

Het effect van diverse compostsoorten op de onderdrukking van *Fusarium oxysporum* in ui.

Verslag van een kasproef in 2009

J.G. Lamers

© 2010 Wageningen, Stichting Dienst Landbouwkundig Onderzoek (DLO)

Alle intellectuele eigendomsrechten en auteursrechten op de inhoud van dit document behoren uitsluitend toe aan de Stichting Dienst Landbouwkundig Onderzoek (DLO). Elke openbaarmaking, reproductie, verspreiding en/of ongeoorloofd gebruik van de informatie beschreven in dit document is niet toegestaan zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van DLO.

Voor nadere informatie gelieve contact op te nemen met: DLO in het bijzonder onderzoeksinstituut Praktijkonderzoek Plant & Omgeving

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

Projectnummer: 3250143509

Project is gefinancierd door:



Ministerie van Landbouw, Natuur en
Voedselkwaliteit

Medefinanciers zijn Pireco en de Stichting Afzetbevordering Ui.

PIRECO[®]



Praktijkonderzoek Plant & Omgeving

AGV

Adres : Edelhertweg, 1, 8219PH Lelystad
: Postbus 3200, AK Lelystad
Tel. : 0320291111

Fax : 0317 - 47 83 01
E-mail : info.ppo@wur.nl
Internet : www.ppo.wur.nl

Inhoudsopgave

pagina

1	SAMENVATTING.....	5
2	CONCLUSIE.....	5
3	INLEIDING	7
4	MATERIAAL EN METHODE	9
4.1	Inoculum	9
4.2	Middelen en composten	9
4.3	Proefopzet	10
4.4	Uitvoering	10
4.5	Waarnemingen en statistische analyses	11
5	RESULTATEN	13
5.1	Waarnemingen tijdens de groei van de uien.....	13
5.2	De aantasting van de uienplanten.	14
5.3	Waarnemingen door Koppert en Pireco na afloop	15
6	DISCUSSIE	17
7	DANKBETUIGING	19
8	LITERATUUR.....	19

1 Samenvatting

Het effect van compost op de mate van ziektevering tegen *Fusarium oxysporum* f.sp. *cepae* (Foc) blijkt variabel te zijn. In een potproef werd nagegaan of er composten of middelen te vinden zijn, die de ziektevering van een zavelgrond bij Nagele met natuurlijke besmetting van *Fusarium* konden verhogen om de *Fusarium*-besmetting van de uien te verlagen. Het onderzoek maakt tevens deel uit van een LNV-project om de natuurlijke *Lysobacter* aantallen te verhogen, met de bedoeling om de Foc aantasting te verlagen. De composten en middelen die getest zijn, zijn (1) een groencompost gebruikt op de Broekemahoeve, (2) een uienpellencompost van Frugi Venta, (3) een verrijkte compost van Orgaworld, (4) een groencompost van Soil Tech Solutions, (5) een middel T van Koppert en (6) Plantextract P van Pireco. De Nagele grond werd wel/niet gepasteuriseerd en een week later wel/niet kunstmatig besmet met Foc. Na een week werden de composten in een hoge (30% v/v) en normale dosering (3%) toegediend. Na nog een week werden 20 uienzaden op een 400 ml pot in 9 herhalingen gezaaid met de diverse behandelingen. De wegval van uienplanten werd na drie maanden gescoord. Het bleek dat de kunstmatige besmetting tot een verhoging van de besmetting van de grond heeft geleid en niettegenstaande die hogere besmetting tot een verlaging van de aantasting van de uien. Zo ook heeft de pasteurisatie wel geleid tot een eliminatie van de natuurlijke besmetting van de grond, maar heeft toch tot een aantasting van de planten geleid. De composten gaven over het algemeen weinig verschil in aantasting van de uien te zien. De verrijkte compost van Orgaworld gaf alleen na kunstmatige besmetting en alleen in niet gepasteuriseerde grond een significant lagere aantasting te zien. De uienpellencompost leidde in niet gepasteuriseerde grond tot een betrouwbaar lagere aantasting en in gepasteuriseerde grond tot een betrouwbaar hogere aantasting. Een effect van de dosering van de composten was niet aanwezig. Over het algemeen zijn de verschillen tussen de composten gering. Mogelijk biedt de verrijkte compost van Orgaworld enig perspectief aangezien in 2 objecten een significante verlaging van de aantasting werd gevonden.

2 Conclusie

De geteste composten en middelen laten in een potproef weinig verschil zien in de mate waarin de Foc besmetting van de grond bij Nagele wordt onderdrukt. De verrijkte compost van Orgaworld biedt enig perspectief in niet gepasteuriseerde grond of na kunstmatige besmetting.

