

Eindrapport

**Implementatie maatregelen tegen
Fusarium binnenrot in paprika in de
praktijk**

Groen Agro Control



Productschap  Tuinbouw

Eindrapport

Implementatie maatregelen tegen *Fusarium* binnenrot in paprika in de praktijk

Groen Agro Control

Opdrachtgever en financier: Productschap Tuinbouw

Looptijd project: januari 2008 - december 2008

COLOFON:

Projectleider: Ruud Kaarsemaker

Groen Agro Control

Distributieweg 1

2645 EG Delfgauw

Telefoon: 015-2572511

Telefax: 015-2572522

E-mail: info@agrocontrol.nl

PT-nummer: 13191

Datum: Juni 2009

Titel Rapport: Implementatie maatregelen tegen *Fusarium* binnenrot in paprika in de praktijk

Kernwoorden: Paprika, binnenrot, *F.oxysporum*, *F.lactis*, *F.solani*, *F.proliferatum*, Trianum, SPG5401, KBV



Niets uit deze uitgave mag worden verveelvoudigd 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 Materiaal en methode	6
2.1 Deelnemende bedrijven.....	6
2.2 Toediening van KBV, Trianum en SPG 5401	6
2.3 Afdekken met plastic.....	7
2.4 Toediening van Enzicur	7
2.5 Bepaling van concentratie antagonisten	7
2.6 Bepaling van <i>Fusarium</i> -infectiedruk.....	7
2.7 Relatie tussen latente infecties in jonge vruchten en binnenrot in vruchten na bewaring	8
3 Resultaten	9
3.1 Bepaling van concentratie antagonisten	9
3.2 Bepaling van <i>Fusarium</i> -infectiedruk na toediening van verschillende antagonisten	10
3.2.1 Bovenkant blok	10
3.2.2 Blad	11
3.2.3 Bloem	11
3.2.4 Jonge vruchten	12
3.3 Afdekken van blok met plastic	13
3.4 Toediening van Enzicur	13
3.5 Relatie tussen latente infecties in jonge vruchten en binnenrot in vruchten na bewaring	14
3.6 Teeltomstandigheden	15
3.6.1 Vruchtvorm	15
3.6.2 Invloed klimaat op binnenrot.....	17
4 Discussie	18
5 Conclusies	20
6 Aanbevelingen	21
Bijlage 1: Gemiddelde <i>Fusarium</i> -infectiedruk per locatie.....	22



Samenvatting

In 2006 en 2007 is er onderzoek gedaan naar de aanwezigheid van *Fusarium* binnenrot bij verschillende paprikabedrijven. Hierbij werd de infectiedruk van *Fusarium* op verschillende locaties (gewas, blok, bloem, vrucht en lucht) gemonitord met behulp van nieuw ontwikkelde DNA-testen voor verschillende *Fusarium*-soorten. Ook zijn de verspreiding en mogelijke maatregelen om de infectiedruk te verlagen onderzocht. Uit dit onderzoek bleek dat er geen binnenrot optreedt als er geen *Fusarium* aanwezig is. Er is aangetoond dat Orius vaak *Fusarium* bij zich draagt (80%) en een mogelijke overdrager van *Fusarium* kan zijn. In het onderzoek is tevens aangetoond dat hommels ook *Fusarium* over kunnen dragen en een groot risico voor onderlinge besmetting tussen planten kunnen zijn. Insecten kunnen dus *Fusarium* verspreiden, ook van bloem tot bloem. Verder bleek een hoge infectiedruk van *Fusarium* aanwezig te zijn op de steenwolblokken. In een kasproef kwam naar voren dat de bacterie SPG 5401 en het afdekken van het blok met plastic folie de infectiedruk in het blok te verlagen.

In een vervolgonderzoek, gefinancierd door het Productschap Tuinbouw (PT), zijn deze mogelijke maatregelen verder onderzocht in grootschalige praktijkproeven. Ook is de relatie tussen latente *Fusarium*-infecties in de jonge vruchten en de vruchtkwaliteit na bewaring bepaald. Op vier locaties werden de antagonistenvrij Trianum, SPG 5401 en KBV 08-01 toegediend aan de steenwolblokken om de *Fusarium*-infectiedruk te verlagen. Ook werd op kleinere schaal gekeken of afdekken van het blok met plastic folie en het toedienen van het middel Enzicur invloed heeft op de infectiedruk in het blok en het gewas.

De antagonistenvrij werden na toediening allen goed teruggevonden in de steenwolblokken. De infectiedruk van *Fusarium* in 2008 was een stuk lager op de deelnemende bedrijven vergeleken met voorgaande jaren. Hierdoor was het moeilijk om conclusies te trekken uit de verzamelde data. De behandelingen met antagonistenvrij gaven geen lagere *Fusarium*-infectiedruk in het blok, blad en bloemen vergeleken met de controlebehandeling. De infectiedruk bij de controlebehandelingen was zeer laag of helemaal niet aanwezig. In juni lag het percentage binnenrot (na bewaren) bij de controle behandelingen iets hoger dan bij de behandelingen met antagonistenvrij. Dit werd niet meer teruggevonden in de maanden juli en augustus. Afdekken van het blok met plastic folie gaf een kleine verlaging van infectiedruk in de blokken. Ook het toedienen van Enzicur liet in sommige gevallen vermindering van infectiedruk in het gewas zien.

Gemiddeld was 30% van de jonge vruchten geïnfecteerd met *Fusarium* (variatie van 0-100%). Het percentage binnenrot na 2 weken bewaring lag een stuk lager (gemiddeld 5,3%; variatie van 1-10%). Hieruit blijkt dat infectie van de vruchten lang niet altijd leidt tot de ontwikkeling van *Fusarium*.

Waarschijnlijk waren de (bewaar)omstandigheden van de paprika's gunstig en de omstandigheden voor *Fusarium* zodanig ongunstig dat de schimmel niet uit kon groeien tot binnenrot.

Omdat alleen in juni verschillen zijn gemeten, zou besmetting door insecten een goede verklaring kunnen zijn voor vrijwel gelijke percentages van binnenrot op de verschillende locaties voor de verschillende antagonistenvrijbehandelingen en de controlebehandeling. Insecten hadden de mogelijkheid om van de ene behandeling naar de andere te vliegen.



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 zijn niet altijd uniform. Meestal situeert zich de infectie in de buurt van de neus. Soms is hier overvloedig schimmelpluis te zien, maar soms is ook enkel schimmelpluis 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 verschillende soorten *Fusarium* de veroorzakers kunnen zijn van paprika binnenrot.

Fusarium kan zich aan het begin van de paprikateelt heel snel ontwikkelen in het steenwolblok. Op een bepaald moment worden veel sporen gevormd die vervolgens in het gewas terecht kunnen komen, waaronder ook in de bloemen. Hier kan *Fusarium* vrij gaan groeien en weer gemakkelijk verder worden verspreid door insecten. In 2006 werd aangetoond dat *Fusarium* binnenrot amper of niet voorkomt in de vruchten bij een lage infectiedruk van *Fusarium* in de bloemen, blad en de jonge vruchten.

Door de ontwikkeling van *Fusarium* in het blok tegen te gaan kan de opbouw van infectiedruk in het gewas voorkomen of verlaagd worden. Bij een lagere infectiedruk in het gewas zullen minder vruchten met binnenrot geogst worden.

In 2007 werd in een kasproef aangetoond dat het toedienen van *Pseudomonas* bacteriën en het afdekken van het blok met plastic een positieve invloed hebben op het verlagen van de *Fusarium*-infectiedruk in het blok. In dit onderzoek zijn deze kansrijke maatregelen in de praktijk vergeleken in effectiviteit. Hier werden ook nog de middelen KBV, Trianum en Enzicur aan toegevoegd, omdat deze middelen al vaak worden toegepast in de praktijk. In eerder onderzoek werd aangetoond dat latente infecties in de jonge vruchten niet altijd hoeven te leiden tot binnenrot tijdens de bewaring. De relatie tussen latente *Fusarium*-infecties en de inwendige vruchtkwaliteit na bewaring werd tevens onderzocht in dit project.



2 Materiaal en methode

2.1 Deelnemende bedrijven

Het praktijkonderzoek werd uitgevoerd op 3 paprikabedrijven. Bij 1 paprikabedrijf was zowel een oude als nieuwe afdeling aanwezig, zodat de behandelingen werden uitgevoerd op in totaal 4 locaties. Tabel 1 toont de verschillende locaties, het ras dat wordt gekweekt, zaaidatum, plantdatum en of de kwekers Trianum hadden toegepast bij de opkweek van de planten. De bedrijven maken allen gebruik van drainwaterontsmetting.

