

# Zuivering recirculatiewater in de rozenteelt

Fase 0: Uitvoeren biotoetsen

Fase 1: Testen effectiviteit zuiveringstechnologie

Fase 2: Bedrijfseconomische haalbaarheid zuiveringsapparatuur

Bram van de Maas, Erik van Os, Chris Blok, Rob Meijer, Nico Enthoven (Priva)



## **Overige financiers:**

Hoogheemraadschap Delfland  
Hoogheemraadschap Rijnland  
Hoogheemraadschap van Schieland en Krimpenerwaard  
Waterschap Peel en Maasvallei  
Waterschap Zuiderzeeland  
Bayer CropScience  
BASF  
Syngenta Crop Protection  
DuPont de Nemours Nederland

© 2010 Wageningen, Wageningen UR Glastuinbouw

Alle rechten voorbehouden. Niets uit deze uitgave mag worden verveelvoudigd, opgeslagen in een geautomatiseerd gegevensbestand, of openbaar gemaakt, in enige vorm of op enige wijze, hetzij elektronisch, mechanisch, door fotokopieën, opnamen of enige andere manier zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van Wageningen UR Glastuinbouw

## **Wageningen UR Glastuinbouw Bleiswijk**

Adres : Violierenweg 1, 2665 MV Bleiswijk  
: Postbus 20, 2665 ZG Bleiswijk  
Tel. : 0317 - 48 56 06  
Fax : 010 - 522 51 93  
E-mail : [glastuinbouw@wur.nl](mailto:glastuinbouw@wur.nl)  
Internet : [www.glastuinbouw.wur.nl](http://www.glastuinbouw.wur.nl)

# Inhoudsopgave

	Pagina
Samenvatting	2
1 Inleiding	3
2 Doelstelling	3
3 Materiaal en methode	4
4 Resultaten en discussie	6
5 Vervolg	12
6 Conclusies	15
Literatuur	15
Bijlage 1. Overzicht van gebruikte biotoetsen	16
Bijlage 2. Resultaten onderzoek groeiremming recirculatiewater roos	18
• Resultaten test 2 (Chinese kool)	19
• Resultaten test 3 (Rozen)	20
• Resultaten test 4 (afsluitende fytotoxtest)	23
• Conclusies biotoetsen	25
Bijlage 3. Proefopzet Zuivering recirculatiewater roos	26
Bijlage 4. Inhoudelijke resultaten biotoetsen	27
Bijlage 5. Afbraak gewasbeschermingsmiddelen (meting 28-01-09)	29

# Samenvatting

Om aan de eisen van de Kaderrichtlijn Water te voldoen moet in de glastuinbouwsector de emissie van nutriënten en gewasbeschermingsmiddelen sterk worden gereduceerd. Overheid en de glastuinbouwsector zijn in GlaMi-verband overeengekomen dat in 2027 de emissie nagenoeg nul zal zijn.

Spuiwater is een belangrijke emissieroute. In de rozenteelt is groeiremming een belangrijke reden om te spuien. Het zuiveren van het recirculatiewater, bovenop de reeds toegepaste waterontsmetting zou de groeiproblemen kunnen oplossen en de emissie verminderen.

Met een aantal bio-toetsen is nagegaan of groeiremming kon worden aangetoond in het drainwater van een aantal rozenbedrijven (fase 0). Vervolgens is getest of zuivering van het water met geavanceerde oxidatie, een combinatie van waterstofperoxide ( $H_2O_2$ ) en UV, groeiremming kan terugdringen (fase 1). Behandelingen zijn uitgevoerd met verschillende doseringen  $H_2O_2$  en UV. Tevens is gekeken naar het effect van deze zuiveringsbehandelingen op de afbraak van gewasbeschermingsmiddelen in het drainwater. De resultaten van de uitgevoerde testen op experimenteel niveau waren veelbelovend. Een kosten/baten analyse is uitgevoerd om zicht te krijgen op de bedrijfseconomische haalbaarheid van de aanschaf van de zuiveringsapparatuur (fase 2).

De uitvoering van de fasen 0, 1 en 2 van het project Zuivering recirculatiewater in de rozen teelt heeft tot de volgende resultaten geleid:

- Met gebruik van bio-toetsen is groeiremming aangetoond in het drainwater van diverse rozenbedrijven.
- De combinatie van  $H_2O_2$  en UV heft groeiremming op.
- De combinatie van  $H_2O_2$  en UV bewerkstelligt een versnelde afbraak van de meeste gewasbeschermingsmiddelen.
- De kosten van de geteste zuiveringapparatuur vormen geen belemmering voor de verdere doorontwikkeling van het zuiveringsconcept op praktijkniveau.

Om het zuiveringconcept met  $H_2O_2$  en UV in de rozenteelt praktijkrijp te maken is een langdurige proef van een jaar op een praktijkbedrijf essentieel (fase 3). Het gaat om inzicht te krijgen in het effect van geavanceerde oxidatie op de lange termijn op het voorkomen van groeiremming en het minimaliseren van lozing. Een proefplan voor deze duurproef is opgesteld. De vragen die met deze duurproef moeten worden beantwoord zijn:

- Is er groeiremming bij niet-lozen?
- Zo ja, vermindert  $H_2O_2$ +UV de groeiremming?
- Zo ja, vermindert door  $H_2O_2$ +UV de lozing?

In drie kraanvakken worden de volgende behandelingen toegepast:

- A. Normaal UV en lozen volgens inzichten teler;
- B. 100% recirculatie, UV en alleen lozen op basis van natrium;
- C. 100% recirculatie,  $H_2O_2$  en UV en alleen lozen op basis van natrium.

De productie wordt dagelijks bijgehouden en volgens vaste regelmaat wordt het drainwater geanalyseerd.

Door de sector en vanuit het overheidsbeleid wordt het (door)ontwikkelen van zuiveringstechnieken voor het reinigen van recirculatiewater en afvalwater gezien als een perspectiefvolle richting voor een 'emissieloze' glastuinbouw in 2027.

# 1 Inleiding

Het project 'Zuivering recirculatiewater in de rozenteelt' is in 2008 gestart als deelproject binnen het LNV-project 'Puntbelastingen Glastuinbouw' (BO-06-009-007).

De Europese Kaderrichtlijn Water (KRW) stelt dat de kwaliteit van het oppervlaktewater gezond moet zijn in 2015 en als dat niet gehaald kan worden, zijn er twee termijnen van zes jaar voor uitstel.

De glastuinbouwsector heeft binnen het convenant Glastuinbouw en Milieu (GlaMi) afgesproken dat in 2027 de emissies vanuit glastuinbouw nagenoeg nul moeten zijn.

De zuivering van het recirculatiewater wordt gezien als mogelijke oplossingsrichting om de hoeveelheid spui en daarmee de emissie van gewasbeschermingsmiddelen en nutriënten terug te dringen. In het gewas roos wordt relatief veel recirculatiewater geloosd vanwege het optreden van groeiremming en een oplopende natrium concentratie. Over het al dan niet optreden van groeiremming bij roos in een gesloten systeem zijn de meningen verdeeld. In internationaal onderzoek is eerder groeiremming bij roos vastgesteld in een gesloten teeltsysteem ten opzichte van een open systeem (Ehret, et al, 2005). In het onderliggende onderzoek naar de zuivering van recirculatiewater is in een eerste fase ingezet op het aantonen van groeiremming in de rozenteelt op experimentele schaal. Voor het vervolg is gesteld dat met een aanvullende zuiveringsbehandeling, bovenop de reeds toegepaste ontsmetting van het drainwater op de teeltbedrijven, de groei problemen bij roos opgelost kunnen worden.

Voor het rozenproject is aanvullende financiering gevraagd en verkregen bij PT en de gewasbeschermingsmiddelen-industrie (BayerCrop Science, BASF, Syngenta en Dupont) en de waterschappen (Delfland, Schieland en Krimpenerwaard, Rijnland, Peel en Maasvallei en Zuiderzeeland). Alle partijen hebben een belang bij de reductie van emissie.

In 2008 en 2009 zijn testen uitgevoerd om groeiremming in een rozengekas aan te tonen en de effectiviteit van de waterzuivering te onderzoeken. De testen hebben veelbelovende resultaten opgeleverd en in de tweede helft 2009 zijn de voorbereidingen getroffen voor het uitvoeren van een duurproef op een rozenbedrijf. Begin 2010 is deze duurproef daadwerkelijk gestart met een aantal verschillende behandelingen op kraanvak niveau. Najaar 2009 heeft het PT een financieringsverzoek gehonoreerd voor het project 'Vervolg zuivering van recirculatiewater in de rozenteelt, duurteelt' met PT-projectnummer 13809.

In dit rapport wordt verslag gedaan van het uitgevoerde eerste fasen van het onderzoek dat heeft geleid tot de opzet van de praktijkproef (= fase 3 van het oorspronkelijke projectvoorstel).

## 2 Doelstelling

Beoogd resultaat van het project is om met intensieve waterzuivering de groei problemen in de rozenteelt te ondervangen en daarmee ook de noodzaak om 'vuil water' te spuien naar het oppervlaktewater. Om dit te bereiken zijn de volgende doelstellingen geformuleerd:

- Bepalen van de werking van selectieve zuiveringstechnologie van recirculatiewater in de rozenteelt op experimentele schaal.
- Bepalen van de toepasbaarheid van de technologie op het tuinbouwbedrijf.

In 2009 zijn de zuiveringstesten afgerond en is de verworven kennis gebruikt voor het opzetten van het onderzoek in een rozengekas op een praktijkbedrijf.

De volgende fasering is aangehouden:

Fase 0: Uitvoeren biotoetsen

Fase 1: Bestuderen van de werking van selectieve zuiveringstechnologie in recirculatiewater van roos.

Fase 2: Vaststellen bedrijfseconomische haalbaarheid zuiveringsapparatuur

Fase 3: Bepalen van de inzetbaarheid van de getoetste zuiveringstechnologie op praktijkschaal (duurproef). De uitvoering van fase 3 valt buiten de rapportage.

## 3 Materiaal en methode

### Fase 0: Uitvoeren biotoetsen

Voorafgaand aan fase 1 waarin de zuiveringsapparatuur wordt beproefd is met biotoetsen nagegaan of groeiremming aangetoond kan worden. Gestart is met een kiemproef (Fytotoxkit) met recirculatiewater van 5 rozenbedrijven. In bijlage 1 wordt een verdere toelichting gegeven op de biotoetsen. Het gebruikte water is drainwater in de loop naar de vuilwater-tank. In de meeste gevallen getapt vanuit de drainput. Het monster is daarna gekoeld opgeslagen, voordat het is gebruikt voor de biotoets. De monsterneming heeft in de ochtend plaatsgevonden, met de gedachte dat het water dat de nacht heeft over gestaan ook wordt meegenomen. Vervolgens is de toets herhaald en zijn met hetzelfde water biotoetsen met Chinese kool en rozenstek uitgevoerd.

### Fase 1: Testen effectiviteit zuiveringstechnologie

#### Zuiveringsmethode

Uit eerder uitgevoerde inventarisaties naar zuiveringsconfiguraties is de combinatie van UV en waterstofperoxide ( $H_2O_2$ ), met als aanvullende optie een actief koolfilter als een geschikte methode aangewezen (Pickhardt, 2007). Gekozen is om deze methode toe te passen. Binnen het projectteam was ook voldoende kennis over de zuiveringsstappen. De effectiviteit van de combinatie waterstofperoxide en UV is verder onderzocht gericht op het opheffen van groeiremming. De werking van een actief koolfilter is binnen fase 1 niet meer meegenomen, omdat de focus is komen te liggen op het opheffen van groeiremming. In het kader van de emissieproblematiek is een koolfilter wel een interessante techniek bij het lozen van afvalwater. De methode blijft wel in beeld.