3 Inleiding

Fusarium oxysporum f.sp. *cepae* (Foc) in ui is een toenemende bedreiging voor de uienteelt in Nederland (Dodde 2010). Het probleem werd het eerst duidelijk in de nieuwe teeltgebieden zoals de Noordoostpolder. Inmiddels zijn daar grote gebieden waar geen uien meer geteeld worden. Ook in het oudere teeltgebied van Zuid-west Nederland breidt *Fusarium* zich uit. Daar werd het probleem onderschat vanwege de aanwezigheid van witrot en andere bodemgebonden ziekten. Het probleem beperkt zich niet alleen tot de gangbare bedrijven met uienteelt, maar komt ook steeds meer voor op de biologische bedrijven. De overleving van Foc is langer dan de gemiddelde rotatieduur van 6 jaar (Kalkdijk, Esselink et al. 2004). De enige mogelijkheid die bedrijven hebben is om resistente rassen te telen. Deze zijn echter slecht houdbaar en moeten meteen afgezet worden. Hier is een beperkte markt voor.

In ziekteverende gronden tegen *Rhizoctonia solani* in bloemkool bleek *Lysobacter* aanwezig te zijn en was mogelijk belangrijk als onderdeel van de ziektevering (Postma, Scheper et al. 2010). Ook tegen *Pythium* in komkommer op steenwol bleken *Lysobacter* enzymogenes bacteriën een ziektevering te kunnen oproepen (Postma, Stevens et al. 2009). Op basis van de mogelijke potentie van deze *Lysobacter* bacteriën wordt in de veldproef nagegaan of Foc ook beheerst kan worden door de aanwezigheid van deze bacteriën. Nagegaan wordt of *Lysobacter* van nature gestimuleerd kan worden door specifieke teeltmaatregelen.

Een van de opties om Foc te beheersen is met compost. Goed gerijpte compost bevat weinig voedingsstoffen en veel bacteriën en schimmels die antagonistisch kunnen werken tegen *Fusarium*. *Fusarium* verwelking werd met 2-3 groencomposten tegengegaan in Begonia, maar niet in Cyclamen (van der Gaag, van Noort et al. 2007). 17 van de 18 compostsoorten bleken *Fusarium oxysporum* verwelking in vlas tegen te gaan (Termorshuizen, van Rijn et al. 2006). Toch bleek het moeilijk om een compost te maken die altijd ziekteverend was of tegen allerlei pathogenen ziekteverend was. Met name tegen wortelrot veroorzakende *Fusaria* waren de resultaten van ziektevering wisselend. Daarom werd besloten om de meest kansrijke composten te testen in een biotoets met ui tegen Foc. De beste compost kan dan in een veldproef ingezet worden.

Aanvullend werden twee bedrijven gevonden die nieuwe composten of extracten getest wilden hebben tegen Foc in ui. Een bedrijf was bedrijf Pireco met plantextract P van kruiden waaronder knoflook en het andere was de Stichting Afzetbevordering Ui met een jonge uienpellencompost.

Middel T wordt door Orgaworld ook aan compost toegediend om deze te verrijken. Door middel T mee te nemen kan nagegaan worden of een eventueel effect van de verrijkte compost aan de verrijking of aan de compost kan worden toegeschreven.

4 Materiaal en methode

In een potproef zijn de composten en middelen getest op ziekteverhogende eigenschappen. Daarom werd grond gepasteuriseerd of extra besmet met Foc-inoculum en werden twee doseringen van de composten en middelen getest.

De grond werd een week na pasteurisatie besmet met Foc. Daarmee werd een al te sterke opbloei van *Fusarium* meteen na pasteurisatie tegengegaan. De composten werden een week na besmetting met Foc aangebracht. De uien werden nog een week later gezaaid. De aantasting van de uien begint pas later na de ontwikkeling van de bolstoel. In de praktijk is de besmetting ook aanwezig, wanneer de composten in het najaar worden toegepast en de uien in het voorjaar gezaaid worden.

4.1 Inoculum

In een voorproefje werd gezocht naar een goede formulering van het Foc-inoculum. Op basis van het voorkomen van veel chlamydosporen en veel kolonievormende eenheden werd gekozen voor een nieuw standaard mengsel van vermiculiet, Nagele grond en haverhout (3:5:2 g/g). Deze werd tweemaal geautoclaveerd en na beënting vijf weken opgekweekt bij 20-25 °C. Er is dankbaar gebruik gemaakt van isolaat nr 132 afkomstig van Scholten.

4.2 Middelen en composten

In november 2010 zijn monsters van de composten door BLGG geanalyseerd (*Tabel 1*). Compost F was veel jonger, wat bleek uit een aanmerkelijk lager droge stof percentage, lager N-tot en S-tot en een hoger Magnesium, KZK en respiratie snelheid.

