

Eindrapport

# Voorkomen van *Fusarium* binnenrot door tegengaan van infectiedruk

Groen Agro Control



Productschap  Tuinbouw

# Eindrapport

## Voorkomen van *Fusarium* binnenrot door tegengaan van infectiedruk

Groen Agro Control

Opdrachtgevers en financiers: **Productschap Tuinbouw**

Looptijd project: december 2006 - november 2007

### COLOFON:

Projectleider: Ruud Kaarsemaker  
Groen Agro Control  
Distributieweg 1  
2645 EG Delfgauw  
Telefoon: 015-2572511  
Telefax: 015-2572522  
E-mail: [info@agrocontrol.nl](mailto:info@agrocontrol.nl)

PT-nummer: 12822

Datum: Mei 2009

Titel Rapport: Voorkomen van *Fusarium* binnenrot door tegengaan van infectiedruk.

Kernwoorden: Paprika, binnenrot, *F.oxysporum*, *F.lactis*, *F.solani*, *F.proliferatum*, Trianum



Niets uit deze uitgave mag worden veelevoudigd en/of openbaar gemaakt worden door middel van druk, fotokopie, microfilm, elektronisch of op geluidsband of op welke andere wijze ook en evenmin in een retrieval systeem worden opgeslagen zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van de opdrachtgevers.



## INHOUDSOPGAVE

Samenvatting.....	4
1 Inleiding .....	5
2 Methode.....	6
2.1 Praktijkonderzoek .....	6
2.2 Kasproef .....	6
2.2.1 Algemeen .....	6
2.2.2 Toepassen van de behandelingen.....	7
2.2.3 Infectie van <i>Fusarium</i> .....	7
2.3 Ontsmetting door UV (Clean light, Berg Products) .....	7
2.4 Mogelijkheden van een drogere pot .....	8
3 Resultaten .....	9
3.1 Praktijkonderzoek .....	9
3.1.1 Hygiënische maatregelen teeltwisseling .....	9
3.1.2 Verloop van <i>Trichoderma</i> in de pot en bloemen .....	9
3.1.3 Ontwikkeling van <i>Fusarium</i> -infectiedruk .....	10
3.1.4 Relatie tussen waarnemingen en het optreden van binnenrot.....	10
3.1.5 Teeltomstandigheden .....	13
3.2 Kasproef .....	14
3.2.1 Verloop infectiedruk.....	14
3.2.2 Invloed van verschillende maatregelen.....	14
3.2.3 Invloed <i>Fusarium</i> en verschillende middelen op het plantgewicht .....	16
3.3 Ontsmetting door UV (Clean light, Berg products).....	16
3.4 Mogelijkheden van een drogere pot .....	17
4 Discussie en conclusies.....	18
4.1 Discussie .....	18
4.2 Conclusies .....	20
Bijlage 1: Planning praktijk- en kasproef.....	21
Bijlage 2: Proefschema kasproef .....	22
Bijlage 3: <i>Fusarium</i> -infectiedruk per bedrijf.....	23



## Samenvatting

In 2006 is door Groen Agro Control onderzoek gedaan naar de aanwezigheid van *Fusarium* binnenrot bij verschillende paprikabedrijven. Hierbij werd de infectiedruk van verschillende *Fusarium*-soorten op verschillende locaties (gewas, blok, bloem, vrucht en lucht) gemonitord met behulp van specifiek ontwikkelde DNA-testen. Aangetoond werd dat *Fusarium* zich al vroeg in het seizoen op grote schaal ontwikkelt aan de bovenkant van steenwolpotten. Een infectiedruk van *Fusarium* in het gewas en de bloemen werd pas later in het seizoen waargenomen. De groei van *Fusarium* begint dus in de pot en wordt hiervandaan verder verspreid naar het gewas. In dit vervolgonderzoek, gefinancierd door het Productschap Tuinbouw (PT), is in een kasproef onderzocht welke maatregelen een verlagend effect zouden kunnen hebben op de mate van *Fusarium* op het blok en is de *Fusarium*-druk op verschillende bedrijven in de praktijk gemonitord.

Het afdekken van potten met folie en het toepassen van de antagonist SPG 5401 in de kasproef resulteerde in een 90% lagere *Fusarium*-infectiedruk in vergelijking met de onbehandelde controle. Deze methoden lijken perspectief te bieden maar zullen verder onderzocht moeten worden voordat het op grote schaal in de praktijk gebruikt kan worden. Verder bleek dat de *Fusarium*-infectiedruk op de pot zeer sterk toenam na het uitdrogen van de potten. Dit wordt veroorzaakt door de eigenschap van *Fusarium* om onder droge omstandigheden meer sporen te vormen.

Bij twee deelnemende paprikabedrijven (praktijkproef) waar een reinigingsmiddel meegegeven werd in het druppelsysteem bleef de infectiedruk van *Fusarium* in de blokken laag tot april. Vanaf april nam de *Fusarium* druk in het blok toe en werden er geregeld besmette bloemen, bladeren en/of vruchten gevonden. Bij twee bedrijven waar de blokken vanaf de opkweek maandelijks werden behandeld met Trianum, werd Trianum goed teruggevonden in de steenwolpot. Dit kon echter niet voorkomen dat *Fusarium* zich ontwikkelde in de pot. Desondanks werd er vrijwel geen *Fusarium* aangetroffen in het gewas, bloemen en jonge vruchten. Op twee bedrijven werd Trianum via hommels of bijen meegegeven. *Fusarium* werd hier alleen in april in de bloemen gevonden. Er werden wel regelmatig besmette vruchten gevonden.

Op verzoek van de begeleidingscommissie werd aanvullend een oriënterende proef uitgevoerd met een UV-kar. Van rij snelheid 9 tot 4 was de *Fusarium*-druk vergelijkbaar met de onbehandelde referentie en was er geen bestrijdend effect waarneembaar. Op de plaats waar de kar even had stilgestaan was wel een bestrijdend effect merkbaar, maar hier vielen ook de bladeren van de stengel.



## 1 Inleiding

Binnenrot bij paprika is een vrij recent probleem (vanaf 2000-2001 in Nederland). Het probleem uit zich in rottingsverschijnselen bij rijping van de vrucht en vaak ook nog later tijdens de bewaring. Paprika's die bij de oogst normaal lijken kunnen enkele dagen later in het handelskanaal toch rottingverschijnselen vertonen. Dit maakt binnenrot een vervelend probleem.

De verschijnselen aan de binnenkant van de paprika zijn niet altijd uniform. Meestal situeert zich de infectie in de buurt van de neus. Soms is hier overvloedig schimmelpuis te zien, maar soms is ook enkel schimmelpuis op de zaden zichtbaar. Op andere vruchten is weer een inwendige necrose te zien. Uit eerder onderzoek naar binnenrot (Groen Agro Control (2006) en in Vlaanderen) kwam naar voren dat meerdere soorten *Fusarium* de hoofdveroorzakers kunnen zijn van paprika binnenrot.

De schimmel *Fusarium* kan zich aan het begin van de paprikateelt heel snel ontwikkelen op de bovenkant van de pot. Hier kan *Fusarium* vrij gaan groeien en weer gemakkelijk verder worden verspreid via sporen naar het gewas en de bloemen door bijvoorbeeld insecten. In 2006 werd aangetoond dat *Fusarium* binnenrot vooral voorkomt in de vruchten wanneer er ook een infectiedruk in het gewas wordt gevonden. Door de ontwikkeling van *Fusarium* boven in de pot tegen te gaan kan de opbouw van infectiedruk in het gewas waarschijnlijk voorkomen of verlaagd worden.

In dit onderzoek is in de praktijk nagegaan of de infectiedruk van *Fusarium* verlaagd kan worden door hygiënische maatregelen, het toepassen van de antagonist Trianum in de pot en het toepassen van Trianum in de bloemen.

In een proefkas is gekeken naar de invloed van het toedienen van ontsmettingsmiddelen, verschillende antagonisten en het afdekken van de pot op de infectiedruk van *Fusarium* in de blokken.

Tevens zijn de mogelijkheden van ontsmetting met UV onderzocht door paprikaplanten te behandelen met verschillende hoeveelheden UV.



