



## Ontsmetting teeltsystemen

Onderzoek naar ontsmettingsmiddelen van teeltsystemen die besmet zijn met wortelziekten

Abdullah Numansen, Jeroen van der Hulst, Jos Wubben

Project 431681

Niet voor publicatie

© 2002 Aalsmeer, Praktijkonderzoek Plant & Omgeving B.V.

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.

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

Dit is een vertrouwelijk document, uitsluitend bedoeld voor intern gebruik binnen PPO dan wel met toestemming door derden. Niets uit dit document mag worden gebruikt, vermenigvuldigd of verspreid voor extern gebruik.

Het onderzoek is gefinancierd door het Productschap Tuinbouw

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

Sector : Glastuinbouw  
Adres : Linnaeuslaan 2a  
: 1431 JV Aalsmeer  
Tel. : 0297-352525  
Fax : 0297-352270  
E-mail : [info@ppo.dlo.nl](mailto:info@ppo.dlo.nl)  
Internet : [www.ppo.dlo.nl](http://www.ppo.dlo.nl)

# Inhoudsopgave

|  |    |
|--|----|
| SAMENVATTING.....  | 5  |
| 1 INLEIDING EN DOEL .....                                      | 7  |
| 2 MATERIAAL EN METHODEN .....                                  | 9  |
| 2.1 Laboratorium proeven .....                                 | 9  |
| 2.1.1 Middelen .....   | 9  |
| 2.1.2 Effectiviteit van ontsmetting in laboratoriumtoets.....  | 9  |
| 2.1.3 Effect van inwerkingduur op ontsmetting.....             | 10 |
| 2.2 Kasproeven .....   | 10 |
| 2.2.1 Opzet kasproef .....                                     | 10 |
| 2.2.2 Middelen .....   | 11 |
| 3 RESULTATEN EN DISCUSSIE .....                                | 13 |
| 3.1 Resultaten laboratorium proef .....                        | 13 |
| 3.1.1 Effectiviteit middelen .....                             | 13 |
| 3.1.2 Resultaat bepaling effect langere behandelingsduur ..... | 13 |
| 3.2 Resultaten Kasproef .....                                  | 14 |
| 3.2.1 Resultaat Cyclamenproef .....                            | 14 |
| 3.2.2 Resultaat Spathiphyllumproef .....                       | 15 |
| 4 DISCUSSIE EN CONCLUSIE.....                                  | 17 |
| LITERATUUROVERZICHT .....                                      | 19 |
| BIJLAGE 1. OVERZICHT GETESTE MIDDELEN.....                     | 21 |
| BIJLAGE 2. RUWE DATA LABORATORIUMPROEF .....                   | 23 |

# Samenvatting

Een schone start van een teelt is een van de belangrijkste voorwaarden om uitval en schade als gevolg van aantasting door bodempathogenen te beperken. Dit geldt zowel voor het nieuwe plantmateriaal en het substraat waar de planten in groeien, als voor het teeltsysteem waar de planten in opgekweekt worden. Met name bij opeenvolgende teelten van een zelfde gewas is er een groot risico voor het overleven van bodempathogenen in een teeltsysteem die in de volgende jonge aanplant snel voor problemen kunnen zorgen. Een belangrijk onderdeel van de schone start is de ontsmetting van het teeltsysteem. In dit rapport staan de resultaten beschreven van onderzoek wat van 1999 tot 2000 op het Praktijkonderzoek Plant & Omgeving sector Glastuinbouw uitgevoerd is.

In het onderzoek is de effectiviteit van chemische ontsmetting- en reinigingsmiddelen getest. 15 verschillende producten werden in het laboratorium getoetst op effectiviteit van ontsmetting van Cyclamen wortels welke aangetast waren door *Fusarium oxysporum* f.sp. *cyclaminis*. Middelen met een goede werking in de laboratoriumproeven waren ondermeer op basis van de stoffen perazijnzuur, waterstofperoxide en azijnzuur (Jet 5, PerAzur 470, DegAzur 275, en Horticlean). Hetzelfde gold voor producten op basis van formaldehyde of een combinatie van formaldehyde met glutaaraldehyde en didicyldimethylbenzyl-ammoniumchloride (Formaldehyde en Halacid-D). Daarnaast bleek het middel Menoclean welke op basis is van organische zuren, een goede ontsmetter van wortelstukjes.

In kasproeven werd de effectiviteit van ontsmetting tegen *F. oxysporum* f.sp. *cyclaminis* in Cyclamen getoetst met een selectie van middelen die in de laboratorium proeven goed getoetst waren. In de kasproeven kwam met name de goede werking van PerAzur, Formaldehyde, Horticlean, Degazur, en Menoclean naar voren. De werking van Jet 5 en Halacid-d was in deze proeven iets minder.

Voor ontsmetting van een teeltsysteem moet een voldoende hoge concentratie van het ontsmettingsmiddel gebruikt worden en moet voldoende inwerkingtijd aangehouden worden. Omdat de meeste van deze middelen oxidatiemiddelen zijn is het noodzakelijk om het teeltsysteem voorafgaande aan de ontsmetting goed te reinigen om zo veel mogelijk van het organische materiaal te verwijderen. Alleen dan kan een effectieve ontsmetting bereikt worden. Bij een zware besmetting kan geen volledige ontsmetting gegarandeerd worden. Gedurende de gehele teelt moet een goede bedrijfshygiëne worden aangehouden om de infectiedruk op een aanvaardbaar laag niveau te houden.

Niet alle middelen die in dit onderzoek getoetst zijn hebben een toelating als Gewasbeschermingsmiddel of Desinfectiemiddel. Gebruik van niet toegelaten middelen is strafbaar. De status van de verschillende producten is weergegeven in bijlage 1.

# 1 Inleiding en doel

De teelt van potplanten vindt voor een belangrijk deel plaats in gesloten teeltsystemen met hergebruik van voedingsoplossingen. Hiermee gepaard gaan specifieke risico's met betrekking tot introductie en verspreiding van ziekteverwekkers in het teeltsysteem. Eenmaal geïntroduceerd in het teeltsysteem kunnen ziekteverwekkers zich snel verspreiden bijvoorbeeld middels het recirculatiewater. De kweker moet maatregelen nemen om de introductie van schadelijke ziekteverwekkers tegen te gaan en als deze toch in het systeem optreden moet het systeem dusdanig ingericht zijn dat risico voor verspreiding van aantasting tot een minimum beperkt blijft.