Om eventuele bemestingseffecten van de composten uit te schakelen werden alle potten voldoende bemest.

Tabel 1. **De analyseresultaten van de compostmonsters.**

	Compost B	Compost S	Compost O	Compost F
Droge stof g/kg product	656	504	722	650
Org stof % van droge stof	17.6	25.7	27.6	14.1
N-tot g/kg droge stof	7.1	8.1	7.4	4.2
Fosfaat g/kg droge stof	2.98	3.21	2.75	2.27
S-tot mg S/kg	1190	1320	1300	790
Magnesia MgO g/kg droge stof	2.3	3.3	2.5	7
Chloor g/kg droge stof	1.2	1.5	1.3	1.7
pH-KCl	7	6.9	6.9	7.8
KZK % CaCO ₃	0.5	1.6	0.6	6.9
EC mS/cm 25 °C	1.82	2.48	1.23	1.64
Respiratie snelheid mmolO ₂ /kg OS/uur	3.5	4.2	6.9	21.1

4.3 Proefopzet

Uitgangspunt van de proef is een NOP-grond die van nature besmet is met *Fusarium oxysporum*. Op deze grond wordt in 2009 en 2010 een veldproef aangelegd voor bestrijding van *Fusarium* in ui.

Een deel van de grond werd gedurende een nacht gepasteuriseerd bij 70 °C, zodat het binnenste van de zak deze temperatuur minimaal 1 uur bereikt had. Daarna bleef de zak een week openstaan.

De besmetting werd uitgevoerd met het opgekweekte inoculum. Ook na de besmetting bleef de grond een week onberoerd.

De composten werden onder dankzegging door de instellingen ter beschikking gesteld. De composten werden een week voor de teelt door de grond gemengd. De niveaus van toediening van de composten (Tabel 2) waren 30 % en 3 % (v/v).

Het aantal potten voor de proef was (6 composten*2 doseringen*2 pasteurisaties*2besmettingsniveaus*9 herh+controle*2 pasteurisaties*2 besmettingsniveaus*18 herh=) 504 potten.

Daarnaast werd door Koppert een analyse uitgevoerd op enkele behandelingen ongeveer 4 weken na inzetten. Hiervoor werden extra potjes gevuld namelijk (2 pasteurisaties* 2 *Fusarium*niveaus * 2 composten * 2 doseringen * 4 potjes + 2 pasteurisaties* 2 *Fusarium*niveaus*1 controle * 4 potjes =) 80 potjes.

Dezelfde behandelingen werden ook aan het eind van de proef meegegeven aan Koppert, maar de potjes waren nu van de proef zelf.

4.4 Uitvoering

De potgrootte was 400 ml.

Tabel 2. **De toegepaste doseringen en hoeveelheden (% v/v) compost en middel.**

Compost/middel	Laag	Hoog
Groencompost B	3%	30 %
Compost F	3%	30 %
Compost O	3%	30 %
Plantextract P	0.5 en 2*0.025 g/l grond	1.5 en 2*0.075 g/l grond
Compost S	3%	30 %
Middel T	75 mg/l grond	750 mg/l grond

Er is 40 g inoculum gebruikt per l grond. Bij $5 \cdot 10^7$ aan kolonievormende eenheden per g inoculum is de besmetting, die beoogd werd, dan $2 \cdot 10^6$ kve per ml grond. Het inoculum is op 23 juli in de betonmolen bij de verschillende mengsels gemengd en opgeslagen in de kas bij 20 °C. De composten en de middelen zijn op 30 juli met een schep op plastic intensief gemengd met de diverse partijen grond. Op 6 augustus zijn de potjes gevuld met 20 zaden van een niet ontsmet uienras Profit. Een deksel met vilt werd gebruikt waarop drie potjes van dezelfde behandeling werden geplaatst. De potjes zijn geloot in de kas weggezet bij 20 °C, waarna de temperatuur langzaam stijgt naar 25 °C. Er werd wekelijks tot tweewekelijks bijgemest met kristallon. Plantextract P is door de grond gemengd en twee en zes weken na zaaien zijn kleine hoeveelheden (1/20^{ste} van de gronddosering) plantextract P ingeregend.

De belichting was 16/8 uur. Bij 1500 en 2500 graaddagen zijn het aantal levende planten per pot gescoord.

Begin november deed zich een aantasting van trips voor. Deze werd tweemaal bestreden met Tracer en Decis.

