



WAGENINGEN UR

*For quality of life*

---

# Resultaten van middelentoets tegen Fusarium-voetrot in komkommer

Jantineke Hofland-Zijlstra, Pim Paternotte & Roel Hamelink

Wageningen UR Glastuinbouw, Wageningen  
Januari 2008

---

© 2008 Wageningen, Wageningen UR Glastuinbouw

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 Wageningen UR Glastuinbouw.

Dit onderzoek werd gefinancierd door het Productschap Tuinbouw



Projectnummer WUR Glastuinbouw: 3242019600  
PT nummer: 12819

## **Wageningen UR Glastuinbouw**

Adres : Violierenweg 1, 2665 MV Bleiswijk  
: Postbus 20, 2665 ZG Bleiswijk  
Tel. : 0317 - 48 56 06  
Fax : 010 - 522 51 93  
E-mail : [glastuinbouw@wur.nl](mailto:glastuinbouw@wur.nl)  
Internet : [www.glastuinbouw.wur.nl](http://www.glastuinbouw.wur.nl)

# Inhoudsopgave

	pagina
Samenvatting	5
1 Inleiding	7
1.1 Aanleiding van het onderzoek	7
1.2 Fusarium-voetrot in komkommer	7
2 Materiaal en Methode	9
2.1 Toetsing op pathogeniteit	9
2.2 Opzet kasproef	9
2.3 Metingen	10
2.4 Statistische analyse	11
3 Resultaten	13
3.1 Verloop ziektedruk	13
3.2 Beoordeling plantvitaliteit	13
3.3 Gemeten productie	14
3.4 Beoordeling aantasting door Fusarium	14
4 Discussie en Conclusie	17
4.1 Geringste Fusarium-infectie in controleplanten	17
4.2 Effect van chemische middelen op aantasting door Fusarium	17
4.3 Effect van Trianum	17
4.4 Metingen ziektedruk via DNA-analyses	18
4.5 Conclusies	18
5 Aanbevelingen	19
5.1 Aanbevelingen voor de praktijk	19
5.2 Aanbevelingen voor verder onderzoek	19
6 Literatuur	21



# Samenvatting

In het najaar 2007 is bij WUR Glastuinbouw in Bleiswijk een deugdelijkheidsonderzoek uitgevoerd naar middelen die aantasting door Fusarium-voetrot kunnen voorkomen. Er zijn vijf middelen getest. Middelen die werden toegediend aan de plantvoet lijken in deze proef echter de gevoeligheid voor Fusarium te bevorderen in plaats van te verminderen.

## Verschillende middelen

De geteste middelen waren: twee reinigingsmiddelen (Natriumhypochloriet & ReciClean), Trianum (*Trichoderma harzianum*) en twee middelen die nog niet toegelaten zijn en aangegoten werden bij de plantvoet. Trianum is al tijdens de opkweek toegediend. De andere middelen zijn vanaf het planten toegediend. Na twee dagen werden alle systemen besmet met *Fusarium oxysporum* f. sp. *radicis-cucumerinum*. Er was ook een controlebehandeling waarin wel Fusarium aanwezig was, maar geen middel werd toegediend. De teeltduur was zes weken en liep van week 38 tot 44. Door middel van DNA analyses via RISCover® (Blgg) is het verloop van de ziektedruk in het recirculatiewater gevolgd. Aan het einde van de teelt is de verbruining van de vaatbundels en wortelvoet beoordeeld.

## Duidelijke Fusarium verschijnselen

De besmetting van Fusarium-voetrot sloeg goed aan. Na twee tot drie weken waren de eerste symptomen zichtbaar. Dit uitte zich eerst in het openscheuren van de stengelvoet en in een later stadium in bruinverkleuring van de aangetaste plantedelen. In ernstige gevallen werd zelfs roze schimmelpuis zichtbaar en viel binnen enkele dagen de hele plant uit als gevolg van vaatverstopping en verwelking.

## Resultaten

De controleplanten werden in een lichte mate aangetast en vertoonden de geringste verwelkingssymptomen. Planten die met natriumhypochloriet waren behandeld lieten de minste aantasting zien ten opzichte van de andere middelen. Van de aangegoten middelen gaf middel B de zwaarste aantasting waardoor dit middel ongeschikt is voor preventieve toepassing tegen Fusarium bij jonge planten. Het andere middel A werkte evengoed als het meedruppelen van ReciClean, maar gaf nog wel een hogere aantasting ten opzichte van de controleplanten. De planten die waren behandeld met Trianum werden zwaar aangetast door Fusarium. Hier is hoogstwaarschijnlijk een fytotoxische reactie opgetreden door een te hoge toedieningsconcentratie tijdens de opkweek. De periode van twee dagen tussen toediening van de middelen en het besmetten van de planten kan bij de andere middelen een oorzaak zijn geweest voor de hogere aantasting in de behandelde planten. Hierdoor zijn de planten mogelijk extra verzwakt geraakt, zodat Fusarium makkelijker kon binnendringen.