## 2 Methode

### 2.1 Praktikonderzoek

Het praktijkonderzoek werd uitgevoerd op 6 paprikabedrijven. De bedrijven hadden uitgebreid aandacht besteed aan hygiënemaatregelen tijdens de teeltwisseling. Drainsilo's werden schoongemaakt en/of ontsmet en druppelsslangen in zuur of chloor gezet. Hierna werden pas de verschillende behandelingen uitgevoerd. De behandelingen staan weergegeven in tabel 1.

Tabel 1: Verschillende behandelingen bij praktijkproef

Bedrijf	Ras	Ontsmetting druppelwater	<i>Trichoderma</i>
1	Derby	100 ml Na-hypochloriet + 3 liter antibloc organic per m <sup>3</sup>	geen
2	Orange Glory	4 liter antibloc organic per m <sup>3</sup>	geen
3	Orange Glory	geen	toevoeging aan blok
4	Chelsea	geen	toevoeging aan blok
5	Sensatio	geen	met bijen/hommels
6	Orange Glory	geen	met bijen/hommels

Koppert heeft de telers begeleid bij de dosering van Trianum (*Trichoderma*).

Op ieder bedrijf werd 8 maal bemonsterd op 10 plaatsen in de kas op *Fusarium* in pot, gewas, bloem en/of vrucht. Bemonstering vond plaats van december tot en met januari eenmaal per twee weken en tot en met oktober uiteenlopend tot eenmaal per twee maanden (bijlage 1). De infectiedruk van *F. oxysporum* en *F. solani* in de pot, op het blad en in de bloemen werd met behulp van real-time PCR (polymerase chain reaction) bepaald. De infectiedruk voor *F. proliferatum*, *F. lactis* en *Fusarium* algemeen werd met normale PCR geanalyseerd. De aanwezigheid van *Fusarium* in vruchtjes, met een grootte van ca 1 cm, is door middel van uitplaten vastgesteld nadat de vruchtjes aan de buitenkant waren ontsmet. Bij de bedrijven 3 en 4 werden de potten, iedere keer voordat Trianum werd toegediend, geanalyseerd op de aanwezigheid van *Trichoderma* om zo het verloop hiervan te bepalen. Dit werd ook 3 keer uitgevoerd op de bedrijven 5 en 6 voor de bloemen. In totaal werden 223 monsters geanalyseerd, verdeeld over de verschillende periodes. Per monster werden vaak meerdere analyses uitgevoerd (bijlage 1).

### 2.2 Kasproef

#### 2.2.1 Algemeen

In de kasproef werd de invloed van reinigingsmiddelen, afdekken van de pot, toedienen van antagonisten en uitdrogen van de pot op de ontwikkeling van *Fusarium* onderzocht. Behandelingen die de ontwikkeling van *Fusarium* onderdrukken in de pot kunnen de ontwikkeling van *Fusarium* in de praktijk mogelijk voorkomen.



### 2.2.2 Toepassen van de behandelingen

Elke behandeling bestond uit 4 herhalingen van 5 blokken. De behandelingen bestonden uit:

1. Controle behandeling
2. Ontsmettingsmiddelen in druppelleiding (vanaf planten):
  - 1 Hyperclean (6.6 ppm actief chloor)
  - 2 Antibloc (20 ppm)
  - 3 Reciclean. (20 ppm)
  - 4 Chloor (natriumhypochloriet 6.6 ppm)
3. Afdekken van steenwolpotten (vanaf planten):
  - 1 kokos met 1 \* Trianum voor zaaien
  - 2 perliet met 1 \* Trianum voor zaaien
  - 3 houtvezel met 1 \* Trianum voor zaaien
  - 4 afdekken met plastic en 1 \* Trianum voor zaaien
4. Toepassing van verschillende antagonisten in het blok, 2 of 3 toepassingen afhankelijk van begintijdstip.
  - 1 *Trichoderma* (start voor zaaien)
  - 2 Niet ziekteverwekkende *Fusarium* (na planten)
  - 3 *Pseudomonas* bacterie SPG 5315 (start voor zaaien)
  - 4 *Pseudomonas* bacterie SPG 6406 (start voor zaaien)
  - 5 Enzicure (biologische werking, na planten)
  - 6 Mycostop (start voor zaaien)

### 2.2.3 Infectie van *Fusarium*

Bij alle behandelingen (inclusief controlebehandeling) werden de blokken geïnfecteerd met verschillende *Fusarium*-soorten. De behandelingen werden vervolgens op verschillende manieren geanalyseerd:

- Infecteren met verschillende *Fusarium*-soorten: *F. solani*, *F. proliferatum*, *F. lactis* en *F. oxysporum*.  
Meting *Fusarium*-druk in blok na 4 weken specifiek per toegepaste *Fusarium*-soort, gemiddelde van 10 planten.
- Infecteren met mengsel van *F. solani*, *F. proliferatum*, *F. lactis* en *F. oxysporum*. Meting *Fusarium*-druk specifiek: *F. solani*, *F. oxysporum*, *F. proliferatum*, *F. lactis* in blok op drie tijdstippen:
  - Na 2 weken: gemiddelde per behandeling, 10 potten bemonsteren
  - Na 4 weken: gemiddelde per behandeling, 10 potten bemonsteren
  - Na 8 weken: 4 herhalingen per behandeling, 4 \* 5 planten bemonsteren

Na afloop is het gewas per behandeling visueel beoordeeld en werd het versgewicht bepaald. De proef werd uitgevoerd in een kas van ca. 100 m<sup>2</sup>. De verdeling van de behandelingen staat weergegeven in bijlage 2. Na vier weken werd de helft van de planten verwijderd zodat er genoeg ruimte beschikbaar bleef voor de overgebleven planten.

## 2.3 Ontsmetting door UV (Clean light, Berg Products)

(Pierre van den Berg, Arne Aiking, Sylvester Weterings, Ruud Kaarsemaker.)

Een behandeling met UV leek ook mogelijkheden te bieden om de infectiedruk van *Fusarium* laag te houden. De kans op schade aan het gewas is klein en de infectiedruk wordt bij de bron aangepakt. Het prototype 'Clean light' van Berg Products was geschikt voor gewasbehandeling, maar niet voor behandeling van de potten. Vanwege deze reden werd besloten om het gewas te behandelen zodat het effect van het UV-licht op de doding van sporen op de bladeren gevolgd kon worden in plaats van in de potten. De paden 259-261 werden met UV licht behandeld. De paden 265 en 266 werden gebruikt voor de referentiemetingen.



De volgende behandelingen werden 2 maal per week uitgevoerd:

Week	Stand rijpsnelheid	Vakken
26	9	gehele pad
27	6	vanaf tralie 2-5, rest op stand 9
28	4	vanaf tralie 2-5, rest op stand 9

Bemonstering vond plaats op vrijdagochtend op ca. 1 meter hoogte in het gewas. Wekelijks werden van ieder proefpad 10 bladeren bemonsterd, 1 dag na de laatste behandeling. Deze bladeren zijn bij aanvang van de proef geselecteerd en gelabeld zodat er steeds aan dezelfde groep bladeren is gemeten met vergelijkbare leeftijd en hoogte in het gewas.

## 2.4 Mogelijkheden van een drogere pot

Telers gaven aan dat het droger houden van de steenwolpot van invloed zou kunnen zijn op de infectiedruk van *Fusarium*. Dit werd onderzocht bij één van de telers en in de kasproef. Bij de teler werd dit bekeken door de steker naast de pot te zetten (bij 100 planten) en in de kasproef door de steker 1 dag uit de pot te halen en daarna weer terug te plaatsen (4 herhalingen). In de kasproef werd ca. 2 weken later de *Fusarium*-druk in de pot bepaald. Bij de teler werd de *Fusarium*-druk 2 keer gemeten met intervallen van een maand.