#### Selectie bedrijf

De eerste gedachte was om de zuivering op experimentele schaal uit te voeren. Gezien de beschikbaarheid van UV-apparatuur en de benodigde hoeveelheden water voor een goede werking van de zuivering is er voor gekozen om de testen uit te voeren op een praktijkbedrijf. Bij de bedrijfskeuze is rekening gehouden met de aanwezigheid van een moderne UV-ontsmetter, geleverd door Priva. De eerder bij het project betrokken bedrijven, voldeden hier niet aan. Vier andere rozenbedrijven zijn benaderd. De resultaten van de uitgevoerde biotoets (aantonen van groeiremming met de Fytotoxkit) met water van deze bedrijven is maatgevend geweest voor de keuze. Voor zover bekend speelde de gevoeligheid voor groeiremming van het geteelde cultivar ook een rol bij de selectie.

#### Testen waterzuivering

Voor het uitvoeren van de zuiveringstesten bestaande uit metingen en analyses van de verschillende behandelingcombinaties van UV en  $H_2O_2$  is door de projectgroep een programma van eisen opgesteld resulterend in een proefopzet (zie bijlage 2). De essentiële vraag bij deze testen was het effect van de verschillende concentraties waterstofperoxide en UV op het voorkomen van groeiremming. Daartoe zijn de behandelde monsters met biotoetsen onderzocht. Daarnaast is de samenstelling van de behandelde oplossingen geanalyseerd. Belangrijk punt van onderzoek was de afbraak van gewasbeschermingsmiddelen. Eveneens zijn andere fysische en chemische analyses uitgevoerd en is een test op het voorkomen van pathogenen uitgevoerd (zie proefopzet in bijlage 3).

De zuiveringsbehandelingen en metingen zijn uitgevoerd op twee rozenbedrijven. Op het eerste bedrijf werd de cultivar Grand Prix geteeld op kokos als substraat. Op het tweede bedrijf is gemeten in water afkomstig van teelt met F-Red geteeld op steenwol.

Op 27 november 2008 is een eerste meetdag uitgevoerd. Op 28 januari 2009 is op hetzelfde rozenbedrijf een tweede meting uitgevoerd. Op basis van de resultaten van de eerste meetdag zijn de doseringcombinaties van H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> en UV enigszins aangepast. In overleg met de BCO is er voor gekozen om ook op een ander rozenbedrijf met een ander substraat (steenwol i.p.v. kokos) en een andere cultivar een zuiveringstest uit te voeren. Dit heeft plaatsgevonden op 18 maart. De UV-ontsmettingsinstallatie op het tweede bedrijf werkte tijdens de metingen niet zonder problemen. Ook na technische aanpassingen konden niet alle gewenste doseringen worden toegepast. De meetserie was minder uitgebreid dan in eerste instantie bedoeld.

Tabel 1. Overzicht van de uitgevoerde experimenten en analyses

<b>Fase 0: Aantonen groeiremming met biotoetsen</b>						
		Fytotoxkit	Chinese kool	Rozenstek	Fytotoxkit	Voedinganalyse watermonsters
Mei 2008	5 bedrijven	X				X
Aug-Sep 2008	4 bedrijven	X	X	X	X	X
<b>Fase 1: Selectie bedrijf en testen zuiveringstappen</b>						
		Fytotoxkit	Analyse gew.besch. middelen	Chem./fys. analyses voedingwater	Analyse ziekten	Voedinganalyse
Okt 2008	4 bedrijven	X				X
Nov 2008	Testbedrijf nr 1	X	X	X	X	X
Jan. 2009	Testbedrijf nr. 1	X	X	X	X	X
Mrt 2009	Testbedrijf nr. 2	X	X	X	X	X

## Fase 2: Vaststellen bedrijfseconomische haalbaarheid zuiveringsapparatuur

Er vanuit gaande dat de geteste waterzuiveringconfiguratie inhoudelijk positieve resultaten oplevert is het vanuit bedrijfseconomisch oogpunt van belang om de investerings- en exploitatiekosten van zuiveringsapparatuur te kennen.

Een bedrijfseconomische analyse zal worden uitgevoerd.

### Projectorganisatie en financiers

In een interne projectgroep zijn de vakdisciplines gewasbescherming, teelt, bio-toetsen, techniek, bedrijfskunde vertegenwoordigd. Aanvullend zijn de technische toeleveranciers Bruine de Bruinen en Priva projectparticipant. Witteveen + Bos adviseert op het zuiveringstechnische vlak. In een externe projectgroep worden de aanpak en resultaten met deze partijen besproken. Aan de projectfinanciering van Productschap Tuinbouw is een begeleidingscommissie met vertegenwoordigers van de primaire sector gekoppeld. Andere projectparticipanten en -financiers zijn waterschappen en producenten van gewasbeschermingsmiddelen. Dit zijn Hoogheemraadschap van Delfland, Hoogheemraadschap Rijnland, Hoogheemraadschap van Schieland en Krimpenerwaard, Waterschap Peel en Maasvallei, Waterschap Zuiderzeeland en Bayer, BASF, Syngenta, Du Pont de Nemours. Met deze participanten zijn afspraken gemaakt over de wijze van betrokkenheid.

De hoofdfinanciers van het project, te weten Ministerie van LNV en Productschap Tuinbouw hebben de mogelijkheid om over de voortgang van het project te beslissen. PT wordt vertegenwoordigd door de begeleidingscommissie. In het projectvoorstel is een beslismoment ingebouwd voor de uitvoering van de duurproef op een praktijkbedrijf (fase 3).

## 4 Resultaten en discussie

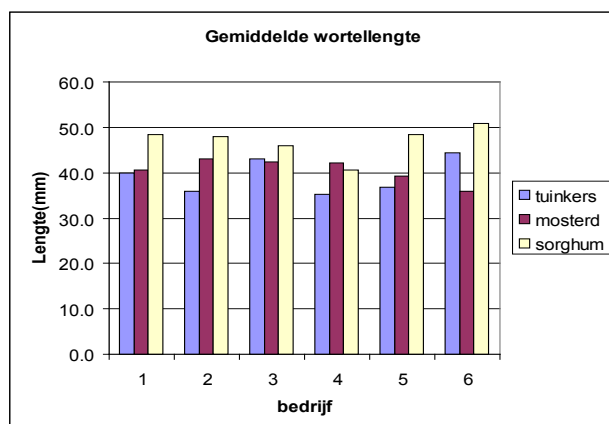
### Fase 0: Uitvoeren biotoetsen

In tabel 2 zijn de resultaten van de eerste biotoetsen weergegeven. Op bedrijf 1 zijn op twee locaties monsters genomen. Monster 1 A was de drainput, waar water van twee afdelingen met een verschillende cultivar samen kwam. Het water van monster 1 B is getapt vanuit een draingoot in het gewas en meer representatief, omdat de teler bij dit cultivar groeiproblemen ondervond. Als standaard wordt aangehouden dat bij een groeiachterstand van 20% of meer t.o.v. van de referentie kan worden gesproken van een toxisch effect, in het midden gelaten wat de mogelijke oorzaak zou kunnen zijn. De wortellengte is in de kiemproef een betere graadmeter dan de scheutlengte. De tabel laat zien dat er op een aantal bedrijven groeiremming zichtbaar is gemaakt.

Tabel 2. Percentage groeiremming biotoets Fytotoxkit

Zaad		Bedrijf						Referentie
		1-A	1-B	2	3	4	5	
	scheut lengte	1%	15%	10%	4%	11%	0%	0%
	wortel lengte	-7%	12%	22%	7%	20%	11%	0%
Tuinkers	Kieming	0%	3%	0%	-3%	-3%	0%	0%
	scheut lengte	15%	18%	5%	6%	5%	-3%	0%
	wortel lengte	7%	31%	25%	23%	14%	12%	0%
Mosterd	Kieming	8%	3%	-3%	0%	0%	0%	0%
	scheut lengte	-2%	-1%	6%	1%	-14%	11%	0%
	wortel lengte	17%	28%	5%	9%	-5%	16%	0%
Sorghum	Kieming	-11%	3%	-3%	-3%	6%	-9%	0%

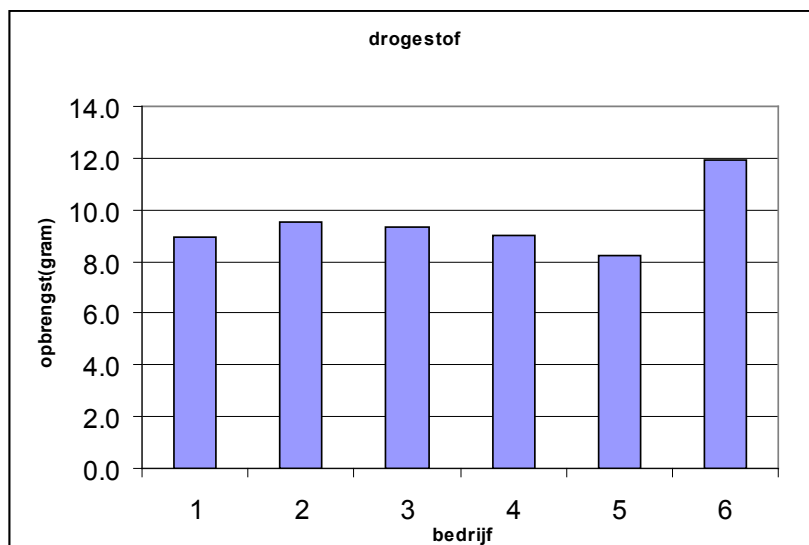
In vervolgonderzoek is de biotoets Fytotoxkit herhaald en zijn biotoetsen met Chinese kool en rozenstek uitgevoerd. In figuur 1 is de gemiddelde wortellengte van de verschillende voedingsoplossingen weergegeven. Voor tuinkers is een significante achterstand van de oplossingen 2, 4 en 5 ten opzichte van de standaard oplossing 6 met resp. 17%, 20% en 17%. De maat van 20% om aan te geven dat de voedingoplossing (toxische) afwijkingen vertoont wordt niet gehaald. Bij mosterd zien we het effect dat de behandelingen beter groeien dan de standaard. Dit is niet simpel te verklaren, maar dit effect kan optreden bij levend materiaal.



Figuur 1. Fytotoxkit. Gemiddelde wortellengte van de voedingsoplossingen

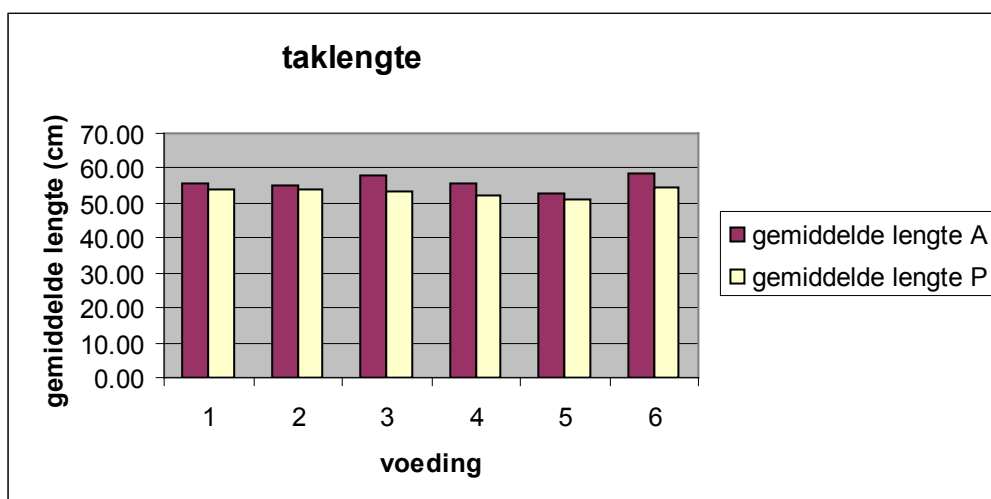


In de biotoets met Chinese kool is in alle oplossingen een significant lagere drogestof opbrengst t.o.v. de standaard gevonden variërend van -20% tot - 31% (zie figuur 2)

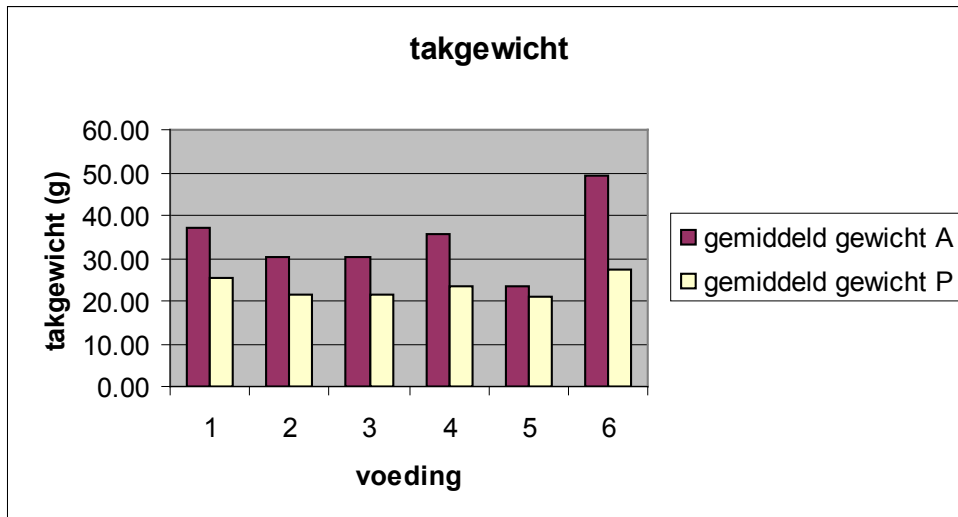


Figuur 2. Biotoets met Chinese kool. Droge stof opbrengst (per 4 potten).

