

# Nieuw Fusarium in iris

H.A.E. de Werd, S.J. Breeuwsma & M. de Boer

Praktijkonderzoek Plant & Omgeving B.V.  
Bloembollen  
juli 2005  
PPO nr. 321055

© 2005 Wageningen, Praktijkonderzoek Plant & Omgeving B.V.

Alle rechten voorbehouden. Niets uit deze uitgave mag worden vervoelvoudigd, 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.

Praktijkonderzoek Plant & Omgeving B.V. is niet aansprakelijk voor eventuele schadelijke gevolgen die kunnen ontstaan bij gebruik van gegevens uit deze uitgave.



Projectnummer: PPO: 321055  
PT: 11948

**Praktijkonderzoek Plant & Omgeving B.V.**

Bloembollen

Adres : Prof. van Slogterenweg 2, Lisse  
: Postbus 85, 2160 AB  
Tel. : 0252 - 46 21 21  
Fax : 0252 - 46 21 00  
E-mail : [infobollen@wur.nl](mailto:infobollen@wur.nl)  
Internet : [www.ppo.wur.nl](http://www.ppo.wur.nl)

# Inhoudsopgave

pagina

|  |    |
|--|----|
| SAMENVATTING.....  | 5  |
| 1 INLEIDING .....  | 7  |
| 2 MATERIAAL EN METHODEN .....  | 9  |
| 2.1 Inventarisatie en verzamelen praktijkmonsters.....                         | 9  |
| 2.2 Identificatie ziekteverwekker en vergelijking met 'normaal Fusarium' ..... | 9  |
| 2.2.1 Genetische karakterisering .....   | 9  |
| 2.2.2 Infectieproef.....   | 9  |
| 2.3 Werking fungiciden.....  | 11 |
| 2.3.1 Remmingstoets in vitro.....  | 11 |
| 2.3.2 Bestrijdingsproef kas .....  | 12 |
| 3 RESULTATEN .....   | 15 |
| 3.1 Inventarisatie en verzamelen praktijkmonsters.....                         | 15 |
| 3.2 Identificatie ziekteverwekker en vergelijking met 'normaal Fusarium' ..... | 15 |
| 3.2.1 Genetische karakterisering .....   | 16 |
| 3.2.2 Infectieproef.....   | 17 |
| 3.3 Werking fungiciden.....  | 18 |
| 3.3.1 Remmingstoets in vitro.....  | 18 |
| 3.3.2 Bestrijdingsproef kas .....  | 21 |
| 4 CONCLUSIES & DISCUSSIE .....   | 27 |
| 4.1 Veroorzaker laat Fusarium .....  | 27 |
| 4.2 Variatie in gevoeligheid Fusarium voor middelen .....                      | 27 |
| 4.3 Werking middelen(-combinaties) .....                                       | 28 |
| 4.4 Infectieroutes en bestrijding in de grond .....                            | 28 |



# Samenvatting

Laat Fusarium vormt een de laatste jaren een toenemend probleem in de broei van Hollandse iris. Het hier beschreven onderzoek is uitgevoerd om duidelijkheid over de oorzaak van laat Fusarium te krijgen en te achterhalen of de bolontsmetting zoals die nu veel toegepast wordt, voldoende werkt tegen deze vorm van uitval. Om een antwoord te vinden op deze vragen zijn er monsters van aangetast materiaal uit de praktijk onderzocht en zijn gezonde bollen geïnfecteerd met Fusarium afkomstig uit gewassen met vroege en uit gewassen met late symptomen. Daarnaast is bepaald of fusarium-isolaten die late symptomen veroorzaken genetisch sterk afwijken van Fusaria uit gewassen met 'normale' vroege symptomen en of er sprake is van verschil in gevoeligheid voor veelgebruikte fungiciden. De werking van verschillende combinaties van Sportak, Captan, Topsin M en experimenteel fungicide X tegen fusarium-isolaten uit gewassen met late symptomen is in een kasproef getest. Ook is nagegaan welke rol besmette grond en onzichtbare infecties in partijen spelen als bron van aantasting.

Op plantmateriaal met symptomen van laat Fusarium werd naast de bovengrondse symptomen vaak een bolaantasting gevonden. Verdere analyse toonde bij al het plantmateriaal de aanwezigheid van Fusarium in het bolweefsel aan. Besmetting van schone grond en bollen met deze Fusaria veroorzaakte echter voornamelijk vroege symptomen. Het ontstaan van late symptomen lijkt niet veroorzaakt te worden door een genetisch afwijkende groep binnen de soort *Fusarium oxysporum*. Enige variatie tussen fusarium-isolaten in de gevoeligheid voor fungiciden is in vitro wel gevonden, maar blijkt na toepassing van de middelen in het ontsmettingsbad geen verschillen in hoeveelheid of de aard van de symptomen te geven. Het ontstaan van late symptomen blijkt dus afhankelijk te zijn van andere factoren. Mogelijk spelen kasklimaat, mate van grondbesmetting of vatbaarheid van de partij een rol.

Al de geteste middelen, Sportak, Captan, Topsin M en fungicide X, kunnen bij toepassing in het ontsmettingsbad bijdragen aan de bestrijding van Fusarium. De combinatie van Sportak, Captan en Topsin M zou nog steeds moeten voldoen. De werking van de combinatie Sportak + Topsin M + fungicide X is vergelijkbaar. Wanneer alleen toegepast werkt Sportak wat beter tegen fusariumbolrot dan fungicide X, terwijl voor bestrijding van *Penicillium* het omgekeerde het geval lijkt te zijn. Besmette grond is een belangrijke infectieroute voor Fusarium in iris. De rol van onzichtbare (latente) besmettingen in partijen lijkt minimaal te zijn. Zo lang de omstandigheden die het ontstaan van late symptomen niet bekend zijn blijven naast algemene preventieve maatregelen, de toepassing van fungiciden bij de bolontsmetting en eventueel het stomen van de grond belangrijke maatregelen om uitval door vroeg of laat Fusarium te voorkomen of te beperken.



# 1 Inleiding

Bij meerdere broeiers in binnen- en buitenland komt al enkele jaren bij de bloemteelt van Hollandse irissen veel uitval door late Fusarium voor. Deze uitval openbaart zich pas aan het einde van de teelt als de bloemknoppen al duidelijk zichtbaar zijn. Dit wijkt af van een 'normale' aantasting door Fusarium die meestal vrij snel na het planten van de bollen ontstaat en waarbij onder andere de karakteristieke sikkelpplanten ontstaan (figuur 1). Oriënterend onderzoek van aangetast materiaal uit de praktijk, binnengekomen bij DiagnostiekService van PPO heeft aangetoond dat in de aangetaste irisbollen steeds een Fusarium-schimmel wordt aangetroffen die fenotypisch afwijkt van de Fusarium die normaal in irissen wordt gevonden. Bovendien bleek in een laboratoriumtoets dat de gevonden Fusarium-schimmel minder gevoelig is voor prochloraz (o.a. Sportak) ten opzichte van de normaal in iris aan te treffen *Fusarium oxysporum* f. sp. *gladioli*.



Fig.1: Sikkelpplant door een vroege fusarium-aantasting

Indien uitval door late symptomen voorkomt is de schade doorgaans groot. Kasvakken met een uitval van hele bedden of 50-60% van de geplante irissen zijn hierbij meer regel dan uitzondering. Vaak komen in twee trekken per jaar problemen voor. Bedrijven die één keer een aantasting hebben gehad, krijgen deze vervolgens niet onder controle met extra bolontsmettingen en/of door stomen van de grond.

Om tot een gerichte aanpak van dit probleem te komen heeft PPO onderzocht of de late uitval inderdaad door Fusarium veroorzaakt wordt en toen dit bevestigd werd, of er sprake is van een nieuw soort Fusarium. Ook is bepaald of de Fusarium die late symptomen veroorzaakt, resistent of verminderd gevoelig is voor de gangbare bolontsmettingsmiddelen. Daarnaast is bepaald of infectie steeds vanuit de grond plaatsvindt, of dat latente infecties van irisbollen ook een duidelijke rol spelen. Gaandeweg het onderzoek is besloten naast de gangbare bolontsmettingsmiddelen, de werking van een nieuw schimmelbestrijdend middel (goede resultaten in proeven met Fusarium in tulp) tegelijkertijd te bepalen.

In de bestrijdingsproef ontstond naast de infectie door Fusarium enige aantasting door door Penicillium. Bij de beoordeling van de proef en de analyse van de resultaten, zijn waar mogelijk ook de effecten op Penicillium meegenomen.





## 2 Materiaal en methoden

Dit hoofdstuk beschrijft de gebruikte methoden voor de volgende onderdelen:

1. Inventarisatie en verzamelen praktijkmonsters
2. Identificatie ziekteverwekker en vergelijking met 'oud Fusarium'
3. Bepaling werking fungiciden

### 2.1 Inventarisatie en verzamelen praktijkmonsters

Door middel van een oproep in de LTO-nieuwsbrief iris van november 2004 en via bestaande contacten met adviseurs in de irissenbroei zijn bedrijven gezocht met uitval die vermoedelijk veroorzaakt werd door 'laat Fusarium'. Enkele bedrijven zijn bezocht om de situatie te bekijken en met de broeier te bespreken en er is bolmateriaal meegenomen. Daarnaast is via adviseurs ziek bolmateriaal aangeleverd voor nader onderzoek. Aangetast plantmateriaal is door middel van uitplaten op algemeen én selectief groeimedium onderzocht op infectie door schimmels.

### 2.2 Identificatie ziekteverwekker en vergelijking met 'normaal Fusarium'

Door visuele en microscopische beoordeling is bepaald of er schimmels uit het aangetaste bolmateriaal groeiden die in potentie ziekteverwekkend kunnen zijn. De fusarium-isolaten zijn op basis van erfelijk materiaal met elkaar en met isolaten uit planten met 'normaal Fusarium' vergeleken en vervolgens is in een kasproef bepaald of isolaten uit planten met laat Fusarium ook vroeg Fusarium kunnen veroorzaken of alleen late symptomen kunnen geven.

