

Beheersing van *Rhizoctonia solani* in de bloembollenteelt

Gera van Os

Praktijkonderzoek Plant & Omgeving B.V.
Bloembollen
Februari 2006
PPO nr. 320687

© 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.



Projectnummer: PPO-320687

Praktijkonderzoek Plant & Omgeving B.V.

Bloembollen

Adres : Prof. Van Slogterenweg 2
: Postbus 85, 2160 AB Lisse
Tel. : 0252-462121
Fax : 0252-462100
E-mail : infobollen.ppo@wur.nl
Internet : www.ppo.wur.nl

Inhoudsopgave

pagina

1	SAMENVATTING	5
2	INLEIDING.....	7
3	PATHOGENITEIT VAN RHIZOCTONIA-ISOLATEN VAN VERSCHILLENDE HERKOMST IN LELIE.....	9
3.1	Inleiding	9
3.2	Materiaal en methoden.....	9
3.3	Resultaten.....	10
3.4	Conclusie	10
4	EFFECT VAN VOORVRUCHT OP SCHADE IN LELIE EN SUIKERBIET.....	11
4.1	Inleiding	11
4.2	Materiaal en methoden.....	11
4.3	Resultaten.....	12
4.4	Conclusies	14
5	MOLECULAIRE DETECTIE VAN RHIZOCTONIA SOLANI.....	15
5.1	Inleiding	15
5.2	Materiaal en methoden.....	15
5.3	Resultaten.....	15
5.4	Conclusie	16
6	EFFECT STRODEK OP SCHADE DOOR RHIZOCTONIA	17
6.1	Inleiding	17
6.2	Veldproeven tulp.....	17
6.3	Analyse fungicide-residuen op het stro.....	19
6.4	Laboratoriumproeven naar werkingsmechanismen	19
6.5	Moleculaire analyse stro-extracten	20
6.6	Veldproef lelie.....	20
6.7	Conclusies	21
7	COMPOSTEN	23
7.1	Inleiding	23
7.2	Materiaal en methoden.....	23
7.3	Resultaten.....	23
7.4	Méérjarige toepassing van compost.....	24
7.5	Conclusies	25
8	BIOFUMIGATIE.....	27
8.1	Inleiding	27
8.2	Materiaal en methoden.....	27
8.3	Resultaten.....	28
8.4	Conclusies	30
9	DIVERSE ANTAGONISTEN EN GNO'S.....	31
9.1	Inleiding	31
9.2	Materiaal en methoden.....	31
9.3	Resultaten.....	31
9.4	Conclusies	32

10	VERTICILLIUM BIGUTTATUM IN LELIE	33
10.1	Inleiding.....	33
10.2	Materiaal en methoden	33
10.3	Resultaten	34
10.4	Conclusies.....	36
11	MYCORRHIZA-SCHIMMELS IN LELIE	37
11.1	Inleiding.....	37
11.2	Materiaal en methoden	37
11.3	Resultaten	37
11.4	Conclusie.....	39
12	EFFECTIVITEIT VAN CHEMISCHE MIDDELEN IN LELIE EN GLADIOOL	41
12.1	Inleiding.....	41
12.2	Materiaal en methoden	41
12.3	Resultaten	41
12.4	Conclusies.....	42
13	PUBLICATIES EN PRESENTATIES.....	43
13.1	Publicaties	43
13.2	Presentaties	44
13.3	Posterpresentaties	45

1 Samenvatting

De angst voor Rhizoctonia-ziekte is groot. Op besmette percelen kan spruitaantasting door Rhizoctonia solani leiden tot aanzienlijke opbrengstderving. Aantasting van de nieuwe bollen kan bovendien kwaliteitverlies geven. Zeker met minder beschikbare chemische middelen wordt de behoefte aan alternatieve beheersmaatregelen steeds groter, deze zijn echter nog niet voor handen. Dit verslag bevat een samenvatting van de onderzoeksresultaten van het project 'Beheersing van Rhizoctonia solani in de bloembollenteelt' (2002-2005) dat is gefinancierd door het Productschap Tuinbouw. Hierin is gekeken naar de effectiviteit van diverse uiteenlopende maatregelen tegen Rhizoctonia solani stam 2-t in tulp en tegen stam 2-IIIB in lelie. Verder is er een moleculaire detectiemethode ontwikkeld voor kwalitatieve detectie en identificatie van diverse stammen van Rhizoctonia solani. Deze methode is niet op korte termijn geschikt voor kwantitatieve metingen en wordt momenteel gebruikt voor onderzoeksdoeleinden.

Tulp

In tulp zijn diverse teeltmaatregelen, antagonisten en Gewasbeschermingsmiddelen van Natuurlijke Oorsprong (GNO's) getest onder veldomstandigheden. Aangetoond is dat een dik dek van gehakseld stro of strokorrels de schade door Rhizoctonia kan verminderen. Dit effect is in januari al zichtbaar op de ondergrondse spruit en zet zich door in de gewasstand en de bolopbrengst. Het effect is echter beperkt en de maatregel is duur. Fysische factoren, zoals plantdiepte, temperatuur- en vochtisolatie bleken geen rol te spelen. Ook de rol van chemische residuen van gewasbeschermingsmiddelen kan worden uitgesloten. Microbiële factoren uit het strodek bleken de groei van Rhizoctonia door grond met natuurlijk bodemleven significant te remmen. Moleculaire analyse van het bodemleven (DGGE) heeft aangetoond dat enkele bacterie- en schimmelsoorten uit het stro detecteerbaar zijn tussen de dominante soorten van het oorspronkelijke bodemleven. Dit zijn mogelijk antagonisten. Verder onderzoek is nodig om na te gaan welke soorten dit zijn, of ze daadwerkelijk antagonistische activiteit hebben, en of deze kennis perspectieven biedt voor verbetering van de effectiviteit van strodek of dat er alternatieve behandelingen uit voortvloeien. Dit is tijdrovend onderzoek, waarvan de uitkomst niet persé hoeft te leiden tot een oplossing.

Bij het hakselen en onderwerken van sommige koolachtige gewassen (Brassicaceae) komen stoffen vrij (zgn. isothiocyanaten) die in werking vergelijkbaar zijn met metam-natrium. Dit wordt biofumigatie genoemd. Methode en moment van toepassing kunnen van grote invloed zijn op de effectiviteit. Biofumigatie met Sarepta mosterd kon de schade door Rhizoctonia in tulp verminderen. Het effect blijkt echter moeilijk reproduceerbaar. Meer onderzoek is nodig om de methode beter te standaardiseren.

De toepassing van compost wordt over het algemeen aanbevolen om het organisch stofgehalte in de grond op peil te houden en als meststof. Onder specifieke omstandigheden kan compost ook het bodemleven stimuleren en daarmee de ziektevermindering van de grond verhogen. Er zijn vele composten op de markt van uiteenlopende kwaliteit en prijs. In veldproeven is gekeken naar de effectiviteit van een éénmalige toediening van een aantal composten tegen Rhizoctonia in tulp. Compost van bedrijfsafval (Proefbedrijf De Noord) had een heel klein positief effect (één maal getest). Speciaal verrijkte bacterie- en schimmel-gedomineerde groencomposten hadden bij deze toepassing geen effect tegen Rhizoctonia. Gezien de ervaringen uit dit en ander onderzoek, mag van een éénmalige toepassing van compost weinig of geen bestrijdend effect worden verwacht tegen Rhizoctonia in grond met een natuurlijk bodemleven onder veldomstandigheden. Méérjarige toepassing van compost zou wellicht wel kunnen resulteren in een structurele verbetering van de ziektevermindering. Meer onderzoek is nodig om dit te bevestigen.

Er zijn diverse antagonisten en GNO's op de markt of in ontwikkeling, die een vermeende werking hebben tegen Rhizoctonia. Vaak zijn deze producten onder gecontroleerde omstandigheden getest, echter zelden onder teeltomstandigheden met bolgewassen. Een beperkt aantal veelbelovende antagonisten en GNO's, zoals Pseudomonaden, antagonist Bimi003 en een plantversterkend eiwit, zijn in veldproeven getest tegen Rhizoctonia in tulp. Geen van deze producten had een herhaalbaar positief effect. Eerder was ook al gebleken dat de antagonist Verticillium biguttatum niet effectief is in tulp (maar wel in lelie). Op dit moment zijn er geen andere veelbelovende antagonisten bekend die perspectieven kunnen bieden.

Al met al heeft het onderzoek met tulp geen direct toepasbare maatregelen opgeleverd ter bestrijding van

Rhizoctonia solani stam 2-t.

Lelie

Lelies worden veelal geteeld op dekzandgronden in Noord-, Oost- en Zuid-Nederland waarbij veel problemen zijn met Rhizoctonia solani stam 2-IIIB. De vruchtwisseling op deze gronden gebeurt voornamelijk met akkerbouwgewassen, waarvan een aantal ook vatbaar is voor dezelfde Rhizoctonia-stam, zoals suikerbieten, maïs en wortel. Bollentelers en akkerbouwers vragen zich beide af of een rotatie met deze gewassen de Rhizoctonia-problematiek in de hand werkt of niet. In verband hiermee is onderzocht of Rhizoctonia-isolaten van verschillende herkomst (gewassen) verschillen in hun pathogeniteit voor lelie. Dit verband is niet gevonden en dit levert dus geen aanwijzingen op omtrent de meest (on-) geschikte voorvrucht voor lelie. Vervolgens is nagegaan of de teelt van een vatbare voorvrucht, zoals lelie, suikerbiet of maïs, leidt tot méér schade in een vatbaar volggewas (lelie of suikerbiet) dan de teelt van een niet-vatbare voorvrucht, zoals bladrammenas. Er was geen aantoonbaar effect van de voorvruchten op de bodemweerbaarheid tegen Rhizoctonia. Suikerbiet bleek desondanks een goede voorvrucht voor lelie. Omgekeerd bleek lelie een relatief slechte voorvrucht voor suikerbiet. De verschillen in opbrengst waren echter niet gerelateerd aan de schade door Rhizoctonia in lelie. Mogelijk zijn de effecten wel veroorzaakt door verschillen in teelttechnische handelingen tijdens of na de teelt van de diverse voorvruchten die de structuur van de bodem en beschikbaarheid van nutriënten beïnvloeden, zoals rooimethode, grondbewerking, achterblijven gewasresten, etc.

Net als in tulp is ook in lelie het effect van biofumigatie onderzocht. Er is een positief effect gevonden van de toepassing van Brassica-zaadmeel met een hoog gehalte aan werkzame stof (een maal getest). Een positief effect van Sarepta mosterd (resultaat uit een ander project) kon niet worden gereproduceerd.

Ook is in lelie gekeken naar de effecten van een éénmalige toediening van diverse composten. Evenals in tulp had dit nauwelijks of geen effect op de schade door Rhizoctonia in lelie. Het aanbrengen van een dik dek van stro of strokorrels had géén effect in lelie, dit in tegenstelling tot de resultaten in tulp.

Toepassing van de antagonist Verticillium biguttatum (als grondbehandeling) resulteerde reproduceerbaar in een goede bestrijding van Rhizoctonia solani in lelie. De effectiviteit tegen spruitaantasting was vergelijkbaar met die van Amistar. De effectiviteit tegen bolaantasting varieerde tussen proeven en was soms beter en soms slechter dan die van Amistar. De Verticillium-dosering van 5×10^{10} sporen/m² is hoog (1000 maal hoger dan de effectieve dosering in aardappel), maar kan in de huidige formulering niet worden verlaagd zonder verlies aan werkzaamheid. Fungicide residuen op de bol (uit het dompelbad) bleken geen invloed te hebben op de effectiviteit van de grondbehandeling tegen spruitaantasting door Rhizoctonia. De bescherming tegen bolaantasting nam wel af onder invloed van de bolontsmetting. Van belang is of er binnen afzienbare termijn een toelating zal worden aangevraagd voor de antagonist. Momenteel zijn de onderhandelingen gaande met een geïnteresseerde marktpartij binnen het project Genoeg Breed. In dit project werken CLM, Plantenziektenkundige Dienst (PD) en het CTB samen om de toelatingsaanvraag voorbereiden en indienen.

Ook een aantal andere antagonisten en GNO's zijn getest in lelie. De antagonist Bimi003 had een veelbelovend en herhaalbaar effect tegen Rhizoctonia in lelie. Een tweetal Pseudomonaden en een plantversterkend eiwit hadden geen positief effect. De toepassing van een mycorrhiza-preparaat resulteerde in een betere gewasgroei, minder wegval door Rhizoctonia en een aanzienlijke opbrengstverhoging (één maal getest). De behandeling had geen effect op de bolaantasting. Mycorrhiza-schimmels kunnen een samenwerking aangaan met plantenwortels, waarbij uitwisseling plaatsvindt van voedingsstoffen tot voordeel voor beide partners. Het onderzoek hieraan wordt voortgezet.

De middelen Rizolex en Monarch werkten in het verleden goed tegen Rhizoctonia in o.a. tulp en iris op duinzandgrond. Uit de praktijk kwamen echter geluiden dat deze middelen onvoldoende werkzaam waren tegen Rhizoctonia in lelie op dekzandgrond. De middelen zijn getest in lelie en bleken een slechte werking in zowel dekzandgrond als duinzandgrond. Het bodemleven bleek hierbij een cruciale rol te spelen. Sinds 2005 is ook Amistar toegelaten in lelie. Dit middel heeft een redelijk tot goede werking.

Het onderzoek naar de bestrijding van Rhizoctonia solani stam 2-IIIB in lelie heeft een aantal effectieve maatregelen opgeleverd, die echter nog de nodige investeringen vergen voordat ze toepasbaar zijn voor de praktijk.

2 Inleiding

De angst voor Rhizoctonia-ziekte op duinzandgrond is groot. Tulpentelers passen een preventieve chemische grondbehandeling toe om grotere problemen te voorkomen. Immers, op besmette percelen kan spruitaantasting door Rhizoctonia solani leiden tot aanzienlijke opbrengstderving. Aantasting van de nieuwe bollen kan bovendien kwaliteitverlies geven. Zeker met minder beschikbare chemische middelen wordt de behoefte aan alternatieve beheersmaatregelen steeds groter.

Sinds kort is het middel Monarch niet meer beschikbaar en is Rizolex het enige specifieke middel tegen Rhizoctonia dat toegelaten is voor een grondbehandeling in tulp, iris en hyacint. In de lelie teelt op dekzandgrond is Amistar het enige effectieve middel dat is toegelaten. Het veelvuldig gebruik van één middel verhoogt echter de kans op resistentie-ontwikkeling bij de schimmel en/of adaptatie van het bodemleven, waardoor het middel minder werkzaam wordt.

Zowel het Productschap Tuinbouw als het Ministerie van LNV investeren in onderzoek naar de ontwikkeling van alternatieve bestrijdingsmethoden. Niet-chemische alternatieven zijn echter nog niet voor handen. Dit verslag bevat een samenvatting van de onderzoeksresultaten van het project 'Beheersing van Rhizoctonia solani in de bloembollenteelt' dat is gefinancierd door het Productschap Tuinbouw. Hierin is gekeken naar de effectiviteit van diverse uiteenlopende maatregelen tegen Rhizoctonia in tulp, lelie en gladiool. Omdat de problematiek met Rhizoctonia zich voor deze gewassen afspeelt in verschillende regio's op verschillende grondsoorten, zijn de proeven met tulp uitgevoerd in duinzandgrond (PPO-proeftuin Lisse) en met lelie en gladiool in dekzandgrond (hiervoor is grond aangevoerd vanuit Drenthe; de proeven zijn uitgevoerd in vijvermandjes op de proeftuin in Lisse (zie figuur 2.1).

