



# Methodiekontwikkelingschadegrensbepaling reinigings- en ontsmettingsmiddelen

PPS Voorkomen en bestrijden emissies kasteelten II, WP 3; TU18006

Erik van Os, Ineke Stijger, Barbara Eveleens, Nina Oud, Suzanne Breeuwsma en Johan Steenhuizen

Rapport WPR-1149



TOPSECTOR  
TUINBOUW & UITGANGSMATERIALEN



Stichting  
Kennis in je Kas



## Referaat

Reinigings- en ontsmettingsmiddelen worden toegevoegd om leidingen in substraatsystemen te reinigen. Deze producten kunnen potentieel groeiremming veroorzaken. Onderzocht is welke toetsmethode in aanmerking komt (effect, reproduceerbaarheid, duur en kosten van de proef) om groeiremming aan te tonen. De phytotox testmethode bleek hiervoor het meest geschikt. Vervolgens zijn enkele chloorproducten, reinigingsmiddelen, waterstofperoxiden en ozon nader onderzocht in concentraties zoals in de praktijk gebruikelijk en zonodig lager om groeiremming te verhinderen. Chloorbleekloog en reinigingsmiddelen veroorzaken zelfs bij lage concentraties groeiremming. Het moet voorkomen worden dat deze producten in het recirculerende water terecht komen. Ontsmettingsproducten geven geen groeiremming als de concentratie lager is dan de geadviseerde dosering. Ozon geeft geen groeiremming, maar ook geen groei stimulatie. Binnen het project is steekproefsgewijs een aantal producten getoetst. In de toekomst kan op aanvraag een product worden getoetst. Er is niet onderzocht of betreffende producten hun geclaimde werking hebben.

## Abstract

Cleansing and disinfection products are applied to clean pipes in soilless growing systems. These product may potentially inhibit growth. It was investigated which test method is most suitable (effect, reproducibility, expenses, costs). The phytotox testing method appeared to be best. A number of products (chlorine products, other cleansing products, hydrogen peroxide with stabilizer, ozone) were tested in commercially used concentrations and lower ones if needed to avoid growth inhibition. Bleach and cleansing products cause large inhibition and should be avoided to enter the circulating water flow. Disinfection products don't give growth inhibition in concentrations lower as commercially advised. Ozone did not give inhibition or stimulation of growth. Within the project a few products are tested. In future others can be tested on demand. It has not been investigated if the product has its claimed effect.

## Rapportgegevens

Rapport WPR-1149

Projectnummer: projectnummer

DOI: <https://doi.org/10.18174/571392>

Thema: Water- & Nutriënten efficiëntie

Dit project/onderzoek is mede tot stand gekomen door de bijdrage van de Topsectoren Tuinbouw en Uitgangsmaterialen en Agri & Food, Stichting Kennis in je Kas (Kijk), Glastuinbouw Nederland en het bedrijf Agrozone.

## Disclaimer

© 2022 Wageningen, Stichting Wageningen Research, Wageningen Plant Research, Business unit Glastuinbouw, Postbus 20, 2665 MV Bleiswijk T 0317 48 56 06, [www.wur.nl/plant-research](http://www.wur.nl/plant-research).

Kamer van Koophandel nr.: 09098104

BTW nr.: NL 8113.83.696.B07

Stichting Wageningen Research. 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 Stichting Wageningen Research.

Stichting Wageningen Research aanvaardt geen aansprakelijkheid voor eventuele schade voortvloeiend uit het gebruik van de resultaten van dit onderzoek of de toepassing van de adviezen.

## Adresgegevens

### Wageningen University & Research, BU Glastuinbouw

Postbus 20, 2665 ZG Bleiswijk

Violierenweg 1, 2665 MV Bleiswijk

T +31 (0)317 48 56 06

# Inhoud

	<b>Samenvatting</b>	<b>5</b>
<b>1</b>	<b>Inleiding</b>	<b>7</b>
<b>2</b>	<b>Ontwikkeling toetsmethodiek</b>	<b>9</b>
	2.1 Toetsmethoden	9
	2.2 Oriënterende testen	10
	2.2.1 Chloorbleekloog	10
	2.2.2 Waterstofperoxide	11
	2.2.3 Conclusies uit de oriënterende proeven	12
<b>3</b>	<b>Toetsen op reinigings- en ontsmettingsmiddelen</b>	<b>13</b>
	3.1 Reinigingsmiddelen	13
	3.2 Ontsmettingsmiddelen	15
<b>4</b>	<b>Groeistimulering bij ozon</b>	<b>17</b>
<b>5</b>	<b>Conclusies</b>	<b>19</b>
	<b>Literatuur</b>	<b>21</b>
	<b>Bijlage 1 Aanvullende analyses bij ozon testen</b>	<b>23</b>



# Samenvatting

Teeltsystemen moeten nagenoeg emissieloos worden, geen lozing van nutriënten en restanten gewasbeschermingsmiddelen meer vanaf 2027. Er worden echter vaak reinigings- en ontsmettingsmiddelen toegevoegd om leidingen te reinigen, om vrij te blijven van bacterie- of algengroei die weer kunnen leiden tot verstoppingen. Onbekend is of deze producten zich ophopen en/of schade kunnen geven. In eerste instantie is onderzocht welke toetsmethode in aanmerking komt (effect, reproduceerbaarheid, duur en kosten van de proef). Hieruit kwam naar voren dat de phytotox-testmethode het meest aantrekkelijk was. Zaden (tuinkers, gele mosterd, sorghum) worden gekiemd in een oplossing die een te onderzoeken product bevat, na 72 uur kan het effect worden gemeten en gerapporteerd. De methode kan routinematig worden uitgevoerd en is daardoor niet duur. Andere methoden (Chinese kool in perliet of sla in voedingsfilm) kunnen wel gebruikt worden maar vragen veel meer tijd en dus geld. Bij geen van de onderzoeksmethoden wordt de veroorzakende stof opgespoord. De methode is een waarschuwing dat er risicovolle stoffen in het water aanwezig zijn. Nadere analyse (niet in dit project) zal moeten uitwijzen welke stof de veroorzaker is van de groeiremming.

Via de phytotoxtest-methode is onderzocht in hoeverre groeiremming kan worden aangetoond bij chloorproducten, reinigingsmiddelen, waterstofperoxiden en ozon. Het laatste product is getoetst omdat het behalve afbraak van aanwezige stoffen kan geven ook een groeistimulans kan worden verwacht door extra zuurstof. In 2020 zijn enkele oriënterende testen uitgevoerd met chloorbleekloog en waterstofperoxide en aan de hand van de conclusies zijn in 2021 aanvullende testen gedaan met drie reinigingsmiddelen en waterstofperoxide van verschillende leveranciers.

Chloorbleekloog en enkele andere reinigingsmiddelen zijn getoetst in de voor de praktijk gebruikelijke concentraties en in veel lagere concentraties. In alle gevallen treedt aanzienlijke groeiremming op in de phytotox testen. Deze producten zijn bedoeld om oppervlakten te reinigen en zijn niet bedoeld om te gebruiken in de circulerende voedingsoplossing. Zodra ze in de voedingsoplossing terecht komen is er een aanzienlijk risico op groeiremming.

Ontsmettingsproducten zoals waterstofperoxiden geven geen groeiremming als de concentratie lager of gelijk is aan de geadviseerde concentratie. Hogere doseringen waterstofperoxiden geven wel kans op groeiremming. Ozon geeft geen groeiremming maar ook geen groeistimulans, ondanks de zeer hoge zuurstofconcentraties van 20-30 mg/l bij de gewassen in de phytotoxkit.

Binnen dit project konden niet alle producten en/of concentraties van reinigings- en ontsmettingsmiddelen worden onderzocht. Per product kan dit in de toekomst wel op aanvraag worden uitgevoerd met de phytotox testmethode. In dit project is niet onderzocht of de producten de gewenste of geclaimde werking hebben (b.v. verwijderen of voorkomen biofilm).





