

Middelentoets uitval Lisianthus

Vergelijkende effectiviteitsproef van middelen tegen *Fusarium avenaceum* en *Myrothecium roridum* in Lisianthus (*Eustoma* sp.) cv. Picolo White

André van der Wurff, Roel Hamelink

Wageningen UR Glastuinbouw

november 2007

© 2007 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 Praktijkonderzoek Plant & Omgeving.

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



Intern projectnummer: 3242016400

PT projectnummer: 12690

Wageningen UR Glastuinbouw

Adres : Violierenweg 1, 2665 ZG Bleiswijk
: Postbus 20, 2665 ZG Bleiswijk
Tel. : 0317 - 485606
Fax : 010 - 5225193
E-mail : andre.vanderwurff@wur.nl
Internet : www.ppo.wur.nl

Inhoudsopgave

pagina

PUBLIEKSSAMENVATTING.....	5
1 INLEIDING	7
2 MATERIAAL EN METHODEN	9
2.1 Proefopzet	9
2.1.1 Teeltsysteem en planten.....	9
2.2 Gebruikte middelen.....	9
2.2.1 Middelen tegen <i>Fusarium avenaceum</i>	9
2.2.2 Middelen tegen <i>Myrothecium roridum</i>	10
2.3 Waarnemingen.....	11
2.4 Statistiek.....	12
3 RESULTATEN	13
3.1 Resultaten proef <i>Fusarium avenaceum</i>	13
3.2 Resultaten proef <i>Myrothecium roridum</i>	16
4 CONCLUSIE EN DISCUSSIE	19
4.1 Proef met <i>Fusarium avenaceum</i>	19
4.2 Proef met <i>Myrothecium roridum</i>	19
5 AANBEVELINGEN VERVOLGONDERZOEK	21
6 REFERENTIES.....	21
BIJLAGE 1: OVERZICHT WERKZAME STOFFEN EN RISICO RESISTENTIE ONTWIKKELING MIDDELEN <i>FUSARIUM</i>	22
BIJLAGE 2: OVERZICHT WERKZAME STOFFEN EN RISICO RESISTENTIE ONTWIKKELING MIDDELEN <i>MYROTHECIUM</i>	23
BIJLAGE 3 GEBRUIKTE MIDDELEN IN PROEF MET <i>FUSARIUM AVENACEUM</i>	24
BIJLAGE 4 GEBRUIKTE MIDDELEN IN PROEF MET <i>MYROTHECIUM RORIDUM</i>	25
BIJLAGE 5 FOTO'S RESIDU BIJ BEHANDELING E EN SPUITSCHADE BIJ BEHANDELING F PROEF <i>MYROTHECIUM RORIDUM</i>	26

Publiekssamenvatting

De grondgebonden teelt van *Lisianthus* onder glas ondervindt nadelige effecten van de bodem zwakteparasitaire schimmels *Fusarium avenaceum* (veroorzaker van voetrot) en *Myrothecium roridum* (veroorzaker van vlekkenziekte). Door Wageningen UR Glastuinbouw is onderzoek uitgevoerd naar de effectiviteit van diverse middelen tegen de schimmels. Het niet toegelaten middel fludioxonil + cyprodinil (Switch) en een toegelaten strobilurine (Flint) blijken de meest effectieve middelen tegen voetrot, maar een afdoende bestrijdingsmiddel blijkt vooralsnog niet beschikbaar. Opvallend is dat het niet meer toegelaten carbendazim slechter presteert dan eerder genoemde middelen. Het middel is een week na het besmetten met de schimmel ingezet. Bij een preventief gebruik zou de werking beter zijn.

Het effect van thiofanaat (Topsin-M) was te verwachten omdat het een vergelijkbaar werkingsmechanisme heeft als het (niet toegelaten) carbendazim. Dit wordt bevestigd door een gelijke effectiviteit van beide middelen in onze proef waar tweeënhalve keer de dosering werkzame stof Topsin in verhouding tot carbendazim was gebruikt. De middelen Flint en Topsin-M staan helaas bekend als risicovol. Bij regelmatig gebruik kan resistentie door de schimmel worden opgebouwd. Er is geen kruisresistentie bekend voor beide stoffen. Beide middelen zijn daarom geschikt om af te wisselen.

De middelentoets tegen vlekkenziekte laat een duidelijker resultaat zien. De niet toegelaten middelen fludioxonil + cyprodinil (Switch) en een strobilurine (Ortiva), en de toegelaten middelen boscalid + kresoxim-methyl (Collis), thiram (Thiram) en imazalil (Fungaflor) laten het meeste perspectief zien voor de bestrijding van vlekkenziekte. Ook hier geldt dat Ortiva en Collis gevoelig zijn voor resistentieontwikkeling. De andere middelen kennen dit in mindere mate of zelfs nauwelijks. Beide toegelaten middelen Collis en Thiram kunnen prima met elkaar afgewisseld worden omdat Thiram weinig risicovol is met betrekking tot resistentieontwikkeling.

Het middel Fungaflor liet gewasschade zien. Het middel Thiram liet residu achter op de bladen, maar dit werd na berekening eraf gespoeld.

De proef laat zien dat vlekkenziekte (*Myrothecium roridum*) met het middelenpakket makkelijker te bestrijden is dan voetrot (*Fusarium avenaceum*).

De producent en van de niet-toegelaten middelen hebben zich bereid verklaard om te kijken naar toelating.

1 Inleiding

De schimmels *Fusarium avenaceum* en *Myrothecium roridum* zorgen voor veel uitval in de teelt van Lisianthus (*Eustoma* sp.) (Van der Burg e.a. 2003).

De schimmel *Fusarium avenaceum* (voetrot) tast via de wortels of wondjes de vaatbundels aan, waardoor deze verstopten. De bladeren verkleuren geel, de plant verwelkt en sterft in enkele dagen tijd volledig af. Op de voet van de plant ontstaat gomuitscheiding, wit schimmelpluis met roze sporenmassa (zie **Fig. 1**). De schimmel wordt gerekend tot de zwakteparasieten en is bijzonder besmettelijk. Preventieve maatregelen zijn: het gebruik van schoon plantmateriaal, het kiezen van resistente rassen, het toepassen van een goede bedrijfshygiëne en het verwijderen van besmette planten. Alleen met zwaar stomen (~90 cm) wordt een besmetting bestreden.

Door *Myrothecium roridum* (vlekkenziekte) aangetaste planten vergelen met de kenmerkende donkerbruin tot zwarte vlekken op het blad. Op de stengelvoet ontstaan afgeronde, glimmende, olijfgroene tot zwarte, op korrels lijkende sporenhoopjes (zie **Fig. 1**). Het is een zwakteparasiet en zorgt in de grondgebonden teelt van Lisianthus (*Eustoma* spp.) voor veel uitval. De schimmel heeft een brede waardplanten reeks. Preventieve maatregelen tegen de ziekte zijn het gebruik van schoon plantmateriaal, niet te warm of te vochtig telen, het voorkomen van nat gewas door onderlangs water geven, het voorkomen van een te weelderige groei en het toepassen van een goede bedrijfshygiëne. Alleen met zwaar stomen (~90 cm) wordt een besmetting bestreden.

Tegen beide schimmels werd veel met carbendazim gewerkt. Dat middel heeft echter geen toelating meer in grondgebonden teelten onder glas zoals van Lisianthus. Nu wordt gebruik gemaakt van Daconil, Topsin-M en Thiram.

Carbendazim werd in het verleden binnen 1 dag na het uitplanten van het uitgangsmateriaal over de planten gespoten. Alleen dan zagen de telers een voldoende werking.