Tabel 1: Overzicht van de verschillende locaties met ras, zaaidatum, plantdatum en of ze gebruik maakten van Trianum bij de opkweek.

Locatie	Ras	Zaaidatum	Plantdatum	Toepassing Trianum plantenkweker
1	Spider	12-11-08	08-01-08	Ja
2	Derby	10-11-08	03-01-08	Nee
3	Spider	20-10-07	4/5-01-08	Ja
4	Spider	20-10-07	03-01-08	Ja

2.2 Toediening van KBV, Trianum en SPG 5401

KBV

KBV 08-01 (verder KBV genoemd) is een bacteriepreparaat. KBV is een product van Koppert Biological Systems.

Trianum

Trianum bevat sporen van de gepatenteerde hybride schimmel *Trichoderma harzianum* stam T-22. De werking berust op vier mechanismen; concurrentie op de wortel, concurrentie om voedingsstoffen, parasitisme van ziekteverwekkers en plantversterking. Trianum wordt op de markt gebracht door Koppert Biological Systems.

SPG 5401

SPG 5401 valt onder de groep *Pseudomonas* bacteriën, waarvan bekend is dat bepaalde stammen zich antagonistisch kunnen gedragen. De stam is in bezit van Groen Agro Control.

Behandelingen

Op de vier locaties werden de volgende behandelingen uitgevoerd:

1. Referentie onbehandeld (alleen mogelijk bij bedrijven 1 en 2)
2. Toedienen van Trianum (toepassing door Koppert)
3. Toedienen van KBV (toepassing door Koppert)
4. Toedienen van SPG 5401 (toepassing door GAC)

De locaties 1 en 2 gebruiken normaal geen Trianum of dienen Trianum toe per kraanvak, zodat andere behandelingen zonder toevoeging van Trianum (ook controle behandeling) uitgevoerd konden worden. Op locatie 3 en 4 werd wel Trianum gebruikt, waardoor een controle behandeling onmogelijk was.

De behandelingen werden uitgevoerd in twee keer 5 paden (10 paden in totaal). De drie behandelingen werden 3 keer toegediend (5 februari, 4 april en 9 mei).



2.3 Afdekken met plastic

De invloed van het afdekken van het steenwolblok met plastic op de infectiedruk van *Fusarium* werd op kleine schaal onderzocht op de 4 verschillende locaties. De volgende behandelingen werden hierbij uitgevoerd:

1. Referentie onbehandeld
2. Afdekken met plastic
3. Afdekken met plastic en toedienen van SPG 5401 (toepassing door GAC)
4. Afdekken met plastic en toedienen van Trianum (toepassing door Koppert)

Het toedienen van de antagonisten werd éénmalig uitgevoerd bij 20 blokken voordat ze werden afgedekt met plastic. Het zwart-wit plastic plastic folie werd met de witte kant boven op de steenwolblok gelegd.

2.4 Toediening van Enzicur

De mogelijkheid om de infectiedruk van *Fusarium* terug te dringen (curatief in plaats van preventief) met behulp van toevoeging van Enzicur werd onderzocht op 2 locaties. Enzicur is een natuurlijke fungicide. Het bestaat uit het natuurlijke enzym lactoperoxidase, de stoffen kaliumjodide en kaliumthiocyanaat en een aantal hulpstoffen. Enzicur is een systeem van meerdere stoffen die, opgelost in water, een reeks reacties veroorzaken. Door middel van de enzymwerking van lactoperoxidase worden de zouten kaliumjodide en kaliumthiocyanaat omgezet in de reactieve zuurstofionen hypojodide en hypothiocyanaat. Deze zuurstofionen reageren met essentiële eiwitten in schimmelorganismen en verstoren de stofwisseling van schimmels, waardoor deze worden gedood. Enzicur werd uitgevoerd volgens het voorschrift van Koppert.

2.5 Bepaling van concentratie antagonisten

Het aanslaan van de antagonisten werd in het blok bepaald op twee momenten (14 maart en 29 april). Dit gebeurde door de monsters te analyseren met behulp van real-time PCR voor SPG 5401 en met behulp van uitplaten voor Trianum en KBV.

2.6 Bepaling van *Fusarium*-infectiedruk

Trianum, SPG 5401 en KBV

Om de verschillende behandelingen te kunnen beoordelen werd de *Fusarium*-infectiedruk in de bovenkant van het blok, gewas, bloemen en vruchten bepaald. Dit werd uitgevoerd op meerdere momenten; maart, april, mei, juni juli en augustus met behulp van de in 2006 specifiek ontwikkelde DNA-testen. Hierbij werd de aanwezigheid van de volgende soorten *Fusarium* bepaald:

- F. oxy:* *Fusarium oxysporum*, mogelijke veroorzaker van binnenrot
F. sol: *Fusarium solani*, veroorzaker van stengelrot/voetrot, komt soms samen met andere *Fusarium*-soorten in de vrucht voor.
F. lac: *Fusarium lactis*, mogelijke veroorzaker van binnenrot
F. prol: *Fusarium proliferatum*, mogelijke veroorzaker van binnenrot
F. tot: *Fusarium* totaal, detecteert alle aanwezige *Fusarium*-soorten, ook soorten die onbekend en onschuldig kunnen zijn voor de plant. Deze methode is wat minder gevoelig dan de specifieke *Fusarium*-testen.



Voor *F. oxysporum* en *F. solani* was het mogelijk om de aanwezigheid kwantitatief te beoordelen. *F. proliferatum* en *F. lactis* werden alleen beoordeeld als wel of niet aanwezig. Van elke 5 rijen met planten werden de twee middelste rijen bemonsterd door van deze rijen ongeveer 15 plukjes steenwol van verschillende blokken bij elkaar te voegen als mengmonster. Van elke behandeling werden dus twee mengmonsters genomen (van 2 x 5 rijen planten). De vloeistof uit de uitgeknepen mengmonsters werd hierna geanalyseerd.

Om het percentage met *Fusarium* geïnfecteerde net gezette vruchtjes te bepalen werden de vruchtjes uitgeplaat op speciaal medium. Van elke behandeling werden per keer ongeveer 20 vruchtjes uitgeplaat. Na een week werd voor elk vruchtje beoordeeld of er *Fusarium*-groei aanwezig was op de plaat.

Afdekken met plastic

De *Fusarium*-infectiedruk werd hierbij alleen bepaald in het blok op twee tijdstippen. Hierbij werden op elke locatie 2 mengmonsters van 10 blokken geanalyseerd.

Toediening van Enzicur

De *Fusarium*-infectiedruk werd hierbij alleen bepaald van het blad op drie tijdstippen. Dit werd in duplo uitgevoerd.

2.7 Relatie tussen latente infecties in jonge vruchten en binnenrot in vruchten na bewaring

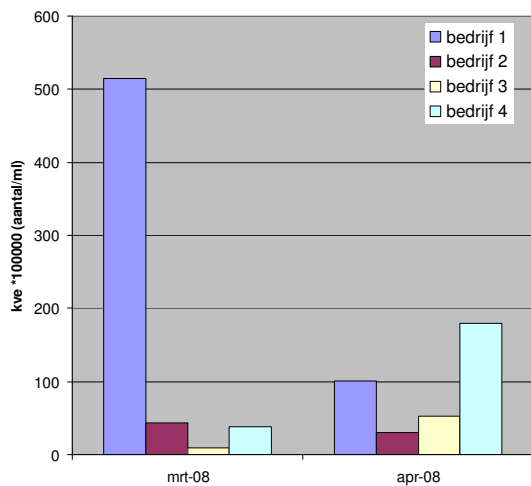
De relatie tussen latente infectie in jonge vruchten en inwendige symptomen bij vruchten na het bewaren werd onderzocht door het percentage geïnfecteerde jonge vruchten (1 week na zetting) te bepalen in juni, juli en augustus. Tevens werd het percentage uitwendige rot bepaald na 7 dagen bewaring en inwendige rot na 14 dagen bewaren in juni, juli en augustus. Voor elke behandeling werd één volle doos met paprika's weggezet op kamertemperatuur, waarna de paprika's visueel werden beoordeeld (na 7 dagen) en destructief werden beoordeeld door de paprika's open te snijden (na 14 dagen).



