



Goed Gietwater

Werkpakket 2: Kwaliteit gietwater en groeiprestaties

Chris Blok¹, Marleen IJdo¹, Bram van der Maas¹, Ines van Marrewijk²

¹ Wageningen UR Glastuinbouw ² Groen Agro Control



Referaat

De opkweeksector stelt hoge eisen aan de kwaliteit van gietwater ter voorkoming van groeiremming en ziekten. Lozingen en emissies zijn soms een uitweg om risico's te mijden. Het project Goed Gietwater beoogt de ontwikkeling van een duurzame watertechnologie voor opkweekbedrijven in de glastuinbouw. Hiermee moet de emissie geminimaliseerd worden. In dit verslag over werkpakket 2 wordt een geselecteerd aantal factoren die de kwaliteit van het gietwater negatief kunnen beïnvloeden nader onderzocht. Het gaat om een ontsmettingsmiddel (natrium hypochloriet), twee organische stoffen (POW-humus en kokoschips) een remstof (Alar) en een vloeier. Deze stoffen worden in meetreeksen getest op groeiremming. Natrium hypochloriet laat groeiremming zien vanaf 45 mg/l, ook Alar (Daminozide) remt de groei vanaf 45 mg/l. De organische stoffen en de vloeier vertonen geen groeiremming. Een hoog gehalte aan organische stof beïnvloedt wel de groei van micro-organismen en kan verstrend werken bij de UV-ontsmetting. In een tweede reeks testen is gekeken naar het tenietdoen van de groeiremming met geavanceerde oxidatie. Geavanceerde oxidatie (AOX) lijkt geen oplossing te bieden voor afbraak van natrium hypochloriet, humus en exudaat van kokoschips bij de in de praktijk toegepaste UVc-dosis (maximaal 250 mJ/cm²). Vloeier in demiwater wordt bij een hoge dosis peroxide (30ppm) en 240mJ/cm² UVc tot 45% afgebroken. AOX leidt niet tot substantiele afbraak van remstoffen.

Abstract

The propagation sector demands a very high quality of irrigation water to prevent negative growth effects and diseases. Discharge of nutrient solution is sometimes used to avoid risks for the crop. The project Goed Gietwater (Good Irrigation Water) aims to develop sustainable water technology for nurseries in greenhouse horticulture. The underlying aim is to reduce the emission of nutrients and crop protection agents. This report describes how in Work Package 2 a selected number of quality determining factors was investigated in laboratory experiments. The tested materials were a disinfectant (sodium hypochlorite), two organic compounds (POW-humic and coconut chips) a growth control agent (Alar) and a surfactant as used in rockwool. Sodium hypochlorite gave growth inhibition from 45 mg/l on, Alar (Daminozide) reduced growth from 45 mg/l. The organic substances and surfactant showed no growth inhibition. In a subsequent series of tests advanced oxidation (AOX) seems no solution to destruct sodium hypochlorite or POW humus or the exudate of coir chips when applied in practical UVc doses (up to 250 mJ/cm²). Surfactant with a high dose peroxide (30 ppm) and 240mJ/cm² UVc is broken down up to 45%. AOX does not readily destruct growth control agents.

© 2012 Wageningen, Stichting Dienst Landbouwkundig Onderzoek (DLO) onderzoeksinstituut Wageningen UR Glastuinbouw.

Projectdeelnemers



Wageningen UR Glastuinbouw

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
Internet : www.glastuinbouw.wur.nl

Inhoudsopgave

	Samenvatting	5
1	Inleiding	7
	1.1 Achtergrond	7
	1.2 Doel	8
	1.3 Organisatie	9
2	Plan van aanpak	11
3	Resultaten	13
	3.1 Waterstromen opkweekbedrijven	13
	3.2 Testen groeiremming	14
	3.2.1 Selectie groeiremmende factoren	14
	3.2.2 Groeitesten met bio-toets	16
	3.3 Afbraak stoffen met geavanceerde oxidatie	19
	3.4 Materiaal en methoden AOX	20
	3.4.1 De middelen	20
	3.4.2 UVc opstelling	21
	3.5 Resultaten van de uitgevoerde AOX testen	21
	3.5.1 Eerste serie behandelingen	21
	3.5.2 Tweede serie behandelingen	23
4	Discussie en conclusies	25
	4.1 Kritische grenswaarden	25
	4.2 Effectiviteit van AOX behandeling	26
	4.3 Meetmethoden voor kritische grenswaarden	26
	4.4 Conclusies	26
5	Literatuur	27
Bijlage I	Methode biotoets	29
Bijlage II	Methode extraheren van kokossubstraat	31
Bijlage III	Methode indikken van kokossubstraat	33
Bijlage IV	Methode UVc-AOX meting	37
Bijlage V	Selectie groeiremmende factoren	39
Bijlage VI	Productgegevens POW humus	41
Bijlage VII	Resultaten groeitesten bovengronds	43

Samenvatting

Voor de opkweekbedrijven gelden evenals voor de teeltbedrijven reductie-eisen voor de emissie van meststoffen en gewasbeschermingsmiddelen (Platform Duurzame Glastuinbouw, 2011). De opkweeksector stelt extra hoge eisen aan de kwaliteit van gietwater ter voorkoming van groeiremming en ziekten. Lozingen en emissies zijn daarbij soms een uitweg om risico's te mijden. De complexe teeltcombinaties en het niet altijd flexibele irrigatiesysteem maken andere oplossingen moeilijk.