In samenwerking met de Lisianthus- begeleidingscommissie en LTO Groeiservice is door Wageningen UR Glastuinbouw te Bleiswijk onderzoek gedaan naar de effectiviteit van diverse middelen voor de bestrijding van *Myrothecium roridum* en *Fusarium avenaceum* in Lisianthus. Het onderzoek is gefinancierd door het Productschap Tuinbouw.

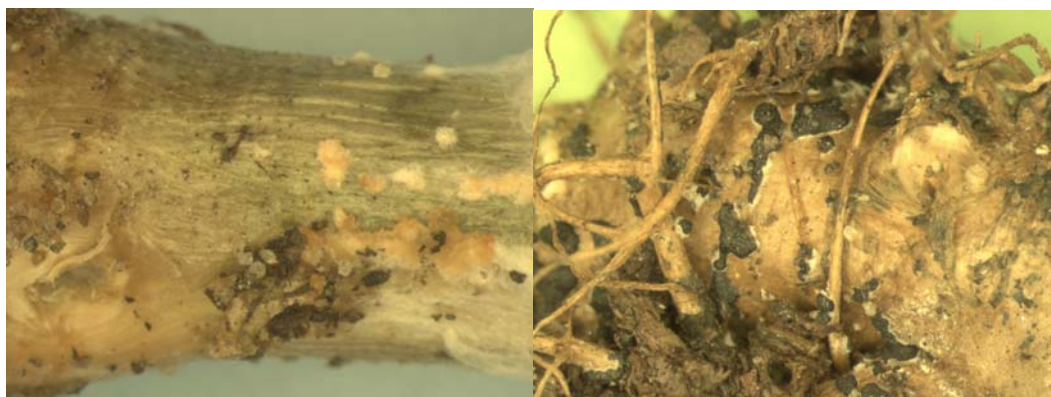


Fig. 1 Links: stengelvoet van Lisianthus, met roze sporenmassa's van *Fusarium avenaceum*
Rechts: stengelvoet van Lisianthus, met olijfgroene tot zwarte sporenhoopjes van *Myrothecium roridum*

2 Materiaal en Methoden

2.1 Proefopzet

2.1.1 Teeltsysteem en planten

De cultivar "Picolo-white" is in beide proeven gebruikt. De proeven zijn uitgevoerd in kas 5.04 (*Fusarium avenaceum*) en kas 4.02 (*Myrothecium roridum*) van Wageningen UR Glastuinbouw in Bleiswijk. De kassen hebben een oppervlakte van 144 m² met 6 bedden. De grondsoort is een kalkrijke humeuze lichte klei op zavel met een aflopend goed doorlatend profiel.

De proefopzet bestond uit 8 behandelingen met middelen, een referentie behandeling met carbendazim en 2 controles, waarvan een onbehandeld-besmet en een onbehandeld-onbesmet. Met uitzondering van de controle onbehandeld-onbesmet zijn de behandelingen en controles uitgevoerd in 5 herhalingen en volledig geward door de velden gelegd. De controle onbehandeld-onbesmet had vier herhalingen.

Ongeveer 8000 planten van de variëteit "Picolo-white" werden besmet met voetrot en hetzelfde aantal met vlekkenziekte. De Lisianthus planten kwamen uit de biologische opkweek en de gangbare opkweek.

Zodoende kon een interactie tussen een middel dat gebruikt wordt in de opkweek (voor aflevering van de planten te Bleiswijk) en de behandelingen worden opgemerkt.

Klimaat en watergift is in overleg met de begeleidingscommissie Lisianthus ingesteld. Proef is opgezet volgens richtlijnen deugdelijkheidonderzoek Plantenziektenkundige Dienst/ministerie van LNV en EPPO (EPPO 2004). Per bed lagen 9 veldjes met elk 132 planten. Van de 132 planten (bruto veld) werden 42 planten geanalyseerd (netto veld). Deze 42 planten bestond voor de ene helft (21 planten) uit biologische opkweek en voor de andere helft uit gangbare opkweek (21 planten) (een zgn. split-plot). Naast de planten in het bruto veld zijn aan het begin en aan het einde van elk bed 30 planten geplaatst.

Er zijn 30 planten uit de biologische-, en 30 planten uit de gangbare opkweek in een quarantaine kamer in kratten op potgrond geplaatst om een eventuele beginbesmetting te detecteren.

De planten zijn in beide kassen op donderdag 14 juni 2007 geplant. Op 26 juni is *Fusarium avenaceum* in kas 5.04 geïnoculeerd met uitzondering van de veldjes onbehandeld-onbesmet.

Op 9 juli is *Myrothecium roridum* in kas 4.02 geïnoculeerd met uitzondering van de veldjes onbehandeld-onbesmet. Op 12 juli is in kas 4.02 een preventieve behandeling met Ridomil Gold tegen valse meeldauw uitgevoerd. Schimmels zijn geïnoculeerd volgens standaard werkwijze. Voor het begin, en aan het einde van de beide proeven zijn de schimmels opgestuurd naar een extern laboratorium en (moleculair) geïdentificeerd als *Fusarium avenaceum* en *Myrothecium roridum*.

2.2 Gebruikte middelen

2.2.1 Middelen tegen *Fusarium avenaceum*

In tabel 1 is een overzicht te zien van de middelen die in de proef getoetst zijn tegen *Fusarium avenaceum*. In deze tabel staan alleen de namen van de toegelaten middelen vermeld. Van de overige niet toegelaten middelen staat de code waaronder het middel in de proef is getoetst. Zie Bijlage 1 voor meer informatie over de werkzame stoffen en het risico van resistentie ontwikkeling van de in de proef gebruikte middelen. In Bijlage 3 staat meer informatie over de in de proef gebruikte doseringen en de toelatingen van de diverse middelen.

In figuur 2 is een overzicht te zien van de diverse tijdstippen van toepassing van de middelen.

Tabel 1. Getoetste middelen tegen *Fusarium avenaceum* (voetrot)

behandeling	naam	fabrikant	toegelaten
A			N
B	Trianum	Koppert	J
C	Flint	Bayer	J
D			N
E	Topsin-M	Certis	J
F			N
G			N
H			N
I	referentie carbendazim		N
J	controle onbehandeld besmet		
K	controle onbehandeld onbesmet		

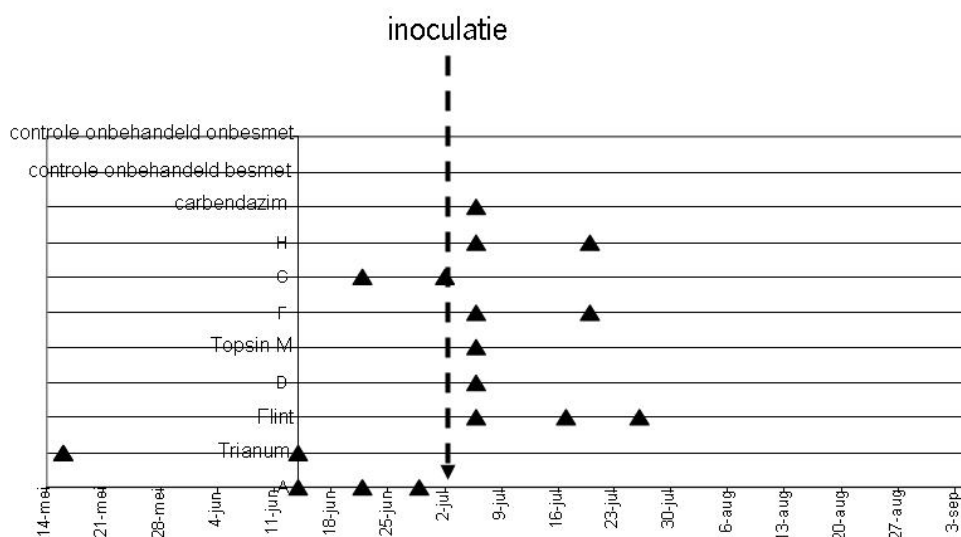


Fig 2. Overzicht van de behandelingen tegen *Fusarium avenaceum* met tijdstip en frequentie van behandeling, en moment van inoculatie van de schimmel. Behandelingen staan op de verticale as, respectievelijk: A, Trianum, Flint, D, Topsin-M, F, G, H, carbendazim. De controles, onbehandeld-besmet en onbehandeld-onbesmet staan bovenin de grafiek aangegeven.

