

SB 6/1992

Bibl.

Proefstation voor de Bloemisterij in Nederland
Linnaeuslaan 2a
1431 JV Aalsmeer



Proefverslag 4403-1

Verspreiding van *Fusarium oxysporum* f.sp. *cyclaminis*
bij de teelt van Cyclamen op een eb/vloedsysteem

Ir. F.C.T. Stelder
maart 1992

2200768

DE VERSPREIDING VAN FUSARIUM OXYSPORUM F.SP. CYCLAMINIS BIJ DE TEELT VAN CYCLAMEN OP EEN EB/VLOEDSYSTEEM

Inleiding

In dit verslag is een proef beschreven waarin onderzocht is hoe de verspreiding van *Fusarium oxysporum f. sp. cyclaminis* (Foc) plaatsvindt bij de teelt van Cyclamen in een eb/vloedsysteem. Deze proef werd uitgevoerd in het kader van een vierjarig onderzoek naar de verspreiding van schimmelziekten in het eb/vloedsysteem.

Fusarium oxysporum veroorzaakt verwelkingsziekte bij Cyclamen, een in de praktijk veel voorkomend probleem. Eerder werd een proef uitgevoerd waarin de verspreiding van Foc circa 40 dagen gevolgd werd in een eb/vloedsysteem waarbij geen planten op de eb/vloedtafels gekweekt werden. De resultaten van deze proef staan eveneens beschreven in een proefverslag (Stelder, 1991). Uit deze proef bleek dat sporen (microconidiën) van Foc zich tijdens vloed met de voedingsoplossing verspreiden door het gehele systeem. In de hier beschreven proef werd onderzocht hoe de populatieontwikkeling van Foc in een eb/vloedsysteem is bij de teelt van Cyclamen. Tevens werd onderzocht of aangetaste planten een inoculumbron kunnen zijn voor de verspreiding van de schimmel in het systeem. Dit is onder andere van belang om te weten te komen of besmet uitgangsmateriaal in de praktijk zou kunnen leiden tot besmetting van een bedrijf. Het doel van de proef is echter primair om meer gegevens te verzamelen over de epidemiologie van schimmelziekten in het eb/vloedsysteem.

Materiaal en methoden

De proef werd uitgevoerd op zes eb/vloedeenheden. Elke eb/vloedeenheden bestond uit een tafel van circa 7 bij 1,5 meter met profielbodem (Deense bodem) en een voorraadtank voor voedingsoplossing met een inhoud van 500 liter. Figuur 1 is een tekening van een tafel en een tank van het gebruikte systeem. Er werd gebruik gemaakt van voedingsoplossing voor Cyclamenteelt bij eb/vloedwatergift, geadviseerd door het Consulentenschap in Aalsmeer (bijlage 1). Op 10 maart werden jonge Cyclamenplanten, type Pastel 'Beethoven' (Royal Eveleens, De Kwakel), gepot in 12 cm kunststof containers in gestoomde grond. De gebruikte grond was speciale eb/vloedpotgrond (Ego, Aalsmeer). Op elke tafel werden 156 planten gezet. Na enkele malen wijder zetten werd op 28 juni de eindstand bereikt. De planten stonden nu in 25 rijen van zes op de tafels.

Behandelingen

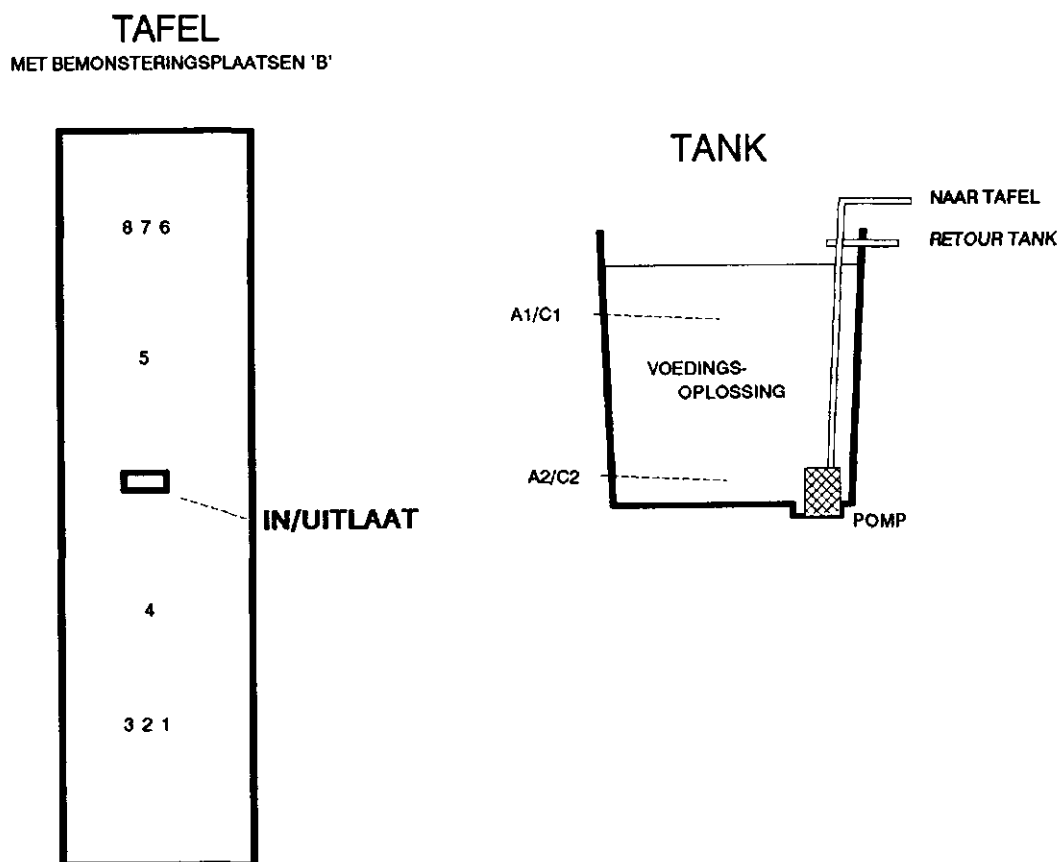
Op 4 juli werden drie behandelingen ingezet (tabel 1). Bij behandeling 1 (tankbesmetting) werd de voedingsoplossing in de tanks besmet met een sporensuspensie van isolaat 90-4 van *F.oxysporum f.sp. cyclaminis* (Foc). Deze sporensuspensie werd gemaakt door van tien dagen oude kolonies van de schimmel de sporen af te spoelen. De zo verkregen suspensie bestond voor 100% uit microconidiën. Na

besmetting, juist vóór bevoeding van de tafels werd de voedingsoplossing in de tank zeer goed geturbuleerd. Er werd een hoeveelheid sporensuspensie toegevoegd zodat de concentratie in de voedingsoplossing in de tanks $1,2 \cdot 10^5$ sporen/ml bedroeg.

Tabel 1 Behandelingen

1	Tankbesmetting	Besmetting voedingsoplossing in tank met sporen van Fusarium (1200 sporen/ml)
2	Plantbesmetting	Zes door Foc aangetaste Cyclamen op tafel
3	Controle	Geen besmetting

Bij behandeling 2 (plantbesmetting) werden zes door Fusarium aangetaste Cyclamenplanten centraal op de ene helft van de tafel gezet. Deze planten waren drie weken tevoren besmet met Foc (isolaat 90-4) door 10 ml van een sporensuspensie (10^5 sporen/ml) aan de plantvoet te injecteren in de grond op een diepte van circa 2 cm. De planten vertoonden op het moment dat ze op de tafels geplaatst werden al zeer duidelijke verwelkingssymptomen. Bij behandeling 3 (controle) vond geen besmetting plaats.



Figuur 1 Het in de proef gebruikte eb/vloedsysteem

Bevloeiing van de tafels vond aanvankelijk twee maal per week plaats. Er werd dan gedurende tien minuten voedingsoplossing op de tafels gepompt, wat resulteerde in een periode van circa twee minuten een constant niveau op de tafels van ongeveer 2 cm. Later werd, afhankelijk van de behoefte van de planten, vaker bevoeid. Vanaf dag 82 werden de tafels elke dag bevoeid.

Bemonsteringen

Er werden gedurende de proef op diverse tijdstippen en op verschillende plaatsen in de systemen monsters genomen van de voedingsoplossing. De plaatsen waar bemonsterd werd zijn aangegeven in figuur 1. In de tanks werd ongeveer één uur voor bevoeiing van de tafels (monsternamen A) en circa een uur daarna (monsternamen C) een monster genomen van de voedingsoplossing. Dit werd gedaan op een diepte van circa 20 cm onder het vloeistofoppervlak, en onder in de tank, 5 à 10 cm boven de bodem, respectievelijke bemonsteringen A1/C1 en A2/C2. De bemonstering van de voedingsoplossing op de tafels (monsternamen B) vond tijdens de bevoeiingsperiode plaats. Hiertoe werden voor vloed deksels van petrischalen op verschillende plaatsen op de tafels vastgezet. Nadat, na bevoeiing, de voedingsoplossing weer van de tafels was verdwenen kon de voedingsoplossing die in de petrischalen achterbleef worden verzameld. Bij behandeling 1 en 3 werden op de tafel op twee plaatsen monsters genomen. Aan de ene kant van de aan-/afvoer één monster (B2) en aan de andere kant drie monsters (B6, B7 en B8). Bij behandeling 2 werd op alle acht in figuur 1 aangegeven plaatsen een monster genomen. De monsters werden in het laboratorium verwerkt. Deze werden in petrischalen met Komadamedium (Komada, 1975) uitgestreken, 0,5 ml per voedingsbodem, in viervoud. Na ongeveer zes dagen incubatie bij 26°C konden de meestal duidelijk herkenbare kolonies van Foc worden geteld.

Waarnemingen

Gedurende de proef werd bijgehouden welke planten symptomen vertoonden als gevolg van aantasting door Foc. Wanneer de planten zeer ernstig aangetast waren (als vrijwel alle bladeren van de plant verwelkt waren) werden ze van de tafel verwijderd. Dit werd gedaan om te voorkomen dat de schimmel zich bovengronds op de knol of bladeren ging ontwikkelen en daar sporen ging produceren. Deze zouden door vliegjes of andere insecten verspreid kunnen worden. Er werd bijgehouden wanneer er planten van de tafels verwijderd werden.

Klimaat

De kasttemperatuur werd ingesteld op 16,7°C. Gedurende de gehele duur van de proef werd de temperatuur in de kas op gewashoogte geregistreerd als 2-uursgemiddelden. Als gevolg van een fout werden echter van deze klimaatgegevens alleen de etmaalgemiddelden, berekend uit deze 2-uursgemiddelden, bewaard.

Statistische verwerking resultaten

In deze proef werd op elke bemonsteringsplaats per bemonsteringsdag één monster genomen (met uitzondering van bemonstering B bij behandeling 1 en 2) dat onderzocht werd op aanwezigheid van CFU van Foc. Verschillen tussen bemonsteringen op verschillende plaatsen in het systeem op één bemonsteringsdag kunnen daarom niet getoetst worden op significantie. De verschillende plaatsen in het systeem werden daarom vergeleken door met de tekentoets te onderzoeken of er in de tijd tussen verschillende plaatsen in het systeem een consequent verschil aanwezig was. Op deze wijze kan toch een goed betrouwbaar beeld verkregen worden over eventueel aanwezige verschillen.

Resultaten

Behandeling 1 (tankbesmetting)

Concentratieverloop in de tank

In figuur 2 en 3 is het verloop van de concentratie CFU in de voedingsoplossing op verschillende plaatsen in respectievelijk tank 5 en 6 weergegeven. De concentratie die bij bemonstering direct na besmetting van de tanks (dag 1) werd gemeten bedroeg 774 (tank 5) en 1065 (tank 6) CFU per ml. Er kon dus respectievelijk 65% en 89% van de toegevoegde hoeveelheid sporen worden teruggevonden in de monsters.