# 1 Inleiding

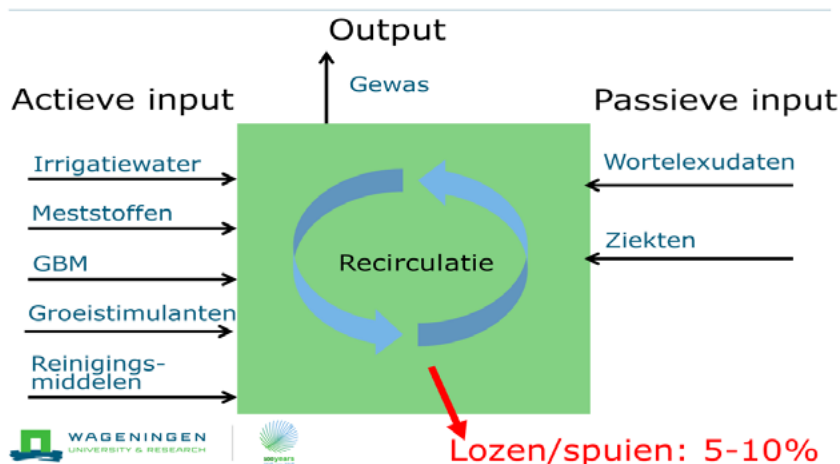
## Achtergrond

Telers voegen producten aan het irrigatiewater toe om bijvoorbeeld het water of het leidingwerk te reinigen of ontsmetten, de groei van het gewas te stimuleren of de weerbaarheid van het gewas tegen ziekten en plagen te verhogen. Van veel van deze producten is het onbekend of toevoegen aan een emissieloos teeltsysteem groeiremming of schade kan veroorzaken aan het gewas. In dit project wordt een methodiek ontwikkeld en/of getoetst waarmee groeiremming of schade kan worden vastgesteld en worden een aantal producten met deze methodiek onderzocht.

## Doel

Door actieve (reinigingsmiddelen, ontsmettingsmiddelen) en passieve (pathogenen, wortellexudaten) input van stoffen in het gesloten watersysteem kan binnen een emissieloze teelt onverwachte accumulatie optreden, die tot schade aan het gewas kan leiden (Figuur 1). Er worden veel middelen toegepast die bedoeld zijn om de groei te verbeteren of ziekteverwekkers te verwijderen, waarvan de werking en mogelijke schade onbekend zijn.

## Vroeger: herstel van een goede balans



**Figuur 1** Schematische weergave van een emissieloze teelt, waarbij lozen/spuien tot nul terug moet.

## Aanpak

In fase 1 (2019) heeft de ontwikkeling plaats gevonden van een testmethode voor reinigings- en ontsmettingsmiddelen om werking en risico op schade in te schatten. Hierbij is rekening gehouden met de concentratie van toediening en de concentratie na ophoping (eventuele schade). Hier is bepaald of een toets met kiemende zaden of met kleine planten of met planten in semi-praktijkschaal gewenst is per productgroep. In een go/no go moment eind 2019 is besloten dat ook de tweede fase van het project kon worden opgepakt. In fase 2 (2020 – 2021) zijn op basis van de in fase 1 beschreven werkwijze producten getoetst. Potentiële partners hebben producten beschikbaar gesteld en de onderzoekers hebben bepaalde veel gebruikte producten op eigen initiatief getest.





# 2 Ontwikkeling toetsmethodiek

## 2.1 Toetsmethoden

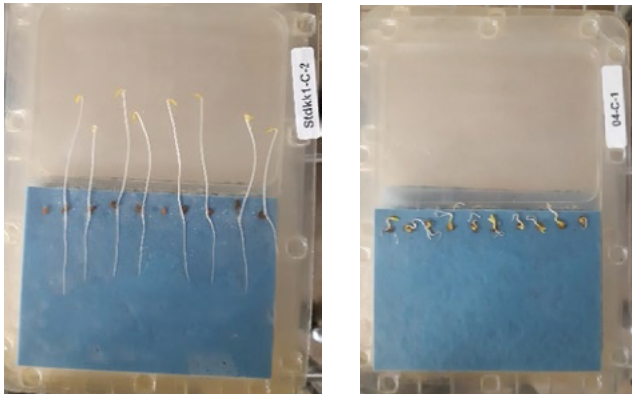
Er bestaan een aantal toetsmethoden voor het aantonen van groeiremming veroorzaakt door stoffen in het groeimedium. RHP (Verhagen, 2000) gebruikte een test met sla (*Lactuca sativa*) dat wordt opgekweekt in een groeimedium met veen en in mengsels met het bekende veen en het te onderzoeken nieuwe medium (Blok *et al.* 2008). Nadeel bij deze methode, en ook bij andere methoden waarbij planten moeten worden opgekweekt is dat de test enkele weken tot maanden kan duren en daardoor duur wordt en niet kan worden uitgevoerd. In 2004 kwam Phytotoxkit microbiotest op de markt met een kiemttest en een nauwkeurig beschreven procedure hoe de test uit te voeren. Blok *et al.* (2008, 2009) vergeleek deze testen en kwam tot de conclusie dat de phytotoxkit een snelle en goedkope maar ook betrouwbare methode was om groeimedia te testen op de afgifte van opgeloste stoffen, maar ook om in water opgeloste stoffen te testen. In het algemeen worden planten van twee of drie families genomen omdat de reactie op giftige componenten sterk varieert. Tuinkers (*Lepidium sativum*), gele mosterd (*Sinapis alba*) zijn twee dicotyle gewassen; sorghum, een graangewas (*Sorghum saccharatum*), wordt als monocotyl toetsgewas gebruikt. Zaden van deze gewassen worden in speciale cassettes met filtreerpapier gelegd en gedurende 72 uur bij 25°C verticaal geplaatst in een donkere stoof en daarna direct gefotografeerd zodat de lengte van scheut en wortel kan worden bepaald. Beltrami *et al.* (2002) beschreef een vergelijkbare testmethode op petriscalen. Grootste nadeel was om na de kieming van de zaden de kiemingsresultaten te verkrijgen en te vergelijken. Scheuten willen omhoog, wortels omlaag en daar is geen ruimte voor in de petriskaal. Het gevolg was het kringelen en door elkaar groeien. Daarnaast bleek het vochtgehalte van het filtreerpapier en dus de watervoorraad om te kiemen aan de kleine kant; bij de phytotoxkit was dit door de verticale plaatsing en een klein geultje met watervoorraad dat in het filtreerpapier omhoog trekt opgelost.

Grond- en/of groeiverbeteraars en in water opgeloste stoffen kunnen ook worden getest in een nauwkeurig beschreven testprocedure (NEN-EN 16086-1, 2011) met Chinese kool (*Brassica napa*, *spp pekinensis*) in perliet of potgrond. Deze methode is vergelijkbaar met de eerder genoemde RHP methode met sla. In feite kan je de Chinese kool in perliet zien als een opschaling naar praktijkomstandigheden. Vergelijkbaar hiermee is een verdere opschaling met de teelt van sla in een NFT (nutriënt film techniek = voedingsfilm) systeem. Beide opschalingsmethoden zijn uitgebreid, kosten veel tijd en zijn daardoor relatief duur. De phytotoxkit is eerder een eerste snelle en goedkope test om te zien of er schade door gebruik van een product kan optreden. Geen schade betekent dat er ook in andere omstandigheden geen schade verwacht hoeft te worden. Wel schade betekent dat verder moet worden nagegaan wat de risico's van toepassing zijn. Alle drie de toetsmethoden geven geen uitsluitsel over de exacte schadegevende stof. Soms is die wel bekend, als bijvoorbeeld reinigingsmiddelen specifiek worden toegediend, vaak is de stof juist niet bekend en kunnen deze methoden gebruikt worden om een reactie van de plant te signaleren (bijvoorbeeld wortellexudaten of vrijkomende stoffen uit een substraat). Daarom is het van belang om een verdunningsreeks op te stellen om te zien onder welke omstandigheden en bij welke concentraties een plantreactie verwacht mag worden en deze te vergelijken met een altijd aanwezige (toegepaste) controle van een komkommervoedingsoplossing.