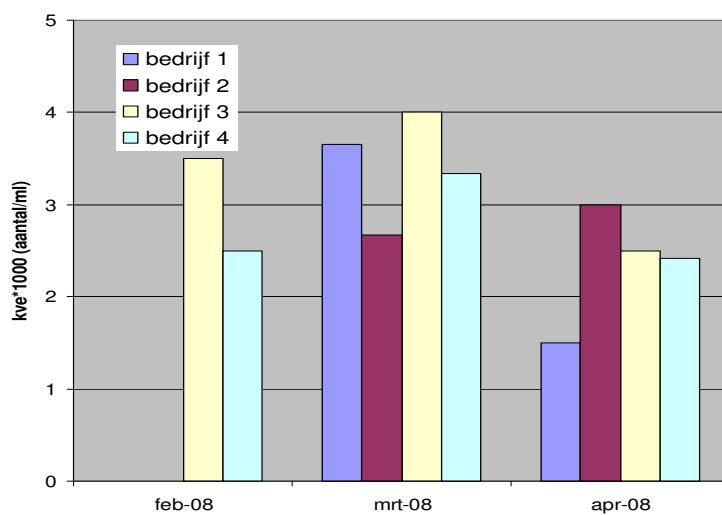
3 Resultaten

3.1 Bepaling van concentratie antagonisten

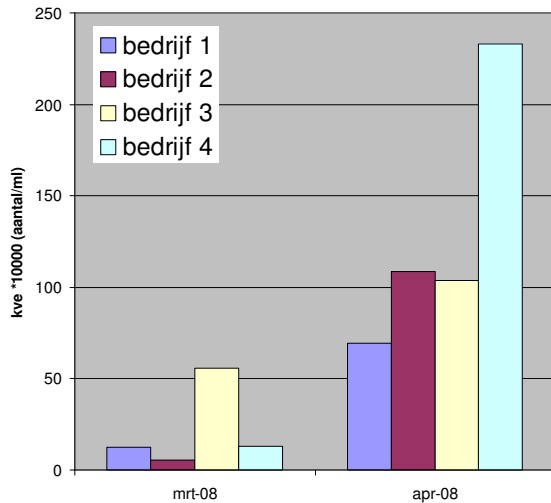
Figuren 1 t/m 3 laten de concentratie van toegediende antagonisten (SPG 5401, Trianum en KBV) zien op verschillende tijdstippen in de bovenkant van het blok. Alle antagonisten waren goed terug te meten op de vier locaties na toediening aan het blok.



Figuur 1: De gemeten concentratie SPG 5401 in de bovenkant van het blok in maart en april op vier locaties.



Figuur 2: De gemeten concentratie Trianum in de bovenkant van het blok in februari, maart en april op vier locaties.

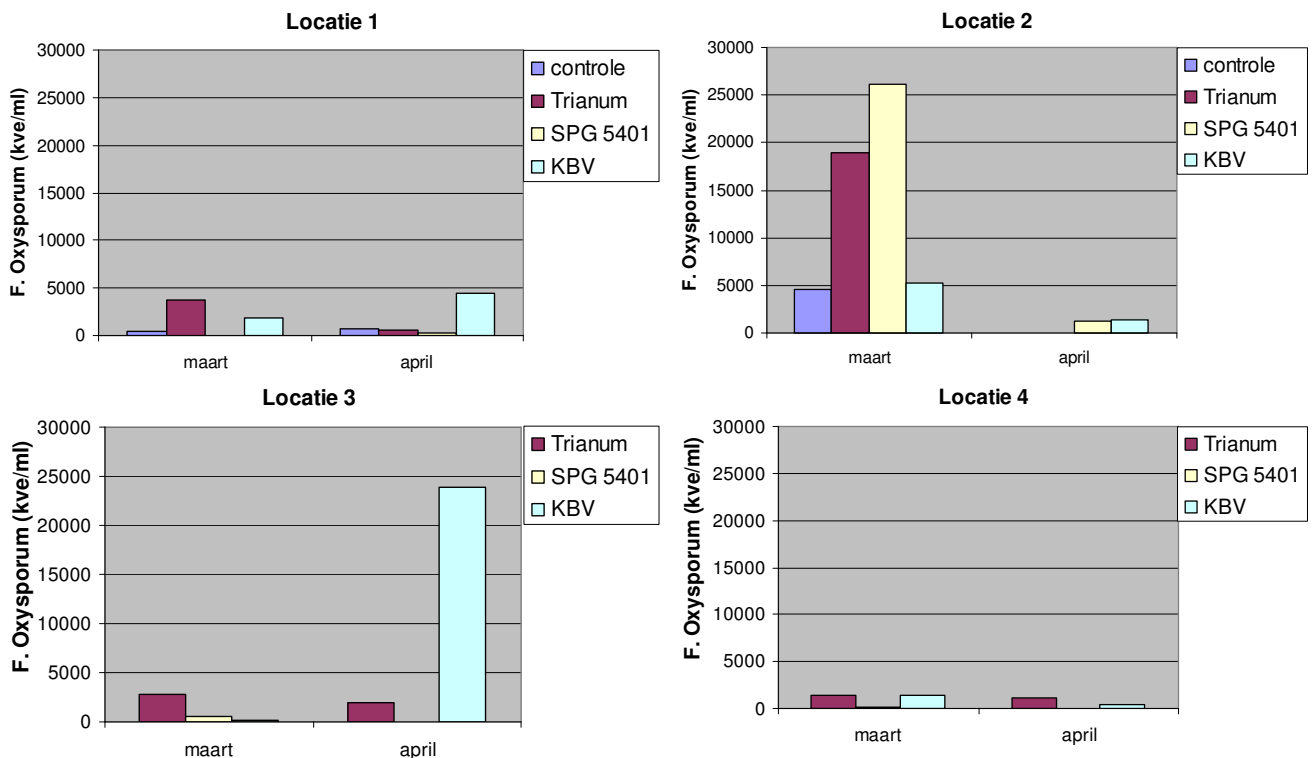


Figuur 3: De gemeten concentratie KBV in de bovenkant van het blok in maart en april op vier locaties.

3.2 Bepaling van *Fusarium*-infectiedruk na toediening van verschillende antagonisten

3.2.1 Bovenkant blok

Figuur 4 toont de infectiedruk van *F. oxysporum* op de verschillende locaties in maart en april in de bovenkant van het blok. Helaas was het niet mogelijk om op de locaties 3 en 4 een controle behandeling mee te nemen.



Figuur 4: Infectiedruk van *F. oxysporum* in het blok voor de 4 locaties in maart en april. (Kve = kolonievormende eenheden).



F. oxysporum werd in bijna alle blokken aangetoond, al was de concentratie wel relatief laag. In voorgaande jaren werden soms wel 1 miljoen sporen/ml gevonden. Opvallend is dat de hogere concentraties *F. oxysporum* werden gevonden bij de 3 verschillende behandelingen en dat bij de controle behandeling de *Fusarium* concentraties laag lagen. De plek van monsternamen in het blok is cruciaal voor de meting van de *Fusarium*-infectiedruk. *Fusarium* en andere schimmels kunnen op de bovenkant van het blok per plek sterk variëren. Hierbij speelt het stadium van de schimmel een belangrijke rol, zoals wel of geen sporevorming.

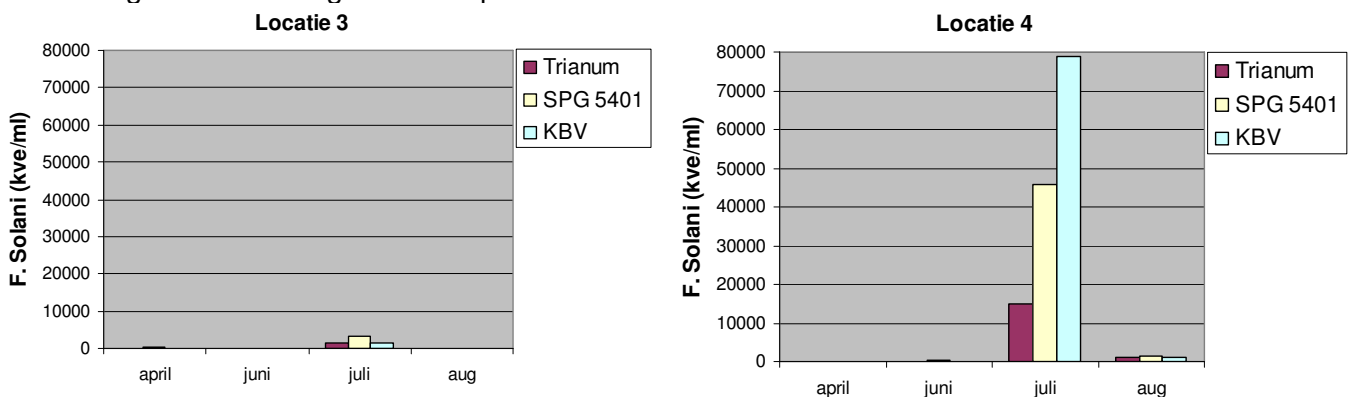
F. solani werd in het blok alleen aangetoond op locatie 4 (bijlage 1). Dit werd gevonden bij de Trianum (april: 3072 kve/ml) en SPG 5401 (maart: 2142 kve/ml en april: 12185 kve/ml) behandeling. In dit bedrijf werd ook stengelrot aangetroffen wat veroorzaakt kan worden door *F. solani*.