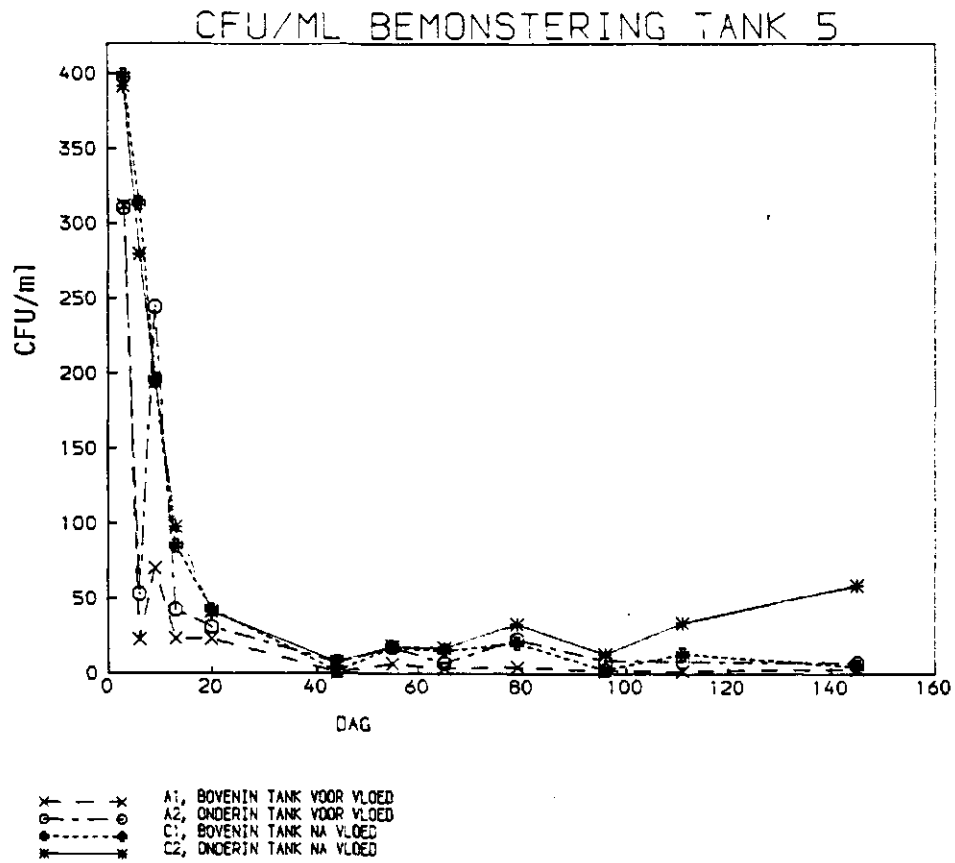
Het verloop van de concentratie Foc in de voedingsoplossing in de tank lijkt op de verschillende bemonsteringsplaatsen en -tijdstippen vrijwel gelijk te zijn. Uit de figuren blijkt dat de concentratie in korte tijd sterk afneemt. Na circa veertig dagen is de concentratie gedaald tot ongeveer 15 CFU/ml. Daarna verandert deze in de loop van de tijd nog slechts weinig.

In figuur 2 en 3 is te zien dat er slechts een klein verschil is tussen de bemonsteringen boven- en onderin de tank, zowel vóór als ná bevoeiing. De concentratie bovenin ligt echter vrij consequent iets lager dan onderin de tank. Statistische vergelijking met behulp van de tekentoets laat zien dat de monsters boven in de tank een significant lager aantal CFU bevatten dan de monsters die onder in de tank werden genomen. Dit is zowel vóór bevoeiing van de tafels als erna het geval.

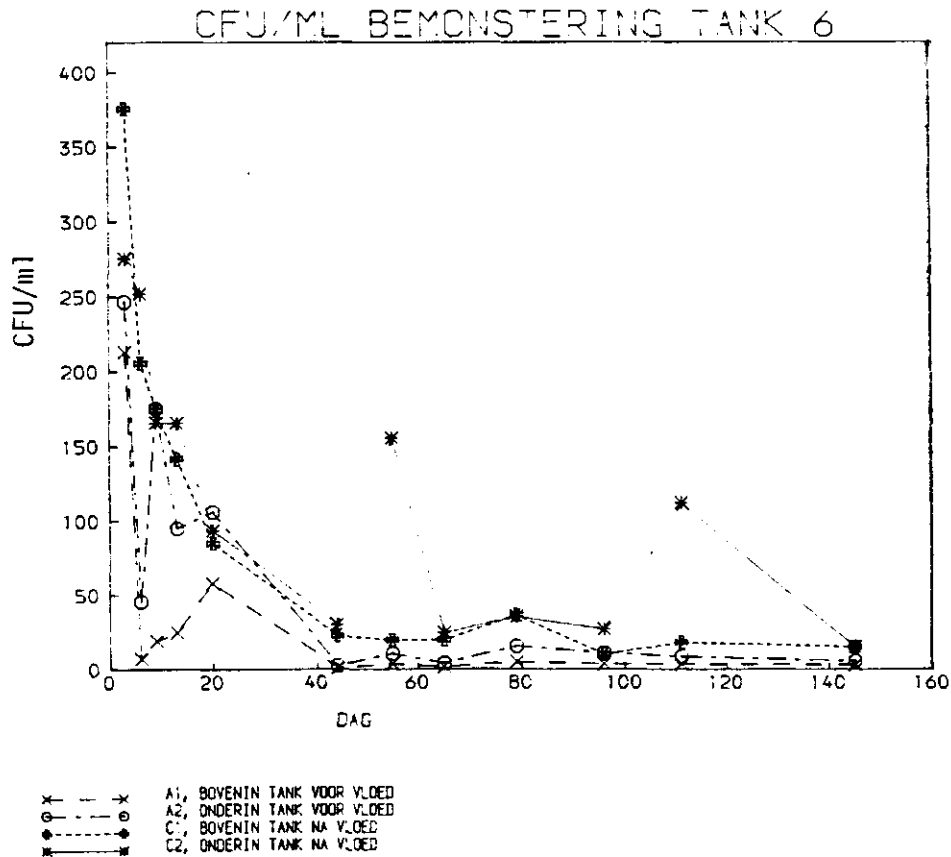
Ook tussen de bemonsteringen vóór en ná bevoeiing blijkt consequent een klein concentratieverschil aanwezig te zijn. Ná bevoeiing is de concentratie significant hoger dan vóór bevoeiing.

Concentratieverloop op de tafel

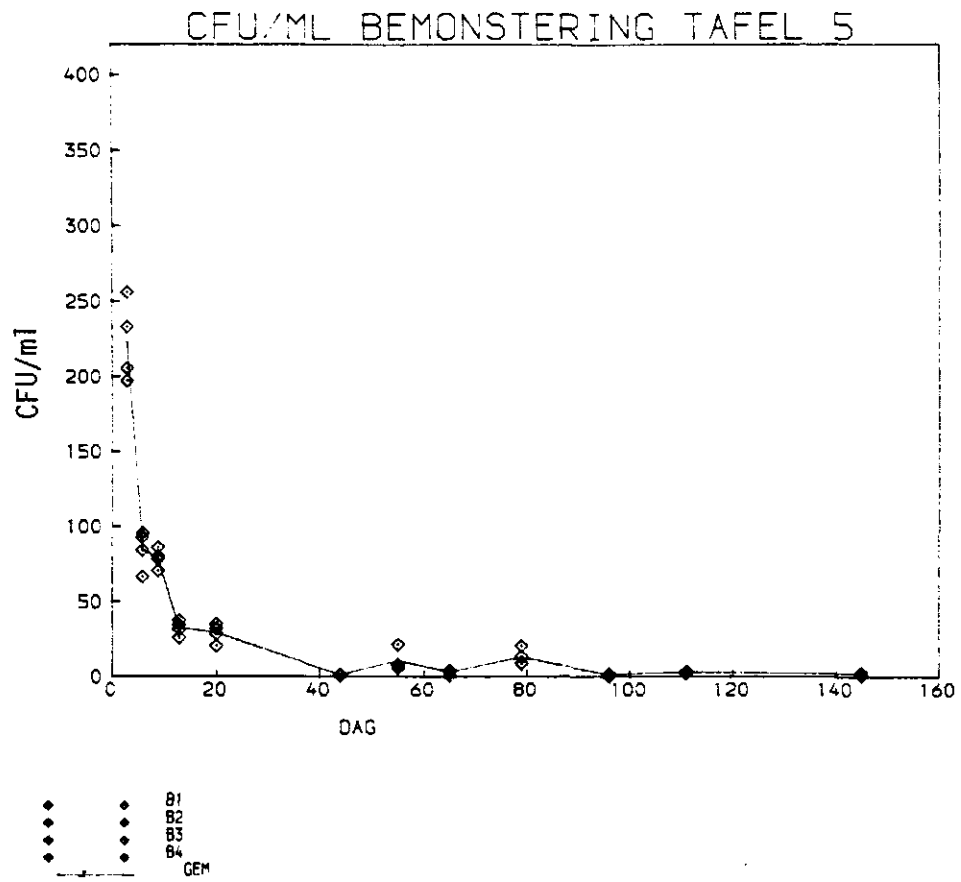
In figuur 4 en 5 is het concentratieverloop op respectievelijk tafel 5 en 6 weergegeven. In de figuren is met een lijn het gemiddelde aangegeven van de vier plaatsen op de tafel waar een monster werd genomen tijdens bevoeiing, en tevens de afzonderlijke meetwaarden. Om te bepalen of er een verschil was tussen de concentratie in de voedingsoplossing op verschillende plaatsen op tafel werd



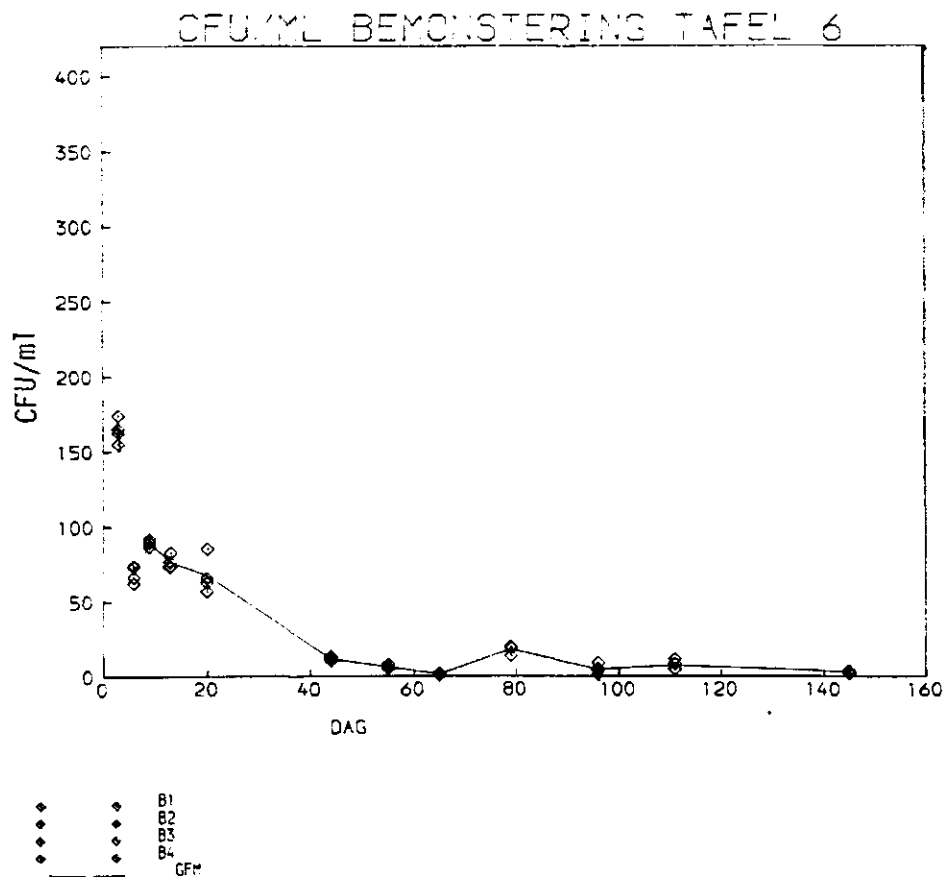
Figuur 2 Concentratieverloop Foc in tank 5



Figuur 3 Concentratieverloop Foc in tank 6



Figuur 4 Concentratieverloop Foc op tafel 5



Figuur 5 Concentratieverloop Foc op tafel 6

bemonsteringsplaats B2 vergeleken met het gemiddelde van de drie monsters die op de andere helft van de tafel genomen waren (B6, B7 en B8). Tussen deze plaatsen bleek geen significant verschil aantoonbaar.