4.5 Waarnemingen en statistische analyses

De opkomst werd op 23 september gescoord. Op 18 november werden de gezonde planten geteld. Het verschil met de opkomst was het aantal weggevallede planten. In enkele situaties bleken er nog planten bijgekomen te zijn. En er bleken soms dode Fusarium-planten aanwezig te zijn, terwijl dat verschilde van de telling van 23 september en 18 november. Voor deze situaties werd het maximum aantal opgekomen planten bepaald, die anders was dan op 23 september. Verder kan worden aangenomen dat de laat opgekomen planten nog niet aangetast kunnen zijn. Daarom werden voor het gecorrigeerde opkomstpercentage de laat opgekomen planten weer van het totaal aantal afgetrokken.

De waarnemingen werden als een blokkenproef in een variantieanalyse van het programma Genstat release 12th edition geanalyseerd waarbij de 3 tabletten in de kas als blokfactor dienden.

Een standaard hoeveelheid wortels van de uien van object met compost O en middel T werden door Koppert geanalyseerd. Deze wortels zijn gedurende 2 uur geschud in een waterige oplossing, waarna er verdunningsreeksen van zijn gemaakt, die zijn uitgeplaat op voedingsbodems. Deze voedingsbodems zijn vervolgens in een stoof bij 30 °C gezet en na 3 dagen is het aantal kolonievormende eenheden van Trichoderma en Fusarium geteld.

Door het PPO-AGV werden van enkele objecten en het inoculum monsters genomen waarvan 2 maal 10 g grond van elk monster geschud werd in 90 ml 0.1 % WA. Hiervan werd een verdunningsreeks in duplo gemaakt (4 bepalingen per verdunningsstap van een monster).

De door trips aangetaste planten bleven iets kleiner. Uit de variantie-analyse bleek dat de plantlengte (door trips-aantasting) als covariabele getoetst niet het percentage aangetaste planten beïnvloedde. Hieruit wordt afgeleid dat de tripsaantasting geen effect heeft gehad en daarom niet wordt meegenomen in de proefbeschrijving.



Een fijne Groencompost B van Broekemahoeve



Verrijkte compost O van Orgaworld



Compost F van Stchting Afzetbevordering Ui,
uienpellencompost



Compost S van Soil Tech Solutions.



Middel T van Koppert



Plantextract P van Pireco

Figuur 1. Een kleine hoeveelheid van een toegediend middel op een witte ondergrond.

5 Resultaten

5.1 Waarnemingen tijdens de groei van de uien.

Een gram vers inoculum leverde $2.5 \cdot 10^7$ kolonievormende eenheden. Nadat na het inzetten van de proef een restdeel in de vriezer was geweest, had het inoculum nog $1.4 \cdot 10^6$ kolonievormende eenheden. Bij het inzetten van de proef werden de kolonievormende eenheden met *Fusarium* bepaald van controle grond die wel/niet gepasteuriseerd was en wel / niet met *Fusarium* was besmet (*Tabel 3*). Door de pasteurisatie was de besmetting met *Fusarium* verdwenen. Van nature waren er 130 kolonievormende eenheden aanwezig en door de besmetting werd het besmettingsniveau verhoogd naar 18 000 kve per g grond, waarbij het niet uitmaakte of de grond van tevoren gepasteuriseerd was.

Tabel 3. **Het aantal kolonievormende eenheden *Fusarium oxysporum* in wel/niet gepasteuriseerde controle grond en wel/niet met *Fusarium* besmet.**

Pasteurisatie	<i>Fusarium</i> besmetting	Kve/g grond
Gepast. grond	- <i>Fusarium</i>	0
Gepast. grond	+ <i>Fusarium</i>	$1.9 \cdot 10^4$
Natuurlijke grond	- <i>Fusarium</i>	$1.3 \cdot 10^2$
Natuurlijke grond	+ <i>Fusarium</i>	$1.8 \cdot 10^4$

Door Koppert zijn ook bepalingen aan de jonge wortels van de uienplanten uitgevoerd (*Tabel 4*). Grote niveauverschillen als gevolg van de behandelingen zijn zichtbaar geworden. *Trichoderma* komt weinig van nature voor. Door de lage dosering van Middel T worden er gemiddeld 56.000 kve *Trichoderma* per g droge wortel gevonden. Grond behandeld met compost van Orgaworld heeft bij de lage dosering 79.000 kve *Trichoderma*. De tienmaal hogere dosering leidt ook tot een tienmaal hogere *Trichoderma* bezetting op de wortels.

De *Fusarium* bezetting op de wortels is voor de niet geïnoculeerde composten allemaal 0 kve. Er is wel een laag besmettingsniveau aanwezig op de controle. Door de inoculatie stijgt de *Fusarium* besmetting op de wortels naar gemiddeld $2.3 \cdot 10^6$ kve per g verse wortel.