Het project Goed Gietwater beoogt de ontwikkeling van een duurzame watertechnologie voor opkweekbedrijven in de glastuinbouw. Deze technieken moeten ook internationaal toepasbaar zijn en geschikt voor het gebruik in opkweeksituaties waarin geheel of deels biologisch wordt opgekweekt. Hiermee moet de emissie geminimaliseerd worden. Het project is opgedeeld in drie werkpakketten. Werkpakket 1 'Analyse bestaande eisen en kentallen' verwoordt de gewenste kwaliteitseisen voor gietwater en de bestaande en ontbrekende kennis hierover (Van der Maas e.a., 2012). In werkpakket 2 wordt een geselecteerd aantal factoren die de kwaliteit van het gietwater negatief kunnen beïnvloeden nader onderzocht. Grenswaarden voor groeiremming en de mogelijkheden van het tenietdoen van de groeiremming met geavanceerde oxidatie worden bepaald. Werkpakket 3 richt zich op de ontwikkeling van een conceptueel ontwerp van technologieën voor bereiding van gietwater uit afvalwater. Werkpakket 3 wordt eerst uitgevoerd op laboratoriumschaal en vervolgens als pilot in de praktijk.

In werkpakket 2 zijn een ontsmettingsmiddel (natrium hypochloriet), twee organische stoffen (POW-humus en kokoschips), een remstof (Alar) en een vloeier uit de steenwol in meetreeksen getest op groeiremming. Natrium hypochloriet laat groeiremming zien vanaf 45 mg/l, ook Alar (Daminozide) remt de groei vanaf 45 mg/l. De organische stoffen en de vloeier vertonen geen groeiremming. Een hoog gehalte aan organische stof beïnvloedt wel de groei van micro-organismen en kan verstorend werken bij de UV-ontsmetting.

Geavanceerde oxidatie (AOX) lijkt geen oplossing te bieden voor afbraak van NaOCl en POW-humus of exudaat van kokoschips bij de in de praktijk toegepaste UVc-dosis (maximaal 250 mJ/cm²). Vloeier in demiwater wordt bij een hoge dosis peroxide (30ppm) en 240mJ/cm² UVc tot 45% afgebroken. AOX vertoont geen invloed van betekenis op de afbraak van remstoffen in water ten opzichte van alleen een UVc behandeling.

1 Inleiding

1.1 Achtergrond

Toelichting op de kwaliteitseisen

Een goede waterkwaliteit is een essentiële voorwaarde voor hergebruik van water bij (glas)tuinbouwbedrijven. Bij de gespecialiseerde opkweekbedrijven en ook tijdens de start met nieuw plantmateriaal in de reguliere teeltbedrijven zijn de eisen aan waterkwaliteit door de hoge gevoeligheid van de jonge kleine plantjes zeer hoog. Om planten gezond te houden en risico's op schade te minimaliseren worden gewasbeschermingsmiddelen gebruikt, die in het oppervlaktewater terecht kunnen komen. Hetzelfde geldt voor de voedingsstoffen stikstof en fosfaat. Het risico van een suboptimale waterkwaliteit, als gevolg van ophoping van zouten, onbalans in de voeding, gewasbeschermingsmiddelen, pathogenen, wortellexudaten, stoffen uit het substraat, verontreinigingen in meststoffen zoals natrium etc. wordt momenteel vermeden door doorgaans niet of nauwelijks te recirculeren en het water te lozen, met emissies als gevolg.

Waarom moet dit veranderen?

In het Platform Duurzame Glastuinbouw (voorheen convenant Glastuinbouw en Milieu, GlaMi) geven de belanghebbende partijen uit bedrijfsleven en overheid uitvoering aan de Kaderrichtlijn Water (KRW; EU, 2000) voor de glastuinbouwsector. Er is afgesproken dat er voor substraatteelten emissienormen voor stikstof gaan gelden, die moeten leiden tot een nagenoeg nul-emissie in 2027. De voorgestelde normen voor Uitgangsmateriaal sierteelt in de periode 2012 - 2014 zijn 150 kg N/ha/jaar en voor Uitgangsmateriaal groenten 250 kg /ha/jaar (Tabel 1.).

Tabel 1. Emissienormen voor substraat (kg stikstof per ha per jaar). De getallen zijn onder voorbehoud, omdat de overheid nog een definitief besluit moet nemen. Naar verwachting worden de normen januari 2013 van kracht.

Categorie	2012 t/m 2014	2015 t/m 2017	Vanaf 2018	Voorlopige indeling substraatgewassen
1	25	25	25	Overige groenten
2	50	33	25	Anthurium, Kuipplanten, Perkplanten
3	75	50	38	Orchidee (Cymbidium)
4	100	67	50	Tulp, Eenjarige zomerbloeiers
5	125	83	67	Tomaat, Kruiden
6	150	100	75	Komkommer, Potplant, Uitgangsmateriaal Sierteelt , Overig Sierteelt
7	200	133	100	Aardbei, Aubergine, Paprika
8	250	167	125	Roos, Gerbera, Uitgangsmateriaal groenten
9	300	200	150	Phalaenopsis, overige potplantorchideeën

Recent onderzoek laat zien dat de emissie van gewasbeschermingsmiddelen uit de glastuinbouw hoger is dan waarmee in het toelatingsbeleid tot nu toe wordt gerekend en dat er op het gebied van emissies en waterkwaliteit in de glastuinbouw een aanzienlijke opgave ligt (Vermeulen *et al.* 2010). Het Platform Duurzame Glastuinbouw heeft een uitvoeringsagenda 2010 - 2013 opgesteld, waarin oplossingen en ontwikkelingen op het gebied van "Watermanagement, bedrijfsuitrusting en technieken" en het terugdringen van de emissie van gewasbeschermingsmiddelen als prioriteit worden gesteld (Platform Duurzame Glastuinbouw, 2011). Het voorgestelde proces moet een bijdrage leveren aan verminderde emissies van gewasbeschermingsmiddelen (en meststoffen) naar het oppervlakte water.