Onderzoek is verricht naar een aantal algemene aspecten met betrekking tot Rhizoctonia, zoals de agressiviteit van isolaten van verschillende herkomst en het effect van diverse voorvruchten op de schade door Rhizoctonia in een vatbare volgteelt. En er is een moleculaire methode ontwikkeld voor de detectie van verschillende stammen van R. solani in grond en in plantmateriaal. Daarnaast is de effectiviteit van een aantal teeltmaatregelen getest, zoals het effect van afdekmaterialen (zoals stro) op verspreiding en vermeerdering van Rhizoctonia, de toepassing van composten om de ziektevering van de grond tegen Rhizoctonia te verbeteren, en de toepassing van biofumigatie ter bestrijding van Rhizoctonia. De laatste hoofdstukken in dit verslag zijn gewijd aan de effectiviteit van diverse antagonisten en middelen tegen Rhizoctonia. De meeste behandelingen zijn meerdere malen getoetst in verschillende teeltseizoenen. In dit verslag zijn, tenzij anders vermeld, de weergegeven resultaten uit meerdere proeven gezamenlijk statistisch verwerkt.

Het project is gedurende de looptijd begeleid door een klankbordgroep met vertegenwoordigers uit de sector. Elk jaar zijn de onderzoeksresultaten geëvalueerd en de plannen voor nieuwe proeven besproken. Tijdens de bijeenkomsten van de klankbordgroep is steeds besloten tot voortzetting of stopzetting van experimenten. Tussentijds zijn de onderzoeksresultaten veelvuldig gecommuniceerd naar de sector door presentaties, publicaties en open dagen.



Figuur 2.1: Lelieproef op dekzandgrond in vijvermandjes

3 Pathogeniteit van Rhizoctonia-isolaten van verschillende herkomst in lelie

3.1 Inleiding

Lelies worden veelal geteeld op dekzandgronden in Noord-, Oost- en Zuid-Nederland. Met name op de dekzandgronden zijn er veel problemen met Rhizoctonia solani stam 2-2IIIB. De vruchtwisseling op deze gronden gebeurt voornamelijk met akkerbouwgewassen, waarvan een aantal ook vatbaar is voor diezelfde Rhizoctonia-stam. In verband hiermee is onderzocht of Rhizoctonia-isolaten van verschillende herkomst (lelie, gladiool, suikerbiet, mais, wortel, schorseneren, aardappel) verschillen in hun pathogeniteit voor lelie.

3.2 Materiaal en methoden

In een pottenproef in de kas is de pathogeniteit van 16 Rhizoctonia-isolaten getest met schubbolletjes van lelie 'Siberia' (zie figuur 3.1). De isolaten afkomstig uit akkerbouwgewassen zijn verkregen van het IRS (Bergen op Zoom), PPO-AGV (Lelystad) en PRI (Wageningen). Deze isolaten waren allen zeer agressief op het gewas van herkomst. De proef is uitgevoerd in dekzandgrond met kunstmatige besmetting.

Overzicht behandelingen:

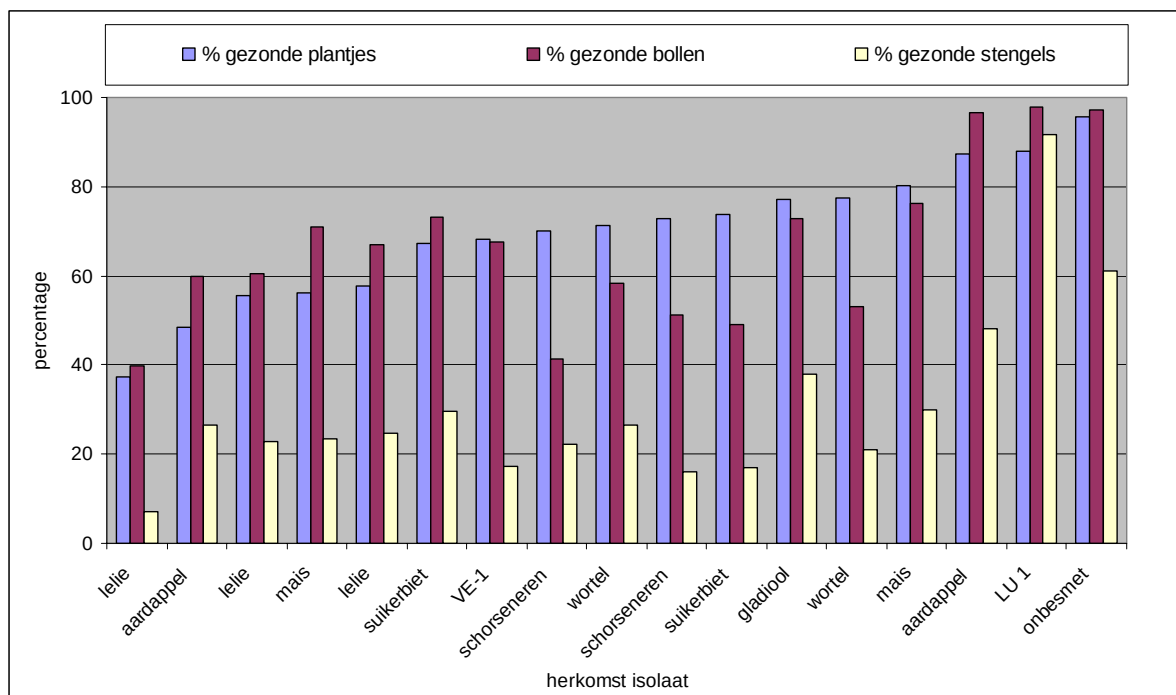
behr.	stam	gewas	herkomst
1	2-2	LU 1	Luyksgestel
2	2-2IIIB	lelie	
3	2-2IIIB	gladiool	
4	2-2IIIB	lelie	Drente/Achterhoek
5	2-2IIIB	suikerbiet	Moerstraten
6	2-2IV?	aardappel	Halsteren
7	2-2IIIB	mais	Sterksel
8	2-2IIIB	mais	Sterksel
9	2-2IIIB	wortel	De Pan
10	2-2IIIB?	lelie	Noord-Limburg
11	2-2IIIB	suikerbiet	Erm
12	2-2IIIB	aardappel	Zelhem
13	2-2IIIB	VE-1	IPO
14	2-2IIIB	schorseneren	Oost-Brabant
15	2-2IIIB	wortel	Oost-Brabant
16	2-2IIIB	schorseneren	Lage Mierde
17	onbesmet		

3.3 Resultaten

De Rhizoctonia-isolaten vertoonden een groot verschil in mate van aantasting in lelie (zie figuur 3.2). Er was geen verband tussen de agressiviteit en het gewas van herkomst. Alle isolaten afkomstig uit lelie behoorden wel tot de meest agressieve. Ook was er een groot verschil in agressiviteit tussen isolaten afkomstig van hetzelfde gewas. Vergelijkbare resultaten zijn gevonden bij PPO-AGV, waar dezelfde set isolaten is getest op vijf akkerbouwgewassen.



Figuur 3.1: Pathogeniteitsproef met lelie 'Siberia' in de kas.



Figuur 3.2 Effect van verschillende Rhizoctonia-isolaten van verschillende herkomst op aantasting in lelie

3.4 Conclusie

Er is geen verband gevonden tussen de agressiviteit van het Rhizoctonia-isolaat in lelie en het gewas van herkomst. Dit geeft derhalve geen aanwijzingen omtrent de meest (on-)geschikte voorvrucht voor lelie.

4 Effect van voorvrucht op schade in lelie en suikerbiet

4.1 Inleiding

Op de dekzandgronden worden zowel lelies als suikerbieten geteeld. Beide gewassen zijn vatbaar voor dezelfde stam van *Rhizoctonia solani*, stam 2-2IIIB. Ook maïs is vatbaar voor deze stam. Bollentelers en akkerbouwers vragen zich beide af of een rotatie met deze gewassen de *Rhizoctonia*-problematiek in de hand werkt of niet. Dit heeft namelijk consequenties voor het bouwplan en het (ver-)huren van land. In dit onderzoek is nagegaan of de teelt van een vatbare voorvrucht leidt tot méér schade in een vatbaar volggewas (lelie of suikerbiet) dan de teelt van een niet-vatbare voorvrucht.

4.2 Materiaal en methoden

Een twee-jarige veldproef is ingezet i.s.m. PPO-AGV (Lelystad) en het IRS (Bergen op Zoom) in Vredepeel. In deze proef is gekeken naar het effect van diverse voorvruchten (lelie, suikerbiet, maïs en bladrammenas) op de schade in een vatbaar volggewas (lelie of suikerbiet). De proef is aangelegd op een perceel in Vredepeel met een natuurlijke *Rhizoctonia*-besmetting, waar in het verleden veel schade optrad in suikerbiet.

Bovendien is op de helft van de veldjes ook nog een extra kunstmatige besmetting aangebracht van *R. solani* 2-2IIIB uit suikerbiet. Het lelie-deel van de proef is bekostigd vanuit PPO320687, het bieten-deel vanuit DWK-397.1.3.4.

- 1^e jaar 2003:
Vatbare voorvruchten: lelie, suikerbiet, maïs
Niet-vatbare voorvrucht: bladrammenas
- Na de teelt van de voorvruchten zijn grondmonsters genomen en door het IRS getoetst op ziektevering tegen *Rhizoctonia* (biotoets met bietenzaailingen).
- 2^e jaar 2004:
Vatbare toetsgewassen: lelie, suikerbiet

Alle voorvrucht-volggewas-combinaties zijn in 6 herhalingen uitgevoerd (zie figuur 4.1).



Figuur 4.1: Overzicht van het proefveld in juni 2003, met vooraan v.l.n.r. lelie, suikerbiet, maïs en bladrammenas

4.3 Resultaten

Voorvruchten in 2003:

Lelie - zeer weinig wegval of plantjes met symptomen veroorzaakt door Rhizoctonia (zie figuur 4.2)

Suikerbiet - zeer véél wegval van planten en groeiremming door Rhizoctonia, herzaai was noodzakelijk

Maïs - lichte aantasting door Rhizoctonia aan de stengelbasis

Bladrammenas - geen ziektesymptomen

In geen van de voorvruchten is een additioneel effect gezien van de kunstmatig aangebrachte besmetting.

De teelt van de verschillende voorvruchten had geen significant effect gehad op de ziektevermindering in de grond (resultaten biotoets). Opbrengstverschillen in de volgvruchten kunnen dus niet worden toegeschreven aan verschillen in ziektevermindering tegen Rhizoctonia als gevolg van de voorvruchten.



Figuur 4.2: Gewasstand in augustus 2003 met weinig schade in lelie (links) en veel wegval door Rhizoctonia in suikerbiet (rechts).

Volgteelt in 2004:

Lelie – wederom trad er in lelie slechts weinig wegval op als gevolg van Rhizoctonia. Suikerbiet bleek de beste voorvrucht voor lelie (zie figuur 4.3 en 4.5), ondanks de zware Rhizoctonia-aantasting in de bieten in 2003. De lelie-opbrengsten na een voortelt van lelie, maïs en bladrammenas waren niet verschillend van elkaar. Er is dus géén verband gevonden tussen de vatbaarheid en de schade door Rhizoctonia in de voorvrucht enerzijds en de bolopbrengst in het volggewas lelie anderzijds. Omdat in beide jaren in lelie weinig schade door Rhizoctonia is opgetreden, kunnen de resultaten niet worden toegeschreven aan effecten op Rhizoctonia.

Suikerbiet – De teelt van biet na maïs en bladrammenas gaf nauwelijks wegval als gevolg van Rhizoctonia (zie figuur 4.4 en 4.5). De teelt van biet na lelie gaf meer wegval. Maar, omdat in 2003 zeer weinig Rhizoctonia is waargenomen in de voorvrucht lelie is er geen verband te leggen met de schade door Rhizoctonia in de voorvrucht. De teelt van biet na biet resulteerde in de meeste wegval door Rhizoctonia.

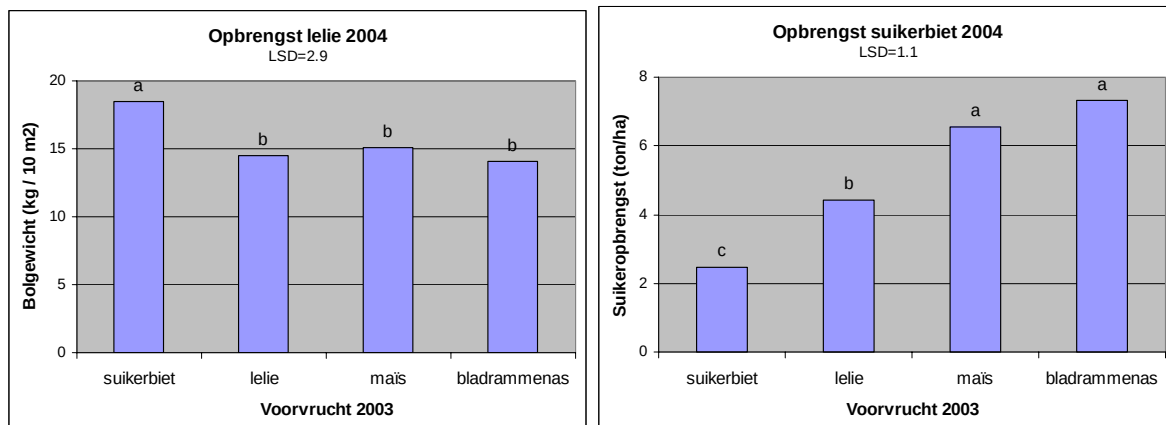
De waargenomen effecten van de voorvruchten op de opbrengst van de volgteelten worden mogelijk veroorzaakt door verschillen in teelttechnische handelingen bij/na de teelt van de diverse voorvruchten (rooimethode, grondbewerking, achterblijven gewasresten, etc.), die de structuur van de bodem en beschikbaarheid van nutriënten beïnvloeden. Bovendien kan niet worden uitgesloten dat ook andere ziekteverwekkers, zoals aaltjes, een rol hebben gespeeld bij de effecten van de voorvruchten. Opvallend is dat in beide proefjaren de lilies weinig schade ondervonden van Rhizoctonia, terwijl bij de bieten juist veel schade is opgetreden. Dit sluit aan bij de resultaten uit de infectieproef (hoofdstuk 3), waarbij bleek dat isolaten van stam 2-2IIIB niet altijd even agressief zijn op lelie.



Figuur 4.3: Gewasstand lelie in augustus 2004



Figuur 4.4: Gewasstand biet in augustus 2004



Figuur 4.5: Bolopbrengst van lelie (links) en suikeropbrengst van biet (rechts) in 2004 na de teelt van diverse voorvruchten in 2003.

4.4 Conclusies

- Lelie is nauwelijks ziek geworden van de natuurlijke noch van de kunstmatige besmetting met *R. solani* AG2-2IIIB (uit biet). Er was wel veel schade door *Rhizoctonia* in suikerbiet.
- Biet lijkt een goede voorvrucht voor lelie. De bolopbrengst was echter niet gerelateerd aan de schade door *Rhizoctonia* in lelie. De opbrengstverschillen worden mogelijk veroorzaakt door verschillen in teelttechnische handelingen bij/na de teelt van de diverse voorvruchten (rooimethode, grondbewerking, achterblijven gewasresten, etc.), die de structuur van de bodem en beschikbaarheid van nutriënten beïnvloeden.
- Lelie is een relatief slechte voorvrucht voor suikerbiet. Dit is echter niet gerelateerd aan de schade door *Rhizoctonia* in de voorvrucht lelie, maar mogelijk aan teelttechnische handelingen tijdens of na de teelt van de voorvrucht.
- Er was geen aantoonbaar effect van de voorvruchten op de bodemweerbaarheid tegen *Rhizoctonia*.