### 3 Resultaten

#### 3.1 Praktijkonderzoek

##### 3.1.1 Hygiënische maatregelen teeltwisseling

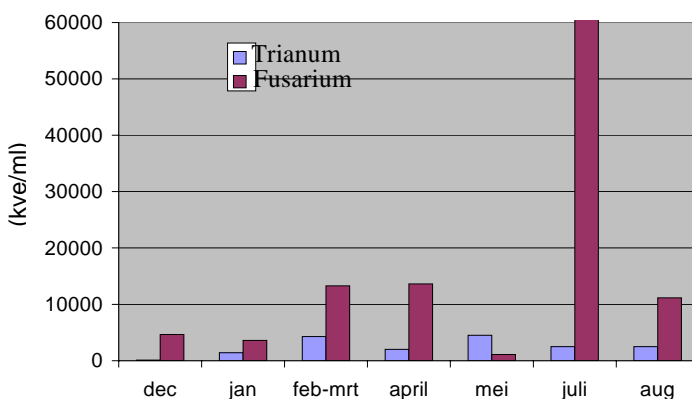
Op de bedrijven zijn er verschillende hygiënische maatregelen genomen tijdens de teeltwisseling (tabel 2). Opvallend was dat er weinig aandacht werd besteed aan het reinigen van de stekers. Met name aan de buitenkant van de steker kan de *Fusarium*-infectiedruk hoog zijn. Vaak waren de stekers niet behandeld of alleen afgespoten met een middel. Stekers kunnen alleen ontsmet worden als ze volledig verzadigd raken met een middel (bijvoorbeeld salpeterzuur).

Tabel 2: Overzicht van de genomen hygiënemaatregelen tijdens de teeltwisseling. Chloor = natriumhypochloriet, H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> = waterstofperoxide.

	Reinigingsmiddel		Trianum pot		Trianum bloem	
	Bedrijf 1	Bedrijf 2	Bedrijf 3	Bedrijf 4	Bedrijf 5	Bedrijf 6
Kas	Formaline gespoten	Fluor	Formaline	Fluor+ Formaline gefogd	Fluor, water Tot 2 m hoog Mennoclean gespoten	Formaline gefogd, Jet 5 gespoten
Druppelslangen	Chloor	Salpeterzuur	Salpeterzuur	Nee	Chloor	Salpeterzuur, H <sub>2</sub> O <sub>2</sub>
Stekers	-	-	Salpeterzuur	-	-	Jet 5 gespoten
Drainsilo	Chloor	Leeggepompt + schoon	Vialux	Leeggepompt + schoon	-	H <sub>2</sub> O <sub>2</sub>
Drainsysteem	Chloor	-	-	-	-	Salpeterzuur, H <sub>2</sub> O <sub>2</sub>
Binnenrot	Geen problemen	Enkele vruchten, geen probleem	geen	Geen, proefpad Helsinki ½ augustus wel	5 kg/week (plaatselijk)	+/- 2%

##### 3.1.2 Verloop van *Trichoderma* in de pot en bloemen

De hoeveelheid aanwezige Trianum (bedrijven 3 en 4) werd steeds bemonsterd voordat Trianum opnieuw werd toegediend. Trianum was steeds aanwezig in de bovenkant van de pot maar kon niet verhinderen dat *Fusarium* zich in de bovenkant van de pot manifesteerde (figuur 1).



Figuur 1: Het gemiddelde verloop van de Trianum- en Fusarium concentratie in de bovenkant van de pot op de bedrijven die de potten hadden behandeld met Trianum (KVE = kolonievormende eenheden).



De hoeveelheid *Trianum* in de bloemen werd 3 keer vastgesteld (bedrijven 5 en 6). In april werd geen *Trianum* teruggevonden. Bij het bedrijf met bijen werd in juni en augustus meer *Trianum* teruggevonden dan bij het bedrijf met hommels (tabel 3).

Tabel 3: De gemiddelde concentratie *Trianum* (kve/g) in de bloemen bij 2 bedrijven waarbij verspreiding van *Trianum* door middel van bijen of hommels plaatsvond.

Bedrijf	<i>Trichoderma</i> (kve/g bloem)		
	april	juli	aug
Bedrijf 5	0	310	400
Bedrijf 6	0	160	40

### 3.1.3 Ontwikkeling van *Fusarium*-infectiedruk

De gemeten waarden zijn weergegeven per bedrijf in figuren 2 t/m 7. In deze figuren vallen de volgende zaken op:

- *Fusarium*-infectiedruk in het blok lag bij alle bedrijven laag bij de start van het onderzoek en nam toe vanaf april/mei. Infectiedruk in de bloemen, bladeren en vruchten werd pas vanaf april waargenomen.
- Op bedrijven (bedrijf 1 en 2) met reinigingsmiddel in het druppelsysteem (figuren 2 en 3) bleef de *Fusarium*-druk in de blokken zeer laag tot februari/maart. Dit was lager vergeleken met de bedrijven 3, 4 en 6 voor deze periode.
- Op de bedrijven die *Trichoderma* gebruikten met insecten werd *Fusarium* alleen in april teruggevonden in de bloemen (figuren 6 en 7). Vanaf juni werden wel veel geïnfekteerde vruchten gevonden. Het lijkt erop dat bestuivende insecten enerzijds een remmende invloed hebben op de gemeten infectiedruk in de bloemen maar ook een actieve bijdrage leveren aan het infecteren van de jonge vruchten.
- Opvallend was dat bij de bedrijven die *Trichoderma* in de pot hadden gebruikt een relatief hoge *Fusarium*-druk in de potten werd gevonden, terwijl in het gewas vrijwel geen *Fusarium* werd teruggevonden. Geïnfekteerde bloemen werden hier niet gevonden en alleen in de periode mei/juni werden *Fusarium*-sporen op het blad gevonden. In dezelfde periode werd een laag percentage geïnfekteerde vruchten (1-2 weken oud) gevonden.
- Bij alle bedrijven werden bloemen en vruchten gevonden waarop een behoorlijke infectiedruk van *Fusarium* aanwezig was. Toch hadden de meeste bedrijven geen of amper last van binnenrot. Waarschijnlijk speelt het klimaat een belangrijke rol bij het wel of niet uitgroeien van *Fusarium* tot binnenrot.

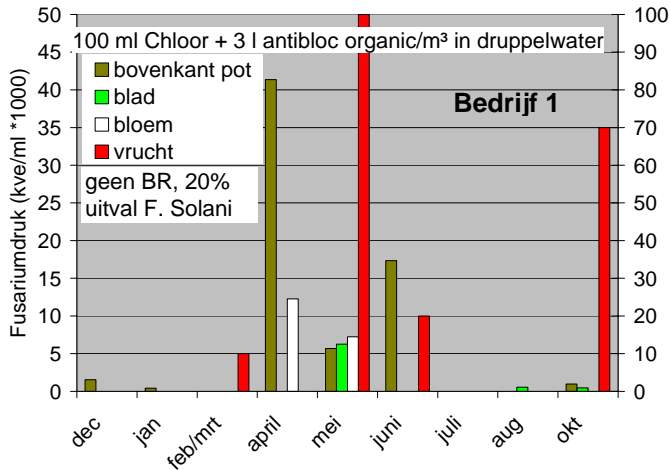
### 3.1.4 Relatie tussen waarnemingen en het optreden van binnenrot

De bedrijven bepaalden zelf hoeveel vruchten door binnenrot waren uitgevallen. Vruchten werden niet inwendig beoordeeld en er werden geen bewaarproeven uitgevoerd. Het is mogelijk dat er in vruchten wel *Fusarium* aanwezig was zonder dat dit werd waargenomen.. Op de bedrijven die *Trianum* aan de pot toevoegden werden in de monsters van jonge vruchten slechts eenmalig een laag percentage *Fusarium* in de vrucht gevonden (figuur 4 en 5). Op deze bedrijven werden in de hoofdrassen geen rotte vruchten gevonden. In één proefpaadje met het ras Helsinki kwamen van begin tot half augustus wel vruchten voor met binnenrot (figuur 4). Dit was ongeveer 7 weken nadat in de jonge vruchten *Fusarium* was aangetoond.