De opkweek en de eerste maanden van de teelt zijn een schakel in de keten waar hergebruik van drainwater mogelijk moet worden zonder daarbij risico's voor de plant te creëren. Doordat opkweekbedrijven hogere eisen stellen aan de kwaliteit van gietwater ter voorkoming van groeiremming en ziekten dan de reguliere glastuinbouw wordt de state-of-the-art aan waterbehandeling- en ontsmettingstechnologie, zoals UV en verhitting algemeen toegepast. Desondanks is de perceptie dat de waterkwaliteit nog steeds onvoldoende is, waardoor noodzakelijkerwijs lozingen en emissies volgen.

Kwaliteitseisen biologisch plantmateriaal

In het project Goed Gietwater wordt specifiek aandacht besteed aan de waterproblematiek voor de opkweek van biologisch plantmateriaal. Het belangrijkste verschil is dat er voor dit plantmateriaal een nultolerantie is ten aanzien van gewasbeschermingsmiddelen. Het gebruik van kunstmest is eveneens niet toegestaan. De kwaliteitseisen voor het gietwater wijken dus voor een aantal criteria af van de reguliere teelt. Het gevolg is dat hergebruik van water van een reguliere in een biologische teelt uitgesloten is, en de omgekeerde route complex is om te managen. Het hergebruik van drainwater van de biologische teelt in de biologische teelt is vanwege de toepassing van organische meststoffen een punt van aandacht. Dit omdat de organische stof en de aanwezige micro organismen in de leidingen snel tot ongewenste omzettingen kunnen leiden.

1.2 Doel

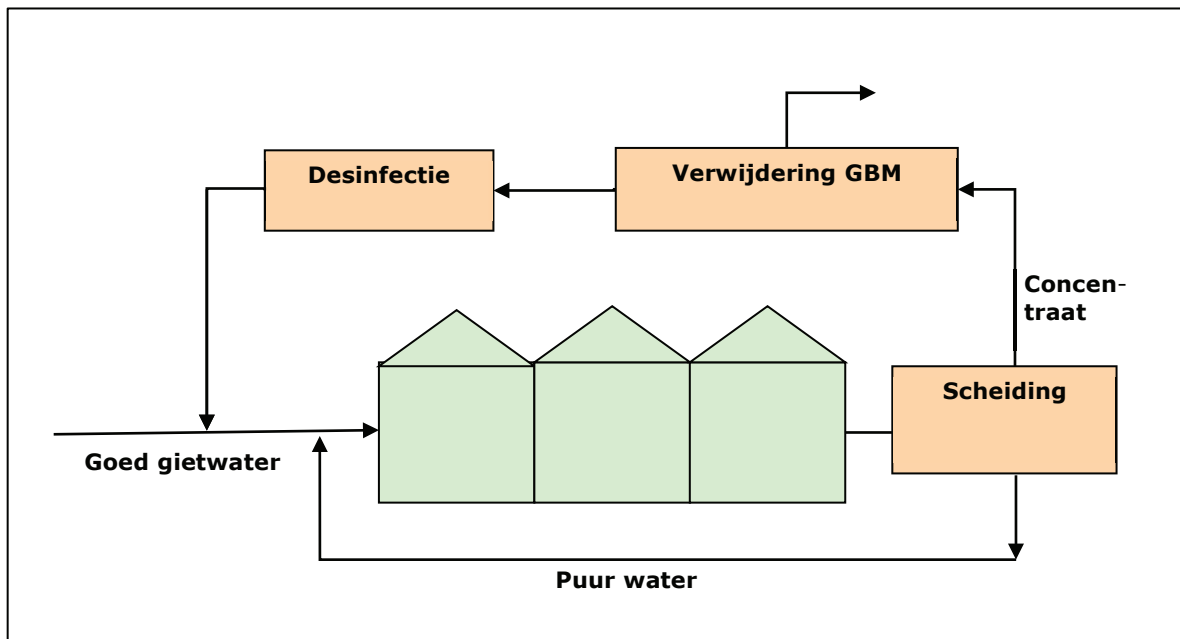
Het projectdoel is het aanreiken van oplossingen voor een tweetal problemen van opkweekbedrijven in de glastuinbouw:

1. het efficiënter omgaan met de beperkte hoeveelheid goed zoet water door minimaliseren van het watergebruik en door het mogelijk maken van hergebruik van water door inzet van hoog selectieve scheidingstechnologie en daarmee
2. verbetering van de oppervlaktewaterkwaliteit in tuinbouwgebieden.

Dit rapport beschrijft de uitgevoerde activiteiten en de resultaten van werkpakket 2. De taakomschrijving van werkpakket 2 resulteert in de volgende technische aanpak:

1. Bepalen grenswaarden voor divers (potentiële) groeiremmende factoren, zoals gewasbeschermingsmiddelen, ontsmettingsmiddelen, uitvloeiers;
2. Toetsen van effectiviteit geavanceerde oxidatie en bepalen optimale doseringen op groeiremmende factoren;
3. Ontwikkelen van meetmethoden voor kritische grenswaarden in water.