#### 2.2.1 Genetische karakterisering

Kennis over de genetische verwantschap van Fusarium-isolaten onderling is nodig om te bepalen of er sprake is van een nieuw type Fusarium. Een grotere genetische diversiteit tussen isolaten kan een aanwijzing zijn dat er ook verschillen op gebied van gevoeligheid voor fungiciden zijn tussen de isolaten.

De geïsoleerde Fusaria zijn door middel van PCR (Polymerase Chain Reaction) geïdentificeerd tot op niveau van soort. Hierbij zijn ter controle oude en nieuwe fusarium-isolaten meegenomen die uit planten met 'normale' fusarium-symptomen geïsoleerd waren.

Binnen een fusariumsoort kan de genetische variatie worden vastgesteld door isolaten in te delen in vegetatieve compatibiliteitsgroepen (VCG's). Deze methode is gehanteerd om vast te stellen of oude en nieuwe isolaten en isolaten uit planten met vroege en met late symptomen al dan niet genetisch nauw verwant zijn (Roebroek, 2000).

#### 2.2.2 Infectieproef

Onder andere op basis van de VCG-bepalingen is een selectie van fusarium-isolaten gemaakt waarmee een infectietoets is ingezet. De infectietoets is ingezet om te bepalen of:

- de fusarium-isolaten uit praktijkmonsters dezelfde symptomen veroorzaken als de planten vertonen waaruit zij geïsoleerd zijn (afroeden van de zgn. Postulaten van Koch = met zekerheid vaststellen of de geïsoleerde schimmel ook de veroorzaker van de symptomen geweest is).

- het voorkomen van vroege dan wel late symptomen afhankelijk is van het fusarium-isolaat
- besmette grond de belangrijkste infectiebron op de bedrijven met laat Fusarium is

De infectieproef bestond uit onderstaande behandelingen:

A: Besmette praktijkgrond waarop 'laat Fusarium' voorkwam

- A1 Grond bedrijf 1
- A2 Grond bedrijf 1 buiten
- A3 Grond bedrijf 2

B: Kunstmatig besmette grond (tuingrond Lisse gestoomd op het veld)

- B1 Controle: geen besmetting aangebracht
- B2 'Laat Fusarium' Bedrijf 1 VCG 2\*
- B3 'Laat Fusarium' Bedrijf 2 VCG 1
- B4 'Laat Fusarium' Bedrijf 3 VCG 3
- B5 'Laat Fusarium' Bedrijf 1 buiten VCG 1
- B6 'Laat Fusarium' Bedrijf 4 VCG 1

Ter vergelijking van de symptoomvorming:

- B7 'Normaal oud' collectie PPO VCG 2\*
- B8 'Normaal nieuw' bedrijf 5 VCG 4

C: Als B1, maar met Blue Magic uit ander partij.

\* VCG 2 is gelijk aan VCG 340 in de publicaties van Roebroek (2000)

De bollen zijn geplant in grond die verzameld is van plekken in de praktijk waar 'laat Fusarium' voorkwam (de A-behandelingen) of in gestoomde grond van de PPO-proefvelden (B en C). Voor B1 zijn de bollen in onbesmette gestoomde grond geplant, om te zien of (latente) infecties in de bollen een belangrijke infectieroute vormen voor 'laat Fusarium'. De rest van de gestoomde grond is besmet met gekweekte Fusarium. Hiervoor zijn zeven fusarium-isolaten gebruikt (één isolaat per behandeling), waarvan vijf 'laat fusarium-isolaten', één oud en één nieuw 'normaal fusarium-isolaat'. De gebruikte isolaten behoren tot verschillende VCG-groepen.

Voor behandelingen A en B zijn geprepareerde ongeremde irissen, cv Blue Magic, herkomst Frankrijk gebruikt. Behandeling C is ingezet dezelfde cultivar, maar deze bollen waren van Nederlandse herkomst. Deze behandeling vormt een aanvulling op controle behandeling B1 om een wat beter beeld te krijgen van de rol van partijbesmettingen in het ontstaan van laat Fusarium in de broeierij. De bollen zijn niet ontsmet bij de leverancier. Na ontsmetting in formaline zijn de bollen afgespoeld om formaline-effecten te voorkomen en opgeplant in 3L potten, 5 bollen per pot en 8 potten per behandeling. De etmaaltemperatuur in de kas is tijdens deze proef gestuurd op 20 °C. De 20 °C is bewust vastgehouden gedurende de gehele teelt om de omstandigheden voor Fusarium optimaal te houden.

Voor de B-behandelingen zijn de bollen na de formaline en het afspoelen gedompeld in een fusariumsuspensie en is bij het planten de grond ook besmet. Voor de controlebehandelingen, B1 en C, is een vergelijkbare behandeling uitgevoerd, maar dan met water. Toen het gewas begon te bloeien zijn de irissen individueel beoordeeld op opkomst, groei, vergeling, bloemverdroging, sikkelvorming en bolrot.

## 2.3 Werking fungiciden

De werking van de fungiciden Sportak (prochloraz), Topsin M (thiofanaat-methyl), Captan en experimenteel middel X is in dit onderzoek bepaald. Voor de hiervoor beschreven inventarisatie en infectieproef zijn veel fusarium-isolaten verzameld. In de bestrijdingsproeven dienen verschillende isolaten getest te worden om iets te kunnen zeggen over verschillen in gevoeligheid voor fungiciden, maar is het onmogelijk alle verzamelde isolaten te gebruiken. Daarom is vóór de kasproef een in vitro remmingsproef uitgevoerd met elf isolaten. Deze isolaten zijn zodanig gekozen dat verschillende VCG's, herkomsten, momenten van isolatie en fenotypes van de schimmel vergeleken kunnen worden. Uiteraard zijn isolaten uit gewassen met vroege en uit gewassen met late symptomen inbegrepen. De resultaten van de in vitro remmingstoets zijn gebruikt bij de selectie van isolaten voor de kasproef.

### 2.3.1 Remmingstoets in vitro

De werking van Sportak, Topsin M en Captan is in twee concentraties, en van middel X in één concentratie (tabel 1) getest op elf fusarium-isolaten uit iris (tabel 2). De concentraties product in de voedingsbodems zijn gebaseerd op ervaringen met dezelfde of soortgelijke middelen in eerdere in vitro proeven. Ter vergelijking is per fusarium-isolaat ook een controle zonder middel gekweekt. De middelen zijn door het groeimedium gemengd. Vervolgens zijn in petrischalen de fusarium-isolaten op de voedingsbodems geënt. Per combinatie van isolaat, middel en concentratie zijn twee petrischalen ingezet.

De werking van de middelen is bepaald aan de hand van de radiale uitgroei van het mycelium na zeven en twaalf dagen. Voor elke middel is de groeiremming van het mycelium ten opzichte van de controle berekend.

Tabel 1: middelen en concentraties in de in vitro remmingstoets

| Code | product            | actieve stof      | Gehalte a.s. | ppm product in voedingsbodem |
|------|--------------------|-------------------|--------------|------------------------------|
| A    | Sportak            | prochloraz        | 45%          | 0.1 en 1                     |
| B    | Topsin M vloeibaar | thiofanaat-methyl | 50%          | 1 en 10                      |
| C    | Captan 480 SC      | captan            | 48%          | 1 en 10                      |
| D    | Middel X           |                   |              | 10 ppm                       |
| E    | onbehandeld        | -                 | -            | -                            |

Tabel 2: Fusarium-isolaten in in vitro remmingstoets

| Herkomst         | Symptomen gewas van herkomst | Oud / nieuw <sup>1</sup> | VCG               | Fenotype schimmel                            | Behandeling in infectieproef |
|------------------|------------------------------|--------------------------|-------------------|--|------------------------------|
| Collectie PPO    | vroeg                        | O                        | 2 <sup>2</sup>    | wit, kleine paarse kern -sporulerend – plat  | B7                           |
| Collectie PPO    | vroeg                        | O                        | 2                 | wit, kleine paarse kern - sporulerend – plat |                              |
| Bedrijf 5        | vroeg                        | N                        | 4                 | wit sporulerend – plat                       |                              |
| Bedrijf 1        | laat                         | N                        | 2                 | wit sporulerend – plat                       | B2                           |
| Bedrijf 1 buiten | laat                         | N                        | 1                 | Wit-paarse kern - luchtig                    | B5                           |
| Bedrijf 4        | laat                         | N                        | 1                 | rode segmenten – luchtig                     |                              |
| Bedrijf 3        | laat                         | N                        | 3                 | wit/paarse kern – luchtig                    | B4                           |
| Bedrijf 2        | laat                         | N                        | 1                 | wit/paarse kern – luchtig                    | B3                           |
| Bedrijf 2        | laat                         | N                        | n.b. <sup>3</sup> | rood   |                              |
| Bedrijf 6        | laat                         | N                        | n.b.              | wit/wollig                                   |                              |
| Bedrijf 7        | vroeg & laat                 | N                        | n.b.              | wit / niet wollig / plat                     |                              |

<sup>1</sup>oud: in 1979 geïsoleerd; nieuw: in 2004 geïsoleerd

<sup>2</sup>VCG 2 is gelijk aan VCG 340 in de publicaties van Roebroek (2000)

<sup>3</sup>niet bepaald

### 2.3.2 Bestrijdingsproef kas

De werking van een aantal (combinaties van) middelen is getest in een pottenproef in de kas. Hierbij is uitgegaan van doseringen en middelen die gangbaar zijn in de praktijk (tabel 3). Voor het nieuwe middel is de volgens de fabrikant te verwachten adviesdosering toegepast. Doordat in de proef zowel oude als nieuwe fusarium-isolaten zijn gebruikt, kan het resultaat een indicatie geven of er in de loop van de tijd verminderde gevoeligheid voor fungiciden is ontstaan. Verschillen in gevoeligheid tussen isolaten uit irissen met vroege symptomen en irissen met late symptomen zouden ook uit de resultaten van deze proef op te maken moeten zijn.