Zowel de hoogte als het verloop van het aantal gevonden CFU in de voedingsoplossing op de tafel komen zeer sterk overeen met de concentratie die in de tank gevonden werd.

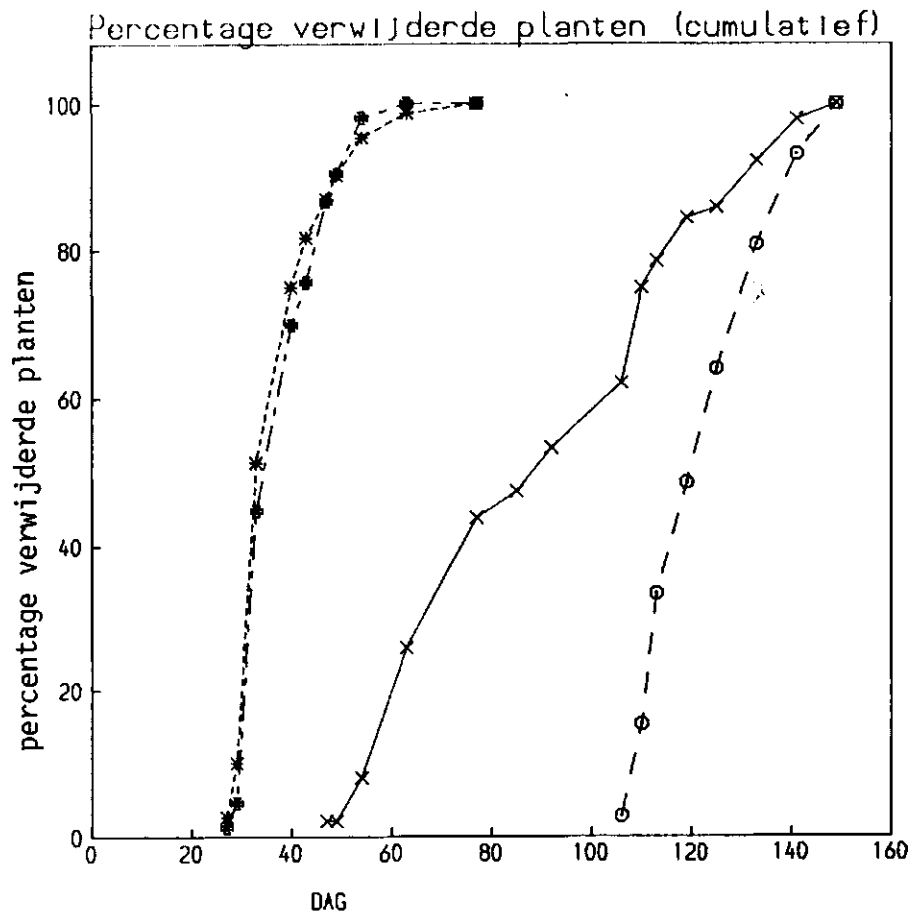
Symptomen

Zowel een dag vóór besmetting van de voedingsoplossing in de tanks als één dag na de eerste bevloeiing met besmette voedingsoplossing werden van alle tafels twee planten genomen, waarvan de onderste 1,5 cm van de potkluit onderzocht werd op aanwezigheid van Foc. Vóór besmetting kon in de potkluit geen Foc worden aangetoond. In de monsters die na de eerste bevloeiing ná besmetting van de voedingsoplossing werden genomen was Foc in zeer grote hoeveelheden aanwezig. Op tafel 5 en 6 werden gemiddeld over de twee grondmonsters respectievelijk 1825 en 1350 CFU per gram droge grond gevonden.

Reeds drie weken na besmetting van de voedingsoplossing in de tanks vertoonden de eerste planten op de tafels symptomen van aantasting door Fusarium-verwelkingsziekte. Nader onderzoek aan enkele planten wees uit dat het hier inderdaad een aantasting door *Fusarium oxysporum* betrof. Telkens werden de ernstig aangetaste planten van de tafels verwijderd. In figuur 6 is een overzicht gegeven van het percentage planten dat in de loop van de tijd van de tafels werd verwijderd. In deze figuur is te zien dat na circa zeven weken reeds 90% van de planten van de tafels is verwijderd. Tussen tafel 5 en 6 blijkt hierin geen verschil aanwezig te zijn.

Verspreidingspatroon

De verspreiding van Foc over de tafels werd waargenomen door bemonstering van de voedingsoplossing op verschillende plaatsen op de tafels (zie boven) en door waarneming van de verspreiding van de ziekte over de tafel aan de hand van symptoomvorming. Ernstig aangetaste planten werden in de loop van de proef van de tafels verwijderd. In figuur 7 is voor een aantal dagen weergegeven welke planten op dat moment reeds verwijderd waren. In deze figuur is te zien dat uitval in de loop van de tijd verspreid over de tafels plaatvindt. Er is met andere woorden sprake van een gelijkmatig verspreidingspatroon.



Figuur 6 Het uitval-verloop in de tijd

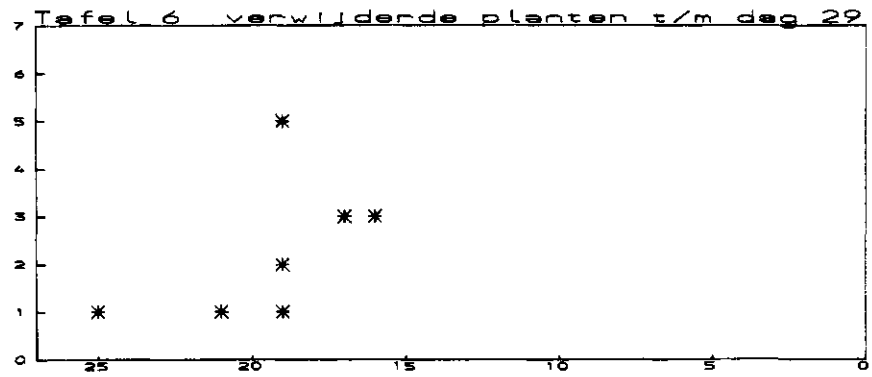
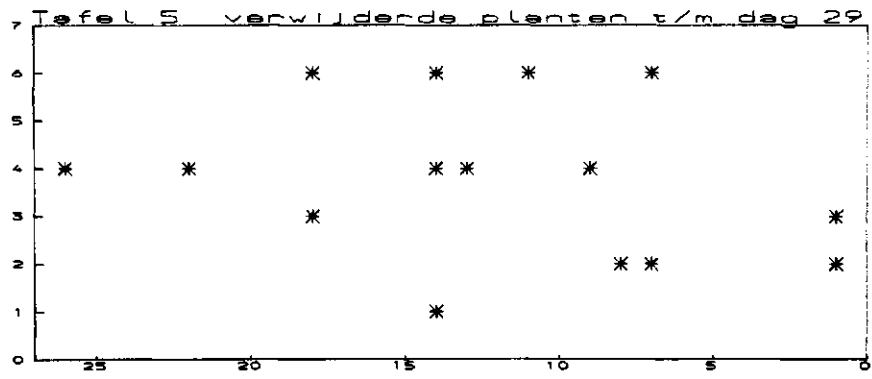
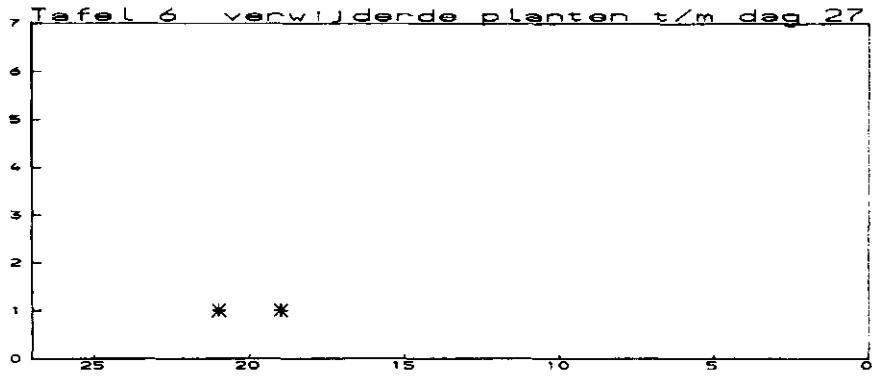
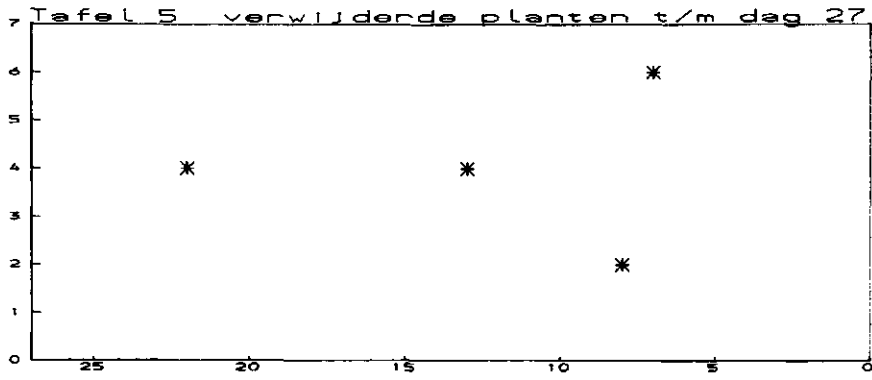
Behandeling 2 (plantbesmetting)

