werd in de veldjes suikerbieten enige aantasting door rhizoctonia vastgesteld. Deze aantasting was echter niet gelijkmatig over de veldjes verdeeld. In 2003 werd maïs en tarwe+bladrammenas geteeld, in de maïs werd geen zichtbare aantasting door rhizoctonia vastgesteld. In 2004 werd op het gehele proefveld een voor rhizoctonia vatbaar ras suikerbieten geteeld en de schade door rhizoctonia beoordeeld in wegval van kiemplanten kort na zaai en suikeropbrengst en rotte bieten bij de oogst.

Door de verdichting in het najaar was het droog gewicht van de grond van 1,16 g/l naar 1,40 g/l toegenomen. Uit tabel 1.9 blijkt dat de aangebrachte verdichting in het najaar (welke elk voorjaar volledig opgeheven werd) geen invloed had op het optreden van rhizoctonia. De directe voorvrucht maïs had wel een duidelijk negatief effect op de suikeropbrengst (ruim 30%) en gaf een zwaardere rhizoctonia schade vooral door veel rotte bieten bij de oogst.

Tabel 1.9. Rhizoctonia schade en suikeropbrengst in het testgewas suikerbieten in de najaarsverdichtingsproef te Vredepeel, 2004 (VP1028).

Verdichting	Opkomst pl/ha (*1000)	Plantdichtheid (juni, 1000pl/ha)	% kiemplant wegval	suikeropbrengst (ton/ha)	% rotte bieten bij de oogst
Normaal	108,9	105	3,4	7,8	9,9
Verdicht	105,9	103	2,1	8,3	11,6
LSD ($\alpha=0,05$)	ns	ns	ns	ns	ns
Voorvrucht in 2003:					
Maïs	106,9	104,1	2,6	6,5	19,0
Tarwe	107,9	104,7	2,8	9,5	2,5
LSD ($\alpha=0,05$)	ns	ns	ns	1,1	7,5

ns = niet significant

5.2.3 Conclusie

- Najaarsverdichting bleek het risico op schade door rhizoctonia niet te verhogen, mits goede en diepe grondbewerking in het voorjaar mogelijk is;
- Tarwe + bladrammenas bleek een goede voorvrucht voor suikerbieten;
- Maïs bleek een slechte voorvrucht (tot 30% lagere suikeropbrengst);
- Schade door rhizoctonia trad vooral op na maïs door veel rotte bieten bij de oogst en minder door kiemplant wegval.

5.2.3.1 Grondbemonstering op ziektevering (IRS)

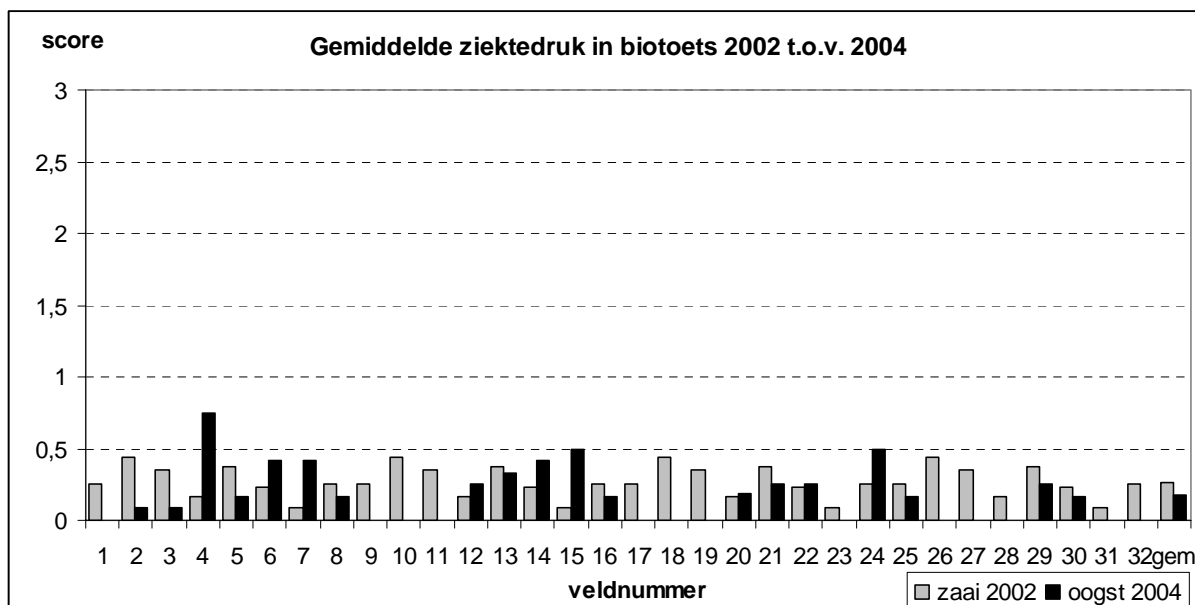
In de jaren 2002-2004 zijn grondmonsters genomen uit de bovenste laag (2-15 cm) om ziektevering tegen

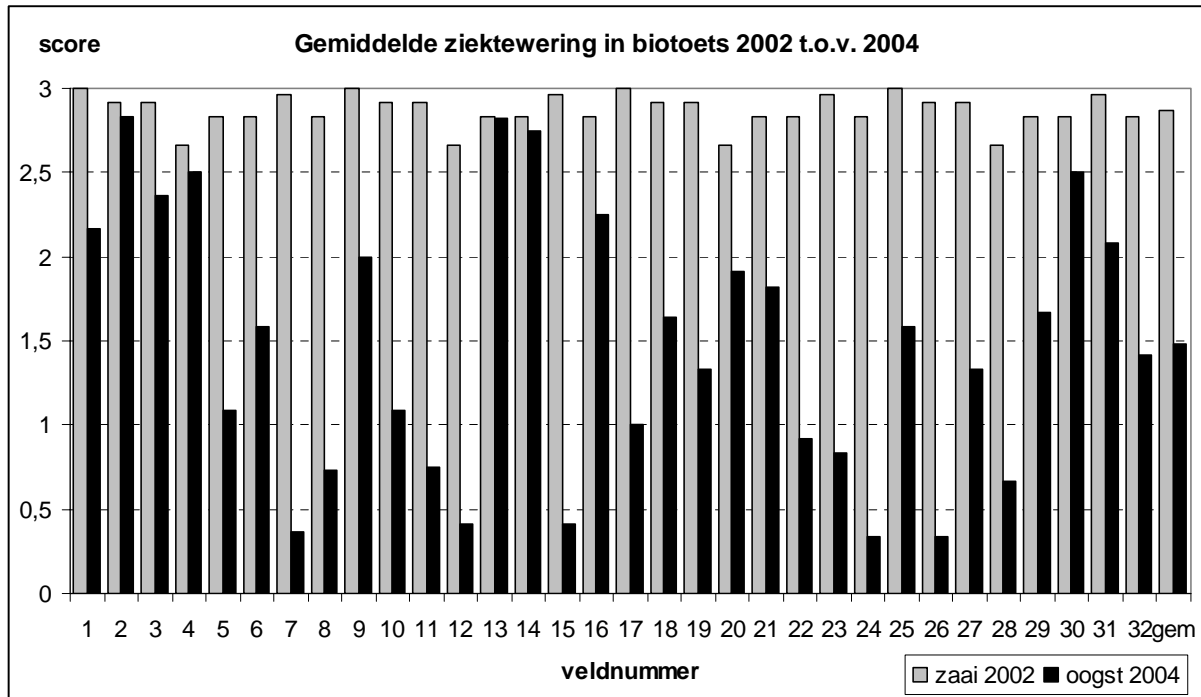
rhizoctonia te onderzoeken. Bij zaai (mei), volgewas (augustus) en na oogst (november) werden grondmonsters op het IRS in een biotoets geanalyseerd op ziektevering. De uitgangspositie (grondmonsters rond de zaai van de voorvruchten in 2002) geeft een beeld van de variatie in aanwezigheid (detecteerbaarheid, ziektedruk) van rhizoctonia en van de ziektevering op het proefveld. In deze beginsituatie is in 2002 per gewasblok een grondmonster gestoken, resulterend in de biotoetsnummers 1-8. De eindsituatie is daarnaast gezet in de figuren 1.3 en 1.4. De ziektedruk is bepaald als de score op rhizoctonia in de monsters in de biotoets zonder extra infectie en de ziektevering is bepaald in de biotoets als de score op rhizoctonia in de monsters in de biotoets met 1% besmetting met rhizoctonia.

Tabel 1.10. Schema proefveld, VP1028, 2002-2004, objectcodes, veld- en biotoetsnummers.

Veld:	blok 1				blok 2				
7,5 m	1 MIWI	2 SIWI	3 PIWI	4 WIVI	5 SIMI	6 PIMI	7 MIMI	8 WIMI	najaar lostrekken
	9 MIMI	10 SIMI	11 PIMI	12 WIMI	13 SIWI	14 PIWI	15 MIWI	16 WIVI	
	17 McWc	18 ScWc	19 PcWc	20 WcWc	21 ScMc	22 PcMc	23 McMc	24 WcMc	najaar vastrijden
	25 McMc	26 ScMc	27 PcMc	28 WcMc	29 ScWc	30 PcWc	31 McWc	32 WcWc	
	18 m								
Biotoets nummers in 2002:	1	2	3	4	5	6	7	8	
	M = maïs W = winterarwe S = suikerbiet P = aardappel (potato)				I = los c = vast (compacted)				

Figuur 1.3. Gemiddelde ziektedruk in de biotoets van grondmonsters gestoken bij zaai in 2002 ten opzicht van de grondmonsters gestoken na afloop van de proef VP1028 bij de oogst van de suikerbieten in 2004 (IRS).





Figuur 1.4. Gemiddelde ziektevering in de biotoets van grondmonsters gestoken bij zaai in 2002 ten opzicht van de grondmonsters gestoken na afloop van de proef VP1028 bij de oogst van de suikerbieten in 2004 (IRS).

Uit figuur 1.3 blijkt dat de ziektedruk in de biotoets van het proefveld laag is en laag is gebleven. Toch werd in 2004 na de voorvrucht maïs ten opzicht van tarwe een 30% lagere suikeropbrengst behaald door aantasting door rhizoctonia. Een lage ziektedruk in de biotoets na de oogst is dus geen aanwijzing dat er geen schade door rhizoctonia zou kunnen optreden.

Uit figuur 1.4 blijkt dat er geen ziektevering bij aanvang van de proef aantoonbaar was, maar na afloop van de proef in 12 veldjes wel duidelijk aantoonbaar was. Uit statistische analyse van de gegevens blijkt dat de bemonstering bij zaai in 2003, dus na de voorvruchten suikerbiet, aardappel, tarwe en maïs en na wel/geen verdichting er een statistisch betrouwbaar verschil was opgetreden in ziektevering tussen wel en niet verdicht. In het verdichte gedeelte was de ziektevering hoger (ziekte-index verdicht 1,2 versus los 1,8). Na analyse van de gegevens bij zaai 2004, dus na voorvruchten maïs en tarwe en na wel/niet verdichten bleken er geen verschillen meer aanwezig. Bij de oogst van de suikerbieten in 2004 bleek er echter een verschil in ziektevering aantoonbaar tussen de objecten maïs en tarwe van 2003. Na de combinatie maïs-suikerbiet was de ziektevering hoger (ziekte-index 0,99) dan na tarwe-suikerbiet (ziekte-index 1,98). Dit verschil was zeer betrouwbaar (LSD = 0,448 met Fprob. <0,001).

Bij een lage besmetting met rhizoctonia bouwt ziektevering op onder voor rhizoctonia gunstige omstandigheden, zoals verdichting in het najaar en teelt van een waardgewas (maïs, suikerbiet).

De gemiddelde ziektevering, uitgedrukt in ziekte-index, van het proefveld bij aanvang was 2,8, bij zaai in 2003 1,5 (los: 1,81 t.o.v. vast: 1,24), bij zaai in 2004 2,2 en bij oogst in 2004 1,5 (voorvrucht tarwe: 1,98 t.o.v. maïs 0,99). Bij de oogst van de bieten in 2004 bleek na tarwe de hoogste opbrengst gehaald te zijn met weinig rotte bieten, terwijl de ziektevering niet veranderde. De bieten geteeld na de voorvrucht maïs hadden een veel lagere opbrengst en veel rotte bieten, terwijl de ziektevering ondertussen toegenomen was. Deze toename heeft de aantasting door Rhizoctonia dus niet zichtbaar weten te verminderen.

5.3 Combinatie voorvrucht, ploegen en mulchen (2003-2005)

5.3.1 Opzet

Op Vredepeel (VP1060) en Klimmen (WR950, nabij Wijnandsrade in Zuid-Limburg) werden twee proeven aangelegd met korrelmaïs, snijmaïs en tarwe als tweejarige voorvruchten, waarbij de helft altijd geploegd werd en de andere helft altijd gemulched, dus zonder kerende grondbewerking. De hoofdgrondbewerking vond dan plaats door een vaste tandbewerking. Mulchen betekent het inwerken van gewasresten door de bovenlaag van maximaal 10 cm te bewerken met een frees.

De vraag was of er een positief effect is van mulchen. Treedt het eventuele positieve effect van mulch dan al in het eerste jaar op of pas na twee jaar, versterkt twee jaar mulch het effect en wordt het effect van 1 jaar mulch tenietgedaan door 2^e jaar ploegen? Daarom werden beide proefvelden tussentijds getoetst met suikerbieten en werd op Vredepeel ook twee jaar achterelkaar het mulchen en ploegen afgewisseld.

Tabel 1.11. **Objecten aangelegd op Vredepeel (in 4-voud, 192 veldjes) en op Wijnandsrade (in 3-voud, 72 veldjes).**

Objectcode	2003	bewerking	2004	bewerking	2005, suikerbiet
MmSbm	korrelMaïs	mulch	Suikerbieten	mulch	vatbaar / resistent
MmMm	korrelMaïs	mulch	korrelMaïs	mulch	vatbaar / resistent
SMmSbm	Snijmaïs	mulch	Suikerbieten	mulch	vatbaar / resistent
SMmSMm	Snijmaïs	mulch	Snijmaïs	mulch	vatbaar / resistent
WmSbm	Wintertarwe+bladram.	mulch	Suikerbieten	mulch	vatbaar / resistent
WmOm	Wintertarwe+bladram.	mulch	Oat(haver)+bladrammenas	mulch	vatbaar / resistent
MmSbp*)	korrelMaïs	mulch	Suikerbieten	ploegen	vatbaar / resistent
MmMp*)	korrelMaïs	mulch	korrelMaïs	ploegen	vatbaar / resistent
SMmSbp*)	Snijmaïs	mulch	Suikerbieten	ploegen	vatbaar / resistent
SMmSMp*)	Snijmaïs	mulch	Snijmaïs	ploegen	vatbaar / resistent
WmSbp*)	Wintertarwe+bladram.	mulch	Suikerbieten	ploegen	vatbaar / resistent
WmOp*)	Wintertarwe+bladram.	mulch	Oat(haver)+bladrammenas	ploegen	vatbaar / resistent
MpSbp	korrelMaïs	ploegen	Suikerbieten	ploegen	vatbaar / resistent
MpMp	korrelMaïs	ploegen	korrelMaïs	ploegen	vatbaar / resistent
SMpSbp	Snijmaïs	ploegen	Suikerbieten	ploegen	vatbaar / resistent
SMpSMp	Snijmaïs	ploegen	Snijmaïs	ploegen	vatbaar / resistent
WpSbp	Wintertarwe+bladram.	ploegen	Suikerbieten	ploegen	vatbaar / resistent
WpOp	Wintertarwe+bladram.	ploegen	Oat(haver)+bladrammenas	ploegen	vatbaar / resistent
MpSbm*)	korrelMaïs	ploegen	Suikerbieten	mulch	vatbaar / resistent
MpMm*)	korrelMaïs	ploegen	korrelMaïs	mulch	vatbaar / resistent
SMpSbm*)	Snijmaïs	ploegen	Suikerbieten	mulch	vatbaar / resistent
SMpSMm*)	Snijmaïs	ploegen	Snijmaïs	mulch	vatbaar / resistent
WpSbm*)	Wintertarwe+bladram.	ploegen	Suikerbieten	mulch	vatbaar / resistent
WpOm*)	Wintertarwe+bladram.	ploegen	Oat(haver)+bladrammenas	mulch	vatbaar / resistent

*) niet op Wijnandsrade

5.3.2 Resultaten

5.3.2.1 2004

Waarnemingen in de veldjes suikerbieten lieten tot en met juli geen verschillen zien op opkomst en wegval van kiemplanten. Er was weinig aantasting door rhizoctonia te zien. Begin september echter werd duidelijk dat er sprake was van een flinke aantasting van volwassen bieten door rhizoctonia, zichtbaar door het volledig weggroten van bieten. Op Vredepeel en Wijnandsrade zijn de suikerbietveldjes beoordeeld op gewasstand, waarbij 0 een gezond gewas zonder rhizoctonia en 10 een volledig afgestorven gewas is door rhizoctonia. In tabel 1.12 zijn deze gegevens weergegeven. Bij de oogst van de bieten in oktober zijn op beide proefvelden het aantal rotte bieten (niet leverbare bieten) geteld en op Vredepeel is tevens een opbrengstbepaling gedaan, deze cijfers staan in ook tabel 1.12. Aangezien bij een vergaande aantasting door rhizoctonia niet alle rotte bieten in het zwad terecht komen, kan het percentage rotte bieten lager uitvallen dan werkelijk het geval is. Het percentage rotte bieten bij de oogst na de voorvruchten maïs zijn op Vredepeel waarschijnlijk aan de lage kant, gezien de standcijfers (meer dan 40% dode bieten) en de wortelopbrengstderiving (ruim 30%). Uit analyse van de gegevens bleek er (nog) geen waarneembaar verschil te zijn tussen ploegen en mulchen, wel tussen de voorvruchten.

Tabel 1.12. **Stand van het gewas en percentage rotte suikerbieten te Klimmen (WR950) en Vredepeel (VP1060) en wortelopbrengst te Vredepeel, september 2004.**

Voorvrucht	Klimmen (WR950)		Vredepeel (VP1060)		
	Stand	%rotte bieten	Stand	%rotte bieten	wortelopbr. ton/ha
korrelMaïs (M)	3,3	37	4,1	26	46
Snijmaïs (SM)	4,0	33	4,8	24	43
Wintertarwe (W)	1,4	13	1,5	20	66
LSD ($\alpha=0,05$)	1,73	15,6	1,23	ns	12,2
Fprob.	0,02	0,015	<0,001		<0,001

ns = niet significant; 0 = geen rhizoctonia; 10 = 100% dood door rhizoctonia

Tarwe+bladrammenas blijkt na één jaar de beste voorvrucht te zijn voor suikerbieten, gezien de hogere wortelopbrengst en het lagere percentage rotte bieten. De verschillen tussen ploegen en mulchen bleken na één jaar te klein om een uitspraak over te doen. Ook is er geen verschil tussen korrelmaïs en snijmaïs, ondanks het grote verschil in gewasresten en mulchlaag.

5.3.2.2 2005, Vredepeel

Tabel 1.13. **Effecten van voorvruchten op plantaantal, aangetaste planten (Rhizoctonia) en stand van het vatbare of het resistente gewas suikerbieten, Vredepeel 2005.**

Gewas 2003	Gewas 2004	code	Plant* 1000/ ha mei	Plant* 1000/ ha juni	Stand vatb juli	Stand res juli	Rs* 1000/ha vatb. sept	Rs rot* 1000/ha vatbaar okt	Rs rot* 1000/ha resist. okt
Korrelmaïs	Suikerbiet	M.Sb.	119	111	5,8	6,8	7,8	7,8	0,3
Korrelmaïs	Korrelmaïs	M.M.	120	118	5,6	7,4	14,8	15,2	1,9
Snijmaïs	Suikerbiet	SM.Sb	118	107	5,9	7,0	7,3	6,0	0,1
Snijmaïs	Snijmaïs	SMSM	121	114	5,6	7,3	20,8	19,1	3,0
Wintertarwe	Suikerbiet	W.Sb.	117	107	4,9	6,8	16,4	9,9	0,9
Wintertarwe	haver	W.O.	117	114	7,3	7,8	5,1	10,7	2,3
LSD($\alpha=0,05$)			3	5	1,1	0,6	6,3		3,8
F-prob.			0,02	<0,001	0,002	0,02	<0,001		<0,001

In tabel 1.13 tot 1.15 zijn de resultaten gegeven van het effect van de voorvruchten bij waarnemingen tijdens het groeiseizoen en bij de oogst van 2005. Als beste voorvrucht voor suikerbiet komt hier de combinatie wintertarwe gevolgd door haver uit de bus. Toch komen er bij deze twee niet waardgewassen als voorvrucht aan het eind van het seizoen weer rotte bieten terug. Er blijken ongeveer 10 % rotte bieten aanwezig te zijn evenveel als na tarwe-suikerbiet als voorvrucht. Bij deze combinatie is toch de opbrengst ver achtergebleven vooral bij het vatbare ras. De opbrengst bedraagt slechts 66 % van die bij tarwe-haver als voorvrucht. De slechte opbrengst na tarwe-suikerbiet kan verklaard worden uit de grote uitval van planten door Rhizoctonia vanaf mei tot en met september. Daarentegen blijken de voorvrucht combinaties snijmais-suikerbiet en korrelmais-suikerbiet tot de laagste aantallen rotte bieten bij de oogst te leiden en was er het hele seizoen weinig wegval. De opbrengst van het vatbare ras is weer naar ongeveer 80 % gestegen. De relatieve opbrengststijging bleek ook op te treden voor de voorvruchtcombinatie korrelmais-korrelmais (78%), maar niet voor de snijmais-snijmais combinatie (65%). In het voorjaar zag deze laatste combinatie er nog goed uit, maar in de zomer en het najaar werden de meeste rotte bieten op dit object gescoord.

In het suikergewicht trad er een interactie op tussen de grondbewerkingen ploegen of mulchen uitgevoerd in 2004 en het suikerbietenras (tabel 1.16). Met name de opbrengst van het vatbare ras bleef na mulchen achter. Dit was ook zichtbaar in het aantal rotte bieten per ha. Met name in de stand van het gewas in juli en augustus was te zien dat mulchen achterbleef bij ploegen, terwijl in juni de grondbedekking na mulchen nog voorbleef op ploegen, resp 75 % versus 57%. Het mulchen van 2003 had dus geen effect meer in 2005 en het mulchen op zich werkte ook niet naar minder rhizoctonia bieten per ha.

De suikeropbrengst van het vatbare ras was bij weinig Rhizoctonia na de tarwe-haver voorvrucht 3 % hoger dan van het resistente ras. Bij alle overige voorvruchtcombinaties waar meer Rhizoctonia aanwezig was, was de opbrengst van het resistente ras 3-31 % hoger dan van het vatbare ras. Bij het resistente ras zat de slechtste voorvrucht combinatie tarwe-suikerbiet op een opbrengst van 81 % van die na tarwe-haver, mede als gevolg van het optreden van rotte bieten bij de oogst. De relatief beste voorvruchtcombinatie was korrelmais-korrelmais (93%), gevolgd door snijmais-snijmais (88 %) en dan pas de combinaties met (snij)mais-suikerbiet (84%).

Op basis van de Rhizoctonia aantasting in 2004 en 2005 en de suikeropbrengst in 2005 is het volgende beeld te destilleren. Granen (behalve maïs) zijn nauwelijks of niet rhizoctonia vermeerderend, maïs is matig vermeerderend en suikerbieten zijn hevig vermeerderend. Na granen is de aantasting door rhizoctonia in suikerbieten daardoor laag en na maïs uiteindelijk bij de oogst hoog. Na een gewas suikerbieten dat in 2004 flink was aangetast door rhizoctonia (meer dan 50% rot en meer dan 50% opbrengstreductie) zal een volggewas suikerbieten minder last hebben van de rhizoctonia als gevolg van 'decline'. De suikerbieten geteeld in 2004 vertoonden na maïs een hevige rhizoctonia aantasting, maar na wintertarwe enigszins een aantasting. De bieten geteeld na deze bieten in 2005 vertoonden door het genoemde 'decline' effect in de rotatie met maïs-suikerbiet veel minder rhizoctonia aantasting dan in de rotatie met wintertarwe-suikerbiet: aantal rhizoctonia planten per ha na rotatie (snij)mais-suikerbiet 6000-7800 (vatbaar) en na rotatie wintertarwe-suikerbiet 9900 of de rotatie wintertarwe-haver 10700. De hoge rhizoctonia aantastingen in 2005 zijn dus een gevolg van opbouw van rhizoctonia in de grond tijdens de teelt van suikerbieten, terwijl de lage aantastingen na maïs en suikerbiet het gevolg zijn van een hoge mate van ziektevering. Dit noemen we 'decline'. De lage aantasting na wintertarwe en haver rotatie komt doordat de rhizoctonia hier sterk is afgebouwd. Aan het eind van de suikerbienteelt komt Rhizoctonia weer sterk opzetten, waardoor twee jaar geen waard minimaal is om Rhizoctonia uit te laten zien.