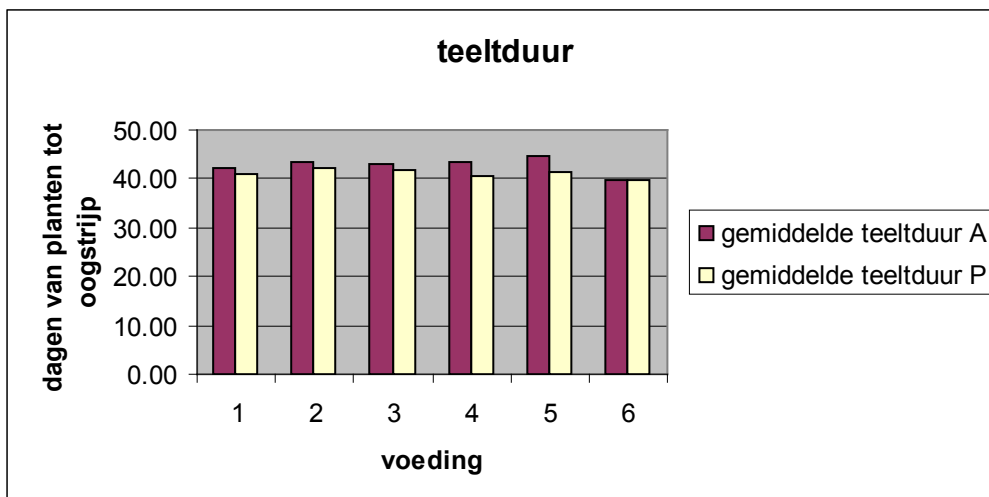
De biotoets roos is uitgevoerd met rozenstek van de cultivars Avalanche en Passion. De volgende metingen zijn uitgevoerd: taklengte, takgewicht, takstevigheid en teeltduur (tot bloei). De resultaten van taklengte, takgewicht en de teeltduur worden hierna kort besproken. Een uitgebreidere presentatie van de resultaten is te vinden in bijlage 3. Taklengte (figuur 3). Passion toont geen significante verschillen in taklengte tussen de behandelingen.. Bij Avalanche zijn de takken in behandeling 3 en 6 significant langer dan in behandeling 5. Takgewicht (figuur 4). Voor Passion is het gewicht bij behandeling 6 significant hoger dan bij behandelingen 2, 3 en 5. Voor Avalanche zijn de verschillen nog verder uit te splitsen: behandeling 6 geeft het hoogste takgewicht, gevolgd door 1 en 4, gevolgd door 3 en 2, met behandeling 5 met de laagste takgewichten. Teeltduur (figuur 5). De teeltduur verschilt omdat steeds is gewacht met oogsten tot de knop een bepaalde grootte bereikte. Voor Passion geldt dat behandeling 6 sneller oogstrijp was dan behandelingen 5, 3 en 2 en behandelingen 1 en 6 sneller dan behandelingen 3 en 2. Voor Avalanche geldt eenzelfde volgorde afgezien van behandeling vijf die nu het langzaamst is.



Figuur 3. Biotoets roos. Gemiddelde taklengte van de rozen gegroeid op voedingswater afkomstig van verschillende rozenbedrijven.



Figuur 4. Biotests roos. Takgewicht van de rozen



Figuur 5. Biotests roos. Teeltduur van de rozentakken van planten tot oogstrijp

### Resultaten biotests roos

De biotests met rozenstek is geschikt om groeiremming in een voedingsoplossing aan te tonen:

- Het soort Avalanche is gevoeliger voor groeiremming dan Passion
- De groeiremming uit zich eerder in een verlaging van het takgewicht dan van de taklengte
- De groeiremming uit zich behalve in een verlaging van het takgewicht, ook in een verlenging van de teeltduur.

### Conclusies biotests

In alle drie de toetsen is significante groeiachterstand aangetoond. Met de drie biotests is niet consequent een zelfde rangorde in groeiremming gevonden tussen de oplossingen met verschillende herkomst. De toetsen hebben alle drie hun waarde voor het aantonen van groeiremming laten zien, echter een onderlinge diversiteit is aannemelijk. Bij het vervolg is het wel belangrijk dat de uitvoering van de biotests geoptimaliseerd wordt.

De overall conclusie van fase 0 was dat met de biotests groeiremming in recirculatiewater van een rozenteelt is aangetoond. Dit was een opstap voor fase 1, waarin de effecten van de zuiveringsstappen op groei en samenstelling van de voedingsoplossing verder zijn onderzocht. De Fytotoxkit is beoordeeld als een goed werkbare en onderscheidende biotests, die in het vervolgonderzoek is toegepast.

## Fase 1: Testen effectiviteit zuiveringstechnologie

### Biotoets

Het drainwater op twee rozenbedrijven is behandeld met verschillende doseringen van  $H_2O_2$  en UV. Met de biotoets Fytotoxkit is het effect op de groei nagegaan. In figuur 6 zijn de resultaten weergegeven van de biotoets bij de metingen op 28 januari 2009. Ten opzichte van de nulbehandeling (= ongezuiverd drainwater) laat een combinatie van UV en  $H_2O_2$  een positief effect zien op de wortelgroei van tuinkers en mosterdzaad. In de praktijk is een UV dosering in de rozenteelt van  $100 \text{ mJ/cm}^2$  gangbaar.

De andere metingen op 27 november 2008 en 18 maart 2009 laten eveneens een positief effect zien van de zuiveringsbehandelingen op de groei (zie bijlage 4). De variaties tussen de behandelingen zijn echter te groot om op basis van deze metingen een optimale combinatie te kunnen vaststellen.

Resultaten		Biotoets		Fytotoxkit		28 januari 2009	
Code	UV	$H_2O_2$	Wortellengte		Scheutlengte (%)		
	(mJ /cm <sup>2</sup> )	(mg/l)	T	M	T	M	
1	0	0	100	100	100	100	
3	0	10	117	121	94	95	
5	250	0	112	107	95	92	
7	250	5	120	119	95	101	
8	250	10	128	112	91	96	
9	250	20	<b>138</b>	<b>144</b>	92	89	
11	500	5	142	109	100	99	
12	500	10	<b>139</b>	<b>130</b>	102	90	
13	500	20	<b>132</b>	<b>152</b>	92	88	
S1	-	-	113	108	102	93	
S2	-	-	105	108	101	90	



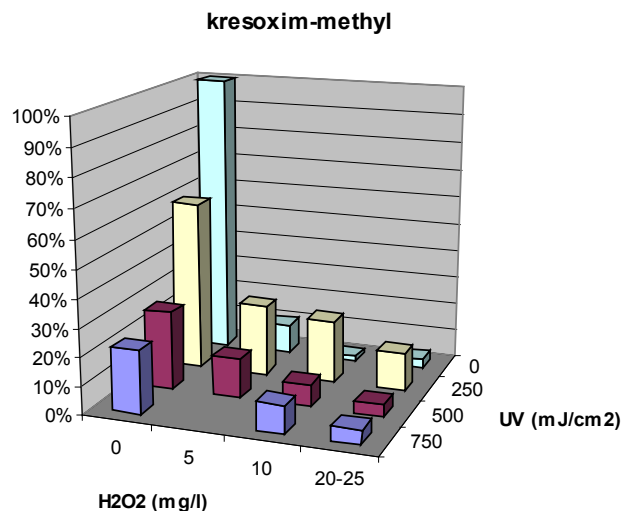
Figuur 6. Resultaten van de kiemproof met tuinkers (T) en mosterdzaad (M) met recirculatiewater van een rozenbedrijf, behandeld met verschillende combinaties van UV en  $H_2O_2$ .

### Afbraak middelen

Het is van belang om inzicht te hebben in het voorkomen en het gedrag van gewasbeschermingsmiddelen in het voedingswater. Enerzijds zou een ruime aanwezigheid van middelen in het recirculatiewater invloed kunnen hebben op de groei van het gewas, alhoewel hier geen directe aanwijzingen van bekend zijn. Wanneer anderzijds het drainwater wordt gespuid, bijvoorbeeld vanwege een te hoge Na-concentratie, dient het spuiwater aan de geldende kwaliteitsnormen te voldoen. De invloed van de zuiveringsbehandeling op de afbraak van gewasbeschermingsmiddelen is bij alle drie de meetrondes bepaald. Uitgegaan is van de middelen die op de bedrijven zijn toegepast en teruggevonden in de analyses van het (behandelde) recirculatiewater. Er zijn geen aanvullende middelen toegediend. In figuur 7 is een voorbeeld gegeven van een middel dat zowel bij een toenemende dosering van waterstofperoxide als UV wordt afgebroken. In het voorbeeld van de werkzame stof kresoxim-methyl is te zien dat de afbraak wordt versneld bij een toenemende concentratie van zowel  $H_2O_2$  als UV. De gevoeligheid is per middel verschillend. Bijlage 5 geeft een overzicht van de gevonden afbraak van verschillende werkzame stoffen. De werkzame stof flonicamid blijkt vrijwel ongevoelig voor UV en  $H_2O_2$ . De concentratie van bijna alle middelen zate, ook zonder behandeling, onder het maximaal toelaatbaar risico (MTR). Dit is mede te verklaren doordat veel middelen als gewasbehandeling of ruimtebehandeling worden toegediend. Deze worden vaak wel teruggevonden in het water, maar dan in lage concentraties. De concentratie van enkele middelen was onbehandeld boven de MTR.

Door de zuiveringsbehandelingen werden deze middelen afgebroken tot onder de MTR. Een tweetal middelen bleven ook na de behandelingen net boven de MTR-grens.

## Afbraak middel Kenbyo/Collis (fungicide)



Figuur 7. Voorbeeld van de afbraak van een gewasbeschermingsmiddel onder invloed van UV en waterstofperoxide.