Introductie van een ziekteverwekker in een gesloten teeltsysteem kan op verschillende manieren plaatsvinden. Een eenvoudig onderscheid kan gemaakt worden tussen besmettingen die van buiten af komen of besmettingen die van binnen het bedrijf komen. Bij een besmetting van buiten af denken we bijvoorbeeld aan besmet plantmateriaal, besmet fust (hergebruik van plantentrays), bezoekers (bijvoorbeeld vertegenwoordigers), besmette grond en ga zo maar door. Het is ook mogelijk dat een besmetting in een nieuwe teelt ontstaat wanneer in een voorgaande teelt de ziekte opgetreden is waarbij het teeltsysteem onvoldoende ontsmet is bij de teeltwisseling. Denk hierbij aan de teelttafels of rolcontainers, de kasopstand, onkruiden en ander plantmateriaal in de kas, de oppotmachines of andere machines die bij de teelt gebruikt worden. Ook het voedingswater dat hergebruikt wordt kan besmetting geven. Het is dus heel belangrijk dat al deze zaken bij teeltwisselingen voldoende ontsmet worden. Een vroege besmetting in een teelt kan vaak tot grote uitval leiden.

Vanuit de praktijk bestaat een grote behoefte aan goede middelen voor ontsmetting van het teeltsysteem. Hiervoor is door Praktijkonderzoek Plant & Omgeving sector Glastuinbouw in 1999 en 2000 onderzoek uitgevoerd naar de effectiviteit van reiniging- en ontsmettingsmiddelen. In dit onderzoek is gekozen om de effectiviteit van de middelen te toetsen in twee plant/ziekteverwekker combinaties namelijk Cyclamen besmet door *Fusarium oxysporum* f. sp. *cyclaminis* en Spathiphyllum besmet door *Cylindrocladium spathiphylli*. Met name voor *Fusarium* in Cyklaam is bekend dat het zeer moeilijk is om deze schimmel kwijt te raken wanneer deze eenmaal op een bedrijf opgetreden is. Uit onderzoek van Rattink (1977) blijkt dat *Fusarium oxysporum* gedurende jaren in water kan overleven. Verder kan *Fusarium* vele jaren in de grond overleven en hierdoor gedurende lange tijd voor herintroductie zorgen. *Fusarium* kan in een heel kleine hoeveelheid in de voedingsoplossing (100 sporen/liter) voor aantasting zorgen (Stelder, 1994). De ontsmetting van *Cylindrocladium* in Spathiphyllum lijkt minder lastig maar deze schimmel kan zich zeer snel verspreiden in met name een eb en vloed teeltsysteem, hetgeen het noodzakelijk maakt om een absoluut goede ontsmetting tegen deze schimmel te hebben.

In dit rapport worden 15 (ontsmettings-) middelen geïnventariseerd. In eerste instantie is de effectiviteit van deze middelen bepaald op laboratoriumniveau waarbij zieke Cyclamenwortels ontsmet moeten worden. Aan de hand van de resultaten van deze laboratoriumproeven is een selectie van middelen gekozen welke in een tweetal kasproeven onderzocht zijn op effectieve werking tegen met name *Fusarium* bij Cyclamen geteeld op een eb en vloed teeltsysteem. Over de resultaten worden adviezen en aanbevelingen gegeven. Niet alle onderzochte middelen zijn in de Nederlandse glastuinbouw toegelaten. De meeste worden verkocht als reinigingsmiddelen.

## 2 Materiaal en Methoden

### 2.1 Laboratorium proeven

#### 2.1.1 Middelen

Voor de laboratoriumtoetsen zijn 15 verschillende reiniging - en ontsmettingsmiddelen verzameld welke getoetst zijn op effectiviteit van ontsmetting van Cyclamenwortels aangetast door *F. oxysporum* f.sp. *cyclaminis*. De lijst van middelen staat weergegeven in Tabel 1. In Bijlage 1 staat een overzicht met de status van de middelen zoals die op 22 mei 2002 in de bestrijdingsmiddelenbank van het CTB stond weergegeven.

Tabel 1. overzicht onderzochte middelen

| Naam Middel         | Werkzame stof(fen)                       | (% actieve stof) |
|---------------------|--|------------------|
| Jet 5               | perazijnzuur                             | 5                |
|                     | Waterstofperoxide                        | 20               |
|                     | azijnzuur                                | 10               |
| Menno ter Forte     | Didecyldimethylammoniumchloride          | 32               |
| Reci-Clean A        | Waterstofperoxide                        | ?                |
|                     | Organisch zuur                           |                  |
| Dimanin Algendoder  | alkyldimethylbenzylammoniumchloride      | ?                |
| Halamid-d           | natrium-p-tolueensulfonchloramide        | 81               |
|                     | actief chloor                            | 25               |
| Halaquat forte      | alkyldimethylbenzylammoniumchloride      | 50               |
|                     | alkyldimethylethylbenzylammoniumchloride | 50               |
| Halacid-d           | Didecyldimethylammoniumchloride          | 10               |
|                     | Formaldehyde                             | 3.2              |
|                     | Glutaaraldehyde                          | 8                |
| PerAzur 470         | perazijnzuur                             | 2                |
|                     | Waterstofperoxide                        | 47               |
|                     | azijnzuur                                | ?                |
| DegAzur 275         | perazijnzuur                             | 4,9              |
|                     | Waterstofperoxide                        | 27               |
|                     | azijnzuur                                | ?                |
| Menno Clean         | Organische zuren                         | ?                |
| Agrisept 50V        | H <sub>2</sub> O <sub>2</sub>            | 50               |
| Horticlean          | perazijnzuur                             | 2,5              |
|                     | Waterstofperoxide                        | 30               |
|                     | azijnzuur                                | 8                |
| Natriumhypochloriet |  | 15               |
| Formaldehyde        | formaldehyde                             | 37               |
| Aldo                | Waterstofperoxide + toevoegingen         | 35               |