## Conclusie & Vervolg

Uit deze proef zijn geen nieuwe middelen gekomen die aantasting door Fusarium-voetrot kunnen voorkomen. Tot nu toe blijft een goede strikte bedrijfshygiëne nog steeds erg belangrijk in het voorkomen van Fusarium-voetrot. Daarnaast is de zorg voor een sterk groeiend gewas belangrijk in kritieke perioden waarin aantasting door Fusarium snel kan optreden. Naar aanleiding van de uitkomsten van dit onderzoek is in overleg met de BCO komkommer een nieuw projectvoorstel ingediend om een aantal middelen onder andere condities opnieuw te testen.



# 1 Inleiding

## 1.1 Aanleiding van het onderzoek

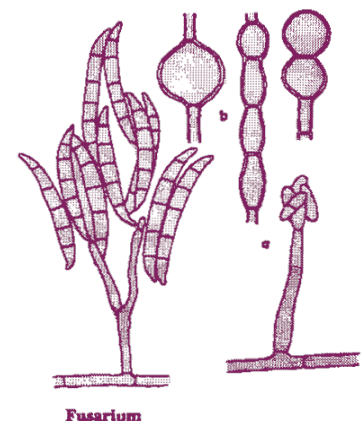
Uitval van planten door *Fusarium*-voetrot is in de komkommerteelt steeds een terugkerend probleem. In het voorjaar van 2006 was de uitval echter erg groot. Naar aanleiding hiervan is door Paternotte en Janse (2006b) een onderzoek uitgevoerd naar de oorzaken van de uitval en het verband met teeltomstandigheden. Uit het onderzoek kwam naar voren dat de uitval werd veroorzaakt door één specifieke ziekteverwekker, *Fusarium oxysporum* f. sp. *radicis-cucumerinum*. Deze schimmel kan al bij lage temperatuur wortels infecteren en heeft een optimumtemperatuur van 17°C (Punja & Parker, 2000). Na analyse van de vragenlijsten bleek dat besmet plantmateriaal van de plantenkweker de belangrijkste oorzaak van de vroege aantasting was. Bestrijding van *Fusarium*-voetrot is zeer lastig, omdat er geen curatieve chemische middelen beschikbaar zijn. Hierdoor zijn de telers aangewezen op het nemen van zeer strenge hygiënische maatregelen en een zeer grondige ontsmetting aan het einde van een teelt. Als er tijdens de teelt aantasting door *Fusarium* zichtbaar wordt, is het enige wat overblijft, het verwijderen van zieke planten om zo verspreiding te voorkomen. De laatste jaren zijn telers daardoor ook massaal overgegaan op het meegeven van Trianum, een product met de antagonistische schimmel *Trichoderma harzianum*. De plantversterker Trianum moet al tijdens de opkweek toegediend worden om voldoende met de jonge wortels mee te groeien. In hoeverre dit product echt een infectie van *Fusarium* kan beperken is nog niet duidelijk in proeven aangetoond. Ook in hoeverre andere potentiële chemische middelen een *Fusarium* aantasting kunnen bestrijden is nog niet duidelijk.

### Doel

Het doel van de dit onderzoek is om in een kasproef na te gaan welke middelen een aantasting door *Fusarium* kunnen voorkomen. Daarbij ligt de nadruk op preventie, omdat de eerste aantasting al vroeg, enkele weken nadat de planten uitgeplant zijn, kan optreden.

## 1.2 *Fusarium*-voetrot in komkommer

*Fusarium*-voetrot kan het hele jaar door met pieken in het voorjaar en najaar uitval geven. De schimmel is van nature een zwakteschimmel en slaat vooral toe onder stressomstandigheden en bij een zwak gewas. Te lage worteltemperatuur als gevolg van bijv. koud gietwater of een te lage buistemperatuur en te weinig licht bijvoorbeeld in een donker voorjaar of door te sterk te schermen lijken belangrijke factoren die een aantasting kunnen bevorderen. De eerste symptomen zijn te zien aan de plantvoet. Deze begint eerst open te barsten. Later kan er op deze plaatsen roze schimmelpluis ontstaan. In een vergevorderd stadium verspreidt de aantasting zich en kunnen grote gedeeltes van de stengel roze gaan kleuren. Bij hoge instraling gaan ook enkele of meerdere bladeren slap als gevolg van verstopping van de vaatbundels en stagnerende wateropname. In een vergevorderd stadium van aantasting verwelkt de hele plant en is de plantvoet weggerot. *Fusarium* produceert verschillende sporen (Figuur 1). De microconidia zijn kleine, enkelcellige sporen die meestal verantwoordelijk zijn voor een aantasting en via natuurlijke openingen de wortels binnendringen. Op het roze schimmelpluis aan de stengel vormen zich in een later stadium de macroconidia die zich via de lucht kunnen verspreiden. Dit is echter door hun kleverige eigenschappen beperkt. In aangetast plantmateriaal ontstaat ook rustsporen (chlamydo-sporen) die ongunstige omstandigheden goed kunnen overleven en tijdens gunstige condities weer ontkiemen.



