

Onderzoek naar alternatieven voor het gebruik van formaline in de bollenteelt

Alternatieven voor formaline in de voorweek- en warmwater-behandeling en vervangen van formaline tijdens het ontsmetting via dompelen kort voor planten.

Martin van Dam, Marjan de Boer, Arie van der Lans, Suzanne Breeuwsma

Praktijkonderzoek Plant & Omgeving,
onderdeel van Wageningen UR
Business Unit Bloembollen, Boomkwekerij en Fruit
PPO nr. 32 361354 00; PT. Nr. 14439
April 2013

© 2013 Wageningen, Stichting Dienst Landbouwkundig Onderzoek (DLO)


Alle intellectuele eigendomsrechten en auteursrechten op de inhoud van dit document behoren uitsluitend toe aan de Stichting Dienst Landbouwkundig Onderzoek (DLO). Elke openbaarmaking, reproductie, verspreiding en/of ongeoorloofd gebruik van de informatie beschreven in dit document is niet toegestaan zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van DLO.

Voor nadere informatie gelieve contact op te nemen met: DLO in het bijzonder onderzoeksinstituut Praktijkonderzoek Plant & Omgeving, Bloembollen, Boomkwekerij en Fruit

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

Projectnummer PT: 14439

Projectnummer PPO: 32 361354 00

De bloembollensector investeert in dit project via het Productschap  Tuinbouw

Praktijkonderzoek Plant & Omgeving, onderdeel van Wageningen UR Business Unit Bloembollen, Boomkwekerij en Fruit

Adres : Postbus 85, 2160 AB Lisse
: Prof. Van Slogterenweg 2, 2161 DW Lisse
Tel. : +31 252 462121
Fax : +31 252 462100
E-mail : info.bollen.ppo@wur.nl
Internet : www.ppo.wur.nl

Inhoudsopgave

INHOUDSOPGAVE	3
SAMENVATTING.....	5
1 INLEIDING	7
2 ALTERNATIEVEN IN VOORWEEK- EN WARMWATERBEHANDELING	9
2.1 Inleiding	9
2.2 Materiaal en methode.....	9
2.2.1 Algemene opzet.....	9
2.2.2 Reinigingssystemen	11
2.3 Resultaten.....	13
2.3.1 Filtering met lamellenseparator	13
2.3.2 Ozon.....	14
2.3.3 Ultrasoon + kortwerkende middelen	16
2.4 Discussie	19
2.4.1 Combinatie lamellenfilter en ozon	19
2.4.2 Combinatie ultrasoon en reinigingsmiddel	20
2.5 Conclusies	21
3 ALTERNATIEVEN IN DOMPELBEHANDELINGEN.....	23
3.1 Inleiding	23
3.2 Materiaal en methode.....	23
3.3 Resultaten.....	25
3.3.1 Laboratoriumproef	25
3.3.2 Boldompelingsproef 1 ^e jaar.....	25
3.3.3 Resultaat boldompelingsproef 2 ^e jaar	26
3.4 Conclusies	28
3.5 Discussie	28
4 NIEUWE MANIEREN VAN HET GEVEN VAN WARMTEBEHANDELINGEN AAN BOLLEN.....	29
5 COATEN EN SCHUIMEN ALS ALTERNATIEF VOOR ONTSMETTEN DOOR MIDDEL VAN DOMPELEN OF DOUCHEN.....	31
5.1 Coating	31
5.2 Schuimontsmetten van bollen en knollen.....	32
BIJLAGE 1 UITPLAATMEDIA VAN DE WATERMONSTERS.....	35
BIJLAGE 2. KORT WERKENDE MIDDELEN EN HUN TOELATING.....	35

Samenvatting

Formaline wordt in de bollensector toegepast in zogenaamde “natte” bolbehandelingen voor het voorkomen van verspreiding van schimmels en bacteriën. Het voornaamste doel daarbij is het doden van micro-organismen als schimmels en bacteriën die via het water worden verspreid. Formaline verbetert tevens het effect van de warmwaterbehandeling tegen aaltjes in narcis en lelie.

Momenteel mag formaline zeer beperkt, via vrijstellingen, worden gebruikt in hyacint en lelie. Mogelijk zal in de toekomst het gebruik van formaline in de bollenteelt verboden worden. Om problemen met ziekteverspreiding tegen te gaan is er zeer dringend behoefte aan een alternatief voor formaline.

In warmwaterbehandelingen en bij het voorweken zijn mogelijkheden voor het reinigen van proceswater onderzocht. Zo is gekeken naar de combinatie van lamellenfilter en ozon. Hierbij wordt het rondgepompte water eerst ontdaan van slib en zwevende delen waarna ozon wordt toegediend. Door te filteren is minder ozon nodig in de ‘ozon’-stap. In een kiemtest met *Fusarium*sporen en bacteriën werd wel een reductie geconstateerd van beide organismen, maar de werking ervan was onvoldoende. Vooral als met vuil water werd gewerkt zoals in de praktijk op bollenbedrijven, liet de methode onvoldoende effect zien. Getest op de bollen bleken er nog teveel narcissen te worden aangetast. De oorzaak van de tegenvallende werking moet worden gezocht in het feit dat er na filtering nog steeds te veel opgelost vuil in het water achterblijft, waardoor veel meer ozon nodig is voor een goede ontsmetting.

Een combinatie van ultrasound en kortwerkende middelen in het warmwaterbad werd ook getest in dit onderzoek. Hoewel proeven zónder bollen maar in vuil water eerst wel afname van sporen en bacteriën te zien gaven, was het resultaat mét bollen toch ingewikkelder. De combinatie met Jet 5 (in verlaagde concentratie vanwege het kostenbesparing) gaf onvoldoende vermindering van bolrot in de getoetste narcissenbollen. Twee andere middelen, Spore-Stop en een experimenteel middel, toegepast in normale dompelconcentratie, gaven in combinatie met ultrasound een beter effect. Deze betere uitslagen waren echter nog steeds veel minder goed dan we gewend zijn van formaline in het kookbad (zonder ultrasound). Er is daarmee dus nog geen goede vervanger voor formaline gevonden.

Koken van narcissen met toevoeging van fungiciden voor bolontsmetting is onderzocht waarbij werd getest of verhoging van de concentratie van een of meerdere fungiciden, óf het toevoegen van kortwerkende middelen als Dipper, Spore-Stop of Jet 5, als alternatief voor formaline konden dienen. Uit dit onderzoek bleken zowel de standaard combinatie van fungiciden als de behandelingen met verhoogde concentraties of met de toevoegingen alle werkzaam tegen bolrot in narcis. Voor deze toepassing zou dus formaline niet *per se* te hoeven worden gebruikt. Wel bleek dat de gezondheid van de gebruikte partij daarbij een belangrijke rol speelt. Een partij met veel latent zieke bollen krijgt door de behandeling meer bolrot. Het effect van de middelen daartegen is minder goed.

Binnen dit onderzoek is gekeken naar mogelijk nieuwe methoden van warmtebehandelingen zonder water. Zo kan bijvoorbeeld worden gedacht aan een gel of zand als warmtedrager of verwarming tussen twee waterbedden. Op dit moment zijn deze nieuwe ideeën nog te prematuur. Er zijn nog veel onbeantwoorde vragen en de technieken bieden nog niet voor alle problemen een oplossing.

Bij het koud dompelen of douchen voor het planten bestaat ook kans op verspreiding van ziekten en wordt wel eens gedacht aan het toepassen van formaline. Er zijn twee alternatieven: coaten en schuimen. Wat het coaten betreft lijkt de techniek die in de zaadindustrie wordt gebruikt veelbelovend. Het schuimen is een bestaande, bruikbare, maar toch vrij onbekende techniek. Groot voordeel bij deze methode is de geringe hoeveelheid (nagenoeg geen) restvloeistof.

Tenslotte: Vervangen van formaline bij de toepassingen als warmwaterbehandeling en voorweken blijkt lastiger dan gedacht. De sporendodende werking van veel alternatieven is minder goed of wordt belemmerd door de sterke vervuiling in bollenbaden. Bij bolontsmetting blijkt de noodzaak van formaline niet sterk.

1 Inleiding

Formaline wordt in de bollensector toegepast in zogenaamde “natte” bolbehandelingen voor het voorkomen van verspreiding van schimmels en bacteriën. Echter, momenteel mag formaline zeer beperkt, via vrijstellingen, worden gebruikt in hyacint en lelie. Mogelijk zal in de toekomst het gebruik van formaline in de bollenteelt verboden worden. Om problemen met ziekteverspreiding tegen te gaan is er zeer dringend behoefte aan een alternatief voor formaline.

De voornaamste reden dat formaline wordt toegevoegd aan de warmwater- of voorweekbaden is het dodend effect op micro-organismen zoals schimmels en bacteriën (tabel1). Op deze manier wordt verspreiding van ziekteverwekkers afkomstig van de bollen in het bad voorkomen. Formaline wordt om deze reden ook gebruikt bij het dompelen van bollen in een mengsel van fungiciden vlak voor het planten. Deze fungiciden beschermen daarna de bollen langdurig na het planten tegen ziekteverwekkende bodemschimmels.

Formaline verbetert tevens het effect van de warmwaterbehandeling tegen aaltjes in narcis en lelie.

Tabel 1 Overzicht van bolbehandeling per bolsoort en daarbij de belangrijkste ziekten en plagen die door formaline bestreden worden.

Bolsoort	Behandeling met formaline	Ziekten en plagen bestreden door formaline
Narcis	Voorweek behandeling	Bolrot (<i>Fusarium</i>)
	Warmwaterbehandeling	Bolrot (<i>Fusarium</i>) Stengelaaltje (<i>Ditylenchus dipsaci</i>)
Hyacint	Dompelbehandeling	Bolrot (<i>Fusarium</i>)
	Dompelbehandeling	Agressief snot (<i>Dickeya</i>) Witsnot (<i>Pectobacterium</i>) Geelziek (<i>Xanthomonas</i>)
Lelie	Warmwaterbehandeling	Woekerziekte (<i>Rhodococcus fascians</i>) Bolrot (<i>Fusarium</i>) Wortellesieaaltjes (<i>Pratylenchus penetrans</i>)

Dit rapport beschrijft onderzoek dat is gericht op het vinden van alternatieven voor formaline bij gebruik in voorweek- en warmwaterbehandeling. Daarnaast wordt onderzocht of er voor de toepassing van formaline als toevoeging bij bolontsmetting alternatieve middelen of methoden beschikbaar zijn.

In beide delen spelen alternatieve kort werkende, direct dodende middelen een belangrijke rol. Als testgewas wordt narcis gebruikt, maar de bevindingen zullen meestal ook kunnen worden toegepast op andere bolgewassen.

In hoofdstuk 2 worden proeven en resultaten van het onderzoek naar alternatieven bij voorweek- en warmwaterbehandeling beschreven. Hoofdstuk 3 gaat in op de alternatieven voor formaline bij de boldompeling (bolontsmetting).

Een oriëntatie naar nieuwe methoden voor warmwaterbehandeling wordt beschreven in hoofdstuk 3. De perspectieven voor coating en schuimen als alternatief voor dompelen en douchen (ontsmetting), staan in hoofdstuk 4.

In dit rapport worden soms middelen of concentraties genoemd waarvoor geen toelating is voor gebruik in de praktijk. De toepassingen zijn hier uitsluitend voor onderzoeksdoeleinden ingezet. In een enkel geval is, om ongewenst gebruik niet aan te moedigen, een code (Middel-A, Middel-B, etc) gebruikt.

Raadpleeg voor het gebruik altijd het wettelijk gebruiksvoorschrift van een middel.

2 Alternatieven in voorweek- en warmwaterbehandeling

2.1 Inleiding

Bij het reinigen van proceswater van warmwaterbehandeling, is sprake van een deel waar bollen in water staan en een deel waar water wordt rondgepompt en verwarmd. Hierdoor ontstaat de mogelijkheid om het water te filteren, reinigen of te ontsmetten waarna het weer terug gebracht wordt in het bad. Op deze manier stroomt er constant 'schoon' water in het bad en wordt vuil water uit het bad gepompt.

