

Reinigen watergeefsystemen bij potplanten

Fase 2: Praktijkproeven

In opdracht van

Landelijke Potplanten commissie LTO Groeiservice
Landelijke Begonia commissie LTO Groeiservice
Postbus 183, 2665 ZK Bleiswijk

Gefinancierd door

Productschap Tuinbouw (PT)
Postbus 280, 2700 AG Zoetermeer

Uitgevoerd door:

Josien van Spingelen, Leontiene van Genuchten, Helma Verberkt

In samenwerking met en mede financiering van: ProMinent Verder te Vleuten

The logo for ProMinent, with 'Pro' in blue and 'Minent' in orange, followed by a registered trademark symbol.

PT-Projectnummer: 12834

Dit document is auteursrechtelijk beschermd. Niets uit deze uitgave mag derhalve worden verveelvoudigd, opgeslagen in een geautomatiseerd gegevensbestand, of openbaar gemaakt, in enige vorm of op enige wijze, hetzij elektronisch, mechanisch door fotokopieën, opnamen of op enige andere wijze, zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van DLV Plant. De merkrechten op de benaming DLV komen toe aan DLV Plant B.V.. Alle rechten dienaangaande worden voorbehouden. DLV Plant B.V. is niet aansprakelijk voor schade bij toepassing of gebruik van gegevens uit deze uitgave.

DLV Plant
Postbus 7001
6700 CA Wageningen

Agro Business Park 65
6708 PV Wageningen

T 0317 49 15 78
F 0317 46 04 00
E info@dlvplant.nl
www.dlvplant.nl

Uw sector investeert in dit project via het Productschap  Tuinbouw

Inhoudsopgave

| | |
|--|-----------|
| Samenvatting | 3 |
| 1 Inleiding en doel | 5 |
| 2 Code A | 6 |
| 3 Materiaal en methode praktijkproef Phalaenopsis | 8 |
| 3.1 Proefopzet | 8 |
| 3.2 Accommodatie en teeltgegevens | 9 |
| 3.3 <i>Acidovorax avenae</i> | 10 |
| 3.4 Waarnemingen en monsternamen | 11 |
| 4 Resultaten praktijkproef Phalaenopsis | 12 |
| 4.1 Leidingen | 12 |
| 4.2 Uitval in planten | 13 |
| 5 Materiaal en methode praktijkproef Begonia | 14 |
| 5.1 Proefopzet | 14 |
| 5.2 Accommodatie en teeltgegevens | 15 |
| 5.3 <i>Fusarium foetens</i> | 16 |
| 5.4 Waarnemingen en monsternamen | 17 |
| 6 Resultaten praktijkproef Begonia | 18 |
| 6.1 Leidingen | 18 |
| 6.2 Uitval in planten | 20 |
| 7 Conclusies en aanbevelingen | 21 |
| 7.1 Phalaenopsis | 21 |
| 7.2 Begonia | 21 |
| 7.3 Aanbevelingen | 22 |

Samenvatting

De teelt van potplanten vindt plaats in recirculerende systemen. De kans op verspreiding van ziekteverwekkers wordt hierdoor vergroot. Met name bij schimmels en bacteriën waarvan delen en/of sporen met het voedingswater kunnen uitspoelen en zo in het watergeefstelsel terecht kunnen komen. Uitvalpercentages op de bedrijven kunnen hierdoor aanzienlijk zijn. Schimmels maar vooral bacteriën worden bijzonder snel door Code A afgebroken. Met deze kennis wordt gezocht naar een methode om het watergeefstelsel tijdens de teelt schoon te houden. De doelstelling van het onderzoek is te bepalen of het schoonhouden van het watergeefstelsel tijdens de teelt van potplanten de verspreiding van ziekten tegen kan gaan, zonder dat negatieve effecten optreden. In overleg met de begeleidingscommissie is een keuze gemaakt voor twee gewassen en hun belangrijkste ziekten. Het betreft *Phalaenopsis* en de bacterie *Acidovorax avenae subsp. cattleyae* en Begonia en de schimmel *Fusarium foetens*. Het onderzoek heeft in beide teelten plaatsgevonden op een praktijkbedrijf.

Na de start van het onderzoek bij *Phalaenopsis* bleek na 2 weken dat de planten met bacterievlekken 'drogere' symptomen kregen en kon het ziek zoeken beperkt worden. Na een behandeling van 6 weken was de uitval teruggelopen tot ca 25 planten/week (voorheen meer 100 planten/week) en was het 'uitwolken' van de bacterieaantasting gestopt. Het ziek zoeken gebeurt sindsdien alleen nog voordat er wordt watergegeven of bij het uitzetten en de uitval beperkt zich tot hooguit 10-15 planten per week. Daarbij bleef de uitval beperkt tot de bewuste partij en is geen nieuwe uitval in naastliggende partijen ontstaan. Tijdens de proef zijn geen negatieve effecten op het gewas van de toediening van Code A gesignaleerd. Een bijkomend voordeel is dat de algengroei minder sterk terugkomt als normaal. Bij *Phalaenopsis* bleek dat na 8 gietbeurten met 1 ppm Code A er geen *Acidovorax avenae* meer aangetroffen werd in de behandelde leiding. Na 8 gietbeurten met 0,75 ppm Code A in een andere leiding is de bacterie niet afdoende te verwijderen uit het watergeefstelsel, ondanks dat er nog 0,08-0,12 ppm gemeten wordt in het water. Aangezien de uitval in de *Phalaenopsis* behoorlijk is afgenomen en er geen herbesmetting van de bacterie naar andere partijen heeft plaatsgevonden, is het reinigen van het watergeefstelsel met minimaal 1 ppm Code A mogelijk. De exacte dosering zal afhankelijk zijn van de vervuiling in de leidingen en de manier van watergift.

Bij de Begonia op een eb- en vloed watergeefstelsel is binnen enkele weken na de start van de dosering meer dan 0.20 ppm Code A in het watergeefstelsel aangetroffen. Ondanks de organische 'vervuiling' in het water door met name substraatdeeltjes op de containers en slib en algen in het bassin bleef de gemeten waarde redelijk stabiel. Ook in het bassin waarin het behandelde water werd opgevangen zijn continue waarden Code A aangetroffen, deze waren echter wel minimaal en lagen tussen de 0.02 en 0.09 ppm. In het onbehandelde bassin is *Fusarium foetens* regelmatig aangetroffen, in het behandelde bassin is dit minder frequent. Mogelijk kan het watergeefstelsel goed gereinigd worden, maar doordat er op dit bedrijf een continue doorloop is van partijen uit het onbehandelde watergeefstelsel, blijft besmetting via het water mogelijk. Het gereinigde watergeefstelsel raakt vervolgens weer besmet via het plantmateriaal. De uitval in de planten is aanwezig, maar lijkt zeker de laatste periode van de proef (jan-febr 2011) te

verminderen. Ook is in de watermonsters van de bassins in deze periode geen *Fusarium foetens* aangetroffen. Of dit veroorzaakt wordt door een lagere ziektedruk, of door andere (teelt)factoren is in deze praktijkproef niet duidelijk geworden. Op dit bedrijf is niet geconstateerd dat de algengroei of verslijming in de leidingen verminderd is gedurende de proef. Mogelijk dat door de onderbreking van de dosering, door storing, de werkingstijd voor het oplossen van de biofilm niet voldoende lang was. Hoewel de resultaten bij Begonia wisselend zijn, is de algehele tendens wel een verlaagde ziektedruk van *Fusarium* op het bedrijf. Enerzijds zou meer effect behaald kunnen worden als de gehele waterloop van het bedrijf met Code A behandeld zou worden. Anderzijds zou mogelijk een verhoging van Code A tot ca. 1,5 ppm) tot een verbeterde reiniging van het watergeefstelsel kunnen leiden.