Concentratieverloop in de tank

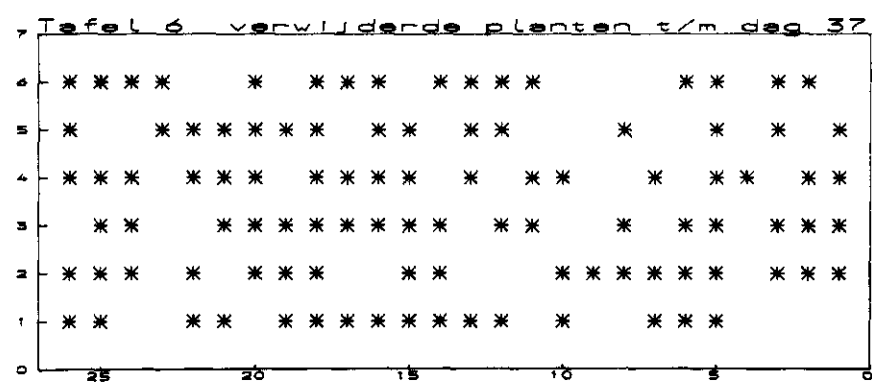
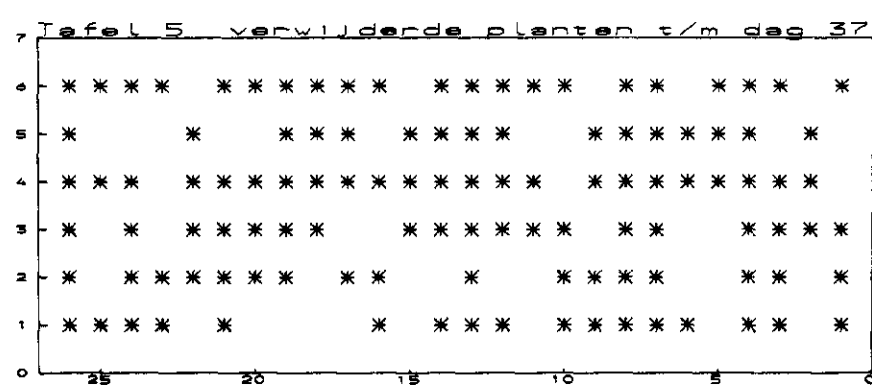
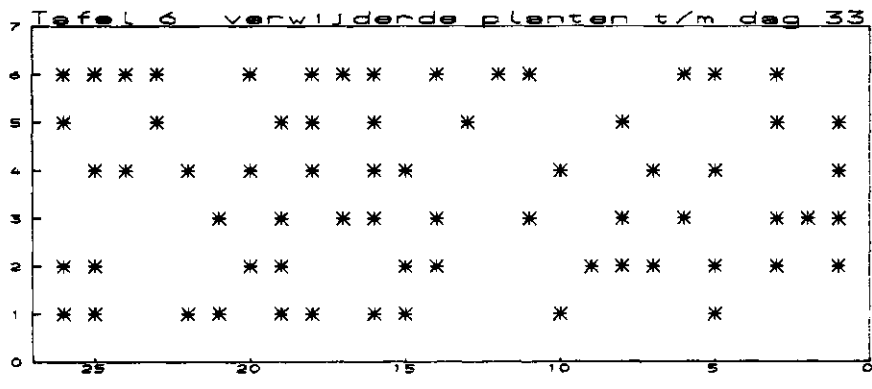
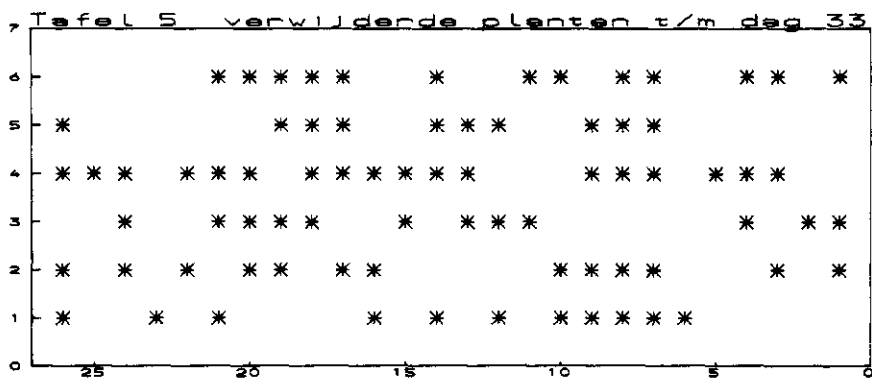
In de figuren 8 en 9 zijn de resultaten van de bemonsteringen in respectievelijk tank 1 en 3 weergegeven.

Reeds negen dagen na het plaatsen van de besmette planten op de tafels werden de eerste CFU van Foc in de voedingsoplossing in tank 1 aangetroffen. Vanaf dag 44 vond er in deze tank een duidelijke toename van het aantal CFU in de voedingsoplossing plaats, die steeg tot maximaal 100 CFU per ml op dag 96 en vervolgens weer afnam.

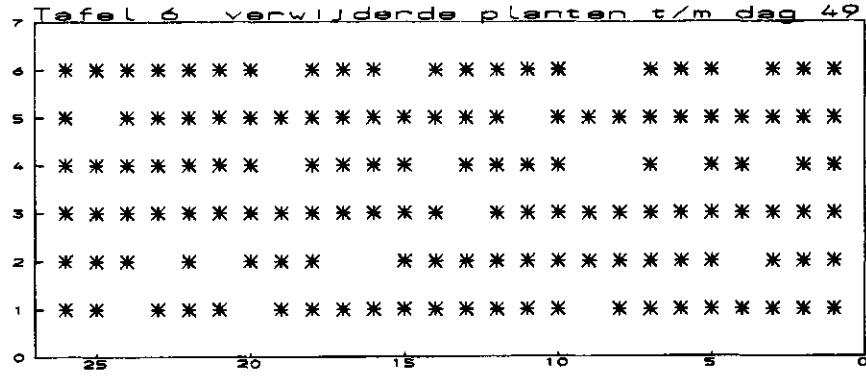
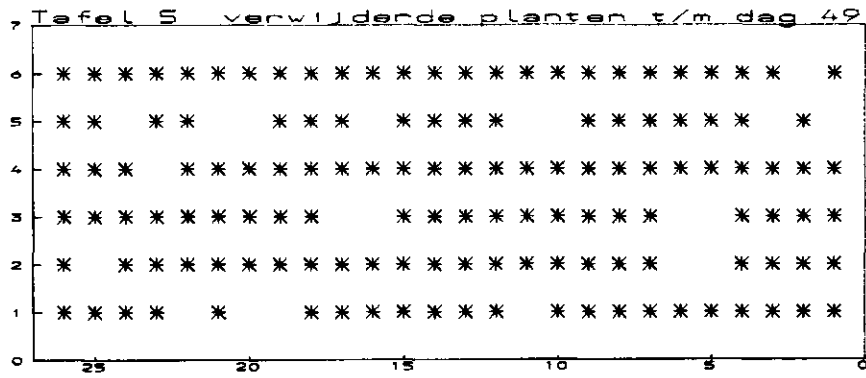
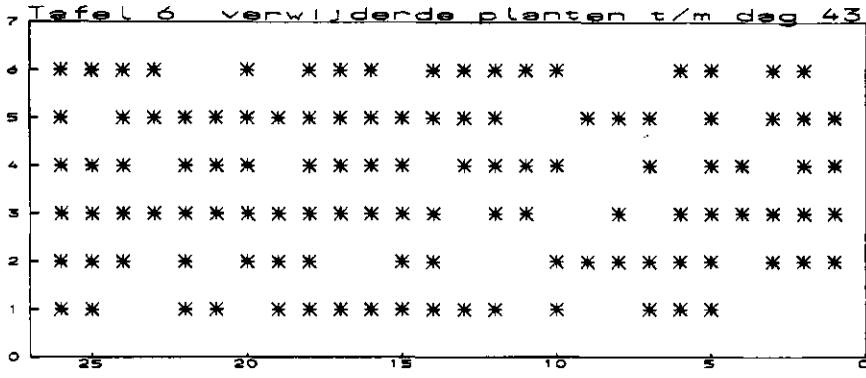
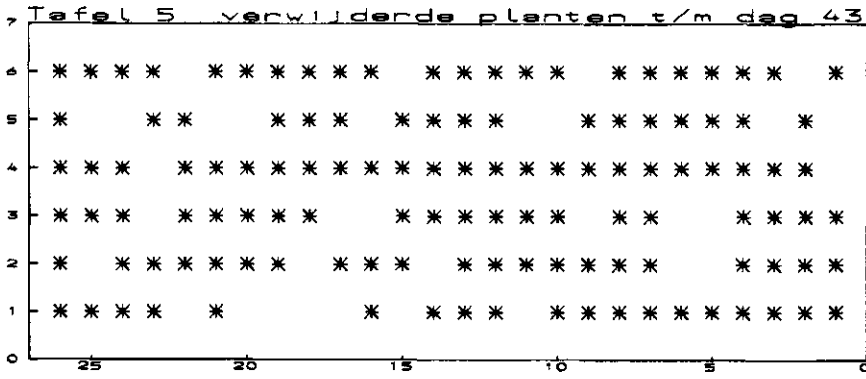
In tank 3 werden de eerste CFU van Foc pas op dag 55 gevonden. Vanaf die dag vond ook een (eerst langzame) toename plaats waarna op dag 111 het maximum bereikt werd, 80 à 100 CFU/ml. Zowel de eerste waarneming van besmetting als de hoogste concentratie CFU in de voedingsoplossing werden in tank 3 in vergelijking met tafel 1 dus circa tien dagen later gevonden.



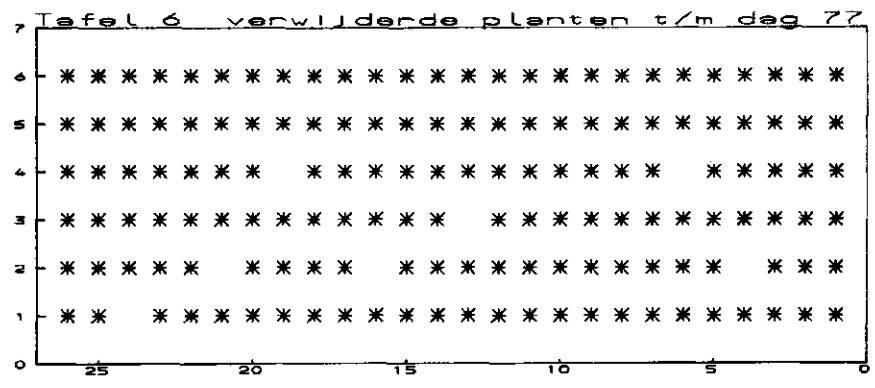
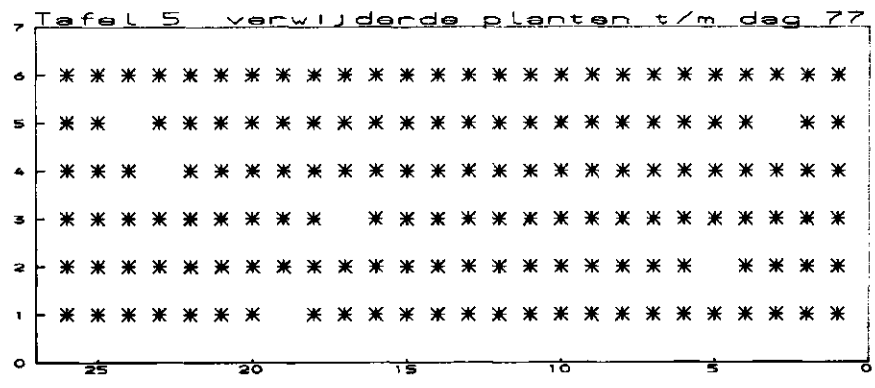
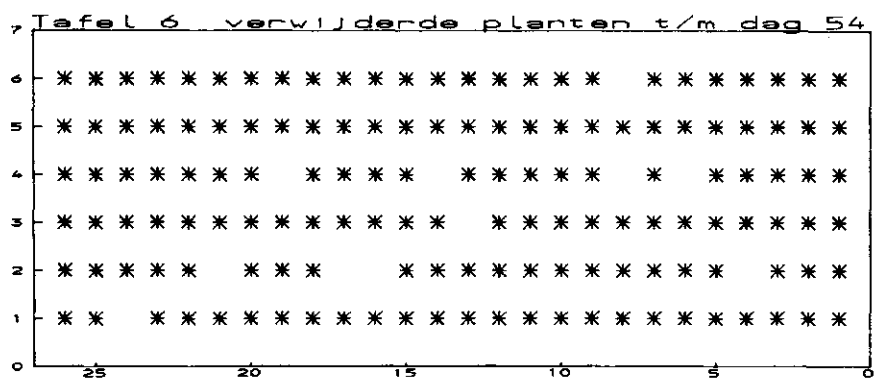
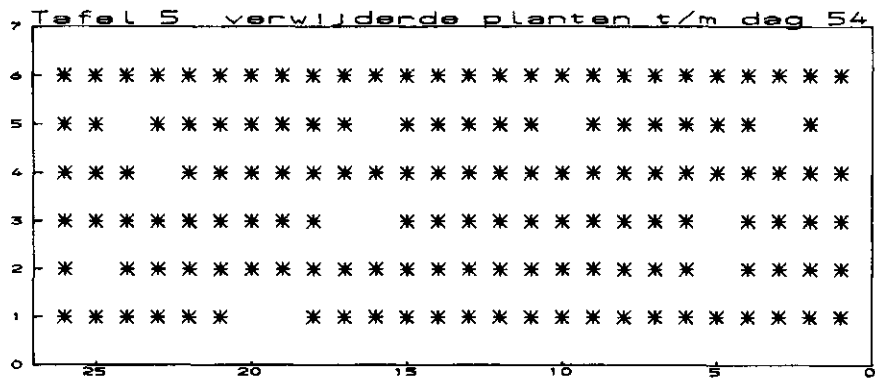
Figuur 7a Verspreidingspatroon uitval door Fusarium bij tankbesmetting
* = verwijderde Cyclamen