Op 23 september zijn het aantal opgekomen planten per pot gescoord. Er was een klein maar significant effect van de pasteurisatie en de kunstmatige *Fusarium*-besmetting aanwezig. De pasteurisatie verhoogde de opkomst van 16.7 naar 17.1 planten per pot. Het aanbrengen van de kunstmatige besmetting verlaagde de opkomst van 17.2 planten naar 16.7 planten.

In de gecorrigeerde totale opkomst op 18 november zijn deze verschillen ook nog betrouwbaar aanwezig. Dan komt er nog een betrouwbaar effect bij van de hoge dosering van compost P. Deze is gedaald van 17.0 naar 16.5 planten (*Tabel 5*).

Tabel 4. De door Koppert uitgevoerde bepalingen in enkelvoud begin september. Trichoderma is het aantal kve Trichoderma per g droge wortel. Fusarium is het aantal kve Fusarium per g droge wortel.

gepast.	Foc	compost	dosering	Trichoderma	Fusarium
0	0	Orgapower	H	970.000	0
0	1	Orgapower	H	642.000	828.000
1	0	Orgapower	H	538.000	0
1	1	Orgapower	H	838.000	2.710.000
0	0	Orgapower	L	59.500	0
0	1	Orgapower	L	1.540	4.010.000
1	0	Orgapower	L	134.000	0
1	1	Orgapower	L	120.000	2.770.000
0	0	standaard	0	0	27.400
0	1	standaard	0	152	120.000
1	0	standaard	0	0	21.300
1	1	standaard	0	0	463.000
0	0	Middel T	H	900.000	0
0	1	Middel T	H	696.000	6.320.000
1	0	Middel T	H	754.000	0
1	1	Middel T	H	436.000	1.500.000
0	0	Middel T	L	171.000	0
0	1	Middel T	L	18.400	3.400.000
1	0	Middel T	L	20.100	0
1	1	Middel T	L	12.800	1.310.000

Tabel 5. Het gecorrigeerde totaal aantal opgekomen planten/pot bij hoge en lage doses van diverse composten.

Object		Hoog	Laag
Controle	17.0		
B		17.2	16.7
F		17.2	17.2
O		17.5	17.8
P		16.5	17.7
S		17.9	17.4
T		17.2	17.3

5.2 De aantasting van de uienplanten.

Met alleen de natuurlijke besmetting waren 8.4 % van de planten aangetast (Tabel 6) Er waren geen significante verschillen opgetreden door het toevoegen van de composten. De kunstmatige besmetting leidde opmerkelijk tot een significante verlaging van het aantastingspercentage naar 4.5 %. Na pasteurisatie van de grond was het gemiddelde aantastingsniveau 5.2 % zonder kunstmatige besmetting en 3.2 % met kunstmatige besmetting. Dus ook na pasteurisatie leidde kunstmatige besmetting tot een verlaging van de aantasting.

Na de kunstmatige besmetting zien we wel verschillen optreden door de toediening van composten. Compost O gaf met 2.5 % de minste wegval door Fusarium te zien en was betrouwbaar verschillend van controle C, compost F en middel T. Middel T was met 7.9 % aantasting het hoogst en was significant hoger dan B, O en S, maar was niet significant verschillend van de controle.

Tabel 6. **Het aantastingspercentage na het toedienen van diverse composten aan wel en niet kunstmatig besmette grond.**

Object	Natuurlijke besmetting		Natuurlijke+kunstmatige besmetting	
	Aantasting (%)	Significantie (5 %)	Aantasting (%)	Significantie (5 %)
C	9.1	 e f	5.6	. b c d e .
B	9.0	 e f	3.3	a b
F	7.7	. . . d e f	5.4	. b c d e .
O	9.3	 e f	2.5	a
P	7.4	. . . d e f	4.4	a b c d . .
S	10.3	 f	4.0	a b c . .
T	6.8	. . c d e f	7.9	. . . e f
Gemiddeld	8.4	. B	4.5	A .

Het pasteuriseren van de grond leidde tot een betrouwbare verlaging van de aantasting van 9.3 % naar 4.1 % (Tabel 7). Bij het besmettingsniveau die van nature aanwezig was traden er verschillen op door de toediening van composten. Compost F en compost O hadden een significant lager besmettingsniveau van 6.6-7.0 % vergeleken met middel T en controle C van 13.2 -13.9 %. Na pasteurisatie bleken compost O en compost B significant lagere aantastingsniveaus te geven van 3.3 -3.5 % dan compost F van 6.3 %.

Tabel 7. **Het aantastingspercentage na het toedienen van diverse composten aan niet en wel gepasteuriseerde grond.**

Object	Niet gepasteuriseerd		Gepasteuriseerd	
	Aantasting (%)	Significantie	Aantasting (%)	Significantie
C	13.9	 e	3.7	a b . . .
B	8.4	. . . d e	3.5	a
F	6.6	. . c d .	6.3	. b c d .
O	7.0	. . c d .	3.3	a
P	8.2	. . . d e	4.0	a b c . .
S	9.9	. . . d e	4.1	a b c . .
T	13.2	 e	4.1	a b c . .
Gemiddeld	9.3	. B	4.1	A .