Nergens werd *F. proliferatum* aangetoond in de blokken. *F. lactis* werd gevonden op locatie 2 bij alle behandelingen. Op locatie 4 werd *F. lactis* alleen aangetoond bij de Trianum behandeling (bijlage 1).

3.2.2 Blad

F. oxysporum werd op locatie 4 in lage mate op het blad in juni en juli aangetroffen bij alle drie de behandelingen (bijlage 1). Verder werd het ook in lage mate aangetoond op locatie 3 in april en juli. In alle andere bedrijven en behandelingen werd er geen *F. oxysporum* gevonden op het blad.

F. solani werd alleen aangetoond op locaties 3 en 4 (figuur 5). Vooral op locatie 4 werd in juli een hoge infectiedruk gevonden op het blad.



Figuur 5: Infectiedruk van *F. solani* in het blad op locaties 3 en 4. kve = kolonievormende eenheden.

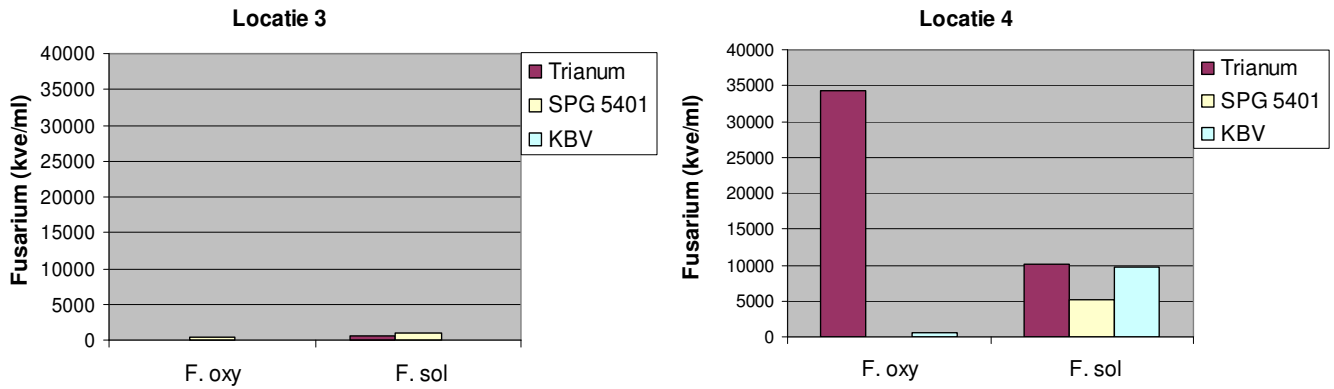
F. proliferatum werd niet aangetoond in het blad op de verschillende locaties. *F. lactis* werd in lage mate gevonden in april en juli op de locaties 1, 2 en 3 (bijlage 1).

3.2.3 Bloem

F. oxysporum en *F. solani* werden in juni (figuur 6) en juli alleen op de locaties 3 en 4 gevonden. In augustus werd het bijna niet meer teruggevonden in de bloemen (bijlage 1).

F. proliferatum werd in lage mate in juni in de bloemen aangetoond op de locaties 3 en 4 bij alle behandelingen. In juli en augustus werd het amper nog gevonden.

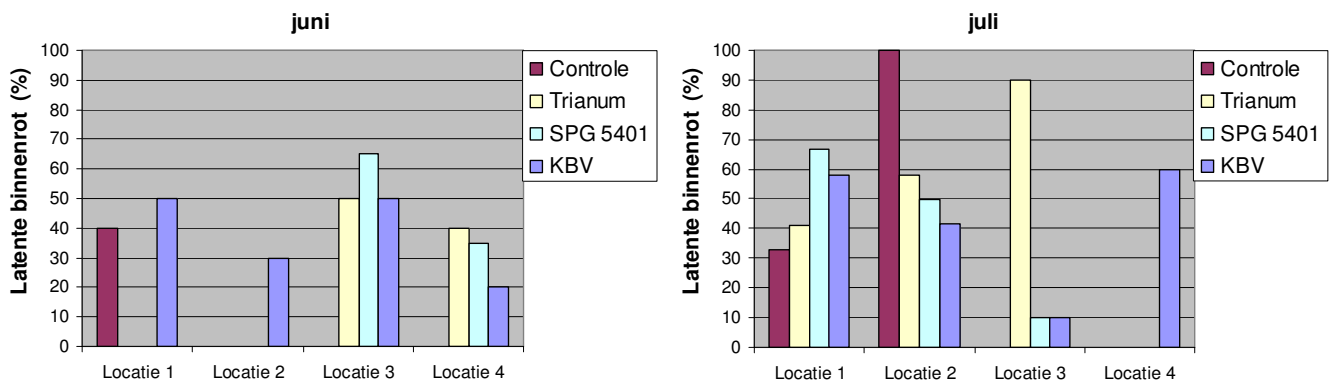
F. lactis werd in lage mate in juli aangetoond op de locaties 2, 3 en 4 bij de Trianum behandeling.



Figuur 6: Infectiedruk van *F. oxysporum* en *F. solani* in de bloem in juni op de locaties 3 en 4. kve = kolonievormende eenheden, *F. oxy* = *Fusarium oxysporum*, *F. sol* = *Fusarium solani*.

3.2.4 Jonge vruchten

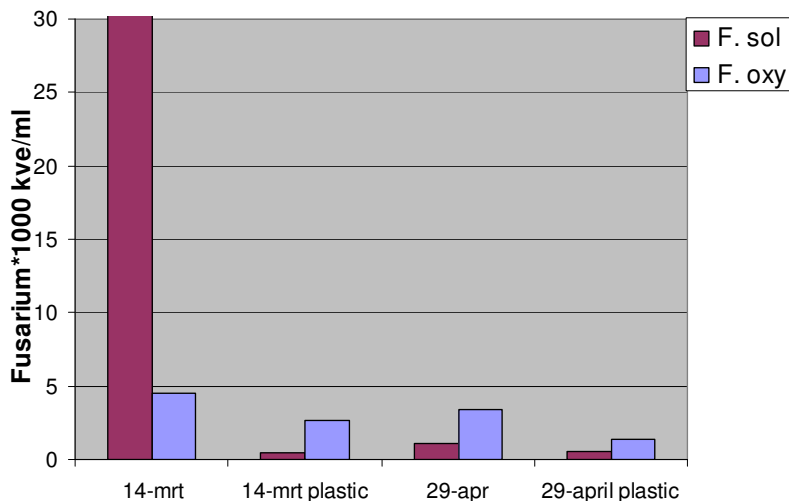
Figuur 7 geeft het percentage weer van net gezette vruchten besmet met *Fusarium* (in de figuur latente binnenrot genoemd). Dit werd gemeten 1 week nadat de vruchtjes waren gezet in juni, juli en augustus. In augustus werden veel minder besmette vruchten gevonden vergeleken met de maanden juni en juli.



Figuur 7: Percentage latente *Fusarium* infectie aanwezig in de net gezette vruchten aan de plant in juni en juli. De resultaten zijn per locatie en behandeling weergegeven.

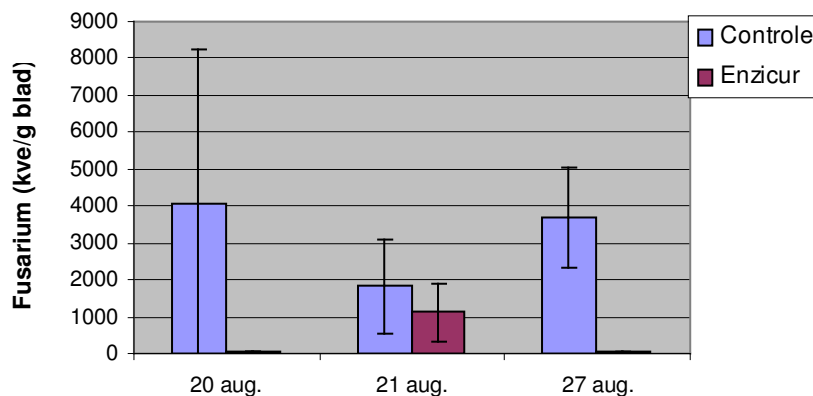
3.3 Afdekken van blok met plastic

Figuur 8 toont de gemiddelde infectiedruk in het blok van de verschillende *Fusarium*-soorten op verschillende tijdstippen met en zonder het afdekken van het blok met plastic. Het afdekken van het blok laat op beide data een lagere infectiedruk zien van beide *Fusarium*-soorten, maar dit was geen significant verschil.