5 Moleculaire detectie van *Rhizoctonia solani*

5.1 Inleiding

De detectie van *Rhizoctonia* is erg lastig. Er komen in Nederland vele verschillende stammen voor die elk een andere waardplantenreeks hebben, op verschillende tijden in rust gaan, en gevoelig zijn voor verschillende bestrijdingsmaatregelen. De schimmels is over het algemeen moeilijk te isoleren uit grond of plantmateriaal, omdat hij niet altijd wil groeien op een kunstmatige voedingsbodem. Identificatie van de diverse stammen kon in het verleden uitsluitend met arbeidsintensieve kruisingsproeven met zeer gespecialiseerde microscopische observaties. Tegenwoordig bieden moleculaire technieken nieuwe mogelijkheden voor detectie en identificatie. Onderzocht is of met behulp van DNA-technieken divers (voor de bollenteelt relevante) stammen van *Rhizoctonia solani* gedetecteerd en geïdentificeerd konden worden in grond en plantmateriaal. Een dergelijke methode zou perspectieven kunnen bieden bij de diagnostiek en grondmonsteranalyse, waarmee een betere afweging van beheersmaatregelen mogelijk is.

5.2 Materiaal en methoden

Er is gebruik gemaakt van diverse DNA-technieken:

- PCR (Polymerase Chain Reaction)
- Specifieke primers zijn aangevraagd en/of ontwikkeld
- RFLP (Restriction Fragment Length Polymorphism) met knip-enzymen
- Cloneren van DNA-fragmenten
- Sequentie bepaling van de gecloneerde DNA-fragmenten

5.3 Resultaten

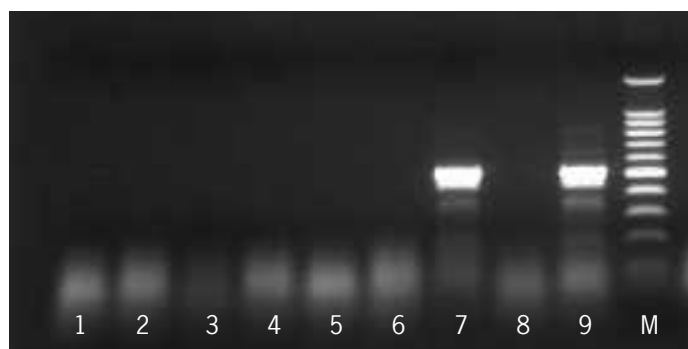
Er zijn specifieke primer-sets ontwikkeld voor:

- *R. solani* stam 2-t, de zgn. 'koude stam' die spruit- en bolaantaantasting veroorzaakt in o.a. tulp en iris
- *R. solani* stam 4, de zgn. 'warme stam' die bolaantasting veroorzaakt in o.a. tulp en iris
- *R. solani* stam 2-2IIIB, die spruit- en bolaantasting veroorzaakt in o.a. lelie en gladiol

Met de specifieke primers is het mogelijk om deze stammen te detecteren in kunstmatig besmette grond en plantmateriaal en te onderscheiden van elkaar en van andere stammen van *Rhizoctonia* (zie figuur 5.1). Ook grondmonsters en bolmonsters uit praktijkpercelen met een lichte schade door *Rhizoctonia* in tulp zijn gescreend. Bij geen van de monsters is echter een positieve uitkomst verkregen. Dit betekent dat voor deze methode nog verdere optimalisatie nodig is.

De ontwikkelde methode is gebruikt voor identificatie van *Rhizoctonia*-isolaten uit *Zantedeschia*, naar aanleiding van meldingen uit de praktijk dat er uitval was in teelt en broei van *Zantedeschia*, mogelijk door *Rhizoctonia*. Drie isolaten uit *Zantedeschia* zijn geïdentificeerd. De resultaten gaven geen eenduidig beeld. De isolaten bleken te behoren tot drie verschillende *Rhizoctonia*-stammen: 2-1, 5 en 8. De stam 2-1 en stam 5 zijn algemeen voorkomende bodemschimmels en potentiële ziekteverwekkers. Stam 8 is pathogeen op tarwe (voor zover bekend niet op bolgewassen) en kan afkomstig zijn uit tarwestro. Het onderzoek naar *Rhizoctonia* in *Zantedeschia* is niet verder voortgezet.

De moleculaire identificatie is verder gebruikt voor identificatie van *Rhizoctonia*-isolaten in het kader van diverse andere projecten, o.a. in vaste planten.



Figuur 5.1: Moleculaire identificatie met specifieke primers voor *R. solani* stam 2-t: twee van de negen *Rhizoctonia*-isolaten reageren positief (wit bandje), de overige isolaten reageren niet (M = merker, maatverdeling).

5.4 Conclusie

De ontwikkelde moleculaire detectiemethode biedt perspectieven voor kwalitatieve detectie en identificatie, maar niet voor kwantitatieve metingen.

Rhizoctonia overleeft in hele kleine structuren, die in lage dichtheden onder gunstige omstandigheden grote schade kunnen veroorzaken. Er is vaak geen verband tussen de *Rhizoctonia*-dichtheid in de grond en de kans op schade. Hierbij kan ook de bodemweerbaarheid een belangrijke rol spelen. Bij het steken van grondmonsters is er een reële kans dat er géén *Rhizoctonia* in het monster zit, terwijl het perceel wel besmet is. Bovendien zijn er bodemspecifieke factoren die de DNA-isolatie uit het grondmonster kunnen verstoren. Hierdoor is de detectiedrempel grondsoortspecifiek.

6 Effect strodek op schade door Rhizoctonia

6.1 Inleiding

Het succes van een dik strodek in het onderzoek naar onkruidbestrijding was de aanleiding om na te gaan of deze maatregel gevaar zou opleveren voor Rhizoctonia. Omdat stro in principe een voedingsbron kan zijn voor Rhizoctonia werd gevreesd dat deze maatregel de schimmel zou kunnen stimuleren en de schade zou toenemen. Het effect van een dik strodek is getest in veldproeven met tulp en lelie, laboratoriumproeven en chemische- en moleculaire analyses zijn vervolgens uitgevoerd om het werkingsmechanisme te achterhalen.

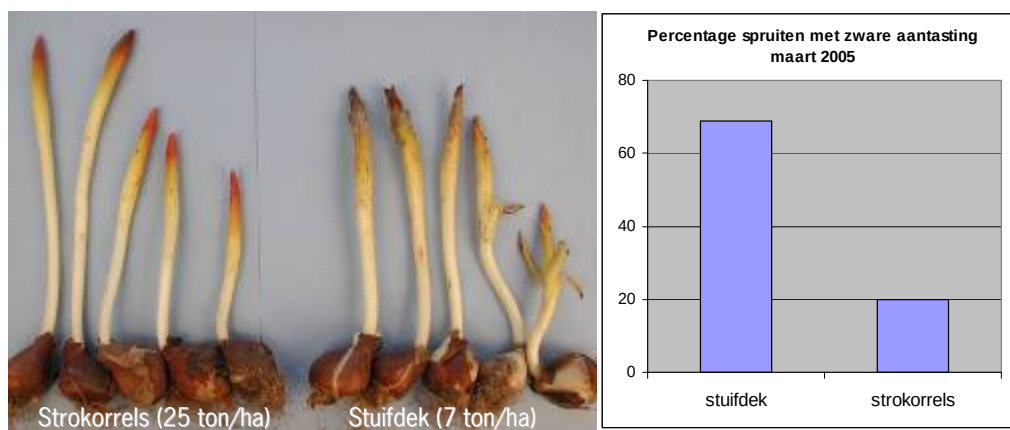
6.2 Veldproeven tulp

Van 2002 t/m 2005 zijn drie veldproeven uitgevoerd met tulp 'Roodkapje' en 'Inzell', waarbij de grond wel of niet kunstmatig is besmet met Rhizoctonia solani stam 2-t. Na het planten is een dik dek aangebracht van gehakseld stro (20 ton/ha) of strokorrels (25 ton/ha Animalstar). De controlebehandelingen kregen een standaard stuifdek (7 ton/ha) en ook is steeds een behandeling met Rizolex (12 l/ha) + Monarch (6 l/ha) uitgevoerd. Omdat bekend is dat stikstof wordt gebonden door stro, zijn de proeven bemest volgens NBS door middel van fertigatie onder het strodek. Tijdens het seizoen zijn periodiek bollen gerooid om de symptoomontwikkeling te volgen onder stuifdek en onder strokorrels (zie figuur 6.1).

Gebleken is dat het dek van zowel gehakseld stro als strokorrels de schade door Rhizoctonia in tulp kan verminderen. Eind januari was al zichtbaar dat er minder spruitaantasting optrad onder strokorrels dan onder een stuifdek (zie figuur 6.2). In maart was onder een stuifdek 70% van de spruiten zwaar aangetast en onder de strokorrels 25% (zie figuur 6.3). Dit verschil werd ook zichtbaar in de gewasstand en de bolopbrengst. Met een dik strodek was er 25-30% minder spruitaantasting door Rhizoctonia dan met een standaard stuifdek (zie figuur 6.4). Het effect van de strokorrels was steeds beter dan dat van gehakseld stro. De bolopbrengst onder de strokorrels was in 2004 net zo goed als de chemische behandeling met Rizolex+Monarch. De afdekmaterialen hadden géén effect op het percentage aangetaste bollen. De bestrijdende werking zou wellicht kunnen worden verbeterd als bekend was welke factoren bijdragen aan de onderdrukking van Rhizoctonia. Om enig inzicht te krijgen in het mechanisme van Rhizoctonia-onderdrukking is een extra controle-behandeling uitgevoerd met een afdeklaag van inert materiaal, nl. lavakorrels. Deze laag had wél invloed heeft op enkele fysische factoren, zoals extra plantdiepte (dikte van de afdeklaag) en enige vocht- en temperatuurisolatie, maar had géén chemische of biologische effect. In onbesmette veldjes met hydrokorrels was er een verbetering van de gewasstand en opbrengst, terwijl in de besmette veldjes méér schade door Rhizoctonia optrad in vergelijking met een stuifdek. Hieruit zou kunnen worden afgeleid dat de genoemde fysische factoren geen rol spelen bij de onderdrukking van Rhizoctonia onder dik strodek.



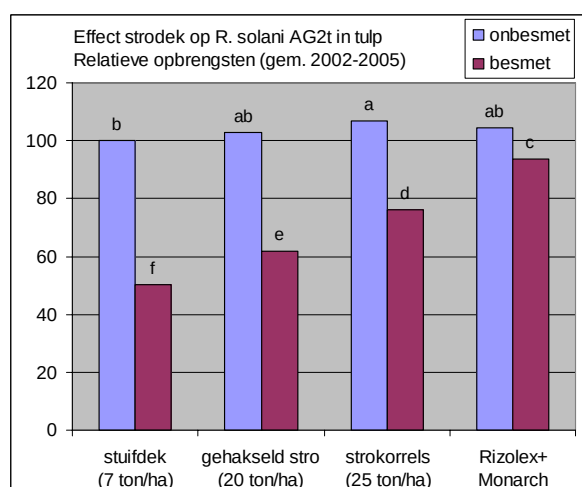
Figuur 6.1: Tussentijdse oprooiing (links) en detail opname van het dek van strokorrels (rechts)



Figuur 6.2: In maart opgeroide bollen - spruitaantasting onder het dek van strokorrels en onder een standaard stuifdek.



Figuur 6.3: Gewasstand tulp 'Inzell' in april met diverse afdekmaterialen.



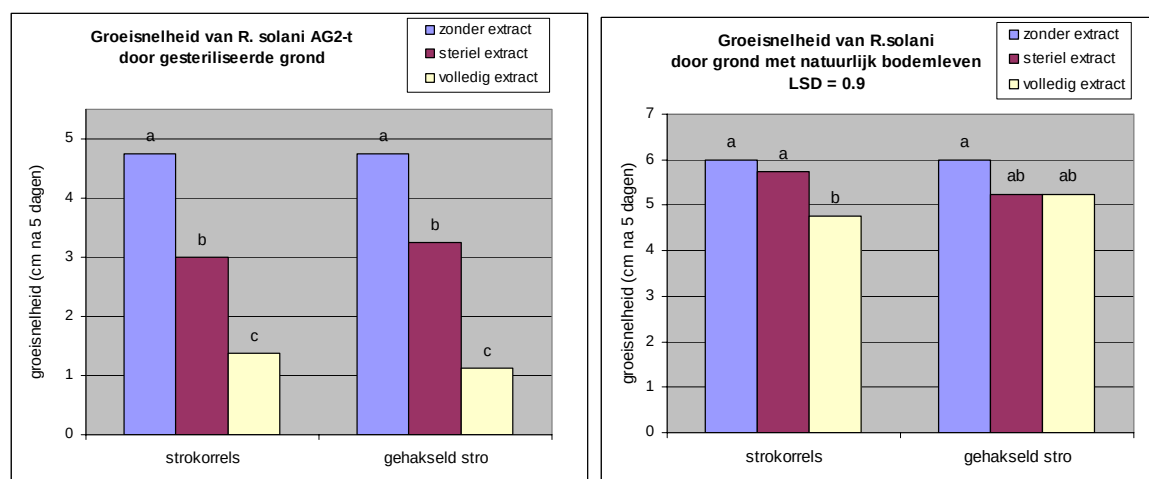
Figuur 6.4: Effect van een extra dik dek van gehakseld stro en van strokorrels op de opbrengstderving veroorzaakt door *Rhizoctonia solani* stam 2-t in tulp 'Inzell' (gemiddelden van drie proeven).

6.3 Analyse fungicide-residuen op het stro

De rol van chemische en/of biologische factoren is onderzocht. Hiertoe zijn extracten gemaakt, i.e. een waterige oplossing van micro-organismen en chemische stoffen afkomstig van het stro of de strokorrels. In deze extracten zijn de biologische en chemische factoren aanwezig die uit de deklaag kunnen inspoelen in de grond en daar een remmende werking kunnen hebben op de aantasting. De extracten zijn door TNO geanalyseerd op aanwezigheid van residuen van fungiciden die in de gangbare graanteelt worden gebruikt. In de extracten zijn residuen aangetroffen van een drietal breedwerkende fungiciden: azoxistrobine (Amistar), fenpropimorf (Sportak) en epoxiconazool. De concentraties waren echter dermate laag dat er in grond geen remmende werking van mag worden verwacht. In de proeven is verder gebruik gemaakt van biologisch stro om effecten van middelenresiduen uit te sluiten.

6.4 Laboratoriumproeven naar werkingsmechanismen

Gekeken is naar het effect van de stro-extracten op de groeisnelheid van *Rhizoctonia* door grond onder laboratoriumomstandigheden (mede gefinancierd door LNV). Uit de proeven bleek dat zowel in het extract van biologisch stro als van strokorrels chemische stoffen zitten, die de groei van *Rhizoctonia* kunnen remmen. Gedacht kan worden aan schimmel-remmende stoffen die vrijkomen bij de afbraak van stro (in de literatuur is daar e.e.a. over bekend) of aan toxinen die door micro-organismen in het stro worden geproduceerd. Ook zitten er micro-organismen in de extracten die de groei van *Rhizoctonia* remmen bij toevoeging aan gesteriliseerde grond. In figuur 6.5 is te zien dat de groei van *Rhizoctonia* is vertraagd na toevoeging van steriel stro-extract, waarbij de micro-organismen zijn verwijderd. Dit effect kan dus worden toegeschreven aan chemische componenten. De behandeling met volledig extract bevat dezelfde chemische componenten plus de micro-organismen. Deze behandeling resulteerde in een verdere reductie van de *Rhizoctonia*-groeisnelheid, hetgeen is toe te schrijven aan de micro-organismen. Bij toevoeging van de extracten aan grond met een natuurlijk bodemleven was er geen significant effect meer te zien van de chemische componenten (steriel extract) op de groeisnelheid van de *Rhizoctonia* (zie figuur 6.5). Ook het volledige extract van gehakseld stro met micro-organismen gaf geen extra remming van de *Rhizoctonia*. Alleen het volledige extract van strokorrels resulteerde in remming van *Rhizoctonia*. Deze resultaten kunnen een deel van de effecten in de veldproef verklaren en bevestigen dat een dek van strokorrels effectiever is dan een dek van gehakseld stro.