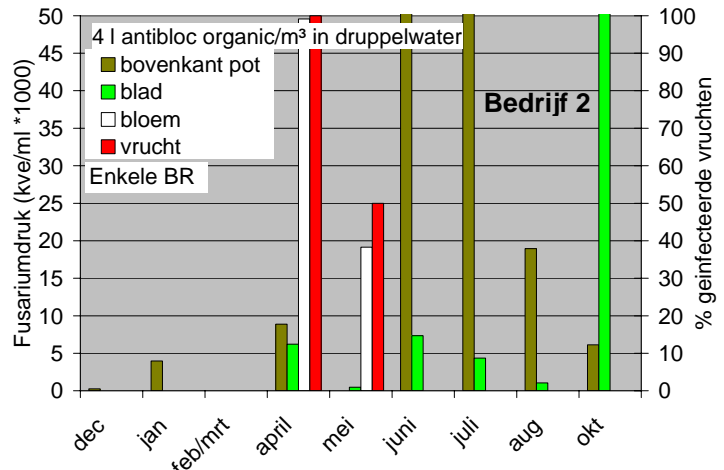
Op drie bedrijven, 2 bedrijven met reinigingsmiddelen (figuur 2 en 3) en 1 bedrijf met insectenbestuiving (figuur 7), werd gedurende een periode van 2-4 maanden een behoorlijke infectiedruk gevonden in de monsters met jonge vruchten. Hieruit blijkt duidelijk dat besmette vruchten niet altijd zichtbaar binnenrot krijgen.



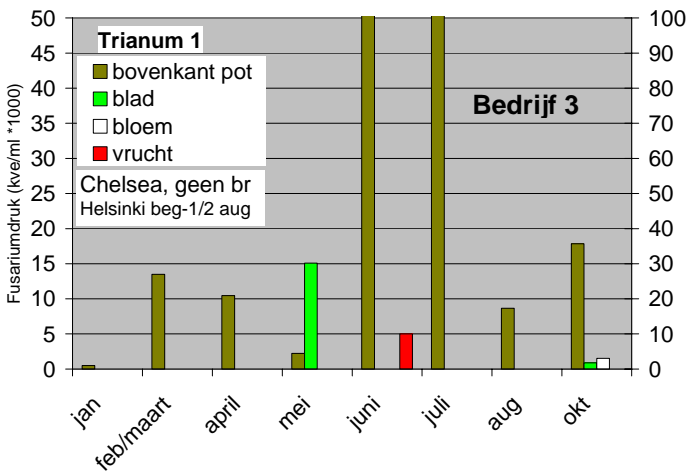
Op het bedrijf dat chloor en antibloc gebruikte (figuur 2) kwamen geen binnenrotsymptomen voor, maar wel veel uitval (ca. 20%) door *F. solani*. Het komt in de praktijk amper voor dat *F. solani* en *Fusarium* binnenrot tegelijk op een bedrijf problemen geven. Hiervoor is op dit moment geen verklaring te geven. In de figuren is aangegeven hoeveel binnenrot (BR) er gemiddeld voorkwam op de bedrijven en het aantal aangetaste planten door *F. Solani* gedurende het seizoen.



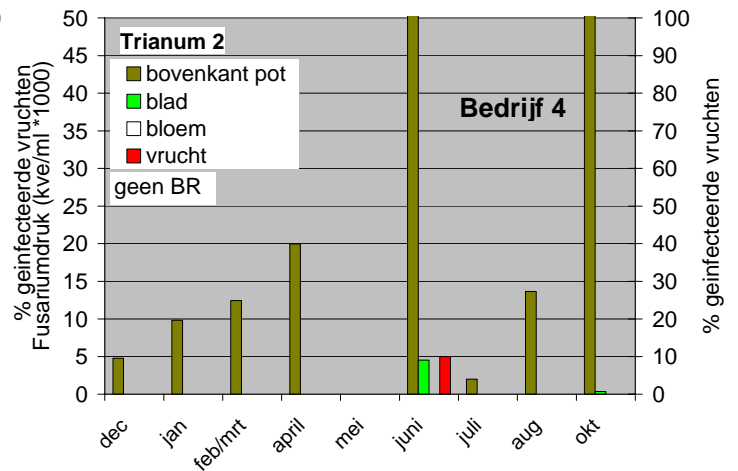
Figuur 2: Invloed van reinigingsmiddel in druppelleiding op de infectiedruk (BR=binnenrot)



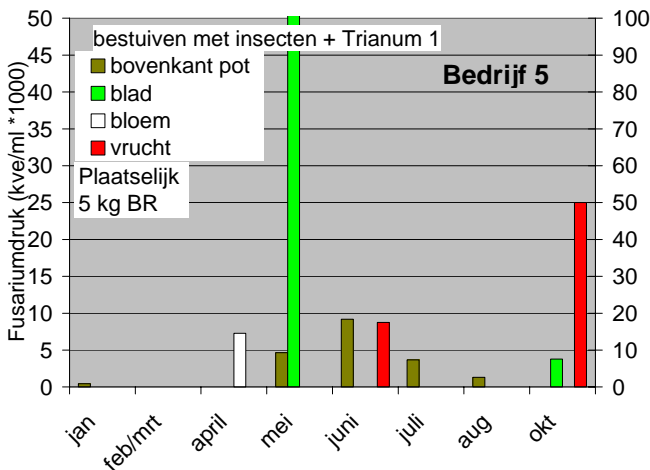
Figuur 3: Invloed van reinigingsmiddel in druppelleiding op de infectiedruk (BR=binnenrot)



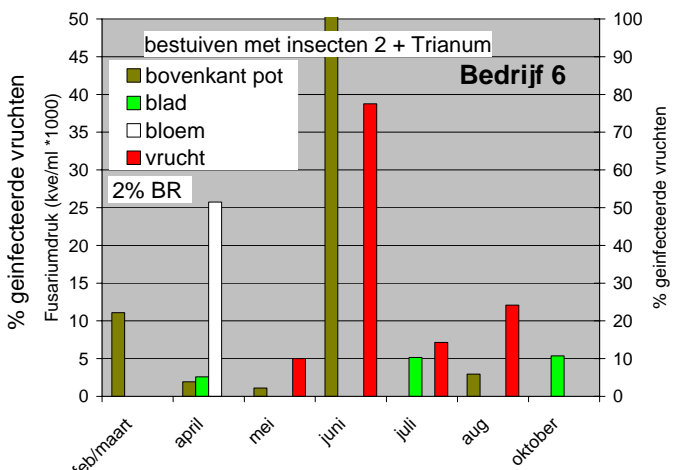
Figuur 4: Invloed Trianumtoevoeging aan steenwolpot op infectiedruk (BR=binnenrot)



Figuur 5: Invloed van Trianumtoevoeging aan de steenwolpot op de infectiedruk (BR=binnenrot)



Figuur 6: Invloed Trianumtoevoeging aan insecten op infectiedruk (BR=binnenrot)



Figuur 7: Invloed van Trianumtoevoeging aan insecten op de infectiedruk (BR=binnenrot)



Op bedrijf 6 met insectenbestuiving en het ras Sensatio werd ca 2% binnenrot gevonden (figuur 7), terwijl dit op andere bedrijven met vergelijkbare percentages besmette jonge vruchten beperkt bleef tot enkele vruchten of niets. Opvallend was dat de verspreiding van *Fusarium* op bedrijf 5 (figuur 6) met insectenbestuiving lokaal optrad. Binnenrot kwam vooral voor op een oppervlakte van ca. 2.500 m<sup>2</sup>. In dat deel van de kas werd wekelijks ca. 5 kg binnenrot geoogst.

Op het moment dat er in april wel insectenbestuiving plaatsvond maar nog geen Trianum werd teruggevonden in de bloemen kwam gemiddeld 7 en 26 kve/ml *Fusarium* in de bloemen voor (tabel 4 en 5). In juli en augustus was de infectiedruk in de bloemen niet meer meetbaar. Op bedrijf 5 was de hoeveelheid Trianum in de bloemen in juli en augustus hoger dan op bedrijf 6 en werd geen latente *Fusarium*-infectie in de vruchten gemeten. Op bedrijf 6 werd wel rond de 20% latente *Fusarium*-infectie in de jonge vruchten waargenomen. Het is niet duidelijk of dit komt door de overbrenger van Trianum (hommels of bijen), het ras, teeltomstandigheden of de lagere concentratie Trianum in de bloemen.