De A-behandelingen bestaan uit controlebehandelingen zonder bolbehandeling. Behandelingen C en D zijn combinaties die in de praktijk toegepast worden. Aan de hand van behandelingen B en E kan de werking van Sportak en middel X afzonderlijk beoordeeld worden en behandelingen F en G dienen om de waarde van middel X als toevoeging aan Sportak, al dan niet in combinatie met Topsin M te bepalen. De cijfers achter de letters van de behandelingscodes geven aan welk fusarium-isolaat gebruikt is. A0 is de controle waar geen Fusarium is toegevoegd. In tabel 4 staan de gebruikte fusarium-isolaten beschreven.

De bestrijdingsproef is uitgevoerd met geprepareerde ongeremde irissen, cv Blue Magic. De bollen zijn niet ontsmet bij de leverancier. Om er zeker van te zijn dat er geen besmetting plaatsvindt door fusariumsporen op de buitenkant van de bol, zijn de bollen op de dag van planten enkele minuten ontsmet in 0.5% formaline. Daarna zijn de bollen gedompeld in water om schade of effecten in de proef door formaline te voorkomen. Na het afspoelen zijn de bollen gedurende 10 minuten gedompeld in de verschillende fungiciden (zie tabel 3) of in water. De bollen zijn na boldompeling direct geplant in gestoomde grond van de proeftuin in Lisse. Deze grond is een dag voor het planten besmet met Fusarium. De grond is voor deze proef met minder

Fusarium per pot besmet als bij de eerder uitgevoerde infectieproef. De schimmelsuspensie is alleen door de bovenste helft van de grond gemengd. Er is geplant in 3L potten, 5 bollen per pot en 6 potten per behandeling. De etmaaltemperatuur in de kas is tijdens deze proef gestuurd op 19 °C.

Na 6 weken, toen het merendeel van de irissen in bloei stond of oogstrijp was, is het gewas boven- en ondergronds beoordeeld. Er is beoordeeld op bloemvorming (aantal blindgangers), vertraagde bloei (nog niet in bloei), sikkelvorming en op vergeling. De lengte van elke plant (bloeiende, vertraagde en blindgangers) is van bovenkant bol tot bovenkant bloemschede gemeten. Ondergronds zijn de irissen beoordeeld op bolrot. Hierbij is zoveel mogelijk onderscheid gemaakt tussen bolrot door Fusarium en Penicillium-aantasting.

De resultaten zijn statisch geanalyseerd. De statistische analyse is met behulp van een ANOVA-toets zodanig uitgevoerd, dat de invloed van de boldompeling op de afzonderlijke symptomen kan worden vastgesteld en dat bepaald kan worden of de gebruikte Fusarium-isolaten onderling verschillen in gevoeligheid voor de verschillende bolbehandelingen.

Tabel 3: behandelingen in de bestrijdingsproef (kas). Letters geven de bolbehandeling weer; cijfers het fusarium-isolaat waarmee besmet is.

|             | Besmetting/<br>bestrijding          | Product en dosering |                  |              |           |
|-------------|-------------------------------------|---------------------|------------------|--------------|-----------|
| A0          | schone grond,<br>geen bestrijding   |                     |                  |              |           |
| A1 A2 A3 A4 | besmette grond,<br>geen bestrijding |                     |                  |              |           |
| B1 B2 B3 B4 | besmette grond,<br>bestrijding      | Sportak<br>0,3%     |                  |              |           |
| C1 t/m C4   | besmette grond,<br>bestrijding      | Sportak<br>0,3%     |                  | Captan<br>1% |           |
| D1 t/m D4   | besmette grond,<br>bestrijding      | Sportak<br>0,3%     | Topsin M<br>0,8% | Captan<br>1% |           |
| E1 t/m E4   | besmette grond,<br>bestrijding      |                     |                  |              | X<br>1,5% |
| F1 t/m F4   | besmette grond,<br>bestrijding      | Sportak<br>0,3%     |                  |              | X<br>1,5% |
| G1 t/m G4   | besmette grond,<br>bestrijding      | Sportak<br>0,3%     | Topsin M<br>0,8% |              | X<br>1,5% |

Tabel 4: Fusarium-isolaten gebruikt voor besmetting in de bestrijdings-kasproef

| Nummer in bestrijdingsproef | Herkomst      | symptomen herkomstgewas | oud / nieuw <sup>1</sup> isolaat | gevoeligheid voor prochloraz (in vitro) <sup>2</sup> | VCG            | Fenotype schimmel                           |
|-----------------------------|---------------|-------------------------|----------------------------------|--|----------------|---|
| 1                           | Bedrijf 3     | Laat Fusarium           | Nieuw                            | +  | 3              | wit/paarse kern – luchtig                   |
| 2                           | Bedrijf 4     | Laat Fusarium           | Nieuw                            | +  | 1              | rode segmenten – luchtig                    |
| 3                           | Bedrijf 5     | Vroeg Fusarium          | Nieuw                            | +/-  | 4              | wit sporulerend – plat                      |
| 4                           | Collectie PPO | Vroeg Fusarium          | Oud                              | +/-  | 2 <sup>3</sup> | wit, kleine paarse kern -sporulerend – plat |

<sup>1</sup> oud: in 1979 geïsoleerd; nieuw: in 2004 geïsoleerd

<sup>2</sup> alle isolaten waren in vitro gevoelig voor prochloraz. De mate van gevoeligheid varieerde wel

<sup>3</sup> VCG 2 is gelijk aan VCG 340 in de publicaties van Roebroek (2000)



## 3 Resultaten

### 3.1 Inventarisatie en verzamelen praktijkmonsters

Bij bedrijfsbezoeken en via verschillende adviseurs zijn plantmonsters verzameld voor nader onderzoek. Bij de betrokken partijen is een tiental bedrijven bekend dat kampt met laat Fusarium. Aantasting komt vaak pleksgewijs voor, waarbij de schade oploopt met de grootte van en het aantal plekken. De uitval door laat Fusarium komt doorgaans voor in twee teelten per jaar, met geremde irissen. Op één bedrijf zijn ook symptomen van laat Fusarium in de buitenteelt van irisbloemen gevonden. Financieel varieert de schade door lagere productie, extra arbeid e.d. van duizend tot ongeveer tienduizend euro per bedrijf per jaar (inschattingen ondernemers). Het aantal bedrijven dat last heeft van laat Fusarium neemt voor zover bekend jaarlijks met enkele bedrijven toe. Eén van de symptomen van laat Fusarium is bloemverdroging. Bloemverdroging kan ook door andere oorzaken dan schimmelinfectie optreden, maar de veel geteelde cv Blue Magic waarin veel van de problemen met laat Fusarium voorkomen staat juist bekend als ongevoelig voor 'normale' bloemverdroging. Om onderscheid te kunnen maken tussen bloemverdroging door Fusarium en bloemverdroging met een andere oorzaak, moet plantmateriaal op typische fusariumsymptomen en schimmelinfectie onderzocht worden.

### 3.2 Identificatie ziekteverwekker en vergelijking met 'normaal Fusarium'

Van zeven bedrijven zijn aangetaste irissen onderzocht op aanwezigheid van ziekteverwekkende schimmels. Hierbij is in materiaal van alle bedrijven Fusarium aangetroffen. Andere schimmels werden niet gevonden, ook niet op het groeimedium dat alleen bacteriegroei remt. Van Fusarium kwamen verschillende fenotypen (uiterlijke kenmerken op macroscopisch niveau, figuur 2) voor. Zowel tussen als binnen bedrijven kwam variatie voor. Enkele fenotypen zijn meerdere keren gevonden.

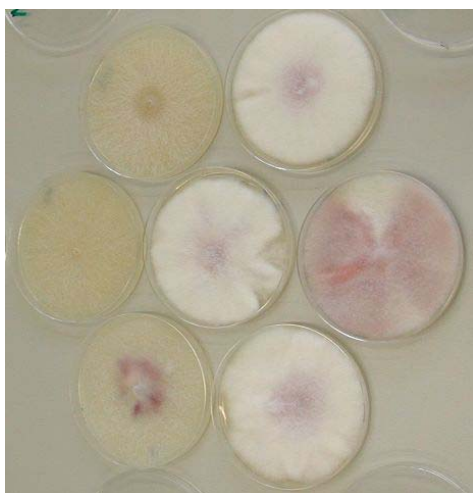


Fig.2: Verschillende fenotypes van Fusarium uit iris

### 3.2.1 Genetische karakterisering

Het resultaat van de PCR-toets laat zien dat het ondanks de verschillen in fenotype wel in alle gevallen *Fusarium oxysporum* betreft, waarvan *Fusarium oxysporum* f. sp. *gladiolorum* onderdeel uitmaakt (figuur 3).

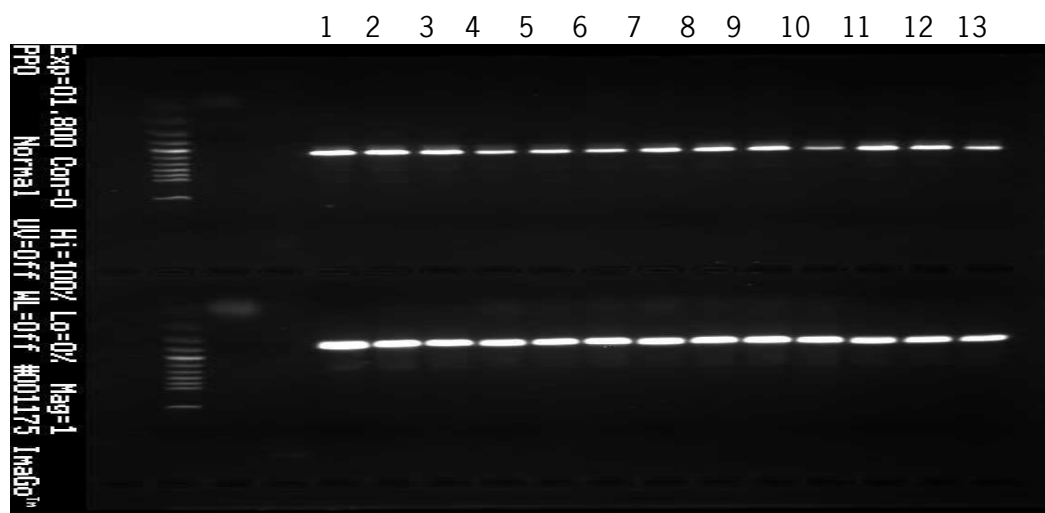


Fig.3: Vergelijking van verschillende fusarium-isolaten uit iris m.b.v. PCR. Alle nieuwe isolaten laten eenzelfde DNA-fragment zien als een oud *Fusarium-oxysporum* isolaat (1) uit iris en twee *F. oxysporum* isolaten uit tulp (12&13).