Figuur 8: Infectiedruk van *F. solani* en *F. oxysporum* in het blok op verschillende data met en zonder het afdekken van het blok met plastic. Kve = kolonievormende eenheden.

3.4 Toediening van Enzicur



Figuur 9: *Fusarium*-infectiedruk op het blad van met Enzicur behandelde planten en controle planten.

Het toedienen van Enzicur laat een significant verschil zien tussen de infectiedruk (op het blad) op 27 augustus (figuur 9). Het toedienen van Enzicur zou op grotere schaal onderzocht moeten worden om zo de variatie in infectiedruk te verkleinen en de werkzaamheid tegen *Fusarium* te bewijzen. Op een ander bedrijf gaf behandeling van gewas met een *Fusarium*druk van 3000 kve/g blad gaf geen betrouwbare vermindering van de sporendruk op het blad.

3.5 Relatie tussen latente infecties in jonge vruchten en binnenrot in vruchten na bewaring

Tabel 2 geeft het gemiddelde percentage (voor elke locatie) weer van de hoeveelheid jonge vruchten welke latent *Fusarium* bij zich dragen. In bijlage 1 en figuur 7 staat de data voor elke behandeling apart weergegeven. In tabel 2 staat tevens weergegeven hoeveel vruchten er werden aangetroffen met uitwendige rot na 7 dagen bewaring en met inwendige rot na 14 dagen bewaring.

Tabel 2: Gemiddelde latente infectie, zichtbaar rot na 7 dagen bewaring en inwendig rot na 2 weken bewaren bij paprika van de 4 verschillende locaties.

	Locatie 1			Locatie 2			Locatie 3			Locatie 4		
	juni	juli	aug	juni	juli	aug	juni	juli	aug	juni	juli	aug
% latente infectie (jonge vrucht)	23	50	8	8	62	5	55	37		32	20	
Zichtbaar rot aan buitenkant na 1 week bij 20°C (%)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Inwendige rot na 2 weken bij 20°C (%)	5	5	5	10	3	1	8	4	6	8	2	6

Het gemiddelde percentage latente infecties in de net gezette vruchten varieerde tussen de 5 en 62% voor de verschillende locaties en tijdstippen. In augustus nam de latente infectie in de jonge vruchten af. Er was geen zichtbare binnenrot (zonder de paprika's door te snijden) aanwezig na 1 week bewaring. Na 2 weken bewaring lag het percentage binnenrot tussen de 1 en 10 % voor de verschillende bedrijven. Bij het doorsnijden van de vruchten bleek dat de rot op verschillende plekken kan voorkomen in de vrucht; in de punt (figuur 10), bij het zaad en achter de steel (Figuur 11).



Figuur 10: Fusarium binnenrot in de punt van paprika's



A



B

Figuur 11: Fusarium binnenrot in de punt en zaad (A) en achter de steel (B) van paprika's

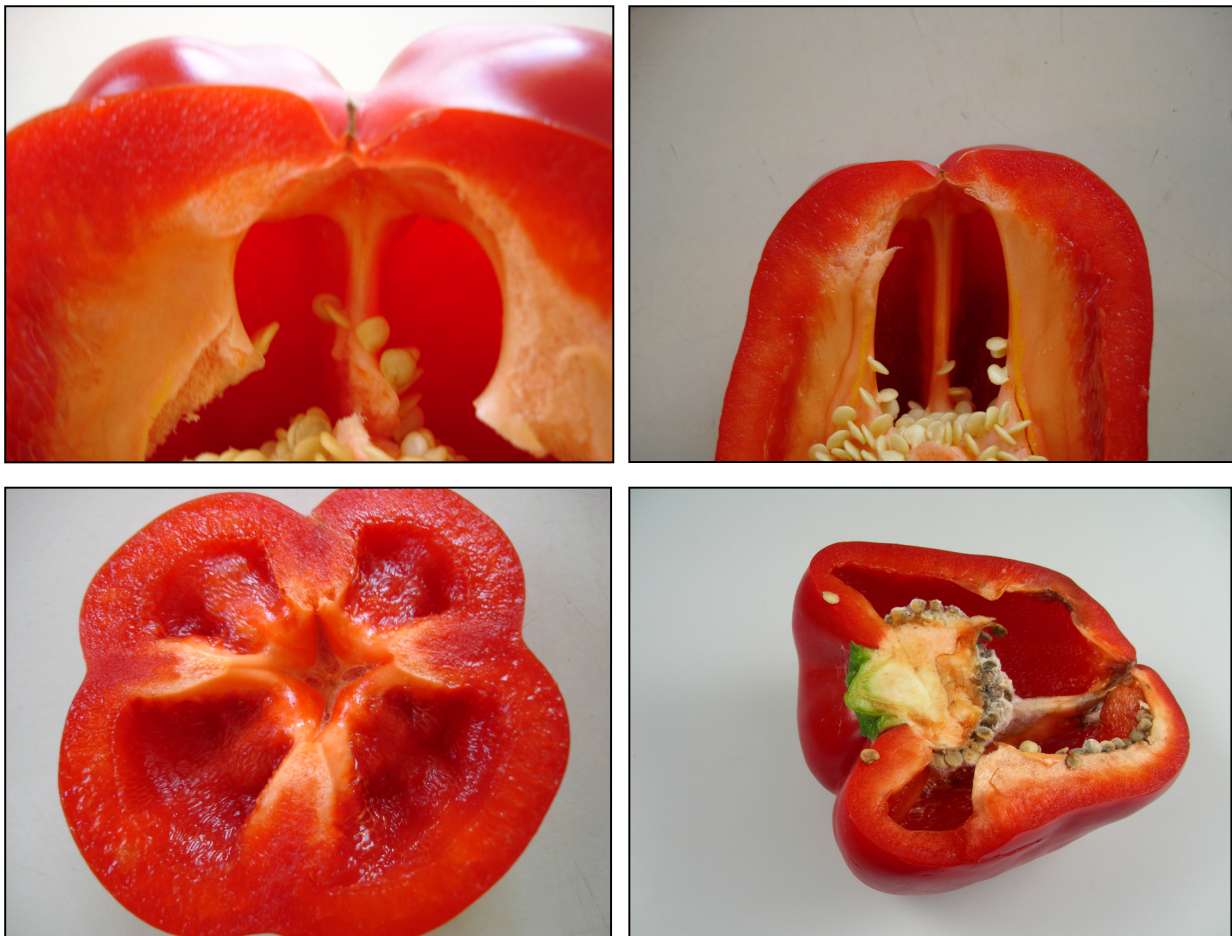
3.6 Teeltomstandigheden

Tijdens gesprekken met telers en vruchtwaarnemingen in de praktijk bleek dat omstandigheden tijdens de teelt voor een deel bepalen hoe sterk binnenrot om zich heen kan grijpen. Dit is echter niet expliciet onderzocht maar kan de praktijk mogelijk wel verder helpen om de problemen met binnenrot terug te dringen. Tevens blijken er in de praktijk misverstanden te staan over de invloed van klimaatomstandigheden en het optreden van binnenrot.