#### 2.1.2 Effectiviteit van ontsmetting in laboratoriumtoets

In een laboratoriumtoets is de effectiviteit van de ontsmettingsmiddelen bepaald. Hiervoor zijn aangetaste Cyclamen wortelstukjes enige tijd in een oplossing van een van de ontsmettingsmiddelen gelegd. De wortels zijn verkregen door Cyclamen te infecteren met *F. oxysporum* f.sp. *cyclaminis*. Van de geïnfecteerde planten zijn wortels verzameld met een doorsnede tussen 0,1 tot 0,7 mm. De wortelstukjes werden uitwendig afgespoeld met water en in een petrischaal gelegd waarin een verse oplossing van het

ontsmettingsmiddel aanwezig was. Voor het bepalen van de effectiviteit van de verschillende ontsmettingsmiddelen werd zowel de behandelingstijd van het middel als de concentratie gevarieerd. Voor behandelingstijd werd de volgende reeks aangehouden: 1, 5, 10, 20, 40 en 80 minuten. Daarnaast werden 5 verschillende concentraties van het middel gebruikt: 1, 2, 4, 8 en 16 procent van de handelsconcentratie. Dit leverde uiteindelijk 30 combinaties op. Na de behandelingstijd werden de wortelstukjes met demi water afgespoeld en op een specifieke voedingsbodem voor *Fusarium* gelegd (Komada). Na twee weken werden de petrischalen beoordeeld op de groei van *Fusarium*.

De proef is twee maal uitgevoerd. De eerste maal zijn per combinatie 4 plukjes wortel tezamen in één petrischaal met specifiek medium uitgelegd. De tweede maal zijn de 4 wortelplukjes per combinatie in afzonderlijke petrischaaltjes onderzocht. Als maat voor de effectiviteit van een middel bij de geteste concentratie en tijdsduur is het aantal wortelplukjes genomen waaruit geen *Fusarium* meer groeide.

Bij de statistische verwerking van de waarnemingen zijn de vier wortelplukjes per petrischaaltje van de eerste proef als experimentele eenheid beschouwd. Door in de tweede proef ieder wortelstukje op een aparte petrischaal te plaatsen zijn er vier maal zoveel waarnemingen beschikbaar voor statistische analyse. Voor de analyses is het gemiddelde van alle schattingen per middel berekend. De schatting is het gemiddelde voor alle combinaties van concentratie en behandeldingsduur. Het middel dat na ontsmetting van de wortels de laagste kans op aantasting geeft zou voor deze situatie de beste ontsmetter zijn. Middelen met een hoge gemiddelde kans op aantasting zijn slechte ontsmetters van Cyclamenwortels aangetast door *F. oxysporum*.

### 2.1.3 Effect van inwerkingduur op ontsmetting

Bij de proeven beschreven in de bovenstaande paragraaf werd een maximale inwerkijd gehanteerd van 80 minuten. Om het effect van een langere inwerkingduur te testen is twee maal een proef ingezet waarbij besmette wortelplukjes ontsmet zijn met een 2%-oplossing gedurende 16 uur. Voor beide herhalingen is de proef ingezet met 5 plukjes wortel per middel welke na ontsmetting op één petrischaal uitgelegd waren.

## 2.2 Kasproeven

### 2.2.1 Opzet kasproef

De effectiviteit van desinfectiemiddelen onder praktijkomstandigheden werd getest in verschillende kasproeven. Voor deze kasproeven werden eb en vloed teeltsystemen gebruikt waarop Cyclamen en Spathiphyllum planten geteeld werden. De planten en het teeltsysteem werden voor de ontsmettingsbehandeling besmet met sporen van *F. oxysporum* f.sp. *cyclaminis* (Cyclamen) of van *C. spathiphylli* (Spathiphyllum). Jong plantmateriaal van Cyclamen of Spathiphyllum werd opgepot en afgeteeld op eb en vloed teeltsystemen. In iedere afdeling van de kas stonden 24 eb en vloed teeltsystemen met een tafelopervlak van 2 m<sup>2</sup> elk en een tankinhoud van 250 liter. Bij aanvang van de teelt werden de planten besmet door toevoeging van voldoende schimmelsporen aan de voedingsoplossing in de tank. De planten werden doorgeteeld tot het moment dat 50 % van de planten zichtbaar aangetast waren. Hierop werden alle planten van de tafel verwijderd. Voordat de ontsmetting uitgevoerd werd, werd nogmaals een extra hoeveelheid besmet materiaal aangebracht door een bundeltje besmette wortels op de tafels te leggen en in de tank te hangen. Ondertussen werd de oude voedingsoplossing verwijderd en werden de bakken gevuld met ontsmettingsmiddel. Dit middel werd gedurende de ontsmettingsperiode rondgepompt door het teeltsysteem. Bij een eerste ontsmettingsproef werd hiervoor een periode van 5 uur aangehouden terwijl voor een tweede ontsmettingsproef gedurende een periode van 18 uur rondgepompt werd. Na deze behandelingstijd werd het systeem gespoeld door het rondpompen van schoon water. Vervolgens werd op deze tafels een nieuwe teelt opgezet van respectievelijk Cyclamen en Spathiphyllum. Gedurende de daarop

volgende 23 weken werd het optreden van ziekteverschijnselen waargenomen.

De proeven werden per teelt in drie herhalingen uitgevoerd. Als maat voor de effectiviteit van het ontsmetten is het aantal weken tussen het plaatsen van de planten en het verschijnen van de eerste ziekteverschijnselen in een nieuwe partij genomen. Tevens is aan het einde van de proefperiode het aantal aangetaste planten per proefveld geteld. Voor de twee gewassen is gebruik gemaakt van verschillende afdelingen.