Suikerbiet is een betere waardplant dan maïs en maïs beter dan graan. Na een matige waard, gevolgd door een goede waard is er decline in het derde jaar met suikerbiet, na twee keer een matige waard is er een maximale aantasting in september en oktober en na één keer een niet waard gevolgd door een goede waard is er veel aantasting in september en enige aantasting in oktober en na twee keer geen waard is er enige aantasting in oktober.

Tabel 1.14. **Opbrengstgegevens van het vatbare suikerbietenras voor Rhizoctonia op Vredepeel in 2005.**

Gewas 2003	Gewas 2004	code	Grond tarra	Kop-tarra	Winbaarheid	Suiker %	Wortelgewicht ton/ha	Suikergewicht ton/ha	Financ. Opbr. €1000/ha
Korrelmais	Suikerbiet	M.Sb.	3,2	7,0	89,3	17,4	61,2	10,7	2,46
Korrelmais	Korrelmais	M.M.	3,8	7,1	90,2	18,1	57,7	10,5	2,48
Snijmais	Suikerbiet	SM.Sb	3,4	6,8	89,4	17,4	60,6	10,6	2,46
Snijmais	Snijmais	SMSM	3,6	7,2	90,4	17,9	48,8	8,8	2,08
Wintertarwe	Suikerbiet	W.Sb.	4,1	7,1	88,3	17,1	51,5	8,8	2,00
Wintertarwe	haver	W.O.	4,2	8,1	90,2	18,2	74,0	13,4	3,17
LSD($\alpha=0,05$)			0,7	1,4	0,6	0,3	8,7	1,6	0,38
F-prob.			0,02	0,02	0,62	0,15	0,009	0,009	0,011

Tabel 1.15. **Opbrengstgegevens van het resistente suikerbietenras voor Rhizoctonia op Vredepeel in 2005.**

Gewas 2003	Gewas 2004	code	Grond tarra	Kop-tarra	Winbaarheid	Suiker %	Wortelgewicht ton/ha	Suikergew. ton/ha	Financ. Opbr. €1000/ha
Korrelmais	Suikerbiet	M.Sb.	3,8	7,9	90,1	17,4	63,0	11,0	2,56
Korrelmais	Korrelmais	M.M.	3,6	7,6	90,9	17,9	67,6	12,1	2,88
Snijmais	Suikerbiet	SM.Sb	4,4	8,3	90,3	17,5	62,8	10,9	2,54
Snijmais	Snijmais	SMSM	3,9	7,4	91,2	17,9	64,3	11,5	2,74
Wintertarwe	Suikerbiet	W.Sb.	3,5	7,6	89,7	17,4	61,0	10,6	2,44
Wintertarwe	haver	W.O.	3,9	8,4	90,8	18,0	72,4	13,1	3,10
LSD($\alpha=0,05$)			0,7	1,4	0,6	0,3	8,7	1,6	0,38
F-prob.			0,02	0,02	0,62	0,15	0,009	0,009	0,011

Tabel 1.16. **Effekt van grondbewerking in 2004 op de suikeropbrengst (ton/ha) van de vatbare en resistente cultivar en van het aantal rotten bieten (*1000/ha) in 2005.**

Grondbewerking 2004	Suikeropbrengst		Rotte bieten oogst		
	Resistent	Vatbaar	Resistent	Vatbaar	
Mulch	11.0	9.5	1,5	12,6	
Ploeg	12.0	11.5	1,4	10,3	
LSD($\alpha=0,05$)		0.7-1.6		2,2-2,4	
F-prob.		0.05		0,15	

5.3.2.3 2005, Wijnandsrade

Het aantastingsniveau door rhizoctonia bleek op Wijnandsrade niet zo hoog te zijn als op Vredepeel (tabel 1.17). Het aantal door Rhizoctonia aangetaste (rotte) bieten in september en bij de oogst bleef ruim onder de 5% en was niet significant verschillend voor de voorvruchten of grondbewerking. Bij het aantal bieten in juni was er een betrouwbaar effect van de grondbewerking zichtbaar. Het mulchen leidde tot 14 % meer wegval van planten. Dit ondanks het feit dat de ziektevering (ZW) door het mulchen verhoogd was (cijfer voor de ziektevering bij de zaai omlaag van 1.8 naar 0.8; zie ook 5.3.2.4). De geschatte schade als gevolg van Cercospora bleek het hoogst te zijn na mulchen en na voorvrucht suikerbieten.

Bij de oogst (tabel 1.18) bleken er wel significante verschillen te zijn in kwaliteit en financiële opbrengst (FinO). Altijd ploegen gaf de hoogste financiële opbrengst en mulchen, vooral na suikerbieten, gaf de laagste financiële opbrengst. Waarschijnlijk spelen hier de opbouw van rhizoctonia en mogelijk antagonisme een rol. Uit de biotoetsen leek Wijnandsrade meer ziektevering te hebben dan Vredepeel. Hierdoor is het verklaarbaar dat er zo weinig rhizoctonia optrad.

Het aantal planten per ha in juni, de Cercospora aantasting in september en het aantal rotte bieten bij de oogst gaven een verklaarde variantie van 64 % van de financiële opbrengst.

Tabel 1.17 Waarnemingen aan het bietengewas en grond in 2005 op Wijnandsrade.

Object	PI*10 ³ / ha mei	PI*10 ³ / ha juni	Grond- bed % juni	ZW Zaai	ZW gewas	ZW oogst	Rhizoc Bieten*10 ³ /ha sept	Rotte bieten * 10 ³ /ha oogst	Cercos sept
MmSbm	74	73	73	0,3	0,5	1,2	1,0	7,7	3,7
MmMm	74	48	70	1,1	0,7	2,0	1,3	6,0	0,0
SMmSbm	73	66	43	0,8	0,7	1,2	1,0	6,7	4,7
SMmSMm	80	74	47	1,3	0,6	1,3	1,5	10,4	0,0
WmSbm	90	66	53	0,5	0,6	2,2	1,0	8,8	2,7
WmOm	67	64	57	0,8	0,7	2,1	1,2	6,2	0,0
MpSbp	79	76	60	1,4	0,9	1,9	0,3	5,1	0,3
MpMp	82	79	57	2,0	0,4	2,1	0,9	8,4	0,0
SMpSbp	87	79	70	2,1	1,4	2,3	2,2	9,3	0,3
SMpSMp	86	81	67	2,2	1,7	2,1	3,0	7,2	0,0
WpSbp	80	81	87	1,6	1,0	2,6	0,7	5,4	0,7
WpOp	65	57	63	1,4	1,5	2,3	1,3	4,4	0,0
LSD interact	22	22	27	1,3	0,8	1,0	2,0	9,8	1,3
Fprob<0.05	-	Gb	-	Gb	Gb	Gb	-	-	Gb*Obj

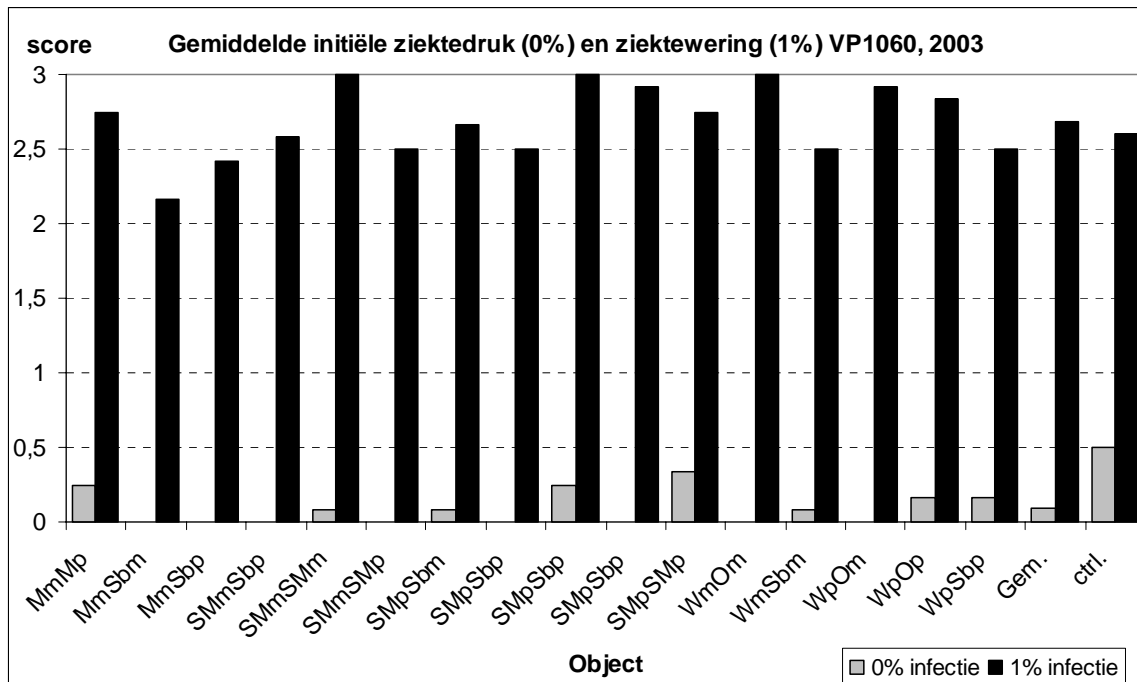
Tabel 1.18. Opbrengstgegevens van de vatbare suikerbieten in de mulch-ploeg-voorvrucht proef, Wijnandsrade 2005.

Obj.nr.	Object	WortelG t/ha	Suiker %	SuikerG t/ha	Grondtar %	Koptar %	K	Na mmol/kg	K+Na	AmN	WIN	Fin.Opbrengst €/ha
1	MmSbm	45,5	16,16	7,4	6,4	9,4	53,2	6,3	59,6	21,0	87,3	2274
2	MmMm	57,9	17,84	10,4	7,2	9,6	46,0	3,3	49,2	14,2	90,4	3428
3	SMmSbm	42,0	16,15	6,8	6,4	10,3	51,1	7,4	58,5	21,5	87,5	2099
4	SMmSMm	56,7	17,84	10,1	8,0	9,9	41,7	3,6	45,3	12,5	91,1	3378
5	WmSbm	46,3	16,14	7,5	6,2	10,2	47,9	6,6	54,4	19,3	88,4	2323
6	WmOm	54,1	16,58	9,0	5,9	9,8	59,0	4,1	63,1	22,0	87,0	2783
7	MpSbp	58,4	17,63	10,4	9,7	10,0	42,9	3,9	46,9	15,5	90,5	3409
8	MpMp	55,8	17,91	10,1	8,4	9,8	41,2	3,1	44,3	11,9	91,2	3369
9	SMpSbp	55,6	17,79	9,9	6,8	9,0	37,8	3,6	41,4	12,4	91,3	3330
10	SMpSMp	62,7	18,48	11,6	6,9	8,1	37,3	2,6	40,0	9,2	92,1	3998
11	WpSbp	64,6	17,92	11,6	6,4	7,9	36,5	3,5	39,9	11,0	91,7	3946
12	WpOp	55,5	17,95	10,0	5,5	11,0	50,6	3,2	53,9	15,5	89,4	3314
Gemiddelde		54,6	17,37	9,6	7,0	9,6	45,4	4,3	49,7	15,5	89,8	3138
LSD												
5%(Obj*grondbew)		15,8	0,95	3,1	4,2	1,4	7,9	2,4	8,3	5,0	2,1	1129
P		0,17	0,00	0,05	0,73	0,01	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,02

5.3.2.4 Grondbemonstering op ziektevering (IRS en PPO)

In de jaren 2003-2005 zijn grondmonsters genomen uit de bovenste laag (2-15 cm) om ziektevering tegen rhizoctonia te onderzoeken. Bij zaai (mei), volgewas (augustus) en na oogst (november) werden grondmonsters in een biotoets geanalyseerd op ziektevering, de monsters van 2003 en 2004 op het PPO te Lelystad, het laatste jaar (2005) op het IRS.

De uitgangspositie (grondmonsters rond de zaai van de voorvruchten in 2003) geeft een beeld van de variatie in aanwezigheid (detecteerbaarheid, ziektedruk) van rhizoctonia en van de ziektevering op het proefveld. In deze beginsituatie is in 2003 op Vredepeel per object en op Wijnandsrade per gewasblok een grondmonster gestoken. De ziektedruk is bepaald als de score op rhizoctonia in de monsters in de biotoets zonder extra infectie en de ziektevering is bepaald in de biotoets als de score op rhizoctonia in de monsters in de biotoets met 1% besmetting met rhizoctonia.

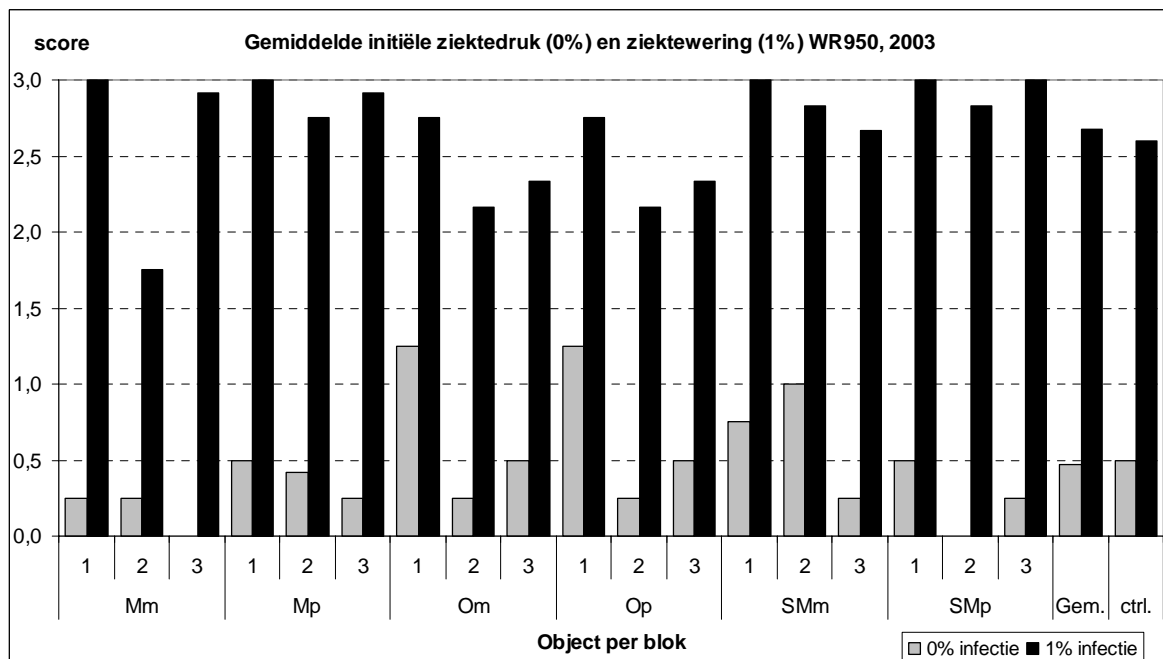


Figuur 1.5. Gemiddelde initiële ziektedruk (0% infectie) en ziektevering (1% infectie) in de objecten aangelegd op Vredepeel bij aanvang van de proef in 2003, VP1060.

Tabel 1.19. De betekenis van de schaal voor de mate van ziektevering.

Score (= ziekte-index):	MET rhizoctonia besmetting betekent dit:
0 = gezond	hoge ziektevering
1 = licht aangetast/lesies op hypocotiel/insnoering	ziektevering
2 = zwaar aangetast/plant valt om/achterstand groei	mogelijk enige ziektevering, maar niet van betekenis
3 = dood	geen ziektevering

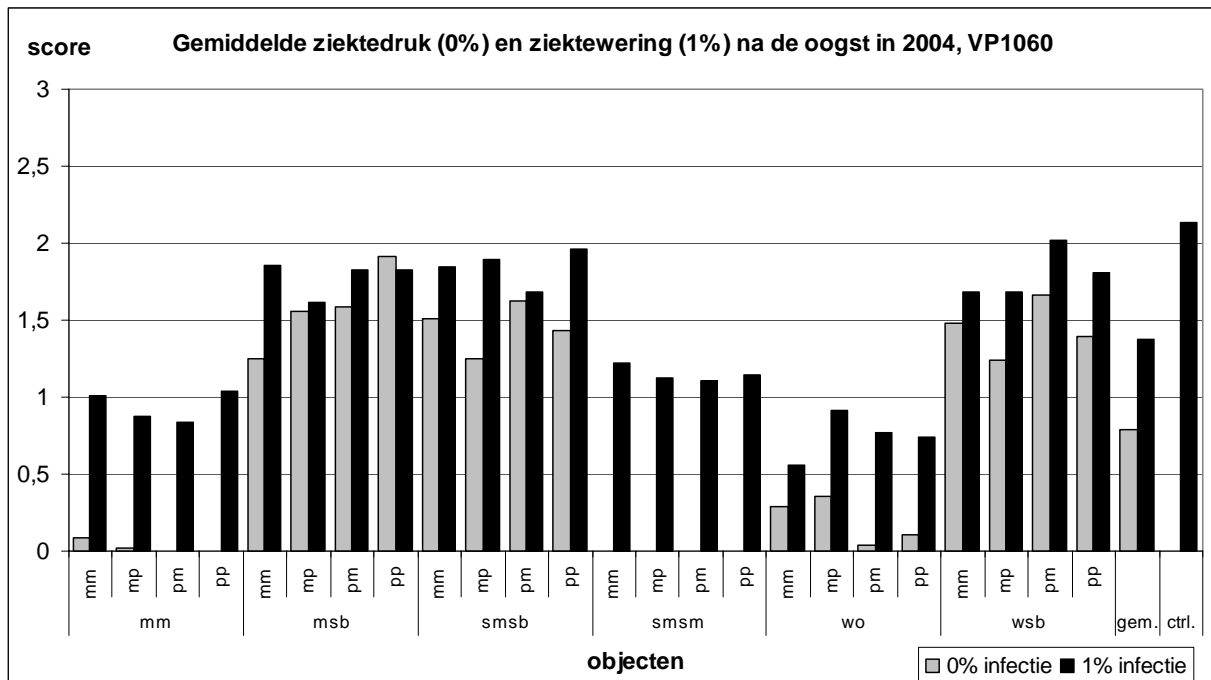
We noemen een grond ziekteverend als bij besmetting met 1% rhizoctonia de score kleiner of gelijk aan 1 is.



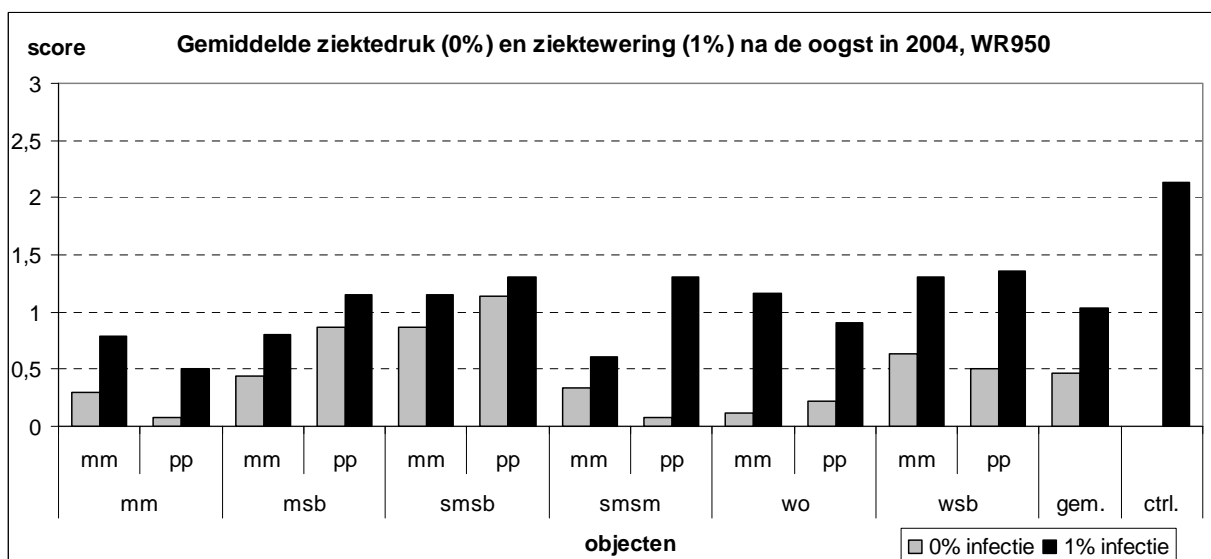
Figuur 1.6. Gemiddelde initiële ziektedruk (0% infectie) en ziektevering (1% infectie) in de objecten aangelegd op Wijnandsrade bij aanvang van de proef in 2003, WR950.

Uit de figuren 1.5 en 1.6 blijkt dat de initiële ziektedruk in 2003 op beide proefvelden in de biotoets als laag

naar voren komt. De gemiddelde ziektevering (Gem.) is op beide proefvelden eveneens laag, al lijkt op Wijnandsrade op enkele plekken enige ziektevering aanwezig te zijn.



Figuur 1.7. Gemiddelde ziektedruk (bepaald bij 0% infectie) en ziektevering (bepaald bij 1% infectie) in de biotoets van grondmonsters genomen na de oogst van de gewassen in 2004, VP1060.



Figuur 1.8. Gemiddelde ziektedruk (bepaald bij 0% infectie) en ziektevering (bepaald bij 1% infectie) in de biotoets van grondmonsters genomen na de oogst van de gewassen in 2004, WR950.

Uit de figuren 1.7 en 1.8 blijkt dat zowel ziektedruk als ziektevering op beide proefvelden in 2004 zijn toegenomen. De ziektedruk neemt vooral toe op de veldjes waar in 2004 suikerbieten staan (objecten ..sb), op deze veldjes is ook de ziektevering minder (score hoger). De laagste ziektedruk en meeste ziektevering vinden we op de veldjes met twee keer korrelmaïs en twee keer snijmaïs. De tarwe-haver rotatie geeft éénmaal op Vredepeel een verrassend hoge ziektevering te zien.

In 2005 zijn in Vredepeel enkele objecten gevolgd. In tabel 1.20 zijn deze met die gegevens van 2004 opgenomen. In 2005 is er een effect van de grondbewerking zichtbaar. Dit is betrouwbaar, namelijk meer ziektevering na mulchen van de grond in snijmais en korrelmais. Het is tegengesteld aan een gering negatief effect van mulchen in 2004.

Er is een betrouwbaar effect van de gewassen in het volle gewas in 2004 en 2005. Daar waar suikerbieten of haver staan is er in 2004 betrouwbaar minder ziektevering dan in snijmais of in korrelmais. Ook bij de oogst is dit effect van het gewas betrouwbaar, maar dan reageert haver plotseling anders namelijk zeer ziekteverend. Deze effecten komen in 2005 niet meer terug (allemaal suikerbieten). In 2005 zijn er alleen in het volgewas betrouwbare verschillen te zien.

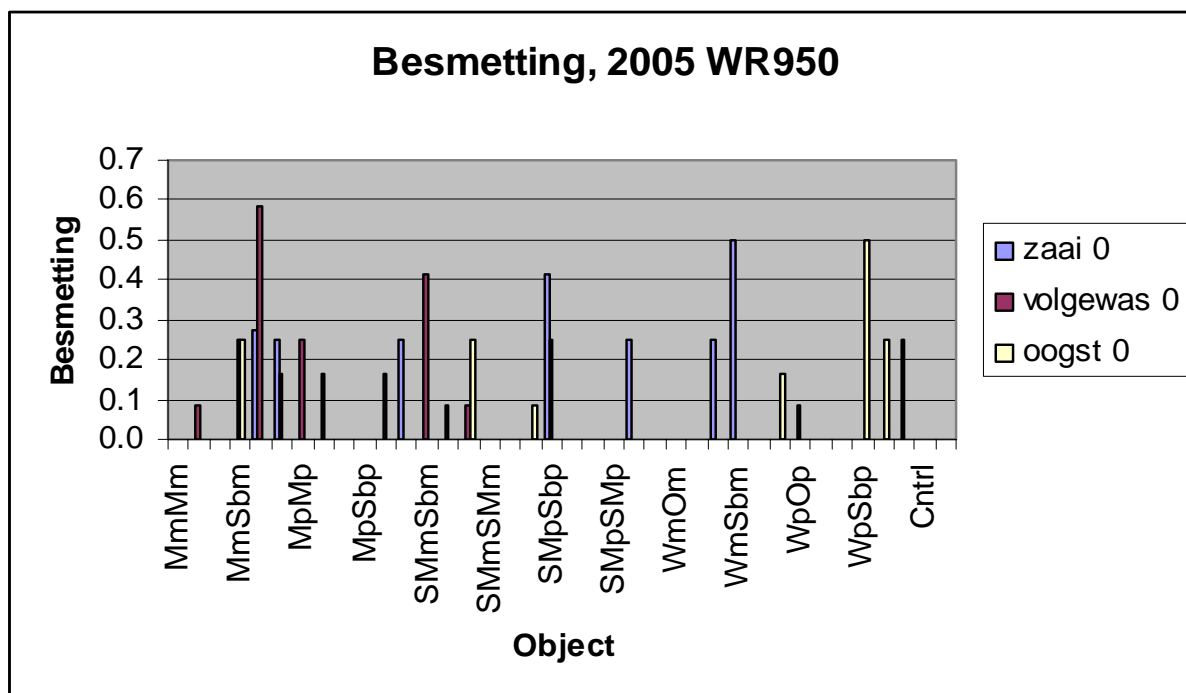
In 2003 zijn in het volle gewas ook ziekteveringen gemeten. Toen bleek dat tarwe (ziektevering = 1.8) betrouwbaar meer ziektevering liet zien dan snijmais (ziektevering = 2.2).