Tien weggevalen planten van het gepasteuriseerde controle object zonder kunstmatige besmetting (geen Fusarium-aantasting verwacht) werden uitgelegd op Komada agar. In alle gevallen werd hieruit toch Fusarium oxysporum geïsoleerd.

Het inoculum leidde tot minder aantasting. Voor het checken van de pathogeniteit werd agar met het isolaat dat gebruikt is voor het inoculum op één zijde van een test-ui aangebracht. Twee Fusaria van de twee schalen, waarvan het inoculum werd opgekweekt, waren pathogeen.

In 6 van 6 gevallen leidde een isolaat van de aangetaste uien wederom tot aantasting van de ui. Er bleek veel Trichoderma en Penicillium op de aangetaste uien in de proef aanwezig te zijn. Toen een Trichoderma of Penicillium isolaat samen met de Fusarium op de test-uien werd aangebracht, was de aantasting afwezig of sterk gereduceerd. Trichoderma of Penicillium alleen gaven geen aantasting.

5.3 Waarnemingen door Koppert en Pireco na afloop

Aan het eind van de proef zijn wederom een aantal potten met planten door Koppert geanalyseerd. Ook Pireco heeft waarnemingen verricht aan de potten met planten behandeld met plantextract P.

Bij de eindbeoordeling komen er alleen betrouwbare verschillen in het aantal Trichoderma kolonies (getransformeerd naar $\log_{10}(\text{cfu}+50)$) naar voren (Tabel 8). De controle en compost O met lage dosering laten geen detecteerbare aantallen Trichoderma zien. De overige objecten liggen hier betrouwbaar boven en de aanwezige bezetting van Trichoderma kan goed genoemd worden (informatie Koppert). Begin september werden er een factor 10 tot 100 meer Trichoderma-kolonies geteld per g droge wortel. Aan het eind van de biotoets was het aantal Fusarium kolonies op de controle uitgebreid naar meer dan een miljoen per g droge wortel, terwijl er begin september 20.000 of minder aanwezig waren.

Tabel 8. **Tellingen aan het eind en het begin van de biotoets (zie ook Tabel 4) van het aantal gezonde planten, versgewicht gezonde planten en het aantal kolonies per g droge wortel van Trichoderma en Fusarium. De objecten zijn van de niet gepasteuriseerde en niet besmette varianten.**

	Eindbeoordeling aan 60 zaden (drievoud)				Beginbeoordeling 80 zaden (enkelvoud)			
	Gezonde planten #	Versgewicht totaal g	Log cfu Trichoderma + 50	Log cfu Fusarium +1000	Gezonde planten #	Versgew g	Log cfu Tri +50	Log cfu Fusarium +1000
Controle	38	196	1.7	6.1	71	45	1.7	4.5
Comp. O-Laag	42	190	1.7	6.4	75	58	4.8	3.0
Comp. O-Hoog	47	182	4.3	6.0	73	62	6.0	3.0
Middel T-Laag	47	236	3.9	5.8	68	56	5.2	3.0
Middel T-Hoog	46	250	5.1	5.9	69	59	6.0	3.0
F-prob	-	-	0.01	-				
LSD	10	67	1.9	0.5				

Uit een analyse met alleen de waarnemingen van object C en P door Pireco blijkt dat het vers gewicht en het droog gewicht per pot het laagst is bij niet pasteuriseren en niet besmetten (interactie pasteuriseren en besmetten significant). Het percentage weggevalen planten is daar ook het hoogst (*Tabel 6*). Het percentage droge stofgewicht geeft significante verschillen te zien. De controle (6.7 %) is betrouwbaar lager dan de lage dosis van het plantextract (7.2%) en de hoge dosis (7.6%). Het plantextract P geeft een verhoging van het droge stof percentage, maar geen significante verlaging van het percentage aangetaste planten.

6 Discussie

De Nagele grond met de natuurlijke besmetting gaf in de biotoets een hoogste aantasting van 15.4 %. Door het pasteuriseren werd de aantasting verlaagd maar niet geëlimineerd. Door het kunstmatige besmetten werd de aantasting wederom verlaagd ook in die situaties, dat er gepasteuriseerd was.