Als eerste stap in het onderzoek is gekeken naar de combinatie van filtering met behulp van een lamellenfilter en ozon. Het lamellenfilter maakt het water schoner waardoor er in principe minder ontsmettingsmiddel nodig is voor het doden van ziektekiemen (ozon reageert sterk met elke organische vervuiling in het water).

Het reinigen van het proceswater is wellicht niet afdoende omdat de ziekteverwekkers niet direct aangepakt worden in het dompelbad zelf. Daarom werd ook een aantal toe te voegen middelen getest. Deze middelen zijn Jet5, Dipper en Spore-Stop. Met deze middelen is ervaring als reinigings- of ontsmettingsmiddel. Dipper en Spore Stop zijn daarvoor ook toegelaten. Zie ook bijlage 2 voor informatie over deze middelen.

In de loop van het onderzoek kwam een combinatie van ultrasound en reinigingsmiddel ter tafel. De theorie daarbij was dat de inwerking van ultrasound op de wand van sporen en bacteriën deze gevoeliger, meer doorlaatbaar maakt voor reinigingsmiddelen. Dit is uitgetest, mede dankzij de welwillende medewerking van de Fa Akerboom en Arcazen, die voor de benodigde apparatuur hebben gezorgd.

2.2 Materiaal en methode

2.2.1 Algemene opzet

Ter vervanging van formaline in voorweek- en warmwaterbehandelingen zijn verschillende alternatieve reinigingsmethoden uitgetest. Afhankelijk van de reinigingsmethode zijn verschillende proefopstellingen gebruikt. In de meeste proefopstellingen werd water (eventueel met bollen) gedurende 2.5 uur verwarmd bij 43.5°C. Reiniging van het water vond plaats buiten de kookketel. Hiertoe werd water van onderuit de kookketel in het reinigingssysteem gepompt, waarna het gerecirculeerd werd en weer bovenin de kookketel terugstroomde.

Het water in de ketel werd voorafgaande aan de warmwaterbehandeling besmet met *Fusarium oxysporum f.sp. narcissi* (veroorzaakt bolrot in narcis) en met *Rhodococcus fascians* (bacterie, veroorzaker van woekerziekte in lelie).

De effecten van de verschillende reinigingsbehandelingen zijn getest in schoon water, vuil water en/of vuil water met bollen. Bij het koken met bollen is gekozen voor narcissenbollen, omdat deze tijdens koken veel 'vuil' in het water afgeven.

Om de effectiviteit van de reinigingsbehandelingen vast te stellen zijn tijdens de warmwater- en reinigingsbehandelingen watermonsters genomen en uitgeplaat. Bij de tests met bollen (biotoetsen) is na de warmwater- en reinigingsbehandelingen het percentage geïnfecteerde bollen bepaald.

Reinigingsmethoden

De volgende reinigingsmethoden zijn uitgetest, afzonderlijk of in combinatie:

1. Filtering van 'vuil' uit water via een lamellenseparator
2. Ozon
3. Ultrasound
4. Fungiciden (kortwerkende)

Voor details reinigingssystemen zie hieronder.

Te reinigen water

De reinigingsmethoden zijn uitgetest in schoon water, vuil water of in vuil water met bollen:

1. Schoon water.
Water uit regenwaterbassin.
2. Vuil water: simulatie 'vuil' water dat bij koken van narcissen ontstaat.
Vuil water werd 'gemaakt' door in de ketel een kuubskist met (gezonde) narcissenbollen gedurende 2.5 uur te koken bij 43°C.
3. Vuil water met bollen van narcis: simulatie van een 'echte' warmwaterbehandeling.
 - In ketel met vuil water een kuubskist met bollen: zakjes met 30 of 50 zwaar Fusarium-besmette bollen en zakjes met gezonde bollen (voor biotoets) in verschillende lagen neergelegd. Voor de gezonde bollen is uitgegaan van zakjes met 'ronde' bollen en zakjes met 'dubbelneuzen' (narcis cultivar 'Dutch Master' of 'Carlton'). Dubbelneuzen laten zich vermoedelijk makkelijker besmetten en infecteren dan ronde bollen. Tussen elke laag met besmette bollen en laag met gezonde bollen bevond zich een laag met zgn. bufferbollen om contact van besmette en gezonde bollen te voorkomen en ter opvulling (zie figuur 1).
 - Vuil, besmet water werd verkregen door een kuubskist, gevuld met gezonde narcissenbollen en 75 doorsneden besmette (Fusarium-)bollen, gedurende 2.5 uur te koken bij 43.5°C.

Afhankelijk van de effectiviteit van een reinigings-behandeling is de behandeling alleen getest in schoon en/of vuil water of ook in vuil water met bollen.

	15 cm lege ruimte
laag 1	Bufferbollen
laag 2	10 zakken met zwaar aangetaste Fusarium-bollen
laag 3	Bufferbollen
laag 4	5 zakken narcis 'Rond' en 5 zakken narcis 'Dubbelneus'
laag 5	Bufferbollen
laag 6	10 zakken met zwaar aangetaste Fusarium-bollen
laag 7	Bufferbollen
laag 8	5 zakken narcis 'Rond' en 5 zakken narcis 'Dubbelneus'
laag 9	Bufferbollen

Figuur 1. Schematische weergave van de gelaagde vulling van de kuubskist met bollen van narcis (ziek, gezond en buffer).

Kunstmatige besmetting water

Testen schoon water en vuil water (zonder bollen)

Na vulling van de ketel met water en opwarmen van het water zijn sporen van *F. oxysporum* (afhankelijk van proef 300 – 18000 sporen/ml) en *R. fascians* aan het water in de ketel toegevoegd.

In de eerste proef bleek dat *R. fascians* na uitplaten van de watermonsters niet afzonderlijk te tellen was i.v.m. het grote aantal andere bacteriën in het systeem. Besloten is om in de vervolgprouwen geen *R. fascians* meer aan het water toe te voegen maar alle bacteriën te tellen. De bacteriën waren van 'nature' in het systeem aanwezig en ook de lamellenseparator bleek vervuild te zijn met bacteriën. In de tests met vuil water vormde het vuile water een ook belangrijke bacterie-bron.

Testen vuil water met bollen

Besmetting vond plaats tegelijk met het 'vuil' maken van het water (zie hierboven bij 'Te reinigen water': koken met 75 doorsneden besmette (Fusarium-)bollen).

Bepaling effectiviteit behandelingen

Water

Voordat het water door het gehele reinigingssysteem werd gepompt is een aantal watermonsters genomen als nulmeting:

- na het opwarmen van het water, vóór toevoegen van de ziekteverwekkers aan het water: watermonsters in duplo bij de 'inlaat' (punt waar water het reinigungsapparaat instroomt) en 'uitlaat' (punt waar water het reinigungsapparaat uitstroomt)
- na toevoegen van de ziekteverwekkers aan het water in de ketel en na 10 à 15 minuten rondpompen van het water in de ketel: een watermonster in duplo uit het ketelwater.

Vanaf het moment dat het ketelwater door het reinigingssysteem werd gepompt en gerecirculeerd is gedurende 150 minuten om de 10 of 15 minuten op de verschillende 'inlaat'- en 'uitlaat'punten in het systeem een watermonster genomen. Alle watermonsters werden in duplo genomen.

De watermonsters zijn uitgeplaat op een groeimedium (details in Bijlage 1)

Na uitgroei op het groeimedium zijn bepaald:

- Fusarium: aantal sporen per milliliter
- Bacteriën: het aantal kolonie-vormende eenheden per milliliter (cfu/ml) van alle voorkomende bacteriën (niet specifiek *R. fascians*). Bij grote aantallen bacteriën bepaling aan de hand van een index voor het aantal kolonie-vormende units per milliliter.

Bollen (Biotoets)

Na de warmwaterbehandeling zijn de gezonde bollen (10 zakjes met 'ronde' bollen, 10 zakjes met 'dubbelneuzen') na uitlekken opgeplant op potgrond. De bollen zijn gedurende ca. 2 weken beworteld bij 12°C en vervolgens bij 23°C gezet. Na minimaal 4 weken zijn de bollen doorgesneden en is het aantal bollen met bolrot (geïnfecteerd met *Fusarium*) bepaald.

Voor bepaling van de effectiviteit aan de hand van het ziek worden van bollen zijn 2 controle-behandelingen uitgevoerd waarvan de bollen ook zijn opgeplant:

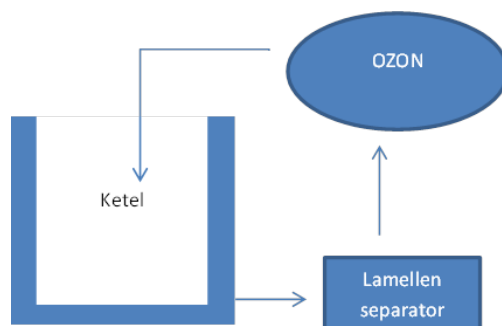
- bollen gedurende 2.5 uur gedompeld in schoon koud water (detecteren aanwezigheid latent zieke bollen)
- bollen gedurende 2.5 uur gekookt bij 43.5°C in vuil besmet water.

2.2.2 Reinigingssystemen

Filtering en ozon

Als basis voor de proefopstelling is de kookketel van PPO Lisse gebruikt. Het reinigingssysteem bestond uit een filter (een zgn. lamellenseparator) gevolgd door een ozoninstallatie (beide van Fa. van Antwerpen Milieutechniek). In de ketel bevond zich afhankelijk van de proef 1000 à 1850 liter water. In het totale systeem bevond zich 3600 liter water. Het water werd in ca. 1 uur volledig rondgepompt.

De proefopstelling is in figuur 2 schematisch weergegeven.



Figuur 2. Schematische weergave van de reiniging van het water met behulp van een lamellenseparator en ozon.

Er zijn 2 verschillende ozongeneratoren gebruikt:

Ozon-generator 1, beperkte capaciteit:

Toegepaste dosering was 3 of 4 gram ozon per uur.

In deze tests was het reinigingssysteem bij aanvang van de tests gevuld met schoon water.

Ozon-generator 2, hoge capaciteit:

Toegepaste dosering was 16 of 60 gram ozon per uur.

In deze tests was het reinigingssysteem bij aanvang van de tests reeds gevuld met vuil, besmet water.

De tests met ozon zijn in het eerste jaar van het onderzoek uitgevoerd.

De volgende behandelingen zijn uitgevoerd:

	Jaar 1		
	Schoon water	Vuil water	Vuil water met bollen
Lamellenseparator	x	x	
Lamellenseparator + ozon 1 (ozonconc. 3 g/hr, 4 g/hr) ¹	x	x	x
Lamellenseparator + ozon 2 (ozonconc. 16 g/hr) ²			x
Lamellenseparator + ozon 2 (ozonconc. 16 g/hr, 60 g/hr) ^{2,3}	x	x	

¹ Ozon-generator 1, met beperkte capaciteit

² Ozon-generator 2, met grote capaciteit

³ Deel van de tests uitgevoerd met koud water

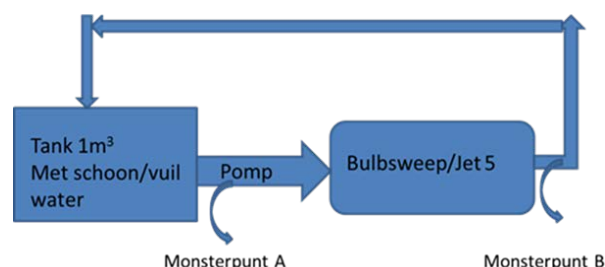
Ultrasound en kortwerkende middelen

Er is gebruik gemaakt van een mobiele kookketel (van Fa. Akerboom) met daarbij een ultrasoon-apparaat (Merk: BulbSweep van Arcazen).

Vanuit de kookketel werd het water gerecirculeerd, waarbij 10% van het gerecirculeerde water langs een ultrasoon-apparaat werd geleid. Kort voordat het water in contact kwam met de ultrasoon-golven, werd via een pompje een kortwerkend fungicide aan het water toegevoegd. De middelen die werden getest waren Jet 5 (in 2 concentraties, 0,1 en 0,2%), Spore-Stop (0,3%) en Middel-B (0,5%) (concentraties zijn de concentraties na menging van het middel in het hele systeem). Middel B is een reinigingsmiddel waarvoor nog geen toelating is, vandaar dat deze onder code wordt genoemd. Middel B en Spore-Stop werden niet, zoals Jet -5, in een lage concentratie gebruikt maar in de concentratie zoals die geldt voor ontsmetting en reiniging.