Het project beoogt de ontwikkeling van een duurzame watertechnologie voor opkweekbedrijven in de glastuinbouw (zie Figuur 1.). Hiertoe zal een technologieconcept worden onderzocht en ontwikkeld gebaseerd op een fysische behandeling zoals membraandestillatie en/of geavanceerde oxidatie. Hiermee dient een dusdanige kwaliteit gietwater te worden bereid, dat de nu gebruikelijke lozingen en de inzet van natriumhypochloriet voor ontsmetting tussen de teelten door en lozing naar het oppervlaktewater voorkomen kunnen worden. De ontwikkeling richt zich op zowel de gangbare als ook de biologische opkweekbedrijven, met specifieke aandacht voor toelating van biologische certificatie zoals het EKO keurmerk. Daarnaast moet de technologie ook kunnen worden ingezet bij de start van de teelt in reguliere glastuinbouwbedrijven, om vanaf het begin het gietwater incl. het zogenaamde 1^e water volledig te kunnen hergebruiken zonder risico op productieverlies. Aanvullend is het wenselijk dat de ontwikkelde zuiveringstechnologie ook internationaal kan worden ingezet, omdat de vestigings- en investeringsstrategie van de opkweekbedrijven grensoverschrijdend is.



Figuur 1. Opzet van project. Het technologieconcept bestaat uit de zuivering van afvalwater (drain) naar demiwaterkwaliteit dat kan worden ingezet voor de productie van gietwater met bijvoorbeeld membraandestillatie. Het concentraat wordt vervolgens behandeld door processen zoals adsorptie en geavanceerde oxidatie waarmee niet geloosd hoeft te worden, gewasbeschermingsmiddelen (GBM) worden verwijderd en nutriënten kunnen worden teruggewonnen. Puur water is bacterie- en ziektevrij water en geschikt als gietwater.

1.3 Organisatie

Het project Goed Gietwater bestaat uit de volgende drie werkpakketten:

Werkpakket 1: Analyse bestaande eisen en kentallen

Taakomschrijving: Analyseren van waterkwaliteitsgegevens gericht op een optimale kwaliteit van het gietwater van opkweekbedrijven.

Werkpakket 2: Relatie kwaliteit gietwater en groeiprestaties

Taakomschrijving: Diverse factoren die de kwaliteit van het gietwater negatief kunnen beïnvloeden worden nader onderzocht. Grenswaarden voor groeiremming en de mogelijkheden van het tenietdoen van de groeiremming met geavanceerde oxidatie (AOX) worden bepaald.

Werkpakket 3: Concept- & toepassingsontwikkeling t.b.v. optimale kwaliteit gietwater

Taak 1: Conceptueel ontwerp: Labscale onderzoek

Ontwikkelen van een concept van combinatie van technologieën voor bereiding van gietwater uit afvalwater; labscale onderzoek van het beoogde concept en achterliggende technologieën.

Taak 2: Conceptueel ontwerp: Pilot onderzoek

Het bouwen en testen van een pilot op één of twee locaties van de GrowGroup.

Het project Goed Gietwater is uitgevoerd door een consortium van:

- Opkweekbedrijven (GrowGroup);
- Brancheorganisatie (LTO Groeiservice);
- Toeleveranciers (Hellebrekers Technieken, Grodan, Bas van Buuren);
- Onderzoekpartijen (TNO, Wageningen UR Glastuinbouw, Groen Agro Control)

Hoofdfinanciers zijn:

- Innowator (onderdeel van Agentschap NL);
- Rabobank Nederland;
- Productschap Tuinbouw