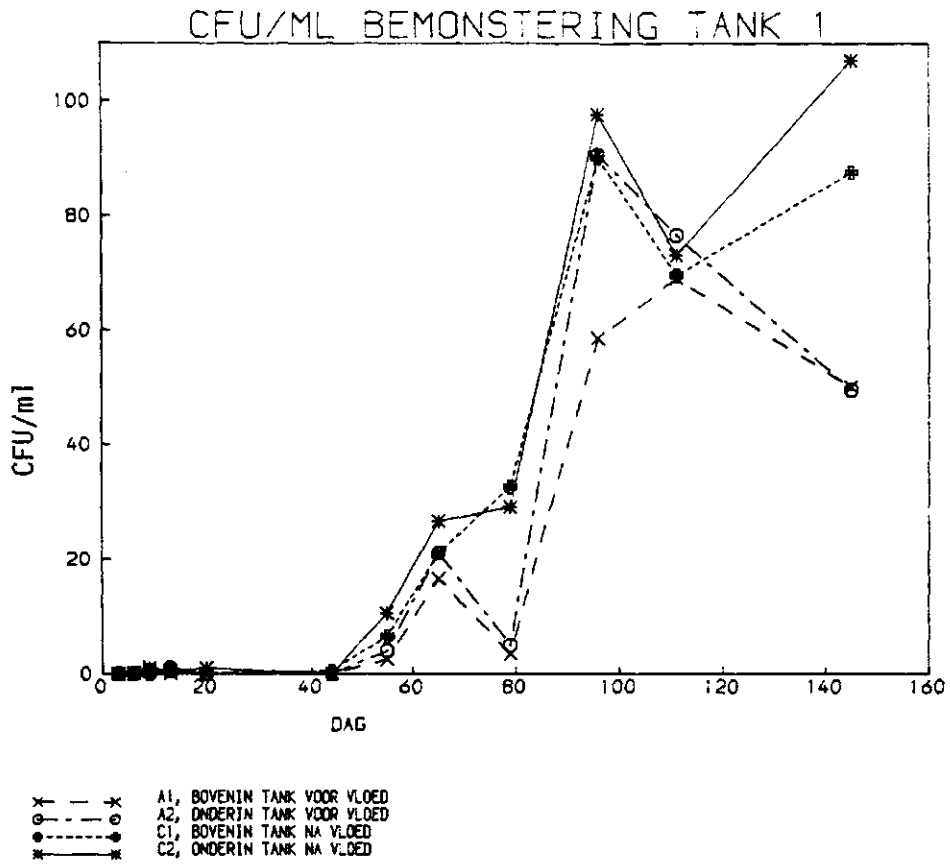
Figuur 7b Verspreidingspatroon uitval door Fusarium



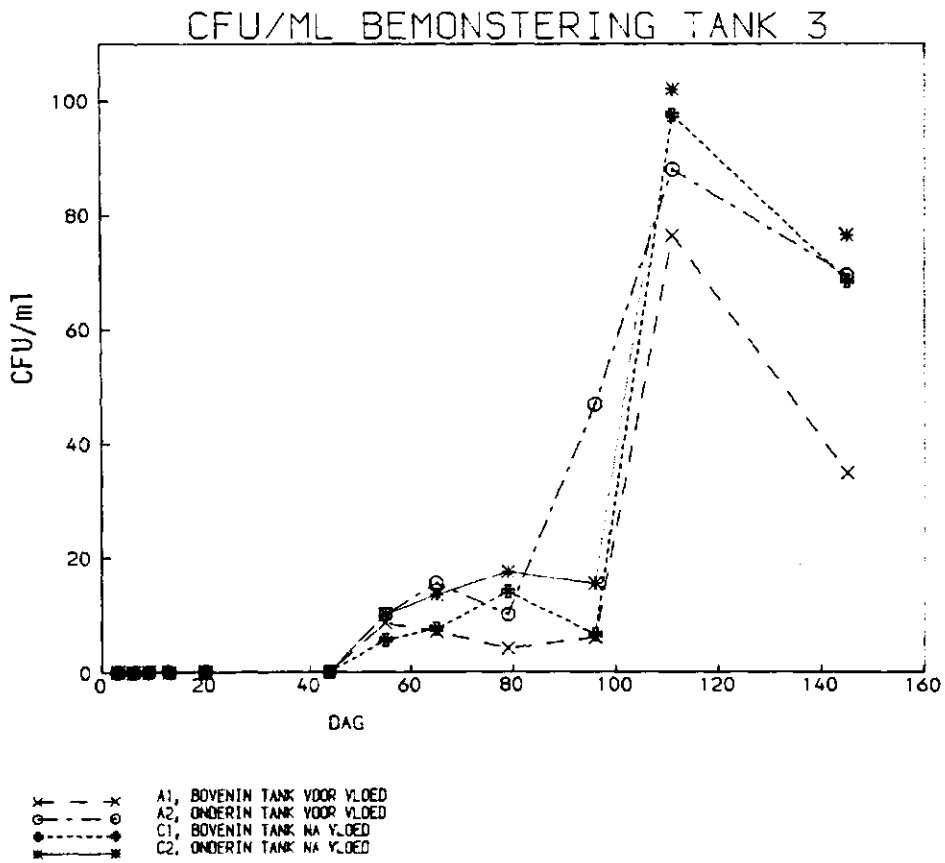
Figuur 7c Verspreidingspatroon uitval door Fusarium



Figuur 7d Verspreidingspatroon uitval door Fusarium



Figuur 8 Concentratieverloop Foc in tank 1



Figuur 9 Concentratieverloop Foc in tank 3

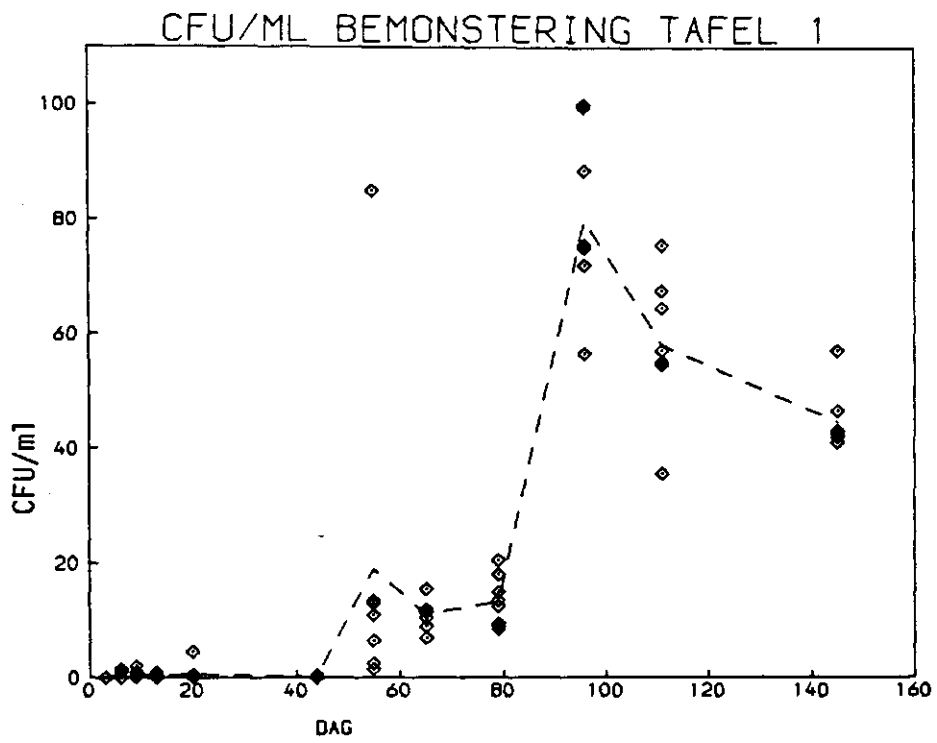
In het algemeen zaten er geen grote verschillen tussen de bemonsteringen boven- en onderin de tank en tussen die vóór en ná bevoeiing. Wel blijkt ook hier (evenals bij behandeling 1) vrij consequent de hoeveelheid sporen na bevoeiing groter dan vóór bevoeiing. Bij eenzijdige toetsing van de gevonden waarden, bij een onbetrouwbaarheid van 0,05%, blijkt de concentratie boven in de tank ná bevoeiing significant hoger te zijn dan vóór bevoeiing. Onder in de tank is dit verschil er niet. Wel blijkt de concentratie zowel vóór als ná vloed onder in de tank significant hoger te zijn dan boven in de tank.