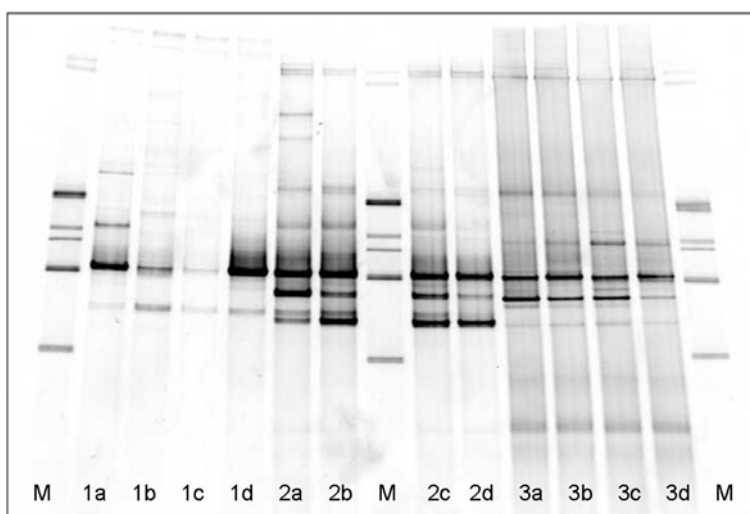
Figuur 6.5: Effect van extract van strokorrels en gehakseld stro op de groeisnelheid van *Rhizoctonia solani* stam 2-t door steriele grond (links) en door grond met een natuurlijk bodemleven (rechts).

6.5 Moleculaire analyse stro-extracten

Grond en strodek bevatten van nature duizenden soorten bacteriën en schimmels, waarvan velen niet kweekbaar zijn op een kunstmatige voedingsbodem. Het zoeken naar een antagonist uit het strodek die zich succesvol kan vestigen in het bodemleven is als het zoeken naar een naald in een hooiberg. In dit onderzoek is bekeken of er micro-organismen in het stro-extract zitten die niet in de grond voorkomen, maar die in een mengsel van grond met stro-extract wél dominant aanwezig zijn. Dit zijn mogelijk de antagonisten of concurrenten die verantwoordelijk zijn voor de groeiremming van *Rhizoctonia* en/of de onderdrukking van de schade in de veldproef.

Hierbij is gebruik gemaakt van DNA-analyses. Denaturatie Gradiënt Gel Electroforese (DGGE) is een techniek waarbij alle dominante schimmel- of bacterie-soorten als een bandje zichtbaar worden (zie figuur 2.4). Verschillende bandjes vertegenwoordigen verschillende soorten micro-organismen. De analyse is voor schimmels en bacteriën apart uitgevoerd met monsters van grond, van strokorrel-extract en van een mengsel van grond plus strokorrel-extract.

Figuur 6.6 is een foto van het resultaat van de schimmel-DGGE. De natuurlijke schimmelpopulatie in grond bevatte een paar dominante soorten. In het extract van strokorrels zaten overwegend andere soorten, die óók dominant aanwezig waren in het mengsel van grond met stro-extract. Ook bij de bacterie-DGGE was te zien dat de soortensamenstelling in grond anders was dan die in het stro-extract. De diversiteit (het aantal bandjes) bij de bacteriën was veel groter dan bij de schimmels. Van de vele soorten bacteriën in het stro-extract zijn er slechts een paar zichtbaar teruggevonden in het mengsel van grond met stro-extract. Hiermee is aangetoond dat in een mengsel van grond met stro-extract een aantal schimmel- en bacterie-soorten dominant voorkomen die afkomstig zijn uit het stro-extract. Het is mogelijk om deze soorten nader te identificeren, te isoleren en te testen op hun werking tegen *Rhizoctonia*. Dit vergt echter tijdrovend onderzoek.

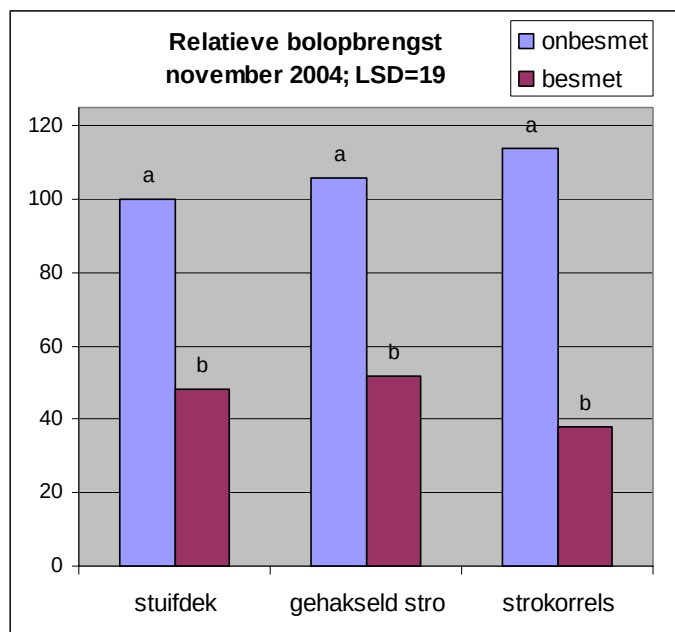


Figuur 6.6: Resultaat van de schimmel-DGGE-analyse. De bandjes in elke kolom representeren verschillende schimmelsoorten in een monster (1. grond, 2. grond+stro-extract, 3. stro-extract, M = standaard maatverdeling) in 4 herhalingen per behandeling (a t/m d).

6.6 Veldproef lelie

In navolging van de succesvolle toepassing van extra dik strodek en strokorrels tegen *Rhizoctonia* in tulp, zijn deze behandelingen ook uitgevoerd in een lelieproef. Dekzandgrond is wel of niet kunstmatig besmet met *Rhizoctonia solani* stam 2-2IIIB. Na het planten van zomerschub van lelie 'Siberia' is wel of geen dik dek aangebracht van gehakseld stro (20 ton/ha) of strokorrels (25 ton/ha Animalstar). De controle-behandelingen kregen een standaard stuifdek (7 ton/ha). De bemesting is uitgevoerd d.m.v. fertigatie.

Resultaat: een extra dik strodek had géén significant effect op de spruitaantasting, de bolopbrengst (zie figuur 6.7) of de bolaantasting in lelie. Waarom dit resultaat in lelie zo verschillend is van dat in tulp is onbekend. De teeltomstandigheden voor deze gewassen zijn zeer verschillend. Het is aannemelijk dat de microbiële activiteit en de afbraakprocessen in het stro én in de grond anders zijn in de zomer dan in de winter. Dit zou bijvoorbeeld de activiteit van antagonisten en chemische componenten in de grond kunnen beïnvloeden.



Figuur 6.7: Effect van een dik dek van gehakseld stro en strokorrels op de bolopbrengst van lelie 'Siberia' in vergelijking met een standaard stuiifdek, in onbesmette grond en in grond besmet met *R. solani* stam 2-2IIIB.

6.7 Conclusies

Een dik dek van gehakseld stro of van strokorrels kan de schade door *Rhizoctonia solani* in tulp onderdrukken. Dit effect is in januari al zichtbaar op de ondergrondse spruit en zet zich door in de gewasstand en de bolopbrengst. Het effect is echter beperkt en de maatregel is duur. Het werkingsmechanisme is nader onderzocht. Fysische factoren, zoals plantdiepte, temperatuur- en vochtisolatie bleken geen rol te spelen. Ook de rol van chemische residuen van gewasbeschermingsmiddelen kan worden uitgesloten. Andere chemische stoffen die uit het stro vrijkomen hadden wel een remmend effect op de groei van *Rhizoctonia*, maar uitsluitend in gesteriliseerde grond en niet in grond met een natuurlijk bodemleven. Microbiële factoren uit het strodek bleken de groei van *Rhizoctonia* door grond met natuurlijk bodemleven wél significant te remmen, zij het in geringe mate. Moleculaire analyse van het bodemleven (DGGE) heeft aangetoond dat, na toevoeging van stroextract aan grond, enkele bacterie- en schimmelsoorten uit het stro-extract detecteerbaar zijn tussen de dominante soorten van het oorspronkelijke bodemleven. Verder onderzoek is nodig om na te gaan welke soorten dit zijn, of deze ook antagonistische activiteit hebben, en of deze kennis perspectieven biedt voor verbetering van de effectiviteit van strodek of dat er alternatieve behandelingen uit voortvloeien. Dit vergt echter tijdrovend onderzoek, waarvan de uitkomst niet persé hoeft te leiden tot een oplossing. Een dik dek van stro had géén effect op de schade door *Rhizoctonia* in lelie.

7 Composten

7.1 Inleiding

Het testen van de effectiviteit van éénmalige toediening van compost tegen *Rhizoctonia* in tulp en lelie. De toepassing van compost wordt over het algemeen aanbevolen om het organisch stofgehalte in de grond op peil te houden. Ook kan compost bijdragen aan de bemesting. Onder specifieke omstandigheden kan compost ook het bodemleven stimuleren en daarmee de ziektevering van de grond verhogen. Dit is bijvoorbeeld aangetoond voor *Pythium* in de bollenteelt, maar uitsluitend ná een ingrijpende verstoring van het bodemleven. In de literatuur wordt veelvuldig melding gemaakt van ziekteverende composten, maar verreweg de meeste van deze toepassingen zijn uitgevoerd onder gecontroleerde omstandigheden in de kas met hoge doseringen compost (10-50% op volumebasis). Over de effecten van compost tegen *Rhizoctonia* onder veldomstandigheden is weinig of niets bekend.

7.2 Materiaal en methoden

Diverse composten zijn getest

- onder laboratorium-omstandigheden op hun effect op de groeisnelheid van *Rhizoctonia solani*
- in veldproeven met tulp 'Inzell' in duinzandgrond tegen *R. solani* stam 2-t
- in veldproeven met zomerschub van lelie 'Siberia' in dekzandgrond tegen *R. solani* stam 2-2IIIB
- in een veldproef met pitten van gladiol 'White Friendship' in dekzandgrond tegen *R. solani* stam 2-2IIIB

Behandelingen:

- onbehandeld
- gecomposteerd bedrijfsafval (eigen compost van Proefbedrijf De Noord)
- bacterie-gedomineerde groencompost
- schimmel-gedomineerde groencompost
- chemische standaard: Rhizolex 12 l/ha + Monarch 6 l/ha toegepast in de veur bij tulp;
voor lelie en gladiol was ten tijde van de proef geen effectieve chemische behandeling voorhanden

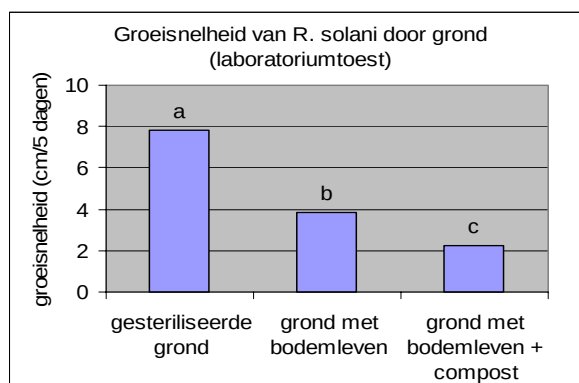
Alle behandelingen zijn uitgevoerd in grond (met natuurlijk bodemleven) met en zonder kunstmatige *Rhizoctonia*-besmetting.

Compost-toepassing: 18 ton/ha vers product in de plantveur, éénmalig, vlak voor planten

7.3 Resultaten

Groeisnelheid Rhizoctonia door grond (laboratoriumtoets bij 24°C):

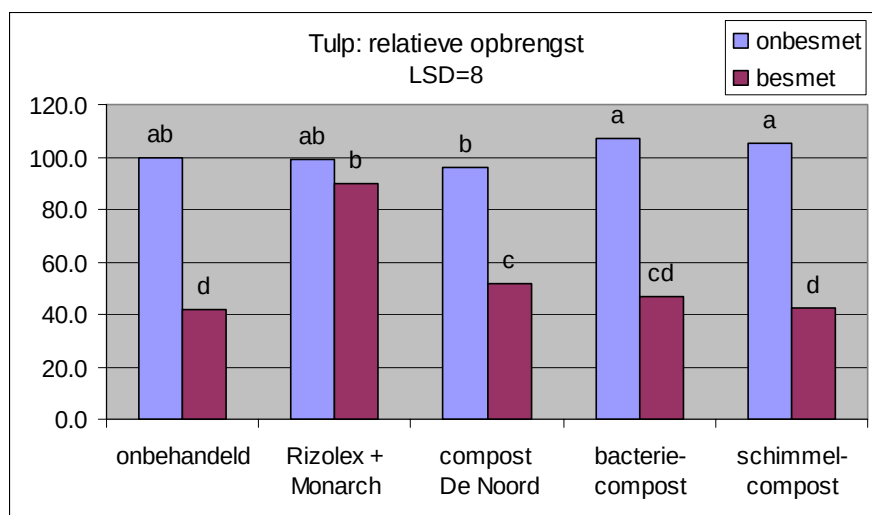
In gesteriliseerde grond zonder bodemleven groeide *Rhizoctonia* ca. 8 cm in vijf dagen (zie figuur 7.1). In grond met een natuurlijk bodemleven was de groeisnelheid ongeveer gehalveerd, als gevolg van antagonistische activiteiten van de micro-organismen. Na toevoeging van compost (1% v/v = ca. 18 ton/ha) aan de grond werd de groei van *Rhizoctonia* nog verder geremd. Dit effect kan in theorie worden toegeschreven aan de micro-organismen in de compost en/of aan stimulering van het natuurlijke bodemleven door de compost. Het resultaat bevestigt de bevindingen die in de literatuur worden vermeld over de ziekteverendheid van composten.



Figuur 7.1: Effect van compost op de groeisnelheid van *Rhizoctonia* door grond en proefopstelling van de laboratoriumtoets.

Veldproeven:

Van de geteste composten resulteerde alleen de compost van De Noord in een klein positief effect tegen *Rhizoctonia* in tulp (zie figuur 7.2). Het effect in lelie en gladiol was vergelijkbaar. Deze behandeling kon echter niet worden herhaald, omdat er geen compost van De Noord voor handen was. De bacterie- en schimmel-gedomineerde composten hadden géén effect tegen *Rhizoctonia*. Geen van de composten had een opbrengstverhogend effect in de onbesmette behandelingen van tulp, lelie en gladiol ten opzichte van de onbehandelde controle.



Figuur 7.2: Effect van éénmalige toediening van composten en chemische middelen op bolopbrengst van tulp 'Inzell' in wel en niet met *Rhizoctonia* besmette grond.