De bepaling van de onderlinge genetische verwantschap tussen nieuwe en oude fusarium-isolaten, met behulp van de VCG-bepaling, leverde een verdeling van de isolaten over vier groepen op (tabel 5). De nieuwe isolaten vallen onder verschillende VCG's. Dit staat in tegenstelling tot de oude isolaten uit iris die eerder onderzocht zijn (Roebroek, 2000). Deze behoorden ondanks de verschillende herkomst allemaal tot éénzelfde VCG. Slechts één van de onderzochte nieuwe isolaten behoort tot dezelfde VCG als de twee oude isolaten. Het isolaat van bedrijf 5, wel nieuw, maar uit een gewas met 'normaal' Fusarium valt niet in dezelfde VCG als de andere oude isolaten.

Tabel 5: Genetische verwantschap weergegeven aan de hand van vegetatieve compatibiliteitsgroepen (VCG's)

| Herkomst         | Symptomen gewas van herkomst | Oud / nieuw isolaat <sup>1</sup> | VCG            |
|------------------|------------------------------|----------------------------------|----------------|
| Bedrijf 1 buiten | Laat Fusarium                | Nieuw                            | 1              |
| Bedrijf 4        | Laat Fusarium                | Nieuw                            | 1              |
| Bedrijf 2        | Laat Fusarium                | Nieuw                            | 1              |
| Collectie PPO    | Vroeg Fusarium               | Oud                              | 2 <sup>2</sup> |
| Collectie PPO    | Vroeg Fusarium               | Oud                              | 2              |
| Bedrijf 1        | Laat Fusarium                | Nieuw                            | 2              |
| Bedrijf 3        | Laat Fusarium                | Nieuw                            | 3              |
| Bedrijf 5        | Vroeg Fusarium               | Nieuw                            | 4              |

<sup>1</sup>oud: in 1979 geïsoleerd; nieuw: in 2004 geïsoleerd

<sup>2</sup> VCG 2 is gelijk aan VCG 340 in de publicaties van Roebroek (2000)



De uitkomsten van de VCG-analyse wijzen er op dat de meeste nieuwe isolaten genetisch zodanig anders zijn vergeleken met de oude isolaten dat ze in andere VCG-groepen vallen. Daarnaast zijn er ook verschillen tussen de nieuwe isolaten onderling. Uit deze analyse blijkt ook dat sommige isolaten die uit bollen met late symptomen geïsoleerd zijn, niét zodanig genetisch verschillen van isolaten die komen uit bollen met vroege symptomen dat ze in een andere VCG-groep vallen.

Het is dus niet zo dat fusarium-isolaten uit bollen met late symptomen allemaal zodanig genetisch afwijken van isolaten van vroege symptomen dat ze allemaal in één andere groep vallen. Als een schimmel genetisch verandert, kan het zijn dat er stammen ontstaan die minder gevoelig zijn voor frequent gebruikte bestrijdingsmiddelen.

### 3.2.2 Infectieproef

In de infectieproef is veel vroege fusariumaantasting ontstaan.

Planten in grond van plekken met laat Fusarium gaf hoge percentages aantasting (tabel 6). Dit bevestigt dat infectie vanuit de grond een belangrijke infectieroute is voor Fusarium in iris.

Tabel 6: Fusarium-aantasting na planten op grond van plekken met laat Fusarium

|    | Herkomst grond   | vroeg Fusarium (%) | laat Fusarium (%) |
|----|------------------|--------------------|-------------------|
| A1 | Bedrijf 1        | 77                 | 13                |
| A2 | Bedrijf 1 buiten | 52                 | 10                |
| A3 | Bedrijf 2        | 85                 | 10                |

Dat meer vroeg dan laat Fusarium is ontstaan, geeft aan dat de besmetting in deze grond zowel vroege als late Fusarium kan veroorzaken. Het is hiermee nog niet duidelijk of deze grond besmet is met meerdere fusarium-isolaten die vroege óf late Fusarium veroorzaken, of dat de aanwezige Fusarium beide symptomen kan geven. Een late fusarium-aantasting (plant niet achter in ontwikkeling of krom, maar wel vergeeld blad eventueel in combinatie met bloemverdroging) ging op twee planten na steeds gepaard met een aantasting van de bol. Bij een vroege aantasting was de bol altijd zichtbaar aangetast.

Tabel 7: Fusarium-aantasting na besmetting met verschillende fusarium-isolaten

|    | Herkomst Fusarium | Symptomen in herkomstgewas | Vroeg Fusarium (%) | Laat Fusarium (%) |
|----|-------------------|----------------------------|--------------------|-------------------|
| B1 | Geen besmetting   | n.v.t.                     | 0                  | 0                 |
| B2 | Bedrijf 1         | Laat Fusarium              | 97                 | 3                 |
| B3 | Bedrijf 2         | Laat Fusarium              | 100                | 0                 |
| B4 | Bedrijf 3         | Laat Fusarium              | 100                | 0                 |
| B5 | Bedrijf 1 buiten  | Laat Fusarium              | 100                | 0                 |
| B6 | Bedrijf 4         | Laat Fusarium              | 100                | 0                 |
| B7 | Collectie PPO     | vroeg Fusarium             | 100                | 0                 |
| B8 | bedrijf 5         | Vroeg Fusarium             | 100                | 0                 |
| C  | Geen besmetting   | n.v.t.                     | 0                  | 0*                |

\*geen fusarium-aantasting met bovengrondse symptomen; wel 5% bolaantasting door Fusarium waargenomen

Wanneer schone grond niet besmet is met Fusarium ontstond geen of nauwelijks aantasting door Fusarium (tabel 7) en kwamen geen planten met typisch laat Fusarium voor. Het lage percentage besmetting in behandeling C kan wijzen op een lichte (kruis-)besmetting ontstaan in de gestoomde grond of bij het planten

of op de aanwezigheid van een lage (latente) besmetting in de gebruikte partij. Vergeleken met de aantasting na planten in besmette praktijkgrond (tabel 6) lijkt de rol van een eventuele partijbesmetting echter minimaal.

Na kunstmatig besmetten van bollen en grond bij het planten ontstond in alle gevallen een zware vroege aantasting en geen laat Fusarium. Je zou kunnen concluderen dat de Fusaria die uit ziek materiaal geïsoleerd zijn en waarmee in deze proef besmet is, dus niet de veroorzakers zijn van laat Fusarium. Er zijn echter verschillende aanwijzingen die het aannemelijk maken dat ze wel de veroorzakers zijn:

- Uit aangetast materiaal van alle bemonsterde bedrijven is Fusarium geïsoleerd. De infectieproeven laten zien dat de geïsoleerde Fusaria ziekteverwekkend zijn en zeer duidelijke symptomen kunnen veroorzaken.
- Bij de monsteranalyses zijn geen andere ziekteverwekkende schimmels gevonden op de niet-selectieve voedingsbodems
- Andere schimmels waarvan niet bekend is dat ze ziekteverwekkend kunnen zijn ook niet regelmatig gevonden.
- Bij de analyse van plantmonsters werden in de meeste gevallen ook symptomen van een fusarium-aantasting op de bol gevonden
- Er zijn, op één plant met een enkel symptoom van Rhizoctonia na, geen symptomen op het plantmateriaal gevonden die duidelijk wijzen op andere ziekteverwekkers, gebrekverschijnselen of afwijkingen.

Voor de rest van het onderzoek is er daarom van uit gegaan dat Fusarium wel de veroorzaker van laat Fusarium is, maar dat andere factoren de symptoomvorming beïnvloeden.

Gezien het grote aantal geïnfecteerde planten lijkt de infectiedruk in de kunstmatig besmette grond hoger te zijn geweest, dan die in de praktijkgrond. Het resultaat in besmette grond lijkt vrijwel onafhankelijk van het gebruikte fusarium-isolaat. De fusarium-isolaten uit planten met late symptomen veroorzaken dus ook vroege symptomen. Op basis van deze resultaten lijkt er geen sprake te zijn van een afwijkende fusariumsoort of -stam die in iris alleen laat Fusarium veroorzaakt.

## 3.3 Werking fungiciden

De werking van de fungiciden Sportak (prochloraz), Topsin M (thiofanaat-methyl), captan en experimenteel middel X tegen een aantal fusarium-isolaten die aantasting in iris veroorzaken is in dit onderzoek bepaald in een in vitro remmingstoets en in een bestrijdingsproef in de kas.

### 3.3.1 Remmingstoets in vitro

Uit de in vitro remmingstoets kwamen voornamelijk verschillen tussen fusarium-isolaten in gevoeligheid voor prochloraz (o.a. Sportak) naar voren (fig.5 en tabel 8). De oude isolaten en de nieuwe isolaten van bedrijven met vroeg Fusarium zijn het over het geheel genomen het meest gevoelig. Maar ook de Fusarium van bedrijf 1 blijkt tot de gevoeligste isolaten te horen. Een overtuigend verband tussen het optreden van vroege of late symptomen en de gevoeligheid voor prochloraz is dus niet aangetoond. Er lijkt wel sprake te zijn van fusarium-isolaten die minder gevoelig zijn voor prochloraz, waarbij vooral de nieuwe isolaten minder gevoelig zijn. Absolute resistentie is niet aangetoond.