Voor Cyclamen werd de proef tweemaal uitgevoerd, de eerste keer met een concentratie van 1% en een ontsmettingsduur van 5 uur. De tweede keer is een concentratie van 2% gecombineerd met een ontsmettingsduur van 18 uur. Voor Spathiphyllum is de proef slechts één maal uitgevoerd bij een concentratie van 1 % en een ontsmettingsduur van 5 uur. Specifieke teeltinformatie betreffende de verschillende kasproeven staat in Tabel 2 (Cyclamen) en Tabel 3 (Spathiphyllum). De gegevens zijn op twee verschillende manieren geanalyseerd. Ten eerste werd gekeken hoe lang het duurde voordat de eerste plant per veldje ziek werd. Voor de statistische analyses van de verschillen is een zogenaamde "Survival-analyse" (met een Weibull-verdeling van de overlevingsduren) uitgevoerd. Deze techniek biedt de mogelijkheid om rekening te houden met het feit dat voor sommige waarnemingen nog geen aantasting was aangetroffen bij het aflopen van de proef. Daarnaast is aan het einde van de proef bepaald welk percentage van de planten per proefveld aangetast waren. Voor de analyse van deze resultaten is gebruik gemaakt van variantieanalyse.

Tabel 2. Proefspecificaties Cyclamen

| Kas met 24 tafels (1x2 meter) (Kas L202, PPO Glastuinbouw, locatie Aalsmeer) |   |
|--|---|
| Plantdichtheid:  | 40 planten per tafel (20 planten/m <sup>2</sup> ) |
| Potmaat:   | 12 cm   |
| Grondsoort:  | Flush fijn  |
| Soort en cultivar (proef 1):   | Cyclamen F1 'Rondo L. Scharlaken' (Novartis)      |
| Soort en cultivar (proef 2):   | Cyclamen 'Midi Super Serie' (Vollebregt)          |
| Pathogeen:   | F. oxysporum f.sp. cyclaminis (AN 98/4)           |
| Aantal sporen:   | 5x10 <sup>6</sup> sporen/liter voedingsoplossing  |
| Temperatuur kas:   | 22°C  |

Tabel 3. Proefspecificaties Spathiphyllum

| Kas met 24 tafels (1x2 meter) (Kas L302, PPO Glastuinbouw, locatie Aalsmeer) |  |
|--|--|
| Plantdichtheid:  | 40 planten per tafel (20 planten/m <sup>2</sup> )            |
| Potmaat:   | 12 cm  |
| Grondsoort:  | Flush fijn   |
| Soort en cultivar (1):   | Spathiphyllum 'Ceres' (Braam)                                |
| Pathogeen:   | Cylindrocladium spathiphylli (AN 96/7)                       |
| Hoeveelheid pathogeen:   | Per tank voedingsoplossing is 1/5 schaal mycelium toegevoegd |
| Soort en cultivar (2):   | Spathiphyllum 'Ceres' (Braam)                                |
| Temperatuur kas:   | 22°C   |

### 2.2.2 Middelen

Aan de hand van de resultaten van de laboratoriumproeven werden een aantal middelen geselecteerd welke in een kasproef op eb en vloed tafels getoetst zijn op effectieve ontsmetting. Het gaat hierbij om de volgende producten:

- Formaldehyde
- Halacid-d
- Horticlean
- Jet 5



- Menno-clean
- Natrium hypochloriet (alleen in de eerste proef)
- Perazur 470
- Degazur 275 (alleen in de tweede proef)

## 3 Resultaten en Discussie

### 3.1 Resultaten laboratorium proef

#### 3.1.1 Effectiviteit middelen

Voor ieder middel werd een hoeveelheid gegevens verzameld met betrekking tot de effectieve concentratie en de behandelingsduur en de daarbij behorende kans dat Fusarium na ontsmetting uit de wortelstukjes zou groeien. Een schematische weergave hiervan als voorbeeld is weergegeven in Tabel 4. De complete set van resultaten voor alle middelen staat weergegeven in Bijlage 2.

Tabel 4. Schematische weergave van kans op aantasting bij onderzochte concentratie en tijdsduur.

| Concentratie (%) | Tijd (min) |    |    |    |    |    |
|------------------|------------|----|----|----|----|----|
|                  | 1          | 5  | 10 | 20 | 40 | 80 |
| 1                | 65         | 28 | 17 | 9  | 5  | 3  |
| 2                | 47         | 13 | 6  | 3  | 1  | 1  |
| 4                | 31         | 5  | 2  | 1  | 0  | 0  |
| 8                | 18         | 2  | 1  | 0  | 0  | 0  |
| 16               | 10         | 1  | 0  | 0  | 0  | 0  |

Om een vergelijking tussen de middelen onderling te kunnen maken is een gemiddelde van alle schattingen genomen. In Tabel 5 is schematisch de kans op aantasting van de ontsmette wortels door Fusarium weergegeven. Het middel dat na ontsmetting van de wortels de laagste kans op aantasting geeft zou voor deze situatie de beste ontsmetter zijn. Middelen met een hoge gemiddelde kans op aantasting zijn slechte ontsmetters van Cyclamenwortels aangetast door *F. oxysporum*.

Tabel 5. Overzicht gemiddelde kans op aantasting per middel

| Naam Middel          | Gemiddelde kans op aantasting voor alle combinaties van concentratie en behandelingsduur (%) |
|----------------------|--|
| Formaldehyde         | 0,3  |
| Halacid-d            | 0,6  |
| Menno Clean          | 1,7  |
| Jet 5                | 2,9  |
| PerAzur 470          | 4,0  |
| Horticlean           | 4,1  |
| DegAzur 275          | 7,1  |
| Reciclean A          | 12,2   |
| Natrium hypochloriet | 15,4   |
| Menno ter Forte      | 23,9   |
| Aldo                 | 24,7   |
| Agrisept 50V         | 30,8   |
| Halamid-d            | 39,9   |
| Dimanin Algendoder   | 43,8   |
| Halaquat forte       | 62,7   |

#### 3.1.2 Resultaat bepaling effect langere behandelingsduur

Het effect van langere behandelingsduur is getest door twee maal een proef te doen waarbij besmette wortelplukjes ontsmet zijn met een 2%-oplossing gedurende 16 uur. Beide malen is per middel één

petrischaaltje met 5 plukjes wortel onderzocht. Een samenvatting van de resultaten staat weergegeven in Tabel 6.