2.2.2 Middelen tegen *Myrothecium roridum*

In tabel 2 is een overzicht te zien van de middelen die in de proef getoetst zijn tegen *Myrothecium roridum*. In deze tabel staan alleen de namen van de toegelaten middelen vermeld. Van de overige niet toegelaten middelen staat de code vermeld waaronder het middel in de proef is getoetst.

Zie Bijlage 2 voor meer informatie over de werkzame stoffen en het risico van resistentie ontwikkeling van de in de proef gebruikte middelen. In Bijlage 4 staat meer informatie over de gebruikte doseringen en de toelatingen van de diverse middelen.

In figuur 3 is een overzicht te zien van de diverse tijdstippen van toepassing van de middelen.

Tabel 2. Getoetste middelen tegen *Myrothecium roridum* (vlekkenziekte)

behandeling	naam	fabrikant	toegelaten
A			N
B			N
C	Collis	BASF	J
D	Topsin-M	Certis	J
E	Thiram	Certis	J
F	Fungaflor	Certis	J
G			N
H			N
I	referentie carbendazim		N
J	controle onbehandeld besmet		
K	controle onbehandeld onbesmet		

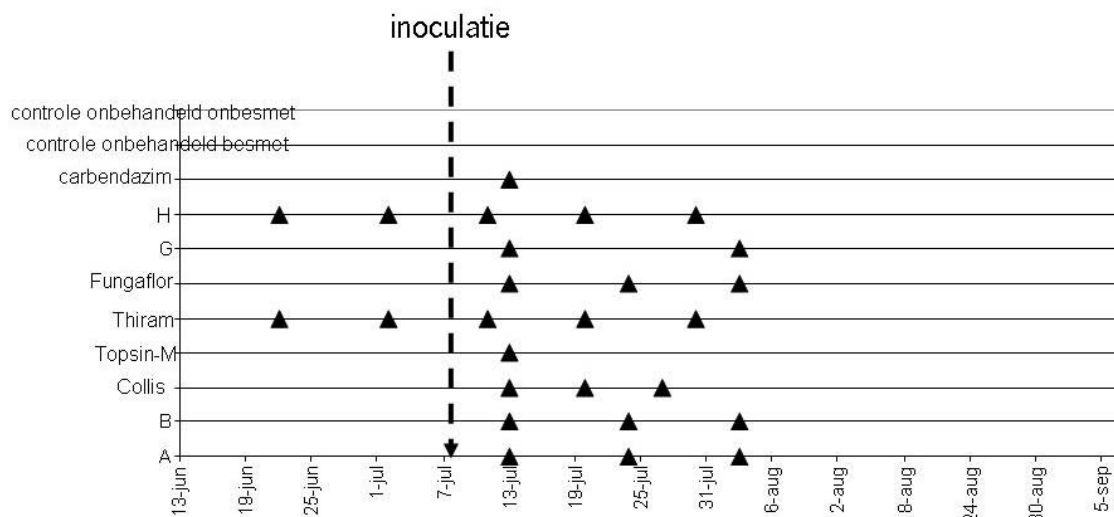


Fig 3. Overzicht van de behandelingen tegen *Myrothecium roridum* met tijdstip en frequentie van behandeling, en moment van inoculatie van de schimmel. Behandelingen staan op de verticale as, respectievelijk: A, B, Collis, Topsin, Thiram, Fungaflor, G, H en carbendazim. De controles, onbehandeld-besmet en onbehandeld-onbesmet staan bovenin de grafiek aangegeven.

2.3 Waarnemingen

In beide kassen zijn wekelijks de symptomen waargenomen. Voor de symptomen is een index gebruikt met een schaal van 0 tot 5 waarbij 0=geen symptomen, 1=kop slap, 2=helemaal slap, 3=dood, 4=plant weg, 5=plant slap door andere oorzaak. De groei van de planten is waargenomen door van alle planten in de netto veldjes de lengte op te meten. Daarnaast zijn residuen en plantschades geregistreerd en gefotografeerd.

2.4 Statistiek

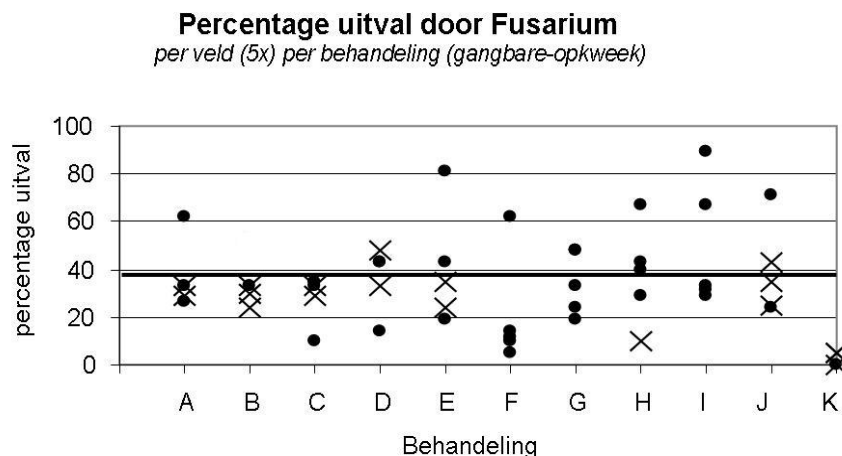
Voorafgaande aan de analyse zijn de gegevens geanalyseerd met een Kolmogorov-Smirnow test op normaliteit. Percentages zijn getransformeerd met behulp van de vierkantswortel (sqrt)- of natuurlijke logaritme (ln). Lengte data (in cm) zijn, indien niet normaal verdeeld, ln-getransformeerd. De data zijn geanalyseerd met behulp van een variatieanalyse (GLM). Verschillen tussen de behandelingen zijn geanalyseerd met een post-hoc test (LSD). Verschil in lengte (in cm) is getoetst met een ANOVA. Verschil in uitval binnen een behandeling tussen planten uit de bio- en gangbare kweek is getoetst met een gepaarde t test. Analyses zijn uitgevoerd met behulp van SPSS v. 15.0 voor Windows (SPSS 2006).

3 Resultaten

3.1 Resultaten proef *Fusarium avenaceum*

In figuur 4 is het percentage uitval per behandeling weergegeven. Deze uitval is waargenomen op 5 september 2007. Voor deze grafiek is waargenomen zoals beschreven in paragraaf 2.3. Het percentage uitval is berekend door alle zieke planten (waargenomen als score 1, 2, 3 of 4) als percentage te nemen van het totaal aantal planten in het netto-veld. In de grafieken zijn veldjes aangegeven met een punt of een kruis. De veldjes die met een kruis staan aangegeven, stonden tijdens de proef in de twee buitenste bedden (links t.o.v. de deur) in de kas. Deze bedden lagen vrijwel de gehele proef in de schaduw.