### Overige fysische en chemische metingen

Tijdens de meetdagen zijn diverse andere analyses uitgevoerd in het behandelde recirculatiewater om de invloed van de zuiveringsstappen te meten en na te gaan of er factoren zijn aan te wijzen die mogelijk een relatie met de groeivertraging zouden kunnen hebben. Enkele resultaten:

- EC;  
De zuiveringsbehandelingen hebben geen aanwijsbaar effect op de EC van de voedingsoplossing.
- pH;  
De zuiveringsbehandelingen hebben geen aanwijsbaar effect op de pH van de voedingsoplossing.
- O<sub>2</sub>;  
De gemeten zuurstofgehalten bij de twee metingen op het eerste bedrijf zijn laag (1 mg/l tegenover 5-6 mg/l normaal). Een verklaring kan zijn dat 'oud' water uit vuilwater tank is gebruikt. Aangenomen wordt dat biotoetswater voldoende met de buitenlucht in contact is en dat de invloed van een lage beginconcentratie O<sub>2</sub> op de kieming gering is. De gemeten zuurstofgehalten op het tweede bedrijf (6.3 – 7.2 mg/l) waren relatief hoog. Dit is waarschijnlijk vanwege de beluchting van de voorraadtank.
- Troebeling;  
Dit is een maat voor de vaste deeltjes die zweven in het water. Een hoge mate van troebeling kan storend werken op bepaalde zuiveringsprocessen (o.a. voor drinkwater). De mate van troebeling wordt vastgesteld door de verstrooiing van het licht in het water te meten. Bij een hoge pH zouden meststoffen kunnen neerslaan na een UV-ontsmetting. Dit zou dan tot een hogere troebeling kunnen leiden. Dit verschijnsel was niet aan de orde. Op het eerste bedrijf was de troebeling constant bij de verschillende behandelingen. Op het tweede bedrijf was een lichte toename te zien bij toenemende UV (in de lage range van 0 – 100 mJ/cm<sup>2</sup>).
- Transmissie T10;  
Maat voor de doorlaatbaarheid van UV-licht door opgeloste stoffen.

Voor een goede werking van de UV-ontsmetter is bepaalde transmissie vereist. Een gangbare transmissie in de rozenteelt is 15-25%. De UV-dosering heeft een positief effect op de T10-waarde. Wel of geen UV had de sterkste invloed (gemeten 25% bij UV 0 en 35% bij UV 250 mJ/cm<sup>2</sup>). Een toename in de UV-dosering liet ook een positief beeld zien (40% transmissie bij UV 750 mJ/cm<sup>2</sup>). Ook H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> doet de T10 stijgen, maar dat bleek tijd te kosten (enkele dagen).

- H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>;  
Gemeten is in hoeverre de gedoseerde waterstofperoxide na de behandeling is terug te vinden. Opvallend was dat H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> na een behandeling samen met UV nog ruimschoots aanwezig was en pas na enkele dagen verdween. Wanneer enkel peroxide werd gedoseerd zonder UV, was de nulwaarde snel bereikt. Er zijn nog enkele proefjes uitgevoerd, maar er kon geen aanwijsbare verklaring voor worden gevonden.
- TOC.;  
Het totaal aan organische componenten neemt iets af bij toename van de concentraties UV en H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>. Bij het tweede bedrijf (steenwol) is de TOC-waarde hoger dan het eerste bedrijf met kokos.
- Hoofd- en sporenelementen;  
Tegelijk met de bio-toetsen wordt een voedingsanalyse uitgevoerd om na te gaan of de gehalten van de afzonderlijke elementen binnen de gangbare marges vallen en geen versturende factor kunnen zijn in de groei. Er zijn geen uitschieters geconstateerd.
- Nitriet;  
Onder invloed van een oplopende UV-dosering neemt het nitriet-gehalte in de oplossing toe. De concentraties zijn in alle gevallen < 5 mg NO<sub>2</sub>/l. Volgens deskundigen ligt de schadedrempel bij biotoetsen bij 10 mg/l. Het nitriet-gehalte heeft dus geen invloed op de resultaten van de bio-toetsen.
- Pathogenen, schimmels en bacteriën;  
Uit de microbiologische analyses is gebleken dat de van nature voorkomende bacteriën en schimmels en mogelijk schadelijke micro-organismen ver beneden de schadedrempels zaten. Wel leidden de zuiveringsbehandelingen, met name een verhoogde UV-dosering, tot een verdere afname van de hoeveelheid micro-organismen.

De ondernemer van tweede rozenbedrijf waar metingen zijn uitgevoerd is na de meetdag op eigen initiatief begonnen om de combinatie UV en H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> op zijn bedrijf toe te passen. De eerste ervaringen waren positief, maar ook bleek dat opletendheid geboden blijft.

## Fase 2: Vaststellen bedrijfseconomische haalbaarheid zuiveringsapparatuur

Op veel glastuinbouwbedrijven wordt zuiveringsapparatuur gebruikt voor het ontsmetten van drainwater, dat wordt hergebruikt. Dit om het optreden van ziekten in het wortelmilieu te voorkomen. Op ca. 70% van totaal areaal glas in Ned. (= 10.000 ha) wordt op substraat geteeld. In de potplantenteelt met een oppervlakte van 2000 ha wordt geen ontsmettingsapparatuur gebruikt. In de groente en sierteelt op substraat wordt > 90% ontsmet (= 4.500 ha), waarvan de methoden UV en verhitting beiden een aanzienlijk aandeel hebben (globale schatting 50-50%). Een klein percentage (5-10%) gebruikt andere methoden.

De investering in ontsmettingsapparatuur wordt meestal gedaan bij de bouw van een nieuwe kas. Zowel verhitting als UV zijn goede methoden voor ontsmetting van het drainwater. Geavanceerde oxidatie (H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> +UV) biedt, voor zover de kennis nu reikt, de mogelijkheid voor afbraak van (toxische) organische verbindingen. Zeker bij gevoelige gewassen voor groei-problemen bij recirculatie (bekend zijn roos en gerbera) kan dit mede een reden zijn om voor een UV-ontsmetter te kiezen. De kosten voor een HD-UV ontsmetter zijn :

HD-UV (excl. silo's en zandfilter)	EUR 25.000 - 35.000	(KWIN glastuinbouw 2008)
afschrijving	15% per jaar van de nieuwwaarde	
onderhoud	5% per jaar	

Een investering in een H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> doseerpomp + installering wordt geschat op max. EUR 10.000. De kosten van de gebruikte waterstofperoxide zijn relatief laag.

De toepassing van een koolstoffilter vraagt nog om verder onderzoek in de praktijk. Een koolstoffilter zou kunnen worden geïnstalleerd voor zuivering van te lozen water, of voor een breder gebruik in de zuivering van recirculatiewater. Om toch een indruk te geven van de kosten van een 'totale' zuiveringsconfiguratie zijn de globale kosten van een actief koolfilter meegenomen.

Koolfilter	EUR 40.000
jaarlijkse vervanging kool	EUR 7.500

Wanneer een UV-ontsmettingsapparaat op het bedrijf aanwezig is zijn de extra kosten voor de zuiveringscombinatie H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> +UV relatief laag. Een rozenteler, die betrokken was bij het onderzoek heeft zelf een doseerpomp voor waterstofperoxide aangeschaft. De kosten waren ruim beneden de begrote som van EUR 10.000. Voor de begeleidingscommissie (BCO) waren de kosten van de zuiveringsapparatuur geen belemmering om het onderzoek richting praktijkproef te vervolgen. Door een vermindering van de groeiremning kan de waterzuivering leiden tot een hogere productie en door een lagere emissie tot milieuwinst, die naar verwachting in de nabije toekomst ook in geld uitgedrukt zal worden.

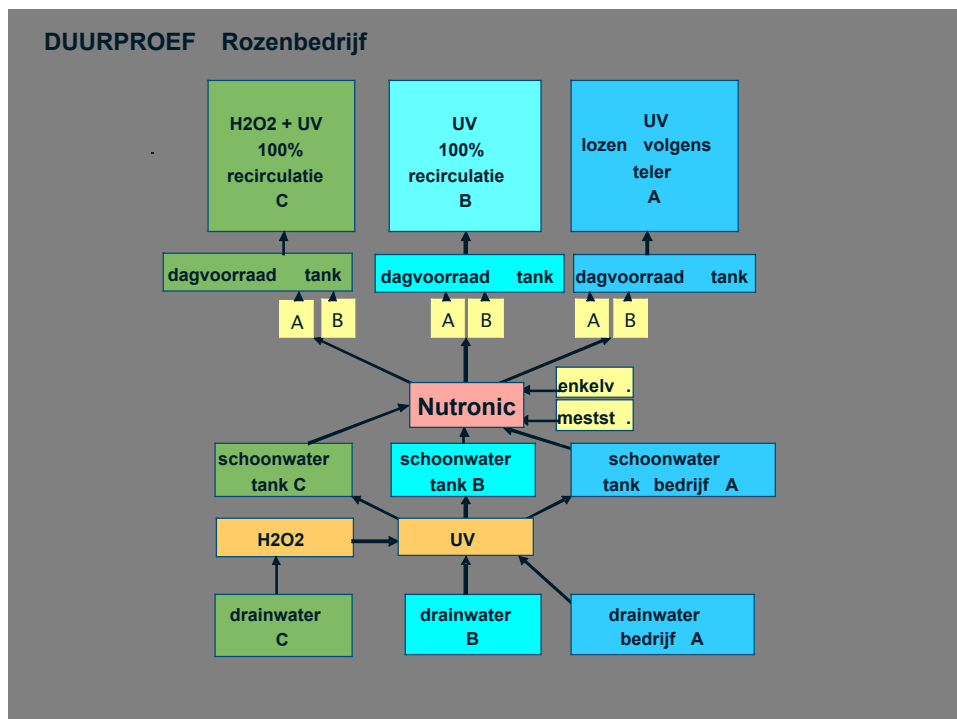
### **Communicatie**

De onderzoekresultaten zijn in diverse presentaties en in vakbladen uitgedragen. In een door LTO Groeiservice en Wageningen UR Glastuinbouw georganiseerde voorlichtingsbijeenkomst roos over waterzuivering bleek een geweldige behoefte naar informatie over waterkwaliteit, waterbehandeling, sturing watergift, schoonmaken systemen etc.

## **5 Vervolg**

### **Fase 3: Bepalen van de effectiviteit van de in fase 1 getoetste zuiveringstechnologie op praktijkschaal (duurproef)**

In de BCO is discussie geweest over de duurproef uit te voeren in een aantal proefafdelingen bij Wageningen UR Glastuinbouw in Bleiswijk of op een praktijkbedrijf. Gekozen is voor een rozenbedrijf, omdat de resultaten het beste aansluiten bij de praktijk. Hierna is een verkorte versie van het proefplan weergegeven. De aanleg en inrichting van de proefvakken is begin 2010 uitgevoerd. In figuur 8 wordt een schematisch overzicht gegeven van de proefopstelling. Begin 2010 is de oogstregistratie in de proefvakken gestart, die als nulmeting wordt gebruikt. In maart is de duurproef daadwerkelijk begonnen met de verschillende behandelingen.



Figuur 8. Overzicht watersysteem duurproef rozenbedrijf

## Proefplan Duurproef rozenbedrijf

### Probleem

Het optreden van groeiremming kan bestreden worden met geavanceerde oxidatie ( $H_2O_2 + UV$ ) zoals in 2009 in een aantal meetrondes bij rozentelers is aangetoond. Metingen waren echter incidentele metingen en geen langdurige. Om inzicht te krijgen in het effect van geavanceerde oxidatie op de lange termijn op het voorkomen van groeiremming zijn op het proefbedrijf door de installateur 3 afzonderlijke vakken gemaakt. Hierdoor kan in die drie vakken de optimale voedingsoplossing worden gegeven en kan ook inzicht worden verkregen in het effect van de behandeling. De vakken zijn elk ca. 3000m<sup>2</sup>. De vragen die met deze duurproef moeten worden beantwoord zijn:

- Is er groeiremming bij niet-lozen?
- Zo ja, vermindert  $H_2O_2 + UV$  de groeiremming?
- Zo ja, vermindert door  $H_2O_2 + UV$  de lozing?