1 Inleiding en doel

De teelt van potplanten vindt plaats in recirculerende systemen. De kans op verspreiding van ziekteverwekkers wordt hierdoor vergroot. Met name bij schimmels en bacteriën waarvan delen en/of sporen met het voedingswater kunnen uitspoelen en zo in het watergeefstelsel terecht kunnen komen. Uitvalpercentages op de bedrijven kunnen hierdoor aanzienlijk zijn. Duidelijke voorbeelden hiervan zijn: *Cylindrocladium spathiphylli* in Spathiphyllum, *Fusarium oxysporum f.sp. cyclaminus* in Cyclamen, *Fusarium foetens* in Begonia, *Acidovorax avenae* in Phalaenopsis, maar ook *Erwinia* in Dieffenbachia en *Xanthomonas* in Pelargonium.

Onderzoek naar de werking van diverse ontsmettingsmiddelen wijst uit dat er slechts enkele middelen zijn die een bevredigende effectiviteit hebben, maar dat er geen enkel middel is met een 100% effectiviteit. In laboratoriumtoetsen in 2008 (fase 1) is de werking van Code A onderzocht op 3 verschillende schimmels en 3 verschillende bacteriën. Schimmels maar vooral bacteriën worden bijzonder snel door Code A afgebroken. Met deze kennis wordt gezocht naar een methode om het watergeefstelsel tijdens de watergift schoon te houden met gebruik van Code A.

Belangrijke vragen hierbij zijn:

- In hoeverre kan een methode op basis van waterbehandeling met Code A als reinigingsmiddel toegepast worden ter voorkoming van diverse schimmels en bacteriën die voorkomen in de watergeefsystemen in de teelt van potplanten, en
- Hoe kan deze methode van reinigen het beste ingepast worden binnen de teeltsystemen zonder negatieve effecten.

Als vervolg op de laboratoriumproeven zijn proeven in de praktijk (fase 2) uitgevoerd. In overleg met de begeleidingscommissie is een keuze gemaakt voor twee gewassen en hun belangrijkste ziekten. Het betreft Phalaenopsis en de bacterie *Acidovorax avenae subsp. cattleyae* en Begonia en de schimmel *Fusarium foetens*. De resultaten van de praktijkproeven staan beschreven in dit rapport (fase 2).

De doelstelling van het onderzoek is te bepalen of het schoonhouden van het watergeefstelsel met Code A tijdens de teelt van potplanten de verspreiding van ziekten kan tegen gaan zonder dat negatieve effecten optreden.

Te bereiken resultaten:

- Voorkomen van verspreiding van ziekten in een recirculerend watergeefstelsel in de teelt van potplanten.
- Beduidend minder uitval in de teelt van potplanten, waaronder Phalaenopsis en Begonia.
- Betere beheersing van de teelt.

2 Code A

Code A is een gas opgelost in water en wordt ter plekke bereid. Code A bestaat uit twee basis chemicaliën, welke door een generator op een veilig en gecontroleerde wijze bij elkaar gevoegd worden. Middels een flowmeting wordt de gewenste hoeveelheid Code A meege doseerd met het irrigatiewater. De generator (Foto 1) staat in de technische ruimte en doseert via een bypass in de aanvoerleiding naar de kas (blz 9; Figuur 1).



Foto 1: Generator Code A

Code A heeft een sterk oxiderende werking welke met organisch materiaal (biofilm, micro-organismen) reageert en afbreekt. Het reageert niet, zoals andere desinfecteermiddelen, met amines en fenolen en geeft veel minder AOX (actieve kool adsorbeerbare organische halogeenverbindingen). Ook is er geen vorming van trihalomethanen, die verdacht kankerverwekkend zijn. Code A heeft verder het voordeel dat het in het leidingsysteem doorwerkt en de vorming van biofilm in de leidingen tegengaat. De werking van Code A valt of staat met de hoeveelheid organische stof in het watergeefstelsel. Hoe meer organische stof in de leidingen, hoe meer afbraak van Code A in de leidingen. De biofilm in de leidingen zal gedurende het gebruik van Code A worden afgebroken, zodat de dosering omlaag kan in de tijd. Belangrijk is wel om verstoppingen door vrijkomende biofilm in de gaten te houden, zeker in de periode na de eerste toepassing.

Uit de praktijk blijkt dat de effectieve dosering ligt tussen de 1 en 3 ppm. De mate van vervuiling van de leidingen bepaald de dosering en zal in de loop van de tijd bijgesteld moeten worden door meting van de waarde in het gietwater. Code A kan met een eenvoudige testkit (DPD meter/Dulcotest DTI-photometer) ter plekke gemeten worden (Foto 2). Het is wel van belang dit goed te monitoren. Een overdosis Code A kan gewasschade veroorzaken.



Foto 2: DTI-photometer

Code A is werkzaam in een breed pH bereik (4-9) en behoeft een korte inwerkingtijd. Belangrijk is dat in combinatie met andere ontsmetters (verhitten, UV-ontsmetter) Code A als laatste toegediend moet worden, aangezien anders de werking van Code A na een UV behandeling nihil is.