Bij beschouwing van de reinigings- en ontsmettingsmiddelen die gebruikt worden in gesloten teelten in de glastuinbouw, zoals chloorbleekloog en andere chloorproducten, waterstofperoxide al of niet met stabilisatoren, ozon of verschillende reinigingsmiddelen zijn we tot de conclusie gekomen dat een test met phytotoxkit een goede indicatie kan geven over potentieel risico voor de planten in de kas. In de navolgende hoofdstukken worden aanpak en resultaten beschreven van een aantal testen met de phytotox testmethode.

## 2.2 Oriënterende testen

Drie testgewassen (gele mosterd, tuinkers en sorghum) zijn met 10 zaden per testkit (Figuur 2) gezaaid in steenwol met filtreerpapier bij 25°C in het donker en in 4 herhalingen per behandeling. De te testen behandelingen worden vergeleken met een komkommervoedingsoplossing. Om te voorkomen dat negatieve groei veroorzaakt wordt door te weinig stikstof of kalium of een verkeerde pH worden alle behandelingen teruggeregeld naar een EC van 2.2 mS/cm en een pH van 5.5. Van sommige (reinigings)middelen is de EC heel hoog, die worden verdund met demiwater, terwijl bij andere producten de pH erg laag was, die vervolgens wordt verhoogd met kaliloog. Zowel van het oorspronkelijke product als van de aangepaste oplossing wordt een monster naar het laboratorium gestuurd voor analyse op nutriënten.



**Figuur 2** Links een controle met tuinkerszaad, rechts een behandeling met een product dat schade geeft. Hier is blauw filtreerpapier gebruikt voor het contrast.

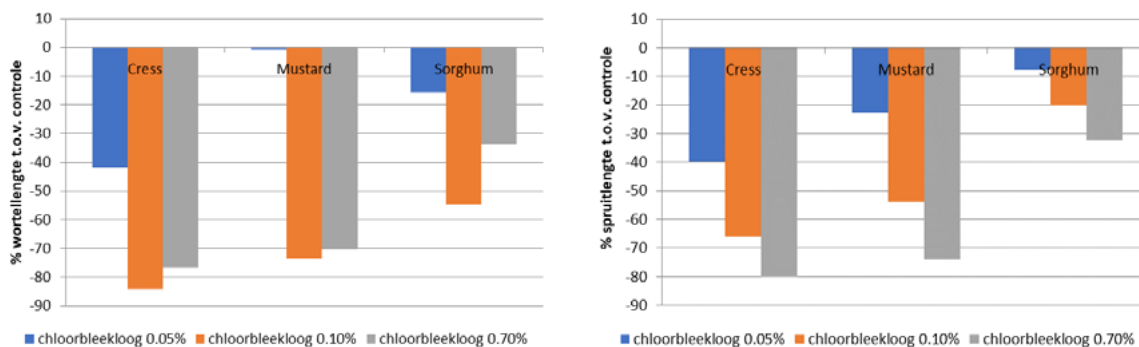
### 2.2.1 Chloorbleekloog

Standaard voor de tuinbouw beschikbare chloorbleekloog is gebruikt voor een eerste test. Een 0.7, 0.1 en een 0.05% oplossing is gebruikt. Een concentratie van 0,2% wordt meestal gebruikt om tijdens de teelt mee te doseren aan de voedingsoplossing om leidingen vrij te houden van een biofilm. Oorspronkelijk zou ook de 3% oplossing (in gebruik voor kasreiniging) worden getest. Dit kon niet omdat de bijbehorende EC 5.5 mS/cm was. Hier is in phytotoxkit niet mee te testen. Dan wordt het geen effect van het middel maar een EC effect. In feite was dit ook bij 0.7% waar de EC 2.4 was, hier is geen extra voeding toegediend. In Figuur 3 is de nutriënten analyse te zien zoals toegediend in de phytotoxkit. Bij 0.7% zijn er weinig nutriënten aanwezig en veel natrium. In nog hogere concentraties (3%) loopt de EC op naar 10.

	Monster nr	pH	EC	NH4	K	Na	Ca	Mg	Si	NO3	Cl	SO4	HCO3	P	Fe	Mn	Zn	B	Cu	Mo
controle	BS 1	5.6	2	0.5	10.6	0.6	2.2	1	< 0.1	13.1	0.4	0.9	0.2	1.9	12.1	6.7	5.9	49	1.1	0.59
Chloorbleekloog 0.70%	BS 12	6.1	2.4	< 0.1	0.8	19.2	1.1	< 0.1	< 0.1	3.4	15	< 0.1	-	< 0.05	5	0.2	1.4	< 4	0.3	< 0.1
Chloorbleekloog 0.10%	BS 13	5.8	2.3	0.3	9.5	4.8	2	0.8	< 0.1	11.9	4	0.8	0.2	1.7	13.5	6.2	4.7	39	1.1	0.48
Chloorbleekloog 0.05%	BS 14	6	2	0.4	9	3.3	1.9	0.8	< 0.1	11.3	2.6	0.8	0.3	1.6	13.2	5.9	4.4	36	1	0.46

**Figuur 3.** Nutriëntenanalyse van de oplossingen met chloorbleekloog zoals toegediend in de proef.

De effecten op de kieming van de zaden waren groot in alle concentraties, Figuur 4. In Figuur 4 wordt de relatieve wortel- en spruitlengte weergegeven t.o.v. de controle, de laatste is dus niet in de Figuur aangegeven, maar bedraagt 0. Waarden kleiner dan 0 geven een groeiremming, waarden groter dan 0 geven een groeistimulans. De controle is altijd demiwater met een komkommervoedingsoplossing en een EC van 2,2 mS/cm en een pH van 5,5. Indien er een verschil is van >20% t.o.v. de controle is er statistisch een significant verschil. Voor de leesbaarheid is de significantie niet verder aangegeven. Bij 0.05% begint de groeiremming af te nemen, maar is bij cress (tuinkers) nog steeds significant verschillend van de controle.

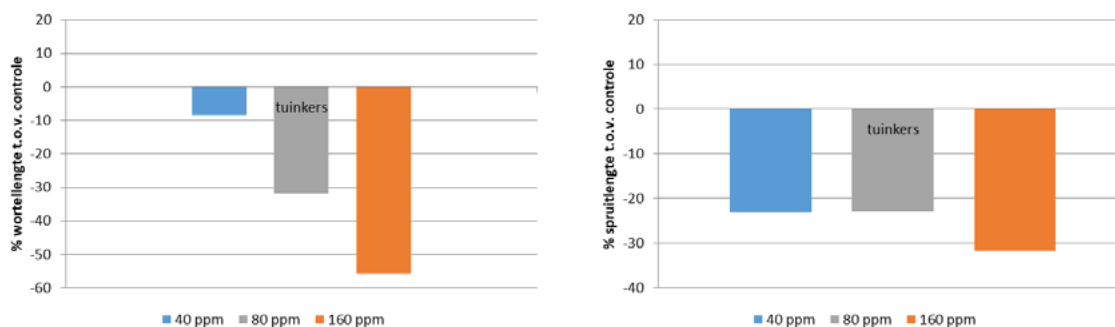


**Figuur 4** Relatieve wortel- (links) en spruitlengte (rechts) t.o.v. de controle bij drie gewassen na toediening van chloorbleekloog in 3 concentraties.

### 2.2.2 Waterstofperoxide

Waterstofperoxide in zuivere vorm of met zilver of organische zuren als stabilisator wordt veel gebruikt om leidingen schoon te maken of te houden en daarom meegedoseerd in de mengbak of de dagvoorraadtank van waaruit de voedingsoplossing via de druppelbevloeiing aan de planten wordt gedoseerd. Meestal wordt 25 mg/l gedoseerd. Voor de phytotox testen zijn twee oriënterende proeven gedaan. Eenmaal is een waterstofperoxide met zilver als stabilisator in de concentraties van 40, 80 en 160 mg/l H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> (ppm) getoetst. De tweede maal is gekozen voor hetzelfde product met de concentraties 2.5, 5, 10, 20 en 40 mg/l (ppm).