Tabel 6. Kans (%) op aantasting met *Fusarium* na ontsmetting met 14 onderzochte middelen in een 2%-oplossing gedurende 16 uur. Middelen gecodeerd met dezelfde letter zijn niet significant verschillend.

| Middel               | Kans op<br>aantasting<br>(%) |   |   |   |   |
|----------------------|------------------------------|---|---|---|---|
| Formaldehyde         | 0                            | a | . | . | . |
| PerAzur 470          | 0                            | a | . | . | . |
| DegAzur 275          | 0                            | a | . | . | . |
| Menno-Clean          | 0                            | a | . | . | . |
| Horticlean           | 10                           | a | b | . | . |
| Halacid-d            | 10                           | a | b | . | . |
| Jet 5                | 30                           | a | b | . | . |
| Aldo                 | 50                           | . | b | c | . |
| Halamid-d            | 50                           | . | b | c | . |
| Menno Ter Forte      | 60                           | . | b | c | d |
| Agrisept 50 V        | 60                           | . | b | c | d |
| Natrium hypochloriet | 90                           | . | . | c | d |
| Reciclean A          | 90                           | . | . | c | d |
| Halaquat-forte       | 100                          | . | . | . | d |

## 3.2 Resultaten Kasproef

### 3.2.1 Resultaat Cyclamenproef

In sommige gevallen waren aan het einde van de teelt nog geen planten ziek. In Tabel 7 staan de resultaten van de eerste proef waarbij voor de behandelingen 1 % van de handelsoplossing gebruikt werd met een behandelingsduur van 5 uur.

Tabel 7. Effectiviteit van de ontsmettingsmiddelen in de eerste kasproef voor ontsmetting van eb en vloed teeltsystemen na een teelt van Cyclamen aangetast door *F. oxysporum*. Resultaten gecodeerd met dezelfde letter zijn niet significant verschillend.

| Behandeling 1% middel gedurende 5 uur |  |   |   |   |   |
|---------------------------------------|--|---|---|---|---|
| Middel                                | Aantal weken tot<br>eerste aantasting per<br>veld van 40 planten |   |   | Gemiddelde aantasting aan het<br>einde van de teelt (% zieke<br>planten per veld (40 planten) |   |
| controle                              | <b>12.3</b>  | a | . | .   | . |
| Jet 5                                 | <b>14.5</b>  | a | b | .   | . |
| Halacid-d                             | <b>16.4</b>  | . | b | c   | d |
| Perazur                               | <b>18.1</b>  | . | . | c   | d |
| Formaldehyde                          | <b>17.2</b>  | . | . | c   | d |
| Horticlean                            | <b>19.0</b>  | . | . | c   | d |
| Mennoclean                            | <b>19.8</b>  | . | . | .   | d |
| Na-Hypochloriet                       | <b>13.4</b>  | . | b | c   | . |

Beide waarnemingsmethoden geven een vergelijkbaar resultaat wanneer het gaat om de verschillen tussen de behandelingen. Wanneer de resultaten van beide waarnemingsmethoden gecombineerd worden dan geven Perazur, Formaldehyde, Horticlean en Mennoclean de beste ontsmettingsresultaten. Het is echter duidelijk dat geen van de getoetste middelen in deze proef een volledig ontsmetting van het teeltsysteem geeft. Hiervoor zou een hogere concentratie van het middel en / of een langere behandelingsduur

noodzakelijk zijn. In een tweede kasproef werd om die reden een dubbele concentratie van het ontsmettingsmiddel gebruikt en werd een behandelingsduur van 18 uur aangehouden. De resultaten van deze proef staan in Tabel 8. Omdat in deze proef voor een aantal veldjes helemaal geen aantasting gevonden werd kon deze waarde voor de meeste behandelingen niet vastgesteld worden. De voorspelde waarde staat tussen haakjes weergegeven.

Tabel 8. Effectiviteit van de ontsmettingsmiddelen in de eerste kasproef voor ontsmetting van eb en vloed teeltsystemen na een teelt van Cyclamen aangetast door *F. oxysporum*. Resultaten gecodeerd met dezelfde letter zijn niet significant verschillend. XXX betekent dat gedurende de proefperiode geen aantasting gevonden is.

| Behandeling 2% middel gedurende 18 uur |  |   |  |   |   |   |
|--|--|---|--|---|---|---|
| Middel                                 | Aantal weken tot eerste aantasting per veld van 40 planten |   | Gemiddelde aantasting aan het einde van de teelt (% zieke planten per veld (40 planten)) |   |   |   |
| controle                               | 9.7  | a | 70   | a | . | . |
| Jet 5                                  | 17.1   | a | 12   | . | b | . |
| Halacid-d                              | (33.7)   | a | 12   | . | b | . |
| Perazur                                | (28.1)   | a | 3  | . | . | c |
| Formaldehyde                           | (37.5)   | a | 2  | . | . | c |
| Horticlean                             | (43.1)   | a | 1  | . | . | c |
| Menno-clean                            | (32.9)   | a | 4  | . | . | c |
| Degazur                                | XXX  | a | 0  | . | . | c |

De duur tot het ontstaan van de eerste aantasting was voor deze proef geen goede maat om de verschillen in effectiviteit tussen verschillende ontsmettingsmiddelen weer te geven. Een beter onderscheid kon gemaakt worden door aan het einde van de teeltperiode van 23 weken het percentage aangetaste planten per tafel te bepalen. We zien hier nogmaals dat Perazur, Formaldehyde, Horticlean en Menno-clean een goed resultaat geven. Daarnaast werkte het middel Degazur in deze proef zeer goed.

### 3.2.2 Resultaat Spathiphyllumproef

De proef met Spathiphyllum en *C. spathiphylli* is één maal uitgevoerd. Bij de aanplant voor de ontsmetting werden de planten snel ziek, vermoedelijke omdat jonge planten met een hoge concentratie sporen besmet waren. Na ontsmetting van de tafels en het teeltsysteem is een nieuwe partij op de tafels gezet. Verrassend genoeg werd nu geen van de planten ziek. Hier is geen goede verklaring voor te geven maar het directe gevolg is dat niets gezegd kan worden over de effectiviteit van de ontsmettingsmiddelen. Besloten is om deze proef niet te herhalen omdat de kans aanwezig was dat in een tweede proef weer geen aantasting in de volgende teelt zou ontstaan.