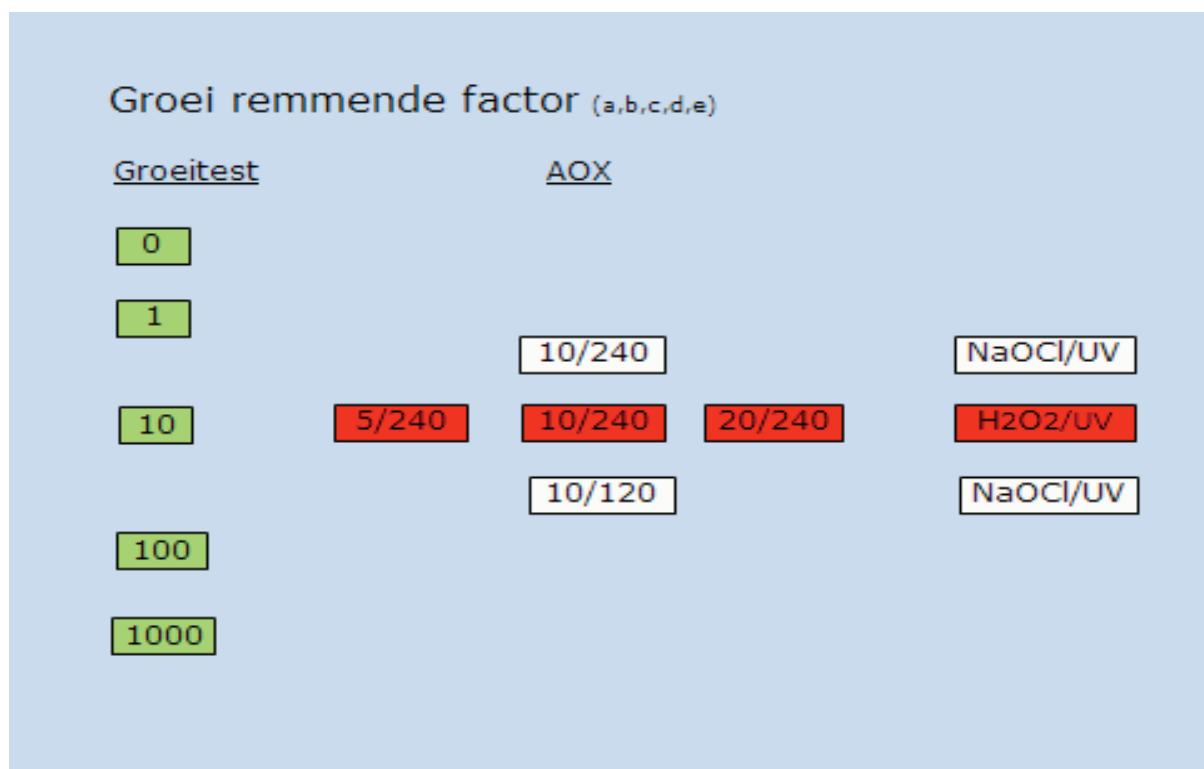
Plantum is penvoerder van het project

Voor werkpakket twee was er een werkgroep voor inhoudelijk overleg, een BCO voor inhoudelijke sturing en een kerngroep voor het coördineren van de verschillende werkpakketten. De groep voor inhoudelijk overleg bestond uit Elke van der Stok voor Grow Group en Plantum, Duco Manger voor Bas van Buuren BV., Paul Bouwens en Eelke Hempenius voor Grodan BV, Ines van Marrewijk voor Groen Agro Control en Bram van der Maas en Chris Blok voor Wageningen UR Glastuinbouw. Daarnaast was Marleen IJdo betrokken bij het uitvoeren van de testen bij Wageningen UR Glastuinbouw. De BCO bestond uit de Plantum werkgroep Uniform Uitgangsmateriaal. De kerngroep betrof Thijs Simons en Claudia den Braver van Plantum, Wilfred Appelman van TNO (algeheel projectleider) en Ellen Beerling en Chris Blok van Wageningen UR Glastuinbouw.

2 Plan van aanpak

In de analyse van de kwaliteitscriteria in werkpakket 1 zijn de waterstromen voor een opkweekbedrijf in kaart gebracht (Van der Maas e.a., 2012). Op deze manier is een koppeling gemaakt tussen de theoretische discussie over kwaliteitscriteria en grenswaarden en de praktijk met bijbehorende problematiek voor wat betreft het watermanagement. De discrepantie tussen de emissiereductie doelstellingen van het bedrijf en de feitelijke realisatie vroeg bij de start van WP2 om een extra stap om de waterstromen te kwantificeren. In nauw overleg met enkele medewerkers van het opkweekbedrijf is een totaal plaatje van de waterstromen opgesteld en een rekenmodel ontwikkeld om het effect van wijzigingen inzichtelijk te maken.

Op basis van de resultaten van werkpakket 1 en praktijkervaringen is een selectie gemaakt van waterkwaliteitsfactoren die mogelijk tot groeiremming kunnen leiden. De voorgestelde factoren zijn besproken met de werkgroep Uniform Uitgangsmateriaal van Plantum. Dit heeft geleid tot een keuze voor vijf factoren. In Figuur 2. is de gevolgde aanpak schematisch weergegeven om eerst de schadegrenzen en vervolgens de afbraak van de factoren te testen. Hiermee kan in WP3 groeiremming kunnen worden voorkomen. Per geselecteerde factor is een meetreeks opgesteld van 5 concentraties en zijn de aangemaakte oplossingen getest op groeiremming met een biotoets (Fytotoxkit). In Bijlage 1 wordt de werkwijze van de biotoets verder toegelicht. Vervolgens is op één concentratieniveau van de groeiremmende factor de afbraak en voor zover gevonden de opheffing van opgetreden groeiremming getest met geavanceerde oxidatie (AOX) met verschillende doseringen. Als oxidatoren zijn gebruikt waterstofperoxide met UV en natriumhypochloriet met UV.