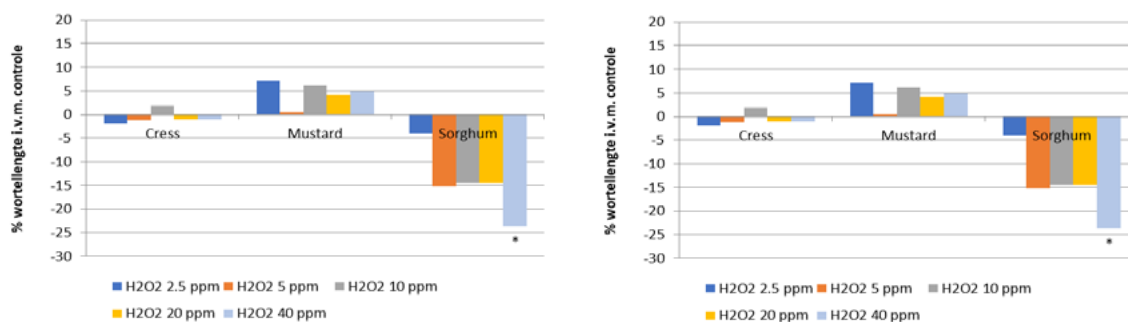
In Figuur 5 is te zien dat hogere concentraties waterstofperoxide groeiremming geven bij zowel de wortel als de spruit. In de tweede proef zijn daarom de lagere concentraties genomen en is nauwelijks groeiremming te zien, alleen bij 40 mg/l (Figuur 7). In Figuur 6 is de nutriëntanalyse van de tweede proef weergegeven.



**Figuur 5** Relatieve wortel- (links) en spruitlengte (rechts) t.o.v. de controle bij tuinkers (cress) na toediening van waterstofperoxide in 3 concentraties.

Monster nr	pH	EC	NH4	K	Na	Ca	Mg	Si	NO3	Cl	SO4	HCO3	P	Fe	Mn	Zn	B	Cu	Mo	
		[mS/cm]	[mmol/l]	[mmol/l]	[mmol/l]	[mmol/l]	[mmol/l]	[mmol/l]	[mmol/l]	[mmol/l]	[mmol/l]	[mmol/l]	[mmol/l]	[mmol/l]	[µmol/l]	[µmol/l]	[µmol/l]	[µmol/l]	[µmol/l]	[µmol/l]
controle	BS1	5.6	2	0.5	10.6	0.6	2.2	1	<0.1	13.1	0.4	0.9	0.2	1.9	12.1	6.7	5.9	49	1.1	0.59
H2O2 2.5 ppm	BS6	5.7	2	0.5	10.3	0.6	2.2	0.9	<0.1	13.1	0.4	0.9	0.2	1.9	11.9	6.5	4.7	48	1.1	0.57
H2O2 5 ppm	BS5	5.6	2.1	0.5	10.9	0.5	2.3	1	<0.1	13.6	0.5	1	0.2	2	12.8	7	5.2	51	1.1	0.61
H2O2 10 ppm	BS4	5.6	2	0.5	10.4	0.5	2.2	1	<0.1	13	0.5	0.9	0.1	1.9	12	6.5	5.9	48	1.1	0.55
H2O2 20 ppm	BS3	5.6	2	0.5	10.4	0.5	2.2	1	<0.1	13	0.4	0.9	0.2	1.9	12.2	6.7	5.2	48	1.1	0.55
H2O2 40 ppm	BS2	5.7	2.1	0.5	10.9	0.5	2.3	1	<0.1	13.7	0.4	1	0.1	2	12.6	7	5.8	51	1.1	0.57

**Figuur 6** Nutriëntanalyse van de oplossingen met 5 concentraties waterstofperoxide zoals toegediend in de proef.



**Figuur 7** Relatieve wortel- (links) en spruitlengte (rechts) t.o.v. de controle bij 3 gewassen na toediening van waterstofperoxide in 5 concentraties.

### 2.2.3 Conclusies uit de oriënterende proeven

Chloorbleekloog en waterstofperoxide zijn in oriënterende proeven uitgetoet. Chloorbleekloog gaf in alle concentraties groeiremming, ook bij concentraties onder de in de praktijk gebruikelijke (0.2%) dosering. Waterstofperoxide met zilver stabilisator gaf bij hoge concentraties groeiremming, bij lagere niet. Bij de gebruikelijke dosering van 25 mg/l en lager werd geen groeiremming gesignaleerd.

In de proefopzet valt te constateren dat producten verdund worden naar een EC van 2.2 mS/cm om ze in de phytotoxtest te kunnen vergelijken met een controle van dezelfde waarde en om te voorkomen dat producten worden vergeleken op EC waarde of b.v. afwezigheid van nutriënten. Hierdoor ontstaan oplossingen met dezelfde absolute hoeveelheid toegediend product. Een 4%, 2% of 1% oplossing verschillen dan niet van elkaar. Als verdunningen nodig zijn, moet worden uitgegaan van één concentratie, b.v. 4% en dan de absolute hoeveelheid middel halveren voor een 2% oplossing en een kwart toedienen voor een 1% oplossing. Dan ontstaan producten met verschillende EC waarden, als dat onder de 2.2 mS/cm ligt moet worden aangevuld met voedingsoplossing tot een waarde van 2.2 mS/cm. Dit geldt vooral voor producten met een hoge tot zeer hoge EC (>10 mS/cm). Producten op basis van waterstofperoxide bevatten nauwelijks een EC waarde en hoeven daarom ook niet te worden verdund. Hier is alleen aanvulling tot een EC van 2.2 mS/cm nodig en een verlaging van de pH van ca. 7 naar 5.5 voor de phytotoxtest.

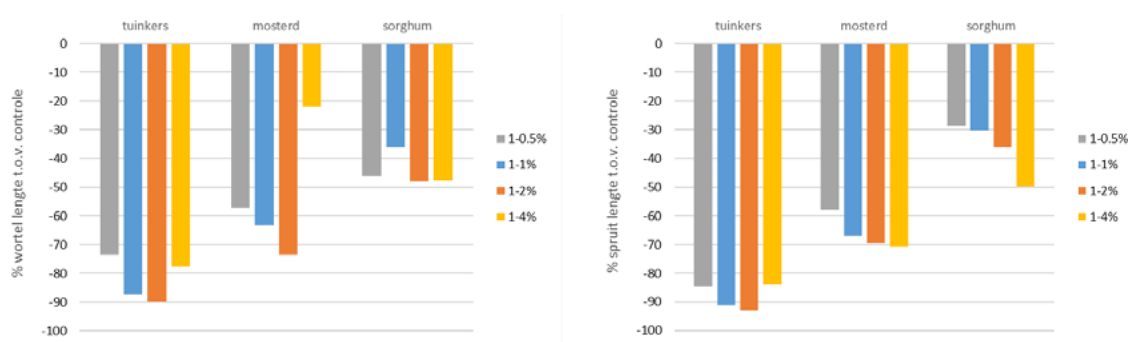
# 3 Toetsen op reinigings- en ontsmettingsmiddelen

In 2020 zijn voor reinigings- en ontsmettingsmiddelen oriënterende proeven uitgevoerd met concentraties die in de praktijk worden geadviseerd. Aangezien vaak groeiremming optrad zijn in 2021 dezelfde producten met een reeks van lagere concentraties getoetst om te zien wanneer de groeiremming afneemt of verdwijnt. Hieronder worden verschillende producten anoniem beschreven.