7.4 Méérjarige toepassing van compost

Méérjarige toepassing van organische meststoffen zou wellicht kunnen resulteren in een structurele verbetering van de ziektevering. In LNV-project 320751 is een meerjarige toepassing van compost is vergeleken met die van stalmest door de ziektevering tegen *Rhizoctonia* te testen in grondmonsters vanuit het project Duurzaam Bodemleven:

Binnen het project Duurzaam Bodemleven heeft een aantal telers gedurende drie jaar (2001-2003) compost of stalmest toegepast in het kader van bemestingsstrategieën. In november 2003 zijn grondmonsters verzameld van deze percelen en is een biotoets ingezet om het effect van de behandelingen te testen op de bodemweerbaarheid tegen *R. solani* AG2t in tulp. Uit de resultaten kan worden afgeleid dat een meerjarige toepassing van compost en stalmest (zonder verdere verstoring van het bodemleven) kan resulteren in een

vergelijkbare ziektevering. Verschillen in bodemfysische, -chemische en -biologische eigenschappen hebben per saldo niet geleid tot een verschil in ziektevering. Echter, na een ingrijpende verstoring van het bodemleven (pasteurisatie) bleek de ziektevering in de stalmestgrond aanzienlijk verminderd. Dit toont aan dat de ziektevering (voor een deel) biologisch van aard is, hetgeen in ander onderzoek al eerder was vastgesteld. De ziektevering in de compostgrond bleek na de pasteurisatie weer snel hersteld. Dit zou te maken kunnen hebben met bijvoorbeeld betere fysisch/chemische omstandigheden voor microbiële herkolonisatie in de compostgrond (andere verklaringen zijn ook mogelijk). Een dergelijk voordeel van meerjarige composttoediening t.o.v. stalmest zou voor de praktijk van belang kunnen zijn wanneer telers genoodzaakt zijn om breedwerkende gewasbeschermingsmaatregelen te treffen, zoals inundatie, diepploegen of chemische grondontsmetting, waarbij het bodemleven aanzienlijk wordt verstoord. Herhaling van de proef is wenselijk.

7.5 Conclusies

Een éénmalige toepassing van compost van bedrijfsafval (Proefbedrijf De Noord, zie figuur 7.3) had een klein positief effect tegen *Rhizoctonia*. De speciaal verrijkte bacterie- en schimmel-gedomineerde groencomposten hadden bij deze toepassing geen effect tegen *Rhizoctonia*.

Er zijn vele composten op de markt van uiteenlopende kwaliteit en prijs. Gezien de ervaringen uit dit en ander onderzoek (o.a. EU-project WU), mag van een éénmalige toepassing van compost weinig of geen bestrijdend effect worden verwacht tegen *Rhizoctonia* in grond met een natuurlijk bodemleven onder veldomstandigheden. Méérjarige toepassing van compost zou wellicht wel kunnen resulteren in een structurele verbetering van de ziektevering. Meer onderzoek is nodig om dit te bevestigen.



Figuur 7.3: Composteren op Proefbedrijf De Noord

8 Biofumigatie

8.1 Inleiding

Bij het hakselen en onderwerken van sommige kool-achtige gewassen (Brassicaceae) komen stoffen vrij (zgn. isothiocyaten) die in werking vergelijkbaar zijn met metam-natrium. Bij een dergelijke toepassing vindt als het ware een grondontsmetting plaats, maar dan op een biologische wijze. Dit wordt biofumigatie genoemd. Methode en moment van toepassing kunnen van grote invloed zijn op de effectiviteit. In dit onderzoek is getest of biofumigatie effectief is tegen *Rhizoctonia* in tulp en lelie.

8.2 Materiaal en methoden

PPO-Bollen, Bomen & Fruit is een samenwerkingsovereenkomst aangegaan met een Italiaans onderzoeksinstituut (CRA-ISCI in Bologna, Italië) waar veel onderzoek wordt gedaan naar de mogelijkheden van biofumigatie ter vervanging van methylbromide. Dit instituut selecteert en vermeerderd ook gewassen met extra hoge gehalten aan werkzame stoffen; de gehalten kunnen per ras sterk verschillen. Tevens wordt er geëxperimenteerd met het maken van gedroogde producten van deze gewassen, zoals Cleome-korrels (zie figuur 8.1), waarin alle werkzame stoffen van het gewas zijn behouden. Dit kan vooral interessant zijn voor pleksgewijze toepassing of toepassing voorafgaand aan een zomergewas zoals lelie, waarbij de teelt van een biofumigatiegewas een groeiseizoen kost (het gewas is niet winterhard). Een droog product maakt het mogelijk om een biofumigatie-behandeling uit te voeren zonder het gewas zelf te telen. Het korrel-product is in 2003 vervangen door ander product met zaadmeel, waarin nog hogere concentraties werkzame stoffen aanwezig zijn. In het onderzoek bij PPO wordt gebruik gemaakt van de speciaal geselecteerde gewassen en de gedroogde producten uit Italië.

Behandelingen zijn uitgevoerd met:

- Sarepta mosterd ISCI20 (100 ton/ha)
- Eruca sativa 'Nemat' (86 ton/ha)
- Cleome-korrels (5 ton/ha)
- Brassica zaadmeel (2.5 ton/ha)
- Bladrammenas 'Adagio' (100 ton/ha) (bevat zeer weinig werkzame stof)
- Chemische standaard (Rizolex 24 l/ha voor tulp en Amistar 6 l/ha voor lelie)
- onbehandeld



Figuur 8.1: Sarepta mosterd (links) en een product van gevriesdroogd gewas (rechts) dat is gebruikt in het biofumigatie-onderzoek.

Diverse proeven zijn uitgevoerd met tulp 'Inzell' in duinzandgrond en met zomerschub van lelie 'Siberia' in dekzandgrond, met een selectie uit de bovengenoemde behandelingen in vijvermandjes. De meeste behandelingen zijn uitgevoerd zonder en met kunstmatige besmetting met *Rhizoctonia solani* stam 2-t voor tulp en stam 2-2IIIB voor lelie. De besmetting is steeds vlak voor het uitvoeren van de grondbehandelingen door de grond gemengd. Alle behandelingen zijn uitgevoerd in vier herhalingen. De tussengewassen zijn volvelds geteeld op de proeftuin in Lisse en rond of kort na de bloei gehakseld en door de grond gewerkt 5-7 dagen voor planten (in de vijvermandjes). Direct na het doorwerken is extra water gegeven, dat nodig is voor het vrijkomen van de werkzame stoffen.

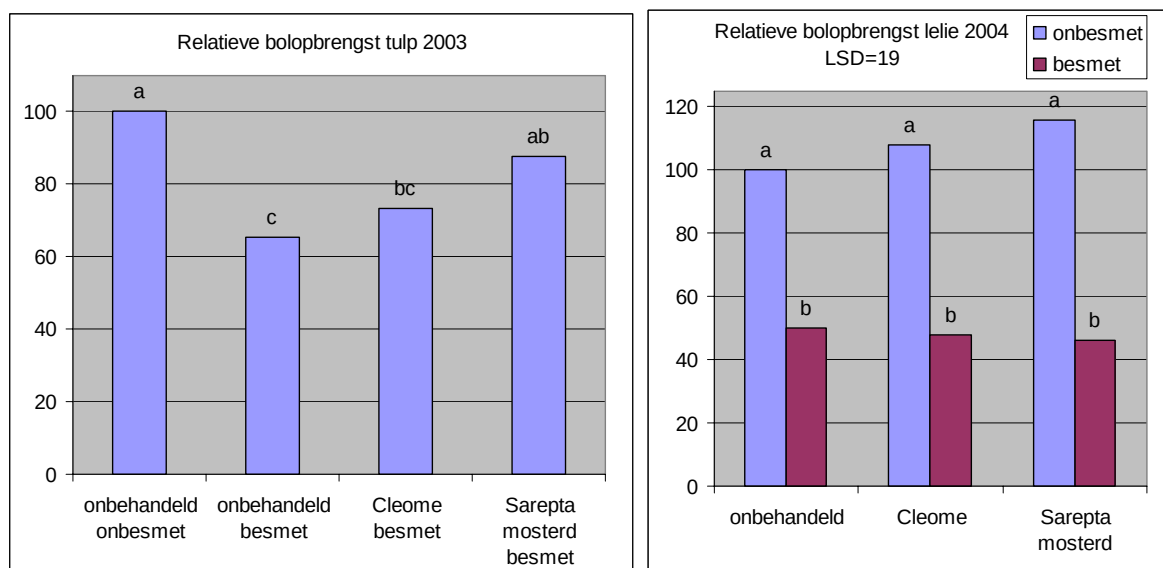
Bladrammenas 'Adagio' behoort ook tot de Brassicaceae, maar bevat slechts weinig werkzame stoffen. Deze behandeling diende als controle zonder biofumigatie-effect, maar met effecten op bemesting, structuur, en bodemleven.

Er is ook een veldproef uitgevoerd in dekzandgrond met een natuurlijke besmetting van *R. solani* stam 2-2IIIB. Deze proef heeft gelegen op de Regionale Proeftuin Lelie in Vledder. Verdere details over deze proef is terug te vinden in het projectverslag van PPO-321006.

8.3 Resultaten

Tulp:

In een eerste proefje met tulp hadden de Cleome-korrels geen significant effect en resulteerde de behandeling met Sarepta mosterd in een significante bestrijding van *Rhizoctonia* met ruim 20% meer bolopbrengst ten opzichte van de onbehandelde, besmette controle (zie figuur 8.2). Bij een tweede tulpenproef met het complete behandelingsschema is helaas de *Rhizoctonia*-besmetting niet aangeslagen, waardoor geen conclusies kunnen worden getrokken.



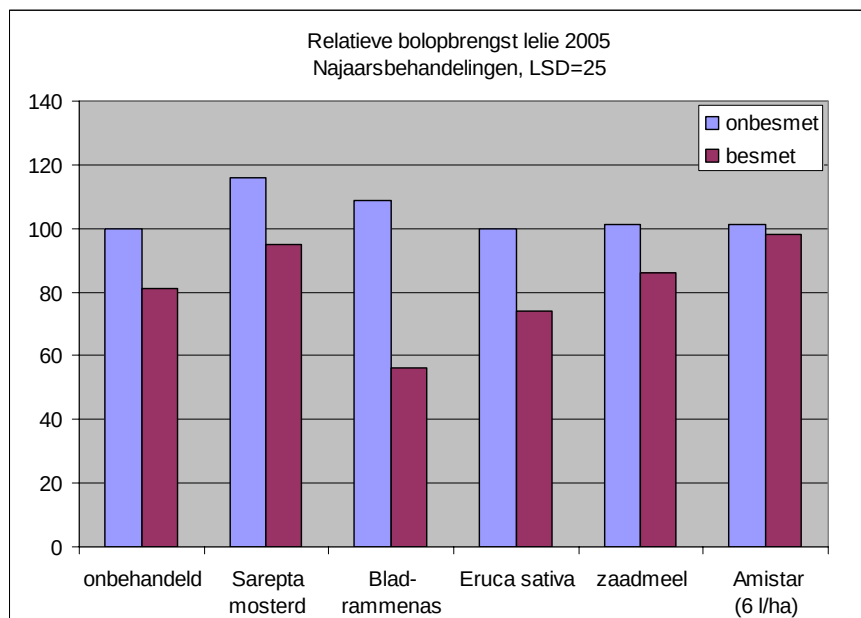
Figuur 8.2: Effect van Cleome-korrels en Sarepta mosterd op de relatieve bolopbrengst van tulp 'Inzell' (links) en van lelie 'Siberia' (rechts) in onbesmette- en kunstmatig besmette grond met *Rhizoctonia solani* stam 2-t en stam 2-2IIIB respectievelijk.

Lelie:

In een eerste proef met lelie is er geen effect waargenomen van de Cleome-korrels noch van de Sarepta mosterd, bladrammenas en Eruca sativa geteeld, gehakseld en in het najaar door de grond gemengd. Ook is in het najaar een behandeling uitgevoerd met zaadmeel. In het voorjaar van 2005 is vervolgens lelie geplant om de effectiviteit van de najaarsbehandelingen te toetsen. Er is slechts weinig aantasting door Rhizoctonia opgetreden en de biofumigatie-behandelingen hadden geen significant effect op de bolopbrengst (zie figuur 8.3). De behandeling met bladrammenas resulteerde echter in een significante stimulering van de Rhizoctonia. Dit was verrassend. Het resultaat zou verklaard kunnen worden wanneer wordt aangenomen dat de gewasresten van bladrammenas een voedingsbron zijn voor de Rhizoctonia en dat deze zich daarop vermeerderd (is eerder al eens waargenomen in een tulpenproef). In theorie zou dat dan ook gelden voor de biofumigatie-gewassen, tenzij de Rhizoctonia door het biofumigatie-effect weer wordt geremd. Of er door de biofumigatie ook doding van Rhizoctonia heeft plaatsgevonden is niet uit deze proef te concluderen vanwege de geringe aantasting.

Daarnaast is in 2005 ook een proef uitgevoerd met een zaadmeel-behandeling in het voorjaar. Het zaadmeel resulteerde in meer gezonde plantjes en een betere bolopbrengst (zie figuur 8.4 en 8.5) ten opzichte van de onbehandelde controle. In besmette grond scoorde het zaadmeel daarmee net zo goed als de Amistar-behandeling. Het effect van zaadmeel is in theorie ten minste driedelig: ten eerste doding van de Rhizoctonia, ten tweede bemesting door vrijkomende stikstof, en ten derde hogere weerstand in het gewas door betere stikstofvoorziening. Dit verklaart ook de hogere bolopbrengst na toepassing van zaadmeel in onbesmette grond.

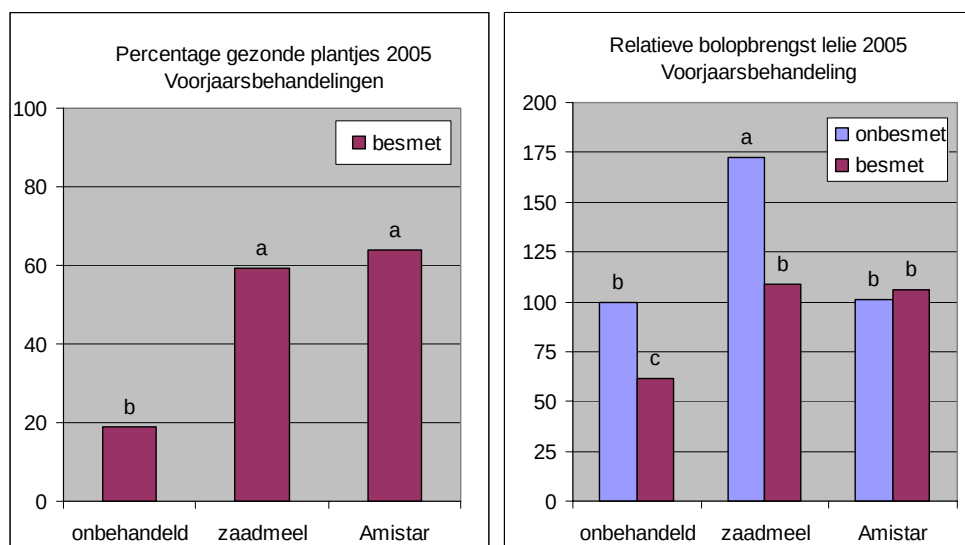
Het zaadmeel voor biofumigatie is nu nog een experimenteel product dat niet in de handel verkrijgbaar is. Wanneer het commercieel geproduceerd gaat worden (termijn onbekend) dan zal zich het probleem voordoen van de toelating als gewasbeschermingsmiddel. Een toepassing als meststof zou ook mogelijk zijn, maar is dan waarschijnlijk een knelpunt in het kader van de mestwetgeving.



Figuur 8.3: Effect van diverse behandelingen uitgevoerd in het najaar 2004 (links) op de relatieve bolopbrengst van lelie 'Siberia' in 2005 in onbesmette- en kunstmatig besmette grond met *R. solani* stam 2-2IIIB.