Concentratieverloop op de tafel

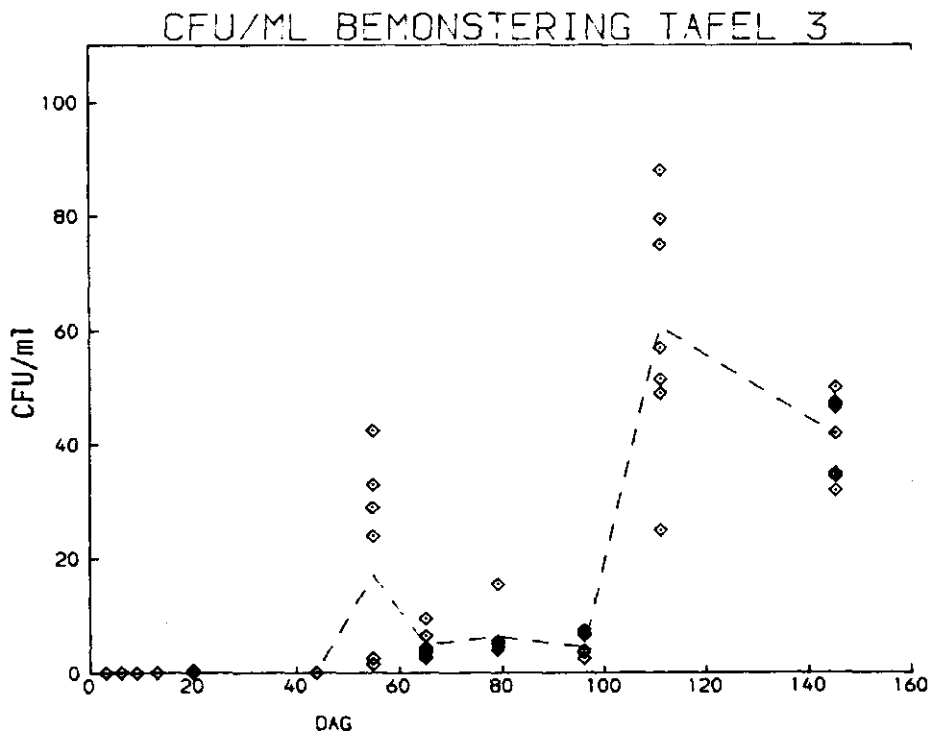
De hoeveelheid CFU die op de tafels werd gevonden en het verloop hiervan in de tijd volgt vrij exact dat wat in de tanks gevonden werd. De gevonden concentraties zijn voor de bemonsteringen op tafel 1 en 3 weergegeven in de respectievelijke figuren 10 en 11. Op acht plaatsen op de tafels werden monsters genomen (zie figuur 1). Met de tekentoets werd van een aantal verschillende plaatsen onderzocht of ze verschilden. Het gemiddelde van de bemonsteringen B1 t/m B3 werd vergeleken met dat van B6 t/m B8 om te bepalen of de concentratie CFU in de voedingsoplossing aan de zijde van de tafel waar de besmette planten waren geplaatst, verschilde van die aan de andere zijde van de tafel. Ook werden om deze reden B4 en B5 met elkaar vergeleken. Bovendien werd gekeken of het gemiddelde van de bemonsteringen dicht bij de aan-/afvoer (B4 en B5) verschilde van dat van de bemonsteringen ver van de aan-/afvoer (B1, B2, B3, B6, B7, B8). De toetsingen werden tweezijdig uitgevoerd bij een onbetrouwbaarheid van 0,10%. In geen van de onderzochte waarden blijkt er een significant verschil aantoonbaar te zijn. Dit duidt op een homogene verspreiding van CFU van Foc met de voedingsoplossing over de tafels.

Symptomen

Op tafel 1 werden op dag 40 de eerste planten met verwelkingsverschijnselen aangetroffen. Circa één week later werden de eerste planten van de tafel verwijderd. Ongeveer honderd dagen later werden de laatste aangetaste planten van de tafel verwijderd. Het percentage verwijderde planten is in figuur 6 weergegeven. Op tafel 3 werden pas na 95 dagen (dus 55 dagen later dan op tafel 1) de eerste verwelkingsverschijnselen bij planten aangetroffen. Als gevolg van ruimtegebrek was op dag 83 de helft van de planten van tafel 3 verwijderd. De aantasting van de planten op tafel 3 verliep echter sneller dan op tafel 1. Binnen veertig dagen vertoonden alle planten ernstige verwelkingsverschijnselen en waren van de tafel verwijderd (figuur 6).



Figuur 10 Concentratieverloop Foc op tafel 1



Figuur 11 Concentratieverloop Foc op tafel 3

Verspreidingpatroon

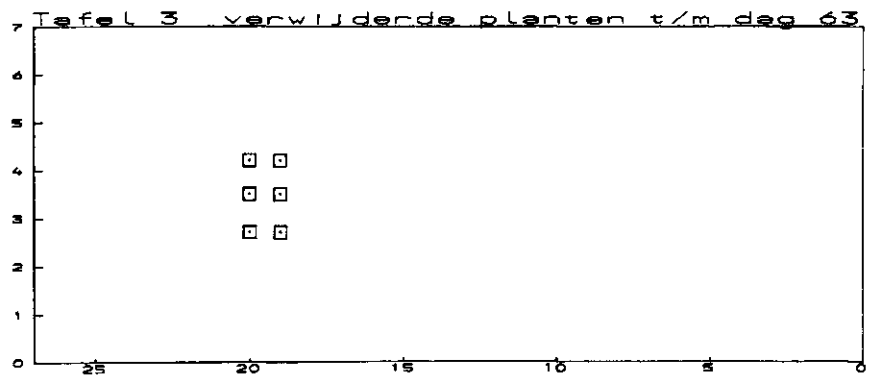
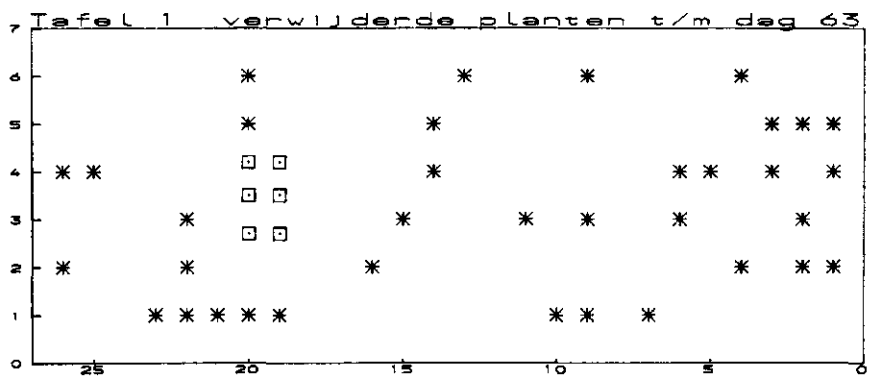
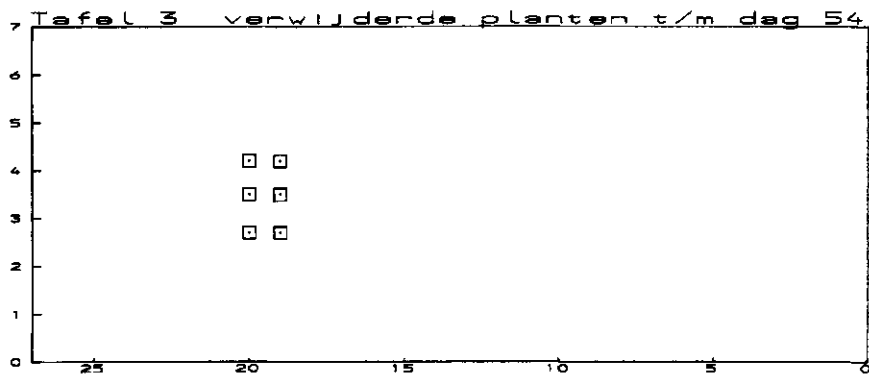
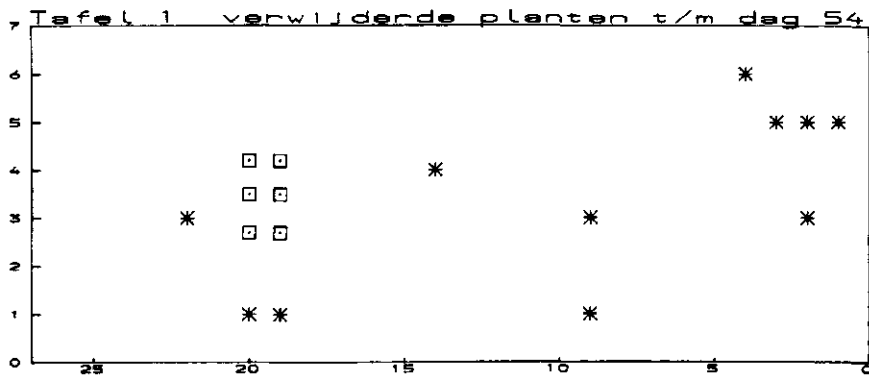
Op beide tafels kon een gelijkmatig verspreidingspatroon worden waargenomen in aantasting van de planten op de tafel. In figuur 12 is een overzicht gegeven welke planten op verschillende data op de tafels 1 en 3 ernstige verwelkingssymptomen te zien gaven (en verwijderd werden).

Behandeling 3 (controle)

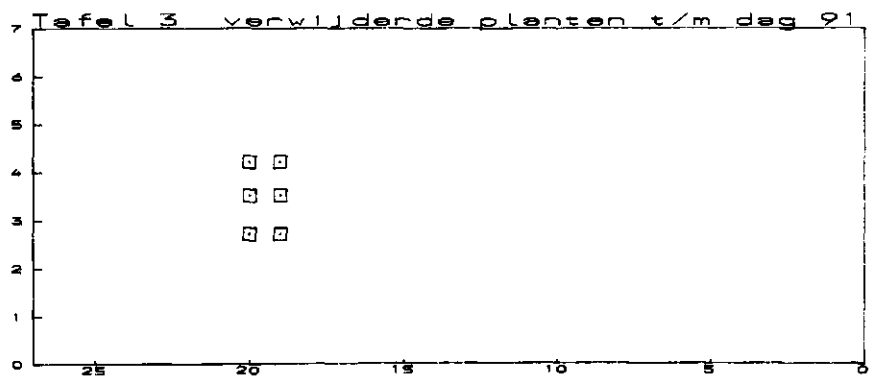
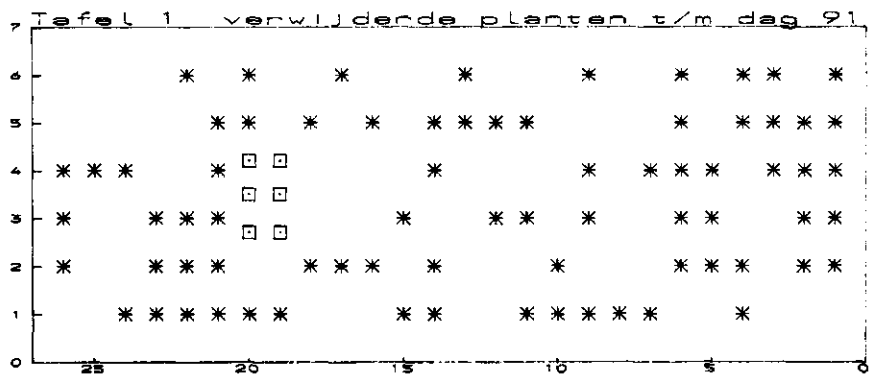
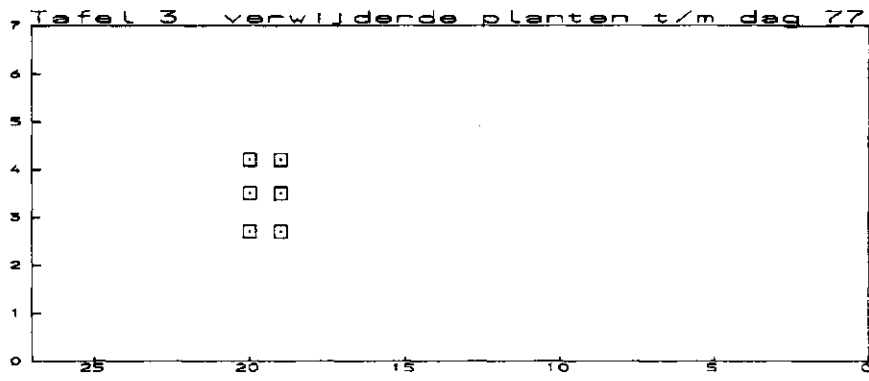
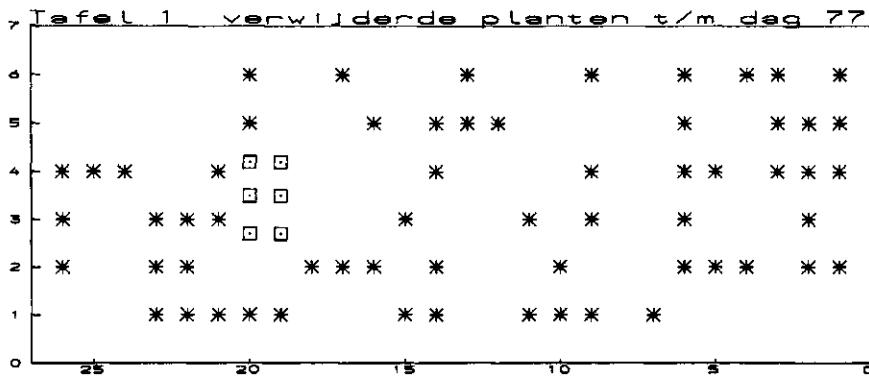
In deze behandeling werd gedurende de gehele proefperiode geen Foc in de voedingsoplossing aangetroffen. Ook werd bij geen van de planten een aantasting door Foc waargenomen.