Tabel 1.20. De ziektevering van enkele objecten in 2004 en 2005 op Vredepeel.

Voorvrucht	Grondbew	2004		2005			
		2003-2004	volgewas	oogst	zaai	volgewas	oogst
MSb	MM		2.0	1.9	1.9	1.3	1.1
MSb	PP		1.7	1.8	2.1	2.8	1.1
SmSb	MM		2.1	1.8	2.2	1.4	0.6
SmSb	PP		1.7	2.0	2.6	2.6	1.0
WSb	MM		2.4	1.7	2.2	2.0	1.0
WSb	PP		2.4	1.8	2.7	1.9	1.6
WO	PP		2.1	0.7	2.7	2.8	1.8
MM	MM		1.9	1.0			
MM	PP		1.1	1.0			
SMSM	MM		1.6	1.2			
SMSM	PP		1.3	1.1			
LSD 5%			0.9	0.7	0.9	1.0	0.9

Uit een multiële regressie analyse met te verklaren variabelen de suikeropbrengst van de vatbare suikerbieten of het aantal rotte bieten in september of bij de oogst blijkt dat met de predictoren de ziektevering in volgewas en bij de oogst in 2004, de 3 tijdstippen van de ziektevering in 2005 en de ziektedruk tijdens volgewas in 2004, dat de ziektevering gemeten tijdens volgewas in 2004 het beste de variatie in opbrengst in 2005 verklaard (16 %). De Rhizoctonia aantasting in het veldgewas wordt in september voor 22 % verklaard uit ziektevering vol gewas 2004 + ziektevering oogst 2004 + ziektedruk vol gewas 2004 (hoe hoger de ziektedruk in 2004 hoe minder Rhizoctonia in september 2005). Het aantal rotte bieten bij de oogst in 2005 wordt voor 20 % verklaard uit de ziektedruk bij vol gewas in 2004, maar ook hier is het verband negatief. Dit wijst op een decline situatie, eerst was er veel Rhizoctonia in de grond later treedt er toch minder aantasting op. De waarnemingen van de ziektevering in 2005 hebben geen relatie met de suikeropbrengst of de Rhizoctonia aantasting van het gewas in 2005.

De variatie in suikeropbrengst van het resistente ras kan voor 18 % verklaard worden uit de twee laatste tijdstippen van ziektevering in 2004. Dit geeft de geringe waarde aan van het meten van de ziektevering.

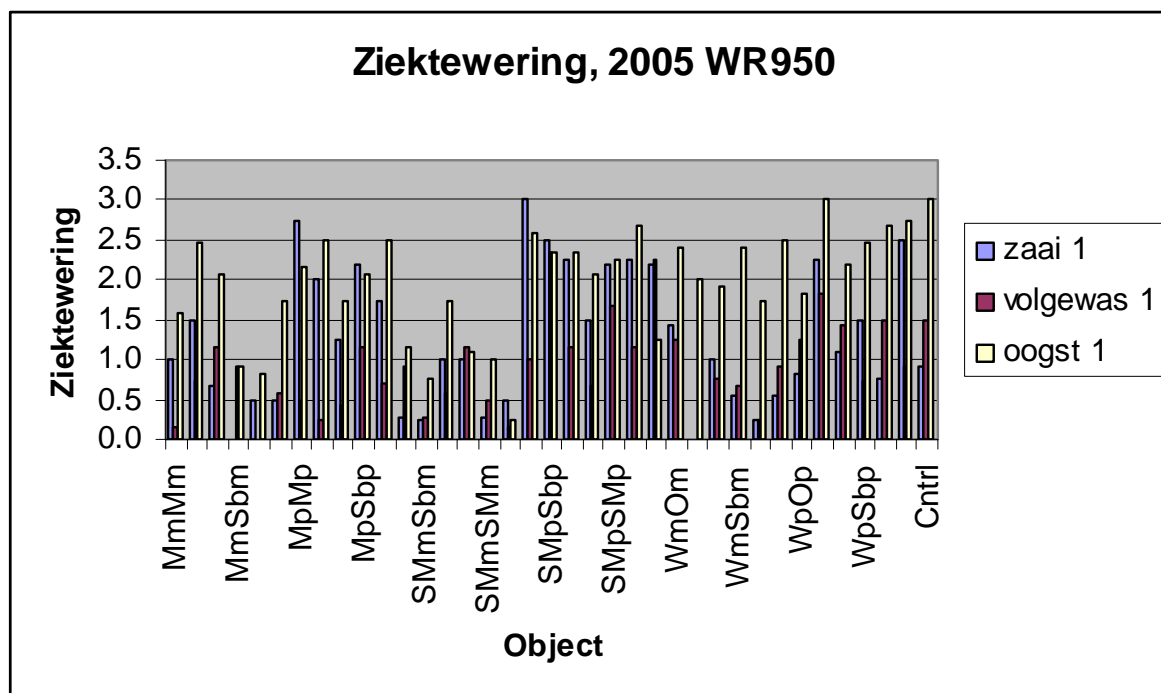


Figuur 1.11. De initiële ziektedruk in 2005 voor herhaling 1, 2 en 3 van diverse objecten in Wijnandsrade.

De ziektedruk zoals die bij 0 % *Rhizoctonia* in de biotoets wordt waargenomen is in 2005 in Wijnandsrade laag (figuur 1.11). Van de drie bemonsteringen op drie tijdstippen blijkt object mulchen na voorvruchten mais-suikerbiet 6 keer besmet te zijn. Het object ploegen van tarwe-haver voorvrucht (WpOp) geeft slechts eenmaal de laagste besmetting te zien.

De ziektevering is over het algemeen variabel in de tijd en over het proefveld figuur 1.12. De ziektevering op het tijdstip van zaaien geeft een goede relatie met de financiële opbrengst (29 % verklaarde variantie). Deze ziektevering gaf tezamen met de *Cercospora* aantasting, het aantal *Rhizoctonia* bieten in de zomer en het aantal rotte bieten bij de oogst 55 % verklaring van de variantie in de financiële opbrengst (zonder dat het aantal planten per ha in de berekening wordt meegenomen). De gemiddelde ziektevering over de drie bemonsteringen geeft minder verklaarde variantie van de financiële opbrengst dan de de ziektevering bij de zaai alleen. De hoogste ziektevering (laagste waarden) wordt gevonden na mulchen en voorvruchten snijmais-suikerbiet (SMmSbm) en snijmais-snijmais (SMmSMm). De ploegvarianten van deze objecten laten minder ziektevering zien. De voorvrucht snijmais verhoogt net als suikerbiet de ziektevering. Maar ook na tarwe-haver en tarwe-suikerbiet is er nog enige ziektevering aanwezig.

Dat de hoogste ziektevering gevonden wordt na mulchen en snijmais blijkt niet uit de bemonstering van de mulchlaag afzonderlijk (tabel 1.21).



Figuur 1.12. De ziektewering tijdens het groeiseizoen van 2005 te Wijnandsrade voor herhaling 1, 2 en 3.

Tabel 1.21. De score in de ziekteweringstoets van grond uit de mulchlaag versus dezelfde geploegde laag (WR950 2005).

Object	Zw mulch
MmMm	1.25
MpMp	1.25
SMmSMm	1.78
SMpSMp	1.30

5.3.3 Conclusies

Daar waar rhizoctonia in de grond zit:

- zijn haver en tarwe, beide gecombineerd met bladrammenas als groenbemester, goede voorvruchten;
- is maïs slechte voorvrucht en kan een opbrengstreductie optreden van 50%;
- is najaarsverdichting geen probleem, mits goede en diepe grondbewerking in het voorjaar mogelijk is;
- heeft mulchen geen voordelen in de beheersing van Rhizoctonia en werkt niet in het voordeel op de suikeropbrengst.
- Is suikerbieten een slechte voorvrucht, wanneer hieraan een niet-waard vooraf gaat. Op één proefveld (Vredepeel) is gevonden dat wanneer aan suikerbieten een matige waard als snijmais of korrelmais voorafgaat, dat dan suikerbiet een redelijke voorvrucht is. Er treedt weinig Rhizoctonia op en de opbrengst herstelt zich in flinke mate (decline).
- Is tweemaal achter elkaar korrelmais soms beter dan snijmais, wat naar voren komt in de suikeropbrengst en de Rhizoctonia-aantasting.
- kan na verloop 'decline' optreden. De grond is ziektewerend geworden en het optreden van rhizoctonia is beperkt.
- Daar waar een decline situatie is (2005, Wijnandsrade) maakt het niet uit welke gewasvolgorde er aan vooraf is gegaan, mits Cercospora goed bestreden wordt.
- De voorspellende waarde van het meten van de ziektewering staat ter discussie.

6 Module 2

6.1 Waardplantgeschiktheid in kasproeven

6.1.1 Rhizoctonia in suikerbieten: waardplant- en perceelsverschillen.

In de jaren 1996-1999 is, in een aantal 'runs' in kasproeven, de waardplantgeschiktheid onderzocht van ca. 30 akkerbouw-, vollegrondsgroente- en groenbemestingsgewassen op kunstmatig geïnoculeerde grond met isolaten van *Rhizoctonia solani*.

In potexperimenten is van veel gewassen de geschiktheid als waardplant voor de vermeerdering van en gevoeligheid voor rhizoctonia bepaald. Een mengsel van pot- en zandgrond werd besmet met één of twee niveaus van een isolaat van rhizoctonia en daarna ingezaaid met de gewassen. Voor bepaling van schade aan het gewas werd geoogst op een moment dat veel gewassen volgroeid waren (8-12 weken na zaai). Om te bepalen of rhizoctonia zich vermeerderd, gelijk blijft of juist verminderd na de geteelde gewassen werd na de oogst een biotoets uitgevoerd. De grond in de potten droogde gedurende enkele weken uit. Vervolgens werden de potten weer bevochtigd en met tien bietenzaadjes ingezaaid. Gedurende vier weken werden de door rhizoctonia weggevallen planten gescoord. Dit is een indicatie voor de vermeerdering van rhizoctonia op het voorafgaande gewas (of verandering van agressiviteit en/of virulentie) en daarmee voor de waardplantgeschiktheid.

Het bleek dat er twee groepen gewassen te onderscheiden waren. Een grote groep bestaat uit gewassen, waarop rhizoctonia zich sterk kan vermeerderen (zie tabel 2.1). De meeste akkerbouwgewassen en ook veel vollegrondsgroentegewassen behoren hiertoe. Een kleine groep van gewassen geeft slechts in geringe mate een vermeerdering te zien. Dit zijn, naast zomertarwe, ui, radijs en rammenas.

Een gewas kan waardplant zijn voor rhizoctonia, maar het gewas hoeft daar zelf niet op te reageren en lagere opbrengsten te geven (gevoeligheid). Zo zijn aardappelen, grassen en afrikaantjes goede waardplanten, maar daar is aan het gewas bovengronds niets van te zien. Op de wortels zijn wel lesies te vinden van rhizoctonia. Van de andere kant is radijs enigszins gevoelig, maar de vermeerdering is maar zeer beperkt (tabel 2.1).

Tabel 2.1. De relatieve vermeerdering en gevoeligheid van gewassen voor een veldisolaat *Rhizoctonia uit Luuykgestel, dat suikerbieten aantast.*

Gewas	Vermeerdering	Gevoeligheid
Suikerbiet	++	+++
Aardappel	++	0
Mais	++	+
Engels raai	++	0
Italiaans raai	++	0
Afrikaantjes (Single Gold)	++	0
Waspeen	++	++
Schorseneer	++	+++
Sla	++	++
Prei	++	0
Zomertarwe	+	0
Ui	+	0
Radijs	+	+
Rammenas	+	0
Zwarte braak	0	

0 = niet vermeerderend/gevoelig, + = waarneembaar v/g, ++ = sterk v/g, +++ = ernstig v/g

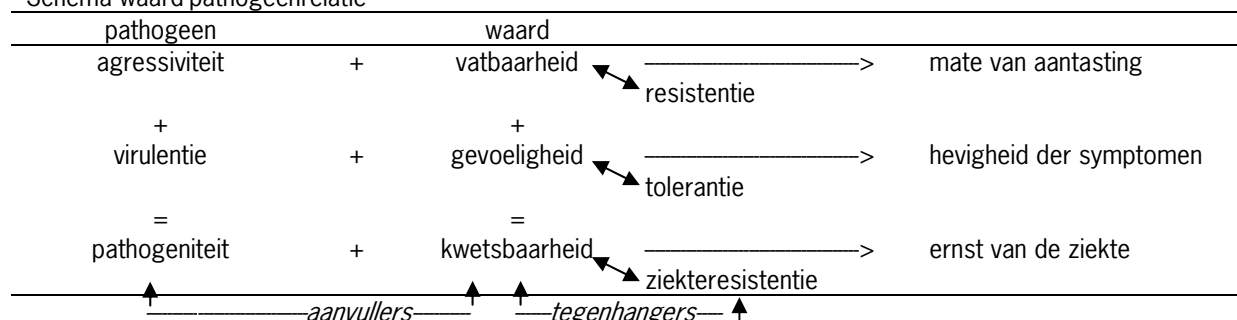
Verder bleek uit kasproeven met verschillende isolaten van rhizoctonia met enkele gewassen dat er binnen de specifieke aanduiding van het suikerbiet pathogeen *Rhizoctonia solani* AG 2-IIIB isolaten van verschillende herkomsten (regionaal, voorvrucht, grondsoort) zich verschillend leken te gedragen op dezelfde waardplanten.

Een probleem bij de kasproeven is nog geweest dat hoge dosering leidde tot veel wegval van de waardplant en bijgevolg ging zo'n object lijken op braak (door gebrek aan vermeerdering op de gevoelige waard).

6.1.2 Waard-pathogeenrelatie

De waard-pathogeenrelatie is te herleiden tot een aantal detailverschijnselen waarvoor verschillende termen beschikbaar zijn. Om duidelijkheid te scheppen zijn ze in hun onderlinge relatie in onderstaand schema weergegeven. Onder natuurlijke omstandigheden in het veld kunnen we alleen de ernst van de ziekte vaststellen, in de kas proberen we onderscheid maken in agressiviteit en virulentie, omdat we de hoeveelheid inoculum voor de verschillende isolaten van rhizoctonia gelijk kunnen houden en de planten nauwkeuriger kunnen beoordelen. Het bleek echter niet eenvoudig de mate van aantasting (bijvoorbeeld opbrengstderving zonder symptomen) te onderscheiden van hevigheid der symptomen (bijvoorbeeld wel symptomen maar geen opbrengstderving). Zoveel mogelijk werden zowel opbrengsten als symptomen gescoord, maar was niet altijd uitvoerbaar.

Schema waard-pathogeenrelatie



6.1.3 Samengevat:

Kastoets 1996, waardplantgeschiktheid: Lu (Luyksgestel) en Ve (Veulen) isolaat in 2 doseringen, 7 gewassen en 3 oogsten, biotoets.

- bladrammenas geen opbrengstderving, wel enige symptomen op de wortels; nauwelijks uitval in de biotoets.
- waswortel grootste derving en symptomen bij Lu; weinig wegval biotoets (alleen hoogste dosis).
- aardappel grootste derving en symptomen bij Ve, iets bij Lu; weinig wegval biotoets (bij Lu hoger dan bij Ve).
- zomertarwe geen dervingen geen symptomen; alleen wegval in de biotoets bij Lu.
- maïs geen derving bij Lu, wel derving bij Ve, alleen wegval in de biotoets bij Ve.
- suikerbiet ergste derving en symptomen bij Lu; ook in de biotoets.
- biotoets: grootste wegval en symptomen na: waswortel bij beide isolaten, aardappel bij Lu, zomertarwe bij Lu, maïs bij Ve, biet bij Lu en braak bij Lu.

Kastoets 1997, schade aan waardplanten: Lu in 2 doseringen, 15 gewassen, groen geoogst, geen biotoets.

- aardappel opbrengstverhoging in loof, opbrengstderving in knol.
- waswortel iets opbrengstderving.
- maïs duidelijke opbrengstderving.
- bladrammenas iets lagere opbrengst en aantasting op wortel te zien.
- ui in kiemplantstadium gevoelig voor wegval, verder geen opbrengstderving.
- z. tarwe geen derving.
- schorseneer en sla duidelijke opbrengstderving.
- radijs, raaigrassen, afrikaantje geen opbrengstderving.

Kastoets 1999, waardplantgeschiktheid en herkomst isolaten: 5 isolaten, 11 gewassen, gevolgd door biotoets.

Volgorde pathogeniteit isolaten op waardplanten: Schijndel Rijkevoort Luyksgestel Breda Veulen
 Volgorde pathogeniteit isolaten in de biotoets: Luyksgestel Veulen Rijkevoort Breda Schijndel
 (weergegeven van hoog naar laag)

Naast de verwachte uitkomst in de biotoets, dat na pathogeniteit op een waardplant ook veel aantasting en symptomen optreden in de biotoets, bleken ook andere uitkomsten op te treden:

- ondanks weinig aantasting op de waardplant, toch veel aantasting in het toetsgewas biet in de biotoets;
- ondanks veel aantasting van de waardplant, toch weinig aantasting en symptomen in de biotoets.

Onderzocht werd nu of deze verschillen in pathogeniteit en verandering in pathogeniteit terug te voeren zijn op regio, grondsoort, voorvrucht/vruchtwisseling of nog andere factoren zoals specifieke DNA patronen (AFLP).

6.1.4 Kasproef 2002

In 2002 werden rhizoctonia isolaten, afkomstig van diverse regio's en geïsoleerd van verschillende gewassen, getoetst op enkele waardplanten onder geconditioneerde omstandigheden in de kas.

In dit experiment zijn isolaten afzonderlijk toegevoegd aan potgrond. De isolaatnamen bestaan uit een afkorting van de gewasnaam waar de schimmel van afkomstig is, het tweede gedeelte van de naam codeert voor de plaats van herkomst (locatie). Op de potgrond zijn in een potproef 6 gewassen verbouwd. Doel van de proef was te onderzoeken of herkomst of gastheergewas van het isolaat in de potproef op sommige gewassen extra schade zouden geven en op andere gewassen minder. Geeft bijvoorbeeld isolaat afkomstig van gastheer biet ook veel schade op biet en minder op aardappel? Geeft bijvoorbeeld een isolaat uit een streek van het land waar veel lelie wordt verbouwd ook extra schade op lelie?

Door middel van de Principale Componenten Analyse zijn in twee figuren de variaties tegen elkaar uitgezet van de relatieve schade bovengronds (fig.2.1) resp. ondergronds (fig. 2.2) van de verschillende gewassen en getoetste isolaten. Isolaten die vergelijkbaar pathogeen zijn komen bij elkaar te liggen en gewassen die op vergelijkbare wijze aangetast worden komen bij elkaar te liggen. De isolaten die de meeste schade op een gewas geven, liggen dicht bij het betreffende gewas,

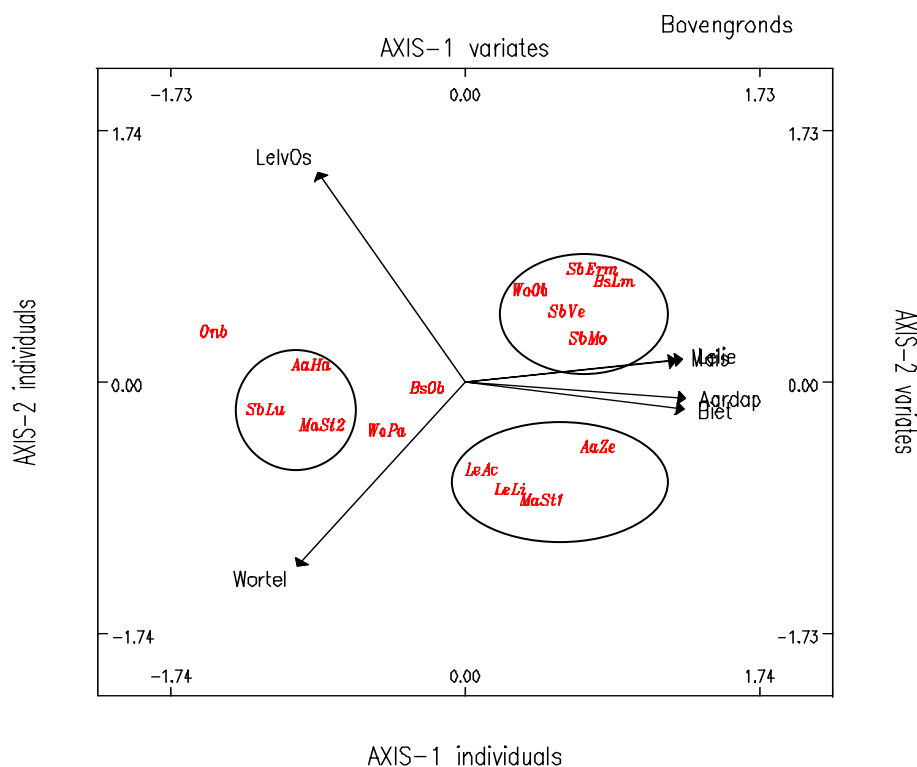
Betekenis van de afkortingen:

- Aa = aardappel; Ha-Halsteren en Ze-Zelhem;
Bs = black salsify (schorseneer); Lm-Lage Mierde en Ob-Oost Brabant;
Le = lelie; Ac-Achterhoek en Li-Noord-Limburg;
Ma = maïs; St1 en 2, beide uit Sterksel;
O = onbehandeld, niet besmet met rhizoctonia;
Sb = suikerbiet; Erm, Lu-Luyksgestel, Mo-Moerstrate en Ve-Veulen;
Wo = wortel; Ob-Oost Brabant en Pa-De Pan.

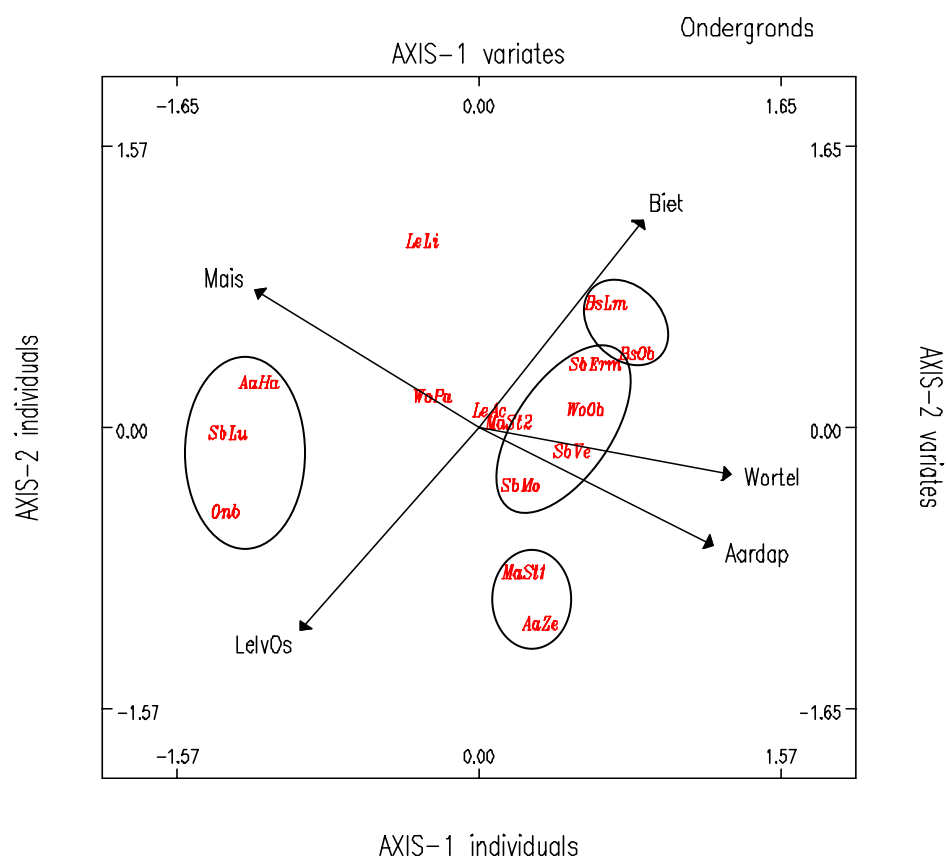
Tabel bij Figuur 2.1. Opbrengsten bovengrondse gewasdelen in grammen per pot, basis voor de Principale Componenten Analyse:

gastheer	isolnaam	gewas	Aardap	Biet	Lelie	LelvOs	Mais	Wortel
Aa	Aa-Ha		3.28	2.38	11.25	8.654	10.98	8.750
	Aa-Ze		3.23	1.25	9.56	5.307	7.70	7.083
Bs	Bs-Lm		3.21	0.63	10.05	6.783	8.54	5.417
	Bs-Ob		3.44	2.63	9.95	7.227	6.85	7.500
Le	Le-Ac		3.17	2.88	9.21	6.235	8.74	8.333
	Le-Li		3.69	2.88	9.66	5.807	9.36	8.333
Ma	Ma-St1		3.44	1.13	8.86	5.269	4.63	7.917
	Ma-St2		3.52	1.75	11.11	7.955	9.37	9.167
O	Onb		3.52	2.75	11.51	9.678	8.07	9.167
Sb	Sb-Erm		3.03	1.88	9.12	7.120	7.89	5.417
	Sb-Lu		3.96	3.00	9.36	8.645	11.65	9.583
	Sb-Mo		3.18	0.88	10.93	6.405	8.95	6.250
	Sb-Ve		3.36	1.88	11.23	6.920	10.62	6.250
Wo	Wo-Ob		3.63	1.25	10.53	7.458	8.46	6.250
	Wo-Pa		3.35	1.88	8.54	7.157	9.42	8.333

Bij de schade bovengronds valt op dat de assen van LelvOs en Wortel afwijken van de andere 4 gewassen. Verder lijken er drie groepen van gewassen en 3 groepen van isolaten te zijn. De groep WoOb, SbVe, SbMo, SbErm en BsLm hebben vooral een relatief hoge aantasting (hoge agressiviteit, lage opbrengst) op mais en laag op wortel (hoge opbrengst, niet agressief). De groep AaZe, LeAc, LeLi en MaSt1 enige aantasting op biet, aardappel, mais en lolie en geen opbrengstderiving bij wortel (zie figuur 2.1).