## 4 Discussie en conclusie

In het onderzoek is de effectiviteit van middelen in laboratoriumproeven en kasproeven onderzocht. De laboratoriumproeven geven inzicht in de effectiviteit van ontsmetting van aangetaste wortelstukjes door de verschillende ontsmettingsmiddelen. Aan de hand van de resultaten van de laboratoriumproeven werd een selectie van middelen gekozen voor de ontsmetting van eb en vloed teeltsystemen in een kasproef.

De effectiviteit van de middelen is in laboratorium proeven onderzocht door de kans op aantasting te bepalen. De kans op aantasting varieerde sterk per middel met een laagste waarde van 0,3 % voor Formaldehyde en een hoogste waarde van 62,7 % voor Halaquat Forte. Een grote groep van middelen met een goede werking in de laboratoriumproeven waren gebaseerd op verschillende verhoudingen van de stoffen perazijnzuur, waterstofperoxide en azijnzuur (Jet 5, PerAzur 470, DegAzur 275, en Horticlean). In de labproeven werd een gemiddelde aantasting na behandeling met deze middelen gevonden tussen 2,9 en 7,1 %. Producten op basis van formaldehyde of een combinatie van formaldehyde met glutaaraldehyde en didecyldimethylbenzylammoniumchloride gaven in de laboratorium proeven eveneens een zeer goede ontsmetting (Formaldehyde en Halacid-D). Daarnaast bleek Menno-clean een goede ontsmetter van wortelstukjes en dit middel is op basis van organische zuren. Voor Natrium hypochloriet werd een iets minder goede werking gevonden en hetzelfde gold voor Halamid-D , welke op basis van natrium-p-tolueensulfonchloramide en actief chloor werkzaam is. Ook voor middelen met waterstofperoxide als actieve stof zonder toevoeging van perazijnzuur en azijnzuur werd een mindere effectiviteit gevonden. Middelen op basis van alkyl-dimethylbenzylammoniumchloride (Dimanin algendoder, Halaquat forte) zijn vooral ontwikkeld tegen algen en deze middelen waren in deze proeven tegen *Fusarium* niet effectief.

Voor de kasproeven is een selectie van ontsmettingsmiddelen gebruikt welke in de laboratoriumproeven een goede werking gaven. In de eerste proef is een 1 % oplossing van het handelsproduct gebruikt bij een behandelingsduur van 5 uur. Zowel Menno-clean als drie verschillende producten op basis van perazijnzuur, waterstofperoxide en azijnzuur gaven redelijke ontsmetting. Minder waren Jet 5, Halacid-d en Na-Hypochloriet. Opvallend was dat geen van de producten onder de gegeven omstandigheden een volledige ontsmetting van het teeltsysteem gaven. Dit wordt mede veroorzaakt doordat *Fusarium* in Cyclamen een zeer hardnekkig probleem kan zijn waarbij ontsmetting zeer moeilijk is. Preventie is dus geboden om het niet zo ver te laten komen dat het teeltsysteem zo zwaar besmet raakt. In de tweede proef is een 2 % oplossing van het handelsproduct gebruikt bij een behandelingsduur van 18 uur. In deze proef zien we min of meer een vergelijkbaar beeld als in de eerste kasproef. Jet 5 en Halacid-d geven een redelijke ontsmetting. PerAzur, Formaldehyde, Horticlean, Degazur (niet in de eerste proef getest), en Menno-clean werkten goed. De effectiviteit van de ontsmetting lijkt bij deze hogere concentratie en de langere behandelingstijd beter dan voor de eerste proef, maar omdat ook bij de controle in de tweede proef aan het einde van de teeltperiode een lagere aantasting gevonden wordt mag dit niet zonder meer aangenomen worden. In deze proef werd ook een andere Cyclamen cultivar gebruikt zodat een vergelijking tussen de proeven niet opgaat. Het is wel aan te raden om bij ontsmetting van een teeltsysteem in de praktijk een voldoende hoge concentratie van het ontsmettingsmiddel te gebruiken en voldoende inwerkingstijd aan te houden.

Niet alle producten kunnen ongestraft in een systeem gebruikt worden. Het zijn veelal reactief chemische stoffen en de gebruiker moet goede maatregelen nemen om blootstelling aan het product te voorkomen. Dit geldt tevens voor het teeltsysteem en het gewas. Leidingen, verbindingen en tafels kunnen door het middel aangetast worden. Daarnaast moet ook rekening gehouden worden met dampwerking waardoor een naburig gewas schade kan oplopen. Hierover zijn weinig onderzoeksgegevens bekend en dit berust voor een belangrijk deel op ervaringen uit de praktijk.

Algemeen kan geconcludeerd worden dat ontsmetting van een teeltsysteem met chemische middelen mogelijk is maar dat een volledige ontsmetting lastig blijft. Er zal veel aandacht geschonken moeten worden aan preventie om in ieder geval te zorgen dat de infectiedruk gedurende de teelt laag blijft. De meeste

ontsmettingsmiddelen die hier getoetst zijn werken op basis van oxidatie waardoor de ziekteverwekker gedood wordt. De effectiviteit van deze producten hangt echter nauw samen met de hoeveelheid organische stof die in het systeem achterblijft voor de ontsmettingsbehandeling. Het is dus zaak om voor de ontsmetting het systeem eerst goed te reinigen zodat het meeste van het organische materiaal verdwenen is. Het gaat hierbij om grond en plantenresten en bijvoorbeeld algen. Daarnaast moet rekening gehouden worden met voldoende lange inwerkingduur om volledige ontsmetting te krijgen. De werking van een middel zal door de aanwezigheid van organische stof wel afnemen zodat er geen lineair verband verwacht hoeft te worden tussen werkingsduur en effectiviteit. Op een bepaald moment is het middel uitgewerkt en heeft het geen zin om nog langer te ontsmetten. Dit geldt met name voor oxiderende middelen.

## Literatuuroverzicht

Rattink, H., (1977). Levensduur van Fusarium in water. Bloemisterijonderzoek over 1976: 26.