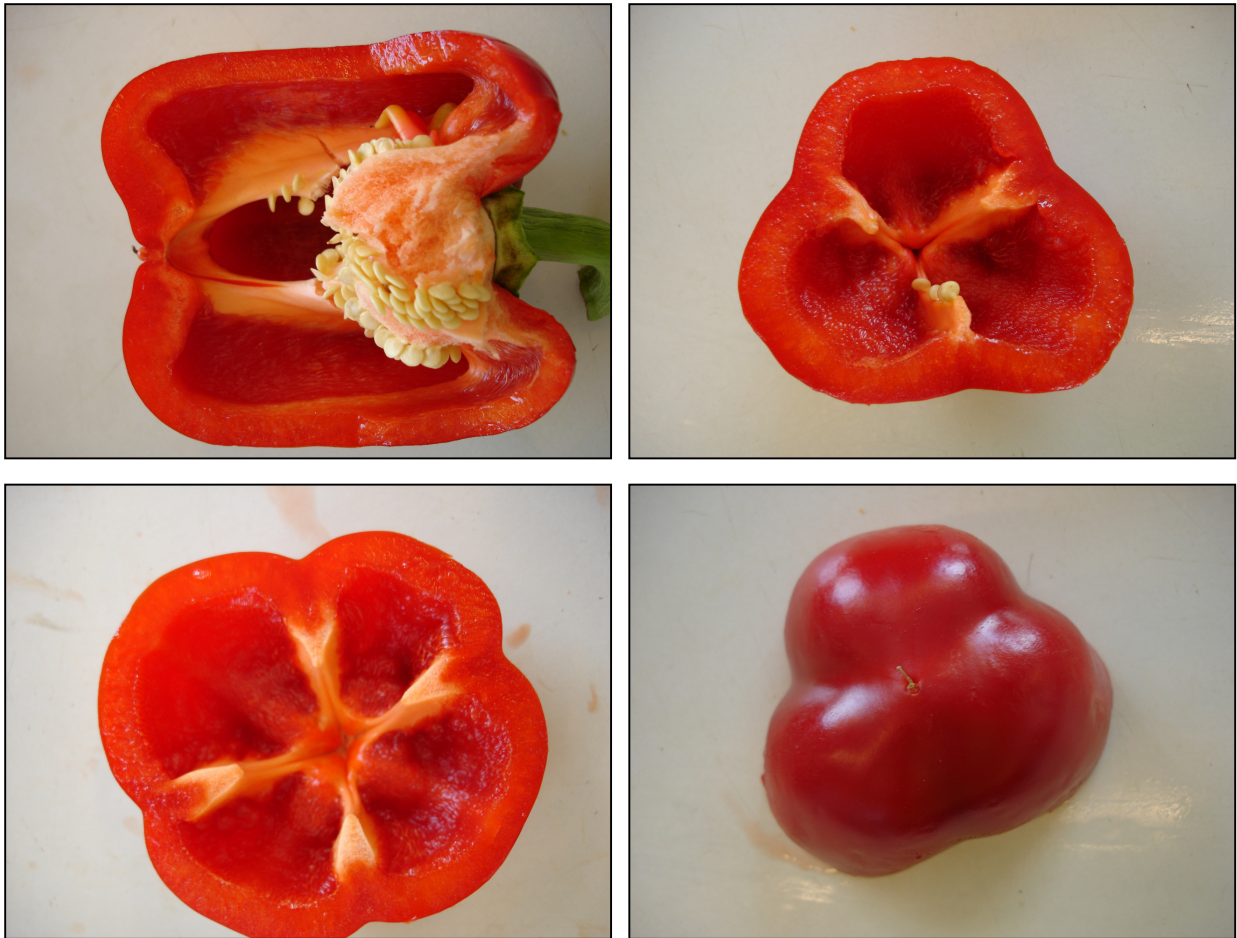
3.6.1 Vruchtvorm

Vruchten met latente *Fusarium*-infectie hebben een opening op de plaats waar de stijl gezeten heeft. Hier zijn ook afgestorven cellen zichtbaar. Dit wordt veroorzaakt door *Fusarium* die naar binnen gegroeid is. Het binnengroeien van *Fusarium* verloopt gemakkelijker bij:

- vruchten met een dunne vruchtwand
- vruchten die sterk geblokt zijn
- vierhokkige vruchten
- vruchten met een dikke stijl
- vruchten die langzaam zetten/lang bloeien
- vruchten waar de stijl diep is ingezonken in de vrucht



Figuur 12: Vruchten met ingezonken stijl, dunne vruchtwand op de plaats waar de stijl zicht bevindt en 4 hokkige vruchten zijn gevoelig voor binnenrot

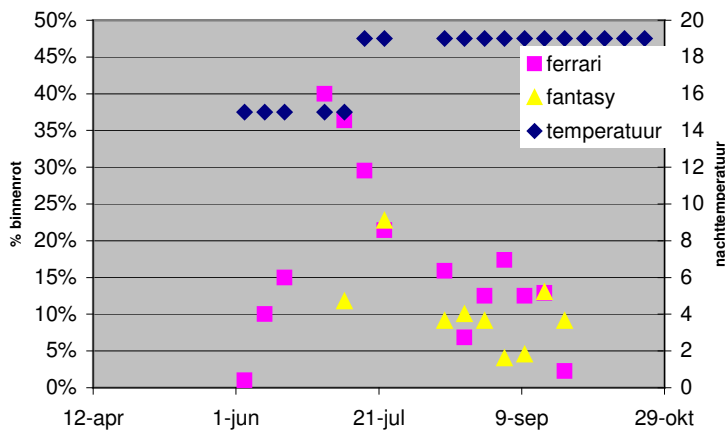


Figuur 13: Vruchten met stijl bovenop de vrucht, dikke vruchtwand op de plaats waar de stijl zich bevindt en 3 hokkige vruchten zijn minder gevoelig voor binnenrot.



3.6.2 Invloed klimaat op binnenrot

In de praktijk wordt gesuggereerd dat klimaatinstellingen en condens in de kas een rol spelen in het optreden van binnenrot. Dit is in onderzoek in Nederland en België nooit aangetoond. Nat gespoten bloemen of vochtig klimaat veroorzaakten niet meer binnenrot dan droog gehouden bloemen en droog klimaat. Op één van de deelnemende bedrijven van dit onderzoek werd ervaren dat de hogere ontwikkelingssnelheid van het gewas leidde tot een afname van de hoeveelheid binnenrot. Dit wordt onderstreept door de ervaring van een andere teler die in 2007 de nachttemperatuur verhoogde. De ontwikkelingssnelheid van het gewas nam toe, het gewas werd generatievler en de problemen met binnenrot namen af (figuur 14).



Figuur 14: Uit de registratie van een bedrijf in 2007 bleek dat het percentage binnenrot duidelijk afnam na verhoging van de nachttemperatuur. Dit werd ook ervaren door één van de praktijkbedrijven in 2008.



4 Discussie

Fusarium werd gevonden in bijna alle steenwolblokken, alhoewel de concentratie wel relatief laag was. In voorgaande jaren werden soms wel 1 miljoen sporen/ml gemeten. Een toename van infectiedruk van *Fusarium* in het blok in het seizoen, zoals in voorgaand onderzoek werd gevonden (2007), werd nu niet teruggevonden. De mate van binnenrot was laag. Een aantal jaren geleden lag de mate van binnenrot een stuk hoger en was binnenrot al meteen waarneembaar bij de oogst. Dit was in het onderzoek van 2007 en 2008 niet meer het geval. Bij de oogst werd er geen of amper binnenrot geconstateerd. In de bewaarproeven trad wel binnenrot op en de relatie met de latent aanwezige *Fusarium* in de jonge vruchten kon worden aangetoond.

Triatum, SPG 5401 en KBV

De toegediende antagonisten werden allen goed teruggevonden in de blokken. Helaas werd er geen duidelijke onderdrukking van *Fusarium* bij de toegediende behandelingen waargenomen. Dit kwam onder andere doordat de *Fusarium*-infectiedruk zeer laag lag bij zowel de verschillende behandelingen als bij de controlebehandeling zonder antagonisten. In juni was het percentage binnenrot bij paprika's na 14 dagen bewaren hoger voor de onbehandelde paprika's vergeleken met de paprika's afkomstig van de drie behandelingen. Dit was echter niet meer zichtbaar in de maanden juli en augustus. In juli en augustus lagen de percentages paprika's met binnenrot lager dan in juni, waardoor het lastiger is om een conclusie te trekken voor deze maanden.

F. oxysporum

F. oxysporum werd in maart en april in bijna alle blokken in lichte mate teruggemeten. De infectiedruk in de blokken was alleen wat hoger in maart op locatie 2 (alle behandelingen) en in april op locatie 3 voor de behandeling met KBV. De infectiedruk was hierbij hoger voor de behandelde blokken vergeleken met de controlebehandeling.

Alleen op locatie 4 werd een behoorlijke infectiedruk gevonden in het blad in juli. Deze infectiedruk was weer grotendeels verdwenen in augustus. Tevens werd alleen op locatie 4 een hoge infectiedruk gevonden in de bloemen bij de Triatum behandeling in juni.

Opmerkelijk is dat op de locaties 1 en 2 helemaal geen *F. oxysporum* werd aangetroffen in het gewas en in de bloemen voor zowel de behandelingen als de controle. *F. oxysporum* werd alleen in het gewas en in de bloemen aangetroffen op de locaties 3 en 4.

F. solani

De infectiedruk van *F. solani* lijkt op te lopen in het seizoen op locatie 4 (voor alle behandelingen) in zowel het blok, als het blad en de bloem. In juli werd de hoogste infectiedruk gemeten in het blad, waarna de infectiedruk weer afnam. Ook in de bloemen werd *F. solani* bijna niet meer gedetecteerd in augustus. *F. solani* kan stengelrot/voetrot veroorzaken. Locatie 4 was dan ook het enige bedrijf wat behoorlijk last had van voetrot.