3 Materiaal en methode praktijkproef Phalaenopsis

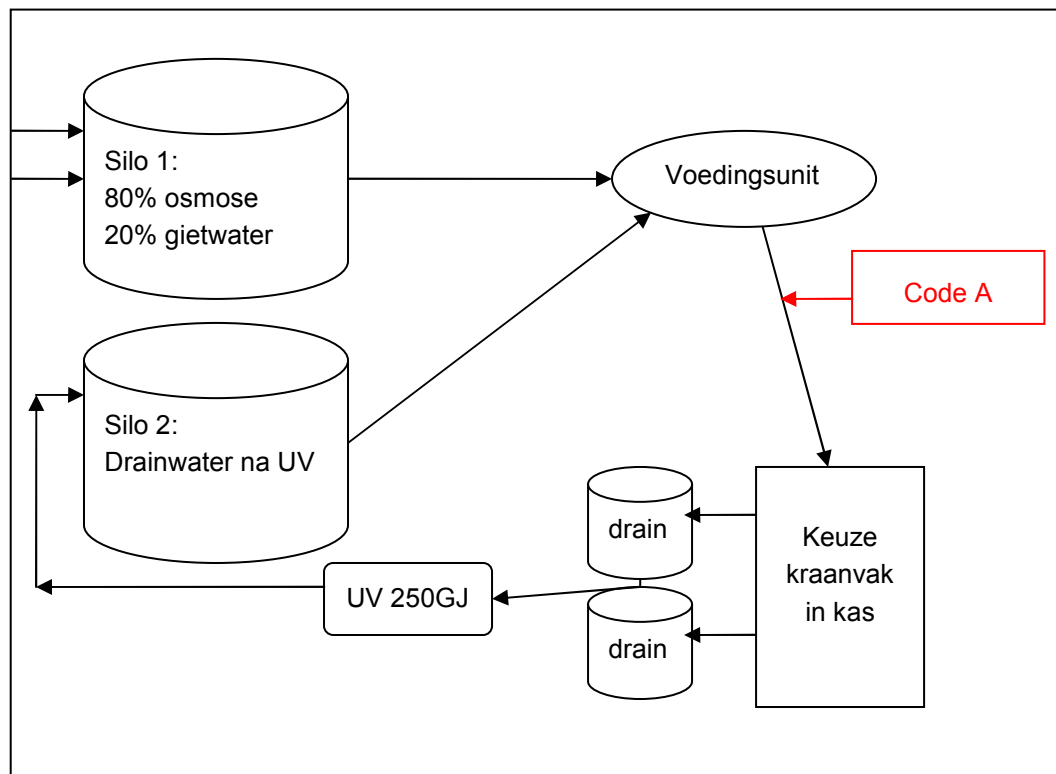
3.1 Proefopzet

Het onderzoek in de Phalaenopsis heeft plaatsgevonden op een praktijkbedrijf. Voor de proef is een proefvak in de opweekafdeling geselecteerd, met daarin twee naast elkaar liggende kraanvakken. Het ene kraanvak is vanaf week 27 behandeld met Code A en het andere kraanvak is tot week 36 onbehandeld gebleven. In beide kraanvakken is een rij containers geselecteerd waar geen overlap van gietwater uit het andere kraanvak mogelijk was. In het onbehandelde vak was het mogelijk om voor elke gietbeurt een spuitbehandeling uit te voeren om te voorkomen dat behandeld water in het onbehandelde kraanvak kon komen.

De mate van uitval is gevolgd van enkele met *Acidovorax avenae subsp. cattleyae* (voorheen *Pseudomonas cattleyae*) besmette partijen Phalaenopsis (ca. 36.000 planten). Het betrof de enige besmette partij waarvan, door de vele uitval, na enkele weken ontdekt is dat deze als besmet plantmateriaal op het bedrijf is gekomen. De overige partijen hebben geen uitval.

De startdosering is in week 23 door metingen bepaald op 1 ppm (1 g/m³). Meer gangbaar is om met 2 ppm te starten, maar aangezien het hier om een jong bedrijf gaat met relatief schone leidingen, was een hogere dosering niet noodzakelijk.

Het drainwater wordt via een gesloten ondervloer en draingoten opgevangen in twee drainsilo's en hergebruikt. Het hergebruikte water wordt na ontsmetting met een UV-ontsmetter opgevangen in een silo bestemd voor ontsmet drainwater. Daarnaast is nog een silo aanwezig voor ongebruikt water (regenwater en osmosewater). De teler kan de watergift naar keuze uit één of beide silo's trekken. Code A is toegediend na eventuele ontsmetting en na toevoeging van de bemesting (Figuur 1).



Figuur 1: Overzicht waterstroom Phalaenopsisbedrijf

3.2 Accommodatie en teeltgegevens

De teelt is volledig op open gascontainers, waarbij de planten bovendoor middels een regenleiding van water worden voorzien. De besmette partijen zijn in de periode van week 11-15 opgepot in een 11,5 cm pot en hebben ca 18 weken met 83 planten/m² gestaan, vervolgens staan de planten uitgezet (60 planten/m²) nog 8-10 weken in de opkweek. De kastemperatuur in de opkweek is 28°C bij een gerealiseerde RV van 75%. De CO₂ is gedurende de nacht gedoseerd op 1000 ppm (aangestuurd vanuit de waarde in de koeling). De planten krijgen één tot tweemaal per week water, afhankelijk van de instraling. Gemiddeld is er 0,8-1,0 mS/cm EC aan voeding gegeven. De samenstelling van de voedingsoplossing staat weergegeven in Tabel 1.

Tabel 1: Overzicht meststoffen Phalaenopsis opkweek.

| Hoofd-elementen (mmol/l) | Kalium | Magnesium | N- totaal | N- NH ₄ | N- NO ₃ | N- NH ₂ | Fosfaat | Sulfaat |
|--------------------------|--------|-----------|-----------|--------------------|--------------------|--------------------|---------|---------|
| | 4.1 | 0.8 | 14.8 | 2.7 | 4.1 | 8 | 2.7 | 0.8 |
| Spoor-elementen (µmol/l) | IJzer | Mangaan | Zink | Borium | Koper | Molybdeen | | |
| | 24.3 | 8.8 | 7.4 | 17.9 | 7.6 | 0.1 | | |

De samenstelling van het substraat was bark fractie 2 gecombineerd met 2,5 kg sphagnum, 0,5 kg PG-mix 15-10-20 + sporen en 3,5 kg Dolokal+10%MgO.

3.3 *Acidovorax avenae*

Acidovorax avenae subsp. cattleyae (voorheen *Pseudomonas cattleyae*) is een van de meest lastige bacterieziekte om aan te pakken in de teelt van Phalaenopsis. Indien blijkt dat het schoonhouden van het watergeefstelsel tijdens de teelt van Phalaenopsis de verspreiding van ziekten tegen kan gaan zonder dat negatieve effecten optreden, dan kan dit gezien worden als representatief voor veel andere bacterieziekten in watergeefsystemen in de potplantenteelt.

Het ziektebeeld uit zich in eerste instantie door een olieachtige zwarte stip op het blad, welke al snel omgeven wordt door een gele rand. Deze stip breidt zich steeds verder uit tot een grillige vlek. Ook op wondvlakken of bij de bladaanzet kan *Acidovorax* de plant binnendringen, kenmerkend door de zwarte en gele rand bij aantasting. Een groot deel van de bedrijven heeft te maken met een aantasting op hun bedrijf door deze ziekte. In eerste instantie lijkt een partij gezond te zijn, maar gedurende de teelt kan de uitval behoorlijk zichtbaar worden en uitbreiden. Indien de plant bovengronds symptomen laat zien, heeft de bacterie zich vanuit deze plant veelal al verder via het watergeefstelsel verspreid. Het verwijderen van aangetaste planten in een zeer vroeg stadium is dus belangrijk voor een goede bedrijfshygiëne. Qua bestrijding is het devies al het uitgangsmateriaal vooraf te controleren en bedrijfshygiënische maatregelen strikt door te voeren. Het reinigen en ontsmetten van het watergeefstelsel is daarnaast van groot belang omdat verspreiding via water voor een grote besmetting kan zorgen. Hergebruiken van gietwater is nog niet op alle bedrijven volledig toegepast. Daarnaast krijgt het merendeel overlans via een gietboom of regenleiding water. Indien het gietwater ter plekke besmet raakt is daar ook vaak het 'uitwolken' van een aantasting zichtbaar. Naastliggende planten en partijen raken op den duur ook besmet en de aantasting breidt zich steeds verder uit, mede door spatwater.