Fig.5: Verschillen in gevoeligheid voor Sportak tussen fusarium-isolaten uit iris

Tabel 8: Remming myceliumgroei fusarium-isolaten door Sportak in in vitro remmingstoets

| Herkomst         | Symptomen gewas van herkomst | Oud / nieuw <sup>1</sup> | VCG               | Remming myceliumgroei Sportak 0.1 p.p.m. (%) | Remming myceliumgroei Sportak 1 p.p.m. (%) |
|------------------|------------------------------|--------------------------|-------------------|--|--|
| Collectie PPO-1  | vroeg                        | 0                        | 2 <sup>2</sup>    | 63   | 100  |
| Collectie PPO-2  | vroeg                        | 0                        | 2                 | 71   | 100  |
| Bedrijf 5        | vroeg                        | N                        | 4                 | 76   | 100  |
| Bedrijf 1        | laat                         | N                        | 2                 | 76   | 100  |
| Bedrijf 1 buiten | laat                         | N                        | 1                 | 51   | 80   |
| Bedrijf 4        | laat                         | N                        | 1                 | 60   | 83   |
| Bedrijf 3        | laat                         | N                        | 3                 | 54   | 78   |
| Bedrijf 2        | laat                         | N                        | 1                 | 50   | 78   |
| Bedrijf 2        | laat                         | N                        | n.b. <sup>3</sup> | 53   | 80   |
| Bedrijf 6        | laat                         | N                        | n.b.              | 63   | 100  |
| Bedrijf 7        | vroeg & laat                 | N                        | n.b.              | 75   | 100  |

<sup>1</sup>oud: in 1979 geïsoleerd; nieuw: in 2004 geïsoleerd

<sup>2</sup>VCG 2 is gelijk aan VCG 340 in de publicaties van Roebroek (2000)

<sup>3</sup>niet bepaald

Middel X gaf een remming van myceliumgroei van rond 50%. Er was geen verschil in gevoeligheid tussen isolaten.

Er is geen goede werking van Topsin M en Captan gevonden in de in vitro toets. Mogelijk dat het omzettingsproces van de werkzame stof van Topsin M, thiofanaat-methyl, naar de werkzame afbraakproducten ervan in het groeimedium waarmee de remmingstoets is uitgevoerd te langzaam verloopt. In proeven met Benlate, dat net als Topsin M omgezet moet worden voor het gaat werken, is dit echter nooit een probleem geweest. Voor captan geldt een vergelijkbare theorie.

Het is niet met zekerheid te zeggen of de methode van het in vitro toetsen niet goed toepasbaar is voor deze middelen, of dat door verminderde gevoeligheid er pas bij hogere concentraties een werking gevonden zal worden.

Voor de bestrijdingsproef in de kas worden de isolaten Collectie-PPO-1, en die van bedrijf 3, 4 en 5 gebruikt. Een oud en een nieuw isolaat uit een gewas met vroege symptomen en twee uit een gewas met laat Fusarium. De twee van laat Fusarium behoren tot twee verschillende VCG's en worden in vitro relatief slecht geremd door Sportak.

### 3.3.2 Bestrijdingsproef kas

In de bestrijdingsproef in de kas is een sterk effect van boldompeling in fungiciden op de Fusariumaantasting zichtbaar geworden. De verschillen tussen de (combinaties van) fungiciden onderling waren niet spectaculair, maar zeker niet verwaarloosbaar.



Fig.6: Stand van het gewas na bolbehandeling op het moment van eind beoordeling bestrijdingsproef

#### 3.3.2.1 **Symptoomvorming in besmette grond wanneer geen fungiciden zijn toegepast:**

Alle vier de fusarium-isolaten hebben infecties veroorzaakt in de onbehandelde bollen. Onbehandelde bollen in besmette grond gaven een laag percentage planten dat in bloei kwam, en een hoog percentage bollen dat zichtbaar door Fusarium aangetast was. Daarnaast was het gewas korter dan waar niet met Fusarium besmet was.

Het kenmerkende 'laat Fusarium' waarbij vlak voor de oogst het blad geel kleurt en de bloem verdroogd, is weinig ontstaan. De foto in figuur 7 is wat dit betreft representatief: een plant ziet er óf gezond uit en staat helemaal of bijna in bloei, of er zijn bovengrondse symptomen zichtbaar die al veel vroeger ontstaan zijn. In niet-besmette grond is een beperkt aantal bollen ook aangetast door Fusarium. De aantasting bleef hier echter beperkt tot ondergrondse symptomen (figuur 8a). Deze infecties kunnen ontstaan zijn uit een lichte besmetting van het gebruikte tuinzand, of door aanwezigheid van latente infecties in de geplante bollen.

In de proef zijn ook aantastingen door *Penicillium* ontstaan. Deze schimmel is zowel als primair en secundair (in combinatie met fusariumbolrot, figuur 8b) pathogeen voorgekomen. Effecten van behandelingen op *Penicillium* zullen daarom een resultante zijn van een effect op *Penicillium* zelf en een indirect effect (minder fusarium, geeft minder kans voor *Penicillium*). De hoeveelheid fusariumbolrot geeft het effect van de middelen op Fusarium het beste weer.



Fig.7: Na besmetting van de grond met de fusarium-isolaten ontstonden vooral vroege symptomen



Fig.8a: Eindbeoordeling bestrijdingsproef kas. Planten in niet besmette grond (links) en in met fusarium besmette grond (rechts) wanneer geen fungiciden zijn toegepast.



Fig.8b: primaire aantasting door Fusarium, secundaire aantasting door Penicillium

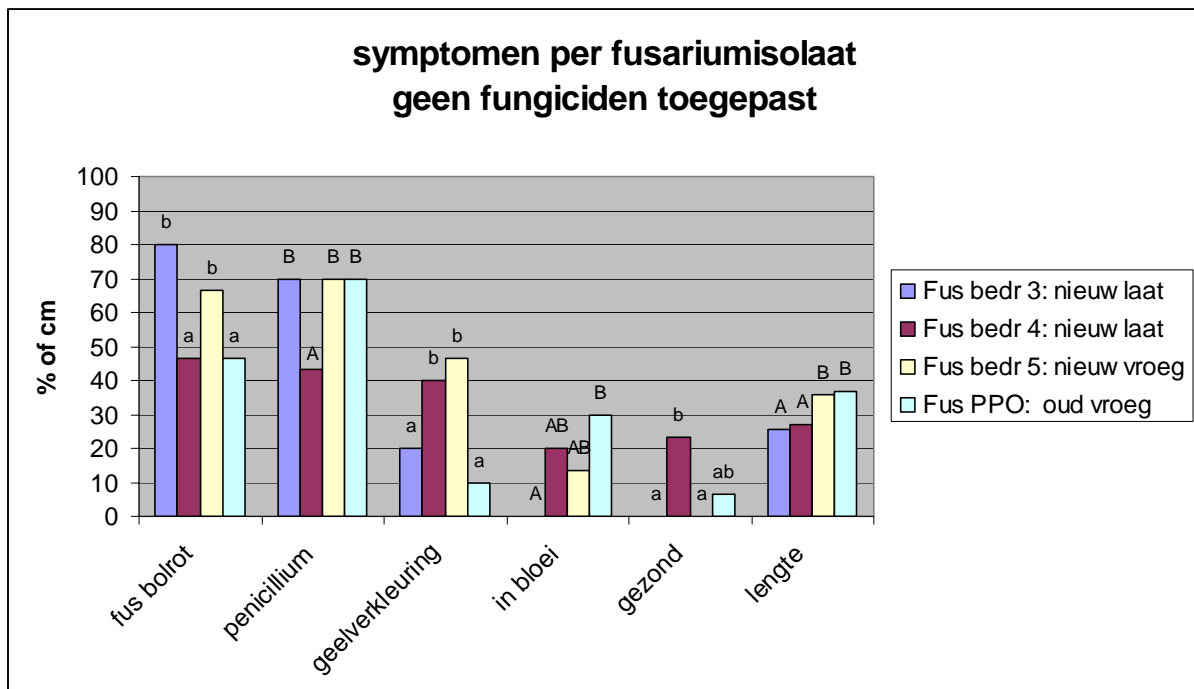


Fig.9: Symptoomvorming in met Fusarium besmette grond wanneer geen fungiciden zijn toegepast. Weergegeven per fusarium-isolaat. .oud: in 1979 geïsoleerd; nieuw: in 2004 geïsoleerd. Vroeg, laat: vroege of late symptomen in het gewas waaruit de Fusarium geïsoleerd is.

De vier fusarium-isolaten verschillen onderling wel enigszins in de mate van infectie en symptomen die ze veroorzaken (figuur 9). Het oude isolaat (PPO-collectie; gewas met vroege symptomen) gaf de minste zware aantastingen (een vroege zware aantasting ging in deze proef doorgaans gepaard met geelverkleuring), het nieuwe isolaat uit een gewas met vroege symptomen (bedrijf 5) de meeste. Omdat voor deze behandelingen niet in fungiciden is gedompeld, zeggen de resultaten alleen iets over de agressiviteit van de



schimmel-isolaten en niets over een verschil in gevoeligheid voor fungiciden. De verschillen in symptoomvorming tussen isolaten lijken op basis van deze resultaten niet gerelateerd te zijn aan de symptomen in het gewas waar uit de isolaten afkomstig zijn of het moment van isolatie (oud of nieuw) van de isolaten.

### 3.3.2.2 Effect boldompeling bij planten in besmette grond

#### Verschillen tussen fusarium-isolaten in gevoeligheid voor fungiciden

Uit statistische analyse (ANOVA-toets) van de resultaten van de kasproef blijkt geen significant verschil te bestaan tussen isolaten voor wat betreft het effect van de bolbehandelingen op de hoeveelheid fusariumbolrot, aantal in bloei, aantal blindgangers. Eventuele verschillen in gevoeligheid voor fungiciden tussen de gebruikte isolaten hebben in de proef dus niet geleid tot meetbare verschillen in het effect van de fungiciden. De effecten van de middelen(-combinaties) worden daarom in de verdere bespreking van de resultaten niet per fusarium-isolaat weergegeven, maar voor de vier isolaten samen.