Figuur 2.1. Principale Componenten Analyse van de gestandaardiseerde en genormaliseerde bovengrondse opbrengstgegevens van zes gewassen onder invloed van 14 isolaten van rhizoctonia.



Figuur 2.2. Principale Componenten Analyse van de gestandaardiseerde en genormaliseerde ondergrondse opbrengstgegevens van zes gewassen onder invloed van 14 isolaten van rhizoctonia.

Tabel bij Figuur 2.2. Opbrengsten ondergrondse gewasdelen in grammen per pot, basis voor de Principale Componenten Analyse:

gastheer	isolnaam	gewas	Aardap	Biet	LelvOs	Mais	Wortel
Aa	Aa-Ha		12.24	9.732	6.936	7.375	10.000
	Aa-Ze		11.63	5.893	3.964	0.250	9.231
Bs	Bs-Lm		9.71	9.464	2.787	1.687	9.808
	Bs-Ob		12.03	9.464	3.215	0.250	9.712
Le	Le-Ac		11.57	8.571	4.284	2.062	8.750
	Le-Li		10.47	10.000	3.519	5.312	10.000
Ma	Ma-St1		8.97	6.696	4.239	0.000	8.654
	Ma-St2		11.38	9.018	4.955	1.750	9.615
O	Onb		10.00	10.000	9.533	5.500	10.000
Sb	Sb-Erm		9.69	8.750	3.000	1.000	9.423
	Sb-Lu		14.69	9.643	7.840	7.437	9.904
	Sb-Mo		10.54	8.125	4.628	0.562	8.654
	Sb-Ve		12.66	8.929	4.709	0.625	10.000
Wo	Wo-Ob		10.10	8.571	3.520	0.625	9.712
	Wo-Pa		11.32	8.750	4.252	3.250	9.423

Bij de score voor ondergronds hebben AaHa, SbLu en Onb gemiddeld over de 5 beoordeelde gewassen de hoogste opbrengst (weinig aantasting, niet agressief). Dat komt vooral doordat ze geen opbrengstderiving geven bij maïs en LelvOs. Bij wortel en aardappel is de opbrengst relatief laag. De isolaten afkomstig van schorseneer, BsLm en BsOb, gaven weinig deriving bij biet en veel bij LelvOs. Isolaat Leli gaf geen opbrengstderiving bij maïs en biet, maar wel bij LelvOs, aardappel en wortel. MaSt1 en AaZe zijn de tegenpolen van Leli. De isolaten afkomstig van gastheer Sb en wortel gaven, behalve SbLu, weinig interactie, ofwel waren agressief op alle gewassen.

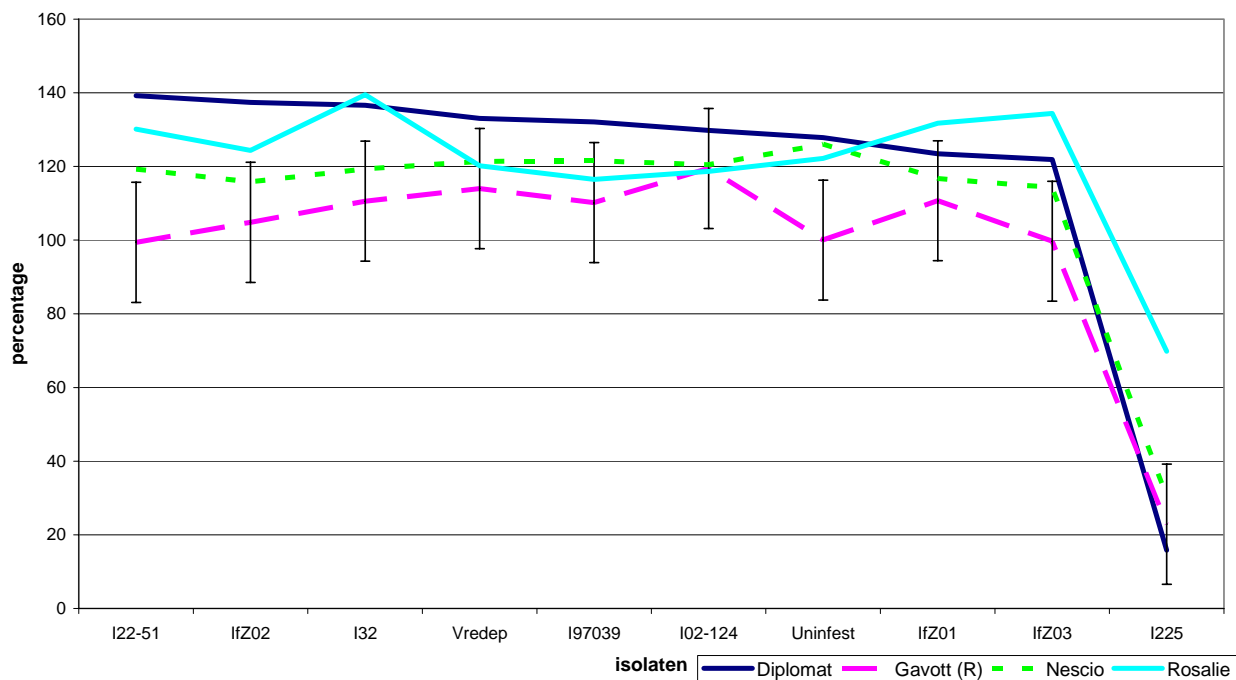
Er lijkt dus clustering van isolaten op te treden, maar deze clustering bleek niet terug te voeren op de plaats van herkomst van de isolaten dan wel de gastheer van de isolaten. Vervolgens werd onderzocht of de clustering samenhangt met specieke DNA patronen, AFLP (zie paragraaf 6.3 AFLP).

6.2 Maïsrassen en rhizoctonia

In het kader van de samenwerking werd een kastoets opgezet om te onderzoeken of maïsrassen meer of minder gevoelig zijn voor verschillende isolaten van rhizoctonia. Twee Duitse maïsrassen (Diplomat en Gavott) en twee Nederlandse maïsrassen (Nescio en Rosalie) werden getoetst tegen negen rhizoctonia isolaten, afkomstig van Nederlandse en Duitse proefvelden. Van Gavott werd enige mate van resistentie tegen aantasting door rhizoctonia waargenomen in Duitse veld- en kasproeven.

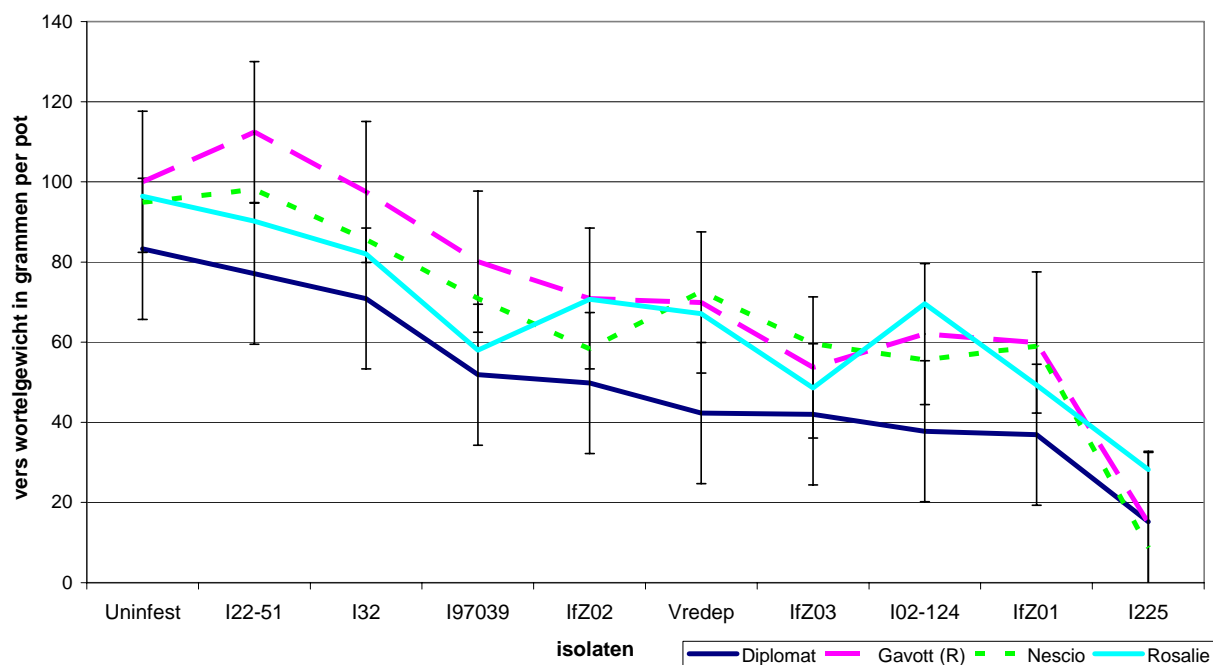
Deze kastoets met vier maïsrassen, testgewas suikerbiet en isolaten van rhizoctonia uit de verschillende proefvelden toonde aan dat de isolaten uit de veldproeven in Nederland en Duitsland op een gelijke wijze virulent waren op de getoetste maïsrassen en de suikerbieten. Het standaard isolaat gebruikt door het IRS, afkomstig uit Amerika (I32), was niet virulent op maïs (figuur 2.5), terwijl de Europese isolaten dat duidelijk wel waren. Een isolaat uit het noorden van Nederland was zelfs zeer virulent op maïs (I225, zie figuur 2.3). Binnen een ras hadden de verschillende rhizoctonia isolaten nauwelijks invloed op de plantlengte, alleen bij I225 was bijna geen groei mogelijk, zowel ondergronds als bovengronds. Aangezien alle isolaten in gelijke mate virulent waren op suikerbiet, zijn hier alleen de rhizoctonia index gegevens weergegeven in figuur 2.5. Het isolaat I22-51 tastte zowel de biet als de maïs niet aan en bleek in een laboratorium test op vitaliteit niet meer vitaal te zijn. Deze behandeling kan dus gelijk gesteld worden met Onbehandeld.

Relatieve lengte maïs 10 weken na zaai t.o.v. Gavott, onbesmet



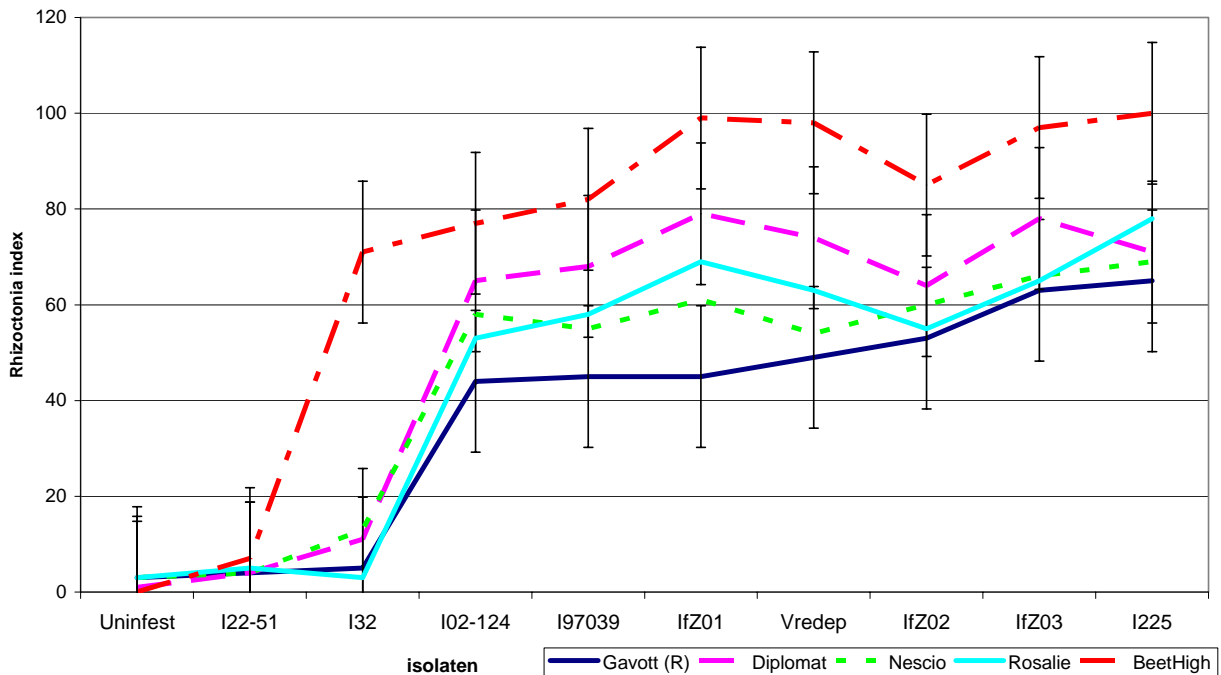
Figuur 2.3. Relatieve lengte van vier maïsrassen t.o.v. ras Gavott bij onbesmet. Diplomat en Gavott uit Duitsland en Nescio en Rosalie uit Nederland. Van Gavott werd enige mate van resistentie verwacht. De verticale lijntjes geven de LSD weer bij $\alpha=0,05$.

Vers wortelgewicht maïsrassen o.i.v. rhizoctonia isolaten



Figuur 2.4. Invloed van verschillende isolaten van rhizoctonia gesorteerd op gewichtsafname verse wortelmassa bij het gevoelige ras Diplomat. De verticale lijntjes geven de LSD weer bij $\alpha=0,05$. Er bleek geen interactie te zijn tussen isolaten en maïsrassen.

Rhizoctonia index mais en biet o.i.v. rhizoctonia isolaten



Figuur 2.5. Rhizoctonia index van maïsrassen en suikerbiet onder invloed van verschillende rhizoctonia isolaten. De verticale lijntjes geven de LSD weer bij $\alpha=0,05$. 0= geen symptomen; 100 = alle planten dood

Aan het eind van de proef werden alle maïsplanten uit de pot gelicht en werd de bovengrondse en ondergrondse massa vastgesteld en werden symptomen op de wortelmasse beoordeeld. In de bovengrondse verse massa werden geen verschillen waargenomen, alleen het isolaat I225 gaf bij alle maïsrassen een afname van bovengrondse massa van 80 tot 100%. Het gewicht aan verse wortelmasse werd wel verschillend beïnvloed door de verschillende isolaten. In figuur 2.4 zijn de isolaten gesorteerd op hun invloed op afname van het wortelgewicht (ofwel op agressiviteit) bij het gevoelige maïsras Diplomat.

Uit figuur 2.4 blijkt dat alle isolaten in meer of mindere mate inwerken (agressiviteit) op de wortelopbrengst van de vier maïsrassen, maar dat het initiële verschil in wortelopbrengst niet veranderd bij aantasting. Er bleek dus geen interactie te zijn tussen maïsrassen en rhizoctonia isolaten. De rhizoctonia isolaten bleken allen even agressief te zijn op de vier maïsrassen. In figuur 2.5 staat de aantasting in hevigheid der symptomen van de totale maïsplant weergegeven als Rhizoctonia index, op vergelijkbare wijze als de Rhizoctonia index bij suikerbiet. Hieruit bleek dat het standaard isolaat van het IRS (I32) niet virulent was op maïs. Dit isolaat is afkomstig uit de Verenigde Staten van Amerika uit een streek waar nog nooit maïs gestaan heeft.

De veldisolaten van rhizoctonia uit de proefvelden te Nederland en Duitsland verschilden niet wezenlijk in hun agressiviteit en virulentie op maïs en suikerbiet. De isolaten werden vervolgens meegenomen in de AFLP toetsing.

In deze kastoets konden we geen verschil in resistentie tussen de maïsrassen aantonen. Op proefvelden in Duitsland werden tussen Diplomat en Gavott wel verschillen aangetoond in de mate van legering en kromgroeien, waarbij Gavott minder symptomen liet zien.

6.3 AFLP

6.3.1 AFLP®: principes en toepassingen

AFLP® (Amplified Fragment Length Polymorphism) is een DNA vingerafdruk techniek dat DNA restrictie

fragmenten detecteert via PCR vermenigvuldiging. De AFLP® technologie beslaat gewoonlijk de volgende stappen:

- Beperken van het DNA met restrictie enzymen;
- De ligatie van dubbel-gewonden adaptoren aan de einden van de restrictie fragmenten;
- Vermenigvuldiging van specifieke restrictie fragmenten door complementaire primers aan de adaptoren en restrictie fragmenten en uitbreiding daarvan aan de 3' einden door "selectieve" nucleotiden;
- Gel electrophorese van de vermenigvuldigde restrictie fragmenten op denaturaliserende polyacrylamide gels;
- Zichtbaar maken van de DNA vingerafdruk door autoradiografie, phospho-imaging of andere methoden.

Van een selectie van 36 isolaten werd door PRI een AFLP vingerafdruk (specifiek DNA patroon) gemaakt. Typering naar overeenkomst in patronen (tabel 2.5) leek een indeling te geven die grotendeels overeenkwam met pathogeniteit op gewassen in de rotatie met suikerbieten, zoals in eerdere veld- en kasproeven was waargenomen. Consistentie werd onderzocht door vergelijking van gegevens uit een eerdere kastoets in 2002, de maïsrassen en rhizoctonia proef (paragraaf 6.2) en een nieuwe kastoets in 2003.

Indien door AFLP groepen te onderscheiden zijn, kan op basis van AFLP-typering gezocht worden naar gewassen die op het betreffende perceel weinig schade zullen ondervinden van het aanwezige rhizoctonia type. In de kastoets in 2003 werd de consistentie van de uitkomsten onderzocht.

6.3.2 Kastoets 2002

De in paragraaf 6.1.3 beschreven kastoets is opnieuw doorgerekend waarbij de isolaten zijn ingedeeld naar AFLP typering zoals die door PRI was uitgevoerd. Waargenomen schade (zie tabel 2.2) aan voorvruchten door verschillende rhizoctonia isolaten in de kastoets in 2002, uitgedrukt in een Rhizoctonia index, gevolgd door waargenomen schade (eveneens als rhizoctonia index) in de biotoets (zie tabel 2.3), leidde tot de volgende resultaten:

- type 1 enige schade aan voorvruchten, middelmatige score in de biotoets;
- type 3 veel schade aan voorvruchten, hoge score in de biotoets;
- type 6 wel en geen schade aan voorvruchten, lage score in de biotoets;
- type 9 meeste schade aan voorvruchten, hoge score in de biotoets;
- type Lu geen / nauwelijks schade aan voorvruchten, lage score in de biotoets (mogelijk dat deze isolaten hun agressiviteit verloren hadden);
- Lelie en Lelie(vOs) werden niet door alle AFLP types op gelijke wijze aangetast.

Tabel 2.2. Kastoets 2002, enkele gewassen vergeleken met lelietoets van Gera van Os, schade aan en aantasting van de gewassen uitgedrukt als Rhizoctonia index. Gebruikte isolaten geclusterd naar typering van DNA-patronen volgens AFLP techniek.

AFLP type	gemiddeld	Aardappel	Biet	Lelie	Lelie(vOs)	Mais	Wortel
Onbehandeld	18	18	14	16	18	22	21
1	35	20	59	17	35	45	34
3	49	34	73	28	49	60	47
5	46	29	61	17	46	76	46
6	26	17	23	25	26	44	19
8	49	33	61	35	49	65	51
9	58	42	87	50	58	66	48
Lu	17	22	15	11	17	21	14
LSD ($\alpha=0,05$)	7				17		
Fprob. <0,001							
gem. (LSD = 5)	36	26	48	23	36	48	33

Tabel 2.3. **Rhizoctonia index van de bieten geteelt na de voorvruchten in de biotoets (hoog cijfer is grote schade). Na Lelie(vOs) werd geen biotoets uitgevoerd.**

AFLP	gemiddeld	Aardappel	Biet	Braak	Lelie	Mais	Schors	Wortel
Onbehandeld	14	18	13	5	15	19	10	21
1	33	20	60	28	19	44	23	34
3	49	36	72	50	29	58	48	50
5	38	28	67	18	19	66	29	40
6	22	20	22	19	23	41	10	22
8	54	36	61	65	41	62	59	56
9	58	39	81	57	50	66	64	51
Lu	15	20	15	8	12	23	11	15
LSD ($\alpha=0,05$)	6			15				
Fprob. <0,001								
gem. (LSD = 5)	34	27	48	31	24	46	29	34

In deze kastoets werd onderscheid gevonden in virulentie tussen verschillende AFLP-types met grote overeenstemming binnen een AFLP-type. Het maakte daarbij niet uit of een isolaat uit Nederland of Duitsland kwam of dat het van een specifiek gewas was geïsoleerd. Het Duitse standaard isolaat bleek van het type Lu, net zo als het testisolaat van PPO-bollen, gebruikt voor lelieproeven. Het meest voorkomende type 1 werd gevonden in zowel het zuiden, midden als noordoosten van Nederland.

6.3.3 Kastoets 2003

Een aantal isolaten met dezelfde AFLP-typering en met verschillende AFLP-typeringen werden in een kastoets in 2003 vergeleken in hun virulentie op vijf gewassen: biet, mais, aardappel, wortel en lelie in navolging van de kastoets in 2002 op waardplantgeschiktheid. Tijdens de opkweek van de isolaten bleek een aantal niet voldoende uit te groeien. Via een versnelde opkweekmethode (tarwekorrels op PDA-schaal één week laten begroeien met rhizoctonia) werd van dit aantal toch nog inoculum verkregen voor besmetten van de potten in de proef. Tijdens de proef bleek echter dat deze andere opkweekmethode een veel agressievere aantasting van de gewassen in de proef liet zien en dat de gebruikelijke methode (vier weken groei op tarwekorrels in geïnoculeerde erlenmeyers) nauwelijks aantasting liet zien. In tabel 2.4 zijn bewerkte gegevens weergegeven van aantasting. Lage cijfers wijzen op een hoge aantasting. De betrouwbaarheid van de gegevens is echter laag als gevolg van deze opkweekverschillen. Uit alle gegenereerde gegevens is een schatting gemaakt naar de schade door de verschillende AFLP groepen op verschillende gewassen (tabel 2.5). Als finale toetsing is vervolgens de Genotype * Waardplant toets opgezet, waarin eerst gezocht is naar de meest betrouwbare opkweekmethode voor rhizoctonia in dit soort proeven.

Tabel 2.4. **Opbrengst aan ondergrondse wortel/knol massa in grammen per pot in de waardplantentoets in de kas in 2003, lage cijfers wijzen op een hoge aantasting (opkweek inoculum op tarwekorrels in erlenmeyers).**

AFLP / gewas	aardappel	biet	lelie	mais	wortel
Onbehandeld	78	70	81	71	63
1	61	22	49	53	42
3	63	23	56	47	43
6	61	21	47	56	44
11	63	29	57	56	41
Lu	59	20	49	53	41

LSD = 6

Tabel 2.5. Virulentie van verschillende AFLP-types van *Rhizoctonia solani* AG 2-2IIIB op vijf gewassen.

AFLP patroon	AFLP	biet	wortel	lelie	aardappel	maïs
	1	+++	++	++	0	++
	2	+++	++	+	0	+
	3	+++	++	0	0	+++
	6	+++	++	++	+	0
	11	++	++	0	0	0
	Lu	+++	++	++	++	0

0 = niet virulent, + = tot 10%, ++ = 10-40% en +++ = meer dan 40% opbrengstreductie (= hoog virulent).

Bovenstaande heeft geleid tot onderstaande genotype * waardplant studie.