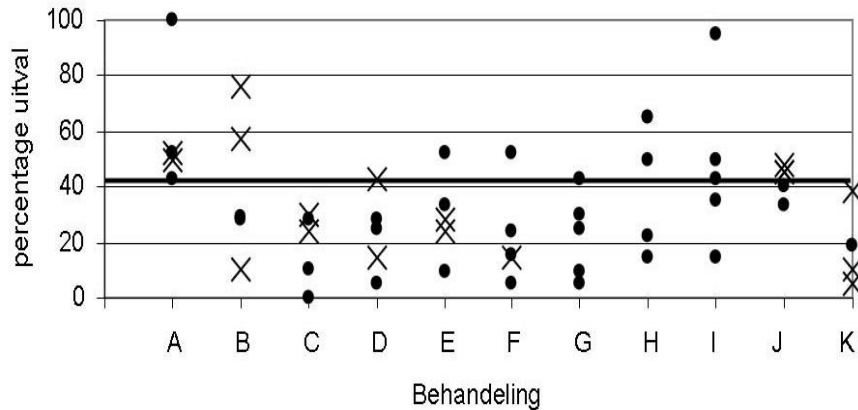
Figuur 4 laat zien dat, zowel bij de bio-opkweek als bij de gangbare opkweek, behandeling C (Flint) en F het minste uitval gaven in vergelijking met de controle onbehandeld-besmet (behandeling J). Bij toetsing blijkt dat behandeling C en F significant minder uitval gaf dan de controle onbehandeld-besmet (GLM, $P < 0.05$). Er was geen invloed van de schaduw op de uitval. Bij de planten uit de biologische opkweek zijn bij de controle onbehandeld-onbesmet planten uitgevallen. Dit was ook te zien bij de planten die in kratten met potgrond in een quarantaine kas waren gezet: Bij de biologisch opgekweekte planten zijn van de 30 planten uiteindelijk 3 planten ziek geworden. Uit deze planten is door een extern laboratorium *Fusarium avenaceum* geïsoleerd. Ter controle van de behandeling met Trianum (behandeling B) zijn uit ieder met Trianum behandeld veldje, planten geanalyseerd door Koppert B.V., Berkel en Rodenrijs, Nederland. In 4 van de 5 veldjes is voldoende *Trichoderma* sp. teruggevonden ($>10^4$ CFU/g). In een veldje is geen *Trichoderma* teruggevonden (veld 21). Deze is niet in de resultaten meegenomen.



A.

Percentage uitval door Fusarium

per veld (5x) per behandeling (bio-opkweek)



B.

Fig 4. Percentage uitval van Lisianthus planten door *Fusarium avenaceum*. Elke behandeling heeft 5 herhalingen. Velden aangegeven met "X" lagen tijdens de proef in de schaduw. **A.** Planten afkomstig uit gangbare opkweek **B.** Planten afkomstig uit bio-opkweek. Behandeling J is de controle onbehandeld-besmet en K is de controle onbehandeld-onbesmet. De horizontale lijn in beide grafieken geeft de gemiddelde aantasting aan van de controle onbehandeld-besmet.

Middelen D en Topsin (E) lijken minder uitval te geven bij de Lisianthus uit de bio-opkweek ten opzichte van de gangbare opkweek (**Fig 5**). Maar bij statistische toetsing is er geen significant verschil tussen deze behandelingen en de controle onbehandeld-besmet (J) binnen bio- en gangbare opkweek (GLM, $P > 0.05$). Er is wel een significant verschil tussen de uitval in de planten afkomstig van de bio- en gangbare opkweek bij behandeling met Topsin (E). (gepaarde t -test, $t = 2.910$, $P < 0.05$). Het middel Trianium lijkt in figuur 4A een goede werking te vertonen in de planten die afkomstig zijn van de gangbare opkweek. Maar dit is niet significant (GLM, $P > 0.05$).

**Gemiddeld percentage uitval per behandeling bij
Fusarium sp. besmetting**
onderverdeeld naar bio- en gangbare opkweek

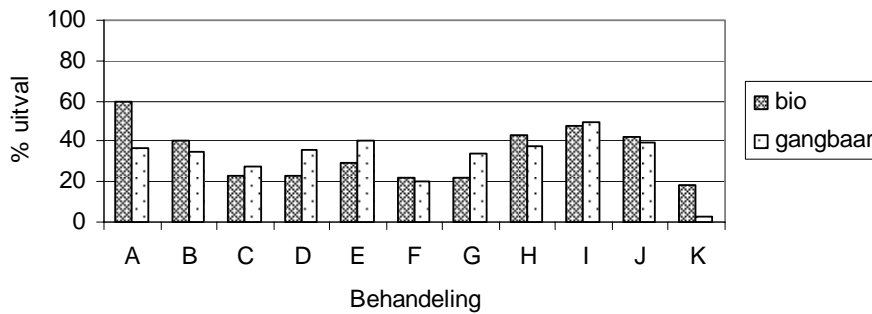


Fig 5. Gemiddeld percentage uitval per behandeling bij *Fusarium* sp. besmetting. Donker gearceerd geeft aan dat de planten afkomstig zijn uit de bio-opkweek. Een licht gearceerde staaf geeft aan dat de planten afkomstig zijn uit de gangbare opkweek.

Aan het einde van de proef is de lengte (cm) gemeten van alle netto-planten per veld. De resultaten van de waarneming, uitgevoerd op 5 september 2007, zijn te zien in figuur 6. Uit figuur 6 is af te lezen dat bij alle behandelingen de biologisch opgekweekte planten significant (ANOVA, $P < 0.05$) kleiner zijn dan de planten uit de gangbare opkweek. De planten verschilden niet significant in lengte tussen de behandelingen (A-K) (ANOVA, $P > 0.05$).

**Gemiddelde lengte per behandeling bij
Fusarium sp. besmetting**
onderverdeeld naar bio- en gangbare opkweek

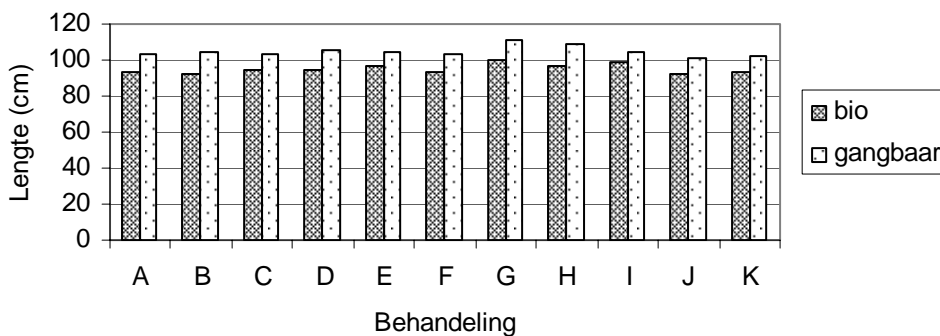
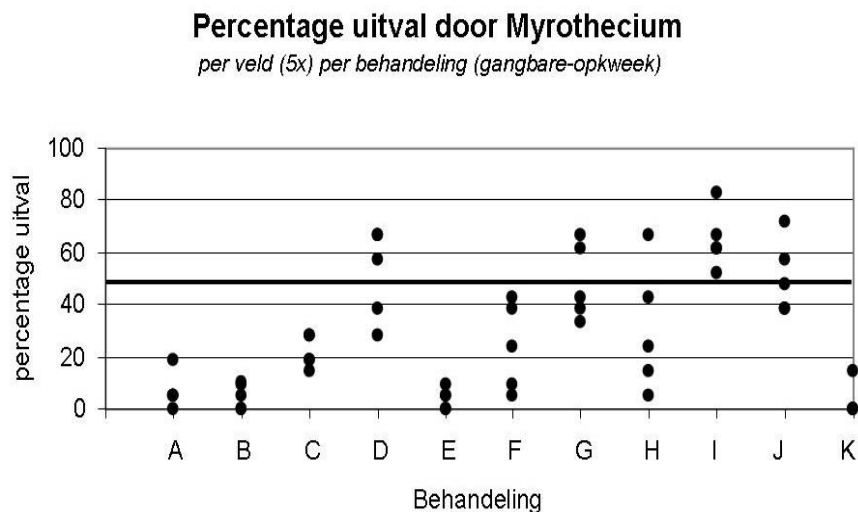


Fig. 6. Gemiddelde lengte van de Lisianthus planten per behandeling. Donker gearceerd geeft aan dat de planten afkomstig zijn uit de bio-opkweek. Een licht gearceerde staaf geeft aan dat de planten afkomstig zijn uit de gangbare opkweek.