Het streefdoel is dat door toepassing van geavanceerde oxidatie er geen groeiremming optreedt en dat de te lozen hoeveelheid voedingsoplossing kan worden geminimaliseerd.

Het gekozen bedrijf heeft een cultivar (Grand Prix) die lichtgevoelig tot gevoelig is voor groeiremming, dit is door biotoetsmetingen aangetoond. Daarnaast zijn de technische omstandigheden op het bedrijf zodanig dat er vakken met verschillende behandelingen, na ombouw, kunnen worden ingericht.

## Behandelingen

### A. Normaal UV en lozen volgens inzichten teler

In deze behandeling wordt geteeld volgens inzichten teler en geloosd als hij dat nodig vindt. In feite de voortzetting van de traditionele wijze van telen.

### B. 100% recirculatie, UV en alleen lozen op basis van natrium

In deze behandeling wordt zoveel mogelijk gerecirculeerd en alleen geloosd als het natriumcijfer in de drainanalyse daar reden toe geeft (wettelijke grens max. 4 mmol/l natrium). Deze behandeling geeft inzicht in het al of niet optreden van oogstreductie/groeiremming bij volledige recirculatie. Er wordt een lagere opbrengst verwacht t.o.v. A.

### C. 100% recirculatie, H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> en UV en alleen lozen op basis van natrium

In deze behandeling wordt ook zoveel mogelijk gerecirculeerd en alleen geloosd op basis van natrium cijfer in de drainanalyse. Net voor de UV ontsmettingsinstallatie is een H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> doseersysteem aangebracht. Indien er bij B groeiremming optreedt zou dit bij C door toepassing van geavanceerde oxidatie afwezig moeten zijn.

Het is niet het doel om behandeling B heel lang vol te houden als duidelijk is dat de opbrengst lager is dan A. In overleg zal bepaald worden of een oogstreductie van 5-10% gedurende een periode van 2-4 weken voldoende is om het effect van de behandeling aan te tonen. In dat geval zou behandeling B opgevolgd kunnen worden door een behandeling D, waarvan de invulling met de ondernemers en de BCO zal worden besproken.

Andere behandelingen zijn ook mogelijk en worden in overleg met de ondernemers, projectteam en BCO besproken (hogere/lagere dosering UV, H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>).

## Productieverwachtingen:

- als A = B dan is groeiremming nihil en kan er (veel) minder worden geloosd.
- als B < A dan is er wel groeiremming en is lozingsstrategie terecht,
- als B < C dan is er wel groeiremming en heeft toepassing van peroxide effect.

## Instellingen

- H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>: 15 mg/l
- UV: 100 mJ/cm<sup>2</sup>

## Waarnemingen

Om de behandelingen te kunnen waarderen worden de volgende waarnemingen gedaan:

- dagelijkse registratie van geoogste rozen: gewicht, aantal, lengte per behandeling; Per proefvak (kraanvak) worden 2-3 paden geoogst.
- dagelijkse registratie watergift en bemesting (m<sup>3</sup> per behandeling, EC, pH); wekelijks voedingsanalyses.
- gewasbeschermingsmiddelen registratie.
- registratie lozing en reden van lozing per vak (groeiremming, stand van gewas, natrium)
- bewaren klimaatgegevens klimaatcomputer gedurende looptijd duurproef
- groeiremming nulmeting vóór ombouw tot proef (begin januari 2010), incl biotets, voedingsanalyse, gewasbeschermingsmiddelen, pathogene micro-organismen.  
Met een frequentie van 1x per 3-4 weken wordt het recirculatiewater geanalyseerd, zoals beschreven. Het evt. lozen en het uit elkaar lopen van de productie in de verschillende vakken zijn mede bepalend voor de planning van de wateranalyses.
- On-site metingen op moment van lozen en vlak daarna: zuurstof, nitriet, troebelheid, H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>, T10. Minimaal 3x in voorjaar 2010. Tijdens de on-site metingen worden watermonsters behandeld met andere concentraties, zoals in projectfase 2 is uitgevoerd.



### Overige werkzaamheden

- Bespreken resultaten in BCO (data plannen, frequentie).
- Presentaties Rozen voorlichtingsdag, Themadag Gewasbescherming 18 maart 2010.

## 6 Conclusies

De uitvoering van de fasen 0, 1 en 2 van het project Zuivering recirculatiewater in de rozen teelt heeft tot de volgende resultaten geleid:

- Met gebruik van biotoetsen is groeiremming aangetoond in het drainwater van diverse rozenbedrijven.
- De combinatie van H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> en UV heft groeiremming op.
- De combinatie van H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> en UV bewerkstelligt een versnelde afbraak van de meeste gewasbeschermingsmiddelen.
- De kosten van de geteste zuiveringapparatuur vormen geen belemmering voor de verder doorontwikkeling van het zuiveringsconcept op praktijkniveau. Door een vermindering van de groeiremming kan de waterzuivering leiden tot een hogere productie en door een lagere emissie tot milieuwinst, die naar verwachting in de nabije toekomst ook in geld uitgedrukt zal worden.

Om het zuiveringconcept met H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> en UV in de rozenteelt praktijkrijp te maken is een langdurige proef van één jaar op een praktijkbedrijf essentieel.

Het onderwerp watervoorziening in relatie tot een optimale groei en een reductie van de emissie van nutriënten en gewasbeschermingsmiddelen staat sterk in de belangstelling bij de glastuinbouwsector. Het (door)ontwikkelen van zuiveringstechnieken voor het reinigen van recirculatiewater en afvalwater wordt gezien als een perspectiefvolle richting voor een 'emissieloze' glastuinbouw in 2027 (Stuurgroep van het Platform Duurzame Glastuinbouw, 2010). Naast de waterzuivering roos wordt de komende jaren aan diverse onderzoeksvragen gewerkt over watervoorziening, optimale groei en emissieproblematiek.

## Literatuur

Ehret, D.L., J.G. Menzies and T. Helmer.

Production and quality of greenhouse roses in recirculating nutrient systems. *Scientia Horticulturae* 106 (2005): 103-113.

Pickhardt, P.W..

Design of a closed water system for the greenhouse horticulture. January 2007.

Stuurgroep van het Platform Duurzame Glastuinbouw.

Uitvoeringsagenda Duurzaam Water in en om de Kas. Maart 2010.

## Bijlage 1. Overzicht van gebruikte biotoetsen

In het onderzoek is gebruik gemaakt van een aantal biotoetsen om groeiremming in recirculatiewater van de rozenteelt aan te tonen. Uit vele biotoetsen is gekozen voor een combinatie van methoden A, B en C. In afbeelding 1 is een overzicht gegeven van de toetsen.

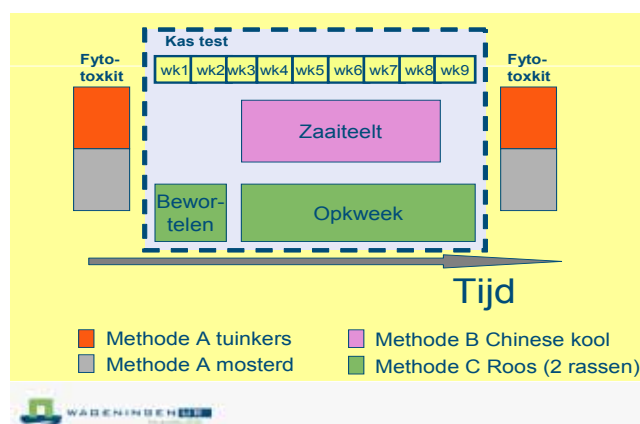
**Methode A** is de *Fytotoxkit kiemtoets*. Hierbij worden zaden gekiemd op filtreerpapier in een plastic cassette (afbeelding 2). Het filtreerpapier is geplaatst op een substraat van steenwol die wordt bevochtigd met het te testen water. Er worden 10 zaden gezaaid per oplossing per cassette. De toets wordt uitgevoerd met 3 testplanten; de monocotyl *Sorghum saccharatum* (Sorgho), en de dicotylen *Lepidium sativum* (tuinkers) en *Sinapis alba* (mosterd). Van elk zaad worden 4 herhalingen gezaaid (dus  $3 \times 4 = 12$  cassettes per oplossing).

De testcontainers worden rechtop geïncubeerd om normale zaailingen te vormen. Na de incubatieperiode worden kieming en de lengte van scheuten en wortels opgemeten. De uitkomsten worden vergeleken met de lengte van zaailingen van een bekend niet toxisch referentie voedingsoplossing (standaard komkommervoedingsoplossing met een EC van 1.75 dS.m-1. Vanwege een mindere relevantie van de resultaten van het sorghumzaad (monocotyle plant) is dit zaad in latere testen niet meer meegenomen.

**Methode B** is een teelt na zaaien van *Chinese kool*. De Chinese kool test heeft een doorlooptijd van 22 dagen. Per oplossing zijn er 12 potten ingezet (diameter 11 cm met een inhoud van 0,5 liter). De totaal 72 potten werden gevuld met steenwol (fijn granulaat 519). De potten zijn voor inzaai natgemaakt door onder te dompelen in de toegekende oplossingen. Elke potje stond op een schotel zodat water gegeven kon worden zonder dat het naar de andere planten stroomt. Er is geoogst bij het uitkomen van het derde paar bladeren.

**Methode C** is methode B aangepast voor gesynchroniseerde *rozenstek* van 2 cultivars. Er zijn 20 rozen per cultivar en per oplossing ingezet op 10 x10x6.5 cm steenwolpotten op schotels. De rozen zijn 7 weken aangehouden. De rozen stonden geward om plaats effecten te ondervangen.

Na uitvoering van de testen B en C wordt test A herhaald om na te gaan of de groeiremming op het zelfde niveau aanwezig blijft, of dat de groeiremming afneemt in de tijd (en dus de metingen met methode B en C anders beoordeeld moeten worden).

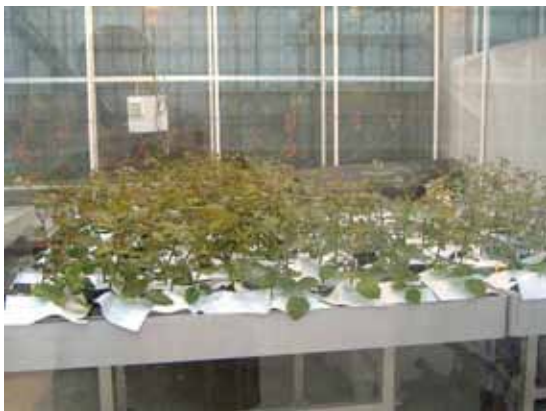


Afbeelding 1. Overzicht uitgevoerde biotoetsen

**Biotoets: Fytotoxkit**



**Biotoets: Chinese kool**



**Biotoets: Rozenstek**



Afbeelding 2. Bio-toets met planten van roos, zaaien van Chinese kool en twee Fytotoxkit cassettes met elk 10 tuinkerszaden

## Bijlage 2. Resultaten onderzoek groeiremming recirculatiewater roos

### Inleiding

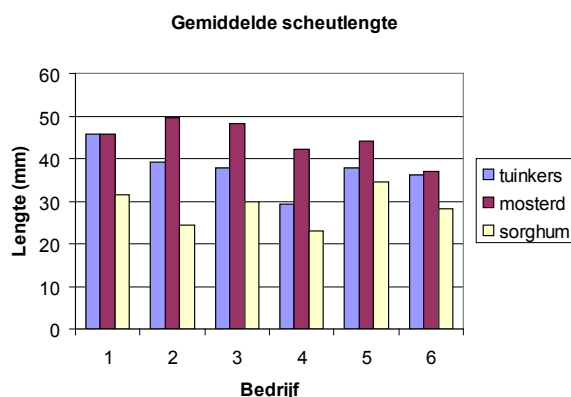
De proef bestond uit een serie groeitesten met zoveel mogelijk hetzelfde uitgangswater. Er was een ingangstest met de fytotoxkit, een eindtest met de fytotoxkit en daartussenin een test met Chinese kool en een test met 2 rassen roos. Gegevens staan in Tabel 1.