Figuur 1. *Fusarium* sporen: macroconidia (links), microconidia (rechts) en rustsporen (chlamydo-sporen, boven).

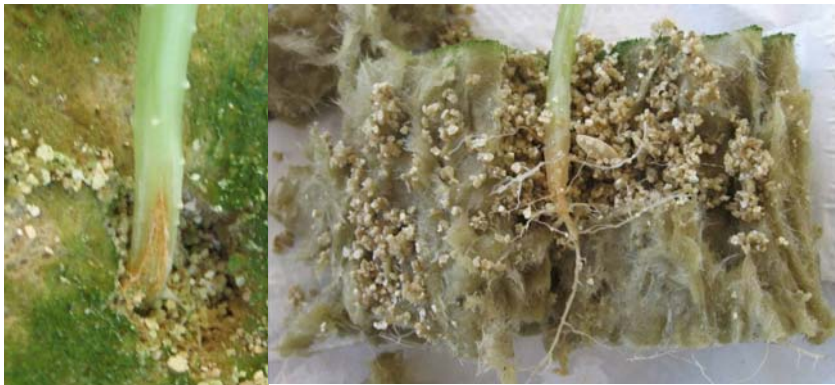




## 2 Materiaal en Methode

### 2.1 Toetsing op pathogeniteit

In het onderzoek dat in 2006 is uitgevoerd door Paternotte & Janse (2006b) zijn drie verschillende isolaten van *Fusarium oxysporum* f. sp. *radicis-cucumerinum* verzameld. Dit materiaal is gebruikt als inoculumbron voor de kasproef. Voorafgaand is getoetst of alle isolaten nog infectieus waren op jonge komkommerplanten. Na drie weken waren alle kiemplanten aangetast en gaven duidelijke symptomen van verwelking en hadden necrotische wortels (Figuur 2).



Figuur 2. Symptomen van aangetaste zaailingen van komkommer in de toetsing op pathogeniteit met *Fusarium*-voetrot.

### 2.2 Opzet kasproef

#### Proefopzet

De proef is uitgevoerd in twee kassen met elk zes watergeefsystemen waarin het water per systeem werd gerecirculeerd. In elke kas werden de behandelingen in tweevoud uitgevoerd met in totaal 80 planten per behandeling. De planten zijn geteeld volgens het hogedraad-systeem en standaard klimaatcondities (temperatuur 20°C, minimumbuis 45°C, RV 87%). Als ras is gekozen voor Shakira, omdat deze een hoge resistentie tegen meeldauw heeft en met name de hoge resistentie-meeldauw rassen gevoeliger schijnen te zijn voor een aantasting door *Fusarium*-voetrot. Daarnaast is de kans op neveneffecten van eventuele bespuitingen tegen meeldauw op *Fusarium* geringer. Het voedingswater werd gerecirculeerd zonder tussenkomst van een ontsmetter om de *Fusarium* zo goed mogelijk te verspreiden in het systeem.

#### Behandelingen

Alle middelen zijn één dag nadat de planten op de mat waren gezet, toegediend. Trianum is daarvoor tijdens de opkweek ook al tweemaal toegediend. De behandelingen met chloor en Reciclean zijn wekelijks aan de voedingsbakken meegegeven, zodat het middel bij iedere druppelbeurt werd meegedruppeld. De andere behandelingen (Middel A en Topsin) zijn na 10 dagen nog een keer herhaald en opnieuw aan de plantvoet toegediend. De volgende behandelingen werden uitgetest:

- Controle (geen toediening van middelen, maar wel besmet met *Fusarium*)
- Chloor – 0,5 ml / 100l voedingswater (natriumhypochloriet bevat 15% chloor)
- ReciClean – 100 ml / 100l voedingswater
- Middel A – 3 l / ha (niet toegelaten)
- Trianum
- Topsin – 1 l / ha (geen toelating in komkommer)

Inoculatie van *Fusarium*

Het inoculum van de massakweek met *Fusarium oxysporum* f. sp. *radicis-cucumerinum* werd twee dagen na de behandelingen toegediend aan de voedingsbakken. Ter controle werd daarna een DNA-analyse verricht op het water uit de voedingsbakken.