F. lactis en *F. proliferatum*

F. lactis werd in lichte mate in april aangetroffen in het blok en in het blad, verspreid over de verschillende locaties en behandelingen. In zeer lichte mate werd het ook gevonden in juli in het blad en de bloemen. Door de lage infectiedruk en de gevarieerde aanwezigheid van *F. lactis* kan er geen conclusie getrokken worden met betrekking tot de mate van binnenrot.

F. proliferatum werd amper gedetecteerd. In de bloemen in juni werden deze schimmels een paar keer in zeer lichte mate gedetecteerd op de verschillende locaties.

Relatie tussen latente infectie jonge vruchten en binnenrot na bewaring

Opmerkelijk is dat een hoog percentage van de jonge vruchten geïnfecteerd waren met *Fusarium* (gemiddeld 30%, variatie 0-100%, figuur 7), maar dat dit niet tot uiting kwam in het percentage binnenrot na 2 weken bewaring (gemiddeld 5,3%, gemiddeld 1-10%). Waarschijnlijk waren de omstandigheden in de paprika's dusdanig ongunstig voor *Fusarium*



om zich goed te kunnen ontwikkelen en uit te groeien tot binnenrot. Dit zou wel een aanknopingspunt kunnen zijn voor een vervolgonderzoek. Tevens zouden vruchteigenschappen ook van invloed kunnen zijn denkende aan snelle zetting/bloei, minder sterk geblokte paprika's, het aantal segmenten en een gesloten punt.

Afdekken van het blok met plastic

In dit onderzoek is bevestigd dat afdekken van het blok met plastic folie de *Fusarium*-infectie in het blok onderdrukt. De verschillen zijn echter klein. Het experiment zou nogmaals herhaald moeten worden wanneer een hogere infectie van *Fusarium* aanwezig is. Omdat het afdekken van de blokken de ontwikkeling van *Fusarium* niet voor 100% onderdrukt en het afdekken niet echt praktisch is lijkt dit geen zinvolle optie.

Invloed van insecten

Er werd veel *Orius* gevonden in de bloemen, rond 0,5 tot 1 per bloem. In 2006 werd aangetoond dat 80 % van de geteste *Orius* sporen van *Fusarium* bij zich droeg. Ook in dit project lijkt het dat insecten een belangrijke rol hebben gespeeld bij de verspreiding van *Fusarium*.

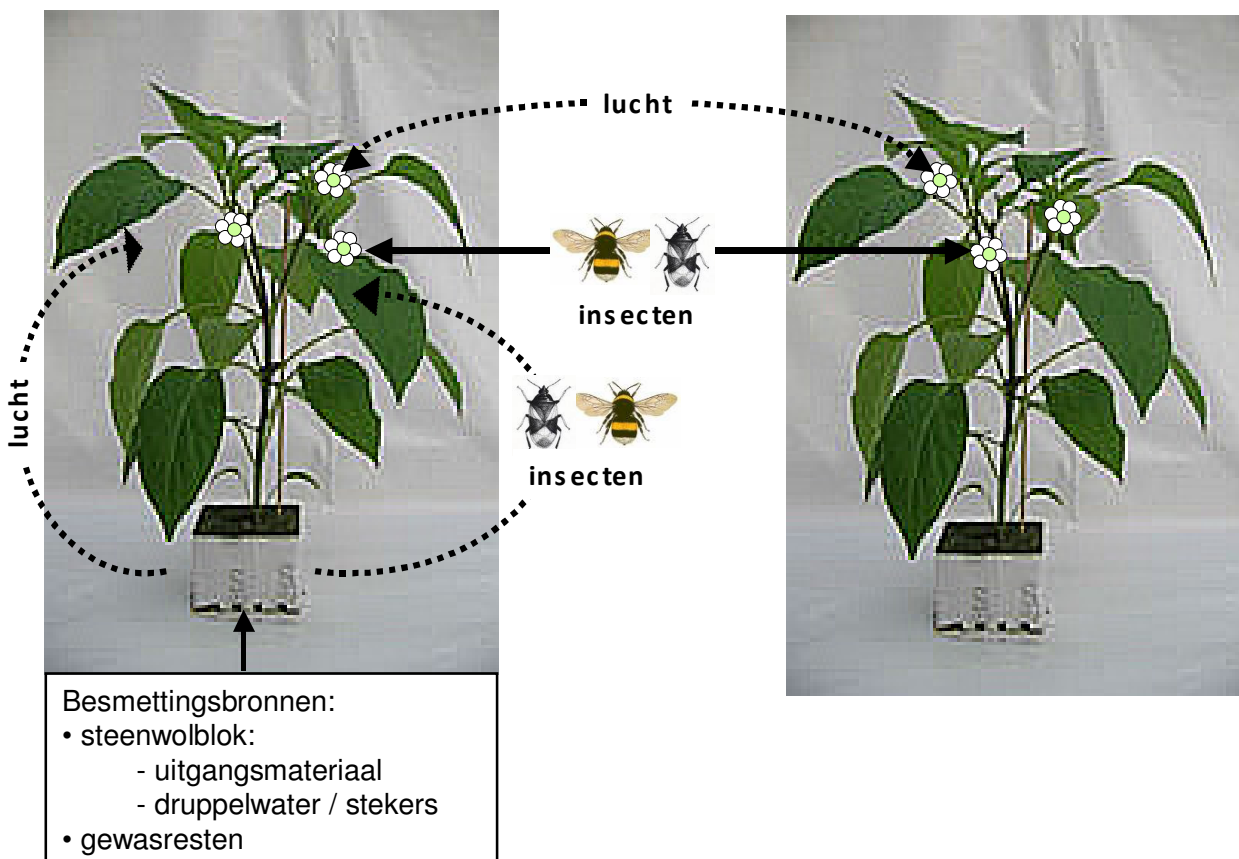
In een kasproef bij Groen Agro Control is onderzocht of hommels van invloed kunnen zijn op het onderling besmetten van de planten met *Fusarium*. Hierbij werden een aantal hommels een week lang bij een met *Fusarium* besmette paprikaplant en 3 onbesmette planten geplaatst. Na een week werden de hommels en net bevruchte vruchtjes geanalyseerd op *Fusarium*. Bij 40% van de hommels en bij 33% van de vruchtjes van de niet besmette planten werd *Fusarium* aangetroffen. Hommels zijn dus in staat om *Fusarium* met zich mee te dragen en waarschijnlijk ook om schone bloemetjes hiermee te besmetten. Dit kan niet met zekerheid gesteld worden, omdat besmetting door de lucht niet uit te sluiten valt. Luchtmetingen op de bedrijven bij het onderzoek in 2006 (Groen Agro Control) lieten zien dat er amper of geen *Fusarium* in de lucht aanwezig was. Omdat bloemen en hommels beiden besmet zijn lijkt overdracht via insecten veel aannemelijker dan overdracht via de lucht.

Opvallend is dat de behandelingen met KBV, Trianum en SPG5401 een vergelijkbare mate van binnenrot lieten zien als de controlebehandeling. Besmetting door insecten zou hiervoor een verklaring kunnen zijn. Wanneer één bloem besmet is, kan dit gemakkelijk verspreid worden naar bloemen van andere planten, ook al wordt de infectiedruk van *Fusarium* in het blok bij deze planten onderdrukt. Mogelijk was het effect van de antagonist nog aanwezig in juni. Later in het seizoen heeft de besmetting zich via de bloemen en insecten in alle behandelingen uitgebreid.

5 Conclusies

- Door een algemene lage infectiedruk van *Fusarium* bij de deelnemende bedrijven was het verlagende effect op de infectiedruk door verschillende behandelingen, zoals het toedienen van antagonisten, Enzicur en het afdekken van steenwolblokken met plastic folie, moeilijk vast te stellen.
- Insecten, zoals Orius en hommels zijn in staat om *Fusarium* te verspreiden van de ene bloem naar de andere bloem.
- Een groot deel van de latent aanwezige *Fusarium* in de jonge vruchten groeit niet uit tot *Fusarium* binnenrot onder de in de proef uitgevoerde omstandigheden.
- Figuur 15 laat de verspreiding van *Fusarium* bij paprikaplanten zien. *Fusarium* handhaaft zich goed in het blok. Hier is al vroeg in het seizoen een hoge concentraties van *Fusarium* te meten. Hierna kan de schimmel zich verspreiden door de lucht of door insecten naar het gewas en de bloemen. Ook vanaf besmette gewasresten op de grond kan er verspreiding plaatsvinden van *Fusarium* naar de bloemen. Vanuit de bloemen kan *Fusarium* de vrucht ingroeien en binnenrot veroorzaken.