Foto 3: Beginnende aantasting *Acidovorax avenae cattleyae* in Phalaenopsis

Acidovorax avenae valt uiteen in 3 subspecies:

- *A. avenae subsp. avenae*: is een pathogeen van monocotylen bijv. mais, rijst, suikerriet
- *A. avenae subsp. citrulli*: is een pathogeen van Cucurbitaceae, m.n. watermeloen (zaadoverdraagbaar)
- *A. avenae subsp. cattleyae*: is een pathogeen van Orchideaceae

De monstername zegt iets over het al dan niet aanwezig zijn van de bacterie, niet over de hoeveelheid. Wel kan het signaal sterker zijn bij hogere aantallen, dit is bij de uitslagen van de monsters niet vermeld. Als geen *Acidovorax avenae* is aangetoond dan is géén van de drie subspecies aanwezig. Als er wél *A. avenae* is aangetoond dan is één van de subspecies (of meerdere) aanwezig. Alleen *A. avenae subsp. citrulli* kan middels PCR getoetst worden. Indien het water van een orchideeënbedrijf komt waar geen Cucurbitaceae of monocotylen staan in de omgeving, is het zeer waarschijnlijk dat het om *A.avenae subsp. cattleyae* gaat. Dit kan echter niet ondersteund worden met toetsresultaten.

3.4 Waarnemingen en monstername

Voor aanvang van de proef is een nulmeting uitgevoerd om te bepalen waar en of *Acidovorax* in het watergeefstelsel aanwezig was. De geselecteerde watergeefleidingen, de vuilwaterdrain en de watervoorraden zijn onderzocht.

Vervolgens is gedurende de proef het volgende gemeten dan wel geregistreerd:

- Dosering Code A bij watergift.
- Regelmatige meting van concentratie Code A uit regenleiding.
- Regelmatig onderzoek naar aanwezigheid *Acidovorax* van het gietwater in de behandelde en de onbehandelde leiding en in de drain.
- Volgen van het verloop van de uitval door *Acidovorax* gedurende de proef van de behandelde planten.
- Gedurende het onderzoek zijn waar nodig foto's gemaakt.

4 Resultaten praktijkproef Phalaenopsis

4.1 Leidingen

Uit de nulmeting in week 22-2008 bleek dat zowel de regenleidingen als de watervorraden besmet zijn geraakt met *Acidovorax*. In week 23 is de behandeling in het proefvak gestart met uitzondering van kraanvak 37 en 39. Nadat de uitslag van de monsternamen bekend en de proefopzet besproken was, is in week 27 ook de behandeling in kraanvak 37 en 39 gestart. Kraanvak 37 gold daarbij als met Code A behandelde leiding en kraanvak 39 als onbehandeld. In Tabel 2 zijn de uitslagen weergegeven van de monsterringen en waarnemingen.

Tabel 2: Overzicht uitslagen en waarnemingen

| wk | Waarde leiding in ppm | Waarde leiding uit ppm | Uitslag onderzoek* | | | Uitval A.a.c. in een partij van 36000 planten |
|-------|--------------------------|---------------------------|--|-------------------|-------|---|
| | | | Kr 37 Behandeld | Kr 39 Controle | Drain | |
| 18-22 | | | | | | ca 100-150 plt/week |
| 23 | 1,50 | 0,48 | Start dosering in proefvak m.u.v. Kr 37/39 | | | ca 100 plt/week |
| | 1 | | | | | |
| 24 | 1 | | | | | ca 80 plt/week |
| 25 | 1 | | | | | ca 70 plt/week |
| 26 | 1 | | | | | ca 91 plt/week |
| 27 | 1 | 0,10-0,12 | x | n.a. | A.a. | ca 60 plt/week |
| 28 | 1 | 0,10-0,12 | Start dosering Kr 37 | | | ca 40 plt/week |
| 29 | 1 | | | | | ca 25 plt/week |
| 30 | 1 | | | | | ca 25 plt/week |
| 31 | 1 | 0,12-0,15 | n.a. | A.a. | A.a. | ca 15-20 plt/week |
| 32 | 1 | | | | | ca 15-20 plt/week |
| 33 | 1 | | n.a. | A.a. | x | ca 15-20 plt/week |
| 34 | 1 | | | | | ca 15-20 plt/week |
| 35 | 1 | 0,47 | x | A.a. | n.a. | ca 15-20 plt/week |
| 36 | 1 | | x | A.a. | x | ca 10-15 plt/week |
| | | | Start dosering Kr 39 | | | |
| 37 | 0,75 | 0,18 | x | A.a. | A.a. | ca 10-15 plt/week |
| 38 | 0,75 | 0,23 | x | A.a. | x | ca 10-15 plt/week |
| 39 | 0,75 | 0,08-0,12 | x | A.a. | A.a. | ca 10-15 plt/week |
| 40 | 0,75 | 0,08-0,12 | | | | ca 10-15 plt/week |
| 41 | 0,75 | 0,08-0,12 | | | | ca 5-10 plt/week |
| 42 | 0,75 | 0,08-0,12 | Verhoging dosering naar 1 ppm | | | ca 5-10 plt/week |
| 43 | 1 | 0,15-0,20 | x | n.a. | x | ca 5-10 plt/week |

*A.a betekent *Acidovorax avenae* aangetoond; 'n.a.' betekent niet aangetoond; 'x' is niet onderzocht.

In week 23 blijkt een dosering van 1,5 ppm aan de hoge kant te zijn, er wordt rond 0,48 ppm teruggevonden bij de regenleiding. Een waarde rond 0,2 ppm bij de regenleiding is

gewenst. Om mogelijke gewasschade te voorkomen is de waarde verlaagd naar 1 ppm. Na 8 gietbeurten (15 l/m²) wordt er in de behandelde leiding (kr 37) geen *Acidovorax* aangetroffen. Na 13 gietbeurten (week 35) stijgt de waarde van Code A gemeten bij de regenleiding naar 0,47 ppm, waardoor besloten is de waarde van de dosering te verlagen naar 0,75 ppm. Aangezien er in de leiding van kraanvak 37 geen *Acidovorax* meer is aangetoond en de leiding van kraanvak 39 nog steeds besmet is, is besloten om in week 36 ook deze laatste leiding te gaan behandelen. In eerste instantie wordt wekelijks bemonsterd of er nog een aantasting aanwezig is. Hoewel het signaal bij PCR-toetsing uiteindelijk wel zwak is, blijkt *Acidovorax* blijvend aangetoond te worden. De dosering is vervolgens weer verhoogd naar 1 ppm, waarna in de leiding van kraanvak 39 geen *Acidovorax* meer is aangetoond.