3.2 Resultaten proef *Myrothecium roridum*

In figuur 7 is het percentage uitval per behandeling weergegeven. Deze uitval is waargenomen op 7 september 2007. Voor deze grafiek is waargenomen zoals beschreven in paragraaf 2.3. Het percentage uitval is berekend door alle zieke planten (waargenomen als score 1, 2, 3 of 4) samen te vatten als uitval. Figuur 7 laat zien dat zowel bij de bio-opkweek als bij de gangbare opkweek de behandeling A, B, Collis (C), Thiram (E), en Fungaflor (F) significant (GLM, $P < 0.05$) het minste uitval gaven, in vergelijking met de controle onbehandeld-besmet (behandeling J).

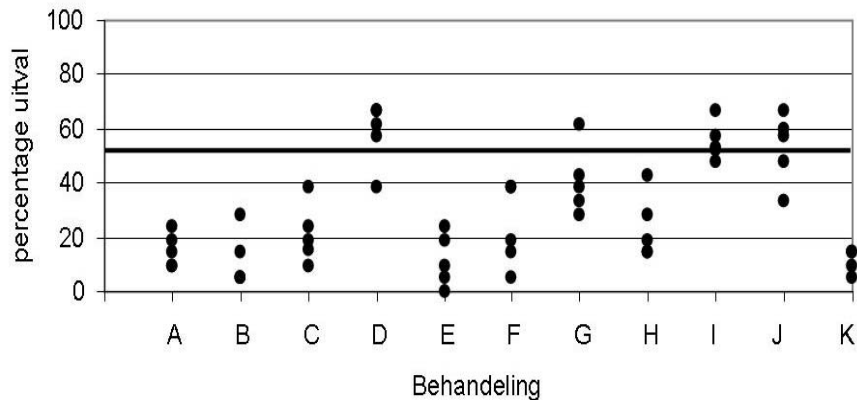
Bij zowel de planten uit de biologische opkweek als bij de planten uit de gangbare opkweek zijn bij de controle onbehandeld-onbesmet ook planten uitgevallen. De 30 planten die in de quarantaine kas op potgrond geplaatst waren vertoonden geen aantasting van *Myrothecium roridum*. Dit betekent dat de besmetting met *Myrothecium roridum* veroorzaakt wordt door verspreiding binnen de kas.



A.

Percentage uitval door *Myrothecium*

per veld (5x) per behandeling (bio-opkweek)



B.

Fig. 7. Percentage uitval van *Lisianthus* planten door *Myrothecium roridum*. Elke behandeling heeft 5 herhalingen. **A.** Planten afkomstig uit gangbare opkweek, **B.** Planten afkomstig uit bio-opkweek. Behandeling J is de controle onbehandeld-besmet en K is de controle onbehandeld-onbesmet. De horizontale lijn in beide grafieken geeft de gemiddelde aantasting aan van de controle onbehandeld-besmet (J).

Figuur 8 laat zien dat zowel bij de bio-opkweek als bij de gangbare opkweek behandeling A, B, C (Collis), E (Thiram) en F (Fungaflor) het minste uitval gaven, in vergelijking met de controle onbehandeld-besmet (behandeling J). Bij de bio-opkweek geeft ook behandeling H significant minder uitval dan de controle onbehandeld-besmet (GLM, $P < 0.05$).

Gemiddeld percentage uitval per behandeling bij *Myrothecium* sp. besmetting

onderverdeeld naar bio- en gangbare opkweek

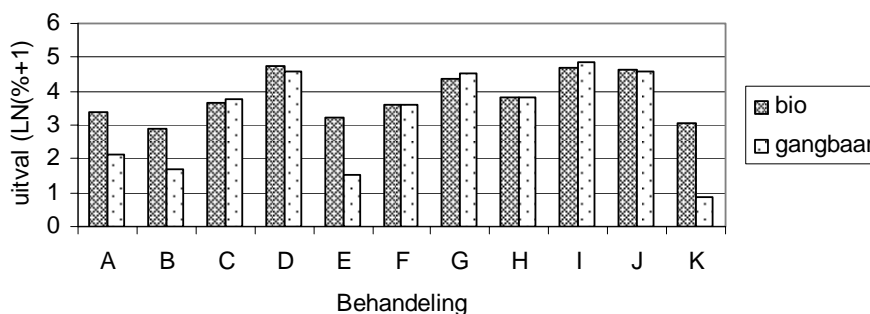


Fig 8. Gemiddelde uitval per behandeling (uitgedrukt als natuurlijke logaritme van de percentage + 1) als gevolg van *Fusarium avenaceum* besmetting. Donker gearceerd geeft aan dat de planten afkomstig zijn uit de bio-opkweek. Een licht gearceerde staaf geeft aan dat de planten afkomstig zijn uit de gangbare opkweek.

De gemiddelde lengte van de planten is te zien in figuur 9. Bij alle behandelingen zijn de biologisch opgekweekte planten significant (ANOVA, $P < 0.01$) kleiner zijn dan de gangbaar opgekweekte planten. De planten in de behandelingen Fungaflor (F) en G waren significant (ANOVA, $P < 0.01$) kleiner dan de planten in

de controle onbehandeld-besmet (J).

**Gemiddelde lengte per behandeling bij
Myrothecium sp. besmetting**
onderverdeeld naar bio- en gangbare opkweek

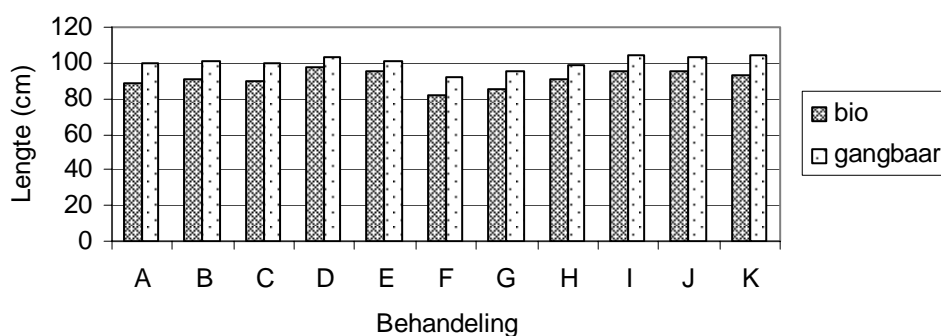


Fig. 9. Gemiddelde lengte van de Lisianthus planten per behandeling. Donker gearceerd geeft aan dat de planten afkomstig zijn uit de bio-opkweek. Een licht gearceerde staaf geeft aan dat de planten afkomstig zijn uit de gangbare opkweek.