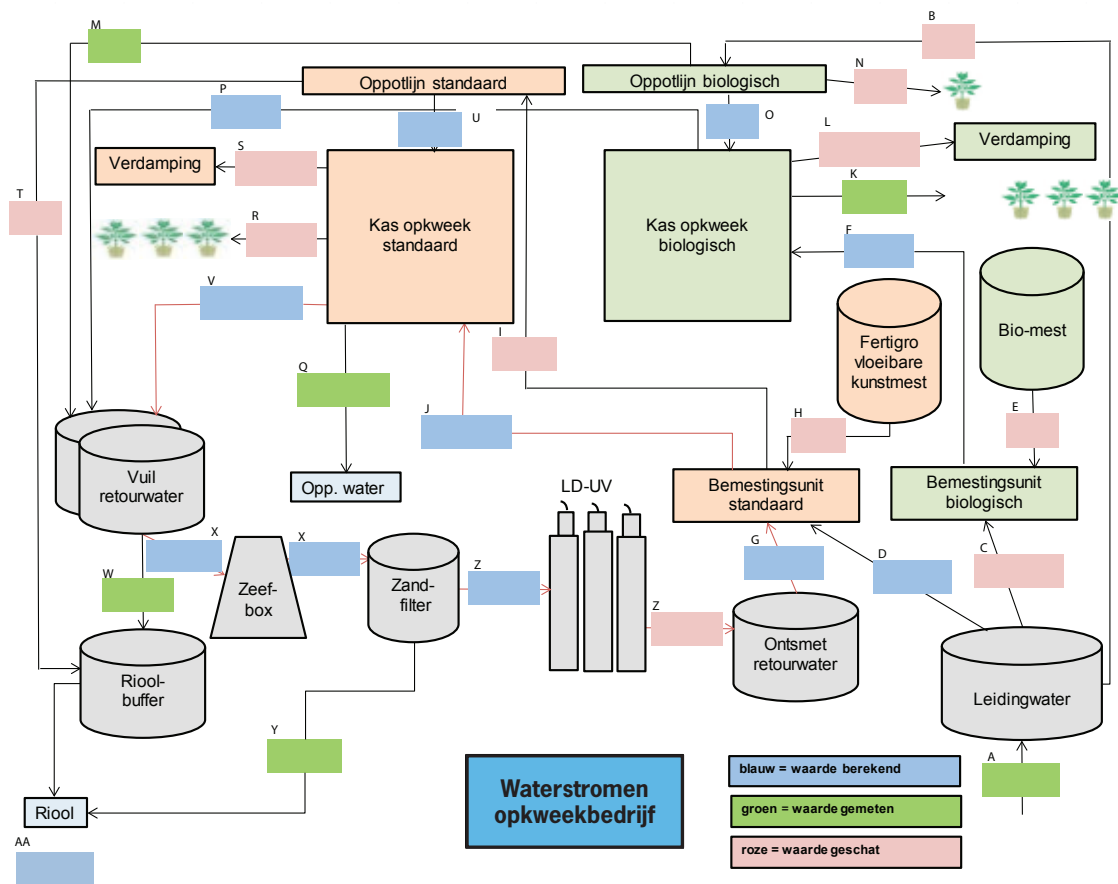
Figuur 2. Schematische weergave van de uitgevoerde testen op groeiremmende factoren in het water op opkweekbedrijven. Per factor zijn groeitesten en afbraak met geavanceerde oxidatie in verschillende concentratiereeksen uitgevoerd. NaOCl en H₂O₂ in mg/l, UV in mJ/cm².

De groeitesten zijn uitgevoerd door Wageningen UR Glastuinbouw. Groen Agro Control heeft de oxidatiebehandelingen uitgevoerd. Voor het testen van een aantal groeiremmende factoren en het uitvoeren van de oxidatiebehandelingen moesten testmethoden worden opgesteld. Deze stap is opgenomen als een onderzoeksresultaat. De beschrijving van het plan van aanpak is daarom op hoofdlijnen gehouden.

3 Resultaten

3.1 Waterstromen opkweekbedrijven

Om inzicht te krijgen in de problematiek van de recirculatie en spui van voedingswater op opkweekbedrijven is uitgegaan van de waterstromen, zoals die op teeltbedrijven zijn te onderkennen. In Figuur 3. zijn de waterstromen in kaart gebracht van een plantenkweek bedrijf. Hier vindt zowel een reguliere opkweek als een biologische opkweek plaats. In het onderzoek is ook de omvang van de waterstromen vastgesteld (de bedrijfseigen gegevens zijn niet in het schema weergegeven). Een deel is gemeten, een deel van de stromen is berekend. Het bleek al snel dat bij het opstellen van een dergelijk schema steeds kleine (en grote) fouten zorgden voor situaties waarbij dat er soms meer water naar één punt stroomde dan er vandaan stroomde of omgekeerd. Daarom is besloten het blad te koppelen aan een berekening die ervoor zorgt dat de aan en afvoer naar één punt gelijk is. Dit bleek een goed hulpmiddel om beter zicht te krijgen op de meest onzekere aannamen en het vaststellen van de juiste volgorde van de punten in de waterstromen. Er is dus een rekenmodel opgesteld, waarmee de waterbalans sluitende wordt gemaakt. Het effect van wijzigingen op het bedrijf t.a.v. het watersysteem of het watermanagement kunnen met het model direct inzichtelijk worden gemaakt.



Figuur 3. Schema van de waterstromen (in m³/jr) op een plantenkweek bedrijf.

Zoals bij de meeste plantenkweek bedrijven wordt gewerkt met eb-vloed systemen. Door dat bij eb-vloed 80-90% van de watergift retour gaat is het van belang dat het hele watersysteem goed gedimensioneerd is op de rondgaande en in opslag zijnde hoeveelheden water. Op dit bedrijf zijn wat dit aspect betreft nog aanpassingen nodig. Het retourwater van de biologische opkweek wordt gemengd met het water van de reguliere opkweek. De hoge concentraties organisch materiaal in het biologisch retourwater hebben hun weerslag op de werking van de UV-ontsmetter vanwege de lagere transmissie van het water. Het organisch materiaal is incidenteel afkomstig van uit kokosmateriaal gespoelde organische stoffen maar meestal van de als meststof toegediende dierlijke mest.

De begeleidingsgroep vond het schema van de waterstromen uiterst zinvol en stelde voor om voor elk opkweekbedrijf een dergelijk schema op te stellen. Mede vanwege het beschikbare en benodigde budget wordt dit buiten het project Goed Gietwater worden opgepakt.

3.2 Testen groeiremming

3.2.1 Selectie groeiremmende factoren

Uit de resultaten van werkpakket 1 is zichtbaar geworden welke kwaliteitsfactoren voor problemen kunnen zorgen, meestal bij te hoge concentraties. Grenswaarden waarboven schade kan optreden zijn vaak niet bekend. Wageningen UR Glastuinbouw heeft een lijst opgesteld van factoren om in werkpakket 2 verder te onderzoeken en deze voorgelegd aan de werkgroep Uniform Uitgangsmateriaal van Plantum. Dit heeft geleid tot 5 factoren, die met een concentratiereeks getest zijn op groeiremming, zoals in Tabel 2. is weergegeven. In Bijlage 5 zijn de overwegingen bij de selectie en de opbouw van de concentratiereeks beschreven.