4.2 Uitval in planten

Naast het feit dat er uiteindelijk geen *A.avenae* in de leidingen is aangetoond, is ook de uitval drastisch teruggelopen (Tabel 2). In een partij van 36.000 planten werden voor aanvang van de behandeling 100-200 planten per week weggegooid. Daarbij zijn steeds goede hygiënische maatregelen in acht genomen en is drie tot vijfmaal per week ziek gezocht om verspreiding te minimaliseren, wat moeizaam te realiseren was. De weggeraapte planten, die met het ziek zoeken voor de toediening elke dag of om de dag geraapt moeten worden, worden na 2 weken om de 2 tot 3 dagen geraapt. De planten met bacterievlekken krijgen 'drogere' symptomen. Na 4 weken valt op dat de buurplanten niet meer besmet raken, het 'uitwolken' is gestopt en de wekelijkse uitval is inmiddels afgenomen van 100 planten per week tot 60 planten per week. De daarop volgende weken daalt de uitval verder van ca 20 tot uiteindelijk 5 tot 10 planten per week. Uiteindelijk wordt er alleen nog ziek gezocht vóór een watergift of bij het uitzetten.

Aan de planten worden tijdens de proef geen effecten van de toediening van Code A gesignaleerd. Opvallend was wel dat de algengroei op het hoofdpad en de gevel na een schoonmaakbeurt minder sterk terugkomt als normaal (Foto 4).



Foto 4: Algengroei aan gevel voor de behandeling en tijdens de behandeling.

5 Materiaal en methode praktijkproef Begonia

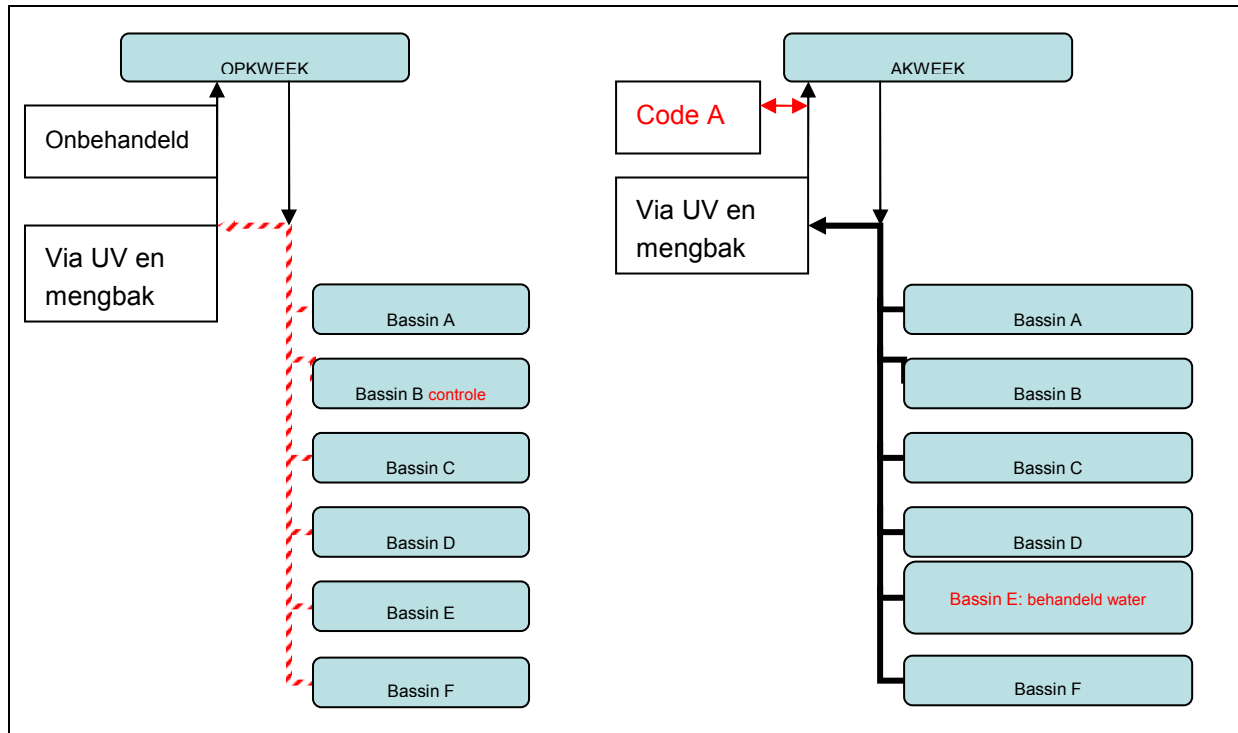
5.1 Proefopzet

Het onderzoek in de Begonia is gestart in week 17-2010 en heeft plaatsgevonden op een praktijkbedrijf. Het bedrijf kent twee aparte waterlopen, waarvan één waterloop in de opweekafdeling ligt en één in de afweekafdeling. Het betreft hier een eb en vloed watergeefstelsel. Per waterloop zijn er diverse opvangbassins beschikbaar die in de kas onder de containers liggen (Foto 5).



Foto 5: Eb en vloed watergeefstelsel. Links inlaat voedingswater; Midden drainwateropvanggoot; Rechts opvangbassin drainwater onder de containers.

De voedingsgift en EC-waarde bepalen uit welk bassin het water wordt genomen en waarin na watergift het retourwater ook weer verzameld wordt. De voedingsgift en EC-waarde zijn bepalend voor de keuze van bassin voor watergift van bepaalde rassen. Op het moment dat er een watergift wordt gestart, wordt het water uit één van de geselecteerde bassins behandeld met een UV-ontsmetter en waar nodig aangevuld met voeding en regenwater. Per waterloop is een gezamenlijke ringleiding voor aan- en afvoer naar de kas (Figuur 2). Voor de proef is uit elke waterloop één bassin geselecteerd van waaruit het water voor de meest *Fusarium* gevoelige rassen wordt gehaald. In de opweek betreft dit bassin B en in de afweek bassin E, waarbij het water uit bassin E gedurende de proef behandeld is met Code A en het water uit bassin B onbehandeld is gebleven. Het betreft hier een bassin van 60 m³.



Figuur 2: Overzicht waterstroom Begoniabedrijf

De mate van uitval is gevolgd in het ras 'Baladin', een *Fusarium foetens* gevoelig ras. Hoewel wekelijks Begonia wordt opgepot, is er sprake van een verlaagde productie in de 2^e helft van het jaar. Het percentage 'Baladin' blijft het gehele jaar wel constant ten opzichte van de totale Begoniaproductie.

De startdosering is in week 17 door metingen bepaald op 1 ppm (1 g/m³). Verwacht werd dat een hogere dosering nodig zou zijn om voldoende Code A in het systeem te krijgen, maar in de kas werd al snel 0.21 ppm in het water gemeten, waardoor de dosering van 1 ppm gehandhaafd is gebleven.