## 2.3 Metingen

Tijdens de proefperiode zijn de plantvitaliteit (aantal slappe bladeren), productie en symptomen van *Fusarium* aan de plantvoet beoordeeld. Na zes weken zijn alle planten opnieuw beoordeeld en werden ook de plantvoet en stengel doorgesneden voor beoordeling op vaatverkleuring (Figuur 3). De ziektedruk van *Fusarium* tijdens de teelt werd gemeten door een DNA-analyse van het matwater (RISCover<sup>®</sup> Komkommer, Bgg) waarbij behalve op de aanwezigheid van *Fusarium* soorten specifiek gelet werd op de aanwezigheid van *Fusarium oxysporum* f. sp. *radicis-cucumerinum*. Deze metingen zijn voor elke behandeling afzonderlijk vier keer uitgevoerd.



Figuur 3. Symptomen van *Fusarium*-aantasting: verwelking van bladeren, vaatverkleuring en infectie van de plantvoet.

Beoordeling verkleuring van de vaatbundels. Index:

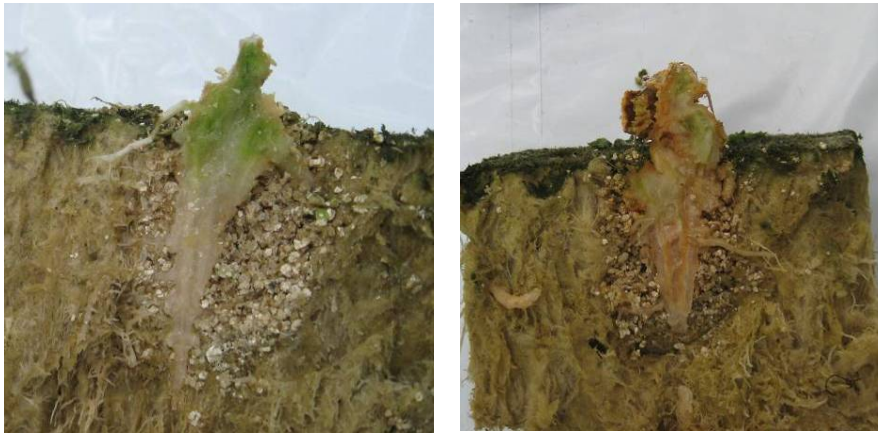
- 0 - geen verkleuring,
- 1 - lichte verkleuring alleen aan onderkant stengel,
- 2 - verkleuring van vaatbundels aan beide doorgesneden zijden (Figuur 4).



Figuur 4. Sterke bruinkleuring van de vaatbundels (index 2).

Beoordeling verkleuring van de wortelhals (Figuur 5). Index:

- 0 - geen verkleuring
- 1 - lichte verkleuring
- 2 - matige verkleuring
- 3 - sterke verkleuring



Figuur 5. Beoordeling vaatverkleuring wortelhals volgens een index 0 (links) – 3 (rechts).

## 2.4 Statistische analyse

Voor de beoordeling van betrouwbare verschillen tussen de behandelingen is gewerkt met de methode van variantie-analyse (ANOVA) in SPSS. Hiervoor zijn alle data eerst getoetst op een normale verdeling met behulp van de Kolmogorov-Smirnov test en indien nodig log-getransformeerd. Als de variatie tussen de behandelingen groter is dan de variatie binnen een behandeling dan is er sprake van een significant verschil tussen behandelingen. Dit werd geanalyseerd met een post-hoc test (Tukey,  $P < 0.05$ ). In de grafieken van de resultaten zijn deze betrouwbare verschillen door verschillende letters boven de balken weergegeven.