#### Effect middelen(-combinaties) bij bolbehandeling

Dompeling in fungiciden vermindert ongeacht de middelenkeuze alle symptomen waarop in de bestrijdingsproef is beoordeeld. Hoe groot het effect is, verschilt echter wel tussen verschillende middelen of combinaties van middelen. In figuur 10, 11 en 12 staan de effecten van de bolbehandelingen op de bolaantasting door Fusarium, Penicillium en het aantal gezonde bollen weergegeven. De effecten op geelverkleuring (kwam alleen voor bij een vroege zware bolaantasting), het aantal in bloei en de lengte van de bloem zijn weergegeven in bijlage 1.

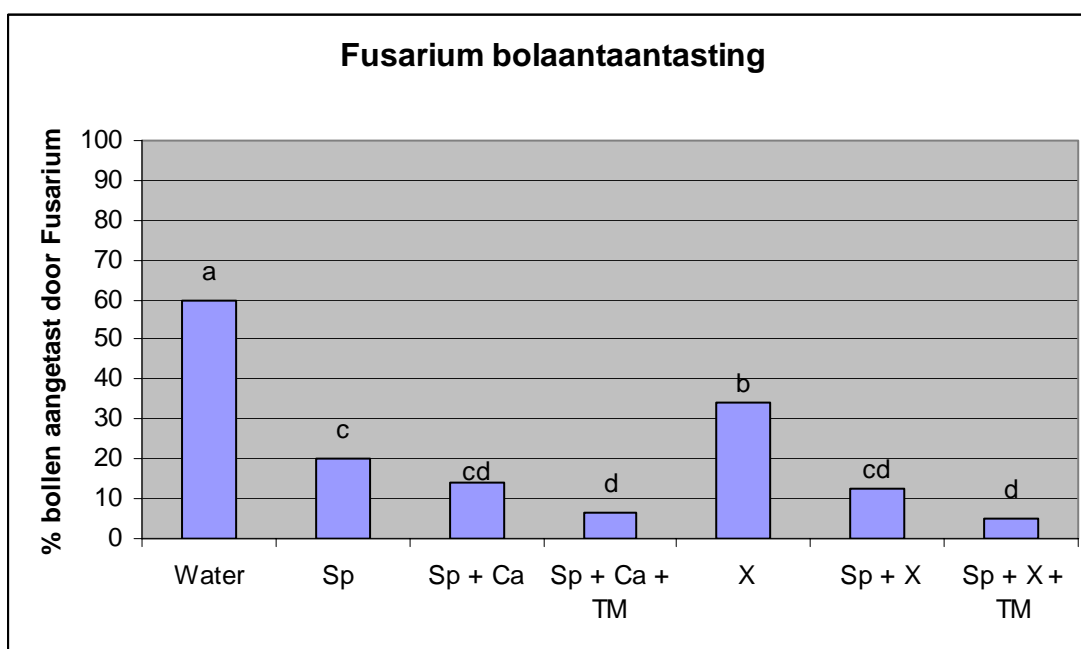


Fig.10: Percentage bolrot door Fusarium in besmette grond na dompelen in (verschillende combinaties van) fungiciden. Kolommen met gelijke letter verschillen niet significant van elkaar op basis van ANOVA ( $p < 0.05$ ).

#### *Sportak vergeleken met Fungicide X*

Sportak en fungicide X zijn beiden als afzonderlijke toepassing meegenomen en zijn daardoor goed met elkaar te vergelijken. Deze middelen hebben een vergelijkbaar effect op het aantal planten met bladvergelting, het aantal in bloei bij het beoordelen en de plantlengte (zie bijlage 1) of het aantal gezonde bollen (geen bolrot door Fusarium of Penicillium) (figuur 12). Er is wel een verschil tussen de werking van Sportak en fungicide X tegen bolrot, maar dit verschil heeft niet tot significante verschillen tussen het aantal



gezonde bollen of bovengrondse symptomen geleid (figuur 12 & bijlage 1). Fungicide X bestrijdt bolrot door Fusarium minder goed dan Sportak: Sportak 20% fusariumbolrot, fungicide X 34% (figuur 10). Bij de bestrijding van Penicillium-bolrot is dit andersom, Fungicide X lijkt Penicillium beter te bestrijden dan Sportak (figuur 11). De verschillen in werking heffen elkaar wat bovengronds effect betreft waarschijnlijk op.

#### *Combinaties van middelen*

Toevoegen van Captan óf Captan en Topsin M aan Sportak levert meer gezonde bollen op dan Sportak alleen (figuur 12). Er ontstaan geen verschillen in plantlengte. Toevoeging van Captan én Topsin M geeft meer bloei (bijlage 1) en minder bollen met fusariumbolrot (figuur 10). Wanneer alleen Captan wordt toegevoegd aan de Sportak is de toename van het aantal in bloei en de afname van fusariumbolrot niet significant.

Wanneer Topsin M en Sportak in combinatie met fungicide X toegepast worden, levert dat significant langere en meer bloemen, een grotere hoeveelheid gezonde bollen en minder fusariumbolrot op dan fungicide X alleen.

Toevoeging van Sportak aan fungicide X levert niet meer bloemen op dan fungicide X alleen (bijlage 1). Wel langere bloemen, meer gezonde bollen en minder bollen met fusariumbolrot dan met alleen fungicide X. De combinatie van Sportak met Captan bestrijdt fusariumsymptomen even goed als Sportak met fungicide X.

Toevoeging van Topsin M aan een bad met Sportak en Captan leverde een aanzienlijke vermindering op van het aantal bollen met Penicillium (figuur 11). Bij gebruik van Captan en Sportak is er 60% minder aantasting door Penicillium dan bij toepassing van Sportak alleen.

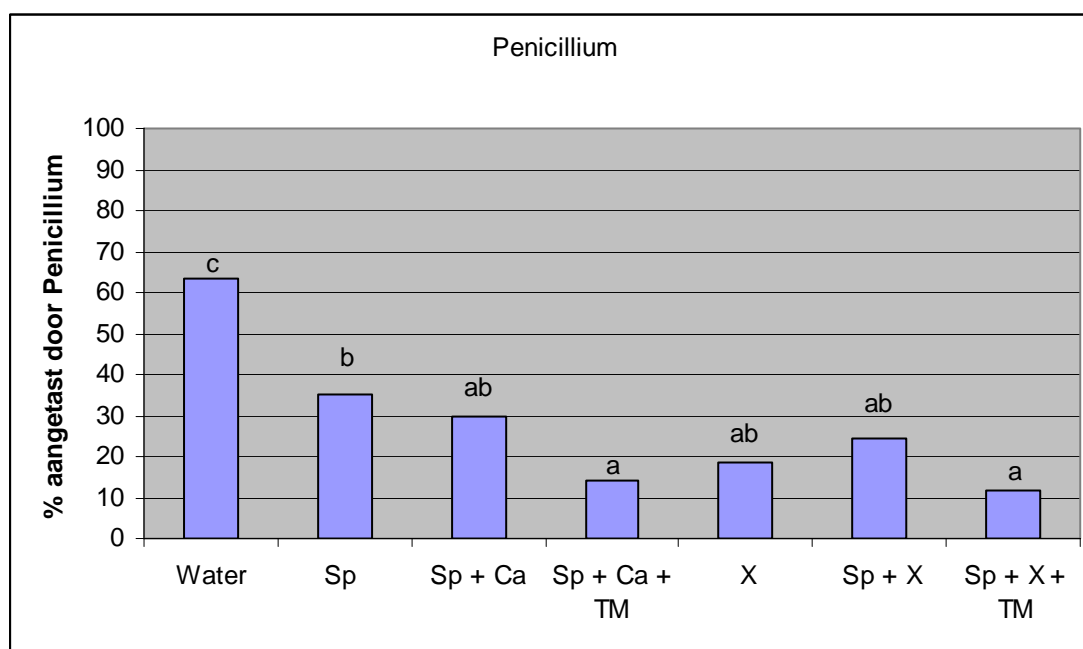
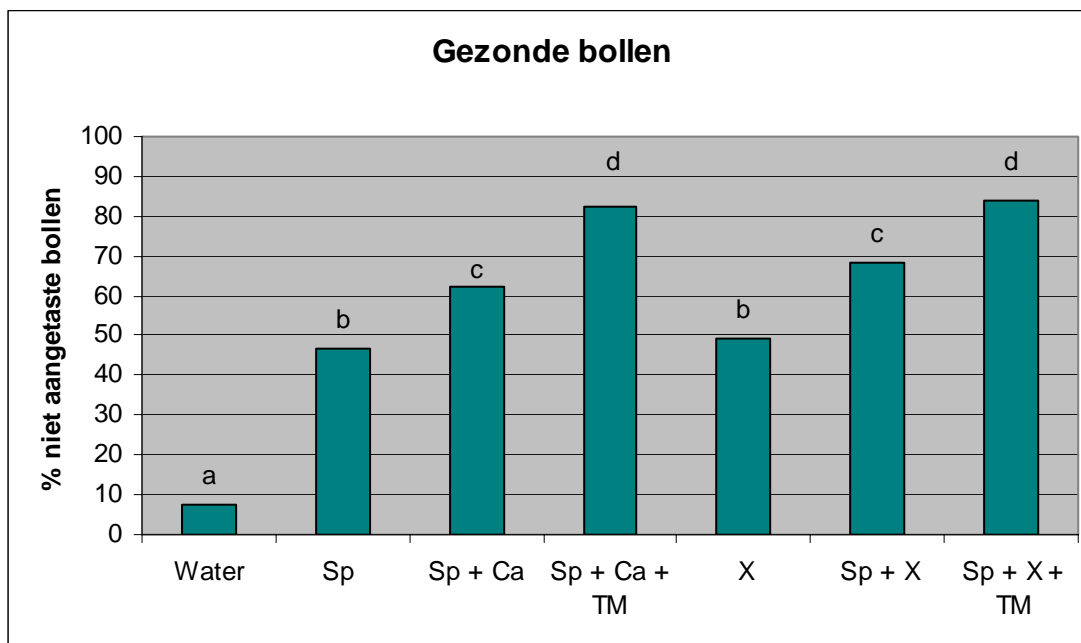


Fig. 11: Percentage bollen aangetast door Penicillium in met Fusarium besmette grond na dompelen in verschillende combinaties van fungiciden. Veel bollen waren door zowel Fusarium en Penicillium aangetast. Kolommen met gelijke letter verschillen niet significant van elkaar op basis van ANOVA ( $p < 0,05$ ).