5.2 Accommodatie en teeltgegevens

Wekelijks worden de planten opgepot (13 cm pot) en na zes weken worden ze uitgezet (24 plt/m²) en omgezet naar de afweekafdeling. Gemiddeld staan de planten vier weken in de afweek. De kastemperatuur is 20°C, waarbij de RV niet specifiek geregeld wordt. De dosering van CO₂ vindt plaats tussen een waarde van 700-800 ppm. De teelt is volledig op eb en vloedcontainers. De watergift is gemiddeld drie keer per week, waarbij de opzettijd varieert tussen de zes en acht minuten. Gemiddeld is er een EC waarde van 2,3-2,6 mS/cm aan voeding gegeven. De samenstelling van de voedingsoplossing staat weergegeven in Tabel 3.

Tabel 3: Overzicht meststoffen Begonia.

| Hoofd-elementen (mmol/l) | Kalium | Calcium | Magnesium | N-totaal | N-NH ₄ | N-NO ₃ | Fosfaat | Sulfaat |
|--------------------------|--------|---------|-----------|----------|-------------------|-------------------|---------|---------|
| | 3 | 1.5 | 1.1 | 3.8 | 0.8 | 3 | 0.4 | 0.15 |
| Spoor-elementen (μmol/l) | IJzer | Mangaan | Zink | Borium | Koper | Molybdeen | | |
| | 15 | 1.9 | 8 | 8 | 1.5 | 0.2 | | |

5.3 *Fusarium foetens*

De schimmel *Fusarium foetens*, is nauw verwant aan *Fusarium oxysporum*. Deze *Fusarium* is zeer pathogeen (ziekteverwekkend). Het ziektebeeld uit zich in eerste instantie door een glazige, grauwe bladkleur, waarna de plant snel verwelkt. Als de stengel van een aangetaste plant wordt doorgesneden, is duidelijk te zien dat één of meerdere vaatbundels aangetast zijn (Foto 6).



Foto 6: Aantasting *Fusarium foetens* in Begonia. Links symptomen op het blad; Rechts insnoering van de stengel.

Een groot deel van de bedrijven heeft te maken met aantasting op hun bedrijf door deze ziekte. Gedurende de opkweek lijkt een partij gezond te zijn, waarna in de bloeifase aan het einde van de teelt de uitval soms zeer groot kan zijn. *Fusarium foetens* is een vaatschimmel en dringt de plant binnen via de wortels of wondjes. Via de vaatbundels groeit de schimmel naar hoger gelegen delen in de plant. *Fusarium foetens* vormt

microconidia, macroconidia en chlamydosporen. De microconidiën zijn kleine sporen die zich via (giet)water verspreiden. Ze vormen de belangrijkste en grootste besmettingsbron tijdens de teelt. De macroconidiën, worden gevormd op stengedelen en verspreiden zich via water en lucht. Beide soorten sporen zijn even ziekteverwekkend. De chlamydosporen zijn overlevingssporen. Deze worden gevormd als aangetaste plantendelen afsterven. Ze blijven achter in organisch materiaal waar zij waarschijnlijk jaren lang kunnen overleven en zo voor een herbesmetting kunnen zorgen. Indien de plant bovengronds symptomen laat zien, heeft de schimmel zich veelal al via het watergeefstelsel verspreid.

Fusarium foetens kan middels een PCR techniek worden getoetst. De monsternamen zeggen iets over het al dan niet aanwezig zijn van de schimmel, niet over de hoeveelheid. Wel kan het signaal sterker zijn bij hogere aantallen, dit wordt bij de uitslagen van de monsters niet vermeld.

5.4 Waarnemingen en monsternamen

Voor aanvang van de proef is een nulmeting uitgevoerd om te bepalen of *Fusarium foetens* in de watergeefsystemen van de op- en afkweek aanwezig was. De geselecteerde waterbassins zijn onderzocht.

Vervolgens is gedurende de proef het volgende gemeten dan wel geregistreerd:

- Dosering Code A bij watergift.
- Regelmatige meting van concentratie Code A uit inlaat op eb/vloedcontainers.
- Regelmatige meting van concentratie Code A uit uitlaat van eb/vloedcontainers.
- Regelmatige meting van concentratie Code A in opvangbassin van behandelde waterloop.
- Regelmatig onderzoek naar aanwezigheid *Fusarium foetens* in het water in de opvangbassins van de behandelde en de onbehandelde waterloop.
- Volgen van het verloop van de uitval door *Fusarium foetens* gedurende de proef in het ras 'Baladin'.
- Gedurende het onderzoek zijn, waar nodig, foto's gemaakt.

6 Resultaten praktijkproef Begonia

6.1 Leidingen

In week 17-2010 is de dosering gestart met 1 ppm Code A. Uit fase 1 blijkt dat onder laboratoriumomstandigheden deze dosering voldoende is, mits de inwerkingstijd minimaal 5 minuten bedraagt. In Tabel 4 zijn de uitslagen weergegeven van de monitoring en waarnemingen.

Al binnen een week zijn bij de inlaat van de eb/vloed container waarden rond de 0,2 ppm Code A aangetroffen. Ook bij de uitlaat van de eb/vloed containers zijn continu waarden tussen de 0,1 en 0,2 ppm aangetroffen. Vanaf week 27 is ook het waterbassin E regelmatig gecontroleerd op aanwezigheid van Code A. Hoewel minimaal, werd een lage waarden van Code A (<0,10 ppm) aangetroffen in dit water. In bassin B is ter controle ook steekproefsgewijs gemeten, maar daar bleek de waarde nul te blijven.

Opvallend is dat ondanks de organische 'vervuiling' in het water door met name substraatdeeltjes op de containers en slib en algen in het bassin de gemeten waarde redelijk stabiel blijft. Ook in het bassin zijn lage waarden teruggevonden. De reinigende werking blijft daardoor langer actief dan vooraf aangenomen.

In week 27 is door een fout bij de leverancier van Code A het vervangen van de chemicaliën niet goed verlopen, gevolgd door een defect aan de zuerpomp. In de periode van week 27 tot en met week 41 heeft daardoor de dosering van Code A niet kunnen plaatsvinden (zie blauwe tekst Tabel 4). In deze periode is ook het water niet nader onderzocht op aanwezigheid van *Fusarium foetens*. Tot en met week 34 wordt vervolgens nog steeds Code A bij de inlaat van de eb/vloed containers gemeten en in het bassin tot en met week 31. Eind week 42 is de dosering weer gestart en binnen 3 weken wordt er weer > 0,2 ppm Code A bij de inlaat van de containers gemeten.

Elke maand is er een monster genomen van het water opgevangen in bassin B (onbehandeld) en bassin E (behandeld). Dit water is getoetst op *Fusarium foetens*. In de periode van week 17 tot week 27 is alleen bij aanvang van de dosering *Fusarium foetens* in bassin E aangetroffen. In bassin B was dit net andersom. Bij de hernieuwde start in week 42 bleek in beide bassins *Fusarium foetens* aanwezig te zijn. In bassin B blijft deze schimmel aangetoond tot week 52, in bassin E is het wisselend. Opvallend is dat in beide bassins in week 4 en 8 geen *Fusarium foetens* meer is aangetroffen.