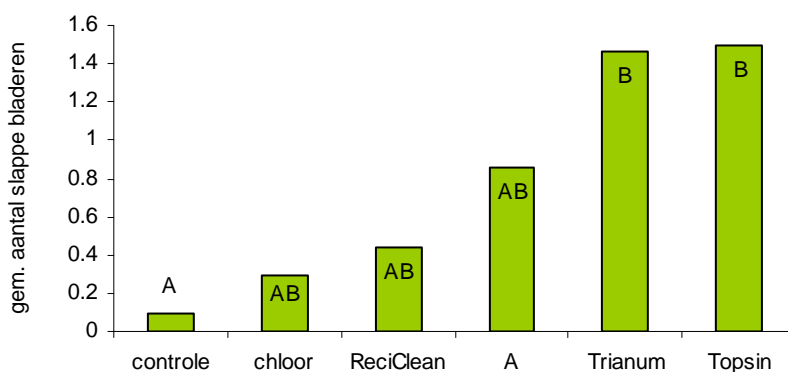
## 3 Resultaten

### 3.1 Verloop ziektedruk

Op de dag dat de planten op de mat werden gezet werd gestart met de DNA-analyses van het matwater. Dit was voordat de Fusarium-voetrot aan de voedingsbakken was toegediend. In deze eerste metingen was geen Fusarium-voetrot in de mat aanwezig. Ook tijdens de teelt was er echter geen meetbare hoeveelheid van Fusarium-voetrot in het verzamelde water uit de matten terug te vinden. Alleen in één behandeling werd na zes weken een lichte hoeveelheid aangetroffen. In deze behandeling waren ook planten aanwezig die verwelkingssymptomen lieten zien. De aanwezigheid van de algemenere soorten zoals *Fusarium* spp. en de *Fusarium oxysporum* groep was wel steeds hoog. In de eerste meting van het voedingswater na toediening van *Fusarium inoculum* werd wel een sterke aanwezigheid van *Fusarium oxysporum* f. sp. *radicis-cucumerinum* aangetroffen. Kennelijk wordt een grote hoeveelheid Fusarium voetrot wel goed teruggevonden in de DNA-metingen. Voor aanvullend onderzoek zijn na de oogst individuele plantenwortels, die aangetast waren door Fusarium-voetrot, en omringend substraatvocht afzonderlijk geanalyseerd op aanwezigheid van *Fusarium oxysporum* f. sp. *radicis-cucumerinum*. Deze analyses toonden wel duidelijk de aanwezigheid aan van Fusarium-voetrot, zowel in het omringende matwater van de aangetaste planten als in de wortels.

### 3.2 Beoordeling plantvitaliteit

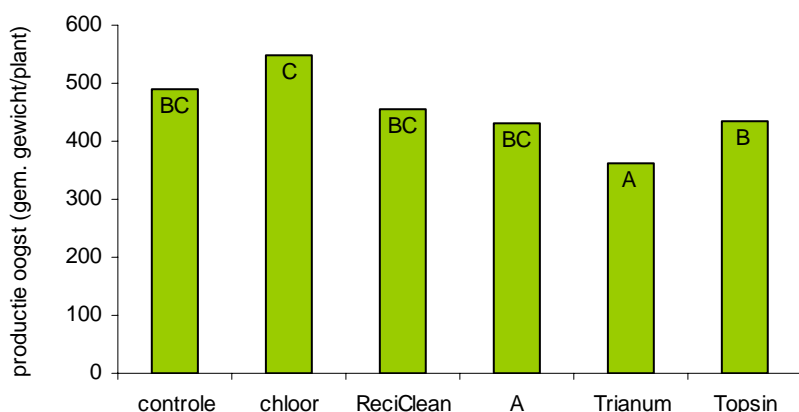
Bij de beoordeling van de verwelkingssymptomen door het tellen van het aantal slappe bladeren per behandeling was het opvallend dat planten in de controlebehandeling de minste aantal verwelkte bladeren hadden (Figuur 6). In de behandelingen waar de middelen aan de voedingsbakken werden toegediend, zoals chloor en ReciClean, vertoonden een paar planten wel slappe bladeren, maar toch in geringere mate dan in de andere behandelingen waar middelen aan de substraatmat waren toegediend. Het niet toegelaten Middel A was bij het scoren van de plantvitaliteit niet verschillend van de controle behandeling. Planten die behandeld waren met Trianum en Topsin hadden de meeste slappe bladeren en dit was duidelijk meer dan het aantal slappe bladeren in de controle behandeling.



Figuur 6. Gemiddeld aantal slappe bladeren per behandeling. Gelijke letters in de balken geven aan welke behandelingen niet significant van elkaar verschillen.