Verspreiding van *Fusarium*



Figuur 15: Schematisch overzicht van verspreiding van *Fusarium* in paprikaplanten



6 Aanbevelingen

Om binnenrot te voorkomen is het belangrijk om zo goed mogelijk *Fusarium* vrij te telen. Hierbij is het belangrijk om met de volgende aspecten rekening te houden:

- Het goed ontsmetten van recirculatiesysteem bij de teeltwisseling om een nieuwe *Fusarium*-infectie te voorkomen. Belangrijke onderdelen zijn:
 - Druppelslangen inwendig
 - Stekers
 - Drain/voorraadsilo's
- Paden schoonhouden, zodat insecten geen kans krijgen om *Fusarium* van op de grond liggende (rottende) paprika's te verspreiden naar de bloemen.
- Bezoekers en medewerkers speciale kleding laten dragen en handen en schoenen laten ontsmetten, zodat een besmetting van buitenaf vermeden wordt.
- Tijdens de teelt kunnen druppelslangen inwendig schoongehouden worden door regelmatig een lage concentratie van een reinigingsmiddel met het gietwater mee te geven. Hierdoor wordt voorkomen dat er in de druppelslangen *Fusarium* gaat groeien. Dit heeft echter geen invloed op de ontwikkeling van de *Fusarium* die zich eventueel al in de pot bevindt.
- Insecten mogen geen kans krijgen om van buiten de kas binnen te komen (door bijvoorbeeld insectengaas te gebruiken).
- Uitgangsmateriaal dient ook vrij te zijn van *Fusarium*. In de praktijk zijn vaak alle steenwolblokken al besmet met *Fusarium* als ze met plant afgeleverd worden bij de teler.

Bijlage 1: Gemiddelde *Fusarium*-infectiedruk per locatie

Tabel 1: gemiddelde infectiedruk van *Fusarium oxysporum* en *Fusarium solani* voor de 4 locaties per maand en per behandeling.

<i>Fusarium oxysporum</i> / <i>Fusarium solani</i> (kve/ml)		blok			blad				bloem			% geïnfecteerd 1 week na zetting			% rot na 14 dagen bewaren		
		behandeling	Tuinder	maart	april	juni	april	juni	juli	aug	juni	juli	aug	juni	juli	aug	juni
onbehandeld	Locatie 1	452 / 0	730 / 0		0 / 0	0 / 0	0 / 0	0 / 0	0 / 0	0 / 0	0 / 0	40	33	0	9%	5%	5%
onbehandeld	Locatie 2	4560 / 0	0 / 0		0 / 0	0 / 0	0 / 0	0 / 0	0 / 0	0 / 0	0 / 0	0	100	0	14%	0%	0%
Trianum	Locatie 1	3707 / 0	558 / 0		0 / 0	0 / 0	0 / 0	0 / 0	0 / 0	0 / 3962	0 / 0	0	41	0	7%	7%	7%
	Locatie 2	18907 / 0	0 / 0		0 / 179	0 / 0	0 / 0	0 / 0	0 / 0	0 / 0	0 / 0	0	58	20	11%	2%	0%
	Locatie 3	2733 / 0	1924 / 0		0 / 0	0 / 0	0 / 1356	0 / 0	0 / 615	+ / +	0 / 0	50	90		5%	2%	5%
	Locatie 4	1425 / 0	1176 / 3072		0 / 0	0 / 0	1438 / 14885	0 / 1155	34245 / 10081	+ / +	0 / 0	40	0		9%	0%	9%
SPG 5401	Locatie 1	0 / 0	277 / 0		0 / 0	0 / 0	0 / 0	0 / 0	0 / 0	0 / 0	0 / 0	0	67	10	2%	5%	5%
	Locatie 2	26150 / 0	1282 / 0	1679 / 0	0 / 0	0 / 0	0 / 0	0 / 0	0 / 0	0 / 0	0 / 0	0	50	0	2%	9%	2%
	Locatie 3	599 / 0	0 / 0		1083 / 521	0 / 0	83 / 3470	0 / 0	361 / 1011	+ / +	0 / 0	65	10		11%	2%	5%
	Locatie 4	171 / 2142	0 / 12185		0 / 0	717 / 420	2531 / 45717	0 / 1284	0 / 5223	+ / +	0 / 0	35	0		7%	3%	5%
KBV	Locatie 1	1810 / 0	4379 / 0		0 / 0	0 / 0	0 / 0	0 / 0	0 / 0	0 / 0	0 / 0	50	58	20	2%	5%	2%
	Locatie 2	5298 / 0	1352 / 0		0 / 0	0 / 0	0 / 0	0 / 0	0 / 0	0 / 0	0 / 0	30	42	0	11%	2%	0%
	Locatie 3	120 / 0	23820 / 0		0 / 0	0 / 0	0 / 1423	0 / 0	0 / 0	+ / +	0 / 0	50	10		7%	7%	9%
	Locatie 4	1342 / 0	409 / 0		0 / 0	0 / 0	937 / 78904	0 / 1211	590 / 9700	+ / +	0 / 1426	20	60		9%	5%	5%


 Tabel 2: gemiddelde infectiedruk van *Fusarium proliferatum* voor de 4 locaties per maand en per behandeling.

<i>Fusarium lactis</i> (kve/ml)		blok			blad				bloem			% geïnfecteerd 1 week na zetting			% rot na 14 dagen bewaren		
		maart	april	juni	april	juni	juli	aug	juni	juli	aug	juni	juli	aug	juni	juli	aug
behandeling	Tuinder																
onbehandeld	Locatie 2	-	+/-		+	-	-	-	-	+/-	-	0	100	0	14%	0%	0%
onbehandeld	Locatie 1	-	-		+	-	-	-	-	-	+/-	40	33	0	9%	5%	5%
Triatum	Locatie 1	-	-	-	+/-	-	-	-	-	-	-	0	41	0	7%	7%	7%
	Locatie 2	-	+		-	-	+/-	-	-	+/-	-	0	58	20	11%	2%	0%
	Locatie 3	-	-		-	-	-	-	-	+/-	-	50	90		5%	2%	5%
	Locatie 4	-	+/-		-	-	-	-	-	+/-	-	40	0		9%	0%	9%
SPG 5401	Locatie 1	-	-		+/-	-	-	-	-	-	-	0	67	10	2%	5%	5%
	Locatie 2	-	+	-	-	-	+/-	-	-	-	-	0	50	0	2%	9%	2%
	Locatie 3	-	-		-	-	+/-	-	-	-	-	65	10		11%	2%	5%
	Locatie 4	-	-		-	-	-	-	-	-	-	35	0		7%	3%	5%
KBV	Locatie 1	-	-		+	-	-	-	-	-	-	50	58	20	2%	5%	2%
	Locatie 2	-	+/-	-	+/-	-	+/-	-	-	-	-	30	42	0	11%	2%	0%
	Locatie 3	-	-		-	-	+/-	-	-	-	-	50	10		7%	7%	9%
	Locatie 4	-	-		-	-	-	-	-	-	-	20	60		9%	5%	5%

 Tabel 3: gemiddelde infectiedruk van *Fusarium lactis* voor de 4 locaties per maand en per behandeling.

<i>Fusarium proliferatum</i> (kve/ml)		blok			blad				bloem			% geïnfecteerd 1 week na zetting			% rot na 14 dagen bewaren		
		maart	april	juni	april	juni	juli	aug	juni	juli	aug	juni	juli	aug	juni	juli	aug
behandeling	Tuinder																
onbehandeld	Locatie 2	-	-		-	-	-	-	-	-	-	0	100	0	14%	0%	0%
onbehandeld	Locatie 1	-	-		-	-	-	-	-	+/-	-	40	33	0	9%	5%	5%
Triatum	Locatie 1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	41	0	7%	7%	7%
	Locatie 2	-	-		-	-	-	-	-	-	-	0	58	20	11%	2%	0%
	Locatie 3	-	-		-	-	-	-	-	+/-	+/-	50	90		5%	2%	5%
	Locatie 4	-	-		-	-	-	-	-	+	-	40	0		9%	0%	9%
SPG 5401	Locatie 1	-	-		-	-	-	-	-	-	-	0	67	10	2%	5%	5%
	Locatie 2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	50	0	2%	9%	2%
	Locatie 3	-	-		-	-	-	-	-	+/-	-	65	10		11%	2%	5%
	Locatie 4	-	-		-	+/-	-	-	-	+/-	-	35	0		7%	3%	5%
KBV	Locatie 1	-	-		-	-	-	-	-	-	-	50	58	20	2%	5%	2%
	Locatie 2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	30	42	0	11%	2%	0%
	Locatie 3	-	-		-	-	-	-	-	-	-	50	10		7%	7%	9%
	Locatie 4	-	-		-	-	-	-	-	+	-	20	60		9%	5%	5%