In verband met het afbreken van Jet 5 o.i.v. organische stoffen werd de concentratie Jet 5 regelmatig gecontroleerd m.b.v. indicatorstrookjes. Het totale systeem bevatte ca 2500 l water, waarvan 225 l in het ultrasoon-apparaat. In de eerste test is het systeem bij maximale capaciteit (pompsnelheid 55 m³/uur) uitgetest, in de daaropvolgende tests bij een lagere capaciteit (pompsnelheid 5.5 m³/uur).

Bij de meeste testen in jaar 1, met vuil (gemaakt) water is het vuile water vooraf eerst in een lamellenseparator gefilterd voordat het in het systeem werd gebracht. Bij aanvang van de tests was het reinigingssysteem reeds gevuld met vuil, besmet water. De proefopstelling is in figuur 3 schematisch weergegeven.



Figuur 3. Schematische weergave van de reiniging van het water met behulp van ultrasoon en Jet 5. Vanuit de kookketel werd het water gerecirculeerd, waarbij 10% van het gerecirculeerde water langs een ultrasoonapparaat werd gepompt. Vlak voor het ultrasoon-apparaat werd via een pompje een kortwerkend fungicide, nl. Jet 5, aan het water toegevoegd. De overige 90% van het rondgepompte water ging parallel direct naar de verwarming (niet in het schema).

De tests met ultrasoon en kortwerkende reinigingsmiddelen zijn in het eerste én in het tweede jaar van het onderzoek uitgevoerd. In het tweede jaar werden naast Jet-5 ook nog twee andere middelen getest; Spore-Stop en middel B. Dipper was in het tweede jaar niet meer verkrijgbaar door een productiefout bij de fabrikant. Dit middel is daarom niet toegepast, daarvoor in de plaats is middel B ingezet.

De volgende behandelingen zijn uitgevoerd:

	Jaar 1			Jaar 2
	Schoon water	Gefilterd vuil water	Ongefilterd vuil water	Ongefilterd vuil water met bollen
Ultrasoon, maximale pompcapaciteit ¹	x			
Ultrasoon bij lage pompcapaciteit ²	x			
Ultrasoon, lage pompcapaciteit ² + 0.1% Jet 5	x	x	x	x
0.1% Jet 5			x	
Ultrasoon, lage capaciteit ² + 0.2% Jet 5		x		x
0.2% Jet 5		x		
Ultrasoon, lage capaciteit ² + 0.3% Spore-Stop				x
Ultrasoon, lage capaciteit ² + 0.5% Middel B				x

¹ Pomp 55 m³/uur

² Pomp 5.5 m³/uur

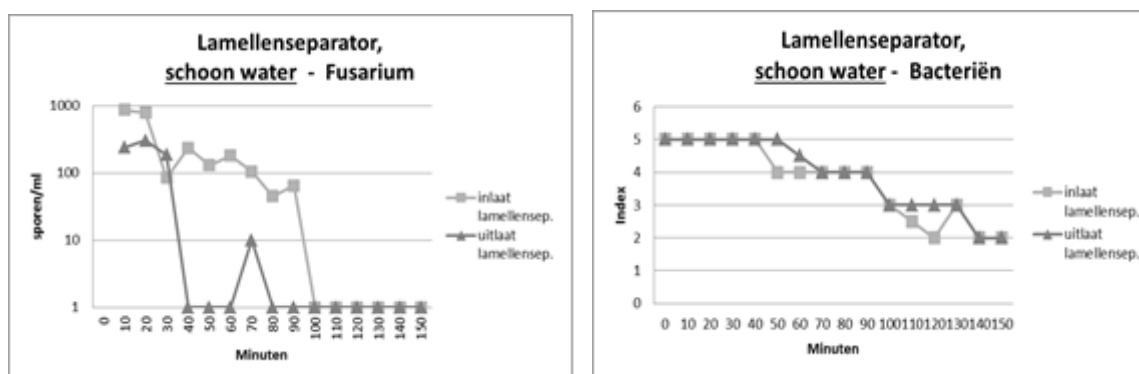
2.3 Resultaten

2.3.1 Filtering met lamellenseparator

De lamellenseparator was in schoon water zeer effectief tegen Fusariumsporen: na ca. 35 minuten nam bij de uitlaat het aantal sporen af van 300/ml naar 0 (Figuur 4A). Doordat het water in het systeem gercirculeerd werd nam ook bij de inlaat het aantal sporen geleidelijk af.

Ook het aantal bacteriën nam na verloop van tijd af door de lamellenseparator (Figuur 4B). De lamellenseparator was niet in staat om alle bacteriën te verwijderen. Er was geen verschil in het aantal bacteriën vóór en na de uitlaat van de lamellenseparator, doordat de lamellenseparator zelf ook 'vervuild' was met bacteriën.

Bij vuil water was de lamellenseparator niet effectief tegen Fusariumsporen en bacteriën.



Figuur 4A en 4B. Het effect van de lamellenseparator op het aantal Fusariumsporen (grafiek links) en het aantal bacteriën (grafiek rechts) bij schoon water. Aantal bacteriën weergegeven als index: 1= 1000 cfu/ml; 2= 3300 cfu/ml; 3= 7900 cfu/ml; 4= 17500 cfu/ml; 5= > 28000 cfu/ml.

2.3.2 Ozon

Schoon water

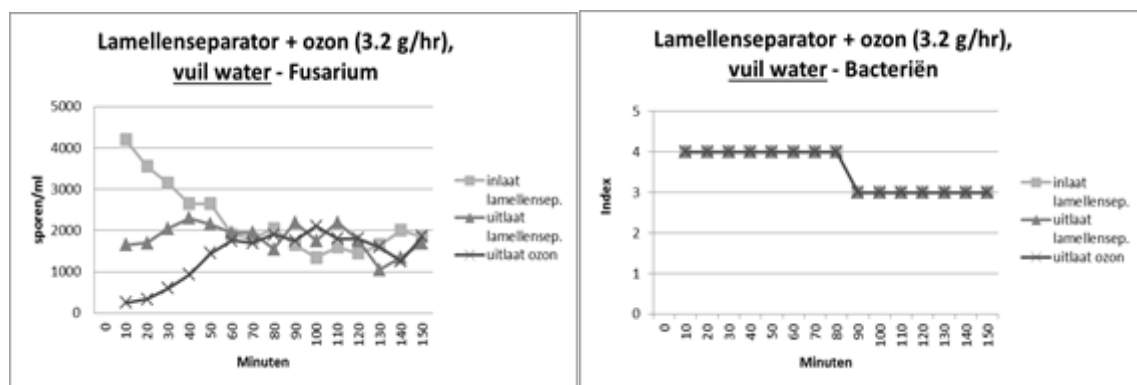
Ozon (3.2 g/uur) in combinatie met de lamellenseparator had in schoon water in dit experiment geen duidelijk effect op het aantal Fusariumsporen en het aantal bacteriën. Er is geen verklaring gevonden voor het verschil in werking tussen alleen de lamellenseparator in de bovenstaande paragraaf en dit resultaat.

Vuil water

De combinatie van 3.2 g ozon per uur en de lamellenseparator had ook in vuil water nauwelijks of geen effect op het aantal Fusariumsporen (Figuur 5A). Gedurende het eerste uur nam het aantal Fusariumsporen bij de in- en uitlaatpunten resp. af en toe. Dit werd veroorzaakt door menging in het systeem van Fusarium-besmet water uit de ketel met (aanvankelijk) 'schoon' water in het reinigingssysteem (lamellenseparator en ozongenerator): bij de inlaat van de lamellenseparator werd het Fusarium-besmette water uit de ketel verdund met het 'schone' water uit het reinigingssysteem; bij de uitlaat van de lamellenseparator en de ozongenerator werd het 'schone' water in het reinigingssysteem besmet met Fusarium-besmet water uit de ketel.

Ozon in combinatie met de lamellenseparator leidde tot een geringe afname van het aantal bacteriën in het water (Figuur 5B).

Opvallend was dat het water bij het verlaten van de lamellenseparator minder bruin was dan het oorspronkelijke vuile water. Het was echter nog steeds bruin en bevatte vermoedelijk nog veel fenolen op het moment dat het de ozongenerator in ging. De oxidatie van deze fenolen verklaart mogelijk waarom ozon in de toegepaste dosering niet effectief was.

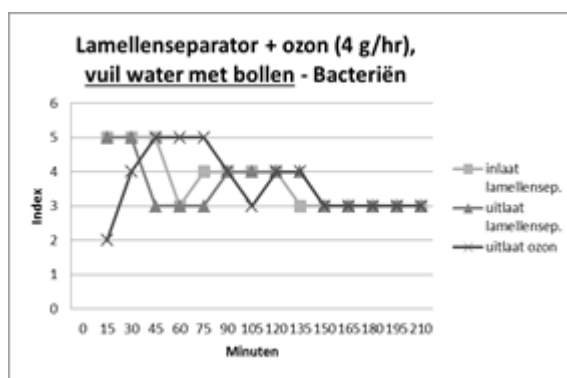
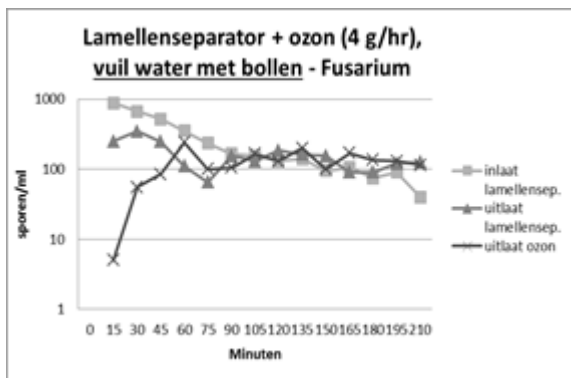


Figuur 5A en 5B. Het effect van de lamellenseparator in combinatie met een ozon-behandeling (3.2 g/uur) op het aantal Fusariumsporen (grafiek links) en het aantal bacteriën (grafiek rechts) bij vuil water. Aantal bacteriën weergegeven als index: 1= 2000 cfu/ml; 2= 10000 cfu/ml; 3= 20000 cfu/ml; 4= zeer dicht op elkaar liggende kleine losliggende kolonies; 5= 'smeer' van bacteriegroei.

Vuil water met bollen (1)

Ook bij vuil water met bollen had ozon (4 g/uur) in combinatie met de lamellenseparator nauwelijks of geen effect op het aantal Fusariumsporen (Figuur 6A): na resp. toename en afname van het aantal Fusariumsporen gedurende het eerste uur ten gevolge van menging van Fusarium-besmet en 'schoon' water in het systeem, bleef het aantal sporen op een constant niveau.

In vuil water met bollen was ook het effect van ozon in combinatie met de lamellenseparator op het aantal bacteriën slechts beperkt (Figuur 6B).



Figuur 6A en 6B. Het effect van de lamellenseparator in combinatie met een ozon-behandeling (4 g/uur) op het aantal Fusariumsporen (grafiek links) en het aantal bacteriën (grafiek rechts) bij vuil water geleid door een kuubskist met zieke en gezonde bollen. Aantal bacteriën weergegeven als index: 1= 2500 cfu/ml; 2= 10000 cfu/ml; 3= 40000 cfu/ml; 4= zeer dicht op elkaar liggende kleine losliggende kolonies; 5= 'smeer' van bacteriegroei.