Stelder, F.C.T., (1994). Verspreiding van schimmelziekten bij sierteeltgewassen op het eb/vloedsysteem. projectverslag 3401, Proefstation voor Bloemisterij en Glasgroente, Aalsmeer, Rapport 168

## Bijlage 1. Overzicht geteste middelen

De gebruikte ontsmettingsmiddelen met hun actieve stoffen

| Naam Middel             | Werkzame stof(fen)  | (%)                    | Categorie               | Status               | Expiratie-datum |
|-------------------------|---|------------------------|-------------------------|----------------------|-----------------|
| Jet 5                   | perazijnzuur<br>Waterstofperoxide<br>azijnzuur  | 5<br>20<br>10          | Gewasbeschermingsmiddel | Toegelaten<br>middel | 01-01-2010      |
| Menno ter Forte         | Didecyldimethylamm<br>oniumchloride   | 32                     | Gewasbeschermingsmiddel | Toegelaten<br>middel | 01-02-2008      |
| Reciclean A             | - Waterstofperoxide<br>- Organisch zuur   | ?                      | Gewasbeschermingsmiddel | Toegelaten<br>middel | 01-01-2010      |
| Dimanin<br>Algendoder   | -alkyldimethylbenzyl-<br>ammoniumchloride   | ?                      | Gewasbeschermingsmiddel | Toegelaten<br>middel | 01-04-2010      |
| Halamid-d               | natrium-p-<br>tolueensulfonchloram<br>ide<br>actief chloor                                  | 81<br><br>25           | Desinfectiemiddelen     | Toegelaten<br>middel | 01-03-2010      |
| Halaquat forte          | alkyldimethylbenzyla<br>mmoniumchloride<br><br>alkyldimethylethylben<br>zylammoniumchloride | 50<br><br>50           | Desinfectiemiddelen     | Vervallen<br>middel  | 01-10-2001      |
| Halacid-d               | Didecyldimethylamm<br>oniumchloride<br><br>Formaldehyde<br><br>Glutaaraldehyde              | 10<br><br>3.2<br><br>8 | Desinfectiemiddelen     | Toegelaten<br>middel | 01-05-2010      |
| PerAzur 470             | perazijnzuur<br>Waterstofperoxide<br>azijnzuur  | 2<br>47<br>?           | Niet in CTB lijst       | n.v.t.               | n.v.t.          |
| DegAzur 275             | perazijnzuur<br>Waterstofperoxide<br>azijnzuur  | 4.9<br>27<br>?         | Niet in CTB lijst       | n.v.t.               | n.v.t.          |
| Menno Clean             | Organische zuren  | ?                      | Niet in CTB lijst       | n.v.t.               | n.v.t.          |
| AgriSept 50V            | H <sub>2</sub> O <sub>2</sub>   | 50                     | Niet in CTB lijst       | n.v.t.               | n.v.t.          |
| Horticlean              | perazijnzuur<br>Waterstofperoxide<br>azijnzuur  | 2.5<br>30<br>8         | Niet in CTB lijst       | n.v.t.               | n.v.t.          |
| Natrium<br>hypochloriet |   | 15                     | Niet in CTB lijst       | n.v.t.               | n.v.t.          |
| Formaldehyde            | - formaldehyde  | 37                     |                         |                      |                 |
| Aldo                    | Waterstofperoxide<br>+ toevoegingen   | 35                     | Niet in CTB lijst       | n.v.t.               | n.v.t.          |



## Bijlage 2. Ruwe data laboratoriumproef

### Agrisept

| Concen-<br>Tratie (%) | Tijd (min) |    |    |    |    |    |
|-----------------------|------------|----|----|----|----|----|
|                       | 1          | 5  | 10 | 20 | 40 | 80 |
| 1                     | 67         | 56 | 51 | 47 | 42 | 37 |
| 2                     | 56         | 45 | 40 | 35 | 31 | 27 |
| 4                     | 46         | 34 | 30 | 26 | 22 | 19 |
| 8                     | 35         | 25 | 21 | 18 | 15 | 12 |
| 16                    | 26         | 17 | 15 | 12 | 10 | 8  |

### Aldo

| Concen-<br>Tratie (%) | Tijd (min) |    |    |    |    |    |
|-----------------------|------------|----|----|----|----|----|
|                       | 1          | 5  | 10 | 20 | 40 | 80 |
| 1                     | 82         | 65 | 56 | 46 | 37 | 29 |
| 2                     | 73         | 44 | 32 | 22 | 14 | 9  |
| 4                     | 61         | 25 | 15 | 8  | 4  | 2  |
| 8                     | 49         | 12 | 6  | 3  | 1  | 1  |
| 16                    | 36         | 6  | 2  | 1  | 0  | 0  |

### Chloor

| Concen-<br>Tratie (%) | Tijd (min) |    |    |    |    |    |
|-----------------------|------------|----|----|----|----|----|
|                       | 1          | 5  | 10 | 20 | 40 | 80 |
| 1                     | 71         | 46 | 36 | 26 | 19 | 13 |
| 2                     | 56         | 27 | 18 | 12 | 7  | 4  |
| 4                     | 39         | 14 | 8  | 5  | 3  | 1  |
| 8                     | 25         | 7  | 3  | 2  | 1  | 0  |
| 16                    | 15         | 3  | 1  | 1  | 0  | 0  |

### Degazuur

| Concen-<br>tratie (%) | Tijd (min) |    |    |    |    |    |
|-----------------------|------------|----|----|----|----|----|
|                       | 1          | 5  | 10 | 20 | 40 | 80 |
| 1                     | 71         | 14 | 5  | 2  | 0  | 0  |
| 2                     | 53         | 4  | 1  | 0  | 0  | 0  |
| 4                     | 34         | 1  | 0  | 0  | 0  | 0  |
| 8                     | 19         | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  |
| 16                    | 9          | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  |