Figuur 8.4: Gewasstand van lelie 'Siberia' op 29 augustus 2005 in onbesmette- en besmette grond met *Rhizoctonia solani* stam 2-2IIIB, al of niet behandeld met zaadmeel.



Figuur 8.5: Effect van zaadmeel en Amistar toegepast in het voorjaar 2005 (links) op het percentage gezonde plantjes op 29 augustus (links) en de relatieve bolopbrengst van lelie 'Siberia' (rechts) in onbesmette- en kunstmatig besmette grond met *R. solani* stam 2-2IIIB.

8.4 Conclusies

Biofumigatie met Sarepta mosterd of zaadmeel kan de schade door *Rhizoctonia* beperken. De effecten blijken echter moeilijk reproduceerbaar. Meer onderzoek is nodig om de methode beter te standaardiseren. Dit moet tevens gezien worden in een breder kader waarbij ook rekening wordt gehouden met andere bodemgebonden ziekten en plagen. Van Sarepta mosterd is bijvoorbeeld bekend dat het een waardplant kan zijn voor *Pratylenchus penetrans*.

9 Diverse antagonisten en GNO's

9.1 Inleiding

Er zijn diverse antagonisten en Gewasbeschermingsmiddelen van Natuurlijke Oorsprong (GNO's) op de markt (soms als bodemverbeteraar, plantversterker, o.i.d.), die een vermeende werking zouden hebben tegen o.a. Rhizoctonia. Ook zijn er vele organismen en producten in onderzoek, waarvan op enigerlei wijze is aangetoond dat er een werking is tegen Rhizoctonia. Vaak zijn deze producten onder gecontroleerde omstandigheden getest, echter zelden onder teeltomstandigheden met bolgewassen. In diverse proeven zijn een beperkt aantal veelbelovende antagonisten en GNO's getest tegen Rhizoctonia solani stam 2-t in tulp en tegen stam 2-IIIB in lelie en gladiool.

9.2 Materiaal en methoden

De volgende antagonisten/producten zijn getest:

- Pseudomonas sp. Phz24 (verkregen van dr. J. Raaijmakers, Wageningen Universiteit): grondbehandeling vlak voor planten
- Pseudomonas sp. SS101 (verkregen van dr. J. Raaijmakers, Wageningen Universiteit): grondbehandeling vlak voor planten
- Antagonist Bimi003 (schimmel): grondbehandeling vlak voor planten
- Harpin (eiwit dat het afweermecanisme in de plant kan aanschakelen): boldompeling en gewasbespuiting

Deze organismen/producten hebben geen toelating.

Bovenstaande behandelingen zijn in diverse veldproeven getest met

- tegen R. solani stam 2-t in duinzandgrond in tulp 'Roodkapje' en 'Inzell'
- tegen R. solani stam 2-IIIB in dekzandgrond in zomerschub van lelie 'Siberia'
- tegen R. solani stam 2-IIIB in dekzandgrond in pitten van gladiool 'White Friendship'

Alle behandelingen zijn uitgevoerd in onbesmette grond en in kunstmatig besmette grond met Rhizoctonia. In elke proef was steeds een onbesmette controle alsook een besmette controle-behandeling inbegrepen.

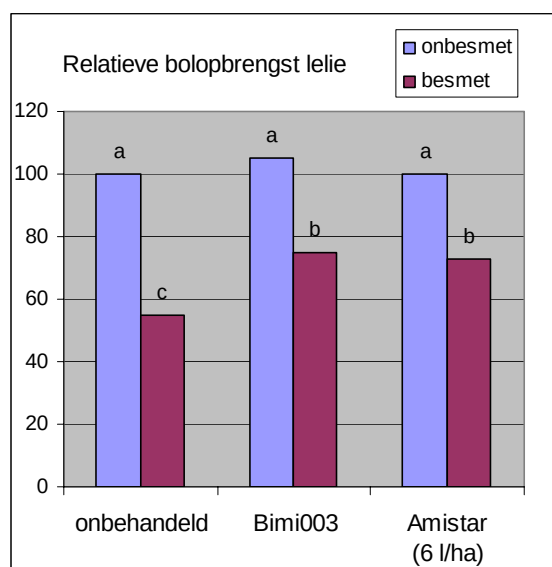
9.3 Resultaten

De effectiviteit van de geteste antagonisten en producten tegen Rhizoctonia was zeer beperkt. De behandelingen die bij de eerste toepassing een positief effect lieten zien, zijn een tweede maal getest in het daarop volgende seizoen (zie tabel 9.1).

Alleen de toepassing van Bimi003 had een herhaalbaar positief effect in lelie. De antagonist bestreed de stengelaantasting en gaf gemiddeld 20% meer bolopbrengst dan de besmette controle-behandeling en is hiermee in effectiviteit vergelijkbaar met Amistar (6 l/ha) (zie figuur 9.1). Bimi003 had echter géén effect op de bolaantasting. Het geformuleerde product (PrestopMix) heeft geen toelating in Nederland en de producent is ook niet (meer) van plan om een toelating aan te vragen, vanwege de hoge kosten. De overige producten hadden geen enkel effect of een positief effect dat niet herhaalbaar bleek. In een paar gevallen is zelfs een negatief effect waargenomen, d.w.z. stimulering van de Rhizoctonia-aantasting, met een grotere opbrengstderving dan de onbehandelde, besmette controle.

Tabel 9.1: Effect van diverse behandelingen tegen Rhizoctonia in tulp, lelie en gladiool.
 (+ = bestrijding Rhizoctonia, 0 = geen effect, - = stimulering Rhizoctonia,
 ../. = resultaat 1^e en 2^e experiment indien de 1^e keer een positieve werking is gezien)

Behandeling	tulp	lelie	gladiool
Pseudomonas Phz24	+ / 0	++ / -	-
Pseudomonas SS101	0	-	niet getest
Bimi003	0	+ / +	niet getest
Harpin	0	0	+ / 0



Figuur 9.1: Effect van Bimi003 op de schade door *R. solani* stam 2-2IIIB in lelie in vergelijking met de onbehandelde controle en een behandeling met Amistar (gemiddelden van twee proefjaren)

9.4 Conclusies

Alleen de antagonist Bimi003 had een veelbelovend en herhaalbaar effect tegen Rhizoctonia in lelie. De overige geteste antagonisten/producten hadden geen herhaalbaar positief effect in lelie, tulp of gladiool.

10 Verticillium biguttatum in lelie

10.1 Inleiding

Toetsen van de effectiviteit van de antagonist *Verticillium biguttatum* tegen *Rhizoctonia* in lelie. *Verticillium biguttatum* is een schimmel die parasiteert op *Rhizoctonia* en is vooral actief bij hogere temperaturen. Plant Research International heeft in het verleden de toepassing van *V. biguttatum* ontwikkeld en aangetoond dat de antagonist o.a. effectief is tegen lakschurft in aardappel, veroorzaakt door *R. solani* stam 3. In onderzoek bij PPO is eerder gebleken dat *Verticillium* niet effectief is tegen *R. solani* stam 2-t in tulp, vermoedelijk vanwege de lage bodemtemperaturen in de winter wanneer de spruitaantasting plaatsvindt.

10.2 Materiaal en methoden

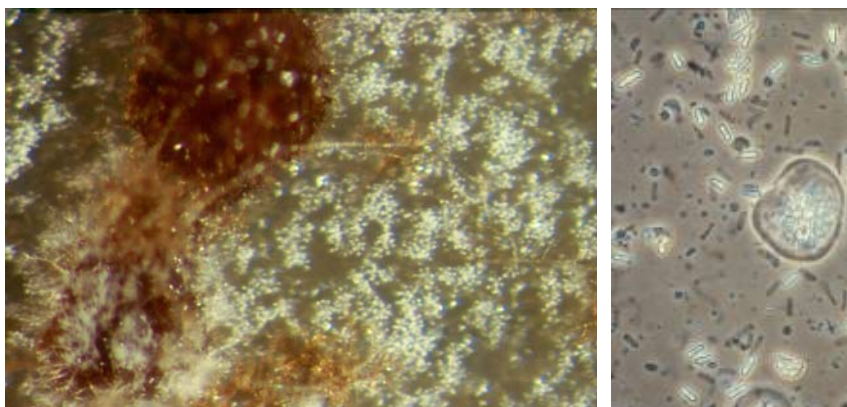
In 2002 t/m 2005 zijn diverse proeven uitgevoerd met de antagonist *Verticillium biguttatum* ter bestrijding van *Rhizoctonia* in zomerschub van lelie 'Siberia'. In de proeven van 2002 t/m 2004 is de antagonist steeds toegepast als een grondbehandeling gecombineerd met een boldompeling in een sporensuspensie. Deze toepassing was succesvol en goed reproduceerbaar. Omdat *Verticillium biguttatum* echter gevoelig is voor de breedwerkende fungiciden die in het standaard dompelbad voor lelies zitten, is toepassing van de antagonist in dompelbad in de praktijk zinloos. In de proeven was het plantgoed steeds ontsmet in formaline (laat geen residu achter), voorafgaand aan de behandeling met *Verticillium*.

In 2005 is ervoor gekozen om de bolbehandeling en de grondbehandeling (in 2 doseringen) apart te toetsen en te vergelijken met de werking van een grondbehandeling met het middel Amistar (toegelaten sinds 2005). Bolontsmetting is als aparte factor opgenomen in de proef, in combinatie met de grondbehandeling van *Verticillium*, om na te gaan of de fungicide-residuen op de bol de effectiviteit van de antagonist in de grond kunnen remmen. In dit verslag een samenvatting van de proef uit 2005.

De proef is uitgevoerd met dekzandgrond in vijvermandjes.

Een kunstmatige besmetting met *Rhizoctonia solani* stam 2-2IIIB is door de grond gemengd vlak voor planten. Het plantgoed bestond uit zomerschub van lelie 'Siberia'.

De sporensuspensie van *V. biguttatum* is verkregen van Plant Research International (zie figuur 10.1).



Figuur 10.1: In vitro groei van *Verticillium biguttatum* op *Rhizoctonia solani*, waarbij de *Verticillium*-sporen zijn te zien als kleine witte spikkeltjes (links) en microscopische opname van een sporensuspensie van *Verticillium biguttatum*.

Toepassing sporensuspensie:

- Bolbehandeling – dompeling in de sporensuspensie met gedurende 15 minuten vlak voor planten (uitgevoerd ná ontsmetting van het plantgoed in formaline)
- Grondbehandeling – sporensuspensie door de bovenste 5 cm grond gemengd, vlak voor planten

Bolontsmetting:

- Standaard dompelbad met 0.5% captan, 0.3% prochloraz, 0.04% Admire en 1% TopsinM
- Bolontsmetting in 0.5% formaline

Alle behandelingen (zie tabel 10.1) zijn uitgevoerd in vier herhalingen.

Waarnemingen: percentage gezonde plantjes (juli/augustus), bolopbrengst, bolaantasting

Tabel 10.1: Overzicht behandelingen

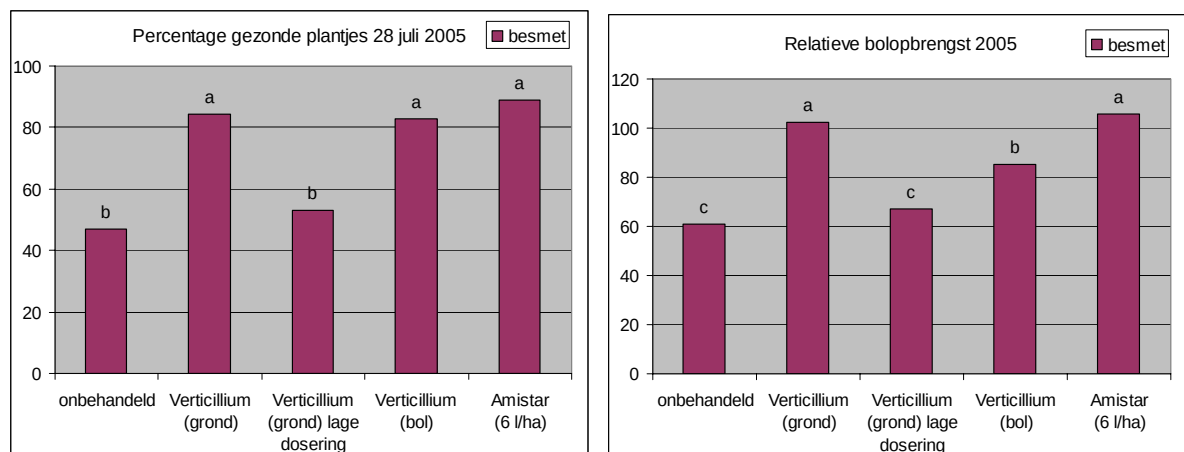
behr.	besmetting	behandeling	hoeveelheid	bolbehandeling
1	-	onbehandeld		formaline
2	+	onbehandeld		formaline
3	-	onbehandeld		standaard
4	+	onbehandeld		standaard
5	-	V.big. grondbehandeling	5×10^{10} sporen/m ²	formaline
6	+	V.big. grondbehandeling	5×10^{10} sporen/m ²	formaline
7	-	V.big. grondbehandeling	5×10^{10} sporen/m ²	standaard
8	+	V.big. grondbehandeling	5×10^{10} sporen/m ²	standaard
9	+	V.big. grond in lagere dosering	5×10^9 sporen/m ²	formaline
10	+	V.big. bolbehandeling	10^{10} sporen/liter water	V.big.
11	+	Amistar grondbehandeling	6 l/ha	formaline

10.3 Resultaten

In de proeven van 2002 t/m 2004 resulteerde de gecombineerde bolbehandeling + grondbehandeling met Verticillium in 25-45% meer bolopbrengst dan de onbehandelde controle in besmette grond. In 2005 bleek dat ook alléén de grondbehandeling met Verticillium een zeer goede bestrijding gaf van de spruitaantasting (zie figuur 10.2) en daarmee resulteerde in ruim 40% meer bolopbrengst dan de onbehandelde controle (zie figuur 10.3). De effectiviteit van de Verticillium was hiermee vergelijkbaar met die van Amistar. De bolbehandeling met Verticillium gaf ook bescherming tegen spruitaantasting, maar niet zo goed als de grondbehandeling. De lagere dosering van de grondbehandeling met Verticillium was niet effectief.

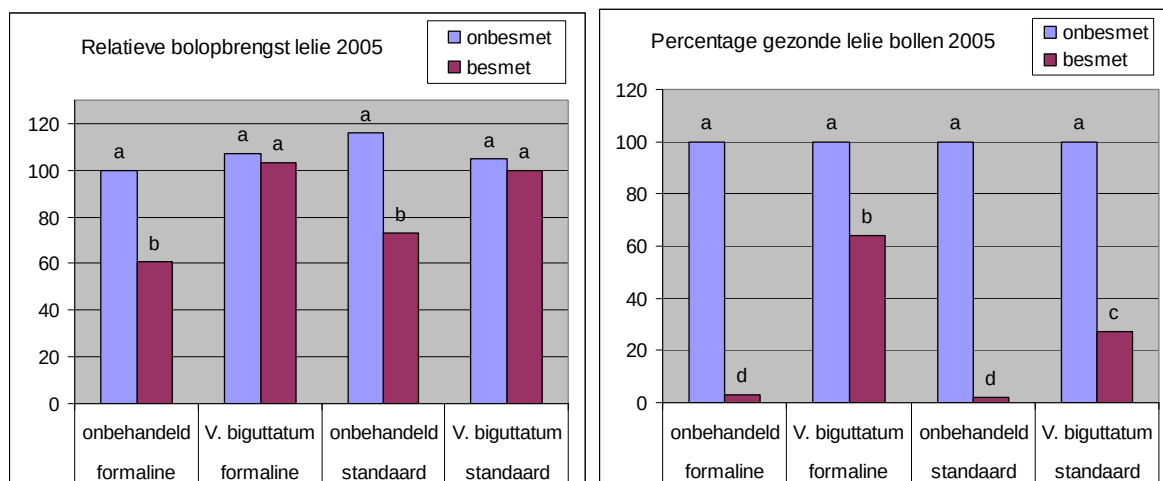


Figuur 10.2: Gewasstand van lelie 'Siberia' in juli 2005 in met *Rhizoctonia* besmette grond, zonder (links) en met toevoeging van *Verticillium biguttatum* (rechts).