Bij het waarnemen van de uitval bleek dat bij behandeling F (Fungafloor) schade was ontstaan door het toedienen van het middel. Verder gaf behandeling E (Thiram) licht residu op de bladeren. Dit residu was gemakkelijk van de bladeren af te wassen. Van deze schades zijn foto's genomen. Deze zijn te zien in Bijlage 5.

4 Conclusie en discussie

4.1 Proef met *Fusarium avenaceum*

- Een nog niet toegelaten fludioxonil + cyprodinil (middel F) en een wel toegelaten strobilurine (Flint) blijken de meest effectieve middelen tegen voetrot, maar een afdoende bestrijdingsmiddel is nog niet voorhanden.
- Van het middel Flint is bekend dat deze gevoelig is voor resistentieontwikkeling. Van middel F is bekend dat het weinig risico heeft op de ontwikkeling van resistentie van de schimmel.
- Voetrot (*Fusarium avenaceum*) is moeilijker met de middelen te bestrijden dan vlekkenziekte (*Myrothecium roridum*)
- Carbendazim geeft opvallend weinig bestrijding. Dit wordt verklaard doordat het middel een week na inoculatie van de schimmel is ingezet. De praktijk leert dat dit dan eigenlijk al te laat is.
- Het effect van Topsin was te verwachten omdat het een vergelijkbaar werkingsmechanisme heeft als het (niet toegelaten) carbendazim. Dit wordt bevestigd door de gelijke effectiviteit van beide middelen in onze proef waar tweeënhalf keer de dosering werkzame stof Topsin in verhouding tot carbendazim was gebruikt.
- Er is een verschil tussen de uitval in de planten afkomstig van de bio- en gangbare opkweek bij behandeling met Topsin (middel E). Bij de planten uit de biologische opkweek is er minder uitval bij gebruik van Topsin dan bij planten uit de gangbare opkweek. Dit kan betekenen dat er een negatieve interactie is tussen de middelen die gebruikt zijn in de opkweek en Topsin (E).
- Er was geen invloed van de schaduw op de twee linker rijen (t.o.v. de deur) op de aantasting door *Fusarium*. Analyse van de relatie tussen uitval en plaats van de planten in de kas toont dit aan.
- Het middel Triatum gaf dezelfde uitval als de controle onbehandeld-besmet. Koppert meldde goede *Trichoderma* aanwezigheid op de planten in 4 van de 5 veldjes. Veld 21 had weinig *Trichoderma* sp. en is daarom uit de analyse gehaald.
- De controle onbehandeld-onbesmet laat met name een verspreiding van de aantasting door de kas zien. Mogelijk is ook een deel van de besmetting meegekomen met het plantmateriaal, aangezien uit in quarantaine geplaatste planten uit de bio-opkweek, *Fusarium avenaceum* is geïsoleerd. Bij effectieve middelen speelt verspreiding van de schimmel binnen de kas geen belangrijke rol.
- Uit planten in de quarantaine kas is door een extern laboratorium *Fusarium avenaceum* geïsoleerd. Het is waarschijnlijk dat *Fusarium avenaceum* met het plantmateriaal mee gekomen was.

4.2 Proef met *Myrothecium roridum*

- De niet toegelaten middelen met fludioxonil + cyprodinil (middel A) en een strobilurine (middel B), laten samen met de wel toegelaten middelen boscalid + kresoxim-methyl (Collis) en thiram (Thiram) het meeste perspectief zien voor de bestrijding van vlekkenziekte. Ook hier geldt dat de strobilurine (een andere overigens dan genoemd bij voetrot) en Collis gevoelig zijn voor resistentieontwikkeling. De andere middelen kennen dit in mindere mate of zelfs nauwelijks. Beide toegelaten middelen kunnen ook hier prima met elkaar afgewisseld worden omdat Thiram weinig risicovol is.
- Carbendazim geeft weinig bestrijding. Dit wordt verklaard doordat het middel is ingezet een week na het toedienen van de schimmel. De praktijk leert dat dit dan eigenlijk al te laat is en het middel preventief moet worden ingezet.
- Topsin-M heeft in de biologisch opgekweekte planten een vergelijkbaar effect als carbendazim. Het effect van Topsin was wel te verwachten omdat het een vergelijkbaar werkingsmechanisme heeft als het (niet toegelaten) carbendazim. Dit wordt bevestigd door de gelijke effectiviteit van beide middelen in onze proef waar we tweeënhalf keer de dosering werkzame stof carbendazim

gebruikten.

- Nauwkeurig toetsen geeft aan dat het middel H een betere bestrijding geeft bij de bio-opkweek dan de gangbare opkweek. Dit zou kunnen betekenen dat er een negatieve interactie is tussen de middelen die gebruikt worden in de opkweek en middel H.
- De controle onbehandeld-onbesmet laat vooral een verspreiding van de besmetting door de kas zien. Bij effectieve middelen speelt verspreiding van de schimmel binnen de kas geen belangrijke rol.
- De planten in de behandelingen Fungaflor (F) en G waren kleiner dan de planten in de controle onbehandeld-besmet (J).
- Bij het waarnemen van de uitval bleek dat bij behandeling F (Fungaflor) schade was ontstaan door het toedienen van het middel.
- Behandeling E (Thiram) gaf licht residu op de bladeren. Dit residu was gemakkelijk van de bladeren af te wassen.
- In de praktijk wordt het middel Daconil gebruikt. Daconil zou alleen als preventief middel enig effect kunnen geven. Bij *Myrothecium roridum* geeft Daconil alleen effect op sporenkieming en niet of nauwelijks op mycelium groei. Het middel werkt breed en preventief, maar alleen tegen oppervlakkige bladschimmel (Amsing e.a. 2000) en niet tegen vaatschimmels. Er is dan ook besloten om het middel niet in de proef te toetsen.
- De producent en van de niet-toegelaten middelen hebben zich bereid verklaard om te kijken naar toelating.

5 Aanbevelingen vervolgonderzoek

- Opvallend is dat carbendazim slechter presteert in dit onderzoek dan verwacht op basis van praktijk ervaringen. Dit wordt verklaard doordat het middel is ingezet een week na inoculatie met de schimmel. De praktijk leert dat dit dan eigenlijk al te laat is. Onderzoek naar vroege detectie van *Fusarium avenaceum* zou uitkomst kunnen bieden. Dit maakt vroegtijdige inzet van bestrijdingsmiddelen mogelijk.
- Daarnaast laat het effect van een (te) late inzet van carbendazim zien hoe belangrijk het tijdstip van de toediening is ten opzichte van het begin van een schimmelaantasting. Dit is voor veel van de gebruikte middelen nog niet onderzocht. Naast het tijdstip van toediening, is onderzoek naar de hoeveelheid werkzame stof per behandeling en combinaties van verschillende middelen belangrijk. Aandacht voor middelen met een preventieve werking is hierbij belangrijk.
- Het niet toegelaten middel fludioxonil + cyprodinil (middel F in de *Fusarium*-proef, middel A in de *Myrothecium*-proef) is effectief tegen beide schimmels in de proef. Dit middel behoort tot de groep van de zogenaamde PP + AP fungiciden. Een vervolg van het onderzoek kan leiden tot ander effectief middel behorend tot dezelfde groep. Voorbeelden van PP middelen zijn fenpiclonil, fluoroimide en van de nauw werkende AP middelen bupirimate, cyprodinil, diflumetorim, dimethirimol, ethirimol, fenarimol, ferimzone, mepanipyrim, nuarimol, pyrimethanil en triarimol.
- Onderzoek naar de effecten van kasklimaat op de populatie ontwikkeling van de schimmels kan leiden tot een teeltsysteem waarbij een optimale productie wordt gehaald met een minimale kans op uitval door ziekteverwekkers.