Tabel 1. Codering gebruikt bij de biotoetsen

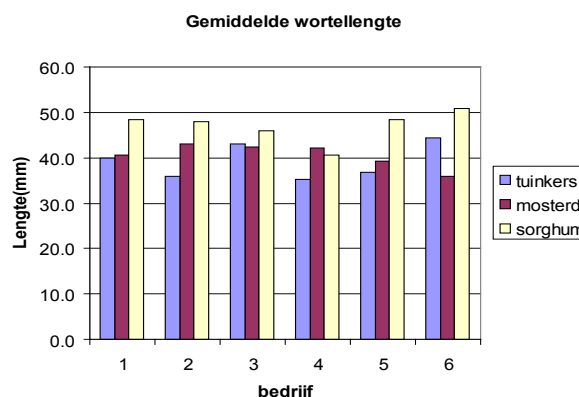
Nr	Test type	start	einde	water
Test 1	Fytotoxkit	01-08-2008	04-08-2008	10 liter jerrycan
Test 2	Chinese kool	04-08	26-08	100 litervat
Test 3	Roos	04-08	15-09	100 litervat
Test 4	Fytotoxkit	05-09	08-09	100 litervat

De behandelingen zijn 5 voedingsoplossingen afkomstig van rozentuinen en één referentiemonster. De voedingsanalyse van de 100 liter oplossingen staat in Bijlage 1. Het gebruikte recirculatiewater was afkomstig van vier bedrijven te weten nr. 1, nr. 2, nr. 3/4 en nr. 5. Bedrijf nr. 3 en bedrijf nr. 4 is het zelfde bedrijf. Het water nr. 3 is ontsmet recirculatiewater en nr. 4 is niet ontsmet drainwater afkomstig uit de vuilwatersilo. Nr. 6 is de standaard komkommer voeding die als referentie is gebruikt.

### Resultaten test 1 (fytotoxkit vooraf)



Grafiek 1. De gemiddelde wortellengte



Grafiek 2. De gemiddelde scheutlengte

Tabel 2. Gemiddelde scheutlengte

bedrijf	tuinkers	mosterd	sorghum
1	45.81 c	45.78 bc	31.48 bc
2	39.26 bc	49.54 c	24.41 a
3	37.88 bc	48.27 c	29.95 b
4	29.26 a	42.13 b	22.97 a
5	37.87 bc	44.05 bc	34.63 c
6	36.29 b	36.89 a	28.19 b

Data (tussen de bedrijven) gevolgd met dezelfde letter verschillen niet significant(LSD 5%)

Tabel 3. Gemiddelde wortellengte

bedrijf	tuinkers	mosterd	sorghum
1	39.9 ab	40.6 ab	48.4 bc
2	35.8 a	43.1 ab	48.0 bc
3	43.1 b	42.5 ab	45.9 b
4	35.3 a	42.2 ab	40.5 a
5	36.7 a	39.3 ab	48.4 bc
6	44.4 b	36.0 a	50.8 c

Data (tussen de bedrijven) gevolgd met dezelfde letter verschillen niet significant(LSD 5%)

Tabel 4. Percentage groeiremming

gewas	Data	bedrijf					
		1	2	3	4	5	6
tuinkers	wortel	10.2%	17.3%	3.0%	20.5%	17.4%	0.0%
	scheut	-26.2%	-11.0%	-4.4%	19.4%	-4.4%	0.0%
mosterd	wortel	-15.7%	-16.7%	-15.0%	-17.1%	-6.6%	0.0%
	scheut	-27.4%	-30.9%	-27.6%	-14.2%	-16.4%	0.0%
sorghum	wortel	2.0%	2.8%	7.1%	10.3%	-0.8%	0.0%
	scheut	-14.8%	11.0%	-9.3%	8.4%	-30.0%	0.0%

## Resultaten test 2 (Chinese kool)

De kieming is drie dagen na inzaai geteld. De gemiddelde percentage kieming was 95%, variërend van 85% tot 97%. De percentages kieming verschillen niet significant. De drogestof opbrengst van de standaard voeding is 20% en meer hoger dan de andere voedingsoplossingen. De opbrengst van de standaard oplossing verschilt significant van alle andere oplossingen. Bij de visuele waarnemingen (2,5 week na inzaai) was al te zien dat de bovengrondse opbrengst minder was dan van de rest.

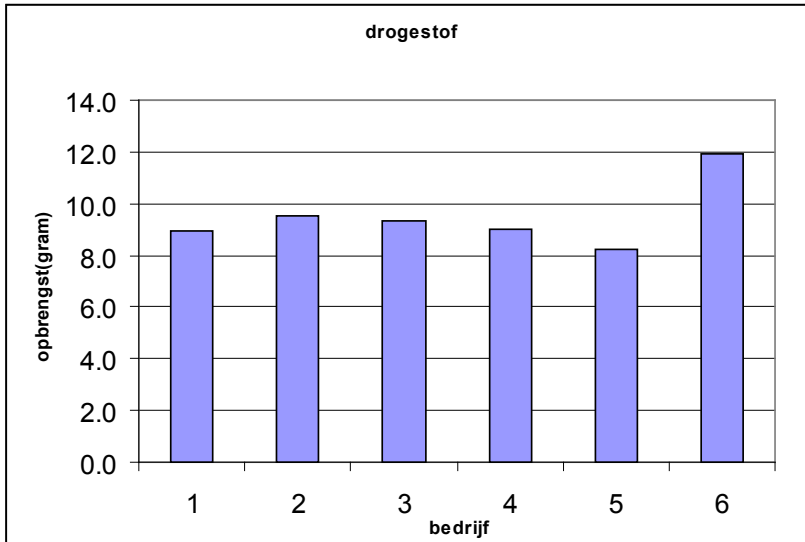
Tabel 5. Droog- en versgewicht (4 potten) en percentage kieming

voeding	% kieming	Vers gewicht (gram)	Drooggewicht(gram)
1	94.6%	43.8 ab	9.0 ab
2	96.7%	48.2 b	9.5 b
3	94.2%	44.3 ab	9.3 ab
4	92.5%	41.4 a	9.0 ab
5	84.6%	45.1 ab	8.2 a
6	96.7%	66.3 c	11.9 c

Data ( in verticale richting) gevolgd met dezelfde letter verschillen niet significant(LSD 5%)

Tabel 6. Percentage remming tov de standaardvoeding (voeding 6)

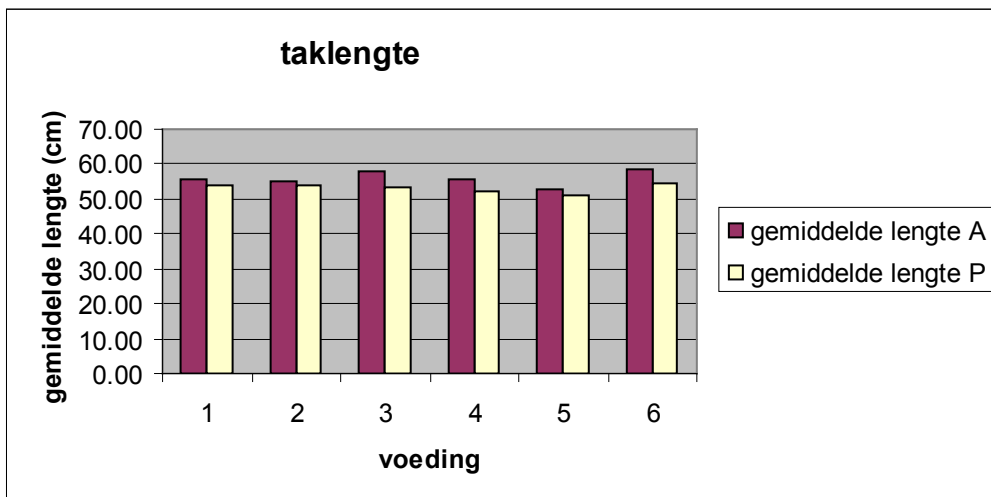
voeding	% kieming	drooggewicht(gram)
1	2.2%	25%
2	0.0%	20%
3	2.6%	22%
4	4.3%	24%
5	12.5%	31%
6	0.0%	0%



Grafiek 3. Drogestof opbrengst (per 4 potten)

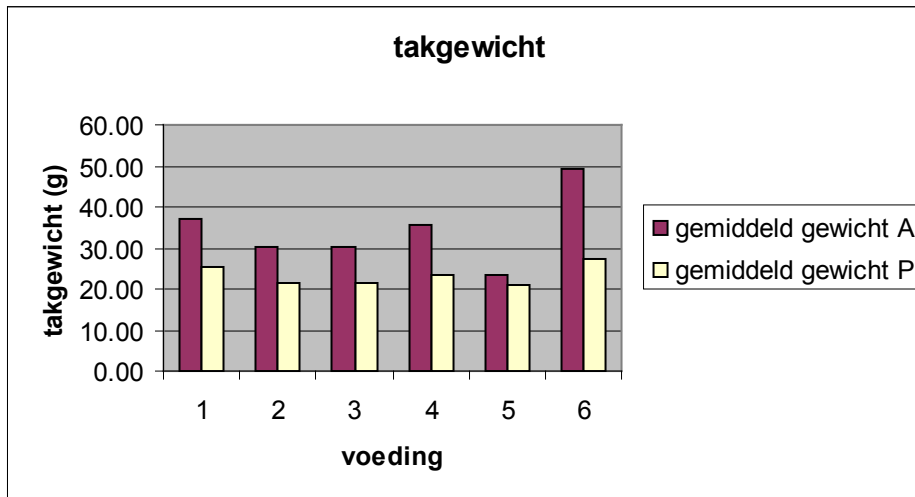
### Resultaten test 3 (Rozen)

Voor de biotoets met rozenstek is hetzelfde bedrijfswater gebruikt dan de fytotxkit en de toets met Chinese kool. Als referentieoplossing is een standaard rozenvoeding gebruikt om beter aan te sluiten bij het gewas. In de toets stekmateriaal gebruikt van de cultivars Avalanche (A) en Passion (P).



—> ras : A		—> ras : P	
levels, means and groups for factor voeding		levels, means and groups for factor voeding	
5	53.18 a .	5	51.55 a
1	54.55 a b	4	52.08 a
2	55.20 a b	1	52.38 a
4	55.46 a b	2	53.04 a
3	57.32 . b	3	53.41 a
6	58.25 . b	6	54.20 a

Passion toont geen significante verschillen in taklengte tussen de behandelingen.  
 Bij Avalanche zijn de takken in behandeling 3 en 6 significant langer dan in behandeling 5.

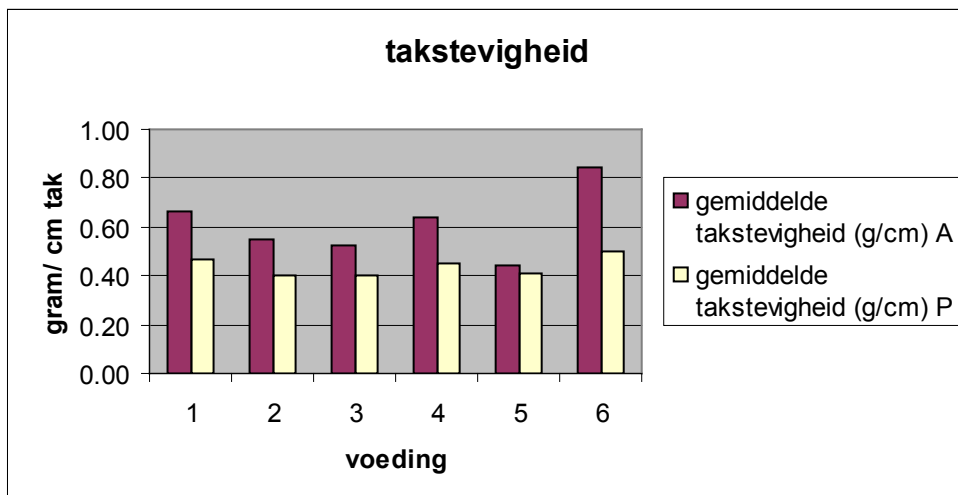


—> ras : A		—> ras : P	
levels, means and groups for factor voeding		levels, means and groups for factor voeding	
5	23.69 a . . .	2	20.97 a .
3	30.07 . b . .	5	21.14 a .
2	30.34 . b . .	3	21.46 a .
4	36.15 . . c .	4	23.46 a b
1	39.09 . . c .	1	26.14 a b
6	49.04 . . . d	6	27.81 . b

Voor Passion is het gewicht bij behandeling 6 significant hoger dan bij behandelingen 2, 3 en 5.