Tabel 4: Relatie tussen de gemeten hoeveelheid Trianum (kve/ml) in de bloemen en de *Fusarium* druk in de bloem en het % latente *Fusarium* in de vrucht op bedrijf 5 (Orange Glory + bijen)

Bedrijf	april	juli	aug
Trianum in de bloemen	0	310	400
<i>Fusarium</i> in bloemen	7	0	0
% latent <i>Fusarium</i> in vrucht	0	0	0

Tabel 5: Relatie tussen de gemeten hoeveelheid Trianum (kve/ml) in de bloemen en de *Fusarium*-druk in de bloem en het % latente *Fusarium* in de vrucht op bedrijf 6 (Sensatio + hommels)

Bedrijf	april	juli	aug
Trianum in de bloemen	0	160	40
<i>Fusarium</i> in bloemen	26	0	0
% latent <i>Fusarium</i> in vrucht	0	14	24



### 3.1.5 Teeltomstandigheden

De deelnemende bedrijven hebben per maand aangegeven hoeveel Orius in de bloemen aanwezig was (tabel 6), de gewasgroei gekarakteriseerd (tabel 7) en de bloem (tabel 8) en vruchtgrootte geschat (tabel 9). In de tabellen is met arcering het percentage jonge vruchten aangegeven (per maand) wat besmet was met *Fusarium* volgens de volgende gradaties:

0-10%
10-30%
30% of meer

Tabel 6: Hoeveelheid Orius per bedrijf: 1=minder dan 1 insect per 100 bloemen, 10 = 1 of meer insecten per bloem.

Bedrijf	april	mei	juni	juli	augustus
Reiniging (1)	8	10	10	10	10
Reiniging (2)	2	2	4	6	8
Trianum pot(3)	1	7	10	5	5
Trianum pot(4)	10	10	10	10	10
Trianum bijen(5)	3	3	3	2	6
Trianum hommels(6)	7	10	10	10	10

Tabel 7: Groei van het gewas per bedrijf: 1 = generatief, 10 = vegetatief.

Bedrijf	april	mei	juni	juli	augustus
Reiniging (1)	7	7	7	7	7
Reiniging (2)	3	5	6	7	8
Trianum pot(3)	8	6	7	7	7
Trianum pot(4)	5	3	6	4	4
Trianum bijen(5)	7	7	7	7	7
Trianum hommels(6)	7	7	7	7	7

Tabel 8: Grootte van de bloemen per bedrijf: 1 = klein, 10 = groot.

Bedrijf	april	mei	juni	juli	augustus
Reiniging (1)	5	5	5	7	7
Reiniging (2)	5	5	5	6	6
Trianum pot(3)	7	7	7	7	7
Trianum pot(4)	5	5	5	5	5
Trianum bijen(5)	5	5	5	7	7
Trianum hommels(6)	8	8	8	8	8

Tabel 9: Gemiddeld vruchtgewicht per bedrijf in g/vrucht

Bedrijf	april	mei	juni	juli	augustus
Reiniging (1)	200	190	200	180	180
Reiniging (2)	210	195	190	190	180
Trianum pot(3)	160	177	185	180	180
Trianum pot(4)	205	190	190	185	185
Trianum bijen(5)	190	175	200	200	200
Trianum hommels(6)	210	220	220	220	220

Hoewel in 2006 is aangetoond dat Orius besmet kan zijn met *Fusarium* blijkt uit tabel 6 dat een hoge Oriusdichtheid niet altijd leidt tot *Fusarium*-infectie van de bloemen. Uit de rest van de gegevens lijken de generativiteit van het gewas (tabel 7) en de bloemgrootte (tabel 8) ook niet bepalend voor de infectie van vruchten met *Fusarium*. Uit tabel 9 blijkt dat er vooral gezette vruchten geïnfecteerd zijn op momenten dat er relatief zware vruchten geoogst zijn.



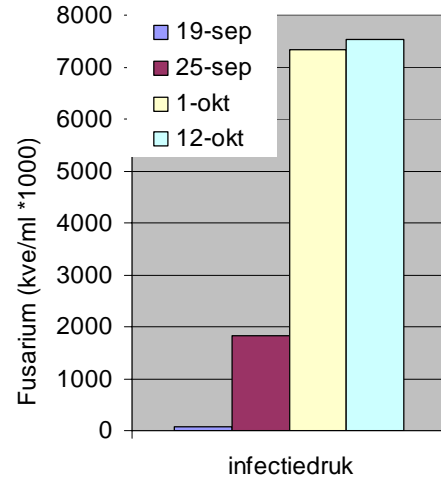
### 3.2 Kasproef

Bij de eerste metingen, twee weken na infecteren (1 september), werd in alle behandelingen *F. oxysporum* teruggevonden. Ook blokken die alleen met voeding waren volgezet bleken geïnfecteerd te zijn met *F.oxysporum*.

*F. lactis*, *F. proliferatum*, en *F. solani* werden teruggevonden in de oplossingen die gebruikt zijn voor de infectie maar later niet meer teruggevonden bij de monsternamen. De resultaten hebben daarom alleen betrekking op de ontwikkeling van *F. oxysporum*.

#### 3.2.1 Verloop infectiedruk

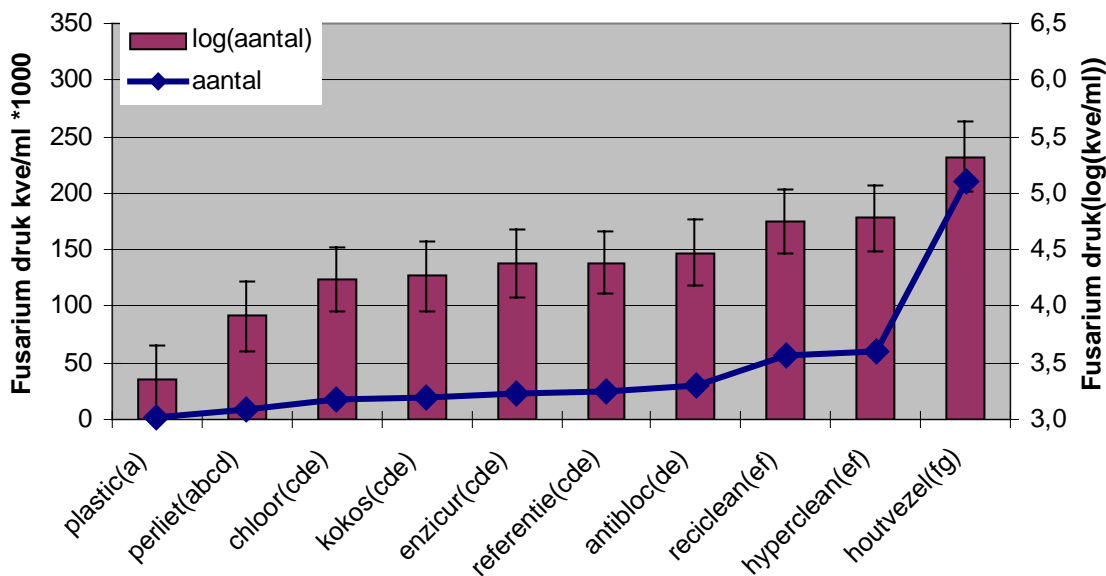
Het gemiddelde verloop van de infectiedruk van *F. oxysporum* boven op de pot is weergegeven in figuur 8. De concentratie *F. oxysporum* ontwikkelde zich snel in een periode van 2 weken en bleef daarna op hetzelfde niveau.



Figuur 8: Het gemiddelde verloop van de *F. oxysporum*-infectiedruk boven op de pot in de kasproef.