6 Referenties

- Amsing, J., Jilesen, C. & Schuring, W. (2000) Onderzoek aan *Myrothecium roridum* in Bouvardia. PPO rapport nr. 1630.
- EPPO (2004) European and Mediterranean Plant Protection Organization standards pp1, 2nd edition. Efficacy of fungicides & bactericides. Vol. 2.
- SPSS 15.0.1.1 software programma voor Windows (2006).
- Van der Burg, A.M.M. & De Kreijl, C. (2003) Voorkomen uitval bij Lisianthus. PPO rapport nr.420002.

Bijlage 1: Overzicht werkzame stoffen en risico resistentie ontwikkeling middelen *Fusarium*

Voetrot									
Common name	license	Allowed	P/C	Common name	group name	Chemical group	FRAC code	mode of action	remarks (ref/FRAC)
A		N	P/C	fenamidone + fosetyl-aluminium	Qol-fungicides (Quinone outside Inhibitors) + phosphonates	imidazolinones + ethyl phosphonates	11 + 33	inhibits mitochondrial respiration by blocking electron transport at ubihydroquinone: cytochrome c oxidoreductase (complex III of fungal respiration: ubiquinol oxidase, Qo site (cyt b gene)) + inhibiting germination of spores by blocking development of my	Resistance known in various fungal species. Cross resistance shown between all members of the Qol group + Few resistance cases reported in few pathogens. Low risk
Trianum	Koppert	J	P						
Flint	Bayer	J		trifloxystrobin	Qol-fungicides (Quinone outside Inhibitors)	oximino acetates	11	(strobilurine) complex III of fungal respiration: ubiquinol oxidase, Qo site (cyt b gene)	strobilurines inhibit respiration of fungal mitochondria (Becker et al. 1981). Results in severe reduction aerobic energy and inhibition of growth (Godwin et al. 1994). Low mammal toxicity and no impact on IPM predator Euseius. Cf. Miles et al. 2005 AU
D		N		azoxystrobin	Qol-fungicides (Quinone outside Inhibitors)	methoxyacrylates	11	strobilurine	strobilurines inhibit respiration of fungal mitochondria (Becker et al. 1981). Results in severe reduction aerobic energy and inhibition of growth (Godwin et al. 1994). Low mammal toxicity and no impact on IPM predator Euseius. Resistance known in vario
Topsin-M	Certis	J	P/C	thiofanate-methyl	MBC - fungicides (Methyl Benzimidazole Carbamates)	thiophanates	1	mitosis: β -tubuline assembly; carbendazym precursor	High risk of resistance. Resistance common in many fungal species. Positive cross resistance between the group members. Negative cross resistance to N-henylcarbamates
F		N	P	fludioxonil + cyprodinil	PP-fungicides (PhenylPyrroles) + AP - fungicides (Anilino-Pyrimidines)	phenylpyrroles + anilinopyrimidines	12 + 9	inhibition of phosphorylation of glucose: MAP/Histidine-Kinase in osmotic signal transduction (os-2, HOG1) + inhibits synthesis of methionine and secretion of hydrolytic enzymes: methionine biosynthesis	Resistance found sporadically, mechanism speculative (OS-2 kinase). Low to medium risk. Resistance management required.+ Resistance known in Botrytis and Venturia, sporadically in Oculimacula. Medium risk.
G		N		folpet + prochloraz	M4 + DMI-fungicides (DeMethylation Inhibitors) (SBI: Class I)	phthalimides + imidazoles	M + 3	Multisite inhibitor: Non-specific thiol reactant, inhibiting respiration + C14-demethylation in sterol biosynthesis (erg11/cyp51)	Generally considered as a low risk group without any signs of resistance developing to the fungicides. No cross resistance between group members M1 to M9 + Medium risk of resistance. There are great differences in the activity spectra of the different DMI
H		N	P/C	captan	M4	phthalimides	M	multisite inhibitor/non-specific thiol reactant, inhibiting respiration	captan stimulated fungal growth at some of the low concentrations with some of the fungal species. Meepagala et al. Phytochemistry Volume 66, Issue 22. Generally considered as a low risk group without any signs of resistance developing to the fungicides.
carbendazim		N	P/C	carbendazim	MBC fungicides (Methyl Benzimidazole Carbamates)	benzimidazoles	1	inhibit beta-tubulin synthesis in mitosis	Resistance is common in many fungi. Positive cross resistance between group members. Negative to N-Phenylcarbamates

Bijlage 2: Overzicht werkzame stoffen en risico resistentie ontwikkeling middelen *Myrothecium*

Vlekkenziekte									
Common name	License	Allowed	P/C	Common name	group name	Chemical group	FRAC code	mode of action	remarks (ref/FRAC)
A		N	P	fludioxonil + cyprodinil	PP-fungicides (PhenylPyrroles) + AP - fungicides (Anilino-Pyrimidines)	phenylpyrroles + anilinopyrimidines	12 + 9	inhibition of phosphorylation of glucose: MAP/Histidine-Kinase in osmotic signal transduction (os-2, HOG1) + inhibits synthesis of methionine and secretion of hydrolytic enzymes: methionine biosynthesis	Resistance found sporadically, mechanism speculative (OS-2 kinase). Low to medium risk. Resistance management required.+ Resistance known in Botrytis and Venturia, sporadically in Oculimacula. Medium risk.
B		N		azoxystrobin	QoI-fungicides (Quinone outside Inhibitors)	methoxyacrylates	11	strobilurine	strobilurines inhibit respiration of fungal mitochondria (Becker et al. 1981). Results in severe reduction aerobic energy and inhibition of growth (Godwin et al. 1994). Low mammal toxicity and no impact on IPM predator Euseius. Resistance known in vario
Collis	BASF	J		boscalid + kresoxim-methyl	carboxamides + QoI-fungicides (Quinone outside Inhibitors)	pyridine carboxamides + oximino acetates	7 + 11	complex II in fungal respiration (succinate dehydrogenase) + complex III of fungal respiration: ubiquinol oxidase, Qo site (cyt b gene)	Resistance known for specific fungi. Medium risk. Resistance management required if used for risky pathogens. + High risk. Resistance known in various fungal species. Cross resistance shown between all members of the QoI group.
Topsin-M	Certis	J	P/C	thiofanate-methyl	MBC - fungicides (Methyl Benzimidazole Carbamates)	thiophanates	1	mitosis: β -tubuline assembly; carbendazym precursor	High risk of resistance. Resistance common in many fungal species. Positive cross resistance between the group members. Negative cross resistance to N-henylcarbamates
Thiram	Certis	J	P	thiram	M3	dithiocarbamates and relatives	M	multi-site contact activity, contact fungicide	Generally considered as a low risk group without any signs of resistance developing to the fungicides. No cross resistance between group members M1 to M9
Fungaflor	Certis	J		imazalil	DMI-fungicides (DeMethylation Inhibitors) (SBI: Class I)	imidazoles	3	C14-demethylation in sterol biosynthesis (erg11/cyp51)	There are great differences in the activity spectra of the different DMI fungicides. Resistance is known in various fungal species. Generally wise to accept that cross resistance is present between fungicides active against the same fungus. DMI fungicide
G		N	P?C + eradicant action	tebuconazole	DMI-fungicides (DeMethylation Inhibitors) (SBI: Class I)	triazoles	3	steroid demethylation (ergosterol biosynthesis) inhibitor: C14-demethylation in sterol biosynthesis (erg11/cyp51)	Medium risk of resistance. Generally wise to accept that cross resistance is present between fungicides active against the same fungus. DMI fungicides are Sterol Biosynthesis Inhibitors (SBI's) but show no cross resistance to other SBI classes.
H		N		folpet + prochloraz	M4 + DMI-fungicides (DeMethylation Inhibitors) (SBI: Class I)	phthalimides + imidazoles	M + 3	Multisite inhibitor: Non-specific thiol reactant, inhibiting respiration + C14-demethylation in sterol biosynthesis (erg11/cyp51)	Generally considered as a low risk group without any signs of resistance developing to the fungicides. No cross resistance between group members M1 to M9 + Medium risk of resistance. There are great differences in the activity spectra of the different DMI
carbendazim		N	P/C	carbendazim	MBC fungicides (Methyl Benzimidazole Carbamates)	benzimidazoles	1	inhibit beta-tubulin synthesis in mitosis	Resistance is common in many fungi. Positive cross resistance between group members. Negative to N-Phenylcarbamates