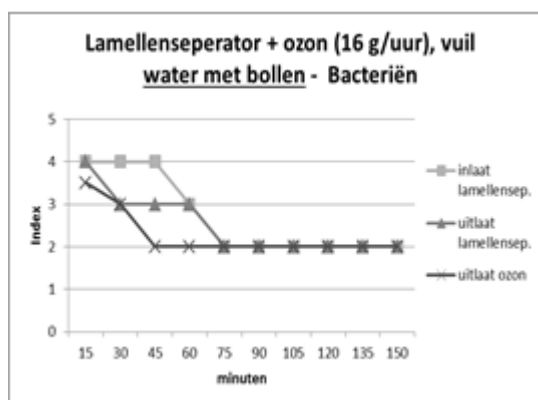
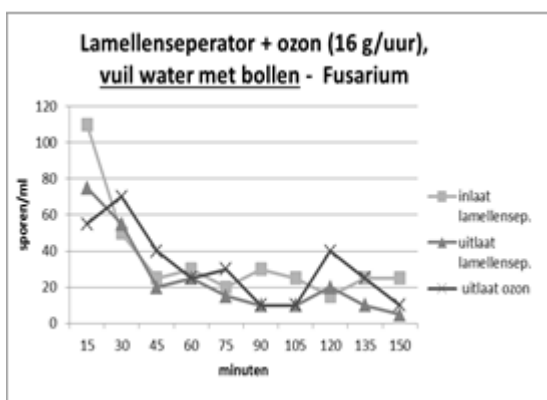
De (aanvankelijk) 'schone' bollen van de cultivar 'Dutch Master' zijn na kook- en reinigingsbehandeling opgeplant. Alle bollen werden, net als in de controle-behandeling (alleen warmwaterbehandeling) ziek. Dit gold zowel voor de ronde bollen als voor de dubbelneuzen.

Vuil water met bollen (2)

Er is een tweede test uitgevoerd met vuil water met bollen. Om de reiniging van het water mogelijk te verbeteren is er voor gekozen om een hogere ozonconcentratie toe te passen, nl. 16 g/uur. Hiervoor is een andere ozon-installatie ('Ozon-generator 2') gebruikt.

Een verhoging van de ozonconcentratie tot 16 g per uur leidde tot een duidelijke toename van de effectiviteit. Het aantal Fusariumsporen nam af van 60 à 80 sporen per ml tot ca. 10 sporen per ml (Figuur 7A).

Ook het aantal bacteriën nam af (Figuur 7B). De behandeling was voor bacteriën echter minder effectief dan voor Fusariumsporen.



Figuur 7A en 7B. Het effect van de lamellenseparator in combinatie met een ozon-behandeling (16 g/uur) op het aantal Fusariumsporen (grafiek links) en het aantal bacteriën (grafiek rechts) bij vuil water geleid door een kuubskist met zieke en gezonde bollen. Aantal bacteriën weergegeven als index: 1= 100-500 cfu/ml; 2= 2000 cfu/ml; 3= 12000 cfu/ml; 4= zeer dicht op elkaar liggende kleine losliggende kolonies; 5= 'smeer' van bacteriegroei.

Ook in deze test zijn de (aanvankelijk) 'schone' bollen van cultivar 'Dutch Master' na kook- en reinigingsbehandeling opgeplant. 70% Van de ronde bollen werd ziek en 29% van de dubbelneuzen (tabel 2). In de controle-behandeling (alleen warmwaterbehandeling) werd 100% van de bollen ziek. Dit betekent dat de afname van het aantal Fusariumsporen in het water o.i.v. ozon (16 g/uur) en de lamellenseparator, ook

heeft geleid tot een afname van het aantal zieke bollen. De effectiviteit van de reinigingsbehandeling was echter onvoldoende om besmetting van de bollen met *Fusarium* volledig te voorkomen.

Tabel 2. Het percentage bollen met bolrot bij reiniging m.b.v. de lamellenseparator en een ozon-behandeling (16 g/uur) bij ronde bollen en dubbelneuzen van de cultivar 'Dutch Master'

	% bolrot	
	Ronde bollen	Dubbelneuzen
Laag 2	72	28
	78	14
	76	42
	56	30
	82	44
Laag 1	68	48
	72	22
	62	26
	96	18
	42	20
Gemid.	70	29

Aanvullende testen met ozon

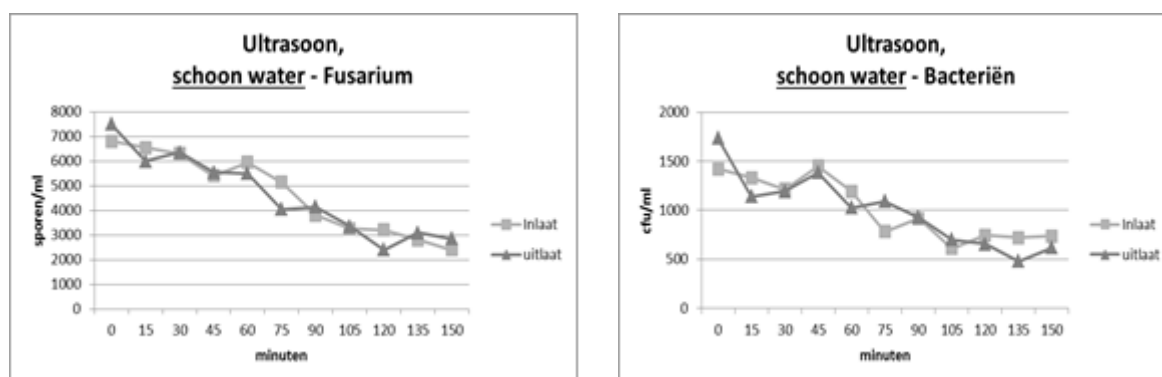
In aanvullende tests met ozon is onderzocht of de effectiviteit van ozon te verhogen was door een verdere verhoging van de ozonconcentratie naar 60 gram per uur. Ook is de werking van ozon in koud en warm water met elkaar vergeleken.

Uit deze tests bleek dat bij een verhoging van de ozonconcentratie tot 60 gram per uur de effectiviteit tegen *Fusarium*sporen in schoon koud water sterk toenam en geen van de sporen overleefde. In vuil warm water had verhoging van de ozonconcentratie geen effect op de effectiviteit tegen *Fusarium*sporen en bacteriën.

2.3.3 Ultrasoon + kortwerkende middelen

Schoon water

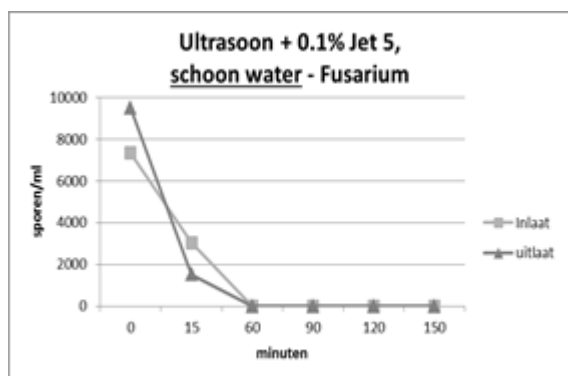
In schoon water nam door de ultrasoon-behandeling, ingesteld op de maximale capaciteit, het aantal *Fusarium*sporen en het aantal bacteriën duidelijk af (Figuur 8A en 8B). Echter, niet alle sporen en bacteriën werden gedood. Bij verlaging van de pompcapaciteit (verlaging van de doorstroomsnelheid) nam de effectiviteit van de behandeling niet toe. Bij de volgende tests is uitgegaan van de verlaagde capaciteit.



Figuur 8A en 8B. Het effect van een ultrasoon-behandeling op het aantal *Fusarium*sporen (grafiek links) en het aantal bacteriën (grafiek rechts) bij schoon water.

Een ultrasoon-behandeling in combinatie met 0.1% Jet 5 was in schoon water zeer effectief tegen Fusariumsporen: na 60 minuten werden er in het water geen Fusariumsporen meer gevonden (Figuur 9). De effectiviteit tegen bacteriën is niet bepaald.

Getest is of de effectiviteit van de ultrasoon-behandeling met Jet 5 verhoogd kon worden door de watermonsters voor uitplaten eerst gedurende 24 uur bij 5°C te bewaren (ultrasound zou de bacteriën verzwakken en gevoeliger maken voor Jet 5). De bewaring bij 5°C bleek geen enkel effect te hebben op de effectiviteit.

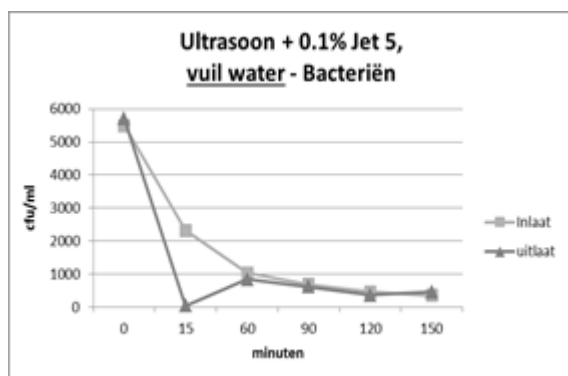


Figuur 9. Het effect van een ultrasoon-behandeling in combinatie met 0.1% Jet 5 op het aantal Fusariumsporen in schoon water.

Vuil water

Er zijn verschillende tests met vuil water uitgevoerd. In deze tests is het vuile water in principe vóór de warmwater- en reinigingsbehandeling eerst gefilterd m.b.v. de lamellenseparator.

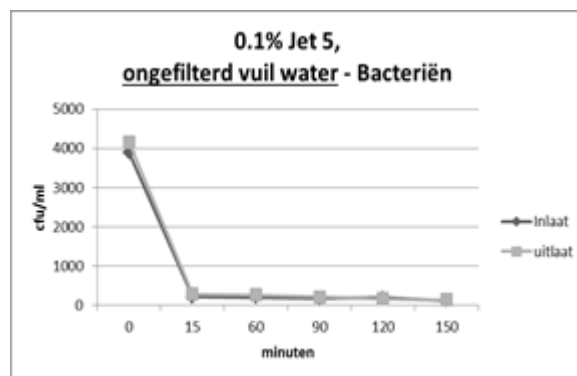
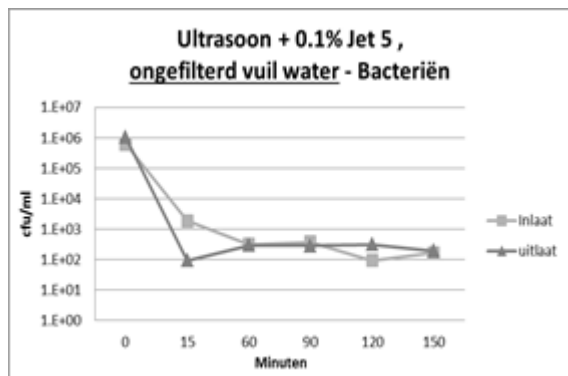
In alle tests met vuil water bleken de Fusarium-sporen, al voor dat er een behandeling was uitgevoerd, zeer snel dood te gaan in het vuile water. Waarom de Fusarium-sporen in het vuile water dood gingen, is onduidelijk. In kleine proefjes met verschillende type water (kraanwater, schoon, vuil) met verschillende temperaturen is getest of de pH en/of de temperatuur van invloed zijn op de overleving van Fusarium-sporen. Beide factoren konden het dood gaan van de Fusarium-sporen niet verklaren. Dientengevolge kon in de tests met vuil water alleen gekeken worden naar de effectiviteit van de behandelingen tegen bacteriën. In vuil water had behandeling met ultrasoon en 0.1% Jet 5 een duidelijk effect op het aantal bacteriën (Figuur 10). De doding van de bacteriën was echter niet volledig.



Figuur 10. Het effect van een ultrasoon-behandeling in combinatie met 0.1% Jet 5 op het aantal bacteriën bij vuil water (vuile water voor warmwater- en reinigingsbehandeling gefilterd met lamellenseparator).

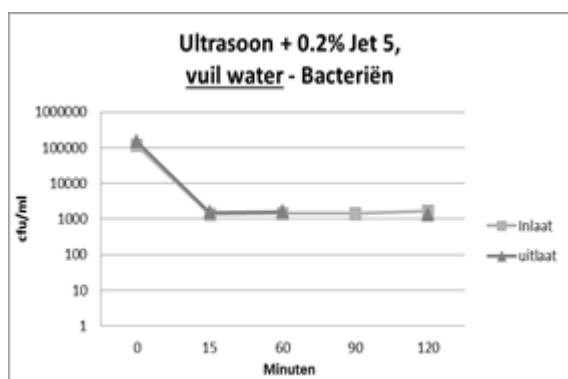
Ook in ongefilterd vuil water nam door behandeling met ultrasoon en 0.1% Jet 5 het aantal bacteriën sterk af (Figuur 11A). De effectiviteit was echter minder groot dan in gefilterd vuil water.