#### 3.2.2 Invloed van verschillende maatregelen

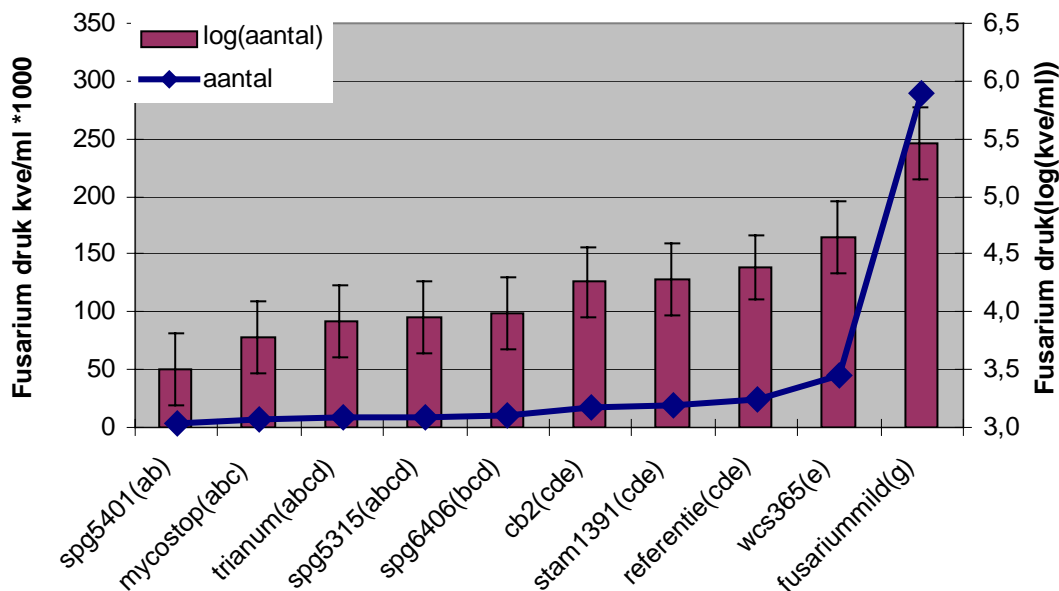
Afdekken met plastic en het toepassen van de antagonist SPG5401 verminderden de *Fusarium*-druk na acht weken met ongeveer 90% (figuur 9 en 10). Afdekken van de pot met plastic was het meest effectief (90% minder *Fusarium*-druk), maar lijkt minder praktisch dan het toepassen van antagonisten. De antagonist SPG5401 verminderde de infectiedruk met 87%.



Figuur 9: De invloed van afdekken en reinigingsmiddelen op de infectiedruk aan de bovenkant van de pot in vergelijking met de referentiebehandeling. Behandelingen verschillen statistisch als er geen overeenkomende letters zijn (a-g).

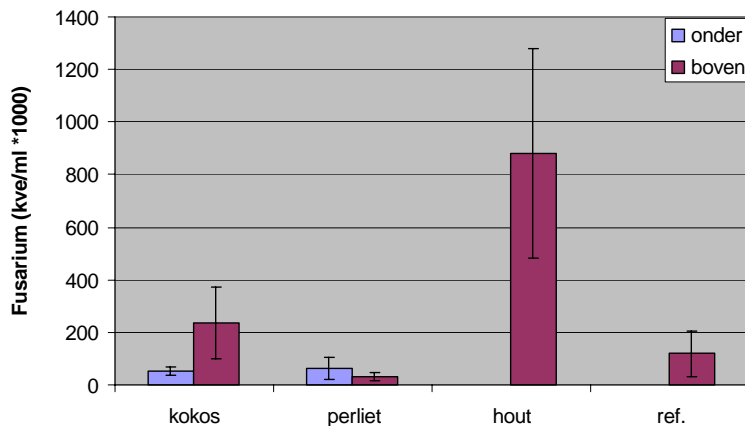


Trianum lijkt de infectiedruk van *Fusarium* ook te verminderen (66%), maar dit verschil is niet significant vergeleken met de referentie. Omdat Trianum is toegelaten voor de toepassing in het wortelmilieu en er al veel ervaring is opgedaan in de praktijk zou dit misschien toch een mogelijkheid voor de praktijk zijn om de groei van *Fusarium* in de potten te remmen. Dit zou in praktijkproeven herhaald moeten worden om te achterhalen of Trianum werkelijk *Fusarium* kan onderdrukken. Afdekken met plastic en de toediening van SPG5401 lijken perspectief te bieden maar zullen ook verder onderzocht moeten worden voordat het op grote schaal in de praktijk gebruikt kan gaan worden.



Figuur 10: De invloed van antagonisten op de infectiedruk aan de bovenkant van de pot in vergelijking met de referentiebehandeling. Behandelingen verschillen statistisch als er geen overeenkomende letters zijn (a-g).

De *Fusarium*-druk aan het oppervlak van de organische afdekmaterialen kokos en houtvezel lag hoger dan bij de referentie. De *Fusarium*-druk onder het afdekmateriaal kokos was vergelijkbaar met de referentie (figuur 11). Omdat vooral de infectiedruk van het contactoppervlak met de kaslucht laag moet zijn om verspreiding van *Fusarium* in de kas te voorkomen is afdekken met kokos en houtvezel geen geschikte optie. Bij perliet was de infectiedruk aan de bovenzijde van de afdeklaag wel iets lager dan aan de onderzijde (figuur 11).



Figuur 11: De infectiedruk van *Fusarium* onder (dus in de pot) en boven de afdekkinglaag van kokos en perliet. Bij de referentie- en houtvezelbehandeling werd alleen boven aan het oppervlakte gemeten.



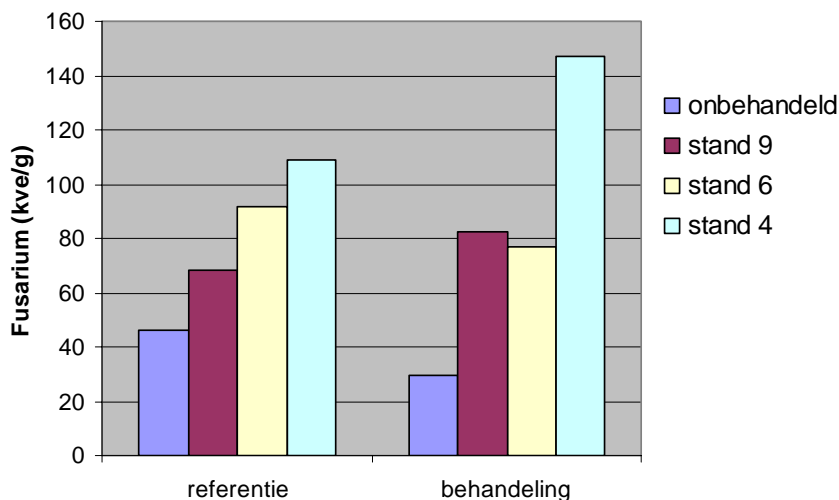


### 3.2.3 Invloed *Fusarium* en verschillende middelen op het plantgewicht

Het enten van de planten met verschillende *Fusarium*-stammen had geen invloed op het gemiddelde plantgewicht. Enzicure en chloor in de druppelleiding beïnvloedden de plantgewichten juist negatief. Na het toedienen van Enzicure gingen de planten slap. Ten gevolge hiervan ontstond er een groeiachterstand. Mogelijk is de concentratie van Enzicure te hoog geweest voor de wortels. De planten die water kregen uit de druppelleiding waaraan chloor werd toegevoegd bevonden zich aan de rand van de kas tegen de gevel (bijlage 2). Omdat de planten van de hyperclean behandeling net zo goed groeiden als de controlebehandeling en gebaseerd was op dezelfde hoeveelheid werkzame stof is het aannemelijk dat de groeiachterstand bij chloor het gevolg was van schaduwwerking van de gevel.

### 3.3 Ontsmetting door UV (Clean light, Berg products)

Dit onderzoek werd uitgevoerd op verzoek van de telers. In het onderzochte traject werd geen vermindering van de *Fusarium*-druk waargenomen (figuur 12) en trad geen gewasschade op. Op een plek met hogere dosering (de kar had korte tijd stilgestaan) was de infectiedruk van *Fusarium* aanzienlijk afgenomen tot 13 kolonies *Fusarium* per gram blad. Op die plek vielen de bladeren echter ook van de plant en verkleurde de stengel bruin. Later werden de bladeren netjes geaborteerd en gaf de verkleurde stengel geen problemen.