### Dimanin algendoder

| Concen-<br>tratie (%) | Tijd (min) |    |    |    |    |    |
|-----------------------|------------|----|----|----|----|----|
|                       | 1          | 5  | 10 | 20 | 40 | 80 |
| 1                     | 100        | 95 | 87 | 69 | 43 | 20 |
| 2                     | 100        | 92 | 68 | 29 | 7  | 1  |
| 4                     | 100        | 86 | 41 | 7  | 1  | 0  |
| 8                     | 100        | 78 | 18 | 1  | 0  | 0  |
| 16                    | 100        | 66 | 6  | 0  | 0  | 0  |

Formaldehyde

| Concentratie (%) | Tijd (min) |   |    |    |    |    |
|------------------|------------|---|----|----|----|----|
|                  | 1          | 5 | 10 | 20 | 40 | 80 |
| 1                | 7          | 0 | 0  | 0  | 0  | 0  |
| 2                | 1          | 0 | 0  | 0  | 0  | 0  |
| 4                | 0          | 0 | 0  | 0  | 0  | 0  |
| 8                | 0          | 0 | 0  | 0  | 0  | 0  |
| 16               | 0          | 0 | 0  | 0  | 0  | 0  |

Halacid-d

| Concentratie (%) | Tijd (min) |   |    |    |    |    |
|------------------|------------|---|----|----|----|----|
|                  | 1          | 5 | 10 | 20 | 40 | 80 |
| 1                | 9          | 1 | 0  | 0  | 0  | 0  |
| 2                | 4          | 0 | 0  | 0  | 0  | 0  |
| 4                | 2          | 0 | 0  | 0  | 0  | 0  |
| 8                | 1          | 0 | 0  | 0  | 0  | 0  |
| 16               | 0          | 0 | 0  | 0  | 0  | 0  |

Halamid-d

| Concentratie (%) | Tijd (min) |    |    |    |    |    |
|------------------|------------|----|----|----|----|----|
|                  | 1          | 5  | 10 | 20 | 40 | 80 |
| 1                | 98         | 94 | 90 | 85 | 78 | 69 |
| 2                | 96         | 78 | 61 | 40 | 22 | 11 |
| 4                | 94         | 47 | 21 | 7  | 2  | 1  |
| 8                | 90         | 18 | 4  | 1  | 0  | 0  |
| 16               | 84         | 5  | 1  | 0  | 0  | 0  |

Halaquat-forte

| Concentratie (%) | Tijd (min) |    |    |    |    |    |
|------------------|------------|----|----|----|----|----|
|                  | 1          | 5  | 10 | 20 | 40 | 80 |
| 1                | 75         | 70 | 67 | 65 | 62 | 59 |
| 2                | 73         | 68 | 65 | 63 | 60 | 57 |
| 4                | 71         | 66 | 64 | 61 | 59 | 56 |
| 8                | 69         | 64 | 62 | 59 | 57 | 54 |
| 16               | 67         | 62 | 60 | 57 | 55 | 53 |

Horticlean

| Concentratie (%) | Tijd (min) |    |    |    |    |    |
|------------------|------------|----|----|----|----|----|
|                  | 1          | 5  | 10 | 20 | 40 | 80 |
| 1                | 35         | 17 | 11 | 8  | 5  | 4  |
| 2                | 18         | 5  | 2  | 1  | 1  | 0  |
| 4                | 8          | 1  | 1  | 0  | 0  | 0  |
| 8                | 4          | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  |
| 16               | 2          | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  |

Jet 5

| Concentratie (%) | Tijd (min) |   |    |    |    |    |
|------------------|------------|---|----|----|----|----|
|                  | 1          | 5 | 10 | 20 | 40 | 80 |
| 1                | 20         | 6 | 3  | 2  | 1  | 0  |
| 2                | 15         | 4 | 2  | 1  | 0  | 0  |
| 4                | 11         | 2 | 1  | 1  | 0  | 0  |
| 8                | 8          | 2 | 1  | 0  | 0  | 0  |
| 16               | 6          | 1 | 0  | 0  | 0  | 0  |

Menno Ter Forte

| Concen-<br>tratie (%) | Tijd (min) |    |    |    |    |    |
|-----------------------|------------|----|----|----|----|----|
|                       | 1          | 5  | 10 | 20 | 40 | 80 |
| 1                     | 49         | 33 | 26 | 21 | 17 | 13 |
| 2                     | 42         | 30 | 25 | 21 | 18 | 15 |
| 4                     | 35         | 27 | 24 | 21 | 19 | 16 |
| 8                     | 29         | 25 | 23 | 21 | 20 | 18 |
| 16                    | 23         | 22 | 22 | 21 | 21 | 20 |

Menno Clean

| Concen-<br>tratie (%) | Tijd (min) |   |    |    |    |    |
|-----------------------|------------|---|----|----|----|----|
|                       | 1          | 5 | 10 | 20 | 40 | 80 |
| 1                     | 23         | 6 | 3  | 2  | 1  | 1  |
| 2                     | 9          | 2 | 1  | 0  | 0  | 0  |
| 4                     | 3          | 0 | 0  | 0  | 0  | 0  |
| 8                     | 1          | 0 | 0  | 0  | 0  | 0  |
| 16                    | 0          | 0 | 0  | 0  | 0  | 0  |

Perazuur

| Concen-<br>tratie (%) | Tijd (min) |   |    |    |    |    |
|-----------------------|------------|---|----|----|----|----|
|                       | 1          | 5 | 10 | 20 | 40 | 80 |
| 1                     | 36         | 9 | 5  | 2  | 1  | 1  |
| 2                     | 21         | 6 | 3  | 2  | 1  | 0  |
| 4                     | 11         | 3 | 2  | 1  | 1  | 0  |
| 8                     | 6          | 2 | 1  | 1  | 0  | 0  |
| 16                    | 3          | 1 | 1  | 1  | 0  | 0  |

Reci-clean

| Concen-<br>tratie (%) | Tijd (min) |    |    |    |    |    |
|-----------------------|------------|----|----|----|----|----|
|                       | 1          | 5  | 10 | 20 | 40 | 80 |
| 1                     | 96         | 65 | 39 | 18 | 7  | 2  |
| 2                     | 74         | 19 | 7  | 3  | 1  | 0  |
| 4                     | 26         | 3  | 1  | 0  | 0  | 0  |
| 8                     | 4          | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  |
| 16                    | 1          | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  |