Tabel 4: Overzicht uitslagen en waarnemingen

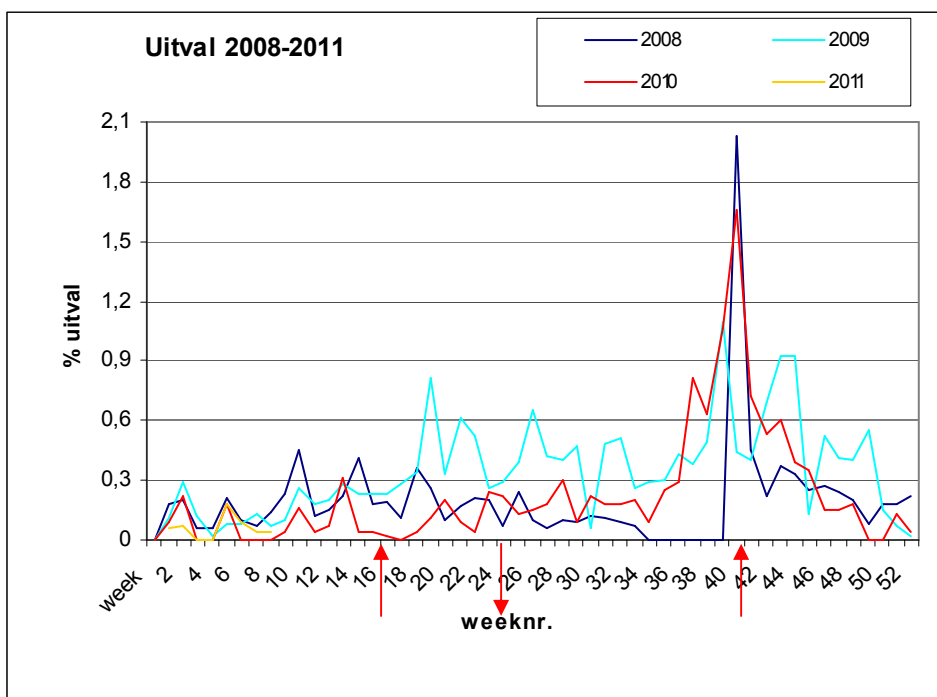
| Wk | Waarde leiding in | Waarde inlaat eb/vloed | Waarde uitlaat eb/vloed | Waarde inlaat bassin | Waarde in bassin E | Bassin E Behandeld* | Bassin B Controle* | % uitval <i>F. oetens</i> /week |
|------|-------------------|------------------------|-------------------------|----------------------|--------------------|---------------------|--------------------|---------------------------------|
| | ppm | ppm | ppm | ppm | ppm | | | |
| 2010 | | | | | | | | |
| 17 | 1 | 0,21 | 0,27 | x | x | F.f. | n.a. | |
| 18 | 1 | 0,16 | 0,09 | x | x | | | 0,05% |
| 19 | 1 | 0,24 | 0,22 | x | x | | | 0,11% |
| 20 | 1 | 0,22 | 0,17 | x | x | | | 0,20% |
| 21 | 1 | 0,25 | 0,15 | x | x | n.a. | n.a. | 0,09% |
| 22 | 1 | 0,31 | 0,13 | x | x | | | 0,05% |
| 23 | 1 | 0,19 | 0,12 | x | x | | | 0,24% |
| 24 | 1 | 0,29 | 0,25 | x | x | | | 0,23% |
| 25 | 1 | 0,24 | 0,22 | x | 0,05 | n.a. | F.f | 0,14% |
| 26 | 1 | 0,26 | 0,23 | x | x | | | 0,15% |
| 27 | 0 | 0,22 | 0,18 | 0,05 | 0,04 | | | 0,18% |
| 28 | 0 | 0,18 | 0,14 | 0,04 | 0,04 | | | 0,30% |
| 29 | 0 | 0,15 | 0,12 | 0,04 | 0,03 | n.a. | n.a. | 0,09% |
| 30 | 0 | 0,12 | 0,09 | 0,02 | 0,02 | | | 0,23% |
| 31 | 0 | 0,1 | 0,06 | 0,02 | 0 | | | 0,18% |
| 32 | 0 | 0,07 | 0,03 | 0 | 0 | | | 0,18% |
| 33 | 0 | 0,04 | 0,01 | 0 | 0 | x | x | 0,20% |
| 34 | 0 | 0,02 | 0 | 0 | 0 | | | 0,09% |
| 35 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | | | 0,25% |
| 36 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | | | 0,29% |
| 37 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | x | x | 0,81% |
| 38 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | | | 0,63% |
| 39 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | | | 1,06% |
| 40 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | | | 1,66% |
| 41 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | x | x | 0,73% |
| 42 | 1 | 0,03 | 0 | 0 | 0 | | | 0,53% |
| 43 | 1 | 0,15 | 0,07 | x | x | F.f. | F.f. | 0,60% |
| 44 | 1 | 0,18 | 0,10 | x | x | | | 0,39% |
| 45 | 1 | 0,21 | 0,12 | x | x | | | 0,35% |
| 46 | 1 | 0,23 | 0,14 | x | x | | | 0,15% |
| 47 | 1 | 0,23 | 0,20 | x | x | n.a. | F.f | 0,15% |
| 48 | 1 | 0,25 | 0,21 | x | x | | | 0,18% |
| 49 | 1 | 0,24 | 0,2 | 0,05 | 0,04 | | | 0,00% |
| 50 | 1 | 0,24 | 0,24 | 0,04 | 0,05 | | | 0,00% |
| 51 | 1 | 0,23 | 0,22 | 0,06 | 0,07 | | | 0,14% |
| 52 | 1 | 0,27 | 0,20 | 0,06 | 0,05 | F.f. | F.f. | 0,05% |
| 2011 | | | | | | | | |
| 1 | 1 | 0,24 | 0,23 | 0,05 | 0,05 | | | 0,06% |
| 2 | 1 | 0,28 | 0,20 | 0,06 | 0,04 | | | 0,08% |
| 3 | 1 | 0,25 | 0,21 | 0,05 | 0,03 | | | 0,00% |
| 4 | 1 | 0,26 | 0,18 | 0,05 | 0,05 | n.a. | n.a. | 0,00% |
| 5 | 1 | 0,24 | 0,19 | 0,04 | 0,06 | | | 0,18% |
| 6 | 1 | 0,29 | 0,20 | 0,06 | 0,09 | | | 0,09% |
| 7 | 1 | 0,28 | 0,22 | 0,05 | 0,05 | | | 0,36% |
| 8 | 1 | 0,24 | 0,2 | 0,06 | 0,05 | n.a. | n.a. | 0,05% |

*F.f. betekent *Fusarium foetens* aangetoond; 'n.a.' betekent niet aangetoond; 'x' is niet onderzocht.