Bij behandeling met (alleen) 0.1% Jet 5 werden al na 15 minuten geen bacteriën meer gevonden (Figuur 11B). De effectiviteit van 0.1% Jet 5 mét en zónder een ultrasoon-behandeling zijn echter niet met elkaar in overeenstemming.



Figuur 11A en 11B. Het effect van een ultrasoon-behandeling in combinatie met 0.1% Jet 5 en het effect van alleen 0.1% Jet 5 (grafiek rechts) op het aantal bacteriën bij ongefilderd vuil water.

In vuil water leidde verhoging van de concentratie Jet 5 tot 0.2%, in combinatie met een ultrasoon-behandeling, niet tot een verdere verhoging van de effectiviteit tegen bacteriën (Figuur 12).



Figuur 12. Het effect van een ultrasoon-behandeling in combinatie met 0.2% Jet 5 op het aantal bacteriën bij vuil water (vuile water voor warmwater- en reinigingsbehandeling gefilderd met lamellenseparator).

Vuil water met bollen

Hier werd gestart met schoon water dat door het rondpompen, via een kist met bollen, vuil werd. De bollen zijn in deze test gedurende 2 uur gekookt bij 45°C. De effectiviteit van de verschillende middelen is in deze test alleen bepaald aan de hand van een biotoets met de (aanvankelijk) 'schone' bollen die na kook- en reinigingsbehandeling werden opgeplant. In tabel 3 zijn de resultaten weergegeven.

Ronde bollen werden minder aangetast dan dubbelneuzen. Dit kan zijn veroorzaakt door de latente infectie van de partij dubbelneuzen. De droge controle rond had 0% aantasting en de dubbelneuzen hadden 8% als basisaantasting. Daarnaast is bekend dat sporen gemakkelijker kiemen in de nauwe ruimte tussen de bollen bij dubbelneuzen en dat er daar ook meer sporen achterblijven. In de tabel staan de resultaten per boltype vermeld, maar ook het gemiddelde over beide. Deze laatste uitslag is iets rooskleuriger dan de uitslag van alleen dubbelneuzen, waar men in de praktijk ook vaak mee te maken heeft.

Bij de controle 'nat' (beh. 2) waren bijna alle bollen aangetast door Fusarium (bolrot). Met 0.1% Jet 5 was bij de dubbelneuzen het percentage aantasting vergelijkbaar aan de controle 'nat'. Bij ronde bollen en het gemiddelde van ronde bollen én dubbelneuzen was de aantasting minder, maar nog steeds vrij hoog. De

verdubbelde concentratie Jet 5 vertoonde een lagere aantasting; bij de ronde bollen was er sprake van een verbetering.

Spore-Stop gaf bij dubbelneuzen een vergelijkbaar resultaat als 0.2% Jet 5. Bij de ronde bollen en het gemiddelde van ronde bollen en dubbelneuzen was de aantasting na behandeling met Spore-Stop lager dan bij 0.2% Jet 5. Bij Middel-B werd het laagste aantastingspercentage verkregen. Dit middel wordt hier onder code genoemd, omdat het nog niet is toegelaten voor deze toepassing.

N.B. De middelen in dit experiment gaven trapsgewijs een verbeterd resultaat ten opzichte van de natte controle (behandeling 2). In het verleden uitgevoerde proeven met Formaline (zonder toepassing van een ultrasoon-behandeling) gaven vrijwel geen aantasting van bolrot te zien. Ondanks de gevonden verbetering t.o.v. de controle zijn de geteste middelen daarom nog geen volledig alternatief voor formaline.

Tabel 3. Het percentage bollen met bolrot na een warmwaterbehandeling in combinatie met een ultrasoon-behandeling en kortwerkende middelen bij dubbelneuzen en ronde narcissenbollen, cultivar 'Carlton'.

Nr.	Middel (naast ultrasoon)	Toepassing of Concentratie	Dubbelneus Bolrot %	Rond Bolrot %	Rond + Dubbelneus Bolrot %
1	Controle	droog	8 ab	0 a	4 a
2	Controle	nat	99 f	99 f	99 f
3	Jet 5	0.1%	92 f	70 e	81 e
4	Jet 5	0.2%	54 d	29 c	41 d
5	Spore-Stop	0.3%	43 d	14 b	28 c
6	Middel-B	0.5%	17 b	13 b	15 b
I.s.d.				11	8

2.4 Discussie

2.4.1 Combinatie lamellenfilter en ozon

In dit onderzoek is veel tijd gestoken in de tweestaps-combinatie van waterfiltering met een lamellenfilter en toevoeging van ozon. Een lamellenfilters is ontworpen voor het verwijderen van slibdelen in water. Het speciale lamellenpakket in combinatie met toevoeging van flocculant aan het water maken het apparaat tot een super-'bezinker'. In tests met spoelwater bij het spoelen van bollen na het rooien is een duidelijk effect aangetoond op het reduceren van aantallen sporen en bacteriën in het water. Door het wegnemen van zwevend materiaal neemt de organische vervuiling af en kan met een lage hoeveelheid reinigingsmiddel (bijvoorbeeld ozon) de resterende besmetting worden gedood. Als er echter veel opgeloste organische materialen (fenolen e.d.) aanwezig zijn in het water is deze combinatie minder effectief. Dit laatste lijkt het geval te zijn in de uitgevoerde tests. Het water was minder vuil na de lamellenseparator, maar er was desondanks vrij veel ozon nodig om voldoende effectief te kunnen ontsmetten. Een oplossing zou zijn om de dosering steeds aan te passen aan de behoefte, maar dat vereist voortdurend meten van de oxidatiebehoefte van het te reinigen water: COD- of CZV-waarde. *(het bepalen van het chemisch zuurstofverbruik of CZV (Engels: COD of Chemical Oxygen Demand) wordt uitgevoerd om te bepalen hoeveel oxideerbaar materiaal in water aanwezig is).*

Ozon wordt op dit moment gebruikt tijdens het spoelen van bollen voor de export maar dan alleen voor het reinigen van proceswater. In de aardappelteelt wordt met een combinatie van lamellenseparator + ozon het kiemgetal op pootgoed en consumptieaardappelen omlaag gebracht. Dit wordt inmiddels toegepast bij 1 bedrijf. Verder loopt in de fruitteelt een onderzoeksproject (PPO Fruit, Marcel Wenneker) i.s.m. de Grontmij naar het verminderen van residuen van pesticiden in recirculerend sorteewater bij appel en peer. Ook hier wordt gewerkt met een combinatie van lamellenseparator en ozon, maar met veel minder vervuild water dan in de bollenteelt. De combinatie in het fruitonderzoek is nog geen praktijkklare toepassing.

Voor toepassing op bollenbedrijven zijn de kosten van de totale reinigingscombinatie mogelijk een bezwaar. Bovendien kan voortdurend meten van de ozonbehoefte en het bijstellen van een concentratie voor veel bedrijven lastig zijn.

2.4.2 Combinatie ultrasoon en reinigingsmiddel

Vermogen.

In het eerste en tweede jaar werd dezelfde ultrasoon apparatuur (BulbSweep, dubbelkops uitvoering van 2 x 100 Watt) op vol vermogen gebruikt in dezelfde proefopstelling. Hoewel er het eerste jaar sprake was van interessante resultaten, viel de toets in het tweede jaar tegen. In dat jaar werd getest met hele palletkisten bollen. De praktijktoepassing met bollen gaf blijkbaar een te hoge vervuiling- en besmettingsdruk voor de gekozen ontsmettingscombinatie.

Het resultaat van de ontsmetting met de combinatie werd besproken met de leveranciers van de apparatuur. In de evaluatie kwam naar voren dat een hoger vermogen van de ultrasoon-apparatuur wellicht verbetering zou kunnen geven. Binnen het kader van dit project was daarvoor echter geen tijd en budget meer. Voor een test met hoger vermogen ultrasoon, zou eerst een proof of principle test moeten worden uitgevoerd, waarbij het doel 'volledige doding van sporen' in water met een praktijkbesmetting en -vervuiling moet zijn.

Reinigen, beschadigen of doden?

Met de ultrasoon techniek worden 2 effecten bereikt:

- De trillingen maken vuil op voorwerpen los en dit maakt daarmee het vuil (of sporen) afspoelbaar. Dit kan een deel van het effect in bollenspoelinstallaties in de praktijk verklaren.
- De kracht van de geproduceerde drukgolven kan de buitenkant van sporen beschadigen, waardoor er óf direct doding optreedt, óf de sporen worden gemakkelijker toegankelijk voor reinigingsmiddelen. Dit laatste effect werd in dit onderzoek getest.

Gebruik makend van het eerste effect worden er in de industrie met succes leidingen en oppervlakken gereinigd en vrij gehouden van biofilms. Een biofilm is een laag micro-organismen omgeven door zelfgeproduceerd slijm vastgehecht aan een oppervlak. In een biofilm kunnen besmettingen langdurig achterblijven. Het verwijderen ervan heeft effect op de verlaging van de besmetting en kan daarmee bijdragen aan het verminderen van infectiekansen.

Het tweede effect is in dit onderzoek onvoldoende aantoonbaar gebleken. Allerlei oorzaken kunnen daarvoor worden aangewezen. Was er teveel stof in het water waardoor de drukgolven werden gedempt? Is de contacttijd van sporen met de drukgolven voldoende lang geweest? Zijn de wanden van sporen misschien te stevig om voldoende te worden beschadigd? Kunnen afgezwakte sporen toch nog bollen infecteren? Etc. Zolang niet precies bekend is wat nodig is voor een goed effect zullen er onverwachte uitslagen blijven.

2.5 Conclusies

Lamellenseparator

- De lamellenseparator op zichzelf is in **vuil** water niet effectief tegen Fusariumsporen en bacteriën. In **schoon** water is de lamellenseparator tegen Fusariumsporen wel effectief.

N.B. Het was niet de opzet om de lamellenseparator zelfstandig in te zetten, maar in combinatie (als voorfilter) met andere reinigingsmethoden (o.a. Ozon)

Ozon

- Ozon in combinatie met een lamellenseparator leidt bij een concentratie van 16 gram per uur tot een afname van het aantal Fusariumsporen en het aantal bacteriën in (**vuil**) water, maar de werking is onvoldoende: de besmetting van bollen met Fusarium wordt wel gereduceerd maar niet volledig voorkomen.
Verhoging van de concentratie ozon tot 60 gram per uur leidt niet tot een verhoging van de effectiviteit (bij **vuil** water).

Ultrasoon + kortwerkende middelen

- Behandeling met ultrasoon in combinatie met een lamellenseparator leidt in **schoon** water tot een afname van het aantal Fusariumsporen en het aantal bacteriën.
- Bij toevoeging van 0.1% Jet 5 worden in **schoon** water geen levende Fusariumsporen meer gevonden. (aantal bacteriën niet bepaald)
- In **vuil** water neemt het aantal bacteriën sterk af, de werking is echter onvoldoende. In ongefilterd **vuil** water is de werking iets minder goed. Het aantal Fusariumsporen kon niet bepaald worden doordat op onverklaarbare wijze sporen afstierven voordat het water met sporen het ultrasoon-apparaat had bereikt.
- De combinatie van een lage concentratie Jet 5 (0,1 en 0,2%) en ultrasoongolven in ongefilterd, **vuil** water is niet effectief tegen het ontstaan van bolrot na een warmwaterbehandeling.
- Spore-Stop (0,3%) of Middel-B (0,5%) in combinatie met een ultrasoonbehandeling met ongefilterd, **vuil** water, leidt tot een afname van het aantal Fusarium-besmette bollen (meer dan Jet 5). Besmetting wordt echter nog steeds niet volledig voorkomen. Middel-B is het meest effectief.

3 Alternatieven in dompelbehandelingen

3.1 Inleiding

Binnen het onderzoek naar alternatieven voor formaline is dit het deel waarin wordt gekeken naar vervanging van formaline tijdens de boldompeling. In de praktijk worden in de boldompeling fungiciden gecombineerd met een warmwaterbehandeling. Daaraan werd formaline toegevoegd om verspreiding van bolrot tegen te gaan.