Klimaat

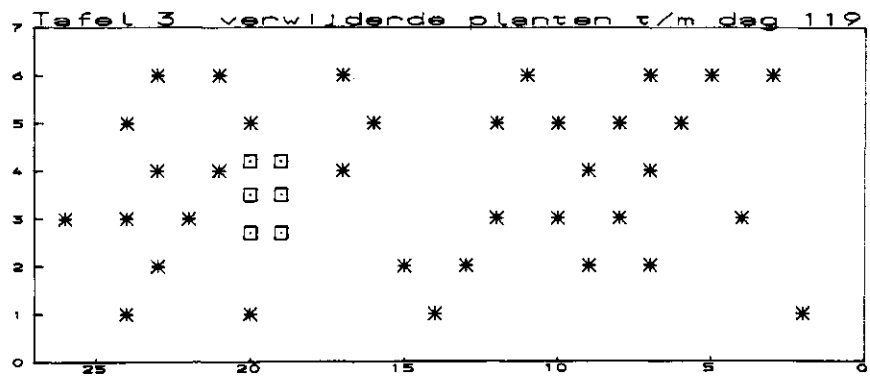
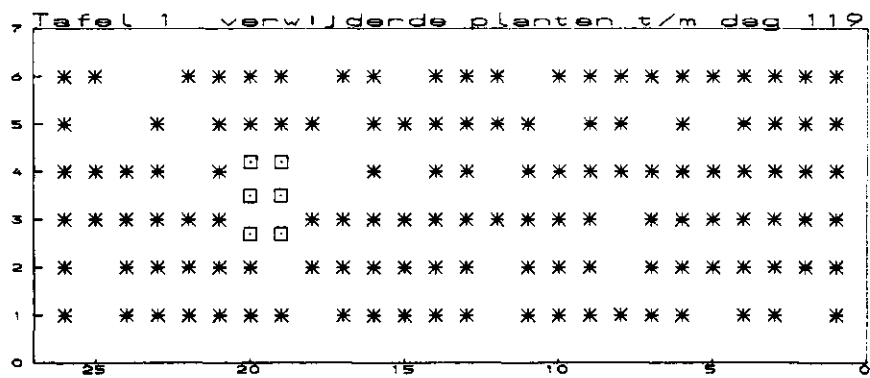
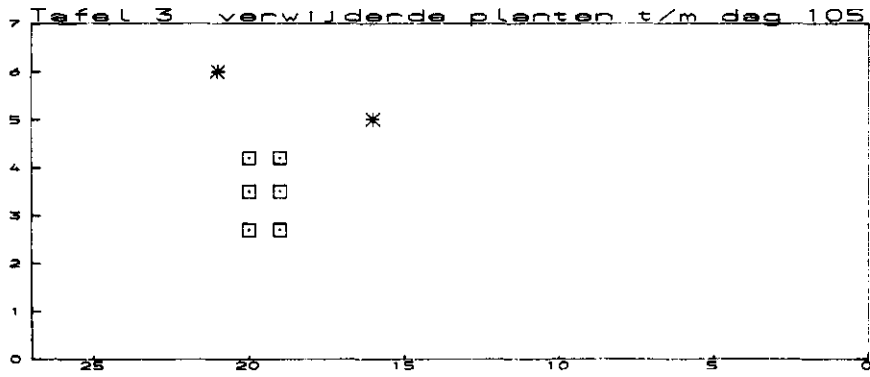
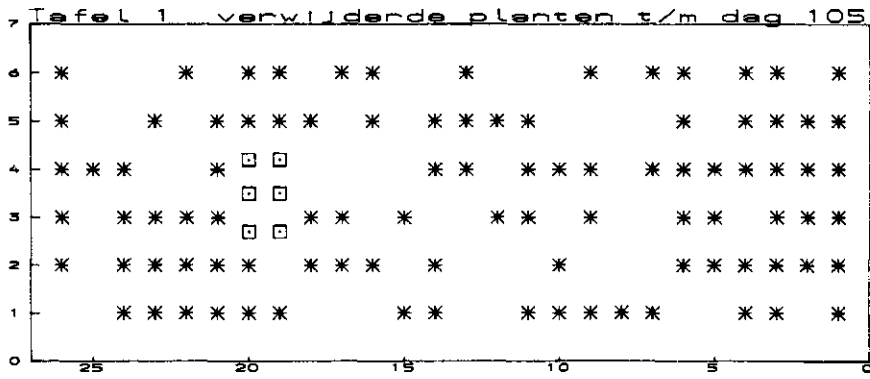
In figuur 13 is de gemiddelde weektemperatuur in de kas op gewashoogte weergegeven gedurende de gehele proefperiode. De weekgemiddelden zijn berekend op grond van 2-uursgemiddelden die gedurende het gehele etmaal zijn geregistreerd. De ingestelde kastemperatuur bedroeg $16,7^{\circ}\text{C}$. Met een pijl is in de figuur het tijdstip aangegeven waarop de besmetting werd aangebracht. In figuur 13 is te zien dat er zich twee erg warme periodes hebben voorgedaan met een maximum in week 18 ($24,9^{\circ}\text{C}$) en week 31 ($23,8^{\circ}\text{C}$). Deze laatste periode begon gelijk met het aanleggen van de verschillende behandelingen in de proef.



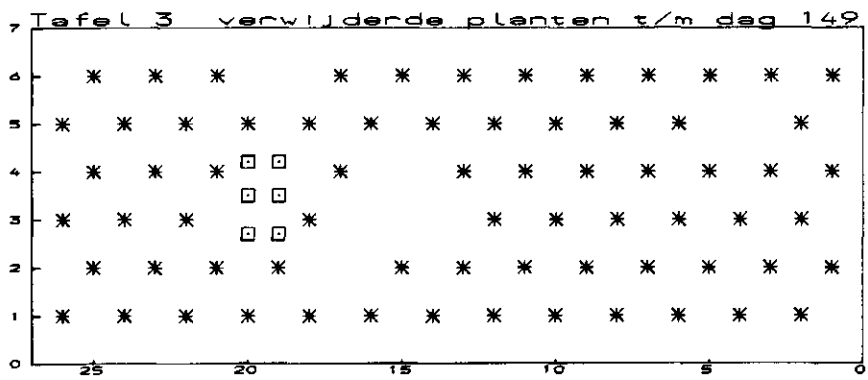
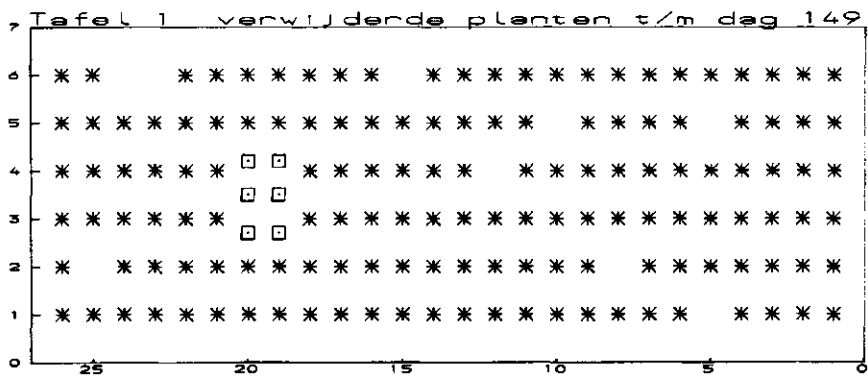
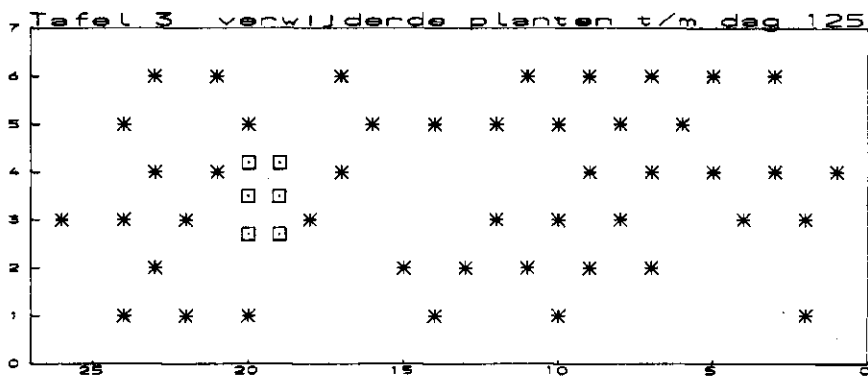
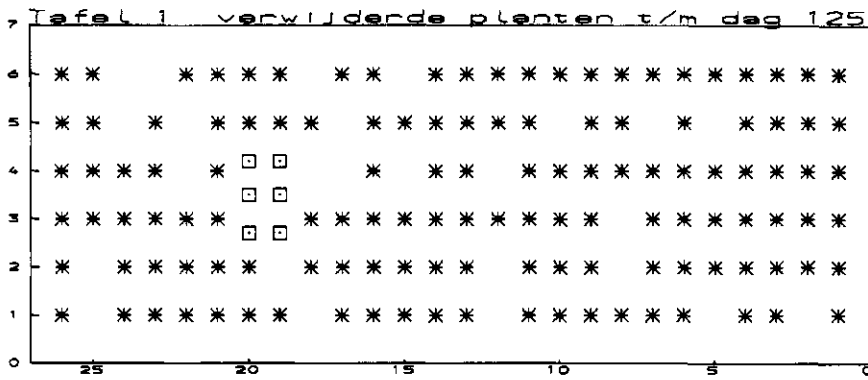
Figuur 12a Verspreidingspatroon uitval door Fusarium bij plantbesmetting
* = verwijderde Cyclamen