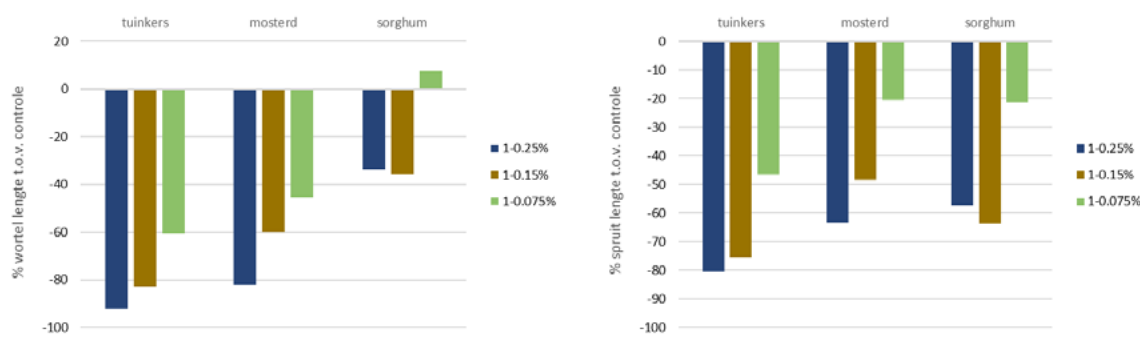
## 3.1 Reinigingsmiddelen

### Reinigingsmiddel Product 1

In een eerste oriënterende test in 2020 gaf dit product 40-90% groeiremming met de voor de praktijk gebruikelijke concentratie (4% oplossing), maar ook met lagere concentraties (0,5%, 1% en 2%) (Figuur 8) was er groeiremming. Daarom is in 2021 de test uitgevoerd met 3 lagere concentraties: 0,25%, 0.125% en 0.075% (Figuur 9). In de laatste test is de groeiremming minder dan in 2020 maar nog steeds aanzienlijk (20-80%). De conclusie is dat in alle concentraties een zeer sterke, significante, groeiremming is opgetreden. Dit valt deels te verklaren uit de hoge EC waarde van het originele product dat een EC heeft van 15.4 mS/cm en een pH van 2.



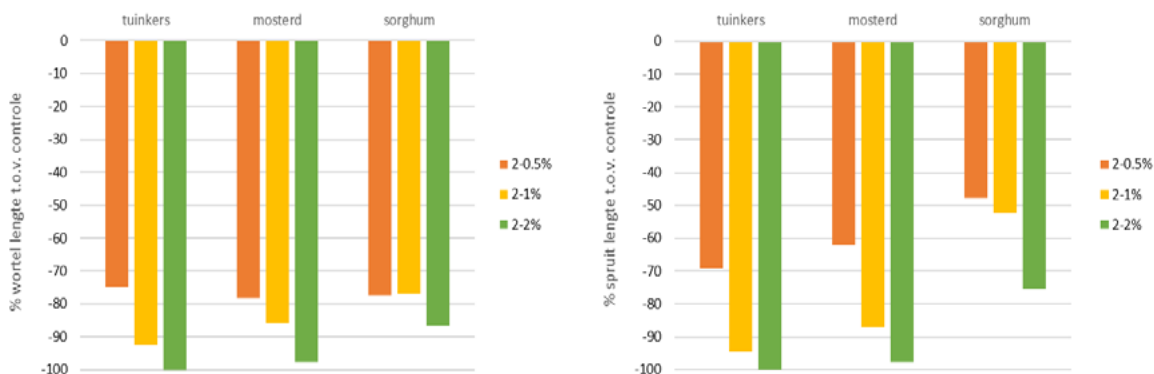
**Figuur 8** Relatieve wortel- (links) en spruitlengte (rechts) t.o.v. de controle bij 3 gewassen na toediening van product 1 in 4 concentraties (2020).



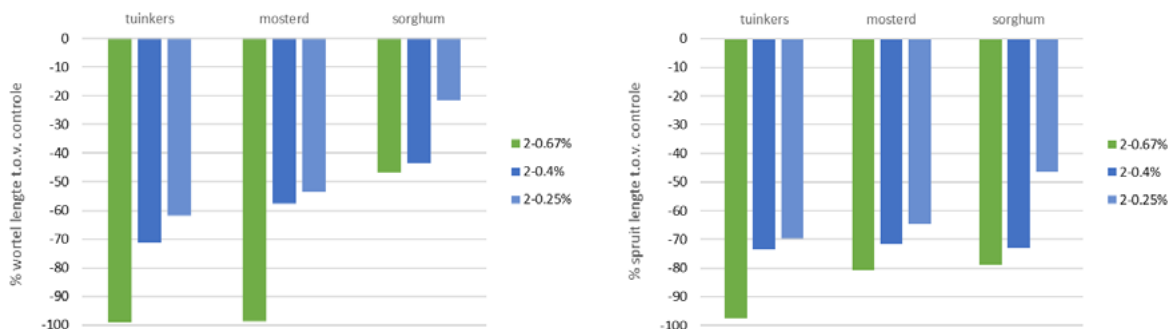
**Figuur 9** Relatieve wortel- (links) en spruitlengte (rechts) t.o.v. de controle bij 3 gewassen na toediening van product 1 in 3 concentraties (2021).

### Reinigingsmiddel Product 2

In de oriënterende test van 2020 (Figuur 10) gaf dit product 50-100% groeiremming t.o.v. de controle bij de verschillende getoetste gewassen. In 2021 zijn daarom de concentraties 0,67%, 0,4% en 0,25% getoetst (Figuur 11). Dit product heeft een originele EC van 0.27 mS/cm en een pH van 3. De resultaten in Figuur 11 laten zien dat de wortelgroei met 20-100% is geremd en de scheutgroei met 40-100%. Er is bij de wortelgroei wel een verminderde groeiremming te zien bij een lagere concentratie. De conclusie bij product 2 is dat in alle concentraties een zeer sterke, significante, groeiremming is opgetreden.



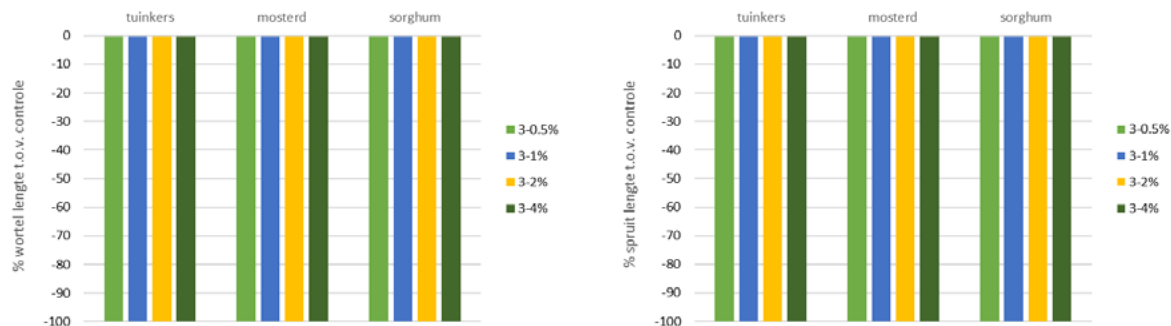
**Figuur 10** Relatieve wortel- (links) en spruitlengte (rechts) t.o.v. de controle bij 3 gewassen na toediening van product 2 in 3 concentraties (2020).



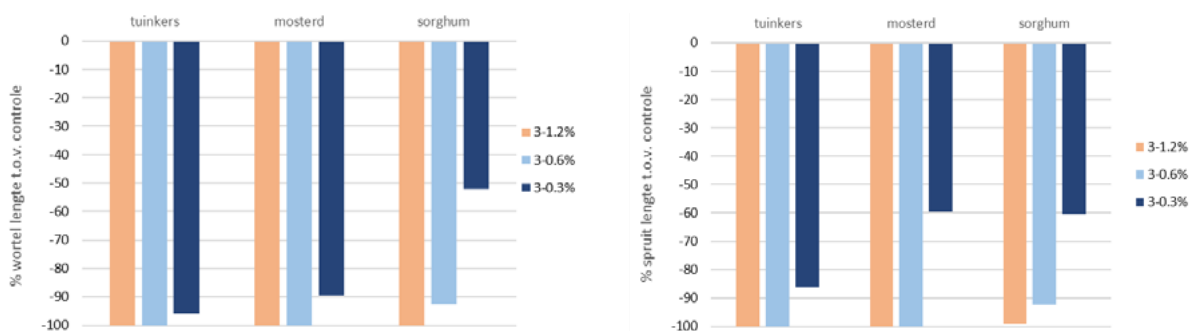
**Figuur 11** Relatieve wortel- (links) en spruitlengte (rechts) t.o.v. de controle bij 3 gewassen na toediening van product 2 in 3 concentraties (2021).