Tabel 2. *Overzicht van de groei remmende factoren met de concentratiereeksen die zijn getest met de fytotoxtoets.*

Code	Behandeling
Std K	Standaard komkommervoeding met een EC van 2.0 mS/cm
NaOCl (natrium hypochloriet)	Desinfectiemiddel (5, 15, 45, 135 mg/l)
TOC (Totaal Organisch Carbon)	Groei verbeterend POW humus (TOC: 0, 20, 60, 180, 540 mg/l)
Kokos (exudaat uit kokos chips)	Kokos chips (TOC: 63, 125, 250, 440 mg/l)
Alar (remstof)	Remstof (0, 15, 45, 135, 405 mg/l)
Vloeier (als in steenwol)	Grodan (0, 10, 20, 50, 100%)

Concentratiereeks en bereiden oplossingen

Ontsmettingsmiddel. In de praktijk wordt bijna altijd natrium hypochloriet gebruikt. Dit middel is daarom gekozen voor de groeitest. Gangbare concentraties zijn voor leidingen 10 mg/l en voor het schoonmaken van kelders (met organische resten) 100 mg/l. De gekozen reeks is 0, 5, 15, 45 en 135. Hierbij geldt dat bij direct contact 100 mg/l de maximale waarde is.

De eerste test gaf onverwachte resultaten. Bij nader inzien blijkt NaOCl ook te reageren met het gebruikte filterpapier in de groeitest. Papier is ook organisch materiaal. Een tweede testronde zonder gebruik van filterpapier, met het te kiemen zaad direct op het steenwolgranulaat aangebracht, verliep wel goed.

TOC. Opgenomen in een reeks van 0, 20, 60, 180, 540 mg/l (toename factor 3-5). Normaal bassinwater bevat 20 mg/l en max 140 mg/l maar de concentratie bij gebruik van kokos of compost kan hoger zijn. De gebruikte POW-humus heeft volgens de productinformatie een adviesdosering van 100 mg/l en een schadegrens van 400 mg/l (zie Bijlage 6).

Humuszuren uit kokos. De voorgestelde reeks was 0, 20, 100, 400, 1600 mg/l (toename factor 3-5). Een fabrikant van humuszuren adviseert 100 mg/l bij puur humuszuur, veel mengsels zijn veel minder puur. Overdosereren van één soort humuszuren bleek schadelijk voor de plant vanaf 400 mg/l. Het bleek niet mogelijk om met de beschikbare kokos chips de hoogste concentratie in de voorgestelde reeks te maken, vanwege een te hoog zoutgehalte. In Bijlage 2 is het bereiden van de oplossing gedetailleerd beschreven. De uiteindelijke gehanteerde meetreeks is 63, 125, 250, 440 mg/l. Bij de bereiding van de biotoets met kokos is gewerkt met ingedikte oplossingen (Figuur 4, Bijlagen 2 en 3).

Remstof. De meeste schade ontstaat door opzetten van nieuw planten op een vloer waarop eerder remstof is gebruikt. Desalniettemin wil de werkgroep van Plantum weten wat de plantreacties zijn bij watergedragen overdracht zoals kan optreden van sier- naar groentegewassen. Zowel Alar, Cycocel als soms Bonzi en Tilt worden gebruikt. Cycocel breekt snel af, oa door UV. Daarom is Alar (daminozide) als model gekozen. De gebruikconcentratie is 100 g/100 liter (max 400) en het gebruik is 25 liter voor 500 vierkante meter (max 50). Dat is 50 mg/m² per keer (max 400). Als we aannemen dat een plant in een 600 cc pot staat met 50% water en 15 plt/m² dan is er 4.5 liter water voor 50 mg dus ongeveer 10 mg/l. Direct in de spuitvloeistof zit echter wel 1000 mg/l. Hier is uitgegaan van schade via water waardoor een zinvolle reeks 0, 15, 45, 135, 405 mg/l is.



Figuur 4. Ingedikte kokos op steenwolgranulaat voor biotoets.

Niet elk middel is overal toegelaten; Bonzi (Syngenta; paclobutrazol) is toegelaten voor potplanten; Tilt (Syngenta; propiconazol); is eigenlijk een schimmelbestrijder in graan, boomkwekerij pot en perkplanten maar heeft ook groeiremmende eigenschappen. Beide middelen kunnen naar horen zeggen lang (>4 weken) op vloeren achterblijven. Alar (Certis; daminozide 85%) en Cycocel (BASF; Chloormequat) zijn met afstand de meest gebruikte middelen (voor de sierteelt), een extra reden is dat ze het minste schade in groenten geven bij hergebruik drainwater (wat dus eigenlijk niet mag vanwege de toelating) maar ze moeten ook vaker worden toegepast (1-3 keer per week).