Voor Avalanche zijn de verschillen nog verder uit te splitsen: behandeling 6 geeft het hoogste takgewicht, gevolgd door 1 en 4, gevolgd door 3 en 2, met behandeling 5 met de laagste takgewichten.

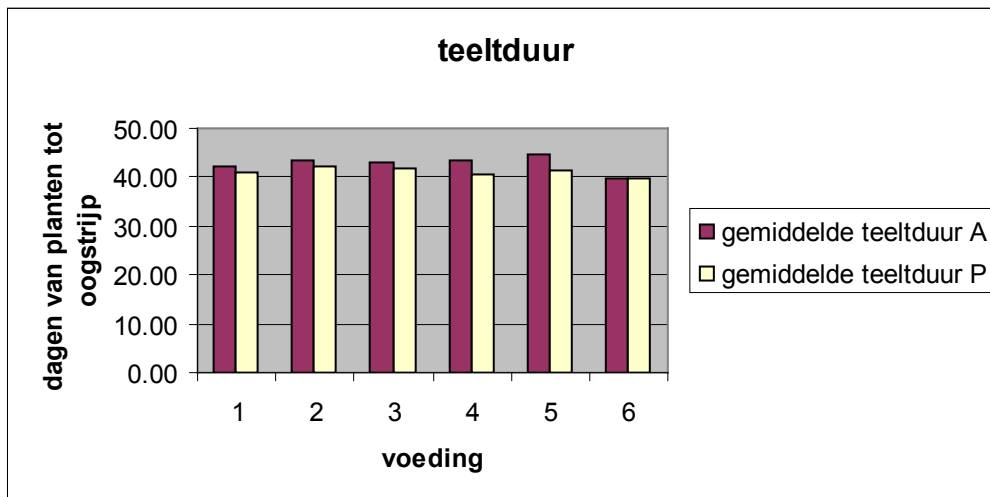
Als geen onderscheid tussen de soorten wordt gemaakt, geldt dat behandeling 6 significant hogere takgewichten geeft en behandelingen 2,3 en 5 significant lagere takgewichten met behandelingen 1 en 4 ertussen in.



————> ras : A	————> ras : P
levels, means and groups for factor voeding	levels, means and groups for factor voeding
5 0.4466 a . .	2 0.3967 a . .
3 0.5241 . b . .	3 0.3990 a . .
2 0.5494 . b . .	5 0.4084 a b .
4 0.6499 . . c .	4 0.4485 a b c
1 0.7126 . . c .	1 0.4914 . b c
6 0.8438 . . . d	6 0.5126 . . c

Voor de takstevigheid geldt dat bij Passion behandelingen 6 en 1 significant zwaarder zijn per cm stegellengte dan behandelingen 2 en 3. Bij Avalanche zijn er wat uitgeprokener verschillen en is behandeling 6 zwaarder dan behandelingen 4 en 1 en die weer zwaarder dan 3 en 2 met behandeling vijf met de lichtste gewichten per cm stengel.





ras : A	ras : P
levels, means and groups for factor voeding	levels, means and groups for factor voeding
6 39.60 a . .	6 39.34 a . .
1 41.62 . b . .	1 39.84 a b .
4 42.56 . b c .	4 40.65 a b c
3 42.80 . b c .	5 41.30 . b c
2 43.73 . . c d	3 41.58 . . c
5 44.43 . . . d	2 41.74 . . c

De teeltduur verschilt omdat steeds is gewacht met oogsten tot de knop een bepaalde grootte bereikte. Voor Passion geldt dat behandeling 6 sneller oogstrijp was dan behandelingen 5, 3 en 2 en behandelingen 1 en 6 sneller dan behandelingen 3 en 2.

Voor Avalanche geldt eenzelfde volgorde afgezien van behandeling vijf die nu het langzaamst is.

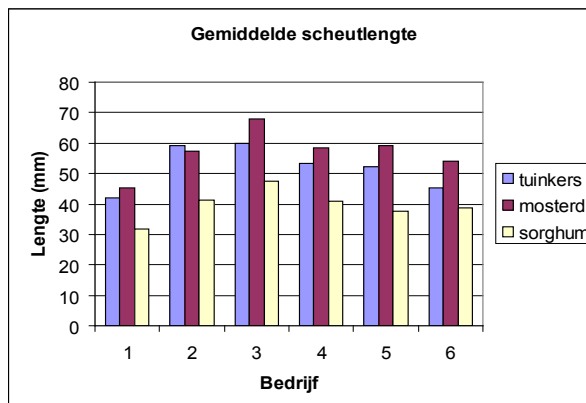
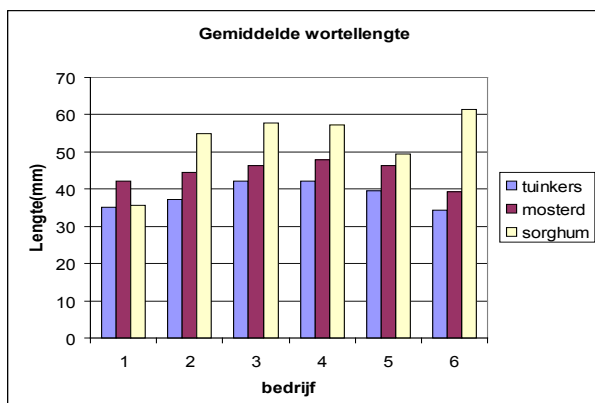
## Conclusie biotoets roos

Deze biotoets met roos is geschikt om groeiremming t.g.v. de voedingsoplossing aan te tonen:

- Het soort Avalanche is gevoeliger voor groeiremming dan Passion.
- De groeiremming uit zich eerder in een verlaging van het takgewicht dan van de taklengte.
- De groeiremming uit zich behalve in een verlaging van het takgewicht, ook in een verlenging van de teeltduur.

In deze toets levert oplossing 6 (standaardvoedingsoplossing) de zwaarste takken in de kortste tijd. Oplossing nr. 5 geeft de lichtste takken en duurt ook het langst tot oogstrijp.

## Resultaten test 4 (afsluitende fytotoxtest)



Grafiek 4. De gemiddelde scheutlengte

Grafiek 5. De gemiddelde wortellengte

Tabel 7. Gemiddelde scheutlengte

bedrijf	tuinkers	mosterd	sorghum
1	42.2 a	45.5 a	31.8 a
2	59.3 c	57.4 b	41.2 b
3	59.8 c	68.0 c	47.6 c
4	53.3 b	58.3 b	40.8 b
5	52.3 b	59.3 b	37.8 b
6	45.2 a	54.2 b	38.8 b

Data (tussen de bedrijven) gevolgd met dezelfde letter verschillen niet significant (LSD 5%)

Tabel 8. Gemiddelde wortellengte

bedrijf	tuinkers	mosterd	sorghum
1	35.22 a	42.03 ab	35.53 a
2	37.27 ab	44.38 ab	55.03 b
3	42.12 b	46.23 ab	57.81 bc
4	42.05 b	47.87 b	57.18 bc
5	39.51 ab	46.23 b	49.42 a
6	34.37 a	39.39 a	61.29 c

Data (tussen de bedrijven) gevolgd met dezelfde letter verschillen niet significant (LSD 5%)

Tabel 9. Percentage groeiremming

gewas	Data	bedrijf					
		1	2	3	4	5	6
tuinkers	wortel	-2.5%	-8.5%	-22.6%	-22.3%	-15.0%	0.0%
	scheut	6.7%	-31.2%	-32.3%	-18.1%	-15.7%	0.0%
mosterd	wortel	-6.7%	-12.7%	-17.4%	-21.5%	-17.4%	0.0%
	scheut	16.0%	-6.0%	-25.6%	-7.7%	-9.5%	0.0%

sorghum	wortel	38.8%	5.3%	0.5%	1.6%	14.9%	0.0%
	scheut	16.5%	-8.3%	-25.2%	-7.3%	0.7%	0.0%

Tabel 10. Voedingsanalyse biotoetsen

	1		Bedrijf	4	5	6
<b>K/Ca</b>	1.22	0.98	<b>2</b>	1.11	1.05	1.65
<b>pH</b>	6.4	6.4	6	6.4	6.3	5.8
<b>EC</b>	2	2.2	1.9	1.8	1.8	2
<b>NH4</b>	0.1	0.2	0.1	0.1	0.1	0.6
<b>K</b>	4.4	4.6	4.3	4.1	4.1	6.1
<b>Na</b>	2.1	2.5	1.3	1.2	1.5	0.2
<b>Ca</b>	3.6	4.7	3.9	3.7	3.9	3.7
<b>Mg</b>	2.8	2.5	2.3	2.2	1.7	1.3
<b>NO3</b>	9.6	10.3	9.7	9.4	10.1	12.3
<b>Cl</b>	1	1.5	0.5	0.5	0.6	0.1
<b>SO4</b>	2.5	3	2.4	2.2	1.7	1.2
<b>HCO3</b>	0.3	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
<b>P</b>	1.53	1.4	0.98	1.01	1.13	1.12
<b>Si</b>	0.34	1.77	1.02	0.89	1.07	0.01
<b>Fe</b>	56	101	34	46	35	11
<b>Mn</b>	2.3	2.4	0.5	2.5	0.9	5.2
<b>Zn</b>	4.3	4.4	3.9	4.2	2.9	2.6
<b>B</b>	28	40	38	35	20	22
<b>Cu</b>	3.2	2.8	2.7	2.6	0.9	0.6
<b>Mo</b>	3.1	5.6	4.6	3.9	1.3	0.3

## Conclusies biotoetsen

### Teelt

- Het bedrijf van van Ruyven blijft voor en na de test slecht scoren in de fytotoxtest. De groeiproblemen blijven dus langer dan zes weken in stand en komen zowel in het 10 liter als in het 100 liter monster voor.
- Het bedrijf van Ruyven scoort juist goed in de Chinese kool test en de rozentest.
- De monsters van bedrijf 3 en 2 tonen meestal geen groeiachterstand, maar juist wel in de rozentest.
- De monsters van bedrijf 4 en 5 tonen meestal groeiachterstand. Dat betekent dat op één bedrijf (monster 3 en 4) ontsmet water 15% meer groei geeft dan niet ontsmet water van dat bedrijf.

### Methoden

- De kieming van Sorghum is ongelijk en sterk wisselend. Deels heeft dit te maken met de zaadgrootte (groter zaad kiemt langzamer). Besloten is Sorghum niet mee te beoordelen.
- De keuze voor een absolute referentie is te eenvoudig geweest. De komkommervoeding blijft soms ver achter bij de resultaten met een rozenvoeding of loopt voor (bij Chinese kool). Er zal in het vervolg met een komkommer en een standaard rozenvoeding getoetst worden.
- De spreiding in de fytotoxtest duidt op invloed van de uitvoering (te denken valt aan zaken als zaadkwaliteit, sluiten van de cassettes, pH steenwol). Dit wordt verder geanalyseerd.

# Bijlage 3. Proefopzet Zuivering recirculatiewater roos

## Doel:

Verwijdering groeiremming, verwijdering gewasbeschermingsmiddelen.

## Methode:

Geavanceerde oxidatie (UV + H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>) met optioneel actief koolfiltratie.