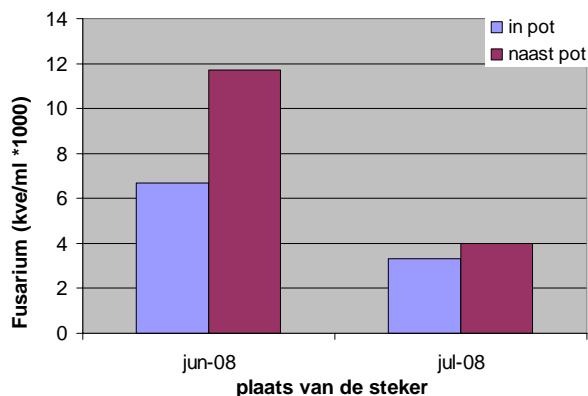
Figuur 12: Effect van UV-licht op het aantal *Fusarium* kolonies per gram blad



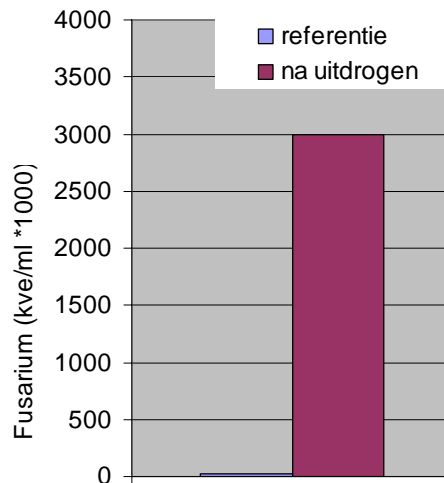


### 3.4 Mogelijkheden van een drogere pot

De infectiedruk van *Fusarium* in de pot was iets hoger wanneer de steker naast de pot geplaatst werd vergeleken met een pot die continu werd natgehouden (figuur 13). In de kasproef werd bevestigd dat het droger houden van de pot geen oplossing is. Bij uitdrogen van de pot liep de *Fusarium*-druk namelijk op tot 3 miljoen kve/ml (figuur 14). Het is een eigenschap van *Fusarium* dat sporenvorming optreedt onder droge omstandigheden.



Figuur 13: De invloed van de plaats van de steker op de *Fusarium*-druk in de bovenkant van de pot.



Figuur 14: Uitdrogen van de steenwolpot verhoogt de *Fusarium*-druk bovenin de pot sterk.



## 4 Discussie en conclusies

### 4.1 Discussie

Uit het onderzoek van 2006, uitgevoerd door Groen Agro Control, kwam naar voren dat *Fusarium*-binnenrot nauwelijks voorkomt in vruchten bij een lage infectiedruk in het gewas. Tevens werd gevonden dat potten al vroeg in het seizoen besmet zijn met *Fusarium*. Aan het einde van de teelt was zelfs 80% van de druppelaars inwendig + uitwendig geïnfecteerd met *Fusarium*. Doordat *Fusarium* zich zeer snel vermeerderd in de pot vormt deze plek een belangrijke infectiebron in de kas. Door de infectiedruk in de pot tegen te gaan zal de infectiedruk in het gewas, bloemen en vruchten ook worden verlaagd.

#### Praktijkproef

De *Fusarium*-infectiedruk werd bij verschillende bedrijven gemonitord in een praktijkproef. Bij deze bedrijven waren de volgende behandelingen uitgevoerd: reinigingsmiddelen in het druppelwater, blokken meerdere malen behandeld met Trianum of Trianum was meegegeven met hommels of bijen.

Kijkende naar de resultaten van alle bedrijven nam de *Fusarium*-infectiedruk toe gedurende het seizoen. Bij alle paprikatelers kwam *Fusarium* al op het eerste meettijdstip in de bovenkant van de substraatpot voor.

Het effect van reinigingsmiddelen meegegeven in de voeding op *Fusarium* was beperkt. Het is mogelijk dat dit sterk afhangt van de plek waar bemonsterd wordt. Het is te verwachten dat op de plek waar het middel in de pot komt de *Fusarium*-druk minder zal zijn. Aanvankelijk was de infectiedruk bij de bedrijven (met reinigingsmiddel) in de potten vrij laag, maar nam vanaf april behoorlijk toe. Vanaf dat moment nam op die bedrijven ook de *Fusarium*-druk in de bloemen en/of op het blad toe gevolgd door een behoorlijk percentage vruchten met latente *Fusarium*-infectie. Op één van de twee bedrijven bleef de *Fusarium*-druk in de bovenkant van de potten en op het blad hoog (figuur 3) maar kwam geen bloem- of vruchtbesmetting meer voor.

Opvallend is dat op de bedrijven die Trianum in de pot hadden gebruikt geen remming optrad van de ontwikkeling van *Fusarium* in de pot. Er werd zelfs een hogere infectiedruk gevonden vergeleken met de andere bedrijven. Op beide bedrijven werd in het gewas maar éénmaal *Fusarium* teruggevonden en daarnaast werden slechts enkele met *Fusarium* besmette vruchten gevonden. Vergeleken met de andere behandelingen leek het er op dat wel de verspreiding van sporen in de kas enigszins werd geremd. Op deze twee bedrijven werd dan ook amper binnenrot gevonden in de vruchten.

Bij de behandelingen met hommels of bijen in combinatie met Trianum werd vanaf mei geen infectiedruk meer gevonden in de bloemen, maar werd nog wel een behoorlijk percentage vruchten met *Fusarium* geïnfecteerd. Dit resulteerde op bedrijf 6 in ca. 2% binnenrot uitval bij het sorteren (figuur 7). Op het andere bedrijf werden op een oppervlak van ca 2.500 m<sup>2</sup> binnenrot vruchten gevonden (figuur 6). Mogelijk dragen de hommels en bijen zelf bij aan het infecteren van de vruchten met *Fusarium*. In 2006 werd ook aangetoond dat insecten, zoals de orius, *Fusarium* bij zich kunnen dragen.

#### Kasproef

De blokken in de kasproef, die in een nieuwe kas (niet ontsmet) werd uitgevoerd, raakten snel met *Fusarium* geïnfecteerd, zelfs de blokken welke niet experimenteel geïnfecteerd werden. Uit de kasproef kwam naar voren dat het afdekken van de pot met plastic en de antagonist SPG 5401 in staat zijn om de infectiedruk van *Fusarium* te verlagen in de pot.

#### Algemeen

Uit tabel 2 blijkt dat aan het ontsmetten van de stekers tijdens de teeltwisseling in dit onderzoek weinig aandacht was besteed. De stekers vormen een groot risico voor het infecteren van de pot met *Fusarium*. Direct na het planten komen de potten in contact met de



stekers en kan de op de steker aanwezige *Fusarium* gaan groeien in de nieuwe pot. Een ander risico is het al aanwezig zijn van *Fusarium* bij de plantenkweker.

De condities aan het oppervlak van de pot lijken bepalend voor de *Fusarium*-infectiedruk op het potoppervlak. *Fusarium*-druk aan het potoppervlak kan sterk variëren. Mogelijk is dit een reactie van de schimmel op ongunstige omstandigheden in de pot waarbij op het oppervlak van de pot heel veel (overlevings)sporen gevormd worden die vervolgens in de kaslucht en het gewas terecht kunnen komen. Dood, organisch materiaal en droge omstandigheden (uitdroging, afdekken met kokos en houtvezel) verhoogden de *Fusarium*-druk sterk (figuur 11, 13 en 14). Regelmatige vochtvoorziening en gelijkmatige afgifte zijn belangrijk om de *Fusarium*-druk aan het potoppervlak te beheersen.

*Fusarium* binnenrot komt meestal in de grofste vruchten voor en minder vaak in de fijnere sorteringen (tabel 9). Op één van de proefbedrijven had een proefras met vruchten van 220 gram problemen met binnenrot. Op hetzelfde moment kwam in het standaardras met vruchten van 180 gram nauwelijks binnenrot voor. Op twee andere bedrijven (buiten deze proef) verdween binnenrot nadat het vruchtgewicht was afgenomen. Op het ontstaan van binnenrot zijn dus meerdere factoren van belang zoals ras, vruchtgrootte en klimaat.

In een vervolgonderzoek zal verder worden onderzocht of de maatregelen die in de proefkas de infectiedruk verlaagde, ook in de praktijk de infectiedruk en het ontstaan van binnenrot verlagen. Hierbij wordt de effectiviteit van deze kansrijke maatregelen onderling vergeleken in een grootschalige praktijkproef.



## 4.2 Conclusies

### Onderzoek Proefkas

- Droger houden van potten om de *Fusarium*-druk laag te houden heeft een averechts effect, dit geldt ook voor de organische afdekmaterialen kokos en houtvezel.
- Afdekken met plastic gaf 90% minder *Fusarium*-druk in de blokken.
- De antagonist SPG5401 gaf 87% minder *Fusarium*-druk in de blokken.