Er kunnen twee redenen zijn dat er een besmetting van de gepasteuriseerde grond is opgetreden namelijk

- de hoge temperatuur was toch niet voldoende om alle chlamydosporen te doden
- later is herbesmetting van *Fusarium* opgetreden

Normaal gesproken worden de chlamydosporen van *Fusarium oxysporum* gedood bij 1/2 uur 60 °C (Castejon-Munoz en Bollen, 1993). In onze proef was zelfs gedurende de nacht de temperatuur op 70 °C gebleven. Toch werden in wortels van twee gepasteuriseerde grondmonsters van de controle na aanvang van de proef door Koppert nog *Fusaria* aangetoond (niet noodzakelijkerwijze *Foc*). In de gepasteuriseerde grond vond het PPO geen *Fusarium oxysporum*. Mogelijkerwijs kan er vermeerdering van enkele overgebleven *Fusaria* op het worteloppervlak hebben plaats gevonden.

Verspreiding is mogelijk via het water en door de lucht. De potten stonden allen op vilt op schalen gescheiden van elkaar. De eerste maanden werd van onderaf water gegeven. Dat er dan verspreiding met het water optreedt, is onwaarschijnlijk omdat er alleen water uit het vilt opgezogen werd. Pas later toen de planten groter werden, werd ook bovenop water gegeven. Toen was sprake van percolatie waarbij ook nog de schaal kon overlopen. De aantallen *Fusarium oxysporum* in de gepasteuriseerde grond lagen onder de detectiegrens van de bepalingsmethode van het PPO. Dit duidt erop dat de besmetting er naderhand in is gekomen. Op de wortels werden door Koppert enkele weken na aanvang van de proef geen *Fusaria* gevonden zonder kunstmatige besmetting. Met kunstmatige besmetting was de *Fusarium* bezetting heel hoog. Alleen bij de controle objecten werden na pasteurisatie al lage aantallen *Fusaria* gevonden en leek na kunstmatige besmetting de toename met *Fusarium* bij de controle niet zo groot als bij de toediening van composten.

De vraag is of er later verspreiding is opgetreden met de conidiën van *Fusarium* door de lucht. Niet eerder werd dit in de biotoetsen met *Fusarium* op het PPO geconstateerd.

Ondanks de toename van de *Fusarium* in de grond en op de wortel na kunstmatige besmetting was de aantasting van de plant uiteindelijk lager.

Wat zijn mogelijke verklaringen dat het toedienen van inoculum tot een verlaging van de aantasting leidt zelfs op gepasteuriseerde grond.

1- het inoculum is niet pathogeen

2- het inoculum wordt tegengewerkt door de opbloei van microflora (op de voedingsstoffen bij het inoculum)

3- het inoculum wordt tegengewerkt door de antagonisten bij aantasting van de ui.

Het inoculum was waarschijnlijk wel pathogeen gezien de pathogeniteitsproef op ui.

Door de kunstmatige besmetting was het aantal kve *Fusarium* in de bodem toegenomen. In eerdere biotoetsen leidde toediening van inoculum tot een hogere besmetting van planten op gepasteuriseerde en op potgrond. De ingrediënten van het inoculum waren iets gewijzigd om tot een hoger aandeel aan kve per g inoculum te komen met meer chlamydosporen. Mogelijk dat een hogere voedingssituatie van het inoculum leidt tot een hogere attractie voor micro-organismen waardoor *Fusarium* wordt teruggedrongen. In gepasteuriseerde en niet gepasteuriseerde grond is de situatie met micro-organismen verschillend, waardoor het effect van het *Fusarium* inoculum ook verschillend kan zijn. Dit kan de reden zijn voor een relatieve verhoging van de aantasting door de jonge en rijke compost F in gepasteuriseerde en een relatieve verlaging in niet gepasteuriseerde grond. Wanneer de rijpe composten worden toegediend hebben zij blijkbaar nauwelijks invloed op de aantasting. De voedingssituatie van het inoculum kan mogelijk verklaren waarom het effect van het toegediend inoculum gering is, maar kan niet verklaren dat hiermee de natuurlijke besmetting wordt teruggedrongen.

Bij de pathogeniteitsproef bleek dat *Trichoderma* of *Penicillium* op de ui de aantasting kan terugdringen. Dit duidt op antagonisten die een extra werking kunnen hebben. Wanneer deze antagonisten bij het inoculum aanwezig waren of door het inoculum gestimuleerd werden dan kan verklaard worden dat de aantasting uiteindelijk werd verlaagd door het inoculum. Het inoculum was schoon, zodat overblijft dat de antagonisten

gestimuleerd werden. Dat stimulatie zowel in natuurlijke besmette als in gepasteuriseerde grond optreedt, is opvallend. Bovendien was te verwachten dat ook de natuurlijke besmetting door deze antagonisten zou zijn teruggedrongen.

Omdat *Fusarium* een week eerder aan de grond is toegediend, treedt er door de toediening van composten een verdunning op. Deze is voor de hoogste concentratie compost een 30 % verdunning. Er werd evenwel in de aantastingscijfers geen interactie gevonden met de dosering van de composten.