Om werking te testen moeten UV, H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>, en koolfiltratie apart en gezamenlijk worden toegepast en worden bemonsterd. Bemonstering kan worden uitgevoerd met een Biotests (WUR, Chris Blok) aangevuld met fysische metingen en chemische analyses.

## Behandelingen 1<sup>e</sup> meetdag:

- Onbehandeld: niet ontsmet drainwater roos
- UV range:
  - 100, 250, 500 mJ/cm<sup>2</sup>, eventueel ook 750.Stabiliteit hoge waarden is een probleem, dus afhankelijk van installatie ter plekke
- H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>:
  - 2 - 4 – 8 – 16 mg/l:Residu H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> ter plekke meten
- Beste van UV combineren met beste van H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>:
  - Combinatie 1 (ter plekke te bepalen), laag UV, hoog H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>
  - Combinatie 2 (ter plekke te bepalen), hoog UV, laag H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>
- pH: standaard is drainwater roos ca. 5,5-6,0.
  - Combinatie van beste UV en beste H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> toepassen bij pH 4,5

## Bemonstering:

- biotests op verwijdering groeiremming (selectieve toepassing) op:
  - onbehandeld;
  - 3 waarden UV;
  - 3 waarden H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>;
  - 2 combinaties UV en H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>;
  - Beste UV- H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> met verlaagde pH.
- chemische analyses
  - hoofd en spore elementen (BLGG);
  - pH en EC (BLGG en on-site);
  - troebelings, transmissie T<sub>10</sub>, O<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>, TOC, temperatuur (on-site);
  - BOC;
  - Plantpathogenen (Groen Agro Control);
  - Gewasbeschermingsmiddelen: op basis van wat teler gebruikt nog offerte aanvragen.

## Uitvoering in november 2008

Bij geselecteerde rozenteler wordt door Priva een UV hoge-druk lampinstallatie geschikt gemaakt voor H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> – dosering, zodanig dat eenvoudige monsternamen (eind of deelstroom) mogelijk is. Drainwater is afkomstig van één ras, gewas van één leeftijd, dus geen mengsel van van alles. Lichte groeiremming is inmiddels via een biotests aangetoond. Unit heeft monsterpunten na H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> (= vóór UV), na UV. Samenstelling van drainwater kan variëren. Eerste drain 's ochtends zou meer groeiremmende stoffen (kunnen) bevatten. Drainwater op rest van de dag zou gelijkmatiger van samenstelling kunnen zijn. Praktisch: niet het eerste drainwater gebruiken, want we zijn hele dag aan het meten.

## Bijlage 4. Inhoudelijke resultaten biotoetsen

### Resultaten Biotoets Fytotoxkit 18 maart 2009

Code	UV (mJ/cm <sup>2</sup> )	H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> (mg/l)	Wortellengte		Scheutlengte (%)	
			T	M	T	M
1	0	0	100	100	100	100
3	0	5	104	91	88	93
5	0	15	115	91	92	88
10	75	0	121	100	92	97
11	75	5	130	108	98	90
12	75	10	<b>143</b>	105	100	104
13	75	15	<b>147</b>	<b>124</b>	106	108
16	100	15	<b>135</b>	<b>114</b>	96	101
2AA	0	0	100	88	91	93
S1roos	-	-	85	97	72	89
S2kk	-	-	85	96	85	93



### Resultaten Biotoets Fytotoxkit 28 januari 2009

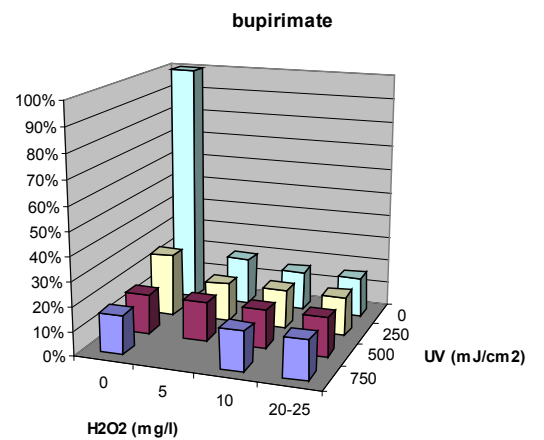
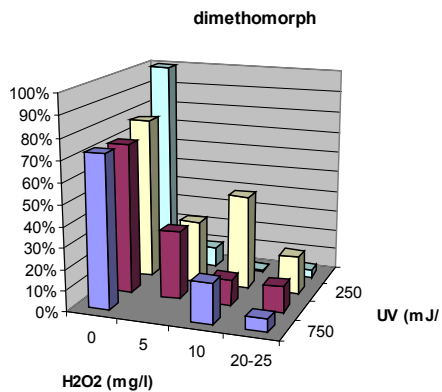
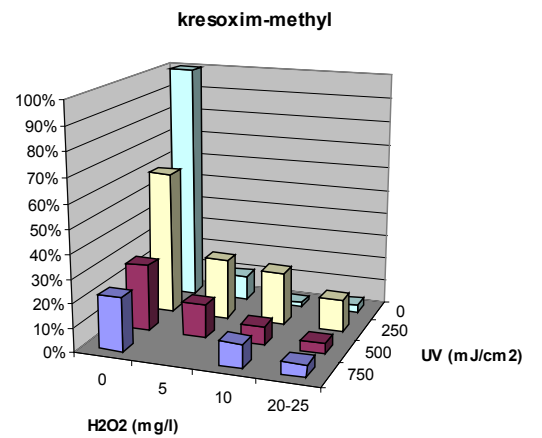
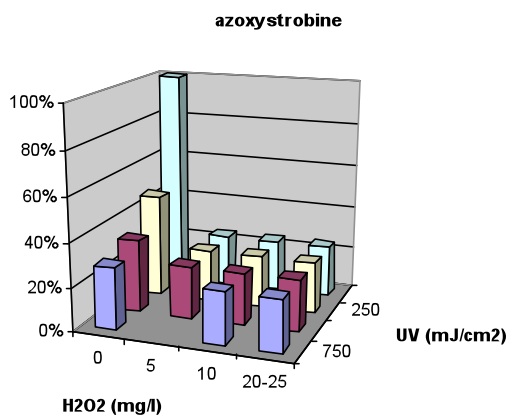
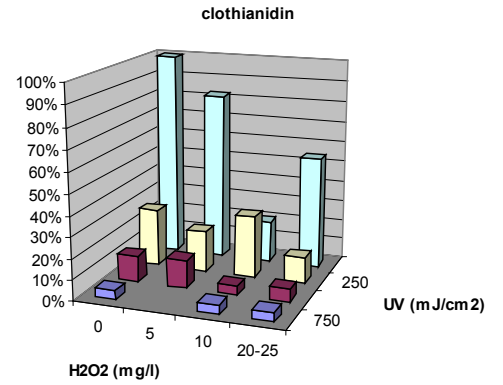
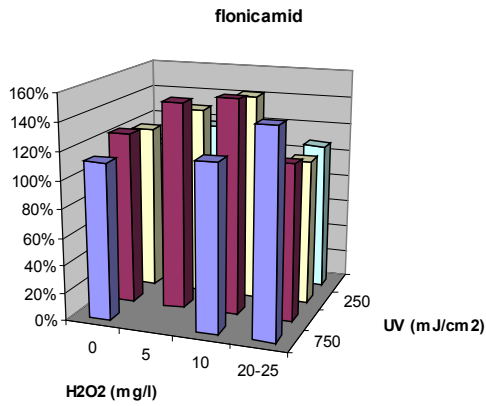
Code	UV (mJ/cm <sup>2</sup> )	H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> (mg/l)	Wortellengte		Scheutlengte (%)	
			T	M	T	M
1	0	0	100	100	100	100
3	0	10	117	121	94	95
5	250	0	112	107	95	92
7	250	5	120	119	95	101
8	250	10	128	112	91	96
9	250	20	<b>138</b>	<b>144</b>	92	89
11	500	5	142	109	100	99
12	500	10	<b>139</b>	<b>130</b>	102	90
13	500	20	<b>132</b>	<b>152</b>	92	88
S1	-	-	113	108	102	93
S2	-	-	105	108	101	90

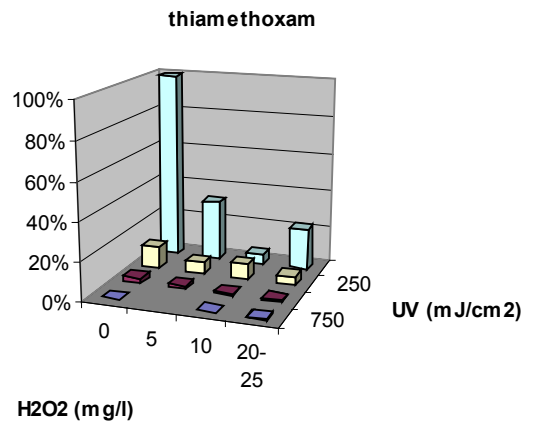
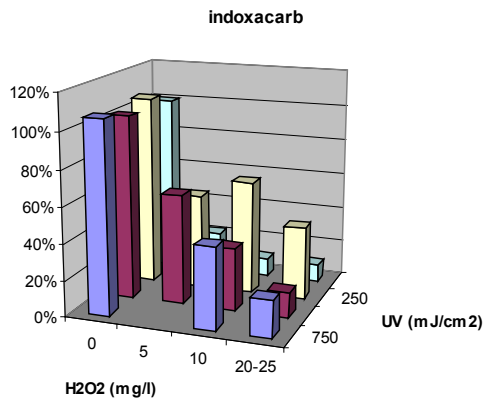
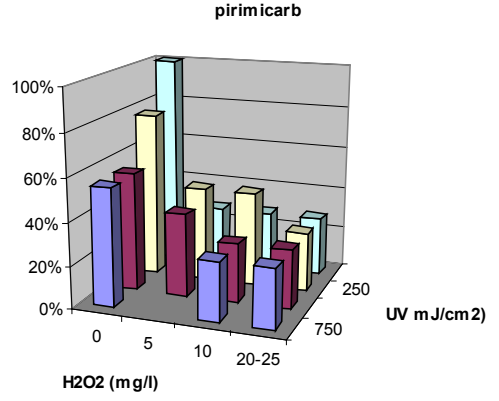
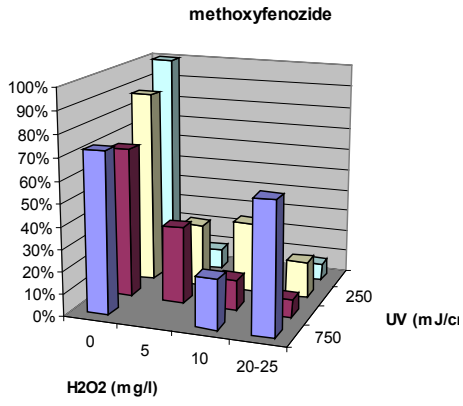


## Resultaten Biotoets Fytotoxkit 27 november 2008

Code	UV (mJ/cm <sup>2</sup> )	H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> (mg/l)	Wortellengte		Scheutlengte (%)	
			T	M	T	M
1	0	0	100	100	100	100
2	100	0				
3	250	0				
5	500	0	94	102	87	96
4	900	0	80	95	91	87
13	0	10	<b>129</b>	<b>132</b>	103	105
15	100	5	<b>122</b>	<b>132</b>	96	100
9	250	5	112	110	99	97
11	250	10	<b>146</b>	<b>144</b>	108	98
10	250	25				
6	500	2				
8	500	10				
7	500	25	<b>123</b>	<b>143</b>	109	84
14	900	5				
12	900	10	<b>127</b>	<b>136</b>	104	104

## Bijlage 5. Afbraak gewasbeschermingsmiddelen (meting 28-01-09)

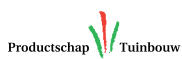








Ministerie van Landbouw, Natuur en  
Voedselkwaliteit



Projectnummer: 3242051900 | PT nummer: 13315