Figuur 10.3: Effect van *Verticillium biguttatum* op de relatieve bolopbrengst (de opbrengst van de onbesmette controle behandeling is op 100% gesteld, niet in de grafiek zichtbaar)(links) en percentage gezonde bollen (rechts) van lelie 'Siberia' in 2005 in besmette grond met *Rhizoctonia* (bolontsmetting in formaline).

De aanwezigheid van fungicide-residuen uit het ontsmettingsbad op het plantgoed had géén negatief effect op de effectiviteit van de *Verticillium* tegen spruitaantasting. Zowel zonder als met standaard bolontsmetting kon de grondbehandeling met *Verticillium* de opbrengstderving in besmette grond volledig voorkomen (zie figuur 10.4). De effectiviteit tegen bolaantasting was wél verminderd na bolontsmetting in een standaard dompelbad. Zonder fungicide-residuen van de bolontsmetting was 64% van de bollen gezond ten opzichte van 27% met fungicide-residuen (zie figuur 10.4). Dit was altijd nog beter dan de 3% gezonde bollen in de onbehandelde controle zonder *Verticillium*.



Figuur 10.4: Effect van een grondbehandeling met *Verticillium biguttatum* op de bolopbrengst (links) en de bolaantasting (rechts) van lelie 'Siberia' in onbesmette- en besmette grond met *Rhizoctonia solani* stam 2-2IIIB, na bolontsmetting in formaline of in een standaard dompelbad met fungiciden.

Er zijn ook veldproeven uitgevoerd in dekzandgrond met een natuurlijke besmetting van *R. solani* stam 2-2IIIB. Deze proeven hebben gelegen op de Regionale Proeftuin Lelie in Vledder. In deze proeven is er ook een goede bestrijdende werking opgetreden door *V. biguttatum*, vergelijkbaar en soms beter dan het middel Amistar. Verdere details over deze proeven zijn terug te vinden in het projectverslag van PPO-321006.

10.4 Conclusies

Toepassing van de antagonist *Verticillium biguttatum* als grondbehandeling resulteerde in een goede bestrijding van *Rhizoctonia solani* in lelie. De dosering van 5×10^{10} sporen/m² is hoog (1000 maal hoger dan de effectieve dosering in aardappel), maar kan in de huidige formulering niet worden verlaagd zonder verlies aan werkzaamheid. De effectiviteit tegen spruitaantasting is vergelijkbaar met die van Amistar en de effectiviteit tegen bolaantasting varieert tussen proeven en is soms beter en soms slechter dan die van Amistar. De effectiviteit van een bolbehandeling met *Verticillium biguttatum* is minder goed dan die van de grondbehandeling.

Fungicide residuen op de bol (uit het dompelbad) hebben geen invloed op de effectiviteit van een grondbehandeling met *Verticillium biguttatum* tegen spruitaantasting door *Rhizoctonia*. De bescherming tegen bolaantasting neemt wel af onder invloed van de bolontsmetting.

Van belang is of er binnen afzienbare termijn een toelating zal worden aangevraagd voor de antagonist. De potentiële afzetmarkt in Nederland is klein ten opzichte van de benodigde investeringen. *Verticillium biguttatum* is begin 2005 aangeboden aan het project Genoeg Breed. In dit project werken CLM, Plantenziektenkundige Dienst (PD) en het CTB samen, gefinancierd door het ministerie van LNV. Alle betrokken partijen zullen samen met een producent de toelatingsaanvraag voorbereiden en indienen. Momenteel zijn de onderhandelingen gaande met een geïnteresseerde marktpartij. Grootschalige productie van de antagonist is mogelijk gebleken (getest door TNO en een firma). De formulering zal uiteindelijk anders zijn dan die gebruikt is in het *Rhizoctonia*-onderzoek. Voor de toelating zal de effectiviteit van de uiteindelijke formulering opnieuw getoetst moeten worden.

11 Mycorrhiza-schimmels in lelie

11.1 Inleiding

Bepalen of een grondbehandeling met mycorrhiza-schimmels de schade door *Rhizoctonia* in lelie kan verminderen. Mycorrhiza-schimmels komen van nature voor in de bodem. De schimmels kunnen uitsluitend overleven en vermeerderen in samenleving met een plant. Er zijn vele verschillende mycorrhiza-soorten en elke soort heeft zijn eigen specifieke waardplant of waardplantenreeks. Soms is de relatie zelfs specifiek gebonden aan bepaalde cultivars. Als de mycorrhiza zich eenmaal op de plantenwortels gevestigd hebben, vindt er uitwisseling plaats van voedingsstoffen: de schimmel neemt water en voedingsstoffen op en staat deze af aan de plant. In ruil geeft de plant bepaalde voedingsstoffen zoals suikers en vitaminen aan de mycorrhiza. Op deze wijze leidt de samenwerking tussen plant en schimmel tot voordeel voor beide partners. Mycorrhiza-schimmels zijn in de handel verkrijgbaar als bodemverbeteraar.

11.2 Materiaal en methoden

In 2005 is een proef uitgevoerd met zomerschub van lelie 'Siberia' in dekzandgrond, waarbij een grondbehandeling met een mycorrhiza-preparaat (Terra Vital Hortimix van Plantworks) is vergeleken met Amistar (6 l/ha) en een onbehandelde controle, zonder en met kunstmatige besmetting met *Rhizoctonia solani* stam 2-2IIIB. Elke behandeling is uitgevoerd in vier herhalingen. Waarnemingen: percentage gezonde plantjes, bolopbrengst, percentage gezonde bollen en NPK-analyse van de gerooide bollen.

11.3 Resultaten

In onbesmette grond leidde de toepassing van het mycorrhiza-preparaat tot een betere gewasstand (zie figuur 6.1), een hogere bolopbrengst, en meer opname van stikstof, fosfaat en kalium ten opzichte van de controle-behandeling zonder mycorrhiza (zie figuur 6.4). In besmette grond met *Rhizoctonia* resulteerde de behandeling met mycorrhiza in minder wegval van lelieplantjes ten opzichte van de onbehandelde controle (zie figuur 6.2 en 6.3). Het effect was vergelijkbaar met dat van Amistar. Dit bevestigt de vermoedens dat mycorrhiza-schimmels de weerbaarheid van de plant tegen ziekten en plagen kunnen verhogen. Dit komt mogelijk doordat de algemene gezondheid en dus ook de weerstand van planten met mycorrhiza hoger is dan bij planten zonder mycorrhiza. Ook kan er sprake zijn van bezetting van mogelijke infectieplaatsen op de wortels, competitie om voedingsstoffen en inductie van resistentie in de plant.

De bolopbrengst in besmette grond was bij de mycorrhiza-behandeling hoger dan die bij Amistar (zie figuur 6.4). Hierbij speelt zowel de verminderde schade door *Rhizoctonia* als de stimulering van de gewasgroei een rol. De mycorrhiza had geen enkel effect tegen bolaantasting (zie figuur 6.3).

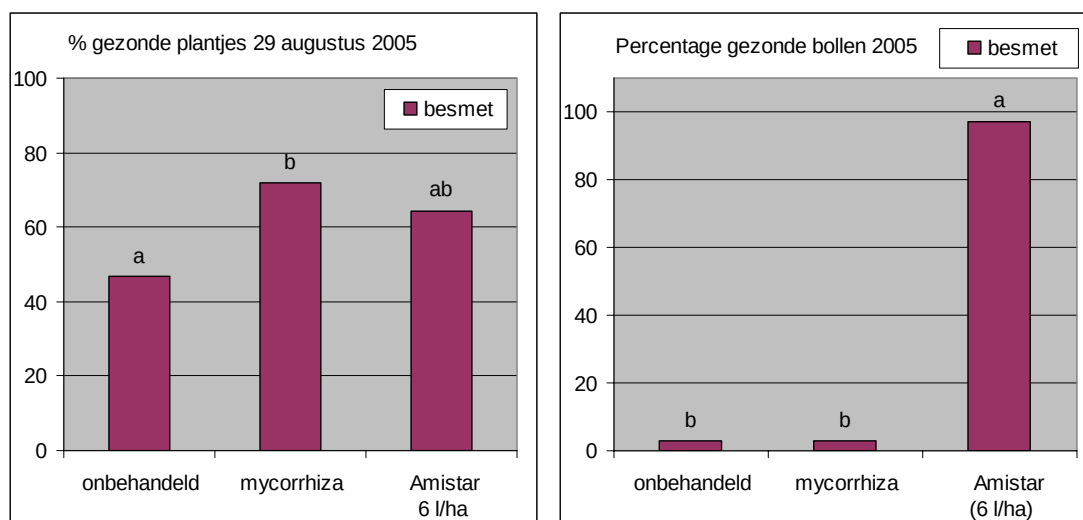
De waargenomen effecten zijn veroorzaakt door het toepassen van een geformuleerd product met mycorrhiza-schimmels. Er is in dit onderzoek niet gekeken naar de effectiviteit van de niet-geformuleerde mycorrhiza-schimmels of van de 'kale' formulering zonder de mycorrhiza.



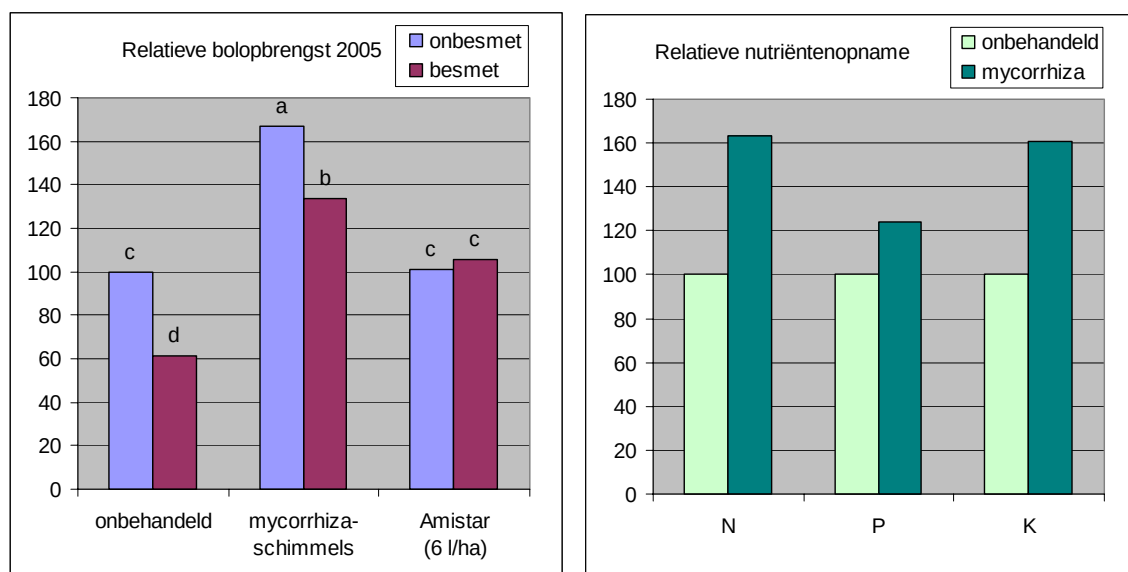
Figuur 6.1: Effect van mycorrhiza-schimmels op de gewasgroei van lelie 'Siberia' in onbesmette grond.



Figuur 6.2: Effect van mycorrhiza-schimmels op de wegval door *Rhizoctonia* in lelie 'Siberia' in besmette grond.



Figuur 6.3: Effect van mycorrhiza-schimmels en Amistar op het percentage gezonde plantjes (links) en het percentage gezonde bollen (rechts) van lelie 'Siberia' in grond besmet met *Rhizoctonia solani* stam 2-2IIIB.



Figuur 6.4: Effect van mycorrhiza-schimmels op de bolopbrengst van lelie 'Siberia' in onbesmette en besmette grond met *Rhizoctonia solani* stam 2-2IIIB (rechts) en de stikstof-, fosfaat- en kaliumgehaltes in de oogst van de onbesmette behandelingen (rechts).

11.4 Conclusie

De toepassing van een mycorrhiza-preparaat resulteerde in een betere bolopbrengst en minder wegval door *Rhizoctonia* in lelie. De behandeling had geen effect op de bolaantasting.

12 Effectiviteit van chemische middelen in lelie en gladiool

12.1 Inleiding

Bepaling van de effectiviteit van toegelaten middelen (Rizolex en Monarch) tegen *Rhizoctonia* in lelie en gladiool op dekzandgrond. Rizolex en Monarch werkten goed tegen *Rhizoctonia* in o.a. tulp en iris op duinzandgrond. Uit de praktijk kwamen echter geluiden dat deze middelen onvoldoende werkzaam waren tegen *Rhizoctonia* in lelie op dekzandgrond.

12.2 Materiaal en methoden

In 2002 zijn proeven ingezet met zomerschub van lelie 'Siberia' en met pitten van gladiool 'White Friendship' in duinzandgrond (uit Lisse) en dekzandgrond (uit Drenthe). Deze grond is kunstmatig besmet met *R. solani* stam 2-2IIIB en vervolgens behandeld met enkele en dubbele dosering van de middelen Rizolex (resp. 12 en 24 l/ha) en Monarch (resp. 6 en 12 l/ha). De enkele dosering is het advies voor lichte zandgronden, de dubbele dosering voor zwaardere gronden. Destijds was het middel Amistar nog niet toegelaten. Onder proefonthefing is dit middel getest in gladiool met 6 l/ha (gelijk aan de voor lelie toegelaten dosering sinds 2005) en 12 l/ha. De middelen zijn door de bovenste 7 cm grond gemengd.

Op basis van de resultaten zijn in 2003 en 2004 vervolproeven ingezet met lelie in dekzandgrond om te bepalen welke groep(en) organismen de werking van Rizolex en Monarch verminderen. Hiervoor zijn specifieke groepen organismen van het bodemleven (insecten/mijten, aaltjes, schimmels, bacteriën) uitgeschakeld door toepassing van meer of minder specifieke grondbehandelingen (Dursban 6 l/ha tegen insecten, Mocap 50 kg/ha tegen insecten en aaltjes en pasteurizatie bij 70°C voor uitschakeling van het volledige bodemleven). Vervolgens is in deze grond de werking van Rizolex en Monarch getoetst tegen *R. solani* stam 2-2IIIB.