### 3.3 Gemeten productie

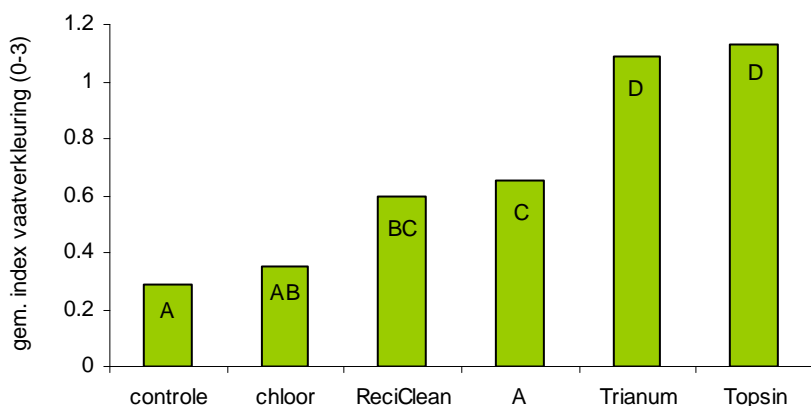
De productie, zes weken na planten, verschilde bij de meeste behandelingen niet significant van de controlebehandeling (Figuur 7). Planten die waren behandeld met chloor vertoonden een licht verhoogde productie, terwijl de planten behandeld met Trianum duidelijk minder productie lieten zien. Verder was het verschil tussen Trianum en Topsin opvallend. Planten in beide behandelingen lijken visueel evenveel aangetast door Fusarium, maar de Trianum planten leverden op dit gemeten tijdstip de geringste productie.



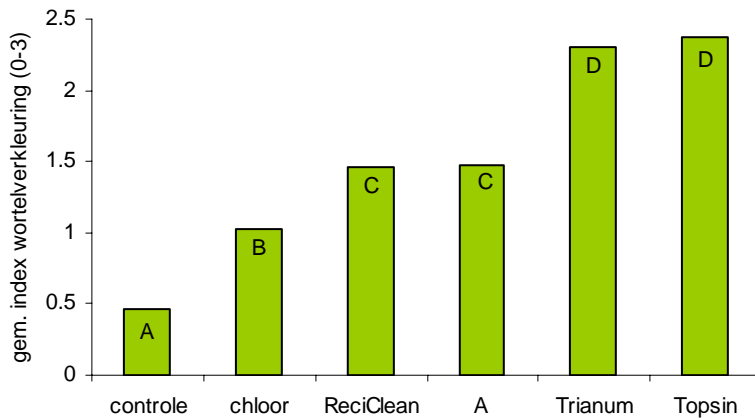
Figuur 7. Gemeten productie na een teelt van zes weken, weergegeven als totaal gewicht van alle vruchten per plant. Gelijke letters in de balken geven aan welke behandelingen niet significant van elkaar verschillen.

### 3.4 Beoordeling aantasting door Fusarium

Het objectief vaststellen van aantasting door Fusarium is lastig, mede omdat de aanwezigheid van verwelkte bladeren meerdere oorzaken kan hebben. Vanwege de eigenschap als vaataantaster is daarom ook vastgesteld wat de mate van bruinkleuring was van de vaten en de wortelhals. Bij het doorsnijden van de stengels vlak boven de plantvoet zijn de bruingekleurde zeefvaten goed zichtbaar. Bij een lichte aantasting was vaak alleen aan de onderkant van de doorgesneden stengel een verkleuring zichtbaar. Bij een zwaardere aantasting zagen we duidelijk ook hogerop in de stengel de verkleurde vaten. De resultaten zijn weergegeven in Figuur 8.



Figuur 8. Resultaten van de mate van verkleuring van de vaatbundels. Gelijke letters in de balken geven aan welke behandelingen niet significant van elkaar verschillen.



Figuur 9. Resultaten van de mate van verkleuring van de wortelhals. Gelijke letters in de balken geven aan welke behandelingen niet significant van elkaar verschillen.

De controleplanten tonen opnieuw de minste Fusarium-symptomen. Planten van de andere behandelingen laten daarentegen wel duidelijke vaatverkleuring zien met opnieuw Trianum en Topsin als uitschieters. Planten die behandeld zijn met chloor zijn niet significant verschillend van de controle planten. In deze proef zijn verwelkte bladeren duidelijk het gevolg van de aangetaste vaatbundels door Fusarium-voetrot. De resultaten van de wortelhals verkleuring komen bijna overeen met de resultaten van de vaatverkleuring (Figuur 9). Echter, behandeling met chloor geeft aan de wortelhals wel meer bruinkleuring dan aan de wortelhals van controle planten. Daarnaast zijn planten behandeld met Reciclean aan de wortelhals meer verkleurd dan planten behandeld met chloor.