### Reinigingsmiddel Product 3

Product 3 gaf in 2020 tot 100% groeiremming in de voor de praktijk geadviseerde concentratie van 4%, maar ook bij 2, 1 en 0,5% (Figuur 12). In 2021 zijn de concentraties 0,3%, 0,6% en 1,2% getoetst (Figuur 13). Lagere concentraties geven iets minder groeiremming, maar nog steeds significante groeiremming t.o.v. de controle. In de oorspronkelijk concentratie had het product een EC van 2,5 mS/cm en een pH van 2.9.



**Figuur 12** Relatieve wortel- (links) en spruitlengte (rechts) t.o.v. de controle bij 3 gewassen na toediening van product 3 in 4 concentraties (2020).



**Figuur 13** Relatieve wortel- (links) en spruitlengte (rechts) t.o.v. de controle bij 3 gewassen na toediening van product 3 in 3 concentraties (2021).

### Conclusie reinigingsmiddelen

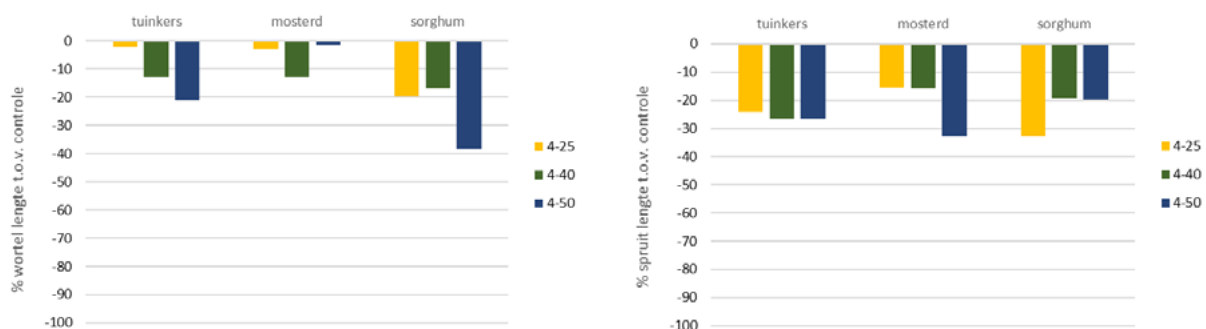
In sterk verdunde concentraties t.o.v. de gebruikelijke doseringen in de praktijk treedt bij de kiemingsproeven significant veel groeiremming op. Daarom is het advies om te voorkomen dat reinigingsmiddelen in de circulerende voedingsoplossing terecht kunnen komen. Deze proeven zeggen niets over de werking van de producten waarvoor ze volgens het etiket worden geadviseerd (meestal reiniging van oppervlakten).

## 3.2 Ontsmettingsmiddelen

Bij de ontsmettingsmiddelen zijn verschillende producten gebaseerd op waterstofperoxide getoetst en vergeleken met zuivere (35%) waterstofperoxide.

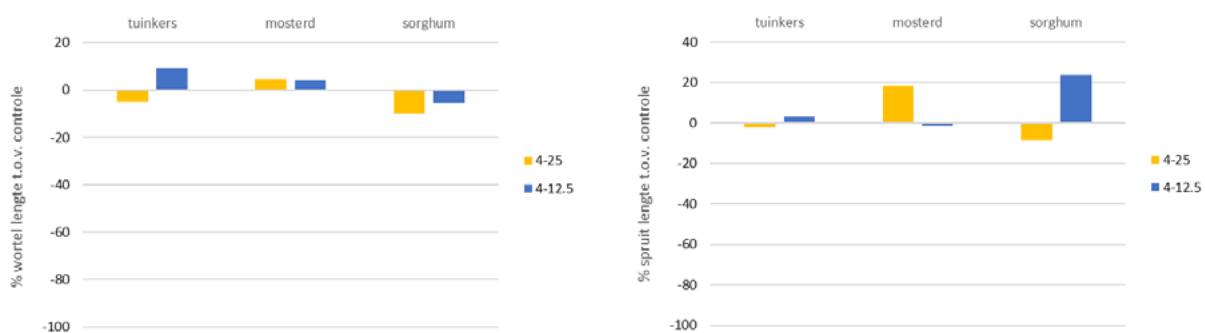
### Ontsmettingsmiddel Product 4

In 2020 is product 4, waterstofperoxide met stabilisator, getoetst (Figuur 14). Alleen in de hoogste concentraties is voor product 4 een lichte groeiremming te zien. In 2021 is een lagere concentratie toegepast (Figuur 15) van product 4. Bij beide concentraties is geen effect van het product te zien. Bij dit product kan de conclusie worden getrokken dat na menging in de circulerende voedingsoplossing geen schade is te verwachten.



**Figuur 14** Relatieve wortel- (links) en spruitlengte (rechts) t.o.v. de controle bij 3 gewassen na toediening van product 4 in 3 concentraties (2020).

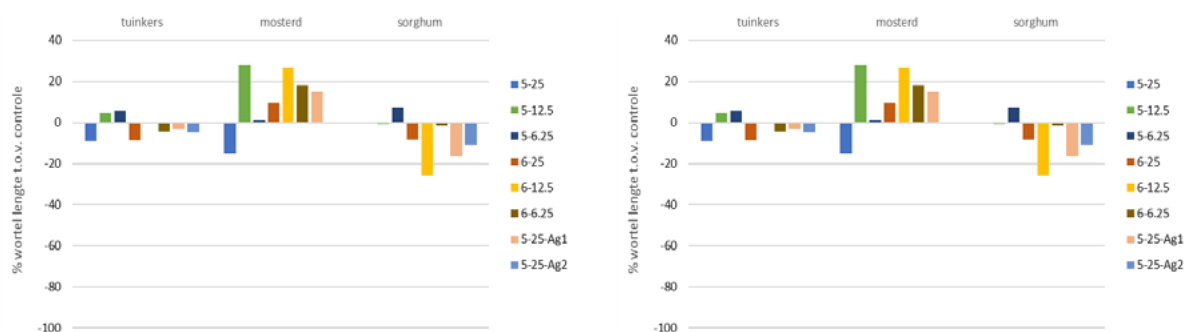




**Figuur 15** Relatieve wortel- (links) en spruitlengte (rechts) t.o.v. de controle bij 3 gewassen na toediening van product 4 in 2 concentraties (2021).

### Ontsmettingsmiddel Product 5

Een waterstofperoxide van een andere leverancier is in 2021 getoetst en vergeleken met zuivere waterstofperoxide (product 6), (Figuur 16). Hierbij trad geen groeiremming op. Vergelijking tussen verschillende concentraties zilver, als stabilisator, leidde niet tot groeiremming. Ook groeibevordering kan in deze proef niet worden geconstateerd, want het positieve effect was minder dan 20% en niet significant en niet bij alle gewassen. Zuivere waterstofperoxide (product 6) leidde niet tot groeiremming.



**Figuur 16** Relatieve wortel- (links) en spruitlengte (rechts) t.o.v. de controle bij 3 gewassen na toediening van product 5 in 3 concentraties en product 6 (zuivere waterstofperoxide) in 2 concentraties en een vergelijking met 2 concentraties zilver, (2021).

### Conclusie ontsmettingsmiddelen

Getoetste waterstofperoxiden van verschillende leveranciers leidde niet tot groeiremming in de voor de praktijk gebruikte concentraties. Gebruik van hogere concentraties dan door de leveranciers worden geadviseerd lijken wel groeiremming te geven

## 4 Groeistimulering bij ozon

Een aantal producten zijn getoetst op groeiremming. Het valt echter voor te stellen dat er stoffen zijn die de groei bevorderen. Ozon zou een dergelijke stof kunnen zijn omdat b.v. het zuurstofgehalte na ozonisering erg hoog is. Onderstaand een verslag van proeven met ozon.