Figuur 12: Percentage bollen zonder aantasting door Fusarium of Penicillium in met Fusarium besmette grond na dompelen in verschillende combinaties van fungiciden. Kolommen met gelijke letter verschillen niet significant van elkaar op basis van ANOVA ( $p < 0,05$ ). De effecten van de middelen zijn een resultante van de werking op zowel Fusarium als Penicillium.

## 4 Conclusies & discussie

Kort samengevat kunnen de volgende conclusies getrokken worden:

- De symptomen van laat fusarium worden zeer waarschijnlijk veroorzaakt door isolaten van *Fusarium oxysporum* die ook 'normale' vroege symptomen kunnen veroorzaken.
- Verschillen tussen Fusaria uit iris in gevoeligheid voor Sportak, Captan of Topsin M veroorzaken geen zichtbare verschillen in symptoomvorming of werking van de middelen in de praktijk. Het zelfde zal gelden bij toepassing van fungicide X.
- Al de geteste middelen: Sportak, Captan, Topsin M en fungicide X kunnen bij toepassing in het ontsmettingsbad bijdragen aan de bestrijding van Fusarium. De combinatie van Sportak, Captan en Topsin M zou nog steeds moeten voldoen. De werking van de combinatie Sportak + Topsin M + fungicide X is vergelijkbaar. Wanneer alleen toegepast werkt Sportak wat beter tegen Fusariumbolrot dan fungicide X, terwijl voor bestrijding van *Penicillium* het omgekeerde het geval lijkt te zijn.
- Besmette grond is een belangrijke infectieroute voor Fusarium in iris. De rol van onzichtbare (latente) besmettingen in partijen lijkt minimaal te zijn.

### 4.1 Veroorzaker laat Fusarium

Laat Fusarium is een terugkerend probleem in de broei van Hollandse irissen dat langzaam maar zeker in omvang toeneemt. Het probleem komt voornamelijk in geremde irissen voor.

Op bolmateriaal met bovengrondse symptomen van laat Fusarium worden vaak, maar niet altijd symptomen van een bolaantasting door Fusarium gevonden. Omdat er in de infectie en bestrijdingsproef nauwelijks laat Fusarium, maar veel vroege symptomen ontstaan zijn, is niet met honderd procent zekerheid aangetoond dat de geïsoleerde Fusaria de symptomen van laat Fusarium veroorzaken. De resultaten, en het meest nadrukkelijk de analyse van de praktijkmonsters, wijzen echter wel sterk in die richting. De symptomen wijzen ook niet in de richting van andere ziekten, plagen of oorzaken van andere aard.

De geïsoleerde Fusaria zijn geïdentificeerd als *Fusarium oxysporum*, waartoe ook de Fusarium behoort die de normale vroege aantastingen in iris veroorzaakt. Veel, maar niet alle recente fusarium-isolaten uit iris blijken genetisch niet nauw verwant aan oude fusarium-isolaten uit iris. Recente en oude Fusaria uit iris blijken te variëren in genetische samenstelling, fenotype van de schimmel en enigszins voor wat betreft symptoomvorming. Een indeling aan de hand van deze eigenschappen levert echter een andere verdeling op, dan wanneer de isolaten gesplitst worden naar de symptomen in het gewas waaruit ze geïsoleerd zijn (vroeg of laat Fusarium). Bovendien kunnen de Fusaria die late symptomen veroorzaken ook 'normale' vroege symptomen geven. Het late Fusarium van de laatste jaren lijkt dus niet te wijten te zijn aan een afwijkende fusariumsoort of -stam. Factoren die mogelijk een rol kunnen spelen bij het ontstaan van laat Fusarium in de praktijk (en nauwelijks in de proeven) zijn de mate waarin de grond besmet is, de klimatologische omstandigheden of de vatbaarheid van de bollen.

### 4.2 Variatie in gevoeligheid Fusarium voor middelen

Geluiden uit de praktijk en een in vitro laboratorium test wekten het vermoeden dat verminderde gevoeligheid voor de gebruikte fungiciden een rol speelt bij laat Fusarium. Het lijkt echter niet direct een logische verklaring voor een verloop van vroege naar late symptomen. Als vroeg Fusarium doorgaans ontstaat door infectie vanuit de grond, zouden bij een verminderde werking van fungiciden de symptomen juist eerder verwacht worden dan later. Fusarium-isolaten blijken in vitro te verschillen in gevoeligheid voor Sportak (a.s. prochloraz), waarbij vooral oudere isolaten minder gevoelig zijn. Voor absolute resistentie zijn geen aanwijzingen gevonden. Na toepassing van de middelen in de bolontsmetting en planten in besmette grond, zijn geen significante verschillen tussen oude en nieuwe isolaten of tussen isolaten uit gewassen met vroeg en gewassen met laat Fusarium aangetoond voor Sportak, Topsin M, Captan en experimenteel

fungicide X. Dus op het niveau van toepassing van de fungiciden in praktijkomstandigheden blijken de verschillen in in vitro gevoeligheid niet te resulteren in zichtbare verschillen in werking van de fungiciden tussen de verschillende isolaten.

### 4.3 Werking middelen(-combinaties)

Bij de interpretatie van de gevonden effecten moet er rekening gehouden worden met het feit dat *Penicillium* als primair en secundair (in combinatie met fusariumbolrot) in de proef voorkwam. De hoeveelheid fusariumbolrot geeft het effect van de middelen op *Fusarium* het beste weer.

Alle geteste middelen(-combinaties) bestrijden boven- en ondergrondse symptomen van infectie door *Fusarium* (en *Penicillium*), maar 100% bestrijding wordt met geen van de combinaties bereikt. Sportak geeft minder bolaantasting door *Fusarium* dan fungicide X.

*Penicillium* lijkt beter bestreden te worden door fungicide X dan door Sportak. De werking van fungicide X tegen *Penicillium* ligt in lijn met de effecten die de fabrikant ervan in eigen proeven met *Penicillium* gezien zegt te hebben.

Combineren van Sportak of fungicide X met andere fungiciden leidt over het algemeen tot een afname van de aantastingen door *Fusarium* en *Penicillium*. Van de geteste combinaties blijken de combinatie die in de huidige praktijk veel toegepast wordt: Sportak + Captan + Topsin M en de combinatie Fungicide X + Sportak + Topsin M aantasting door *Fusarium* en *Penicillium* het best te bestrijden en de meeste bloemen bij de eerste oogstronde te geven.

De veel gebruikte combinatie zou dus nog moeten voldoen voor de bestrijding van *Fusarium*. Als er geplant wordt in grond waarop problemen met *Fusarium* voorkomen, lijkt het gezien de geringe kosten van de bolontsmetting per oppervlakte-eenheid (zie bijlage 2) al snel rendabel één van de bovengenoemde combinaties van drie fungiciden toe te passen bij de bolontsmetting. Komt veel *Penicillium* voor, dan lijkt een combinatie met daarin fungicide X een goede keuze.

Op basis van de problemen in de praktijk zou een minder resultaat met de combinatie van Sportak, Captan en Topsin M verwacht worden. Hier spelen net als bij de symptoomvorming andere factoren zoals besmettingsgraad, kasklimaat en weerstand van de bol waarschijnlijk een rol. Adaptatie van het bodemleven na jarenlang gebruik van dezelfde stoffen op bepaalde tuinen (bekend voor een aantal grondontsmettingsmiddelen) is ook niet uit te sluiten. Hierbij breekt het bodemleven een stof versneld af, waardoor de werking tegen kan vallen. Voor bolontsmettingsmiddelen is dit echter nooit aangetoond. Dat vooral remirissen aangetast raken leidt tot de vraag of dit puur komt door de lange bewaring van de bol, of dat er omstandigheden zijn tijdens de preparatie van remirissen die de weerstand tegen *Fusarium* verminderen. Zou dit laatste het geval zijn, dan biedt dit misschien mogelijkheden tot verbetering.

#### *Toelatingsperspectief Fungicide X*

Dit fungicide zal naar verwachting van de fabrikant rond de jaarwisseling een toelating voor bolontsmetting krijgen en op de markt komen.

### 4.4 Infectieroutes en bestrijding in de grond

Besmette grond vormt een belangrijke infectieroute. Op basis van een kleine steekproef lijken onzichtbaar geïnfecteerde bollen wel een laag percentage aantasting te kunnen veroorzaken, maar deze infecties leiden niet tot een zichtbaar slechtere gewasstand of bloemproductie. In vergelijking met besmette grond lijkt de rol van onzichtbare infecties in partijen verwaarloosbaar ten opzichte van besmette grond.

Met de grond als belangrijke infectiebron zouden algemene preventieve maatregelen zoals het voorkomen van natte plekken en het in acht nemen van bedrijfshygiënische maatregelen de basis moeten vormen van preventie en bestrijding. Daarnaast is gebruik van uitgangsmateriaal zonder symptomen van *Fusarium* aan te raden. Is een partij aangetast door *Fusarium* en wordt toch besloten de partij op te planten, dan is het aan te raden de partij niet lang te bewaren en niet 's zomers op te planten.