In dit deel van het onderzoek wordt een aantal middelencombinaties getest waarbij óf formaline werd vervangen door Jet-5, Dipper of Spore-Stop, óf de concentratie van een van de fungiciden werd verhoogd. De achterliggende gedachte van deze aanpak is dat de verhoging van de concentraties van langdurig werkende fungiciden voldoende is om de mogelijke besmetting met fusariumsporen tijdens het dompelen te compenseren.

In dit hoofdstuk worden soms middelen of concentraties genoemd waarvoor geen toelating is voor gebruik in de praktijk. De toepassingen zijn hier uitsluitend voor onderzoeksdoeleinden ingezet. In een enkel geval is, om ongewenst gebruik niet aan te moedigen, een code (Middel-A, Middel-B, etc) gebruikt.

Raadpleeg voor het gebruik altijd het wettelijk gebruiksvorschrift van een middel.

3.2 Materiaal en methode

Laboratoriumproef

In een laboratoriumproef is getoetst of, bij vervanging van formaline door kortwerkende middelen (Dipper en Spore-Stop) er een negatieve werking van de kortwerkende middelen is op de werking van de langwerkende standaard fungiciden (Sportak, captan, Topsin M) of andersom. Als testorganismen zijn *Fusarium oxysporum* en *Dickeya* (bacterie) gebruikt.

Boldompelingsproef 1^e jaar (biotoets)

In een boldompelingsstoets is onderzocht of verspreiding van Fusariumsporen tijdens het dompelen voorkomen kan worden, door:

- toevoeging van direct dodende kortwerkende middelen aan het dompelbad, in combinatie met langwerkende (standaard) fungiciden
- verhoging van de concentraties langwerkende (standaard) fungiciden

Er zijn 11 verschillende dompelbehandelingen uitgevoerd en 3 controle-behandelingen (tabel 4). Aan het dompelbad zijn Fusariumsporen toegevoegd (10^4 sporen/ml). Per behandeling zijn 3 maal 25 bollen gedurende 2 uur gekookt bij 45°C in het dompelbad. Elke behandeling is 2 maal uitgevoerd (totaal 6 maal 25 bollen/behandeling). De proef is uitgevoerd met dubbelneuzen van de narcissencultivar 'Dutch Master'.

De bollen zijn na de dompel-/ warmwaterbehandeling opgeplant in potgrond. Na 2 weken bewortelen bij 17°C gevolgd door 4 à 6 weken bij 23°C is het aantal bollen met bolrot (Fusarium-besmette bollen) bepaald.

Tabel 4. De in het **eerste** jaar uitgevoerde boldompelings-/warmwaterbehandelingen. Vetgedrukte tekst betreft wijzigingen t.o.v. het standaard advies (behandeling 4, ontsmettingasadvis narcis tijdens voorweek- en warmwaterbehandeling).

nr	Behandeling	Middelen	Fusarium- besmetting
1	Controle droog	geen	-
2	Controle nat	geen	-
3	Controle nat en besmet	geen	+
4	Standaard ontsmetting	0.25% Captan 0.25% Topsin M 0.1% Sportak	+
5	Standaard ontsmetting + Jet 5	als behandeling 4 + 0.5% Jet 5 ¹	+
6	Standaard ontsmetting + dipper	als behandeling 4 + 0.3% Dipper	+
7	Standaard ontsmetting + Spore-Stop	als behandeling 4 + 0.3% Spore-Stop	+
8	Standaard ontsmetting + formaline	als behandeling 4 + 0.5% formaline ²	+
9	Reinigingsmiddel	0.5% Jet 5 ¹	+
10	Gewijzigde standaard advies	0.5% Captan 0.5% Topsin M 0.2% middel-A ²	+
11	Werking Middel-C	1% Middel-C 0.25% Topsin M 0.1% Sportak	+
12	Sportak 0.1%	0.1% Sportak	+
13	middel-A 0.2%	0.2% Middel-A ²	+
14	Middel-A 0.4%	0.4% Middel-A ²	+

¹ Jet 5 aangevuld aan de hand van meetstrookjes

² Niet toegelaten concentratie of middel

Boldompelingsproef 2^e jaar (biotoets)

In het tweede jaar is nogmaals een boldompelingstoets met verschillende middelen en concentraties uitgevoerd.

Er zijn 13 verschillende behandelingen uitgevoerd (zie tabel 5). Ten opzichte van het eerste jaar werden de behandelingen met niet toegelaten concentraties weggelaten en werden toegevoegd: alléén captan (0,5%), middel-C en de combinatie 0,1% Sportak +0,5% Topsin M (een door de praktijk gesuggereerde combinatie). Aan het dompelbad werden 10⁶ Fusarium sporen/ml toegevoegd. Per behandeling werden 70 bollen in elk 3 herhalingen gedurende 2 uur gekookt bij 45°C in het dompelbad.

De bollen werden na de dompel-/ warmwaterbehandeling opgeplant in potgrond. Na 2 weken bewortelen bij 12°C en 4 à 6 weken bij 23°C werd na doorsnijden het aantal bollen met bolrot (Fusarium-besmette bollen) vastgesteld. Er is onderscheid gemaakt tussen lichte (nog beginnende) en zwaar aangetaste bollen (gehele bolbodem of meer aangetast).

Tabel 5. De uitgevoerd boldompelings-/warmwaterbehandelingen in het **tweede** jaar. Vetgedrukte tekst betreft wijzigingen t.o.v. het standaard advies (behandeling 4, ontsmettingasadvis narcis tijdens voorweek- en warmwaterbehandeling).

nr	Behandeling	Middelen	Fusarium-besmetting
1	Controle droog	geen	-
2	Controle nat	geen	-
3	Controle nat en besmet	geen	+
4	Standaard ontsmetting	0.25% captan 0.25% Topsin M 0.1% Sportak EW	+
5	Standaard ontsmetting + Jet 5 ¹	als behandeling 4 + 0.5% Jet 5¹	+
6	Standaard ontsmetting + Dipper (ascorbinezuur)	als behandeling 4 + 0.3% Dipper	+
7	Standaard ontsmetting + formaline	als behandeling 4 + 0.5% formaline	+
8	Reinigingsmiddel	0.5% Jet 5 ¹	+
9	Vervangen captan	1% middel-C 0.25% Topsin M 0.1% Sportak EW	+
10	Captan 2x	0.5% captan	+
11	Werking middel-C	1% Middel-C	+
12	Praktijkcombinatie	0.1% Sportak EW 0.5% Topsin M	+
13	Standaard ontsmetting + Spore-Stop	als behandeling 4 + 0.3% Spore-Stop	+

¹ Jet 5 aangevuld aan de hand van meetstrookjes

3.3 Resultaten

3.3.1 Laboratoriumproef

Het effect van de reinigingsmiddelen op de werkzaamheid van de standaard fungiciden kon niet worden vastgesteld door problemen met de proefopstelling. Het bleek niet mogelijk om na de inwerktijd de sporen van de middelen te scheiden, waardoor het effect van de middelen op de uitgroei van sporen niet kon worden getest.

3.3.2 Boldompelingsproef 1^e jaar

In beide niet besmette controle-behandelingen was een (aanzienlijk) deel van de bollen geïnfecteerd. Er was 26% bolrot bij de droge controle en 53% infectie bij de natte controle (tabel 6). Dit werd zeer waarschijnlijk veroorzaakt door een latente infectie van de gebruikte partij bollen.

In de besmette controle-behandeling was 81% van de bollen ziek. Bij de standaardbehandeling was dit 9%. Toevoeging van Jet-5, Dipper, Spore-Stop of formaline aan de standaard fungiciden leidde soms tot een lager percentage geïnfecteerde bollen (resp. 9%, 3%, 1% en 5%). Deze waarden verschilden echter niet significant met de standaardbehandeling (behandeling 4).

Verhoging van de concentraties van de standaard fungiciden had ook geen significant effect op de effectiviteit.

Bij toepassing van middel-C in de standaardbehandeling bleven alle bollen gezond. Bij toepassing van alleen 0,1Sportak EW was geen merkbaar bestrijdend effect.

Middel-A bleek vertoonde een concentratie effect. Bij toepassing van middel-A (0.2 en 0.4%) was resp. 18% en 9% van de bollen geïnfecteerd. Een hogere concentratie was dus effectiever.

Tabel 6. Het percentage bollen met bolrot na een warmwaterbehandeling met een combinatie van (verhoogde) concentraties fungiciden en kortwerkende middelen bij de cultivar Dutch Master (ronde bollen). Vetgedrukte tekst betreft wijzigingen t.o.v. het standaard advies (behandeling 4, ontsmettingasadvies narcis tijdens voorweek- en warmwaterbehandeling).

Nr	Behandeling	Kunstmatige besmetting Fusarium	% bolrot
1	Controle droog	-	26 c
2	Controle nat	-	53 d
3	Controle nat en besmet	+	81 e
4	0.25 % captan +0.25% Topsin M + 0.1% Sportak EW (standaard)	+	9 ab
5	0.25 % captan +0.25% Topsin M + 0.1% Sportak EW + 0.5% Jet 5	+	9 ab
6	0.25 % captan +0.25% Topsin M +0.1% Sportak EW + 0.3% Dipper	+	3 ab
7	0.25 % captan +0.25% Topsin M +0.1% Sportak EW + 0.3% Spore-Stop	+	1 a
8	0.25 % captan + 0.25% Topsin M + 0.1% Sportak EW + 0.5% formaline	+	5 ab
9	0.5% Jet 5	+	7 ab
10	0.5 % captan + 0.5% Topsin M + 0.2% Middel-A¹	+	6 ab
11	1 % middel-C + 0.25% Topsin M + 0.1% Sportak EW	+	0 a
12	0.1% Sportak EW	+	69 e
13	0.2% middel-A ¹	+	18 bc
14	0.4% Middel-A ¹	+	9 ab
	LSD		16

¹ Niet toegelaten concentratie of middel

3.3.3 Resultaat boldompelingsproef 2^e jaar

Bij de boldompelingsproef in het 2^e jaar is bij de beoordeling onderscheid gemaakt tussen licht aangetaste en zwaar aangetaste bollen. Een licht aangetaste bol is in feite een late aantasting. Voor het eindoordeel tellen beide typen aantasting mee. Op foto 1 is het beeld van een gezonde (links), een licht/midden en een zwaar door Fusarium aangetaste narcissenbol te zien.

In tabel 7 is het totale percentage bollen met bolrot weergegeven en het percentage licht aangetaste en het percentage zwaar aangetaste bollen weergegeven. In figuur 13 is het totale percentage bollen met bolrot weergegeven in een grafiek.



Foto 1. Narcissenbollen met v.l.n.r. geen, een lichte en een zware aantasting door Fusarium

In de kolom 'Ziek totaal' (tabel 7) is te zien dat controle nat, besmet (beh. 3) duidelijk meer aangetaste bollen heeft dan alle andere behandelingen.

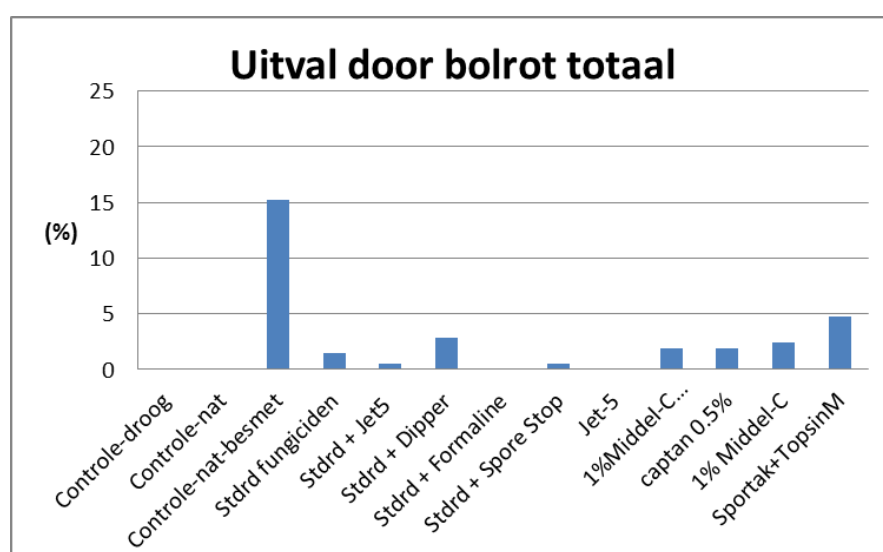
Tussen alle behandelingen (behalve beh. 3) is geen verschil in het totale aantastingspercentage. Dezelfde conclusie geldt voor het resultaat in de kolom zwaar aangetaste bollen.