Voor het product ozon werd verwacht dat er na behandeling van het water extra zuurstof aanwezig zou zijn wat een stimulerend effect op de groei zou kunnen hebben. Voor de proef zijn 3 ozoninstallaties in de Demokas2030 op de WUR locatie in Bleiswijk gebruikt. Hier staan 3 gewassen (aardbei, gerbera en anthurium) waarvan het drainwater is ontsmet. Met hulp van de leverancier Agrozone zijn enkele proeven uitgevoerd.

De volgende behandelingen zijn toegepast:

Nr	dosering	gewas	inzet
1	750 mV	Anthurium	dag 1
2	500 mV	Anthurium	dag 1
3	250 mV	Anthurium	dag 1
4	750 mV	Aardbei	dag 1
5	750 mV	Gerbera	dag 1
6	750 mV	Anthurium, inzet 2 dagen na ozon behandeling	dag 2
7	750 mV	Anthurium, inzet 5 dagen na ozonbehandeling	dag 5

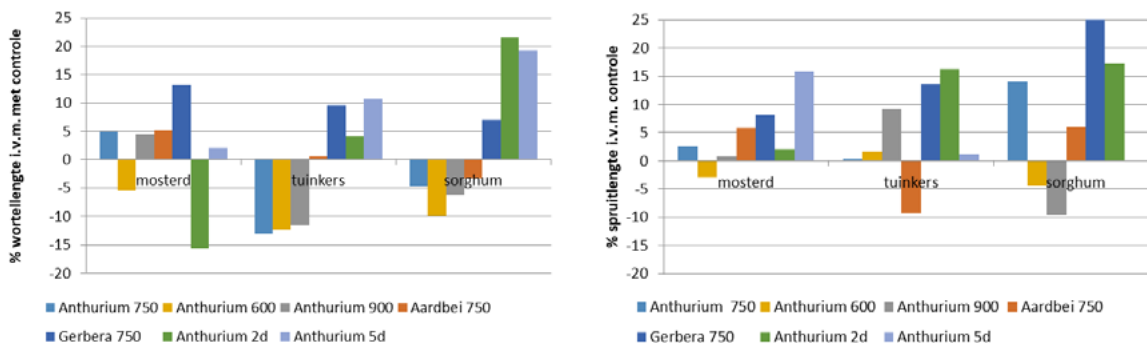
750 mV is de standaardinstelling voor ontsmetten. De behandelingen na 24 uur en 96 uur zijn zo gekozen omdat dat praktischer is met de inzet in de phytotoxkit en uitlezing van de resultaten. Omdat de gewassen een verschillende voedingsoplossing hebben, ook met een verschillende ijzerconcentratie, is bij de drie gewassen een monster genomen. Het ijzergehalte (Bijlage 1) was rond de 5  $\mu\text{mol/l}$  in de behandelingen 1, 2, 3, 6 en 7. In de behandelingen 4 en 5 was de ijzerconcentratie respectievelijk 21 en 68  $\mu\text{mol/l}$ . De realisatie van de redoxwaarde (in mV) kan op het display van de ozoninstallatie worden gevolgd. Hier is te zien dat na stoppen dosering de redoxwaarde nog iets toeneemt, dit is in Tabel 1 weergegeven (kolom max mV). Aangezien bij het proefdraaien (nr 0) de maximale redox waarde te hoog opliep is dit monster verder niet geanalyseerd.

Tabel 1

Overzicht behandelingen met ozon.

nr	Gewas	Behandeling (mV)	Monster name op dag nr	Inzet in fytotoxkit	Nabehandelingstijd (min)	Tijdstip uitvoering	Max mV	O <sub>2</sub> meting (mg/l)	Temp (°C)
0	Anthurium	750	1	--	5	10:30	1036	--	--
1	Anthurium	750	1	1	5	11:00	863	23.3	17.6
2	Anthurium	600	1	1	5	11:20	679	29.6	16.8
3	Anthurium	900	1	1	5	11:40	914	31.1	16.7
4	Aardbei	750	1	1	2	12:05	824	28.3	16.2
5	Gerbera	750	1	1	2	10:45	850	21.2	17.0
6	Anthurium	750	1	2	5	11:55	850	29.3	16.5
7	Anthurium	750	1	5	5	11:55	850	30.5	16.5

De resultaten in Tabel 1 geven aan dat het zuurstofgehalte na ozonbehandeling hoog is (ca. 20-30 mg/l). Normaal is rond de 11 mg/l bij 20°C het maximaal oplosbare zuurstofgehalte. De oplossing is dus oververzadigd. In deze proef is niet onderzocht of het hoge zuurstofgehalte de planten in de kas bereikt (na dosering via druppelbevloeiing) en of daar eventuele groei voordelen door te behalen zijn. Na 2 en 5 dagen (nrs 6 en 7) is het zuurstofgehalte niet afgenomen, het water was echter wel in een afgesloten fles opgeslagen.



**Figuur 17** Relatieve wortel- (links) en spruitlengte (rechts) t.o.v. de controle bij 3 gewassen na ontsmetting met ozon in verschillende doseringen (600, 750 en 900 mV) en na het uitgesteld inzetten van de behandelingen na 2 (2d) en 5 (5d) dagen.

De resultaten worden als significant verschillend beschouwd als het verschil met de controle >20% is. Dat is in geen van de behandelingen het geval en berusten dus op toeval. Er kan niet worden geconcludeerd dat een ozon behandeling een positieve of negatieve invloed op de groei zal hebben door het verhoogde zuurstofgehalte. In deze proef is niet onderzocht in hoeverre de ozondosering geschikt is om pathogenen te verwijderen (ontsmetting) of dat er andere stoffen worden afgebroken (b.v. restanten gewasbeschermingsmiddelen, ijzerchelaat, wortellexudaten).

## 5 Conclusies

Er worden vaak reinigings- en ontsmettingsmiddelen toegevoegd aan het circulerende water om leidingen te reinigen of om vrij te blijven van bacterie- of algengroei die weer kunnen leiden tot verstoppingen. Onbekend is of deze producten zich ophopen en/of groeiremming kunnen geven. In eerste instantie is onderzocht welke toetsmethode in aanmerking komt (effect, reproduceerbaarheid, duur en kosten van de proef). Hieruit kwam naar voren dat de phytotoxkit-testmethode het meest aantrekkelijk was. Zaden (tuinkers, gele mosterd, sorghum) worden gekiemd in een oplossing die een te onderzoeken product bevat, na 72 uur kan het effect worden gemeten en gerapporteerd. De methode kan routinematig worden uitgevoerd en is daardoor niet duur. Andere methoden (Chinese kool in perliet of sla in voedingsfilm) kunnen wel gebruikt worden maar vragen veel meer tijd en dus geld. Bij geen van de onderzoeksmethoden wordt de veroorzakende stof opgespoord. De methode is een waarschuwing dat er risicovolle stoffen in het water aanwezig zijn.

Via de phytotoxtest-methode is onderzocht in hoeverre groeiremming kan worden aangetoond bij reinigingsmiddelen (b.v. chloorproducten) en ontsmettingsmiddelen (b.v. waterstofperoxide en ozon). Het laatste product is getoetst omdat het behalve afbraak van aanwezige stoffen kan geven ook een groeistimulans kan worden verwacht door extra zuurstof. In 2020 zijn enkele oriënterende testen uitgevoerd met chloorbleekloog en waterstofperoxide en aan de hand van de conclusies zijn in 2021 aanvullende testen gedaan met drie reinigingsmiddelen en waterstofperoxide van verschillende leveranciers.

Chloorbleekloog en andere reinigingsmiddelen zijn getoetst in de voor de praktijk gebruikelijke concentraties en in veel lagere concentraties. In alle gevallen treedt aanzienlijke groeiremming op in de phytotox testen. Deze producten zijn bedoeld om oppervlakten te reinigen en zijn niet bedoeld om te gebruiken in de circulerende voedingsoplossing. Zodra ze in de voedingsoplossing terechtkomen is er een aanzienlijk risico op groeiremming. Ontsmettingsproducten zoals waterstofperoxiden geven geen groeiremming als de concentratie lager of gelijk is aan de geadviseerde concentratie. Hogere doseringen waterstofperoxiden geven wel kans op groeiremming. Ozon geeft geen groeiremming maar ook geen groeistimulans, ondanks de zeer hoge zuurstofconcentraties van 20-30 mg/l bij de gewassen in de phytotoxkit.