### Onderzoek Praktijk

- De deelnemende bedrijven hadden geen last (bedrijven 1, 3 en 4) of amper last (bedrijven 2, 5 en 6) van binnenrot tijdens de praktijkproef.
- Er zijn op de bedrijven behoorlijk wat hygiënemaatregelen getroffen, er werd echter weinig aandacht besteed aan het ontsmetten van de stekers.
- Reinigingsmiddelen in het druppelwater hielden het systeem de eerste paar maanden schoon, maar zijn later in het seizoen niet meer van invloed op de ontwikkeling van *Fusarium* in de pot.
- Trianum in het blok kan de groei van *Fusarium* in het blok niet voorkomen. Het was wel opvallend dat er amper *Fusarium*-infectie werd gevonden in de bloemen, gewas en in de jonge vruchten.
- Hommels en bijen verspreiden Trianum goed in het gewas. De infectiedruk in de bloemen was op deze twee bedrijven laag, maar toch werden er wel vruchten met *Fusarium*-infectie gevonden.



## Bijlage 1: Planning praktijk- en kasproef

Tabel 1: Totaal aantal onderzochte pot, blad, bloem en vruchtmonsters. Per monster werden vier *Fusarium*-soorten bepaald

Behandeling	dec	Jan	feb-mrt	april	mei	juni	juli	aug
Reinigingsmiddel 1	1	6	4	4	4	4	4	4
Reinigingsmiddel 2	4	7	4	4	4	4	4	4
Trichoderma bijen		5	5	4	4	8	9	7
Trichoderma hommels	6	7	4	4	4	5	4	4
Trichoderma pot 1		10	9	5	4	4	4	4
Trichoderma pot 2			4	4	4	7	11	7
Totaal	11	35	30	25	24	32	36	30

Tabel 2: Planning activiteiten kasproef.

Datum	Activiteit	Aantal per behandeling
3-aug	natmaken	4 behandelingen per tray enten antagonisten 60 pluggen
6-aug	zaaien	5 trays
20-aug	oppotten	4 behandelingen per tray enten antagonisten 40 blokken
1-sept		potten infecteren met <i>Fusarium</i> 40 blokken
17-sep	4 weken na planten	4 behandelingen per tray enten antagonisten 20 blokken
18-okt	eindbeoordeling	

## Bijlage 2: Proefschema kasproef

proefopzet

De behandelingen zijn verdeeld in eenheden van 5 planten.

Per eenheid wordt geïnfecteerd met één Fusarium behandeling.

Per behandeling wordt F. Mix wordt uitgevoerd in 4 eenheden, de afzonderlijke soorten in 1 eenheid

F. Mix is een mengsel van F. solani, F. lactis, F. oxysporum en F. proliferatum

Fusarium behandelingen:

- F.solani
- F.lactis
- F.oxysporum
- F.proliferatum
- F.mix (mengsel van F. solani, F. lactis, F. oxysporum en F. proliferatum)

gootnr

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
rand	rand	rand	rand	rand	rand	rand	rand	rand	rand	rand	rand
cb2	WCS 365	spg 6406	plastic	spg 5401	reiniging 1	reiniging 1	reiniging 2	reiniging 2	reiniging 3	reiniging 3	chloor
enzicur	spg 6406	perliet	WCS 365	enzicur	reiniging 1	reiniging 1	reiniging 2	reiniging 2	reiniging 3	reiniging 3	chloor
kokos	WCS 365	Trianium	enzicur	spg 5315	reiniging 1	reiniging 1	reiniging 2	reiniging 2	reiniging 3	reiniging 3	chloor
Trianium	Mycostop	stam 1319	Trianium	Mycostop	reiniging 1	reiniging 1	reiniging 2	reiniging 2	reiniging 3	reiniging 3	chloor
perliet	kokos	Trianium	enzicur	spg 5401	reiniging 1	reiniging 1	reiniging 2	reiniging 2	reiniging 3	reiniging 3	chloor
stam 1319	Mycostop	Fusarium Mild	Mycostop	perliet	reiniging 1	reiniging 1	reiniging 2	reiniging 2	reiniging 3	reiniging 3	chloor
enzicur	plastic	plastic	stam 1319	WCS 365	rand	rand	rand	rand	rand	rand	chloor
WCS 365	plastic	stam 1319	Fusarium Mild	spg 5315	spg 5315	houtvezel	enzicur	Trianium	houtvezel	kokos	chloor
spg 5401	spg 5401	houtvezel	perliet	kokos	kokos	kokos	spg 5401	Fusarium Mild	spg 6406	WCS 365	chloor
spg 6406	enzicur	plastic	spg 6406	Fusarium Mild	stam 1319	houtvezel	spg 5401	stam 1319	perliet	Fusarium Mild	chloor
Trianium	cb2	plastic	spg 5315	kokos	Trianium	WCS 365	Mycostop	cb2	perliet	spg 5315	chloor
WCS 365	cb2	spg 5401	Mycostop	spg 5315	houtvezel	perliet	houtvezel	kokos	cb2	perliet	chloor
spg 5401	cb2	spg 6406	spg 5315	spg 6406	Mycostop	cb2	enzicur	cb2	houtvezel	plastic	chloor
Fusarium Mild	houtvezel	spg 5315	Fusarium Mild	Trianium	stam 1319	stam 1319	Mycostop	Fusarium Mild	spg 6406	plastic	chloor
rand	rand	rand	rand	rand	rand	rand	rand	rand	rand	rand	rand



## Bijlage 3: *Fusarium*-infectiedruk per bedrijf

Tabel 1: Resultaten op bedrijf 1, reinigingsmiddel

Plaats	dec	jan	feb-mrt	april	mei	juni	juli	aug	okt
Blok,boven(kve/ml)	1550	424	0	41350	5675	17350	0	0	970
Blad (kve/gr blad)		0	0	0	6246	0	0	534	450
Bloem (kve/ gr bloem)		0	0	12267	7233	0	0	0	0
Vrucht (% latente inf)			10	0	100	20	0	0	70

Tabel 2: Resultaten op bedrijf 2, reinigingsmiddel

Plaats	dec	jan	feb-mrt	april	mei	juni	juli	aug	okt
Blok,boven(kve/ml)	247	3966	0	8870	0	1240190	53300	18950	6120
Blad (kve/gr blad)	0	0	0	6200	472	7340	4361	1045	102577
Bloem (kve/ gr bloem)	0	0	0	49575	19132	0	0	0	
Vrucht (% latente inf)		0	0	100	50	0	0	0	70

Tabel 3: Resultaten op bedrijf 3, *Trichoderma* in de pot

Plaats	jan	feb-mrt	april	mei	juni	juli	aug	okt
Blok,boven(kve/ml)	491	13478	10460	2230	2484700	125370	8670	17850
Blad (kve/gr blad)	0	0	0	15088	0	0	0	892
Bloem (kve/ gr bloem)	0	0	0	0	0	0	0	1518
Vrucht (% latente inf)		0	0	0	10	0	0	0

Tabel 4: Resultaten op bedrijf 4, *Trichoderma* in de pot

Plaats	dec	jan	feb-mrt	april	mei	juni	juli	aug	okt
Blok boven (kve/ml)	4779	9810	12440	19960	0	425805	1990	13640	80470
Blad (kve/g blad)	0	0	0	0	0	4537	0	0	364
Bloem (kve/g bloem)	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Vrucht (% latente inf)			0	0	0	10	0	0	0

Tabel 5: Resultaten op bedrijf 5, *Trichoderma* met bijen

Plaats	jan	feb-mrt	april	mei	juni	juli	aug	okt
Blok boven (kve/ml)	448	0	0	4650	9185	3665	1305	0
Blad (kve/g blad)	0	0	0	98204	0	0	0	3788
Bloem (kve/g bloem)	0	0	7275	0	0	0	0	
Vrucht (% latente inf)	0	0	0	0	18	0	0	50

Tabel 6: Resultaten op bedrijf 6, *Trichoderma* met hommels

Plaats	feb-mrt	april	mei	juni	juli	aug	okt
Blok boven (kve/ml)	11090	1915	1090	264965	0	2935	0
Blad (kve/g blad)	0	2575	0	0	5157	0	5353
Bloem (kve/ g bloem)	0	25750	0	0	0	0	
Vrucht (% latente inf)	0	0	10	78	14	24	