Koken in de geteste middelencombinaties heeft dezelfde bestrijdende werking als koken in de standaard boldompelingscombinatie met toevoeging van formaline. Uit de uitslagen van licht aangetaste bollen blijken er nog wel verschillen te zijn tussen een aantal behandelingen. Hier werden bij de behandelingen 6, 9 en 12 meer licht aangetaste bollen gevonden dan bij behandeling 7, standaard fungiciden met toevoeging van formaline.

Tabel 7. Het totale percentage bollen met bolrot en het percentage licht aangetaste en zwaar aangetaste bollen, na een warmwaterbehandeling met een combinatie van (verhoogde) concentraties fungiciden en kortwerkende middelen

Nr	Omschrijving	Ziek totaal (%)		licht aangetast (%)		zwaar aangetast (%)	
1	controle, droog, onbesmet	0	a	0	a	0	a
2	controle, nat, onbesmet	0	a	0	a	0	a
3	controle, nat, besmet	15	b	9	d	6	b
4	0.25 % captan +0.25% Topsin M +0.1% Sportak EW (standaard)	2	a	1	ab	1	a
5	0.25 % captan +0.25% Topsin M +0.1% Sportak EW + 0,5% Jet 5	1	a	1	ab	0	a
6	0.25 % captan +0.25% Topsin M +0.1% Sportak EW + 0,3% Dipper	3	a	3	c	0	a
7	0.25 % captan +0.25% Topsin M +0.1% Sportak EW + 0,5% formaline	0	a	0	a	0	a
8	0,5% Jet 5	0	a	0	a	0	a
9	1% middel-C +0.25% Topsin M +0.1% Sportak EW	2	a	2	bc	0	a
10	0,5% captan	2	a	1	ab	1	a
11	1% middel-C	2	a	1	abc	1	a
12	0,1% Sportak + 0,5% Topsin M	5	a	2	bc	2	a
13	0.25 % captan +0.25% Topsin M +0.1% Sportak EW + 0.3% Spore-Stop	1	a	1	ab	0	a

Statistiek: de responsvariabelen zijn binominaal verdeeld, de significantie is berekend dmv hoekgetransformeerde waarden. Dit houdt in dat er geen LSD is maar dat de significantie wel kan worden aangegeven met letters. Waarden in dezelfde kolom met dezelfde letter zijn statistisch gelijk aan elkaar.



Figuur 13. Het totale percentage bollen met bolrot na een warmwaterbehandeling met een combinatie van diverse concentraties fungiciden en kortwerkende middelen.

3.4 Conclusies

Na 2 seizoenen van onderzoek luiden de conclusies:

- Het toevoegen van een standaard combinatie van fungiciden (0.25 % captan +0.25% Topsin M +0.1% Sportak EW) aan het dompelbad voorkomt uitbreiding van bolrot tijdens een warmwaterbehandeling.
- Toevoeging van de middelen Jet 5, Spore-Stop, Dipper en formaline aan de standaardfungiciden heeft geen meetbaar sterkere werking tegen bolrot.
- Verhogen van de concentratie captan in de standaardcombinatie, evenals het toedienen van alleen Jet 5 of alleen middel-C of de praktijkcombinatie Sportak + Topsin M geven alle geen verbetering ten opzichte van de standaardcombinatie fungiciden ten aanzien van het ontstaan van bolrot.
- De geteste (combinaties) middelen zijn alle even werkzaam als de toepassing met formaline (toegevoegd aan de standaard fungiciden), met uitzondering van de toepassing van alleen Sportak EW.

3.5 Discussie

Het effect van alleen Sportak EW in het bad viel in deze proefopzet tegen. In oud onderzoek werden betere resultaten gemeld, maar deze hadden weer meer betrekking op huidkwaliteit.

Uit de vergelijking van de resultaten van het eerste en het tweede jaar van onderzoek blijkt dat deze sterk afhangen van de mate van latentie infectie in de gebruikte partijen bollen. De bollen gebruikt in het tweede jaar waren gezonder dan de bollen uit het eerste jaar. Het ontstaan van bolrot na koken of dompelen zou daarom wel eens veel meer kunnen afhangen van de reeds aanwezige latente infecties dan van nieuwe infecties die ontstaan door ziekteverspreiding in het bad. Er is wel degelijk sprake van verspreiding van besmetting, maar bolrot kan bij een gezonde partij nog worden voorkomen. Een reeds (latent) zieke partij wordt door het dompelen meer zichtbaar ziek en dat laat zich daarbij niet sterk afremmen door de middelen.

4 Nieuwe manieren van het geven van warmtebehandelingen aan bollen

Water als middel voor warmteoverdracht bij een warmwaterbehandeling heeft grote voordelen. Het komt goed in contact met alle delen van de bollen, water kan eenvoudig op de ene plaats worden verwarmd en gepompt worden naar de plaats waar het warmte kan afstaan. Een groot nadeel is, dat water gemakkelijk ziekten en plagen kan overdragen en dat het tevens de mogelijkheid biedt aan sporen om te kiemen en daarmee bollen te infecteren.

Vanwege de nadelen ligt het dan ook voor de hand om een alternatief te zoeken. Ten behoeve hiervan is er een brainstormsessie georganiseerd met onderzoekers van PPO BBF uit verschillende disciplines. Hieruit is een aantal mogelijke oplossingsrichtingen naar voren gekomen.

Oplossingsrichtingen

Vervangen van water door zand of gel.

In plaats van water kan worden gedacht aan een 'dikke laag' substantie als gel of olie als medium voor warmteoverdracht. Eisen waaraan zo'n vervanger moet voldoen zijn:

- Het materiaal moet tegen hoge temperatuur kunnen
- Het mag niet toxisch zijn (voor de bollen, of als restproduct)
- De substantie moet eenvoudig te verwijderen zijn
- De substantie op zich moet eenvoudig schoon te maken zijn van vervuiling en ziektekiemen

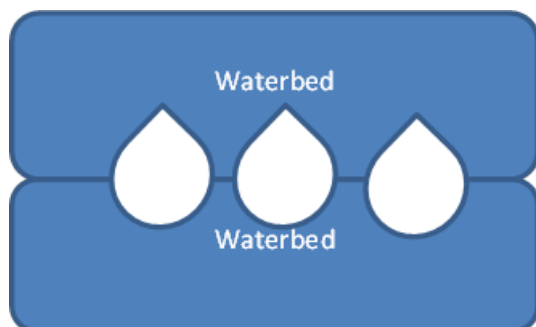
Voor restanten van de substantie, na de warmtebehandeling, moet een oplossing worden gevonden.

Ook zou zand kunnen worden gebruikt voor warmteoverdracht. Het heeft een goede warmtecapaciteit en warmtegeleiding en zal daardoor goed warmte kunnen overdragen. Een probleem hierbij is dat met het zand ook weer sporen kunnen worden overdragen. Het zand kan na de behandeling uit de bollen gezeefd worden en zal dan moeten worden ontdaan van de meegenomen ziekten en plagen, bijvoorbeeld door sterk verhitten en weer terugkoelen.

Waterbed (Figuur 14)

Gewenste werkingsprincipe: De bollen worden tussen 2 banden in getransporteerd. Het materiaal van de banden is soepel en gevuld met een vloeistof. Hierdoor omsluiten de banden de bollen als het ware tussen twee waterbedden in. De vloeistof kan tijdens de rondgang aan de buitenzijde wordt verwarmd. Daar zal ook het oppervlak van de band moeten worden gereinigd i.v.m. meegenomen sporen.

Een onderzoeksvraag bij deze vorm van bollen verwarmen is. Hoe lang de verblijfstijd tussen de banden moet zijn. Bij warmwaterbehandeling is dit 2 tot 4 uur. De geschetste constructie leent zich meer voor kortere doorgangstijden. Bij dit systeem zullen bollen los van elkaar moeten liggen om goed rondom contact van de band met de bol te kunnen garanderen.



Figuur 14. Warmwaterbehandeling zonder direct contact met water. Twee warmwaterbedden zorgen ervoor dat er goed contact is tussen het "water" en de bol.

Elektrische pulsen

Er bestaat een methode om voedsel te garen met behulp van elektrische pulsen: de Nutri-Pulse® e-Cooker van IXL Netherlands BV. Voedsel wordt daarbij in een zoutoplossing tussen 2 elektroden geplaatst. Door de pulsen worden cellen van elkaar losgemaakt en daardoor 'gaar'. De vereiste temperatuur is instelbaar en kan veel lager zijn dan bij traditioneel koken. Er wordt gewerkt met temperaturen van rond 41 à 42 graden, omdat daarbij de structuur van eiwitten verandert en het voedsel daardoor kauwbaar en verteerbaar wordt. De warmte in het product wordt opgewekt door Ohmse verhitting. De weerstand van het product en de stroomsterkte zorgen daarbij voor de warmte-energie. Er zijn goede ervaringen met vlees en vis. Het garen van groenten en aardappelen is veelbelovend, maar nog in onderzoek.

Op het eerste gezicht lijkt de methode voor bollen niet bruikbaar, omdat er niet wordt gezocht naar een methode voor het garen van bollen. Door minder pulsen te geven kan dit garen echter worden voorkomen. Een interessant aspect van deze methode is het feit dat het product vrijwel ineens overal even warm wordt. Hierdoor is een warmtebehandeling vrij nauwkeurig te geven op die temperatuur waarbij aaltjes worden gedood.

Voor een bruikbare toepassing bij bollen is hiermee nog een lange weg te gaan. Het bedrijf dat dit apparaat ontwikkelt is bereid testen met bollen uit te voeren.

Voordeel:

- gelijkmatige temperatuur (in tegenstelling tot verhitting van buitenaf (WWB) of van binnenuit (magnetron)).

Nadelen:

- bollen moeten in een zoutoplossing worden gebracht, waarmee het oorspronkelijke probleem van overdracht van ziektekiemen niet is verholpen.
- Kosten nog erg hoog.
- Installatie voor grote volumes voorlopig nog niet bestaand.

Haalbaarheid.

De hierboven genoemde ideeën zijn verder besproken met partijen buiten PPO, met het doel een inschatting te maken van de haalbaarheid ervan. Bij elk idee rijzen weer vele vragen op technisch gebied. Ook bieden de ideeën niet altijd de gevraagde oplossingen en blijken fundamentele zaken nog onbekend, zoals "bij welke temperatuur en tijdsduur worden aaltjes gedood in een bol?"

Met de nu verzamelde kennis binnen en buiten PPO is het niet mogelijk gebleken uitspraken te doen over de haalbaarheid van de hier genoemde methoden. Vooral technisch gezien is bollen verwarmen in water nog best wel een goede techniek.

5 Coaten en schuimen als alternatief voor ontsmetten door middel van dompelen of douchen.

In de bollenteelt wordt veel gebruik gemaakt van ontsmetting van het plantgoed door middel van boldompeling of douchen kort voor het planten. Op deze manier worden beschermende middelen (meestal fungiciden) aan de bollen meegegeven, waarmee deze voor langere tijd (in de grond) zijn beschermd tegen infectie door schimmelziekten. De methode heeft ten opzichte van grondontsmetting het voordeel dat de middelen dáár zijn waar ze nodig zijn (efficiëntie) en dat er per saldo minder middel wordt gebruikt (vermindering emissie).

Bij zowel dompelen als douchen is er na afloop een hoeveelheid water met middel over die als chemisch afval moet worden afgevoerd.

In het kader van dit onderzoek is coaten en schuimen interessant omdat bij beide toepassingen geen vloeistof van de ene kist in een volgende kist belandt. Er is dus veel minder sprake van verspreiding van ziekten en plagen dan bij dompel- en douchebaden.