Bijlage 3 Gebruikte middelen in proef met *Fusarium avenaceum*

- Behandeling A: Middel A (fenamidone + fosetyl-aluminium)
Toepassing: bedekte teelt chrysant, wortelrot door *Pythium*. Direct na aanplanten (1g/m²) direct na planten + 1 en 2 weken later nogmaals (1g/m²).
- Behandeling B: Trianum (combi spray en drench). Toepassing: eerste toepassing bij plantenkweker (1,5 g/m²). 2e toepassing bij uitplanten.
- Behandeling C: Flint (strobilurine)
Bloemisterijgewassen onder glas en vollegrond, tegen echte meeldauw en roest, zodra eerste aantasting wordt waargenomen bespuiting uitvoeren. Behandeling herhalen met intervallen van 7 - 10 dagen. Dosering: 12.5 g/100L water; 125 g/ha
- Behandeling D: Middel D (strobilurine)
Groentegewassen, niet voor bloemisterijgewassen. Bij alle teelten wordt geadviseerd: Behandeling Uitvoeren zodra eerste aantasting wordt waargenomen, zie resistentie management. Dosering: 0.08% (80 ml/100L water)
- Behandeling E: Topsin-M (SC) (thiofanaat-methyl)
Bloemisterijgewassen tegen voet- of wortelrot veroorzaakt door *Rhizoctonia*, *Fusarium* of *Thielaviopsis*. Bij optreden van aantasting gieten met 0,55% (550 ml/100L water).
- Behandeling F: Middel F (fludioxonil + cyprodinil)
Bloemisterijgewassen in niet grondgebonden, bedekte teelt tegen *Botryotinia fuckeliana*. Toepassen zodra eerste sympt. Worden waargenomen. Afhankelijk van ziektedruk en groeisnelheid beh. Met interval van 7 - 14 dagen herhalen. Dosering: 0.08% (80 g/100L water)
- Behandeling G: Middel G (folpet+prochloraz)
ter voorkoming van aantasting door vuur (*Botrytis cinerea* en *Botrytis tulipae*). Vanaf opkomst tot plm. 14 dagen voor de oogst regelmatig gewasbehandelingen uitvoeren. Afhankelijk van de ziektedruk en de weersomstandigheden de behandeling om de 8-12 dagen herhalen. Dosering: 30 ml/100L water
- Behandeling H: Middel H (captan)
Vanaf begin bloei maximaal nog twee keer een behandeling uitvoeren met een interval van 10 à 14 dagen. Dosering: 22 ml/100L water
- Behandeling I: carbendazim
Bloemisterijgewassen, niet grondgebonden teelt onder glas tegen *Botrytis*. Toepassen zodra eerste symptomen optreden. Aangeraden wordt eerst een oriënterend proefje op gevoeligheid voor het middel uit te voeren alvorens de gehele cultuur te bespuiten. Dosering 0.1 - 0.2% (100 - 200ml/100l water).

Bijlage 4 Gebruikte middelen in proef met *Myrothecium roridum*

- Behandeling A: Middel A (fludioxonil + cyprodinil)
Bloemisterijgewassen in niet grondgebonden, bedekte teelt tegen grauwe schimmel (*Botryotinia fuckeliana*). Toepassen zodra eerste symptomen worden waargenomen. Afhankelijk van ziektedruk en groeisnelheid. Behandeling met een interval van 7 - 14 dagen herhalen. Dosering: 0.08% (80g/100L)
- Behandeling B: Middel B (strobilurine)
Groentegewassen, niet voor bloemisterijgewassen. Bij alle teelten wordt geadviseerd: Behandeling uitvoeren zodra eerste aantasting wordt waargenomen, zie resistentiemanagement. Dosering: 0.08% (80 ml/100L water).
- Behandeling C: Collis (strobilurine)
Toegelaten in snijbloemen, ter bestrijding van roest (*Puccinia spp.*), interval van 7 dagen. In blok spuiten: max. 3 opeenvolgende beh. Uitvoeren, vervolgens 2x met ander middel. Dosering: 0.15% (150ml/100L water). 0,1% (1 liter per ha) in meerdere opeenvolgende bespuitingen.
- Behandeling D: Topsin-M (SC) (thiofanaat-methyl)
Bloemisterijgewassen tegen voet-of wortelrot veroorzaakt door *Rhizoctonia*, *Fusarium* of *Thielaviopsis*. Bij optreden van aantasting gieten met 0,55% (550 ml/100Lwater)
- Behandeling E: Thiram (thiram)
Vaste planten en bloemisterijgewassen, tegen *Botrytis*. Bij het optreden van aantasting een bespuiting uitvoeren en deze zonodig een of meerdere malen herhalen.
Dosering: 0,25% (250 gram per 100 liter water).
- Behandeling F: Fungaflor (imazalil)
Spuiten zodra meeldauwaantasting aanwezig is. Herhaal de behandeling zolang gevaar voor uitbreiding van de ziekte bestaat; afhankelijk van infectiedruk en de gevoeligheid van de Cultivars voor meeldauw: om de 7 à 10 dagen . FUNGAFLOR 100 EC niet toepassen bij fel, zonnig weer. Indien de toepassing in de namiddag plaatsvindt dient de spuitvloeistof vóór de nacht te zijn opgedroogd. Gebruik voldoende spuitvloeistof; afhankelijk van de gewasontwikkeling 4-8 liter per 10 m².
- Behandeling G: Middel G (tebuconazole)
De dosering is 0.06%; indien nodig na drie weken behandeling herhalen (1 kg per ha)
- Behandeling H: Middel H (folpet)
ter voorkoming van aantasting door vuur (*Botrytis cinerea* en *Botrytis tulipae*). Vanaf opkomst tot plm. 14 dagen voor de oogst regelmatig gewasbehandelingen uitvoeren. Afhankelijk van de ziektedruk en de weersomstandigheden de behandeling om de 8-12 dagen herhalen. Dosering: 30 ml/100L water.
- Behandeling I: carbendazim
Bloemisterijgewassen, niet grondgebonden teelt onder glas tegen *Botrytis*. Toepassen zodra eerste sympt. optreden. Aangeraden wordt eerst een oriënterend proefje op gevoeligheid voor het middel uit te voeren alvorens de gehele cultuur te bespuiten. Dosering 0.1 - 0.2% (100 - 200ml/100l water).

Bijlage 5 Foto's residu bij behandeling E en spuitschade bij
behandeling F proef *Myrothecium roridum*



Links: spuitresidu na toepassing van behandeling E (Thiram)
Rechts: gewasschade na toepassing van behandeling F (Fungaflor)