6.4 Genotype * waardplant studie

Er zijn de laatste jaren meerdere studies uitgevoerd naar de interactie tussen genotype en waardplant binnen *Rhizoctonia solani* AG 2-2IIIB (Rs22IIIB) of *R. solani* AG 2-2 (Rs22).

In eerste instantie werd de waardplantgeschiktheid beoordeeld door suikerbieten te laten groeien als toetsgewas na diverse waardplanten, daarna werd de aantasting van de waardplanten beoordeeld eerst op kunstmatig besmette grond, later op de waardplanten zelf. Deze veranderingen werden ingegeven door de wens de interactie zo zuiver mogelijk te houden zonder tussenkomst van de grondfractie. De kortere proefduur geeft ook minder verstoringen.

De resultaten van de laatste genotype * waardplant proef worden besproken. Deze worden vergeleken met de resultaten van eerdere proeven.

6.4.1 Pilot proef genotype waardplant

Materiaal en methode.

Na het toepassen van drie opkweekmethoden (op gierst, perliet en tarwe) van 4 Rs isolaten (I225, I22R51, I32 en I39) werd het inoculum bij drie waardplanten (aardappel, suikerbiet en maïs) aangebracht (432 potjes van 100ml). Na opkomst van de drie gewassen werd een korrel met rhizoctonia inoculum op het grensvlak van grond en lucht tegen de stengel van de plantjes aangelegd. Na 2 (tussentijds) en 4 weken (eind) werd de aantasting gescoord.

Resultaten pilotproef en vergelijking met eindproef

In de pilotproef zaten er grote verschillen tussen de opkweekmethoden voor *Rhizoctonia solani*. De maïs werd bovengronds niet aangetast. De verschillen tussen de isolaten kwamen voor gierst en tarwe enigszins overeen, maar waren voor perliet weer anders (tabel 2.6). Ook kwamen de verschillen voor aardappel niet onderling overeen qua opkweekmethode en ook niet met de ondergrondse beoordeling in de eindproef (tabel 2.6). In de eindproef werd geen bovengrondse aantasting waargenomen. De verschillen in suikerbiet zijn beter onderling vergelijkbaar. Isolaat 32 en 225 geven op tarwe de laagste aantasting te zien. Dit is in de eindproef ook het geval. In de eindproef behoorde isolaat 225 tot AFLP-type 3 die 'gekenschetst' werd als weinig agressief. Isolaat 32 behoort tot AFLP type 11, waarvan slechts een isolaat beschikbaar was in de eindproef.

Tabel 2.6. De bovengrondse aantasting van suikerbiet (tussentijds) en aardappel (eind) door Rs isolaten gekweekt op gierst, perliet en tarwe (LSD= 0,4), vergeleken met de eindbeoordeling van de waardplant*genotype proef (aardappel ondergronds, suikerbiet bovengronds).

Gewas	Isolaat	Gierst	Perliet	Tarwe	Tarwe (eindproef)	AFLP-type
aardappel	225	1.0	1.4	1.4	0.6	3
	22R51	1.3	1.0	1.0	0.8	Lu
	32	0.8	0.8	1.0	0.6	11
	39	1.0	1.2	1.2	0.3	1
Suikerbiet	225	2.5	0.7	2.3	1.0	3
	22R51	2.6	2.1	2.8	2.5	Lu
	32	1.8	1.2	2.2	0.2	11
	39	2.6	2.2	2.6	2.5	1

6.4.2 Materiaal en methode, genotype* waardplantproef (eindproef)

Op grond van de pilotstudie (zie hierboven Pilot proef) met 3 inoculum opkweekmethoden werd gekozen voor inoculum gekweekt op tarwe. Tegen elke plant werd twee weken na zaaien tarwe-inoculum aangebracht. De grond was tevoren gesteriliseerd.

De opzet bestond uit 22 isolaten plus 2 onbehandeld met 7 waardgewassen in 12 herhalingen in (2016) potjes van 100 ml.

6.4.3 Resultaten genotype* waardplantproef (eindproef)

Het bleek dat er zowel een betrouwbare interactie was (in alle waarnemingen) tussen het genotype en isolaat als tussen het genotype en AFLP-type. Ofwel de verschillen tussen de AFLP typen zijn vergelijkbaar met de verschillen tussen de isolaten binnen een AFLP type.

Niet alle waardplanten en AFLP types waren onderscheidend. Op sommige waardplanten kwamen geen betrouwbare verschillen naar voren zoals op aardappelen (behalve ondergronds drooggewicht) en haver. Van de belangrijkste AFLP-typen staat in tabel 2.7 voor de belangrijkste waardplanten de aantasting ondergronds weergegeven. Deze komt voor een groot deel overeen met de aantasting bovengronds. Alleen voor maïs kon geen bovengrondse aantasting (geen symptomen en geen opbrengstderving) worden waargenomen.

Tabel 2.7. Ondergrondse aantasting van de belangrijkste AFLP-typen op 4 gewassen (LSD=0,56).

	onbeh	3	1	2	lu	6
Cichorei	0,1	1,2	1,1	1,6	2,0	2,1
Maïs	0,5	1,1	1,25	1,8	1,4	1,8
Suikerbiet	0,5	1,9	2,6	3,0	2,8	2,9
Wortel	0,1	0,9	0,8	0,5	1,3	1,0
AFLP-omschrijving		Minder agressief	Minder agressief behalve sb	Mais-type	Wortel-cichorei type	Agressief-type

0= gezond, 3 = dood

In tabel 2.7 staat ook voor de diverse AFLP-typen aangegeven hoe op grond van de aantasting het AFLP type omschreven kan worden. Elk AFLP-type bestond uit 2 tot 4 isolaten. De omschrijving is indicatief. Zo zijn er AFLP-typen die minder agressief leken te zijn, zoals type 3 en type 1 (behalve voor suikerbiet) en typen die agressief waren op alle 4 waardplanten (AFLP-type 6). Het is niet verwonderlijk dat de meeste AFLP-typen suikerbieten flink aantastten, aangezien de meeste isolaten behoren tot de AG 2-IIIB anastomosegroep. Verder zijn er twee AFLP typen die maïs flink aantastten en twee die cichorei meer pakten. Ook wortel werd door de meeste AFLP-typen relatief flink aangetast. In hoeverre de onderlinge verschillen consistent zijn, kan nagegaan worden door de resultaten van de diverse isolaten in meerdere proeven te vergelijken met de bovenstaande proef.

Conclusie: wanneer de proefopzet, de opkweekmethode en de beoordeling overeenkomen dan worden vergelijkbare resultaten verkregen. Is een van deze factoren anders dan zijn de resultaten weer verschillend.

6.4.4 Vergelijking met eerdere proeven.

Uit eerdere kasproeven is opgemaakt hoe de opbrengstreacties waren voor diverse isolaten. We kunnen deze vergelijken met de bovengrondse aantasting (wegval van planten) in de eindproef. Doorgaans komen

de waarnemingen overeen of zijn er niet mee in tegenspraak. Een keer zijn de ervaringen wel in tegenspraak met elkaar. Dat betreft de reactie van mais op het Erm isolaat dat behoort tot AFLP type 3, minder agressief volgens de eindproef maar in eerdere proeven zeer agressief op maïs, waardoor deze in groei sterk achterbleef. Mogelijk is de oorzaak gelegen in de verschillen tussen de proeven zoals de plaats van inoculatie.

Tabel 2.8. **Vergelijking van onderlinge verschillen tussen isolaten over de proeven heen.**

	AFLP type	Grootste opbrengst reductie volgens eerdere kasproeven op:	In eindproef
22R80 (Veulen)	1	maïs, wortel	Kloppend voor wortel
22R51 (Luyksgestel)	Lu	aardappel, wortel	Kloppend voor wortel en aardappel
225 (Erm)	3	maïs, wortel	Kloppend voor wortel, tegengesteld voor maïs
22R92 (Schijndel)	6	wortel, aardappel	Kloppend voor wortel, niet voor maïs

Conclusie: verschilt de proefopzet, dan kunnen andere resultaten worden verkregen.

6.4.5 Hoe vertalen we de resultaten naar het veld?

We kunnen verschillen in agressiviteit en virulentie (en daarmee in pathogeniteit) vinden tussen de isolaten. Om vanuit de proeven aan te geven of er verschillen in pathogeniteit aanwezig zullen zijn in het veld is moeilijk. Het lijkt wel waarschijnlijk dat er pathogeniteitsverschillen zijn in het veld, maar welke lab methode het meest geschikt is om deze pathogeniteitsverschillen vast te leggen is nog onduidelijk.

Een veldproef met kunstmatige besmetting met diverse isolaten en met meerdere waardplanten kan hier meer inzicht in geven. De besmetting dient dan wel op de voorvrucht plaats te vinden.

Wanneer de verschillen in het veld overeenkomen met een lab-methode, zou er nagegaan kunnen worden hoe het zit met de verspreiding van de diverse typen in Nederland.

6.4.6 Betekenis voor het schaderelatiemodel.

De schade in suikerbiet lijkt voorlopig afhankelijk te zijn van de inoculumdichtheid in de grond, van de mate van ziektevering en van de pathogeniteit van het pathogeen. Hypothetisch lijkt de inoculumdichtheid het belangrijkste te zijn, gevolgd door de mate van ziektevering en het laatste door de pathogeniteit van de populatie. Zijn we in staat de pathogeniteit te kwantificeren en wat is het belang hiervan afgewogen tegen de onzekere inoculumdichtheidsbepaling?

6.4.7 Betekenis in bouwplanverband.

Wanneer bepaalde AFLP-typen op een bepaald gewas weinig schade geven en op andere gewassen veel schade dan zou een teler hiermee rekening kunnen houden met zijn bouwplan.

In het voorgaande is aangetoond dat er bepaalde verschillen in pathogeniteit optreden binnen *Rhizoctonia solani* AG 2-2III B isolaten. In welke mate deze verschillen overeenkomen met de rhizoctonia zoals die in verschillende bouwplannen vóórkomen én of de verschillen in pathogeniteit van rhizoctonia tussen de bouwplannen van voldoende grote betekenis zijn voor de suikerbietenteler, is niet aangetoond. Als gevolg van de variatie in de pathogeniteitsbepaling in de laboratoriumtoetsen is aan dit onderzoek geen vervolg gegeven.

7 Module 3

7.1 Biotoets Ziektewering rhizoctonia in suikerbieten

7.1.1 Verdwijnende ziekteplekken

Rhizoctoniaziekte in suikerbieten komt pleksgewijs voor. Deze plekken variëren in ruimte en tijd; met andere woorden de plekken komen, groeien, worden kleiner en verdwijnen. Het IRS toetste rhizoctonia resistente rassen op proefvelden waar rhizoctonia voorkomt. Op sommige percelen werden de gevoelige rassen echter niet aangetast, terwijl in het voorgaande jaar de rhizoctoniaschade toch aanzienlijk was. Kennis van deze dynamiek is van belang bij de beheersing van rhizoctonia schade in suikerbiet. Onderzocht werd of het verdwijnen van schadeplekken in een kastoets kon worden vastgesteld. Daartoe werden grondmonsters van verschillende percelen genomen waaraan vervolgens rhizoctonia werd toegevoegd en ingezaaid met bieten in de kas. Indien de planten gezond bleven na toevoegen van rhizoctonia is er sprake van ziektewerende gronden of bodemweerstand. Op deze wijze kon het verdwijnen van schadeplekken in een kastoets worden nagebootst of voorspeld. Deze biotoets werd gebruikt om de effecten van gewasrotatie op de dynamiek van rhizoctoniaziekte in het veld te bestuderen.

Beheersen van de schade door rhizoctonia wordt onder andere bereikt door het bodemleven zó te beïnvloeden dat het optreden van de rhizoctonia gehinderd wordt. In het veld worden teeltmaatregelen uitgevoerd en het effect gemeten met de teelt van het toetsgewas suikerbieten. Door het IRS is in deze samenwerking een biotoets ontwikkeld waarmee in de kas grondmonsters getoetst kunnen worden op ziektewering. De biotoets op het PPO ziet er anders uit als op het IRS, maar in principe wordt hetzelfde gemeten, namelijk ziektewering.

7.1.2 Biotoets

Een grondmonster wordt in twee submonsters verdeeld;
Een submonster wordt verdeeld over 12 potjes en ingezaaid met suikerbieten;
Het andere submonster wordt besmet met *Rhizoctonia solani* AG 2-2III B, verdeeld over 12 potjes en ingezaaid.

Mogelijke uitkomsten

Plantwegval (door rhizoctonia) in besmet maar niet/nauwelijks in onbesmet:

geen/nauwelijks natuurlijke besmetting, grond is gevoelig voor rhizoctonia;

Plantwegval in besmet gelijk aan of lager dan plantwegval in onbesmet:

natuurlijke besmetting aanwezig en er is sprake van ziektewering (besmetting leidt niet tot meer wegval);

Geen/weinig plantwegval in besmet en onbesmet:

geen/weinig natuurlijke besmetting aanwezig en er is sprake van ziektewering;

Van alle vier de proefvelden werden gedurende de drie proefjaren van elk veld drie keer per jaar grondmonsters gestoken voor bodemweerstandsbepaling. Voor een groot deel werd dit door het IRS uitgevoerd, in 2004 ook door het PPO met de grondmonsters van VP1060 en WR950 van 2003 en 2004.

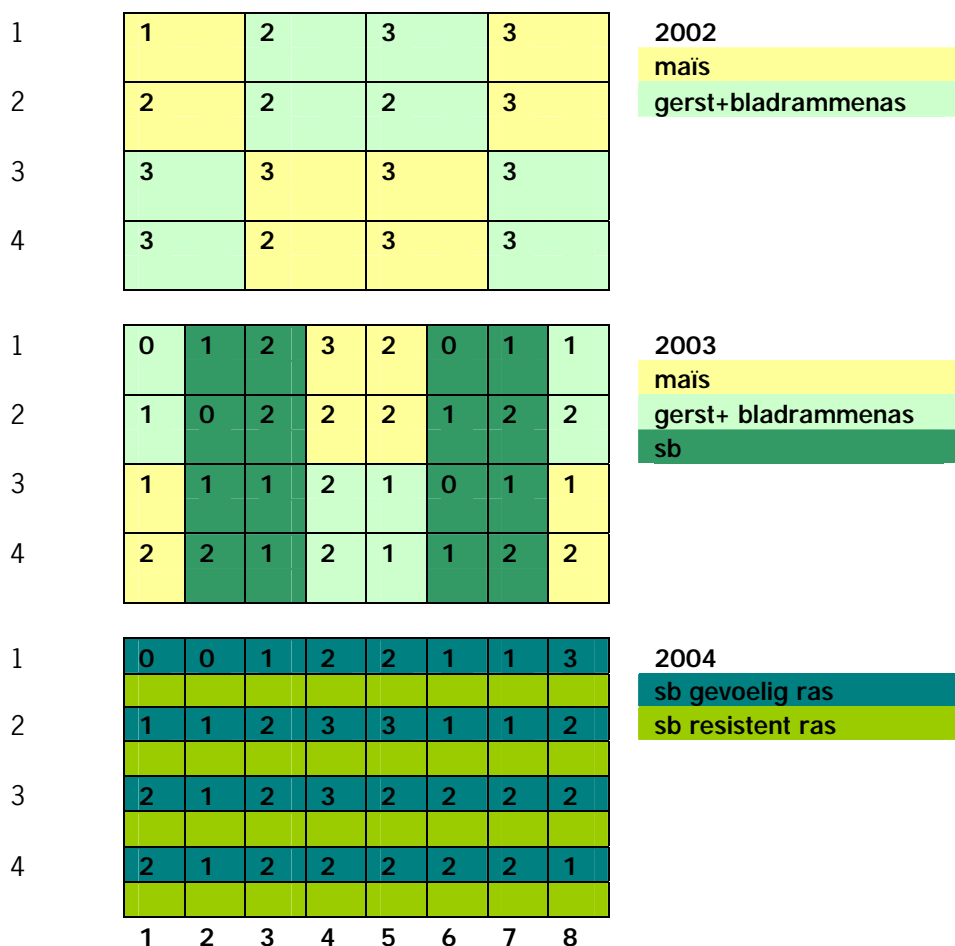
7.1.3 Resultaten

Het IRS heeft enkele gegevens hieruit op de rij gezet van het proefveld in Ruinen.

Van elk veldje werden bij zaai, volgewas en bij oogst grondmonsters genomen en in de kas getoetst op bodemweerbaarheid. De resultaten van de jaarlijkse bemonsteringen bij de oogst zijn in figuur 3.1 ter illustratie weergegeven.

Na maïs bijvoorbeeld werd in 2002 een ziekteweerbaarheidsindex van 1 en 3 gevonden. Het blok met de hoge bodemweerbaarheid (1) bleef ziekteverend tegen rhizoctonia na de teelt van winterarwe of suikerbiet in 2003 en de teelt van suikerbiet in 2004. Aan de andere kant een blok maïs met een lage bodemweerbaarheid (3) tegen rhizoctonia werd na de teelt van of maïs of suikerbiet ziekteverend tegen rhizoctonia in onze biotoets (1 en 1).

Na de teelt van suikerbiet in 2004 was de bodemweerbaarheid weer verschillend (1 en 3). De bodemweerbaarheid tegen rhizoctonia zoals gemeten in deze biotoets, ontwikkelde zich onafhankelijk van het gewas. De bodemweerbaarheid bleek niet consistent over de herhalingen en niet over de gewassen. De resultaten van de biotoetsen van de andere zeven proefvelden laten dezelfde trend zien. Er is geen consistentie in bodemweerbaarheid over de herhalingen van de verschillende rotaties. Dat wil zeggen dat de bodemweerbaarheid tegen rhizoctonia een tijd en plaats specifiek proces is dat zich niet laat sturen door rotatie.



Figuur 3.1. Schematisch overzicht van de gewassen, de rotatie en de resultaten van de biotoets, bemonstering na het gewas. Proefveld met 8 behandelingen in viervoud.

De bodemweerbaarheid is uitgedrukt op een schaal van 0: rhizoctoniawerend tot 3: rhizoctoniagevoelig.

7.1.4 Conclusie

- De bodemweerbaarheid werd niet beïnvloed door voorvrucht of grondbewerking en liet zich niet sturen door rotatie.

8 Conclusies

Module 1:

- Tarwe en bladrammenas zijn goede voorvruchten voor (vatbare) suikerbieten. Bladrammenas kan geteeld worden als hoofdgewas en als groenbemester;
- Maïs is slechte voorvrucht; suikerbieten nog slechter.
- Effect van voor-voorvrucht is klein op het optreden/voorkómen van rhizoctonia. De voor-voorvrucht maïs bevordert meer dan wintertarwe het optreden van decline wanneer de voorvrucht suikerbiet is.
- Voorjaarsverdichting onder de biet heeft een grotere schade door rhizoctonia tot gevolg;
- Najaarsverdichting is geen probleem, mits goede en diepe grondbewerking in het voorjaar mogelijk is;
- Mulchen na tarwe met bladrammenas als groenbemester heeft geen voordeel uit oogpunt van Rhizoctonia- beheersing.

Module 2:

- Er zijn groepen of typen binnen *Rhizoctonia solani* AG 2-2III B te onderscheiden op basis van pathogeniteitsverschillen, regio of waardplanten.
- Wanneer de proefopzet, de opwekmethodologie en de beoordeling van waardplanttoetsen in de kas met elkaar overeenkomen dan worden vergelijkbare resultaten verkregen.

Module 3:

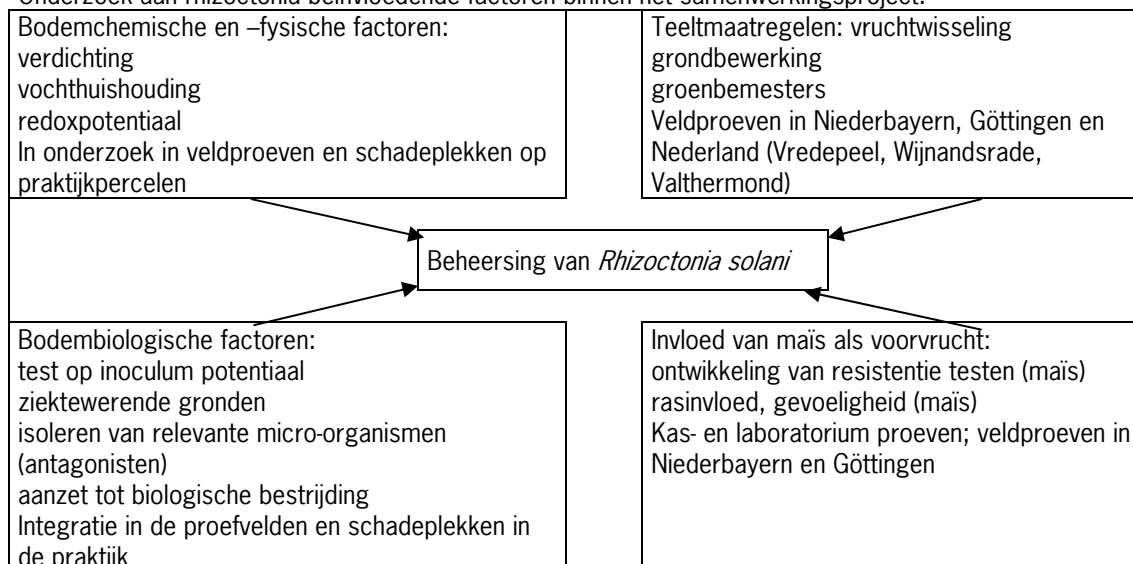
- De bodemweerbaarheid werd niet eenduidig beïnvloed door voorvrucht of grondbewerking en liet zich niet sturen door rotatie.

9 Publicaties

- Poster samengesteld (door IfZ) betreffende deze samenwerking voor publicatie op de 53ste Deutschen Pflanzenschutztagung (16-19 sept 2002) te Bonn (Bijlage II).
- Informatie gegeven door het IRS op de Suikerbieten Informatie Dagen in de eerste week van januari 2003.
- Tussenrapportage maart 2003.
- Lezing LNV programma 397 bijeenkomst op 26 maart 2003 te Wageningen.
- Lezing werkgroep *Rhizoctonia solani* van de KNPV op 15 mei 2003 te Metselaarwier.
- Lezing werkgroep samenwerkingsproject 27 augustus 2003 te Göttingen.
- Poster Akkerbouw Manifestatie te Vredepeel op 10 september 2003, titel: Geïntegreerde bestrijding *Rhizoctonia solani* in suikerbieten: een internationale aanpak (Bijlage III).
- Lezing werkgroep *Rhizoctonia solani* van de KNPV en LNV programma 397 bijeenkomst 20 november 2003 te Bergen op Zoom.
- Lezing werkgroep samenwerkingsproject 10 februari 2004 te Bergen op Zoom.
- Verslag tweede jaar Voorjaarsverdichting Ruinen in het jaarverslag 2003 van de Proefboerderijen Noordoost Nederland.
- Informatie gegeven door het IRS op de Suikerbieten Informatie Dagen in de eerste week van januari 2004.
- Tussenrapportage februari 2004.
- Posters Open Dag Vredepeel op 25 juni 2004 (Bijlage III en Bijlage IV).
- Posters Demodag PPO Lelystad op 29 juni 2004 (Bijlage III en Bijlage IV).
- Er is een hand-out verstrekt aan de deelnemers van de proefveldhoudersdag van het IRS op Vredepeel op 21 juli 2004 (titel: Geïntegreerde bestrijding *Rhizoctonia solani* in suikerbieten: een internationale aanpak, Bijlage V).
- Samenvatting op Kennisakker, juni 2004.
- Voor de IIRB congressen van 11-12 februari 2004 en van 20-23 juni 2005 zijn posters gemaakt, abstracts ingeleverd en lezingen gehouden (titels:
 - (1) Strategies to control *Rhizoctonia solani* in sugar beet (Bijlage VI);
 - (2) Compaction and Pre-crop effect on *Rhizoctonia solani* in sugar beet (Bijlage VII);
 - (3) Cultivation and Pre-crop effect on *Rhizoctonia solani* in sugar beet (Bijlage VIII).)
- Voor de werkgroep *Rhizoctonia* is een presentatie gegeven over: 'Resultaten verdichtings-, voorvruchten- en mulch-ploeg proeven *rhizoctonia*'.
- Er is een aparte *Rhizoctonia*-bijeenkomst belegd om te praten over de voortzetting van het waardplantgeschiktheidsonderzoek op 25-11-04. Ten behoeve van een tussentijdse evaluatie is een samenvatting geschreven over het waardplantgeschiktheidsonderzoek in februari 05.
- Er zijn twee presentaties gegeven over de voortgang in het onderzoek op 10-2-04 en 14-9-04 in het kader van het Verbundproject.
- Verslag Voorjaarsverdichting Ruinen in het jaarverslag 2004 van de Proefboerderijen Noordoost Nederland.
- Er is meegewerkt aan de suikerbiet informatie dagen met een presentatie over: Resultaten verdichtings-, voorvruchten- en mulch-ploeg proeven *Rhizoctonia* in januari 2005.
- Samenvatting op Kennisakker, juni 2005.
- Artikel Ingredients for management of *rhizoctonia* root rot in sugar beet, Y Bakker, CE Westerdijk and JHM Schneider, IIRB Congress, Maastricht, juni 2005.
- Tussenrapportage september 2005.
- Artikel Toepassingsmogelijkheden van ziektevering in de praktijk, JG Lamers en CE Westerdijk, Gwsbschrmng 36-5, september 2005, p.193-197 (Bijlage IX).
- Artikel Bodemweerstand tegen *Rhizoctonia solani* AG 2-2IIIB is onafhankelijk van rotatie, JHM Schneider, Y Bakker en CE Westerdijk, Gwsbschrmng 36-5, september 2005, p.198-199 (Bijlage X).
- Tussenrapportage april 2006.
- Artikel voor Magazine Gewas van Nieuwe Oogst, oktober 2007: Met ziektevering minder *Rhizoctonia* in suikerbieten.
- Actualisering van samenvatting voor Kennisakker: Verdichting, voorvrucht en teeltmaatregelen tegen schade door *Rhizoctonia solani* in suikerbieten, oktober 2007.