## 4 Discussie en Conclusie

### 4.1 Geringste Fusarium-infectie in controleplanten

Het meest opvallende resultaat in deze kasproef is dat de controleplanten nauwelijks waren geïnfecteerd door Fusarium-voetrot (*Fusarium oxysporum* f. sp. *radicis-cucumerinum*). Daarentegen waren planten die middelen gedoseerd hadden gekregen wel in mindere of sterkere mate aangetast. De controleplanten vertonen in deze proef in het najaar een sterke en snelle groei zonder stresscondities. Uit de literatuur is bekend dat een kans op aantasting door Fusarium dan gering is. Dit bleek ook in deze proef het geval te zijn. De planten die door middel van middeltoediening kort voor het toedienen van het Fusarium-inoculum wel meer stress hadden, vertoonden echter wel symptomen van Fusarium infectie. Eén van de werkingsmechanismen kan zijn dat de fragiele bacterielaag rondom de wortelzone toch verstoord wordt door de middelen en hierdoor dunner wordt, waardoor Fusarium eerder een kans heeft om een opening te vinden om alsnog binnen te dringen. Vanuit de praktijk is ook bekend dat na toediening van chemische middelen de plant een paar dagen nodig heeft om zich weer te herstellen.

### 4.2 Effect van chemische middelen op aantasting door Fusarium

In deze proef is de aantasting door Fusarium het grootst bij middelen die werden aangegoten. Planten behandeld met Topsin lieten de meest negatieve resultaten zien. De producent had vantevoren aangegeven dat toediening bij (te) jonge planten nadelig kan uitwerken in verband met wortelschade. Het gebruik van dit middel lijkt hiermee voor preventieve toepassing tegen een Fusarium infectie niet geschikt. Van de andere chemische middelen die werden aangegoten bij de plant komt middel A als beste uit de bus en gaf vergelijkbare resultaten als het meedruppelen van ReciClean. De toepassing van oxiderende middelen (chloor, Reciclean) in de voedingsbakken lieten de minste aantasting zien en soms zelfs niet verschillend van de controle planten. Dit kan worden verklaard doordat de besmetting met Fusarium ook via dezelfde voedingsbakken werd meegegeven. Hierdoor heeft chloor of ReciClean de ziektedruk van Fusarium kunnen verlagen, voordat dat deze bij de planten in de mat kwam. Het meegeven van chloor heeft geen nadelige effecten op de opbrengst zes weken na planten en leek net iets effectiever te werken dan ReciClean.

### 4.3 Effect van Trianum

De planten die tijdens de opkweek waren behandeld met Trianum werden in deze proef sterker aangetast door Fusarium dan de controleplanten. Eén verklaring hiervoor kan zijn dat er bij de toediening door de producent (Koppert) is afgeweken van het standaardprotocol waardoor het middel fytoxisch is geweest. Het advies is om Trianum eenmaal toe te passen tijdens de opkweek en vervolgens maandelijks vanaf planten. In deze proef werd echter al twee keer een Trianum hoeveelheid toegediend in de opkweek om een snelle opbouw van de Trichoderma-populatie te bespoedigen. Hierdoor was de hoeveelheid aanwezige sporen een machtsfactor drie hoger ten opzichte van wat normaal gebruikelijk is. Tot een tweede behandeling in de opkweek was besloten, omdat Fusarium-voetrot al binnen drie dagen na uitplanten is toegediend. Behandelde komkommerplanten werden echter juist vatbaarder voor Fusarium dan weerbaarder. De verklaring voor dit proces is nog niet helemaal duidelijk. Trianum heeft bewust alleen een toelating voor het gebruik als plantversterker en niet voor het gebruik als schimmelbestrijdingsmiddel. In een bodemmilieu kan Trianum functioneren als een buffer die pieken in pathogeen-concentraties afvlakt. Het lijkt er echter sterk op dat wanneer de concentraties (toegediend) pathogeen te hoog worden, Trianum niet meer afdoende bescherming biedt. Ook in andere proeven (bv.

met *Alstroemeria*) die in 2007 door WUR Glastuinbouw zijn uitgevoerd, kwam naar voren dat Trianum bij aanwezigheid van hogere concentraties van een pathogeen minder effectief was in het reduceren van de aantasting dan bij lagere concentraties (Paternotte, 2007).

In deze substraatproef kan tevens in het nadeel van Trianum hebben gewerkt dat de *Fusarium*-voetrot schimmel via de voedingsbakken werd toegediend, waardoor de behandelingen die via de voedingsbakken werden toegediend toch een voordeel kregen in het vroegtijdig reduceren van de ziektedruk. Er zal nader onderzocht moeten worden welke omstandigheden in het wortelmilieu nadelig uitpakken voor deze antagonist, waardoor deze niet meer optimaal de wortel kan beschermen tegen ziekteverwekkende schimmels.