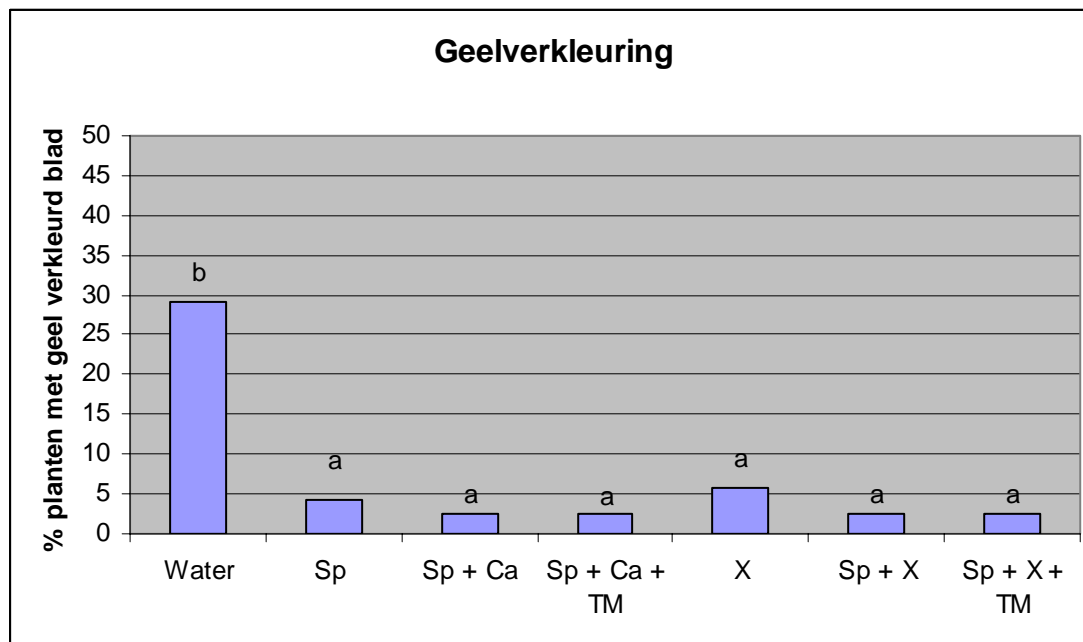
Er zijn geen fungiciden beschikbaar waarmee Fusarium in de grond goed bestreden kan worden. Het stomen van de kasgrond werkt in principe goed tegen Fusarium (kosten incl. arbeid en afschrijving rond €1,70/ m<sup>2</sup> zie bijlage 2). Het effect is echter van tijdelijke aard, omdat na het stomen herbesmetting, onder andere vanuit diepere grondlagen, op kan treden. Het komt voor dat één of twee teelten na het stomen weer problemen ontstaan die vanuit de grond lijken te komen. Met stomen wordt behalve Fusarium ook de rest van het bodemleven grotendeels gedood, waardoor de concurrentie voor Fusarium af kan nemen. Wanneer kasgrond nog nooit of al jaren niet gestoomd is, is het risico op een dergelijk onbedoeld neveneffect het grootst.

## Literatuur

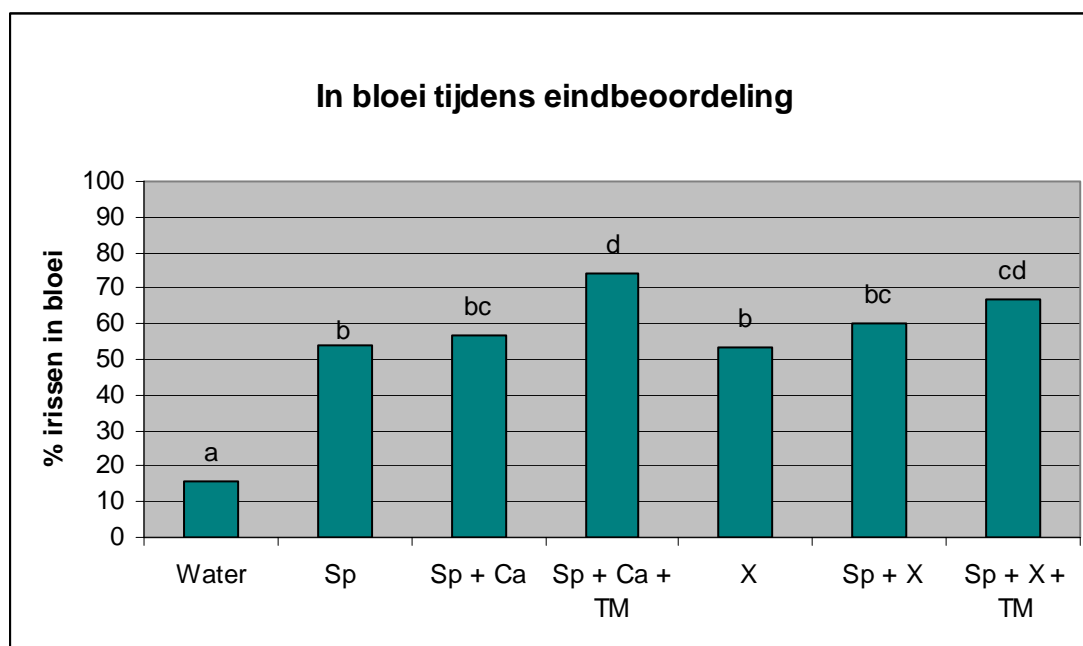
**Roebroek, E.J.A.**, 2000, *Fusarium oxysporum* from iridaceous crops. Analysis of genetic diversity and host specialization, proefschrift, Universiteit van Amsterdam.

*KWIN Bloembollen 2005*, Praktijkonderzoek Plant & Omgeving sector Bloembollen, In druk

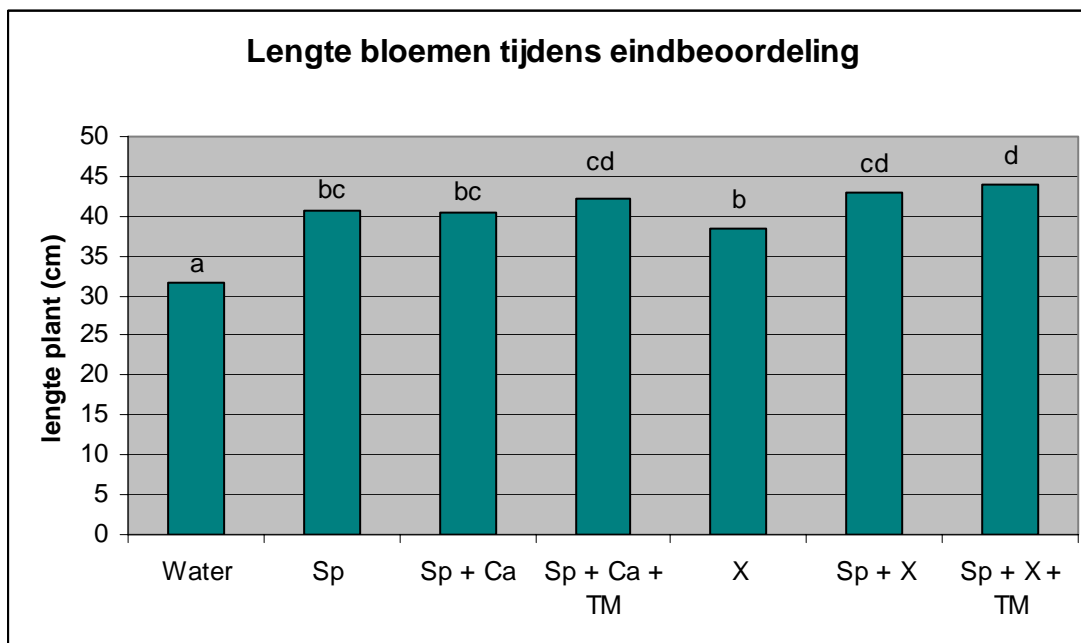
## Bijlage 1: Resultaat overige variabelen bestrijdingsproef kas



Percentage planten met geel verkleurd blad. Bollen zijn na dompelen in verschillende combinaties van fungiciden in met Fusarium besmette grond geplant. Geelverkleuring kwam doorgaans voor in combinatie met achtergebleven groei en een zwaar aangetaste bol. Geelverkleuring zoals bij laat Fusarium kwam nauwelijks voor. Kolommen met gelijke letter verschillen niet significant van elkaar op basis van ANOVA ( $p < 0,05$ ).



Percentage planten in bloei tijdens de eindbeoordeling. Bollen zijn na dompelen in verschillende combinaties van fungiciden in met Fusarium besmette grond geplant. Verschillen zijn ontstaan door verschillen in aantallen blindgangers (geen bloem gevormd) en vertraagde ontwikkeling. Kolommen met gelijke letter verschillen niet significant van elkaar op basis van ANOVA ( $p < 0,05$ ).



Lengte van de bloemen tijdens de eindbeoordeling. Planten zonder zichtbare bloem (blindgangers) zijn niet meegerekend bij het bepalen van het gemiddelde. Er is geen onderscheid gemaakt tussen irissen die wel en irissen die niet oogstrijp waren op het moment van beoordelen. Kolommen met gelijke letter verschillen niet significant van elkaar op basis van ANOVA ( $p < 0,05$ ).



## Bijlage 2: Kosten bestrijdingsmaatregelen

### **Kosten bolontsmetting**

Per 1000m<sup>2</sup> netto teeltoppervlak per teelt (bron: KWIN bloembollen 2005, in druk):

|                              |                    |
|------------------------------|--------------------|
| 0,3% Sportak óf Mirage Elan: | €34                |
| 1% Captan                    | €14                |
| 0,8%Topsin M                 | €58                |
| 1.5% Fungicide X:            | prijs nog onbekend |

### **Stomen kasgrond:**

Voor stomen wordt in de praktijk vaak gerekend met €1/m<sup>2</sup> per keer. Hierbij lijken loonkosten en afschrijvingen op de nodige investeringen echter niet geheel meegerekend te worden. Wordt dit wel gedaan dan ligt de kostprijs rond €1,70 /m<sup>2</sup> voor stomen met eigen materiaal. De kosten voor loonstomen wijken hier nauwelijks van af.