Bijlage Ia. Onderzoek binnen het samenwerkingsproject

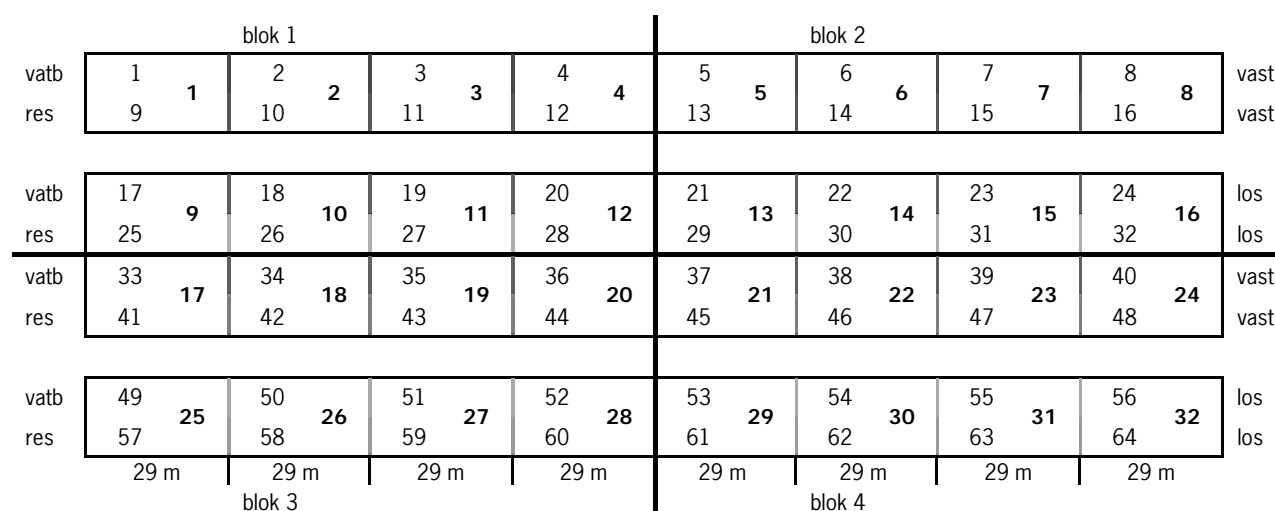
Onderzoek aan rhizoctonia beïnvloedende factoren binnen het samenwerkingsproject.



Doelstellingen van dit samenwerkingsproject:

- Oorzaken voor optreden en verspreiding rhizoctonia ophelderen
- Werking teeltmaatregelen op rhizoctonia potentiaal ophelderen
- Geïntegreerd bestrijdingsconcept opstellen: gebruik van tolerante/resistente rassen, teeltmaatregelen en chemische c.q. biologische bescherming van jonge suikerbieten

Bijlage Ib. Schema van het proefveld te Ruinen KP522



Bioetoetsnummers: 1-32 (vetgedrukt)

Veldnummers: 1-64



Verbundvorhaben zur Kontrolle von *Rhizoctonia solani* an Zuckerrüben

Jan Petersen¹, Georg Büttner¹, Jörg Buddemeyer¹, Urs Schmidhalter², Robert Brandhuber³, Jürgen Kühn², Klaus Bürcky⁴, Rudolf Apfelbeck⁵, Gerald Wagner⁵, Hans Schneider⁶, Jan Lamers⁷, Kees Westerdijk⁷

Einleitung

Rhizoctonia solani ist ein weltweit verbreiteter Schadpilz an verschiedenen Kulturen. Bei Zuckerrüben verursacht er die Späte Rübenfäule, eine Krankheit mit erheblicher Bedeutung für Anbau und Verarbeitung von Zuckerrüben. Die *Rhizoctonia*-Befallsituation in Deutschland und in den Niederlanden hat sich in den letzten Jahren deutlich verschärft. Derzeit sind in Deutschland ca. 2 % und in den Niederlanden ca. 15 % der Anbaufläche betroffen.

Eine direkte Bekämpfung des bodenbürtigen Erregers ist nach den bisherigen Erfahrungen nicht möglich. Erste Erfahrungen deuten aber darauf hin, dass mit acker- und pflanzenbaulichen Maßnahmen eine Befalls-minderung bei der *Rhizoctonia*-Rübenfäule erreicht werden kann. Zusammen mit toleranteren Sorten, die eine Altersresistenz aufweisen, und Fungiziden bzw. Antagonisten, die die junge Pflanze schützen, besteht die Chance die Krankheit zu kontrollieren.

Aufgabengebiete

Bodenchemische und -physikalische Einflüsse auf den Erreger

- Bodenlagerungsdichte
- Bodenwassererhalt
- Redoxpotential

Integration in Feldversuchsanlagen und Erhebungen in weiteren Befallsflächen

Pflanzenbauliche Ansätze zur Kontrolle von *Rhizoctonia solani*

- Fruchtfolge
- Bodenbearbeitung
- Zwischenfruchtanbau

Feldversuche in Niederbayern, Niederlanden und Göttingen

Bodenbiologische Einflüsse auf *Rhizoctonia solani*

- Tests zur Beschreibung des Inokulumpotentials
- suppressive Böden
- Isolierung relevanter Mikroorganismen (Antagonisten)
- Ansätze zur biologischen Bekämpfung

Integration in den Versuchsanlagen sowie Befallsflächen

Rolle des Maises in der Fruchtfolge für das Auftreten der *Rhizoctonia* Rübenfäule

- Entwicklung von Resistenztests
- Sorteneinfluß

Gewächshaus- und Laborversuche; Feldversuche in Niederbayern und Göttingen

Kontrolle von *Rhizoctonia solani*

Zielstellung

- Ursachen für Auftreten und Verbreitung der *Rhizoctonia*-Rübenfäule aufklären (Schwerpunkte: Bodenbiologie und Bodenphysik)
- Wirkungen pflanzenbaulicher Maßnahmen (Fruchtfolge, Stellung einzelner Früchte in der Fruchtfolge, Bodenbearbeitung, Zwischenfruchtanbau, ...) auf das Erregerpotential im Boden zu beschreiben
- Integriertes Bekämpfungskonzept erarbeiten: Verwendung toleranterer Sorten, flankiert durch pflanzenbauliche Maßnahmen und chemischen bzw. biologischen Schutz der jungen Zuckerrüben

Abb. 2: Versuchsanlage - Wirkung verschiedener Vorküchte auf den Erreger

Projektpartner

- 1 Institut für Zuckerrübenforschung, Göttingen
- 2 TU München-Weihenstephan, Lehrstuhl für Pflanzenernährung, Freising
- 3 Bayerische Landesanstalt für Bodenkultur und Pflanzenbau, Freising
- 4 Kuratorium für Versuchsweisen und Beratung im Zuckerrübenanbau, Ochsenfurt
- 5 Arbeitsgemeinschaft zur Förderung des Zuckerrübenanbaus Regensburg, Barbing
- 6 Instituut voor Rationele Suikerproductie, Bergen op Zoom, Niederlande
- 7 Wageningen UR, Applied Plant Research, Lelystad, Niederlande

Abb. 1: Stark befallene Pflanze

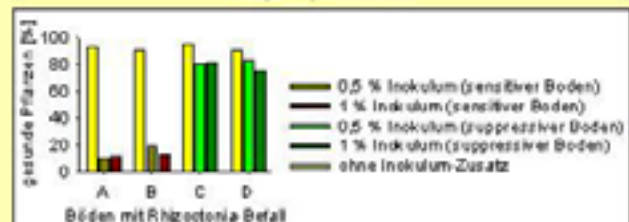


Abb. 3: Einfluss versch. Böden und *Rhizoctonia*-Inokulation auf Zuckerrüben, Gewächshausfest, IRS 2001

Bijlage III. Poster Open Dag Vredepeel 2003 en 2004



**PRAKTIJKONDERZOEK
PLANT & OMGEVING**
WAGENINGEN **UR**

Geïntegreerde bestrijding *Rhizoctonia solani* in suikerbieten: een internationale aanpak

Kees Westerdijk, Jan Lamers en Joop Esselink

Inleiding

De bodemschimmel *Rhizoctonia solani* AG 2-2/BB veroorzaakt wegvallende kiemplanten en in een later stadium wortebrot in suikerbieten. Het is een toenemend probleem, ook in peen, schorseneer en mais. In Duitsland en Frankrijk neemt de schade door *Rhizoctonia* ook zorgwekkende vormen aan. In het door het HPA gefinancierde PPO-agv project wordt intensief samengewerkt met het IRS, IZ, TUM en INRA.

Daarnaast wordt door PPO-agv een meerjarig project uitgevoerd dat gefinancierd wordt door Ministerie LNV. In dit project wordt onderzocht wat de invloed is van het gewas rotatie op de ontwikkeling van *Rhizoctonia* in een rotatie met suikerbieten.



In opzicht wordt verder nog onderzoek gedaan naar effect van zaai-behandeling met enkele nieuwe middelen en resistente rassen op schade door *Rhizoctonia*.

Meerjarige veldproeven te Vredepeel binnen het samenwerkingsproject zijn gericht op beheersing van de schade door teeltmaatregelen als vruchtwisseling, oeffenen verdichting, organische massa en mulchen (kerende versus niet kerende grondbewerking).



Onderzoek aan *Rhizoctonia* beïnvloedende factoren binnen het samenwerkingsproject



Doelstellingen

- Doorzaken voor optreden en verspreiding *Rhizoctonia* ophelderen
- Werking teeltmaatregelen op *Rhizoctonia* potentiaal ophelderen
- Geïntegreerd bestrijdingsconcept opstellen: gebruik van tolerante/resistente rassen, teeltmaatregelen en chemische c.q. biologische bescherming van jonge suikerbieten

Voorlopige resultaten

- Bidrammenas gunstig als voorvrucht of groenbemester
- Mais verhoogt risico op *Rhizoctonia*
- Natte plekken en verdichting (trekker sporen) in voorjaar verhogen kans op *Rhizoctonia*

Praktijkonderzoek Plant & Omgeving
Postbus 430
8200 AK Lelystad
tel. 0320 - 29 11 11
fax 0320 - 23 04 79
E-mail: kees.westerdijk@wur.nl
internet: <http://www.ppo.wur.nl>

In dit project wordt samengewerkt met:
IRS, Instituut voor Regionale Suikerproductie te Bergen op Zoom;
IZ, Institut für Zuckerrübenforschung te Göttingen, Duitsland;
TUM, Technische Universität München, Duitsland;
en wordt overleg gevoerd met het INRA, Institut National de la Recherche Agronomique, Frankrijk

Bijlage IV. Poster Open Dag VP en Lelystad 2004, Biotoets



**PRAKTIJKONDERZOEK
PLANT & OMGEVING**
WAGENINGEN UR

Biotoets Ziektewering rhizoctonia in suikerbieten

Kees Westerdijk en Joop Esselink

Inleiding

De bodemschimmel *Rhizoctonia solani* AG 2-2IIB veroorzaakt wegval van kiemplanten en in een later stadium wortelrot in suikerbieten. Het is een toenemend probleem, ook in peen, schorseneer en mais. In Duitsland en Frankrijk neemt de schade door *rhizoctonia* ook zorgwekkende vormen aan. In het door het HPA gefinancierde PPO-agv project wordt intensief samengewerkt met het IRS, IZ, TUM en INRA. Meerjarige veldproeven te Vredepeel binnen het samenwerkingsproject zijn gericht op beheersen van de schade door teeltmaatregelen als vruchtwisseling, opheffen, verdringing, organische massa en mulchen (kerende versus niet-kerende grondbewerking, zie afb. 1).



Afb. 1: Veldexperiment met voorvruchten en mulchen te Vredepeel.

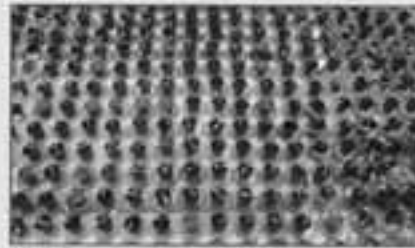
Ziektewering

Beheersen van de schade door *rhizoctonia* wordt onder andere bereikt door het bodemleven zo te beïnvloeden dat de *rhizoctonia* gehinderd wordt: ziektevering. In het veld worden teeltmaatregelen uitgevoerd (zoals hierboven aangegeven) en het effect gemeten door teelt van het toetsgewas suikerbieten. Door het Instituut voor Rationele Suikerproductie (IRS) is in deze samenwerking een biotoets ontwikkeld waarmee in de kas grondmonsters getoetst kunnen worden op ziektevering (afb. 2).

Biotoets

Gezien de grote hoeveelheid grondmonsters wordt deze biotoets nu ook op PPO-agv uitgevoerd op grondmonsters uit de veldproeven te Vredepeel en Klimmen (nabij Wijnandsrade) (afb. 3).

- Een grondmonster wordt in twee submonsters verdeeld;
- De submonsters worden verdeeld over 12 potjes en ingezaaid met suikerbieten;
- Het andere submonster wordt besmet met *Rhizoctonia solani* AG 2-2IIB, verdeeld over 12 potjes en ingezaaid.



Afb. 3: Biotoets uitvoering bij PPO-agv.

Uitkomst

- Plantwegval (door *rhizoctonia*) in besmet maar niet/nauwelijks in onbesmet: geen/nauwelijks natuurlijke besmetting; grond is gevoelig voor *rhizoctonia* (afb. 4);
- Plantwegval in besmet gelijk aan of lager dan plantwegval in onbesmet: natuurlijke besmetting aanwezig en er is sprake van ziektevering (besmetting leidt niet tot meer wegval);
- Geen/weinig plantwegval in besmet en onbesmet: geen/weinig natuurlijke besmetting aanwezig en er is sprake van ziektevering (afb. 5);
- Geen/weinig plantwegval in besmet, maar wel in onbesmet: natuurlijke besmetting ontsnapt aan ziektevering terwijl aangebrachte besmetting de ziektevering activeert.

(foto's IRS)



Afb. 2: Biotoets uitvoering bij het IRS.

Afb. 4: Geen ziektevering tegen *rhizoctonia*.

Afb. 5: Ziektevering tegen *rhizoctonia*.

Praktijkonderzoek Plant & Omgeving
Edelhertweg 1
Postbus 430, 8200 AK Lelystad
Tel.: 0320 29 11 11
Email: kees.westerdijk@wur.nl
Internet: www.ppo.wur.nl

Bijlage V. Handout proefveldhoudersdag IRS 21 juli 2004

Geïntegreerde bestrijding *Rhizoctonia solani* in suikerbieten: een internationale aanpak

Kees Westerdijk (PPO-agv)

Inleiding

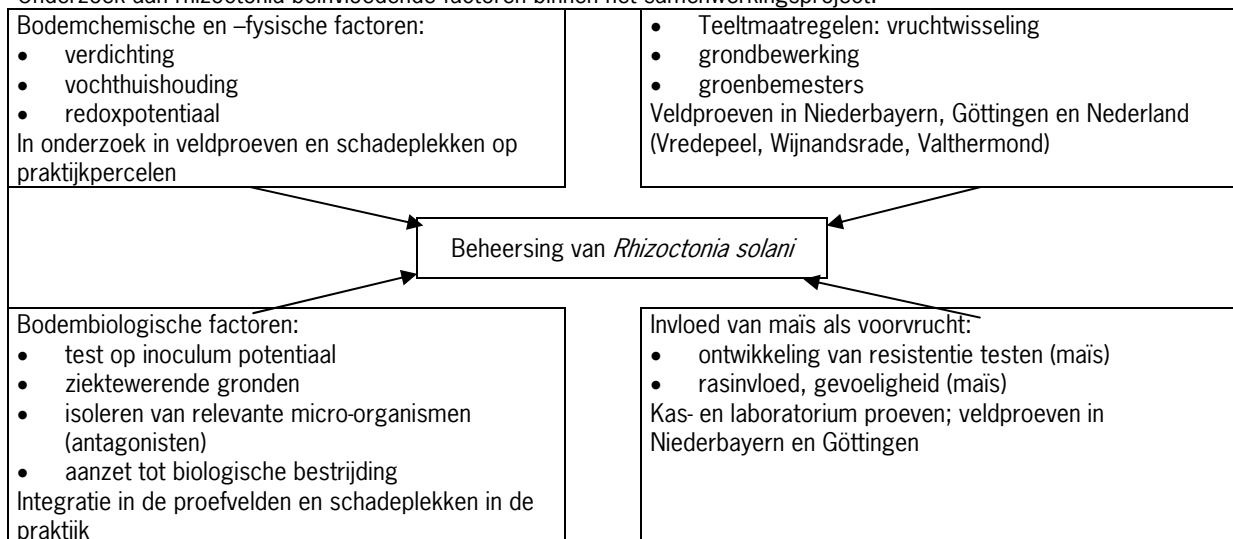
De bodemschimmel *Rhizoctonia solani* AG 2-2IIIb veroorzaakt wegval van kiemplanten en in een later stadium wortelrot in suikerbieten. Het is een toenemend probleem, ook in wortel, schorseneer en maïs. In Duitsland en Frankrijk neemt de schade door rhizoctonia ook zorgwekkende vormen aan. In het door het HPA gefinancierde PPO-agv project wordt intensief samengewerkt met het IRS, IfZ, TUM en INRA.

Daarnaast wordt door PPO-agv een meerjarig project uitgevoerd dat gefinancierd wordt door LNV. In dit project wordt onderzocht wat de invloed is van het gewas lerie op de ontwikkeling van *Rhizoctonia* in een rotatie met suikerbieten. (VP1061)

In opdracht wordt verder nog onderzoek gedaan naar effect van zaaizaad behandeling met enkele nieuwe middelen en resistente rassen op schade door rhizoctonia.

Meerjarige veldproeven te Vredepeel binnen het samenwerkingsproject zijn gericht op beheersen van de schade door teeltmaatregelen als vruchtwisseling, opheffen verdichting (VP1028), organische massa en mulchen (kerende versus niet-kerende grondbewerking, VP1060).

Onderzoek aan rhizoctonia beïnvloedende factoren binnen het samenwerkingsproject.



Doelstellingen:

- Oorzaken voor optreden en verspreiding rhizoctonia ophelderen
- Werking teeltmaatregelen op rhizoctonia potentiaal ophelderen
- Geïntegreerd bestrijdingsconcept opstellen: gebruik van tolerante/resistente rassen, teeltmaatregelen en chemische c.q. biologische bescherming van jonge suikerbieten

Voorlopige resultaten:

- Bladrammenas gunstig als voorvrucht of groenbemester
- Maïs verhoogt risico op rhizoctonia
- Natte plekken en verdichting (trekkersporen) in voorjaar verhogen kans op rhizoctonia

In dit project wordt samengewerkt met:

IRS, Instituut voor Rationele Suikerproductie te Bergen op Zoom;

IfZ, Institut für Zuckerrübenforschung te Göttingen, Duitsland;

TUM, Technische Universität München, Duitsland;

en wordt overleg gevoerd met het INRA, Institut National de la Recherche Agronomique, Frankrijk

Ziektevering

Beheersen van de schade door rhizoctonia wordt onder andere bereikt door het bodemleven zó te beïnvloeden dat de rhizoctonia gehinderd wordt: ziektevering.

In het veld worden teeltmaatregelen uitgevoerd en het effect gemeten door teelt van het toetsgewas suikerbieten en door het uitvoeren van een biotoets op grondmonsters uit de proeven (IRS).

VP1028: Najaarsverdichting en vruchtwisseling

- 2002: maïs, aardappel, suikerbiet, tarwe; wel/niet verdicht in najaar;
- 2003: maïs en tarwe; wel/niet verdicht in najaar;
- 2004: toetsgewas suikerbieten.

In de wegvaltellingen geen effect van voorvruchten 2002, wel van 2003: maïs meer dan tarwe; (twee jaar tarwe->geen wegval) wel effect van verdichting: verdicht MINDER wegval dan losgemaakt! Opkomst en plantaantal echter beter bij losgemaakt en tarwe als voorvrucht, zelfs na aftrek van wegval. Bij oogst nog opbrengst, kwaliteit en percentage rotte bieten te bepalen. (voorjaarsverdichting Ruinen: duidelijk meer wegval bij verdichting en in sporen)

VP1060: Voorvruchten en ploegen/mulchen

Granen, Groenbemester, Grondbewerking in bouwplan:

- meer/minder waardplanten;
- meer/minder organische massa;
- meer/minder stimulans bodemleven;
- invloed najaars- en voorjaarsverdichting;

- 2003: Snijmaïs, Korrelmaïs, Tarwe; Ploegen of Mulchen
- 2004: Snijmaïs, Korrelmaïs, Haver, Suikerbiet; Ploegen of Mulchen

In de suikerbiet veldjes van 2004 nog geen verschillen in wegval waar te nemen, in de niet-geploegde objecten is het plantaantal iets lager dan in de andere objecten.

Verwachting: door mulchen en veel organisch materiaal (korrelmaïs, tarwe+groenbemester) hoge activiteit van het bodemleven in de bovenlaag waardoor rhizoctonia minder kans krijgt schadelijk op te treden.

VP1061: Suikerbiet-Lelie proef, LNV programma Intrinsieke weerbaarheid

(bloemkool-rhizoctonia project -> continu bloemkool + rhizoctonia => opbouw bodemweerbaarheid)

- 2003: Maïs, Bladrammenas, Suikerbiet, Lelie;
- 2004: Suikerbiet en Lelie als toetsgewas.

In 2003 aantasting gezien in maïs, suikerbiet en lelie.

In 2004 bieten gezaaid op 1 april, geteld op 5 mei en overgezaaid op 6 mei:

voorvrucht	planttal 1 ^e zaai op 5 mei	planttal 2 ^e zaai op 2 juli
suikerbiet	34 a	48 a
lelie	49 . b	86 . bc
maïs	53 . b	92 . c
bladrammenas	53 . b	80 . b

Biotoetsen IRS:

Grondmonsters uit objecten in deze veldproeven worden getoetst op weerbaarheid tegen rhizoctonia:

- Plantwegval (door rhizoctonia) in besmet maar niet/nauwelijks in onbesmet: geen/nauwelijks natuurlijke besmetting, grond is gevoelig voor rhizoctonia;
- Plantwegval in besmet gelijk aan of lager dan plantwegval in onbesmet: natuurlijke besmetting aanwezig en er is sprake van ziektevering (besmetting leidt niet tot meer wegval);
- Geen/weinig plantwegval in besmet en onbesmet: geen/weinig natuurlijke besmetting aanwezig en er is sprake van ziektevering;
- Geen/weinig plantwegval in besmet, maar wel in onbesmet: natuurlijke besmetting ontsnapt aan ziektevering terwijl aangebrachte besmetting de ziektevering activeerd.

Bijlage VI. Poster Strategies to control *Rhizoctonia solani* in sugar beet

Strategies to control *Rhizoctonia solani* in sugar beet

C.E. Westergaard¹, J.G. Lamers¹, J.H.M. Schouder¹, Y. Bakker², J. Petersen³, J. Boddemeyer⁴, G. Büttner⁵, U. Schmitzberger⁶, J. Kubel⁷ and R. Ripoll⁸

Combined research efforts to develop control strategies

- Integration of expertise of institutes in Germany and the Netherlands
 - Combining results of crop rotation, cropping, compaction, hostplant, resistance and greenhouse experiments from several locations
 - Interaction soil biological, physical and chemical factors
 - Effects on pathogenesis and epidemiology
- ⇒ Leading to Control strategies



Figure 1. Rhizoctonia damage in sugar beet plants.

Summary of results

- IC:** Field and greenhouse experiments. More resistance test for *Rhizoctonia*. Integrated control: maize more *Rhizoctonia*, wheat and barley less *Rhizoctonia*, fungicides in pre-crop less *Rhizoctonia* and spring compaction more *Rhizoctonia* in sugar beet. Resistant sugar beet varieties resistant to late attack.
- TAM:** soil with different health-related patch: small but detectable differences in same abiotic soil factors.
- BS:** Success to test *Rhizoctonia* changes in IC and PFD field experiments and to unravel biotic factors in suppressive soils. Differences found in soil suppressiveness. Positive results with variety testing and fungicides in pre-crop sugar beet field.
- FW:** Spring compaction field experiment at Rauen (figure 11) showed higher *Rhizoctonia* attack in wheel tracks in the spring compacted objects. Pre-crop influences *Rhizoctonia* attack in sugar beet (table 1). Greenhouse test: *Rhizoctonia* isolates from IC and PFD field experiments did not differ in aggressiveness on maize and sugar beet (data not published). AFLP fingerprint showed differences in DNA between *Rhizoctonia* isolates within AG 2.200. Greenhouse tests (table 2) showed possible differences between AFLP types in aggressiveness on other crops than sugar beet and carrot.