6.2 Uitval in planten

In Figuur 3 staan de uitvalcijfers vanaf 2008 weergegeven in percentage van het totaal aantal planten. Opvallend is de terugkerende piek na week 40 en een lichte toename vanaf week 10, dit zijn ook de momenten dat de planten relatief rijp op de tuin staan. Hoe ouder/rijper het gewas hoe duidelijker *Fusarium* tot uiting komt. In de rustige weken qua uitval wordt er ook minder frequent ziek gezocht of helemaal overgeslagen (zoals in week 49/50 van 2010 en 3/4 van 2011). Het uitvalpercentage van de eerstvolgende week is dan de totale uitval van de voorafgaande weken dat er niet is ziek gezocht.

Na het starten van de dosering in week 17, blijft de uitval laag. In week 27 is er niet gedoseerd en de uitval blijft redelijk vlak. In week 36 begint de uitval te stijgen, waarbij de piek in week 42 wordt bereikt. Op dat moment start ook de dosering weer. De uitval neemt geleidelijk af en blijft laag tot in week 08-2011.



Figuur 3: Uitval per week vanaf 2008 tot heden.

Aan de planten worden tijdens de proef geen effecten van de toediening van Code A gesignaleerd. De planten zijn met vier weken teeltduur in de afweek relatief kort behandeld. Daarnaast werd het water van onderaf opgezet middels eb/vloed en is niet zoals op het Phalaenopsis bedrijf over het gewas heen water gegeven.

Op dit bedrijf is niet geconstateerd dat de algengroei of verslijming in de leidingen verminderd is gedurende de proef.

7 Conclusies en aanbevelingen

7.1 Phalaenopsis

Toevoeging van Code A aan het gietwater heeft gezien de schone leidingen niet geleid tot verstoppingen door het loskomen van de biofilm in het watergeefstelsel. Na 8 gietbeurten met 1 ppm Code A werd geen *Acidovorax avenae* meer aangetroffen in de behandelde leiding. Na 8 gietbeurten met 0,75 ppm Code A in een andere leiding is de bacterie niet afdoende te verwijderen uit het watergeefstelsel, ondanks dat er nog 0,08-0,12 ppm gemeten wordt in het water.

De uitval in de planten is gedurende de proef te minimaliseren tot 5-10 planten per week, waar voor aanvang de uitval rond 100 planten per week lag. Opgemerkt moet worden dat er geen onbehandelde controlepartij mogelijk was, zodat andere invloeden niet geheel uit te sluiten zijn. Praktijkervaring leert echter dat de, door de teler reeds goed uitgevoerde hygiënische maatregelen, niet afdoende zijn om zo'n teruggang in uitval te veroorzaken. Na de start van de dosering bleek na 2 weken dat de planten met bacterievlekken 'drogere' symptomen kregen en kon het ziek zoeken beperkt worden tot 2 à 3 x per week. Na een behandeling van 6 weken was de uitval teruggelopen tot ca 25 planten per week en was het 'uitwolken' van de bacterieaantasting gestopt. Het ziek zoeken gebeurt sindsdien alleen nog voordat er wordt watergegeven of bij het uitzetten en de uitval beperkt zich tot hooguit 10-15 planten per week. Daarnaast bleef de uitval beperkt tot de bewuste partij en is geen nieuwe uitval in naastliggende partijen ontstaan.

Tijdens de proef zijn geen negatieve effecten op het gewas van de toediening van Code A gesignaleerd. Een bijkomend voordeel is dat de algengroei minder sterk terugkomt als normaal.

7.2 Begonia

Binnen enkele weken na de start van de dosering wordt er meer dan 0.20 ppm Code A in het watergeefstelsel aangetroffen. Ondanks de organische 'vervuiling' in het water door met name substraatdeeltjes op de containers en slib en algen in het bassin blijft de gemeten waarde redelijk stabiel. Ook in het bassin waarin het behandelde water wordt opgevangen (bassin E) zijn continu hoeveelheden Code A aangetroffen, deze waren echter wel minimaal en lagen tussen de 0.02 en 0.09 ppm Code A.

In het onbehandelde bassin (B) is *Fusarium foetens* regelmatig aangetroffen, in het behandelde bassin (E) is dit minder frequent. Indien uit de monsterring blijkt dat *Fusarium foetens* niet is aangetoond, wil dat nog niet zeggen dat de schimmel helemaal niet aanwezig is. Pas indien met meerdere monsterringen geen *Fusarium foetens* is aangetoond, is het aannemelijk dat de schimmel niet aanwezig is. Mogelijk kan het watergeefstelsel goed gereinigd worden, maar doordat er op dit bedrijf een continue doorloop is van partijen uit het onbehandelde watergeefstelsel, blijft besmetting via het

water mogelijk. Het gereinigde watergeefstelsel raakt vervolgens weer besmet via het plantmateriaal.

De uitval in de planten is aanwezig, maar lijkt zeker de laatste weken van de proef (week 1-8) te verminderen. Ook is in de watermonsters van de bassins in deze weken geen *Fusarium foetens* aangetroffen. Of dit veroorzaakt wordt door een lagere ziektedruk, of door andere (teelt)factoren is in deze praktijkproef niet duidelijk geworden.

Op dit bedrijf is niet geconstateerd dat de algengroei of verslijming in de leidingen verminderd is gedurende de proef. Mogelijk dat door de onderbreking van de dosering de werkingstijd voor het oplossen van de biofilm nog niet voldoende lang was.

7.3 Aanbevelingen

Aangezien de uitval in de *Phalaenopsis* behoorlijk is afgenomen en er geen herbesmetting van de bacterie naar andere partijen heeft plaatsgevonden, is het reinigen van het watergeefstelsel met minimaal 1 ppm Code A mogelijk. De exacte dosering zal afhankelijk zijn van de vervuiling in de leidingen en de manier van watergift. Dit zal per bedrijf nader bepaald moeten worden. In deze praktijksituatie is bij de gehele watergift Code A gedoseerd. Een vraag uit de praktijk is of er alleen in laatste minuut gedoseerd kan worden. Verwacht wordt dat de inwerkingstijd verkort wordt, waardoor het langer duurt voordat effect optreedt.

Hoewel de resultaten bij *Begonia* wisselend zijn, is de algehele tendens wel een verlaagde ziektedruk van *Fusarium* op het bedrijf. Enerzijds zou meer effect behaald kunnen worden als de gehele waterloop van het bedrijf met Code A behandeld zou worden. Anderzijds zou mogelijk een verhoging van Code A (ca. 1,5 ppm) tot een verbeterde reiniging van de meer hardnekkige schimmel *Fusarium foetens* in het watergeefstelsel kunnen leiden.

Aangezien Code A reageert met organische verbindingen (chelaten) is de verwachting dat bijvoorbeeld ijzer- en mangaanchelaten een verbinding aangaan. Langdurig gebruik van Code A en regelmatige drain-analyses moeten uitwijzen of er daarnaast accumulatie ontstaat van ongewenste voedingszouten.