De 30 % dosering van de composten is zo gekozen omdat voor ziektevermindering de dosering vrij hoog moet zijn. Eerder werd dan bij deze doseringen wel resultaat gevonden. Een tienvoudig lagere dosering van de compost tot 3 % zal dan een minder duidelijk of geen effect geven. In de praktijk is 3 % nog altijd een grote hoeveelheid per ha. Toepassing in de rij of per plant kan de concentratie van de compost sterk doen stijgen.

In de potproef is geen hoofdeffect van de compost toediening opgetreden. Alleen na kunstmatige besmetting, waarbij de besmetting daalde, gaf compost O een significante verlaging van de aantasting te zien van 5.6 naar 2.5 %. In niet gepasteuriseerde grond werd de aantasting van 13.9 % verlaagd naar 6.6 en 7.0 % door resp. compost F en compost O. Middel T gaf in die situatie weer een significant hogere aantasting van 13.2 %, maar was niet verschillend van de controle. Middel T maakt in een andere concentratie ook onderdeel uit van compost O. De betere werking van compost O in sommige situaties is waarschijnlijk niet toe te schrijven aan de aanwezigheid van Middel T. De *Trichoderma* bezetting op de wortel was goed tot het eind van de proef, maar blijkbaar reageerde de *Fusarium*-aantasting daar niet op. Compost O is ook een groencompost. De andere groencomposten B en S hadden geen effect. In de niet gepasteuriseerde grond is compost F met 6.6 % aantasting het laagst en in de gepasteuriseerde grond met 6.3 % het hoogst. Compost F is niet gerijpt en bevat veel voedingsstoffen. In de niet gepasteuriseerde grond leiden deze voedingsstoffen mogelijk tot een stimulering van de antagonisten van *Fusarium*, terwijl in de gepasteuriseerde grond *Fusarium* zelf wordt bevorderd. Aangezien niet te voorspellen is of de antagonist of het pathogeen wordt bevorderd, is het inzetten van compost F ook in niet gepasteuriseerde grond risicovol.

De dosering van de composten had geen effect op het totaal aantal of het percentage aangetaste uien.

Plantextract P kan bij hogere doseringen iets fytotoxisch werken. Dit bleek in het totaal aantal opgekomen planten dat bij de hoge dosering significant daalde van 17.0 naar 16.5 planten per pot. Het droge stof percentage bleek door plantextract P significant verhoogd te worden.

7 Dankbetuiging

De firma's hebben de composten en de middelen gratis ter beschikking gesteld. Bovendien hebben Koppert en Pireco aan de potjes met hun middelen extra waarnemingen verricht. Daarvoor is veel dank verschuldigd. Na verwerking van die waarnemingen konden er betere conclusies worden getrokken. Toch waren de effecten niet allemaal eenduidig. Dankbaar ben ik dan ook voor het commentaar van Postma, Gunther en Disseveld bij het conceptverslag.

8 Literatuur

- Castejon-Munoz en Bollen, 1993. Induction of heat resistance in *Fusarium oxysporum* and *Verticillium dahliae* caused by exposure to sublethal heat. *Neth. J. Pl. Path.* 99, 77-84
- Dodde, H. (2010). "Bodemschimmels in ui rukken op." Nieuwe oogst / land- en tuinbouworganisaties LTO Noord, ZLTO en LLTB. Magazine gewas **6**(3): 7.
- Kalkdijk, J. R., L. J. Esselink, et al. (2004). Tolerantie en uitzieking *Fusarium oxysporum* f.sp. *cepae* in de teelt van zaaiuien (2002-2004). Report 5234304. Lelystad, PPO-AGV: pp. 32.
- Postma, J., R. W. A. Scheper, et al. (2010). "Effect of successive cauliflower plantings and *Rhizoctonia solani* AG 2-1 inoculations on disease suppressiveness of a suppressive and a conducive soil." Soil Biology and Biochemistry **42**(5): 804-812.
- Postma, J., L. H. Stevens, et al. (2009). "Biological control of *Pythium aphanidermatum* in cucumber with a combined application of *Lysobacter enzymogenes* strain 3.1T8 and chitosan." Biological Control **48**(3): 301-309.
- Termorshuizen, A. J., E. van Rijn, et al. (2006). "Suppressiveness of 18 composts against 7 pathosystems: Variability in pathogen response." Soil Biology and Biochemistry **38**(8): 2461-2477.
- van der Gaag, D. J., F. R. van Noort, et al. (2007). "The use of green waste compost in peat-based potting mixtures: Fertilization and suppressiveness against soilborne diseases." Scientia Horticulturae **114**(4): 289-297.