Table 1. Pre-crop and *Rhizoctonia* damage in sugar beet

Pre-crop	greenhouse (AFLP type II)		field experiment (AFLP type II)	
	sensitivity ¹ of Rauen	clamping off ² in Rauen	Rate (leaf N)	Relative sugar yield
sugar beet	7	++	28	100
carrot	5	+	22	115
maize	7	+	14	130
grass	5	0	25	145
black fallow	1	0	18	150
winter wheat	3	0	15	165
soybean radish	2	0	9	175

¹ Plant reaction to *Rhizoctonia* attack: 0 = no reaction, 0+ = slight, 0++ = field

² 0 = no clamping off, ++ = up to 20% clamping off

³ Standard susceptible variety: 250 = 4.5 ton of sugar per ha.

Table 2. Aggressiveness of AFLP types of *Rhizoctonia solani* AG 2.200 on several crops

AFLP pattern	AFLP	leaf	carrot	Maize	potato	maize
1	+++	++	++	0	++	
2	+++	++	+	0	+	
3	+++	++	0	0	+++	
6	+++	++	++	+	0	
11	++	++	0	0	0	
12	+++	++	++	++	0	

0 = not aggressive and +++ = highly aggressive, +40% seed reduction.



Figure 2. Multi-crop field experiment of Pre-crop (Pre-crop) at Rauen (The Netherlands).

Factors to be incorporated for Control Strategies

Present: Change rotation; no pre-crop maize, add wheat, barley or oil seed rape, use fodder radish as a pre-crop or as a green manure, prevent compaction, slow resistant sugar beet varieties in field.

Future: Bioassay for soil analysis, establish AFLP type and add crops in rotation according to AFLP type, prevent compaction, slow resistant sugar beet varieties in field, use patented sugar beet seed with appropriate fungicides.



Figure 3. Rhizoctonia attack in Rauen.

AFLP: amplified fragment length polymorphism

AFLP is a combination of restriction fragment length polymorphism (RFLP) and polymerase chain reaction (PCR). It is a highly sensitive and specific method for DNA fingerprinting and genotyping. It is used to identify and track the spread of *Rhizoctonia solani* isolates. AFLP is a powerful tool for studying the genetic diversity and evolution of *Rhizoctonia solani* and for identifying the source of infection in a field.

Bijlage VII. Compaction and Pre-crop effect on Rsol in Sb



APPLIED PLANT RESEARCH
WAGENINGEN UR

Compaction and Pre-crop effect on *Rhizoctonia solani* in Sugar beet

C.E. Westerdijk, L.J. Esselink & J.G. Lamers

Introduction

In sugar beet *Rhizoctonia solani* Anastomosis Group (AG 2-2BB) causes:

- damping off;
- black root rot;
- root and crown rot.

Rhizoctonia disease in sugar beet is an increasing problem in both The Netherlands and Germany. IPO-agv (Applied Plant Research, NL), RS (Institute of Sugar Beet Research, NL) and IZ Institut für Zuckerrübenforschung, D) have combined their efforts to control *Rhizoctonia* in sugar beet. The research of IPO-agv is part of the joint project and is financed by the farmers union IFF in The Netherlands. In The Netherlands, trials with compaction in Spring and Autumn were set up in a three years crop rotation experiment with sugar beet in the third year.

Set up

Spring compaction trial rotations: Barley-Maize-Beet (BM); Barley-Beet-Beet (BS); Maize-Barley-Beet (MB); Maize-Beet-Beet (MS); each plot spring compacted (C) – occlusion of heavy tractor wheel tracks versus normal tillage (B).

Autumn compaction trial rotations: Maize-Maize-Beet (MM); Maize-Wheat-Beet (MW); Potato-Maize-Beet (PM); Potato-Wheat-Beet (PW); Beet-Maize-Beet (SB); Beet-Wheat-Beet (SW); Wheat-Maize-Beet (WM); Wheat-Wheat-Beet (WW); each plot autumn compacted (C) versus normal tillage (B).

Results

Table 1. *Rhizoctonia* damage and sugar yield in the best crop sugar beet in the spring compaction – pre crop trial at Runen in 2004

Object	% emergence	% damping off	total % damping off	sugar yield ton/ha	% rotted beet at harvest
BM	82	14.1	24.2	8.5	7.9
BS	77	16.1	30.9	6.5	6.3
MB	84	3.8	10.2	9.4	7.9
MS	77	18.1	30.4	6.3	5.2
LSD (α=0.05)	0.011	7.6	9.1	1.2	7.9
F-test	4.7	<0.001	<0.001	<0.001	0.696
C	11	9.7	30.0	7.4	9.9
N	89	15.4	19.9	8.1	4.0
LSD (α=0.05)	3.3	5.3	6.4	0.9	6.3
F-test	<0.001	0.08	0.002	0.137	0.029

Table 2. *Rhizoctonia* damage and sugar yield in the best crop sugar beet in the autumn compaction – pre crop trial at Predepeel in 2004

Pre crop in 2003	Plants per ha (x1000)	% damping off	sugar yield ton/ha	% rotted beet at harvest
Maize-N	104	4.2	6.3	19.9
Wheat-N	108	0.9	9.2	3.9
Maize-C	104	1.3	6.7	22.0
Wheat-C	102	0.7	9.5	1.1
LSD (α=0.05)	4.5	0.9	1.6	10.7
F-test	0.455	0.036	0.765	0.442
Maize	104	2.4	6.5	19.0
Wheat	105	0.8	9.5	2.5
LSD (α=0.05)	3.3	0.96	1.14	7.5
F-test	0.218	<0.001	<0.001	<0.001

Conclusions

Compaction in spring was noticeable, but not heavy enough to have an effect on plant development. In the spring compaction trial there was no interaction between pre crop and compaction and there was no significant effect of pre pre crop. Spring compaction led to a lower plant stand but diminished damping off (Table 1). This finding seems to be in contrast with farmers experiences, but the plant emergence in compacted soil was lower than in not compacted soil. The water content was higher in compacted soil than in not compacted soil. *R. solani* may develop faster under high moisture conditions and therefore killing sugar beet seeds even before their emergence. In not compacted soil, plant emergence was faster and more damping-off was observed after emergence than in compacted soil. Still, most *R. solani* damage (total % damping off) was observed under compacted conditions.

In the autumn compaction trial no difference was found between compacted and normal soil conditions and no differences in *Rhizoctonia* damage due to prepre crop. Pre crop Maize gave the highest *Rhizoctonia* damage (Table 2), mainly due to rotted beet at harvest and therefore lower sugar yield.



Spring compaction trial at Runen, 2003



Rhizoctonia damage due to spring compaction at Runen; weed problem visible



Rhizoctonia damage in the autumn compacted trial at Predepeel

Applied Plant Research

P.O. Box 430, 8200 AP Wageningen, The Netherlands
Tel.: +31 20 274 542 - Fax: +31 20 220 479
E-mail: k.van.westerdijk@wur.nl
Internet: www.apr.wur.nl

Bijlage VIII. Cultivation and Pre-crop effect on *Rsol* in Sb



APPLIED PLANT RESEARCH
WAGENINGEN UR

Cultivation and Pre-crop effect on *Rhizoctonia solani* in Sugar beet

C.E. Westerdijk, L.J. Esselink & J.G. Lamers

Introduction

In sugar beet *Rhizoctonia solani* Anamorphosis Group (AG 2-2988) causes:

- damping off;
- black root rot;
- root and crown rot.

Rhizoctonia disease in sugar beet is an increasing problem in both The Netherlands and Germany. PPO-agy (Applied Plant Research, NL), IIS Institute of Sugar beet Research, NL) and IZ Institut für Zuckerrübenforschung, DE have combined their efforts to control *Rhizoctonia* in sugar beet. The research of PPO-agy is part of the joint project and is financed by the farmers union HPA in The Netherlands. It was observed that maize can increase the risk of *Rhizoctonia* damage and that mouldboard ploughing or mulching can influence the occurrence of *R. solani* in the successive sugar beet crop. With sugar beet at the third year, two years of pre-cropping kernel maize, silage maize and wheat in every year, *R. solani* occurrence will be determined in case of always ploughing or mulching or alternating ploughing and mulching. Here results are shown after one year of maize and wheat in an intermediate sugar beet crop.

Set up

After one year the plots are: SilageMaize-Mulch; SilageMaize-Plough; KernelMaize-Mulch; KernelMaize-Plough; Wheat-Mulch; Wheat-Plough. The second year each plot was split in a mulched part and a ploughed part. Mulching is incorporating crop residues into the topsoil with a rotary tiller, 5 - 10 cm deep. This spring no differences yet were observed in damping off due to *Rhizoctonia*.

Preliminary results

Table 1. Mean *Rhizoctonia* diseased sugar beet (%) and root yield in the multi-plot maize crop trials in the South-East of the Netherlands (Musselport and Klimmer) in September 2004.

Pre crop	collection	% diseased beet		root yield (t/ha)	
		plough	mulch	plough	mulch
Silage maize	46	42	40	46	
Kernel maize	40	35	40	52	
Wheat + fodder rye	5	24	60	60	
LSD (p<0.05)		9		17	

Conclusions

The pre-crop wheat appeared to be the best pre-crop for sugar beet with significant better yield and lower percentage diseased beet. Only small differences between ploughing and mulching were observed. Mulching kernel maize (much crop residues) seems to be better than ploughing maize residues, whereas ploughing wheat residues tend to be better than mulching.



The crop, maize and wheat mulch at Musselport, 2004.



The crop maize at Klimmer, 2004.



The crop maize at Musselport, 2004.



The crop wheat at Musselport, 2004.

Applied Plant Research

P.O. Box 420, 2200 AN Wageningen, The Netherlands
Tel.: +31 20 220 291, 522 - Fax: +31 20 220 479
E-mail: Kees.Westerdijk@wur.nl
Internet: www.apr.wur.nl

Bijlage IX. Artikel Toepassingsmogelijkheden van ziektevering in de praktijk

Toepassingsmogelijkheden van ziektevering in de praktijk

Jan Lamers en Kees Westerdijk
PPO-agv, Lelystad

Inleiding

Over ziektevering wordt veel gesproken en geschreven. Wat verstaan we onder ziektevering, waar vinden we die goede voorbeelden, wat is het mechanisme en kunnen we het oproepen of verbeteren?

Met ziektevering van grond of substraat tegen een pathogeen wordt bedoeld dat wanneer een gewas op die grond of substraat geteeld wordt er weinig schade optreedt bij aanwezigheid van het pathogeen. De ziektevering kan door fysische oorzaken optreden (*Sclerotinia sclerotiorum* geeft minder schade op klei dan op zavel of zand) en/of door chemische oorzaken (knolvoet treedt minder op bij hoge pH dan lage pH). Waar we het in dit artikel over hebben is de ziektevering voornamelijk als gevolg van biologische oorzaken. Dit is het gehele complex van bodemflora en -fauna die interacteren met het pathogeen, de omgeving en met het gewas. Er is een algemene ziektevering en een specifieke ziektevering te onderscheiden.

De algemene ziektevering tegen een pathogeen wordt gevormd door dat deel van de bodemflora en -fauna, dat concurreert in brede zin met het pathogeen. Er kan concurrentie zijn om het substraat, dood of levend, en benadeling bij de overleving. Er is over het algemeen niet één organisme bij betrokken en het is niet gewas-specifiek. De algemene ziektevering is gerelateerd aan de bodemfungistase, die weer gerelateerd is aan de competitie om voedingsstoffen (koolstof en/of ijzer). Voorbeelden zijn de ziektevering tegen *Pythium*, *Phytophthora* en *Fusarium oxysporum* op meloen (Frankrijk). Naast algemene ziektevering is er een specifieke ziektevering. Bij een specifieke ziektevering is er één of zijn er enkele antagonisten aan te wijzen die ingrijpen op de pathogeen-gewas-omgeving interactie met als resultaat dat er minder symptomen zijn en minder schade ontstaat. Het mechanisme van specifieke ziektevering is meestal gebaseerd op antibiose (met behulp van antibiotica) of mycoparasitisme. Zowel het pathogeen als het gewas of een bepaalde gewascombinatie dient aanwezig te zijn. Deze ziektevering komt bovenop de algemene ziektevering, maar de grens daarmee is niet altijd goed te onderscheiden. Wat wél optreedt is dat in de tijd gezien de schade alsmaar toeneemt, totdat de specifieke ziektevering naar voren komt, waardoor een periode aanbreekt dat de schade gering wordt. Dit treedt op bij de intensief onderzochte pathogeen-gewas combinaties tarwehalmdoder - tarwe en *Rhizoctonia solani* op bloemkool en suikerbiet.

Tarwehalmdoder - tarwe

Gerlagh (1968) bestudeerde de decline die optrad nadat enige jaren achtereenvolgend tarwe was verbouwd in de nog jonge polders. Op deze maagdelijke gronden waren de opbrengsten van de tarwe aanvankelijk hoog, maar in het tweede, derde of latere jaar van de continueelt kon de opbrengst door het hevig optreden van witarigheid halveren. Daarna nam de witarigheid af en de opbrengst toe. Hij veronderstelde dat er zowel een algemene, als een specifieke ziektevering aanwezig was tegen de tarwehalmdoder.

In de huidige praktijk wordt er alleen op de zware klei in Noord Groningen veel graan geteeld. Hier kunnen teelten met knol-, bol- of wortelgewassen problematisch zijn. De bedrijven zijn groot genoeg om een hoog aandeel maaigewassen met een relatief laag saldo in het bouwplan op te nemen. Op veel percelen wordt continu tarwe geteeld, zonder problemen met de tarwehalmdoder. De grote schade in tarwe in het tweede of derde jaar van de continueelt wordt op deze bedrijven omzeild door in die jaren bijvoorbeeld gerst te telen en daarna weer tarwe. Gerst en rogge zijn wel waard voor de tarwehalmdoder maar laten weinig symptomen en schade zien. Indien tarwehalmdoder dan massaal aanwezig is wordt de ziektevering opgebouwd. Wordt de continueelt onderbroken dan is de ziektevering niet meteen weg. De ziektevering blijkt in enkele jaren tijd te verdwijnen. Dat wil zeggen dat een tot twee jaar andere teelten mogelijk zijn zonder dat tarwehalmdoder op tarwe na tarwe weer toeslaat. Op deze wijze kan bij een frequente tarweteelt de bodem toch weerbaar blijven. Overigens worden problemen met de tarwehalmdoder ook nog tegengegaan door stoppelresten meteen na de oogst goed onder te werken en te laten verteren zodat de tarwehalmdoder uit zijn food-base verdreven wordt (Cook en Weller, 1987). Dit is weer een voorbeeld van de aanwezige algemene ziektevering tegen tarwehalmdoder.

***Rhizoctonia solani* – bloemkool, suikerbiet en aardappel**

Op een gezamenlijk proefveld van PRI en PPO waar regelmatig bloemkool werd geteeld en rhizoctonia eerder een probleem vormde, bleken weinig symptomen op te treden wanneer de grond besmet werd met *Rhizoctonia solani* AG 2-1 (Westerdijk *et al.*, 2003). Uit een survey bij telers die continu bloemkool teelden bleek ook dat de grond daar ziekteverend was geworden. We hebben te maken met een specifieke ziektevering aangezien de wering optreedt door herhaalde bloemkoolteelt in aanwezigheid van rhizoctonia (Postma en Schilder, 2005). In deze situatie van continue teelt hoeft de bloemkoolteler niet te vrezen voor een ernstige uitbraak van rhizoctonia, wat wel het geval is bij een onregelmatige bloemkoolteelt. Nadeel van de continue teelt bloemkool is dat cysteaaltjes zich vermeerderen en dat *Mycosphaerella* bladvlekkenziekte zich via de gewasresten makkelijk van het ene op het volgende gewas verspreidt. Toch komen deze bedrijven veel voor in de Streek in Noord Holland, waar bedrijven zich in deze richting gespecialiseerd hebben.

Interessant is dat de ziektevering tegen *R. solani* AG 2-1 in bloemkool ook werkzaam is tegen *R. solani* AG 2-2IIIB in suikerbiet, maar niet tegen *R. solani* AG 3 in aardappel (Postma en Schilder, 2005). Bakker en Schneider (2005) hebben ook ziektevering gevonden tegen *R. solani* AG2-2III B in suikerbiet. Deze gronden zijn ook werend tegen de rhizoctonia in bloemkool.

Naar rhizoctonia in aardappelen is veel onderzoek verricht. Het optreden van *R. solani* AG 3 is sterk gekoppeld aan de teeltfrequentie van aardappelen. Andere gewassen zijn geen waardplant. Uitgaande van een maagdelijke grond wordt in het tweede of derde aardappelgewas een sterke lakschurftbezetting op de oogst waargenomen. Daarna nemen de niveaus af zonder dat er een duidelijke specifieke ziektevering optreedt (Hoekstra en Lamers, 1993). Ook Jager en Velvis (1980) konden in het frequente zetmeelaardappel- en pootgoedtelende noorden van Nederland slechts een enkele ziekteverende grond vinden. Bij continue teelt van aardappelen op maagdelijke grond trad in het derde jaar massaal rhizoctonia op (Lamers, 1987). Daarna bleef het niveau op dat van de een op twee en een op drie aardappelen schommelen. Scholte (1987) vond op een van de twee proefvelden met continue teelt waar *Verticillium biguttatum* optrad, dat de lakschurftbezetting bij continue teelt lager werd dan bij de een op twee teelt. Op het tweede proefveld bleef de lakschurftbezetting op hetzelfde niveau als die van de tweejarige rotatie. Het optreden van een specifieke ziektevering tegen *R. solani* AG 3 in continue teelt blijkt mogelijk, maar is incidenteel of duurt lang voor het optreedt. Inmiddels zijn er wel veel antagonisten bekend van rhizoctonia die in gronden van nature aanwezig zijn of aan de grond kunnen worden toegevoegd. Het varieert van het *Aphelenchus avenae* aaltje, tot mijten en springstaarten (Hofman 1988), schimmels als *V. biguttatum*, *Gliocladium roseum*, Trichoderma soorten of niet pathogene *Rhizoctonia* soorten en bacteriën als *Bacillus thuringiensis*, pseudomonaden, streptomyceten etc. In veel gronden kan een mix aanwezig zijn en bij frequente teelt kunnen enkele of meerdere antagonistische systemen worden bevorderd. Zelfs kon in een enkel geval een relatie worden vastgesteld tussen de mate van biodiversiteit en de mate van ziektevering tegen *R. solani* AG 3 (Garbeva, 2005). Hierdoor heeft de ziektevering ook meer een algemeen karakter en verschilt van perceel tot perceel.

Figuur 1. Rhizoctonia aantasting op vier weken oude kiemplanten van bloemkool (R. Meier, PPO-agv).

Maximaliseren van bodemweerbaarheid

In het geval van een specifieke ziektevering is de bodemweerbaarheid hoog te houden door het waardgewas continu te blijven telen en/of door het pathogeen te blijven toevoegen. In die situatie blijft de van nature aanwezige wering werkzaam. Oyarzun (1994) vond dat de beste ziekteverende percelen tegen voetziekte in erwten waren diegene met continue teelt erwten. Daar waar het mechanisme goed in kaart is gebracht kan het mogelijk zijn om in het geval van het optreden van één antagonist deze te isoleren, vermeerderen, wettelijk te registreren en aan de bodem toe te dienen. Is het economisch rendabel en kan de antagonist zich te midden van het bodemleven handhaven dan pas wordt het interessant om de antagonist toe te dienen, waardoor de ziektevering op peil kan blijven. Dit is het geval met pseudomonaden tegen de tarwehalmdoder (Cook en Weller, 1987). Lamers *et al.* (1988) konden een ziekteontvankelijke poldergrond ziekteverend maken door het zaad van het eerste tarwegewas te bacteriseren met een *P. fluorescens* isolaat WCS 417. Dit isolaat is in staat in anjer *Fusarium oxysporum* te controleren door het induceren van systemische resistentie, ijzer vast te leggen met sideroforen en door antibioticum productie (Duijff, 1994). Later bleek de productie van het antibioticum 2,4 diacetylphloroglucenol (DAPG) belangrijk te zijn waarmee de fluorescerende pseudomonaden de controle over de tarwehalmdoder uitoefenden (Raaijmakers en Weller, 1998). Door de kleine markt of door de variabele resultaten is een toepassing in Nederland of in de Verenigde Staten niet van de grond gekomen.

Meer mogelijkheden zijn er met verhoging van de algemene ziektevering. Door het toevoegen van organische meststoffen aan de bodem wordt extra voeding aan het bodemleven toegediend. Dit bodemleven gaat opbloeien, waardoor na korte tijd de concurrentie om voedsel (bodemfungistase) snel toeneemt en het pathogeen minder kans krijgt schade aan te richten. Sommige bodempathogenen worden ook wel suikerschimmels genoemd, omdat ze snel gebruik kunnen maken van de toegediende extra voeding (*Pythium*, *Phytophthora*, *Rhizoctonia*). Dit kan resulteren in meer besmetting kort na toepassing, nog voordat de bodemfungistase is toegenomen. Zo bleek dat toediening van papiercellulose aan de bodem vlak voor het planten van de bloemkool in continue teelt de aantasting door rhizoctonia toenam, terwijl toediening een maand voor het planten de rhizoctonia deed afnemen als gevolg van toegenomen

ziektewering (Scheper *et al.*, 2002). Lootsma en Scholte (1997) konden met toepassing van stalmest plus gele mosterd of haver de rhizoctonia aantasting in aardappelen een half jaar later verlagen door toename van springstaarten en aaltjes. Soms kan er nog gestuurd worden met stikstofrijke of -arme materialen. Gevoelig voor algemene ziektevering zijn ook pythium en phytophthora. Van Os kon een gunstig effect van een goede compost vaststellen in sommige situaties dat de algemene ziektevering tegen pythium laag was, zoals na inundatie of chemische grondontsmetting. Ook op biologische telende bedrijven wordt meer organisch materiaal en dierlijke mest ingewerkt, wat leidt tot een hoger organisch stofgehalte, een hogere biodiversiteit van het bodemleven en uiteindelijk tot een betere ziekteonderdrukking (Van Diepingen *et al.*, 2005). De mogelijkheden voor het verhogen van de algemene ziektevering door organisch materiaal aan het bodemleven toe te dienen zijn beperkt. Dit geldt ook voor composten al of niet verrijkt met antagonistische. Een serie van achttien composten van verschillende herkomst bleek niet alle zeven geteste pathogenen terug te dringen. Wel bleek fusarium verwelkingsziekte door de meeste composten geremd te worden (Alabouvette en Steinberg, 2005).

Tegengaan van verlaging bodemweerbaarheid

De algemene en specifieke ziektevering wordt sterk nadelig beïnvloed door breedwerkende maatregelen om het pathogeen uit te schakelen. Behandelingen als methylbromide (niet meer toegelaten) en stomen schakelen het meeste van het bodemleven uit. Kort na toepassing zijn de opbrengsten enorm gestegen, wat de belangstelling voor deze methode aanwakkert. Blijkbaar zorgt het geheel van het bodemleven (ook zonder pathogenen) voor een lagere opbrengst. Wanneer het pathogeen in een dergelijk ontsmet milieu geïntroduceerd wordt of overgebleven is op de randen van de behandelzone, heeft het pathogeen vrij spel en breidt zich meer uit dan voor toepassing van de breedwerkende behandeling. De opbrengsten zijn een jaar na toepassing evenwel lager geworden dan voor de behandeling en de teler is opnieuw aangewezen op een drastische ingreep.

Chemische grondontsmetting met nematiciden werkt vooral tegen aaltjes, maar ook schimmels en onkruiden worden bij hogere doseringen uitgeschakeld. De besmetting met *Rhizoctonia* en *Pythium* kan afnemen door de chemische ontsmetting, ook de ziektevering blijkt te zijn verlaagd, waardoor deze schimmels later in aardappelen of bollen verhevigd kunnen toeslaan. Door ook van deze breedwerkende ontsmettingsmethode af te zien blijft de ziektevering in tact en dient de besmetting laag te blijven door aangepaste teeltmaatregelen. Inundatie geeft een zodanige verstoring dat de pythium aantasting van de nateelt bollen op termijn toeneemt. De oplossing ligt hier in een goede planning van de inundatie in de rotatie, in het toepassen van resistente rassen en eventueel compost (Van Os *et al.*, 2005). Na biologische grondontsmetting met groenbemesters en plastic afdekking is de ziektevering tegen fusarium en meloidogyne niet afgenomen. Biologische groentelers en andere telers op grond in kassen vertrouwen nu nog op stomen. Wellicht kunnen zij de bodemweerstand beter in stand houden met biologische grondontsmetting.