#### **4.4 Metingen ziektedruk via DNA-analyses**

Het meten van *Fusarium*-voetrot via DNA-analyse uit het matwater gaf geen betrouwbaar beeld van het verloop van de ziektedruk. De eerste planten lieten door duidelijke symptomen al de aanwezigheid van *Fusarium oxysporum* f. sp. *radicis-cucumerinum* zien, maar dit werd niet teruggevonden in de DNA-analyses. Daarentegen werd bij de analyse van individuele, aangetaste planten aan het einde van de teelt de ziekteverwekker wel goed teruggevonden, zowel in de wortels als in het omringende matwater. Het lijkt er sterk op dat sporen van *Fusarium* sterk geconcentreerd in de mat aanwezig zijn rondom geïnfecteerde planten. Bij een mengmonster uit een teeltgoot, dat verzameld is uit verschillende plekken met variabele concentraties van sporen, treedt er kennelijk een te grote verdunning op en is de *Fusarium* daarna niet meer terug te vinden in de DNA-analyse. Meer onderzoek is nodig om door verbeterde bemonsterings- of extractie technieken wel op een betrouwbare manier het verloop van de ziektedruk gedurende een teelt te kunnen volgen.

#### **4.5 Conclusies**

Uit deze proef zijn geen nieuwe middelen gekomen die aantasting door *Fusarium*-voetrot kunnen voorkomen. Het meedruppelen van een reinigingsmiddel met chloor lijkt een goede methode om de ziektedruk laag te houden. Aan de andere kant zien we dat het meegeven van chemische middelen bij de plantvoet de aantasting juist kan verergeren als er al een *Fusarium* infectie aanwezig is. Verder is nu duidelijk aangetoond dat als er geen middelen worden toegediend aan een goed groeiend gewas, dat de plantenwortels dan zelf goed in staat zijn om een infectie door *Fusarium* te voorkomen.

Samenvattend:

- Voorlopig nog geen nieuwe middelen beschikbaar voor beheersing van *Fusarium* voetrot.
- Groeikrachtige planten weinig gevoelig voor *Fusarium*.
- Chloor vergroot de gevoeligheid voor *Fusarium* niet.
- Meegeven van middelen bij de plantvoet kan planten gevoeliger maken voor *Fusarium* aantasting (meestal zonder verlies van productie).
- Topsin is niet geschikt om een *Fusarium* infectie preventief te voorkomen bij jonge planten.
- Strikte bedrijfshygiëne blijft noodzakelijk!

## **5 Aanbevelingen**

### **5.1 Aanbevelingen voor de praktijk**

- Een sterk groeiende plant is niet gevoelig voor Fusarium, dus probeer de groei te stimuleren.
- Voorkom donkere teeltomstandigheden door teveel te schermen.
- Wees voorzichtig met het meegeven van middelen, want het kan planten juist gevoeliger maken voor Fusarium-voetrot aantasting.
- Een geringe dosering natriumhypochloriet in de voedingsbak kan de infectiedruk van Fusarium effectief beperken.
- Voorkomen is beter dan genezen: voer bij iedere teeltwisseling altijd een strikte bedrijfshygiëne uit! (zie ook het hygiëneprotocol van Stijger, Stapel & Van der Gaag, 2004 en Stijger & Zwinkels, 2007).

### **5.2 Aanbevelingen voor verder onderzoek**

- Gericht onderzoek is nodig naar het preventieve effect van middelen bij een langere tijd tussen de toediening van het middel en toediening van het Fusarium-inoculum (meer dan 7 dagen).
- Gericht onderzoek naar het effect van middelen als Fusarium-voetrot in de substraatmat wordt aangebracht in plaats van dosering via de voedingsbakken.
- Trianum opnieuw opnemen in de proef met standaardtoepassing en testen bij verschillende inoculumconcentraties.



## 6 Literatuur

- Paternotte, S.J. 2007. Oorzaak uitval Alstroemeria : testen van effectiviteit van Trianum. Rapport WUR Glastuinbouw.
- Paternotte, P. & J. Janse. 2006a. Biologische bestrijding van Fusarium in komkommer. Rapport WUR Glastuinbouw.
- Paternotte, P. & J. Janse. 2006b. Teeltomstandigheden en Fusarium als oorzaak van uitval bij komkommer. Rapport WUR Glastuinbouw.
- Punja, Z.K. & Parker. 2000. Development of Fusarium root and stem rot, a new disease on greenhouse cucumber in British Columbia, caused by Fusarium oxysporum f. sp. Radicis-cucumerinum. Canadian Journal of Plant Pathology 22: 349-363.
- Stijger, I., Stapel & R. van der Gaag. 2004. Hygieneprotocol Mycosphaerella en Fusarium bij komkommer. Rapport WUR Glastuinbouw.
- Stijger, I. & J. Zwinkels. 2007. Goede hygiene bij komkommer, voorkom verspreiding van ziekteverwekkers. Telen met Toekomst, Praktijkbericht gewasbescherming glastuinbouw.