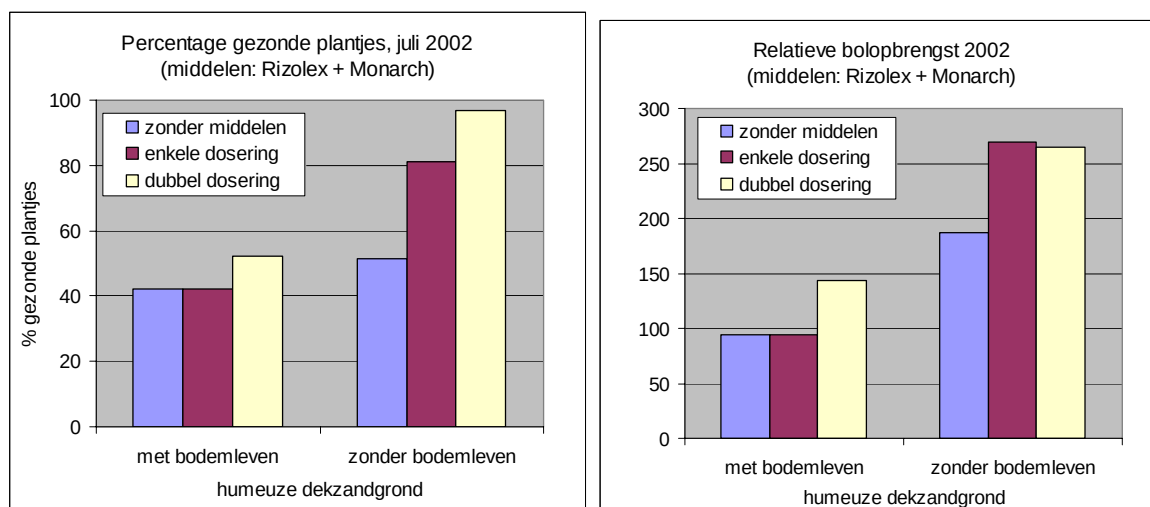
Bij alle proeven zijn ook onbesmette en besmette controle-behandelingen uitgevoerd zonder toevoeging van middelen. De proeven zijn uitgevoerd in vijfvermandjes met vier herhalingen per behandeling.

Waarnemingen: percentage gezonde plantjes (juli/augustus), bolopbrengst en percentage gezonde bollen.

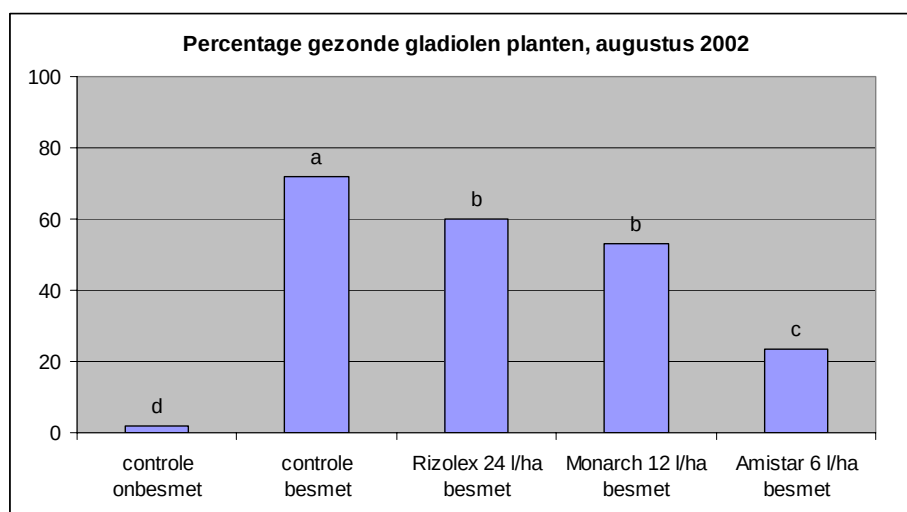
12.3 Resultaten

De effectiviteit van de middelen Monarch en Rizolex tegen *R. solani* AG2-2IIIB bleek te worden beïnvloed door het bodemleven. Bij toepassing in het voorjaar, bleken de middelen in duin- en dekzandgrond niet of nauwelijks te werken tegen *R. solani* in lelie (zie figuur 9.1). Wanneer deze grond echter was gesteriliseerd was de werking redelijk tot goed. Daarnaast bleek het steriliseren van de grond op zich al te resulteren in minder aantasting door *Rhizoctonia* en in een hoger bolopbrengst. Voor dit verschijnsel zijn verschillende verklaringen mogelijk. Bodemorganismen zouden de schade door *Rhizoctonia* kunnen stimuleren, of de bodemmicroflora is in staat de middelen versneld af te breken.

Ook in gladiool waren Monarch en Rizolex niet of nauwelijks werkzaam tegen *Rhizoctonia*. Het middel Amistar had wel een goede werking (zie figuur 9.2). Dit resultaat heeft mede bijgedragen aan de toelating van Amistar in 2005.



Figuur 9.1: De werking van Rizolex + Monarch in een enkele dosering (12 l/ha + 6 l/ha) en een dubbele dosering (24 l/ha + 12 l/ha) tegen *Rhizoctonia solani* in lelie in dekzandgrond met een natuurlijk bodemleven en in gestoomde grond (zonder bodemleven); percentage gezonde plantjes (links) en relatieve bolopbrengst (rechts).



Figuur 9.2: De werking van Rizolex, Monarch en Amistar in dekzandgrond tegen *Rhizoctonia solani* in gladiool.

In de vervolgprouven met lelie in dekzandgrond om te bepalen welke groep(en) organismen de werking van Rizolex en Monarch verminderen is zowel in 2003 als in 2004 te weinig *Rhizoctonia*-aantasting opgetreden om conclusies te kunnen trekken. De klankbordgroep heeft ervoor gekozen te stoppen met deze lijn van onderzoek.

12.4 Conclusies

De middelen Rizolex en Monarch hadden een slechte werking tegen *Rhizoctonia solani* stam 2-2IIIIB in de zomergewassen lelie en gladiool in zowel dekzandgrond als duinzandgrond. Een mogelijke verklaring hiervoor zou kunnen zijn dat de bodemmicroflora in staat is de middelen versneld af te breken, of dat organismen van het bodemleven de schade door *Rhizoctonia* zouden stimuleren. De activiteit van bodemorganismen is in de zomer over het algemeen groter dan in de winter, afhankelijk van de bodemtemperatuur. Dit zou kunnen verklaren waarom de middelen wel werkzaam zijn tegen *Rhizoctonia* in bijvoorbeeld tulp en iris, waarbij de werking vooral in de winter en het voorjaar moet plaatsvinden.

13 Publicaties en presentaties

13.1 Publicaties

- Strategies to control *Rhizoctonia solani* in flower bulb culture.
G.J. van Os and P.H.J.F. van den Boogert, 2003.
Proceedings of the 8^e International Congress of Plant Pathology, Nieuw Zeeland, p. 124
- Alternatieven tegen *Rhizoctonia* werken.
Gera van Os en Hans Kok
BloembollenVisie 1 mei 2003, nummer 9, p. 20-21
- Alternatief Rizolex
Oogst Tuinbouw, 30 mei 2003, p. 38
- Strodek onderdrukt *Rhizoctonia*.
BloembollenVisie 13 november 2003, nummer 23, p. 21
- Schimmel in strijd tegen *Rhizoctonia* in lelie.
BloembollenVisie 13 november 2003, nummer 23, p. 21
- Succes in de biologische bestrijding van *Rhizoctonia solani* in lelie.
GJ van Os, V. Bijman, S Breeuwsma, J van der Bent en M de Boer, 2004.
Gewasbescherming 35 (2): 102-103
- *Rhizoctonia solani* blijft hardnekkig probleem in tulpenteelt.
GJ van Os, J van der Bent en A Koster, 2004. BloembollenVisie 49: 20-21
- Biofumigation against soil borne diseases in flower bulb culture.
GJ van Os, V Bijman, AS van Bruggen, FA de Boer, S Breeuwsma, J van der Bent, M de Boer and L Lazzeri. Proceedings of the Symposium on Biofumigation, Florence, Italy.
Agroindustria 3 (2004): 295-301
- Gezondere bodem.
GJ van Os, 2005. BloembollenVisie 55: 23
- Biofumigatie: grondontsmetting met groenbemesters.
GJ van Os, V Bijman, M de Boer, SJ Breeuwsma en J van der Bent, 2005. Gewasbescherming 36: 80S
- Antagonisten en composten tegen *Rhizoctonia* in tulp en lelie.
GJ van Os en J van der Bent, 2005. Gewasbescherming 36: 61S
- *Verticillium biguttatum* tegen *Rhizoctonia* in lelie.
GJ van Os en H Kok, 2005. Gewasbescherming 36: 80S-81S
- Biological control of *Rhizoctonia solani* in lily with the mycorrhizal parasite *Verticillium biguttatum*.
GJ van Os, J van der Bent and BJ Kok, 2005. Abstracts IOBC-meeting Multitrophic Interactions in Soil, Wageningen, p. 43
- Integrated management of soil-borne diseases in flower bulb production.
M de Boer, E van den Ende, G van Os, R de Werd, AS van Bruggen, C Conijn and M Bredeveld, 2005.
ISHS Proceedings IXth International Symposium on Flower Bulbs. Acta Horticulturae 673: 73-78
- Bodemweerbaarheid tegen schimmels in de bollenteelt.
G van Os, J Wijnker en J van der Bent, 2005. Gewasbescherming 36 (5): 216-218

13.2 Presentaties

- Compost en bodemleven in relatie tot ziektevering.
14 februari 2002, Studieclub Noordelijk Zandgebied, BolleNoord.
- Bodemleven en compost in relatie tot ziektevering.
19 februari 2002, Theorie & Praktijk, Lisse.
- Rhizoctonia in lelie – een praktijkinventarisatie en de effectiviteit van chemische middelen.
24 april 2002, Werkgroep Rhizoctonia, Lisse.
- Beheersing van Rhizoctonia solani in de bloembollenteelt.
18 september 2002, Klankbordgroep project 320687, Lisse.
- Control of Rhizoctonia solani in lily and gladiolus.
17 oktober 2002, Werkgroep Bodempathogenen en Bodemmicrobiologie, Bergen op Zoom.
- Beheersing van Rhizoctonia solani in de bloembollenteelt.
24 oktober 2002, Werkgroep Rhizoctonia, Lelystad.
- Effectiviteit van middelen in lelie.
16 januari 2003, Workshop/Open Dag ROL, Vledder
- Rhizoctonia in lelie schubbenteelt op dekzandgrond.
20 februari 2003, Agrifirm Bloembollenbijeenkomst, Westerbork
- Rhizoctonia-ziekte in de tulpenenteelt
25 februari 2003, Agrifirm Bloembollenbijeenkomst, Emmeloord
- Geïntegreerde bestrijding van schimmelziekten in de bollen: Rhizoctonia solani
5 maart 2003, Bollensoos, BollenNoord
- Geïntegreerde beheersing van bodemziekten in de bollen
25 maart 2003, Anna Paulowna
- Tussenstand Rhizoctonia-onderzoek in tulp, lelie en gladiol
15 mei 2003, KNPV werkgroep Rhizoctonia, Metslawier
- Tussenstand Rhizoctonia-onderzoek in tulp, lelie en gladiol
27 augustus 2003, Klankbordgroep Rhizoctonia-onderzoek, Lisse
- Tussenstand Rhizoctonia-onderzoek in tulp, lelie en gladiol
20 november 2003, KNPV werkgroep Rhizoctonia, Bergen op Zoom
- Rhizoctonia solani in de teelt van tulp, lelie en gladiol
26 november 2003, KAVB Kring ZWN, Kruisland
- Bestrijding van Rhizoctonia solani in lelie – stand van zaken PPO-onderzoek.
23 januari 2004, Kennismarkt ROL, Vledder
- Bodemleven en compost in relatie tot ziektevering.
25 februari 2004, Voorlichtingsmiddag Orgamix, Breezand
- Bodemleven en compost in relatie tot ziektevering.
10 maart 2004, KAVB Studieclub Tulp 2 Kennemerland, Egmond aan de Hoef
- Succes in de biologische bestrijding van Rhizoctonia solani in lelie.
24 maart 2004, KNPV Voorjaarsvergadering – Top-resultaten 2003, Wageningen
- Biofumigation against soilborne fungal diseases in flower bulbs.
Symposium on Biofumigation, 31 maart t/m 2 april 2004, Florence, Italië
- Bodemleven en compost in relatie tot ziektevering.
7 juni 2004, Telen met Toekomst, Haarlem
- Tussenstand Rhizoctonia-onderzoek in tulp en lelie.
26 augustus 2004, Klankbordgroep Rhizoctonia-onderzoek, Lisse
- Ziektevering tegen Rhizoctonia solani in tulp en lelie.
6 oktober 2004, Bodemweerbaarheidsdag, Vredepeel
- Rhizoctonia solani in de teelt van tulp en lelie.
19 oktober 2004, Studieclub Tulp 2 Bollenstreek, Lisse
- Rhizoctonia-onderzoek in tulp en lelie.

- 25 november 2004, KNPV Werkgroep Rhizoctonia, Wageningen
- Rhizoctonia solani in tulp en lelie.
13 december 2004, Studieclub Harenkarspel, Sint Maarten
- Effect van compost op de ziektevering tegen Rhizoctonia solani in tulp.
13 januari 2005, Studieclub Duurzaam Bodemleven, Sint Maartensvlotbrug
- Biological control of Rhizoctonia bare patch in lily.
7 juni 2005, IOBC-Meeting Tritropic Interactions in Soil, Wageningen
- Resultaten Rhizoctonia-onderzoek in tulp en lelie.
26 augustus 2005, Klankbordgroep Rhizoctonia-onderzoek, Lisse
- Rhizoctonia solani in de teelt van tulp en lelie.
6 oktober 2005, Studieclub Klein Zijpe, 't Zand
- Biological control of Rhizoctonia in lily.
17 november 2005, KNPV Rhizoctonia-werkgroep, Bergen op Zoom
- Rhizoctonia solani in de teelt van tulp.
20 april 2006, Studieclub Tulp 1 Bollenstreek, Noordwijkerhout

13.3 Posterpresentaties

- Hans Kok en Gera van Os. Rhizoctonia solani in lelie.
30 augustus 2002, Open Dag ROL, Vledder
- Strategies to control Rhizoctonia solani in flower bulb culture
2-7 februari 2003, 8^e International Congress of Plant Pathology, Nieuw Zeeland
- Alternatieve bestrijdingsmethoden tegen Rhizoctonia solani
21 mei 2003, Open Dag Voorjaarsgewassen PPO, Lisse
22 augustus 2003, Open Dag ROL, Vledder
- Beheersing van bodemziekten in de bollenteelt door middel van tussengewassen
31 juli 2003, Open Dag Tussengewassen, Valthermond
22 augustus 2003, Open Dag ROL, Vledder
27 augustus 2003, Open Dag Zomergewassen PPO, Lisse
- Alternatieve bestrijdingsmethoden tegen Rhizoctonia solani.
Beheersing van bodemziekten in de bollenteelt door middel van tussengewassen.
28 januari 2004, Bloembollen Infomarkt, KAVB Kring ZW Nederland, Stad aan 't Haringvliet
- Biologische bestrijding Rhizoctonia solani in tulp en lelie.
27 mei 2004, Open Middag Veldproeven, PPO-Bloembollen, Lisse
- Biologische bestrijding schimmelziekte in lelie.
7 augustus 2004, Open Dag Agrarische Bedrijven, Lisse
- Biologische bestrijding Rhizoctonia solani in lelie – Resultaten 2003.
26 augustus 2004, Open Middag Veldproeven PPO-Bloembollen, Lisse
- Biofumigatie: grondontsmetting met groenbemesters
27 april 2005, Gewasbeschermingsmanifestatie, Ede
27 mei 2005, Open Middag veldproeven PPO-Bloembollen, Lisse
- Antagonisten en composten tegen Rhizoctonia in tulp en lelie
27 april 2005, Gewasbeschermingsmanifestatie, Ede
27 mei 2005, Open Middag veldproeven PPO-Bloembollen, Lisse
- Biological control of Rhizoctonia solani in lily with the mycorrhizal Verticillium biguttatum.
6-8 juni 2005, IOBC-meeting Multitrophic Interactions in Soil, Wageningen
- Biologische bestrijding van Rhizoctonia solani in lelie
26 augustus 2005, Open Middag veldproeven PPO-Bloembollen, Lisse