5.1 Coating

Coating van bollen is een mogelijk alternatief voor bolontsmetting met water (dompelen en douchen) kort voor planten. Door de coating vroeg in de bewaring toe te passen worden bollen beschermd vanaf het begin van de bewaring. De voordelen zijn:

- Er is minder kans op emissie van middelen naar het milieu;
- Er is minder risico op contact met de middelen door het bedrijfspersoneel;
- De middelen kunnen in een lagere dosering met de bollen worden meegegeven, de coating helpt om het middel langer actief en dicht bij de bol te houden. Mogelijk kan hierdoor de dosering per bol ook worden verlaagd;
- De bollen zijn langer beschermd;
- Er is minder kans op verspreiding van ziekten en plagen en dus minder uitval van bollen tijdens de bewaring.
- Gecoate bollen drogen minder snel uit (in acht nemende dat de coating een zeker mate van zuurstofdoorlaat behoudt, waardoor ongewenste suikerverbranding niet optreedt).
- De bollen blijven niet lang nat waardoor minder kans op infectie optreedt. Er is daardoor ook minder kans op verspreiding van sporen tussen bollen onderling.

In dompelbaden en ontsmettingsdouches bestaat het gevaar van verspreiding van ziekten en plagen die met het circulerende en hergebruikte water worden verplaatst. De verspreiding kan plaatsvinden binnen de partij, maar ook naar andere partijen toe. Op deze manier kunnen bijvoorbeeld aaltjes en bacteriën zich verspreiden, maar ook kunnen eventueel aanwezige latente infecties uitbreken omdat de bollen na behandeling nog enige tijd nat zijn. In deze gevallen helpt de aanwezigheid van fungiciden niet om dit te voorkomen.

Coaten is bekend in de zaadwereld, maar wordt weinig toegepast bij bollen. Er bestaan inmiddels coatings voor het behoud van kwaliteit van lelies tijdens de bewaring (Liquidseal). Dit type coating is veel minder geschikt voor bijvoorbeeld tulpen omdat ze de bol teveel afsluiten voor zuurstof. Hierdoor ontstaat een proces waarbij de bollen versneld suikers afbreken en waardoor de bol veel energie verliest.

In de zaadindustrie wordt een ander type coating toegepast dat meer geschikt lijkt voor toepassing op tulpenbollen. Bij deze methode wordt de coating nat aangebracht, maar droogt deze erg snel zodat infectie niet kan plaatsvinden. Met de coating, die in verschillende diktes en mate van doorlaatbaarheid kan worden aangebracht, kunnen ook fungiciden worden meegegeven.

Begin 2013 is door PPO, Incotec en de KAVB-kringen in Noord-Holland een projectvoorstel ingediend bij de topsector Tuinbouw en Uitgangsmaterialen om genoemde mogelijkheden van coating van bloembollen te onderzoeken.

5.2 Schuimontsmetten van bollen en knollen

Schuimen werd in 1984 geïntroduceerd als nieuwe methode van bolontsmetting. In die tijd wilde men overgaan tot ontsmetten op de plantmachine om zodoende middelenrestanten te verkleinen. Plantgoed bespuiten op de planter met ontsmettingsvloeistof bleek minder effectief dan dompelen of douchen. Door middelen met behulp van schuim op de bollen aan te brengen werd dit bezwaar deels opgeheven. Het schuimen op de plantmachine heeft geen doorgang gevonden vanwege een aantal praktische bezwaren en omdat op een gegeven moment enkele gevallen van schade werd geconstateerd als gevolg van het gebruikte schuimmiddel.

De schuimmethode werd daarna en nu nog steeds wel gebruikt voor het ontsmetten van bollen in kisten vóór het planten. Het bezwaar van de schade aan het groeipunt werd vrij snel na het ontdekken ervan opgeheven door aanpassing van de samenstelling van het schuimmiddel. Om redenen van aansprakelijkheid is het advies nu nog steeds om alleen vroeg te ontsmetten, tot 1 oktober (tulpen en irissen).

Methode en gebruik

Op een palletkist wordt een deksel aangebracht, waarop de schuimapparatuur staat. Een mengsel van water, middelen en schuimmiddel wordt in een schuimkop (nozzle) met lucht samengebracht waardoor schuim wordt gevormd. Dit schuim wordt dan van boven naar beneden door de bollen geperst. De behandeling stopt als het schuim aan de onderkant van de kist verschijnt. In 3 tot 4 minuten is de hele kist gevuld met schuim. Bij kleine plantmaten en halve kisten duurt het proces langer. Daarna worden de bollen direct naar het veld vervoerd en geplant óf worden ze eerst gedroogd om later te worden geplant. De droogtijd bedraagt dan 4 à 5 uur.

Bij deze ontsmettingsmethode blijft er nauwelijks een restant van de ontsmettingsvloeistof over. Bij het schuimen nemen de bollen minder ontsmettingsvloeistof op dan bij de standaard ontsmettingsmethode (15 minuten dompelen in vloeistof). De hoeveelheid middel die moet worden meegegeven is gelijk aan de standaard dompelmethode waarbij 1% middel bij het dompelen gelijk is aan 600 gr of ml middel per 1000 kg plantgoed.

Het schuimen wordt voornamelijk toegepast bij tulp, krokus en iris. Bij lelie en broeibollen wordt schuimen afgeraden vanwege de kans op schade aan het groeipunt. Mogelijk komt dit omdat in deze gevallen de spruit al is ontwikkeld en daardoor gevoeliger is voor schade. Bij het toepassen van schuim in poot aardappelen spruiten de aardappelen niet meer.

Er zijn in Nederland naar schatting 10 bedrijven die eigen apparatuur hebben, dit zijn vooral bedrijven met een groot areaal tulpen. Daarnaast wordt door een aantal teeltbedrijven ook schuimapparatuur gehuurd. De reden dat men liever huurt is dat de aanschafprijs van deze apparatuur (vanaf €30.000 voor een standaarduitvoering) erg hoog is in verhouding tot de korte gebruikstijd ervan (soms maar enkele dagen per jaar). In vergelijking: een ontsmetketel (inrijketel) is al te koop vanaf €10.000,-. Luxe geautomatiseerde ontsmetinstallaties kosten in de buurt van €30.000,-

Huur van apparatuur is mogelijk via Agrifirm en CAV-Agrotheek. Met de verhuurde apparatuur wordt jaarlijks het plantgoed voor ca. 700 ha bollenteelt geschuimd. De verhuur en het ontsmetten vinden plaats in de periode van half augustus tot half oktober. De huurperiode per bedrijf loopt van 1 tot 4 dagen per seizoen afhankelijk van de bedrijfsgrootte. Het areaal bollen dat zo wordt ontsmet is al een aantal jaren vrij constant. Naar schatting ligt het totaal areaal dat wordt ontsmet m.b.v. schuimen in de buurt van 1200 ha bollenteelt. Daarnaast wordt schuimen ook in andere gewassen gebruikt (o.a. uien).

Ervaringen

Aan enkele bedrijven die schuimen is gevraagd naar hun ervaringen. Voordelen als schone kisten en weinig restanten worden algemeen genoemd. Er is in het verleden wel eens schade aan tulpen gezien, maar zoals men nu werkt (met de huidige middelen) komt dit niet meer voor. Men schuimt tulpen tot het einde van het plantseizoen (november tot begin december) zonder problemen.

Voordelen:

- Weinig tot geen restant ontsmettingsvloeistof
- Capaciteit: tot 10 kisten per uur ontsmetten. Dit is voldoende hoog om 'nat' planten bij te houden.
- De buitenkant van de kisten blijft schoon.
- Mogelijkheid tot aanpassen receptuur en concentratie ontsmettingsmiddelen per kist, zonder verlies
- Minder kans op verliezen op het erf door nalekken ontsmetvloeistof.

Nadelen:

- Niet alle gewassen op een bedrijf kunnen met dezelfde methode kan worden ontsmet. Met de apparatuur kan geen warmwaterbehandeling worden gegeven. Er is naast schuimen soms ook nog douche- of dompelapparatuur nodig.
- Aanschafprijs van de apparatuur is hoog
- Lage efficiëntie van de (eigen) apparatuur door de korte gebruiksduur per seizoen
- Bij huur van apparatuur is de strakke planning ervan wel eens een probleem, bijvoorbeeld bij storingen.

Perspectief van het schuimen

Er zijn nog steeds goede mogelijkheden voor schuimen als ontsmettingsmethode, met name voor grote bedrijven met tulpen. Op bedrijven met gemengde (bollen)teelt of met gewassen die een warmwaterbehandeling nodig hebben zal eerder voor een douche- of dompelinstallatie worden gekozen. De schuimmethode is reeds ontwikkeld en beproefd en behoeft geen verdere aanpassingen.

Bijlage 1 Uitplaatmedia van de watermonsters

Fusarium oxysporum f.sp. narcissi

- Tests met schoon water : PDA-medium met antibiotica (algemeen schimmelmedium)
- Tests met vuil water : Komada-medium (specifiek Fusarium-medium)

Bacteriën

- NA-medium met pimarcine (schimmelremmer)

Algemeen

Per petrischaal 100 µl watermonster gepipetteerd; zo nodig watermonster eerst verdund.

Bijlage 2. Kort werkende middelen en hun toelating

In onderstaand schema staat weergegeven tegen welke organismen de geteste middelen werkzaam zijn. Tevens is de status van toelating aangegeven.

Overzicht van de middelen en de werking tegen schimmels en bacteriën en hun toelating als reinigingsmiddel of dompelmiddel. Werkzaamheid is aangegeven met een plus of min teken.

Middel	Schimmels	Bacteriën	Toelating reinigingsmiddel	Toelating dompelmiddel
Jet 5	+	+	+	*1
Dipper	+	+	n.v.t.	+ (zie tekst)
Spore-Stop	+	-	n.v.t.	+

*1 Dossier is opgebouwd, maar de aanvraag moet opnieuw worden ingediend

Jet 5

Jet 5 (fabrikant Certis) is een middel bestaande uit perazijnzuur en waterstofperoxide en is werkzaam tegen schimmels en bacteriën. Het is bekend dat na elke keer “koken” opnieuw een halve dosering Jet5 toegevoegd moet worden om een goede werking te garanderen. Voordeel van Jet 5 is dat het meetbaar is en daardoor kan de concentratie in het warmwaterbad gewaarborgd worden. Dit kan met eenvoudig met meetstrookjes waarmee het perazijnzuur gemeten kan worden (als er geen andere middelen in het bad zitten) of nauwkeuriger met speciale apparatuur.

Jet 5 is op dit moment alleen nog toegestaan voor fustreiniging. Het was echter ook toegelaten in plantgoed van bloembol- en bloemknolgewassen als schimmelbestrijdingsmiddel middels een boldompeling. Met ingang van 1 januari 2011 is deze toelating door de fabrikant teruggetrokken. Een toelating zal opnieuw moeten worden aangevraagd.

Dipper

Dipper (Citrex Europe BV) is werkzaam tegen schimmels en bacteriën en heeft als werkzame stof ascorbinezuur. Nadeel van dit middel is dat de concentratie in het bad snel afneemt en daarmee de effectieve werking kort is. Uit het verleden is gebleken dat na 5 opeenvolgende dompelbaden het middel niet meer werkzaam was (PT rapport 36102). Het werkt wel mits het constant aangevuld wordt. Daarnaast is bekend dat Dipper bij hoge temperaturen een fytotoxische werking heeft. Het middel heeft een toelating voor boldompeling.

In 2012 bleek er een chemische vervuiling in het middel aanwezig te zijn, waardoor in eerste instantie het Eko-keurmerk voor dit middel verviel. Er bleek bij de fabricage in Spanje iets fout te zijn gaan. Inmiddels is daardoor de fabriek gesloten en is het product (tijdelijk) niet verkrijgbaar. spore

Spore-Stop

Spore-Stop (Koppert BV) is een combinatie van twee actieve stoffen (kaliumjodide en kaliumthiocyanaat). Momenteel wordt het gebruikt als meeldauw bestrijder in de komkommer teelt (toegelaten). Er is ook een toelating in de bollensector voor boldompeling. Uit het verleden is gebleken dat de resultaten van in het dompelbad niet betrouwbaar waren. Waarschijnlijk is dit afhankelijk van de bolsoort en de vervuiling in het bad (PT rapport 36102).