# Literatuur

Blok, C., Persoon, G., & Wever, G., 2008.

A practical and low cost microbiotest to assess the phytotoxic potential of growing media and soil. *Acta Horti*, 779, 367-374. <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2008.779.46>

Blok, C., M. Aguilera and E.A. Van Os, 2009.

Validation of a New Phytotoxicity Test (Phytotoxkit) against an Established Four-Week Growing Test with Pre-Grown Plant Plugs. *Acta Horti*. 819, p 209 -214.

Phytotoxkit, 2004.

Seed germination and early growth microbiotest with higher plants. Standard Operational Procedure. MicroBioTests Inc. 24p.

Beltrami, M., Paris, E., Vancini, L. and Baudo, R. 2002.

Presentazione dei risultati della 5a intercalibrazione su test di fitotossicità. 6th Workshop Test di Fitotossicità, Milan, Italy June 2002, 8p.

Verhagen, J.B.G.M. 2000.

RHP methodebeschrijving. RHP teeltproef 02. RHP, Naaldwijk, The Netherlands.

NEN-EN 16086-1, 2011.

Soil improvers and growing media; determination of plant response; Part 1: pot growth test with chinese cabbage.





# Bijlage 1 Aanvullende analyses bij ozon testen

## OZON

nr	gewas	behandeling (mV)	pH	EC [mS/cm]	NH4 [mmol/l]	K [mmol/l]	Na [mmol/l]	Ca [mmol/l]	Mg [mmol/l]	S [mmol/l]	NO3 [mmol/l]	Cl [mmol/l]	SO4 [mmol/l]	HCO3 [mmol/l]	P [mmol/l]	Fe [μmol/l]	Mn [μmol/l]	Zn [μmol/l]	B [μmol/l]	Cu [μmol/l]	Mo [μmol/l]
1	Anthurium	750	5.4	2	0.4	8.5	0.2	3.7	1.3	<0.1	13.1	0.3	1.7	<0.1	1.5	5.3	3.5	3.8	23	0.7	0.46
2	Anthurium	600	5.3	1.8	0.4	7.1	0.2	3.4	1.1	<0.1	12	0.3	1.7	<0.1	1.2	4.4	2.7	2.6	18	0.6	0.38
3	Anthurium	900	5.4	1.9	0.4	7.1	0.2	3.4	1.1	<0.1	12.1	0.3	1.6	<0.1	1.3	4.3	2.6	2.8	19	0.6	0.37
4	Aardbei	750	5.9	1.9	0.2	4.3	0.8	5	1.4	0.4	11.3	0.4	3.1	0.3	0.49	21.2	2.9	8.5	11	1.4	0.12
5	gerbera	750	5.7	3.2	<0.1	2.4	1.1	12.1	5.1	1.5	12.4	3	11.4	0.2	0.19	67.9	6	19	47	1.9	0.11
6	anthurium	750	5.4	1.9	0.3	7.1	0.2	3.4	1.1	<0.1	12.4	0.3	1.6	<0.1	1.3	4.3	2.6	2.7	18	0.6	0.38
7	anthurium	750	5.2	2	0.4	7.9	0.2	3.6	1.2	<0.1	13.4	0.3	1.7	<0.1	1.4	4.9	3.3	3.5	21	2.7	0.41
	stdkk 1	--	5.4	1.9	0.5	10	<0.1	2.1	0.9	0.2	13	0.2	1	<0.1	1.7	11.4	5.9	4.5	56	1.1	0.47
	stdkk 2	--	5.4	3.1	0.8	16.4	<0.1	3.5	1.5	0.2	21.8	0.2	1.5	<0.1	3	17.7	10.8	7.6	82	1.7	0.79

Wortellengte			mosterd		tuinkers		sorghum
Behandeling		%	lengte (mm)		lengte (mm)		lengte (mm)
Anthurium 750	1	5.0	53.78	abc	-13.1	41.16	a
Anthurium 600	2	-5.4	48.47	a	-12.3	41.53	a
Anthurium 900	3	4.5	53.56	abc	-11.6	41.88	a
Aardbei 750	4	5.2	53.93	abc	0.5	47.63	ab
Gerbera 750	5	13.2	49.15	ab	9.6	49.22	ab
Anthurium 2d	6	-15.7	52.86	abc	4.2	51.77	b
Anthurium 5d	7	2.0	60.15	bc	10.7	52.92	b
std kk 1	controle voor 1,2,3,4		51.24	ab		47.37	ab
std kk 2	voor 5		43.4	a		44.89	ab
std kk 3	voor 6		62.7	c		49.7	ab
std kk 4	voor 7		58.95	bc		47.82	ab

Spruitlengte			mosterd		tuinkers		sorghum
Behandeling		%	lengte (mm)		%	lengte (mm)	%
Anthurium 750	1	2.6	61.76	ab	0.3	34.19	abc
Anthurium 600	2	-3.0	58.41	a	1.6	34.61	abcd
Anthurium 900	3	0.7	60.63	ab	9.2	37.23	abcd
Aardbei 750	4	5.8	63.7	abc	-9.2	30.9	a
Gerbera 750	5	8.1	57.07	a	13.6	37.94	abcd
Anthurium 2d	6	2.0	70.93	bc	16.2	47.79	e
Anthurium 5d	7	15.8	84.9	d	1.2	44.27	de
std kk 1	controle voor 1,2,3,4		60.2	ab		34.08	abc
std kk 2	voor 5		52.8	a		33.41	ab
std kk 3	voor 6		69.54	bc		41.12	bcde
std kk 4	voor 7		73.32	c		43.75	cde

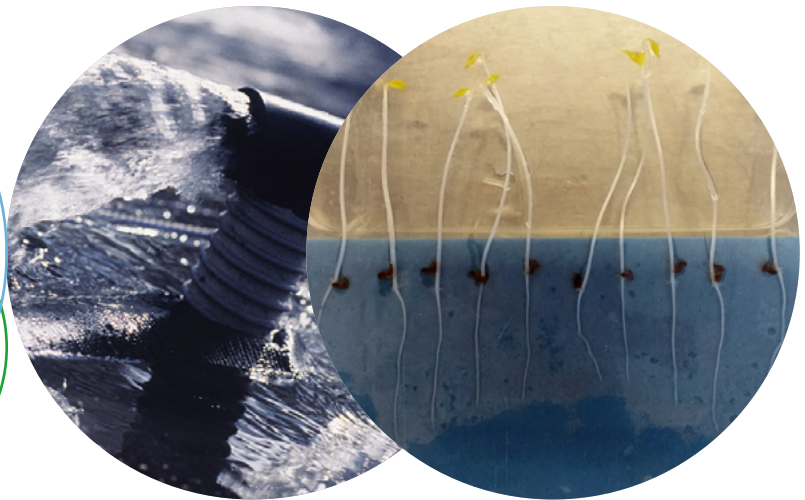








To explore  
the potential  
of nature to  
improve the  
quality of life



Wageningen University & Research,  
BU Glastuinbouw  
Postbus 20  
2665 ZG Bleiswijk  
Violierenweg 1  
2665 MV Bleiswijk  
T +31 (0)317 48 56 06  
[www.wur.nl/glastuinbouw](http://www.wur.nl/glastuinbouw)

Rapport WPR-1149

De missie van Wageningen University & Research is 'To explore the potential of nature to improve the quality of life'. Binnen Wageningen University & Research bundelen Wageningen University en gespecialiseerde onderzoeksinstituten van Stichting Wageningen Research hun krachten om bij te dragen aan de oplossing van belangrijke vragen in het domein van gezonde voeding en leefomgeving. Met ongeveer 30 vestigingen, 6.800 medewerkers (6.000 fte) en 12.900 studenten behoort Wageningen University & Research wereldwijd tot de aansprekende kennisinstellingen binnen haar domein. De integrale benadering van de vraagstukken en de samenwerking tussen verschillende disciplines vormen het hart van de unieke Wageningen aanpak.