Toepassingsmogelijkheden

In slechts enkele bijzondere situaties is er sprake van een specifieke ziektevering die daadwerkelijk wat voorstelt. Dit zijn situaties met een zeer eenzijdig bouwplan tot continue teelt van een waardgewas. De telers, de bedrijven en de omgeving moeten het mogelijk maken om deze situatie te cultiveren. Vaak komen er andere pathogenen in het spel die de nauwe teeltwijze niet mogelijk maken. Bovendien lijkt het erop dat de ziektevering pas optreedt nadat een ernstige aantasting gepasseerd is. De teler kan dit niet ontspringen tenzij hij een tolerant gewas teelt zoals met gerst in het geval van de tarwehalmdoder. Aanpassing van de gewasrotatie met als doel om de ziektevering tegen rhizoctonia in suikerbieten te verbeteren lijkt vooralsnog niet veel perspectief te hebben (Schneider *et al.*, 2005). In goed onderzochte ziekteveringssystemen kunnen de biotische factoren op termijn mogelijk gecombineerd worden en aan de bodem toegediend, zodat de bodem ziekteverend wordt. De gewasbeschermingswetgeving maakt het niet gemakkelijk om ziektevering langs deze weg op te bouwen.

Verbetering van de algemene ziektevering lijkt een betere weg. Over het algemeen neemt deze wering toe na toediening van organische materialen, als gevolg van de toegenomen concurrentie om voedingsstoffen. Biologische bedrijven kennen een hogere input aan organisch materiaal en hebben doorgaans een hogere ziektevering. Ook in situaties dat het bodemleven tijdelijk is uitgeschakeld kan een effect van verrijking van het bodemleven met gerijpte compost de wering zichtbaar verbeteren. Aandacht blijft geboden voor een mogelijke opbloei van pathogenen wanneer zij gebruik maken van het toegediende organische materiaal. Want bij beheersing van pathogenen via een verhoging van de algemene ziektevering, blijft het belangrijk om de inoculum potentiaal van de pathogenen zo laag mogelijk te houden.

De gangbare landbouw met een intensief en eenzijdig bouwplan kan in enkele situaties wellicht gebruik maken van de specifieke en algemene ziektevering om het optreden van sommige pathogenen af te remmen. De biologische landbouw is vooral aangewezen op het optimaliseren van de algemene ziektevering om daarmee een breed scala aan pathogenen terug te dringen.

Literatuurlijst

- Alabouvette C., en Steinberg, C., 2005. The soil as a reservoir for antagonists to plant diseases, in press.
- Bakker, Y. en Schneider, J.H.M., 2005. Bodemmicroflora werkt *Rhizoctonia solani* in suikerbiet tegen. Gewasbescherming 36(5) (dit nummer).
- Cook, R.J. en Weller, D.M., 1987. Management of take-all in consecutive crops of wheat or barley. In: Chet, I. ed. Innovative approaches to plant disease control. New York: Wiley, pp41-76.
- Diepeningen, A.D. van, Bruggen, A.H.C van, Termorshuizen, A.J. en Korthals, G.W., 2005. Bodemgezondheid en ziektevering in biologische bedrijfssystemen. Gewasbescherming 36(5) (dit nummer).
- Duijff, 1994. Siderophore-mediated competition for iron and induced resistance in the suppression of Fusarium wilt of carnation by fluorescent *Pseudomonas* spp.. Ph.D. thesis, Utrecht Universiteit, pp. 21-33.
- Garbeva, P., 2005. Het belang van microbiële diversiteit voor ziektevering in landbouwgronden. Gewasbescherming 36(5) (dit nummer).
- Gerlagh, M., 1968. Introduction of *Ophiobolus graminis* into new polders and its decline. Neth. Jour. Plant Path. 74: 1-97.
- Hoekstra, O., Lamers, J.G. en Zwanepol, S., 1993. 28 jaar De Schreef. PAGV publicatie nr. 67, 207 p.
- Hofman, T.W., 1988. Effects of granular nematicides on the infection of potatoes by *Rhizoctonia solani*. Wageningen Agricultural University, Ph.D. thesis, pp. 125.
- Jager, G. en Velvis H. , 1980. Onderzoek naar het voorkomen van Rhizoctonia-werende aardappelpercelen in Noord-Nederland. Haren, IB-rapport 1-80, pp 62.
- Lamers, J.G., 1987. Nauwe rotaties en continueelten van aardappelen en suikerbieten. In: jaarboek 1986, Lelystad, PAGV-publicatie 38, pp. 249-259.
- Lamers, J.G., Schippers, B. en Geels, F.P., 1988. Soil-borne diseases of wheat in the Netherlands and results of seed bacterisation with *Pseudomonas* against *Gaeumannomyces graminis* var. *tritici*. In: Jorna M.L. en Sloopmaker L.A.J., ed. Cereal breeding related to integrated cereal production, Proceedings of Eucarpia. Wageningen, Pudoc, pp. 134-139.
- Lootsma, M. en Scholte K., 1997. Effect of farmyard manure and green manure crops on populations of mycophagous soil fauna and Rhizoctonia stem canker of potato. Ph.D. thesis, Landbouwwuniversiteit Wageningen, pp. 57-68.
- Os, G. van, Wijnker, J. en Bent, J. van der, 2005. Bodemweerbaarheid tegen schimmels in de bloembollenteelt. Gewasbescherming 36(5) (dit nummer).
- Oyarzun, P.J., 1994. Root rot of peas in the Netherlands; fungal pathogens, inoculum potential and soil receptivity. Ph.D. thesis, Landbouwwuniversiteit Wageningen, pp. 165-189.
- Postma, J. en Schilder, M.T., 2005. Bodemweerbaarheid tegen *Rhizoctonia solani* AG 2-1 in bloemkool. Gewasbescherming 36(5) (dit nummer).
- Raaijmakers, J.M. en Weller, D.W., 1998. Natural Plant protection by 2,4-diacetylphloroglucinol-producing *Pseudomonas* spp. In take-all decline soils. Molecular Plant-microbe Interactions, 11, 144-152.
- Scheper, R.W.A., Postma, J., Dijkstra, G., Schilder, M.T., Pastoor, R., Westerdijk, C.E., Esselink, L.J., Bopgert, P.H.J.F. van den, Krijger, M.C. en Gent-Pelzer, M.P.E. van, 2002. Effect van papiercellulose op Rhizoctonia in bloemkool. Gewasbescherming 33(2), p 56.
- Schneider, J.H.M., Bakker, Y. en Westerdijk, C.E., 2005. Bodemweerstand tegen *Rhizoctonia solani* AG 2-IIIB is onafhankelijk van rotatie. Gewasbescherming 36(5) (dit nummer).
- Scholte, K., 1987. The effect of crop rotation and granular nematicides on the incidence of *Rhizoctonia solani* in potato. Potato research 30, 187-199.
- Westerdijk, C.E., Esselink, L.J., Postma, J., Scheper, R.W.A., Schilder, M.T., Dijkstra, G., Boogert, P.H.J.F. van den, 2003. Eindverslag Rhizoctonia in bloemkool. Projectrapport 1234340/8, PPO-agv, Lelystad, pp. 21.

Bijlage X. Artikel Bodemweerstand tegen Rsol AG 2-2IIIB

Bodemweerstand tegen Rhizoctonia solani AG 2-2IIIB is onafhankelijk van rotatie

J.H.M. Schneider¹, Y. Bakker¹ en C.E. Westerdijk²

¹IRS, Van Konijnenburgweg 24, 4611HL Bergen op Zoom

²Praktijkonderzoek Plant en Omgeving (PPO-agv), Lelystad.

Inleiding

De bodemschimmel *Rhizoctonia solani* is onderverdeeld in zogenaamde anastomose groepen (AGs). Dat zijn groepen van isolaten waarvan de schimmeldraden met elkaar versmelten. De groepen zijn genummerd van 1 tot en met 13. De verschillende AGs verschillen onder andere in waardplantenreeks. Het onderscheid tussen de verschillende AGs is dus van direct belang voor de praktijk. *R. solani* AG 3 bijvoorbeeld komt alleen voor op nachtschades en is bekend als de veroorzaker van lakschurft op de aardappel. De waardplantenreeks van AG 3 is vrij beperkt. In suikerbiet wordt wortelbrand en kop- en wortelrot veroorzaakt door de zogenaamde AG 2-2IIIB. Deze heeft echter een brede waardplantenreeks en tast bijvoorbeeld waswortel, schorseneer, lelie en gladiool aan, maar komt ook voor op de wortels van raaigras en maïs. Aardappel, granen en crucifere groenbemesters daarentegen zijn slechte waardplanten voor AG 2-2IIIB en kunnen dus voor goed de suikerbieten geteeld worden.

Verdwijvende ziekteplekken

Rhizoctoniaziekte in suikerbieten komt pleksgewijs voor. Deze plekken variëren in ruimte en tijd; met andere woorden de plekken komen, groeien, worden kleiner en verdwijnen. Dit verschijnsel werd zowel door telers als IRS opgemerkt. Het IRS toetste rhizoctonia resistente rassen op proefvelden waar rhizoctonia voorkomt. Op sommige percelen werden de gevoelige rassen echter niet aangetast, terwijl in het voorgaande jaar de rhizoctoniaschade toch aanzienlijk was. Kennis van deze dynamiek is van belang bij de beheersing van rhizoctonia schade in suikerbiet.

Bodemweerstand

Onderzocht werd of het verdwijnen van schadeplekken in een kastoets kon worden nagebootst. Daartoe werden grondmonsters van verschillende percelen genomen waaraan vervolgens rhizoctonia werd toegevoegd en ingezaaid met bieten in de kas. Indien de planten gezond bleven na toevoegen van rhizoctonia is er sprake van ziekteverende gronden of bodemweerstand. Op deze wijze kon het verdwijnen schadeplekken in een kastoets worden nagebootst. Deze biotoets wordt ook gebruikt om de mechanismen die ten grondslag leggen aan bodemweerstand te bestuderen (zie het artikel van Bakker en Schneider elders in dit nummer). Deze biotoets wordt ook gebruikt om de effecten van gewasrotatie op rhizoctoniaziekte in het veld te bestuderen.

Internationale samenwerking

Het IRS werkt samen met PPO-agv in Lelystad, het Duitse Instituut voor suikerbietenonderzoek, IfZ, in Göttingen en onderzoekers van de Technische Universiteit München en het Beierse onderzoeksinstituut voor de volle grond en gewasteelt (BLBP) in Freising aan de effecten van gewasrotatie, bodemverdichting en mulchen (gewasresten licht inwerken) op rhizoctoniaschade in bieten. Binnen de samenwerking wordt ook gekeken naar bodemfysische en bodemchemische parameters en de mechanismen van bodemweerstand. Zo wordt onderzocht of voorvruchten zoals maïs, aardappel, graan en bladrammenas de bodemweerstand tegen rhizoctonia beïnvloeden. In totaal zijn er acht proefvelden aangelegd in Duitsland en Nederland (figuur 1). In 2004 zijn de eerste vier bietenvelden geoogst. In 2005 volgen de volgende vier proefvelden. Een eerste indruk van de relatie tussen gewasrotatie en bodemweerstand lichten we in dit artikel toe.

Gewas en bodemweerbaarheid

Op een proefveld met een rhizoctonia schade in het voorgaande jaar werd een proefveld met maïs als rhizoctonia bevorderende waardplant en gerst met een nateelt bladrammenas (br) als goede waardplanten aangelegd in 2002. In 2003 werden de blokken maïs beteeld met gerst en suikerbiet en de blokken gerst beteeld met maïs en suikerbiet. In 2004 werd een rhizoctonia gevoelig en rhizoctonia resistent ras geteeld. Van elk veldje werden bij zaai, volgewas en bij oogst grondmonsters genomen en in de kas getoetst op bodemweerbaarheid. Een deel van de resultaten van de bemonstering bij oogst zijn in figuur 1 ter illustratie weergegeven.

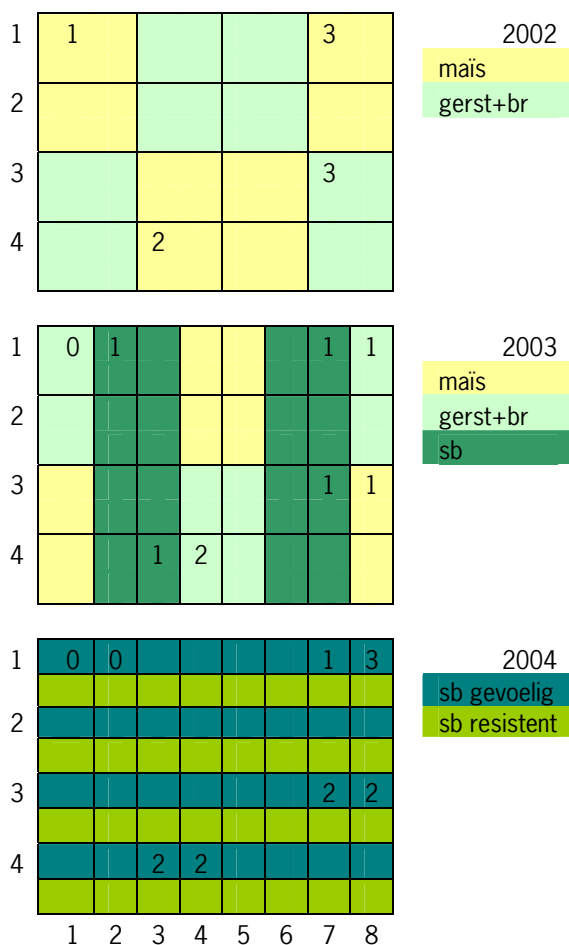
De bodemweerbaarheid tegen rhizoctonia zoals gemeten in onze biotoets, ontwikkelt zich onafhankelijk van het gewas. De bodemweerbaarheid is immers niet consistent over de herhalingen en niet over de gewassen. Na maïs bijvoorbeeld werd in 2002 een ziekteverendheidsindex van 1 en 3 gevonden. Het blok met de hoge bodemweerbaarheid (1) bleef ziekteverend tegen rhizoctonia na de teelt van wintertarwe of suikerbiet in 2003 en de teelt van suikerbiet in 2004. Aan

de andere kant een blok maïs met een lage bodemweerbaarheid (3) tegen rhizoctonia werd na de teelt van of maïs of suikerbiet ziekteverwend tegen rhizoctonia in onze biotoets (1 en 1). Na de teelt van suikerbiet in 2004 was de bodemweerbaarheid weer verschillend (1 en 3).

De resultaten van de biotoetsen van de andere zeven proefvelden laten dezelfde trend zien. Er is geen consistentie in bodemweerbaarheid over de herhalingen van de verschillende rotaties. Dat wil zeggen dat de bodemweerbaarheid tegen rhizoctonia een plaatsspecifiek proces is dat zich niet laat sturen door rotatie. Onze bevindingen uit de veld- en kasproeven komen met de resultaten van Bakker en Schneider overeen (zie elders in dit thema nummer). Zij suggereren ook dat de bodemweerbaarheid tegen rhizoctonia onafhankelijk is van de plant.

Perspectief

R. solani AG 2-IIIB is een belangrijke ziekteverwekker in suikerbiet, lelie en vollegrondsgroenten. Waardplanten, zoals maïs, voor de bieten kunnen de rhizoctonia schade in biet verergeren. Onze resultaten wijzen erop dat de bodemweerbaarheid tegen rhizoctonia zich onafhankelijk van de rotatie ontwikkelt. Ontrafeling van de mechanismen van bodemweerbaarheid tegen rhizoctonia levert voor de praktijk nieuwe mogelijkheden voor de praktijk om rhizoctonia schade te beperken. Een gezonde en duurzame teelt kan alleen op een gezonde bodem.



Figuur 1. Schematisch overzicht van de gewassen, de rotatie en de resultaten van de biotoets. Proefveld met 8 behandelingen in viervoud. Van elke veldje werden bij zaai, volgewas en bij oogst grondmonsters genomen en de kas getoetst op bodemweerbaarheid.

De bodemweerbaarheid is uitgedrukt op een schaal van 0: rhizoctoniawerend tot 3: rhizoctoniagevoelig.

Bijlage XI Artikel voor Nieuwe Oogst Magasin Gewas: Met ziektevering minder Rhizoctonia in suikerbieten

Met ziektevering minder rhi

Rhizoctonia leidt nog altijd tot schade in suikerbieten, vooral op zandgrond. Deze schade kan fors zijn met vatbare bieten. Een mogelijkheid om schade te beperken, is om de bodem ziektevering te maken.

De ziektevering is meestal in aanwezigheid van rhizoctonia en blijft moeilijk te sturen. Beter is het om te streven naar geen aanwezigheid van rhizoctonia met het telen van niet vatbare voorvruchten als tarwe en blaasrankens. Ook met resistente bieten is de schade beperkt te houden. Dit blijkt uit onderzoek dat door Hoofddoelgroep Akkerbouw (HGA) is gefinancierd.

Een goed kan ziektevering worden gemaakt tegen rhizoctonia. In Nederland is ziektevering vastgesteld tegen rhizoctonia in bleeksoort en in aardappelen. Het gaat dan om een specifieke ziektevering die ontstaat bij zeer intensieve teelt van die gewassen en bij aanwezigheid van rhizoctonia. In die situatie concurreren diverse organismen in de bodem om voedsel of parasiteren direct op rhizoctonia, waardoor deze weinig of niet meer kan aanstelen. Wanneer een goed ziektevering zou worden gemaakt tegen rhizoctonia in suikerbiet dan zouden veilig suikerbieten kunnen worden geteeld.

VRUCHTOPVOLGINGSPROEF

Op Fraethaarderij Vredespoot bleek dat in het tweede jaar van een vruchtopvolgingsproef veel meer aangetaste bieten werden geteld na de voorvrucht snijmaïs of koersmaïs dan na wintertarwe met de groenbemester blaasrankens. Maïs gaf als voorvrucht een 33 procent lagere bietsofopbrengst dan tarwe. In het derde jaar werden overal vatbare en resistente bieten gemaakt. Nu bleek dat de hoogste opbrengst van 13,4 ton suiker gevestigd werd na twee jaar een niet waardplant (winterwaker) gevolgd te hebben.

Daaromgeen gaf een goede waard als suikerbiet als voorvrucht het hele jaar door veel wegaf van bieten door rhizoctonia te zien en was de opbrengstdering 35 procent (zie tabel). In dit geval was de vruchtopvolging winterwaker-suikerbiet-suikerbiet. Was

echter de vruchtopvolging maïs-suikerbiet-suikerbiet dan was de rhizoctonia aantasting lager, waardoor de opbrengstdering nog maar 20 procent bedroeg. Dit is een duidelijk voorbeeld van ziektevering als gevolg van twee voorafgaande waardgewassen in een situatie, dat rhizoctonia aanwezig was.

Een soortgelijke proef op Fraethaarderij Wijnandrade gaf in het derde jaar geen betrouwbare verschillen te zien. Twee voorafgaande niet waardgewassen als voorvrucht gaf even weinig aantasting en hoge opbrengst te zien als twee voorafgaande waardgewassen. Het proefveld leek in zijn geheel ziektevering te zijn geworden. Dit was in het tweede jaar nog niet het geval waardoor de bieten die geteeld werden nu maïs nog normaal wegafden door rhizoctonia. Hiermee wordt het duidelijk dat het bereiken ziektevering moeilijk te sturen is.

ZIEKTEVERING BENUTTEN

Ziektevering lijkt opgeroepen te ma-

nen worden door herhaaldelijk achter elkaar goede waardgewassen te telen. Dit gaat dan wel gepaard met flinke opbrengstverliezen als het gewasde waardgewassen zijn als suikerbiet, geen of schervenot. Na enkele jaren zal de bodem ziektevering zijn geworden. De opbrengstverliezen lopen dan terug, maar kunnen toch altijd nog 20 procent bedragen.

Het beste waardgewas is suikerbieten zelf. Maïs is een matige waardplant en draagt ook bij aan het betreden van de ziektevering. Ook gras kan een matige waardplant zijn. Die gewassen die het meest worden aangetast, zullen waarschijnlijk het meest bijdragen aan ziektevering. Omdat maïs (en gras) ondergronds wordt aangetast en bovengronds weinig schade lijft te hebben, is maïs als voorvrucht een goed gewas om de ziektevering te beteugelen.

De vraag is of dat alleen met matige waardgewassen voldoende ziektevering kan worden opgebouwd. In de proef op Vredespoot was dit met bevochtigd koersmaïs wel het geval en met tweemaal in juni met het geval. Verder werd er geen verschil gevonden tussen koersmaïs of snijmaïs. Wordt er overvloedige ziektevering opgebouwd dan kan de teelt van suikerbieten in deze matige waardgewassen volledig onderuit gaan. Waarschijnlijk is na deze maïsgevoel wel weer ziektevering aanwezig en kunnen wel suikerbieten met weinig aantasting worden geteeld.

Echter er blijven andere ziekten en plagen bij het herhaald telen van suikerbieten



Bieten na voorvrucht maïs.

Foto: PPO

Der rhizoctonia in suikerbiet

achter
n. Dit
rengt
rassen
ter. Na
rd zijn
en dan
0 pro-

bielen
draag
kwe-
dijkt
erden
meest
; snijs
tat en
elken,
gewas

antige
g kan
Vrede-
est het
t groot,
naren
kleen-
le toek
gewas-
stijk is
g aan-
wezig

re pla-
bielen



13. 190

op de loer liggen. Voortgang lijkt het te ingewikkeld om ziektevering tegen rhizoctonia in suikerbiet op te roepen en in stand te houden.

MULCHEN

Door het BS is een toets ontwikkeld om de ziektevering van een perceel vast te stellen. De toets is arbitrair vastgesteld. Uit de vele metingen blijkt dat de ziektevering griffig over een proefperceel verdeeld kan zijn en dat soms het hele perceel op een moment ziektevering is en het volgende moment weer niet. Zo kwam in de proef op Vredepeel naar voren dat mulchen (gewasresten in besloten 10 centimeter banden) in het tweede jaar leidde tot een iets minder verende grond en in het derde jaar tot een iets meer ziekteverende grond. Toch waren er in het derde jaar na mulchen meer rotte bieten en was de suikeropbrengst 17 procent lager gemiddeld.

Uit metingen in de proef op loesgrond in Wijnandrade bleek dat na afloop van 2004 de gehele proef ziektevering was geweest, ook de rijen met tweemaal gras waarigewas. In het derde jaar van de proef bleek mulchen tot iets meer ziektevering te leiden zonder dat dit in het percentage rotte bieten of de suikeropbrengst zichtbaar werd. Mulchen leidde wel tot een hogere druk van Cercospora, waartegen moest worden gespoten. Samenkomst moet daarom geen meerwaarde worden toegekend aan mulchen voor bestrijding van rhizoctonia in bieten.

Er werden ook proeven uitgevoerd met verdichten van grond bij de oogst van de voorvrucht of bij het zaaien van de bieten. Het bleek dat de verdichting in het najaar daar een diepe voorjaarsbewerking weer geheel kon worden weggewerkt. Er was geen invloed op de rhizoctonia aantasting of de suikeropbrengst merkbaar. Daarnaast leidde een verdichting onder de aanvoer wel tot veel rante bieten bij de oogst van de suikerbieten. Dit komt overeen met de prak-



Aangestaste bieten kunnen ook pas bij de oogst zichtbaar worden.

tijk waar op veel kopalkers ook veel rhizoctonia valt waar te nemen.

RESISTENTE BIETEN

De opbrengst van de resistente bieten blijft bij afwezigheid van rhizoctonia weinig achter bij vulbare bieten (zie tabel). Gaat echter rhizoctonia een rol spelen dan zakt de opbrengst van de vulbare biet dramatisch, terwijl de resistente (partieel resistente)

biet slechts weinig achterblijft. In de proef op Vredepeel was dit respectievelijk 55 procent en 20 procent. Het resistente ras was Laetitia waarmee inmiddels betere rassen beschikbaar zijn. Ook bij een hoge rhizoctonia druk kunnen er nog resistente bieten wegvullen, vooral in het kinestadium.

Bij een te verwachten rhizoctonia aantasting heeft het voorkeur om een resistent ras te maken. Rhizoctonia kan verwacht worden wanneer de suikerbieten eelt eerder zijn aangetast en wanneer een (matige) waard als voorvrucht wordt geteeld. Vulbare suikerbieten kunnen alleen geteeld worden waar niet eerder rhizoctonia is opgetreden of waar twee niet waardgewas en aan vooraf zijn geplant.

JAN LAMERS (PPO-AGV) EN HANS SCHNEIDER (IRS)

Aantallen*1000 aangestaste bieten van een vulbare cultivar in het derde jaar en de opbrengst van vulbare of resistente bieten op Vredepeel.

Voorvruchten voor suikerbiet	Aangestaste bieten			Suikeropbrengst	
	Mei	Augustus	Oktober	Julius	Resistent
Winterbarne-luere	3	5	11	13.4	13.1
Winterbarne-vulbarebiet	10	16	30	8.8	10.6
Strajmils-vulbarebiet	11	7	6	10.6	10.9
Kernbills-vulbarebiet	8	7	8	10.7	11.0