Figuur 12b Verspreidingspatroon uitval door Fusarium

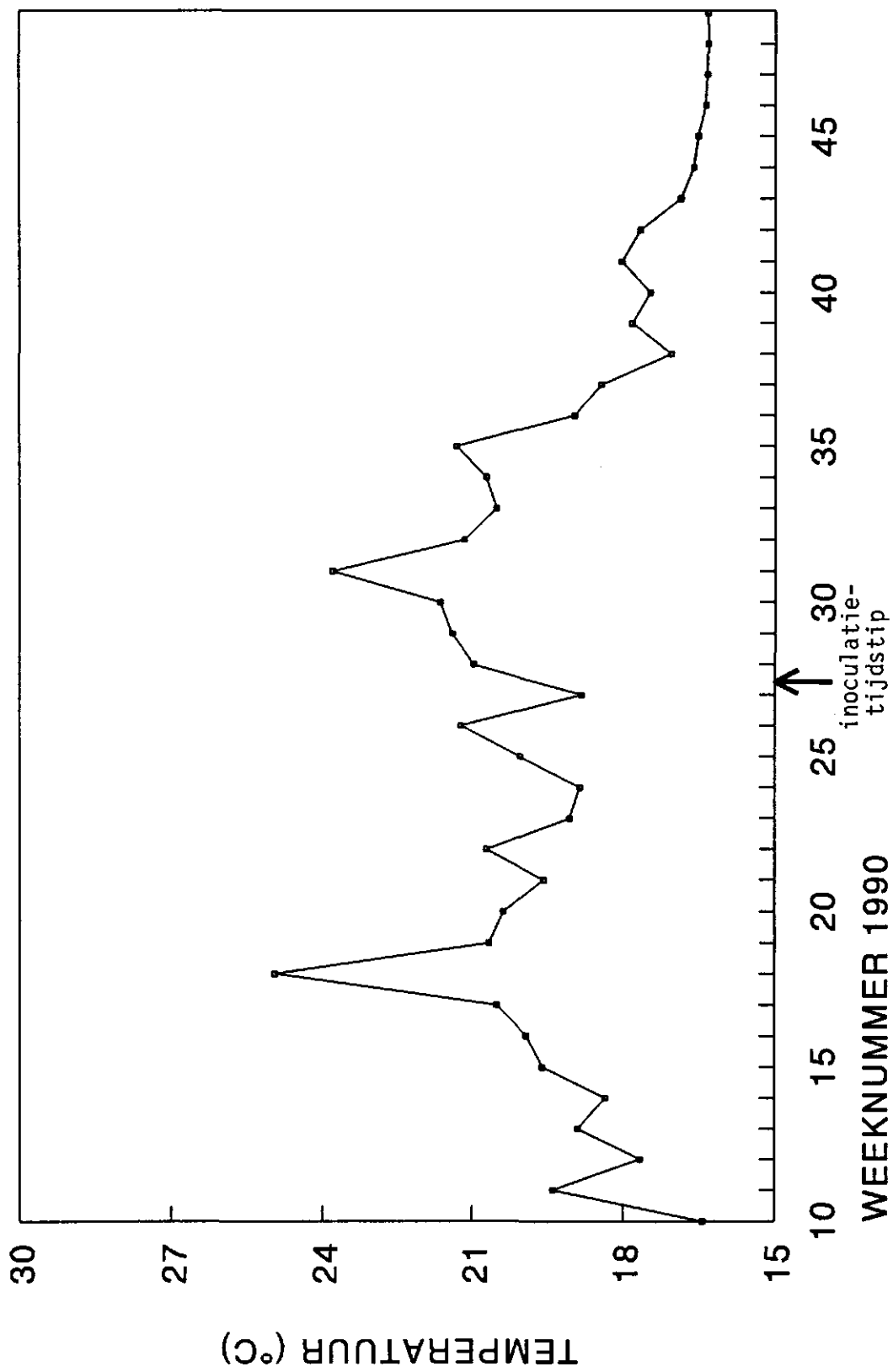


Figuur 12c Verspreidingspatroon uitval door Fusarium



Figuur 12d Verspreidingspatroon uitval door Fusarium

TEMPERATUUR IN GEWAS GEMIDDELTE WEEKTEMPERATUUR



Figuur 13 Gemiddelde weektemperatuur in het gewas

Conclusie en discussie

Uit de beschreven resultaten blijkt dat Foc zich bij een teelt van Cyclamen op het eb/vloedsysteem kan verspreiden, zowel na besmetting van de voedingsoplossing met een hoge concentratie microconidiën als vanuit (kunstmatig) besmette planten. In beide gevallen vindt de verspreiding volgens een gelijkmatig patroon op de tafels plaats.

In behandeling 1 werd de voedingsoplossing direct na het besmetten op de tafels gepompt. Alle planten werden zo op hetzelfde moment, door de opname van voedingsoplossing met een hoge concentratie sporen, besmet. Uit de grondbemonsteringen in de onderste laag van de potkluit na de eerste watergift met besmette voedingsoplossing bleek dat Foc al in hoge concentratie in de potkluit aanwezig was. Alle planten waren dus direct al met een hoge concentratie Foc besmet, wat veroorzaakt heeft dat er een gelijkmatig verspreidingspatroon van zieke planten op de tafels is ontstaan. In behandeling 2 vond besmetting plaats vanuit aangetaste planten, dus vanuit een puntbron. De aanwezigheid van een gelijkmatig verspreidingspatroon van de ziekte bij deze behandeling toont aan dat verspreiding van de schimmel niet in het platte vlak op de tafel plaatsvindt (zich van plant tot plant uitbreidend vanuit de puntbron), maar dat infectueuze eenheden van de schimmel door de voedingsoplossing meegenomen worden in de tank en bij een volgende bevloeiing over de tafel verspreid worden. Dit blijkt ook uit de verschillende bemonsteringen van de voedingsoplossing die op de tafel werden uitgevoerd. De in de monsters aangetroffen concentratie CFU van Foc verschilde per bemonsteringstijdstip op verschillende plaatsen op de tafels niet significant.

Niet alleen de concentratie infectueuze eenheden (in dit geval sporen), maar ook het klimaat draagt bij tot de (snelheid van) ziekteontwikkeling van planten. De schimmel Foc veroorzaakt bij Cyclamen onder andere vaatverstopping, waardoor het watertransport in de wortels en de knol sterk belemmerd kan worden (Gerlach, 1958). Bij een grote verdamping kan dit belemmerde watertransport leiden tot verwelkingsverschijnselen. Afhankelijk van de mate van aantasting kan een plant zich na deze droogtestress weer herstellen. Het criterium verwelking, dat gebruikt werd voor het vaststellen van een aantasting van een plant door Foc is daarom niet objectief. Er wordt hierbij namelijk geen rekening gehouden met de klimatologische omstandigheden. Om praktische redenen werd hier in dit onderzoek toch voor gekozen. Foc is een schimmel die in vitro een relatief hoge maximum groeisnelheid heeft van circa 28°C (Gerlach, 1958, Rattink, 1985). Een hogere temperatuur leidt tot een snellere ontwikkeling van de schimmel in de plant en tot een snellere symptoomontwikkeling (Gerlach, 1958; Krebs, 1988). Bij hogere temperatuur is bovendien het waterverbruik van de planten groter. De erg warme periode die direct na het inzetten van de behandelingen volgde (zie figuur 13) heeft zeker bijgedragen tot het versneld optreden van verwelkingsverschijnselen bij de planten in behandeling 1.

In behandeling 2, waar de voedingsoplossing pas later besmet raakte, vond een veel langzamere uitbreiding van de ziekte plaats dan in behandeling 1. Deze bleek bij de herhalingen bovendien enkele weken te

verschillen. Het verloop van de concentratie CFU die in de voedingsoplossing op verschillende plaatsen in het systeem werd gevonden vertoont bij de herhalingen van behandeling 1 wel een grote overeenkomst. Aanvankelijk vindt een stijging van de concentratie plaats tot er een maximum bereikt wordt. Vervolgens neemt de concentratie weer af. De stijging kan verklaard worden door het toenemende aantal planten op de tafel dat aangetast is door Foc en zelf weer dispersie-eenheden van Foc produceert. Deze spoelen na bevloeiing met de overtollige voedingsoplossing uit de potkluit en komen zo in de tank terecht. De hoogte en het tijdstip waarop het maximum wordt bereikt is afhankelijk van een aantal factoren. Dit zijn onder andere de ernst van aantasting van de planten (samenhangend met het ontwikkelingsstadium van de schimmel in de potkluit) en het aantal aangetaste planten op de tafels. Vervolgens is er een daling van het aantal CFU in de voedingsoplossing. Dit is waarschijnlijk het gevolg van het dan steeds kleinere aantal planten op de tafel. Aan de ontwikkeling van Foc in de potkluit van Cyclamen zal in verder onderzoek meer aandacht worden besteed.

In behandeling 1 leek er in tegenstelling tot behandeling 2 geen toename te zijn van de hoeveelheid CFU in de loop van de tijd, hoewel ook hier op een gegeven moment grote hoeveelheden aangetaste planten op de tafel stonden. Waarschijnlijk houdt dit verband met de zeer snelle symptoomontwikkeling van de (ernstig) besmette planten op de tafels. Deze snelle symptoomvorming is, zoals al eerder werd vermeld het gevolg van een hoge concentratie Foc en een erg gunstig klimaat voor de ontwikkeling van symptomen. Waarschijnlijk was in dit geval de infectieuze periode van de schimmel nog niet bereikt, waardoor er in de potkluit (nog) geen dispersie-eenheden van de schimmel ontstaan waren op het moment dat de planten van de tafels verwijderd werden.

De hoeveelheid CFU die in behandeling 1 werd aangetroffen op verschillende plaatsen in het systeem neemt de eerste twee weken zeer sterk af. Dit is waarschijnlijk het gevolg van bezinking van schimmeldeeltjes op de bodem van de tank en deels van afsterving van de toegevoegde sporen. In vervolgprouven zal meer aandacht worden besteed aan de overleving van Foc in voedingsoplossing. Uit de waarnemingen blijkt dat de concentratie CFU onder in de tank significant hoger is dan bovenin. Bezinking van CFU kan plaatsvinden in de periode tussen twee bevloeiingen waarin de voedingsoplossing niet in beweging is. In de hier beschreven proef werden geen monsters genomen van de voedingsoplossing op de bodem van de tank. Ook in behandeling 1 is het verschil tussen de concentratie CFU onder en boven in de tank significant. In een eerder in dit systeem uitgevoerde proef (Stelder, 1991) en in een door Rattink (1990) uitgevoerde proef bleek de concentratie CFU op de bodem van de tank enige tijd na besmetting van de voedingsoplossing zeer hoog te zijn, waarschijnlijk als gevolg van bezinking van schimmeldeeltjes. Door het turbuleren van de voedingsoplossing tijdens de watergift wordt waarschijnlijk een deel van de bezonken CFU weer in de stromende voedingsoplossing opgenomen. Dit verklaart het feit dat, met één uitzondering, de concentratie in de tank na bevloeiing significant hoger is dan die vóór bevloeiing. Dit werd ook in een eerdere proef waargenomen (Stelder, 1991).

literatuur

- Gerlach, W., 1954, Untersuchungen über die Welkekrankheit des Alpenveilchens. *Phytopath. Z.* (22) 2.
- Krebs, E-K., 1988, Wo liegen die Probleme beim Pflanzenschutz? In: *Cyclamen*, eds. L. Jennerich & L. Hendriks. *Taspo-Praxis* 9, Thalacker, Braunschweig, 79-90.
- Komada, H., 1975, Development of a selective medium for quantitative isolation of *Fusarium oxysporum* from natural soil. *Review Plant Protection Research*, 8; 114-124.
- Rattink, H., 1985, Epidemiologie van *Fusarium oxysporum* bij Cyclamen, Jaarverslag Proefstation voor de Bloemisterij in Nederland 1985. p.75.
- Rattink, H., 1990, Epidemiology of *Fusarium* wilt in Cyclamen in an ebb and flow system. *Neth. J. Pl. Path.*, 96; 171-177.
- Stelder, F.C.T., 1991, Verspreiding van *Fusarium*-sporen in een eb/vloedsysteem, Proefverslag 4403-3, Proefstation voor de Bloemisterij, oktober 1991.

Bijlage 1 Recept voedingsoplossing cyclamen

Algemeen advies BLGG / Consulentschap Aalsmeer-Utrecht

Stockoplossing (100x geconcentreerd) per 1000 liter:

A:	kalksalpeter	64.8 kg
	ammoniumnitraat	7.8 KG
	Fe-chelaat (6%)	1.4 kg
B:	Kalisalpeter	35.4 kg
	monokalifosfaat	20.4 kg
	kalisulfaat	4.4 kg
	bitterzout	18.5 kg
	mangaansulfaat	85 gram
	zinksulfaat	85 gram
	borax	95 gram
	kopersulfaat	12 gram
natriummolybdaat	12 gram	

EC wordt + 2.0

verhouding elementen:

	NO3	H2PO4	SO4	NH4	K	Ca	Mg
mMol/liter	10.6	1.5	1.0	1.1	5.5	3.0	0.75