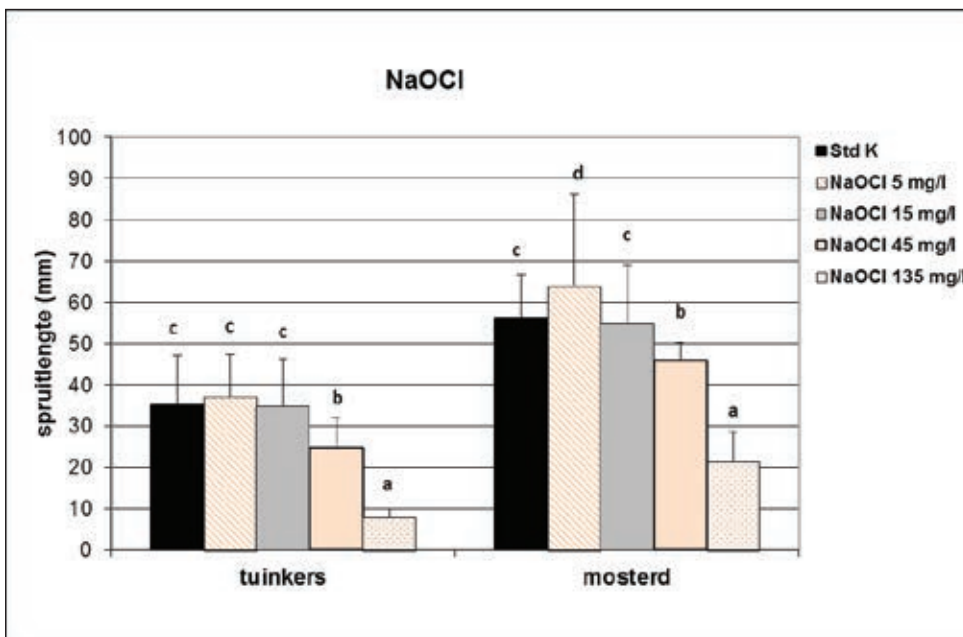
Vloeiers. Dit zijn uitsluitend steenwolvloeiers, géén vloeiers als gebruikt in GBM. De groeitest is uitgevoerd met de vloeier van Grodan. De test is opgenomen omdat enkele plantenkwekers beducht zijn voor groeiremming door spoelwater vanaf de potten natmaaklijn. Deze zorg leidt ook regelmatig tot spui van spoelwater uit de natmaaklijn. De gebruikte reeks voor de geleverde vloeier is 0, 10, 20, 50, 100%. In dit geval is de vloeier in wederzijds vertrouwen aangeleverd door de producent als 100% van de concentratie die worst case in het product vrij kan komen. De concentratie komt dus overeen met de concentratie die worst case zou ontstaan in een steenwolblok als vloeier zou vrijkomen in het water in een volledig verzadigd blok.

NB. Schade door GBM vloeiers komt voor in de normale teelt bij ophopen van m.n. Aaterra bij herhaald toedienen. Dat komt omdat het water verdampt en het middel keer op keer achterblijft (ophoopt). Aaterra wordt ook door plantenkwekers gebruikt en men is zich bewust van de risico's van ophopen. Door de grotere recirculatievolumes zal dit relatief minder snel optreden maar is niet denkbeeldig. Dit ophopen kan niet optreden bij het uitspoelen van opkweekblokken omdat hier geen sprake is van herhaalde toediening.

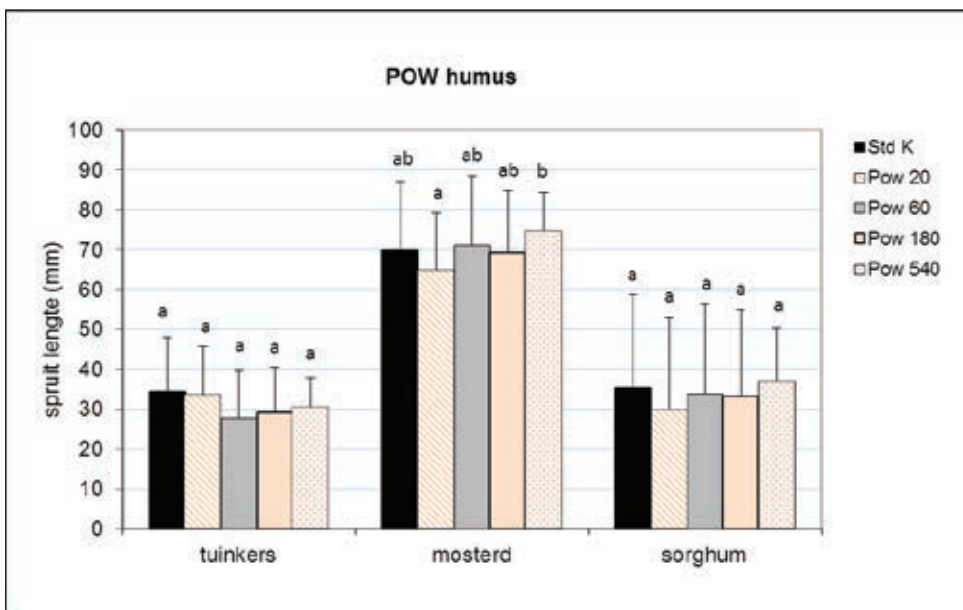
3.2.2 Groeitesten met bio-toets

In de Figuur 4. t/m 8 zijn de resultaten weergegeven van de groeitesten met de kwaliteitsfactoren toegediend in concentratiereeksen. De figuren tonen de gemeten spruitlengte. Figuur met de wortellengte zijn in Bijlage 7 opgenomen. De wortels laten een soortgelijke reactie zien op de toegediende concentratiereeksen van de 5 stoffen. De lijnen in de grafiek bovenop de staven zijn een weergave van de standaarddeviatie. De letters geven aan af de uitkomsten statistisch overeenkomen (gelijke letter) of verschillend zijn.

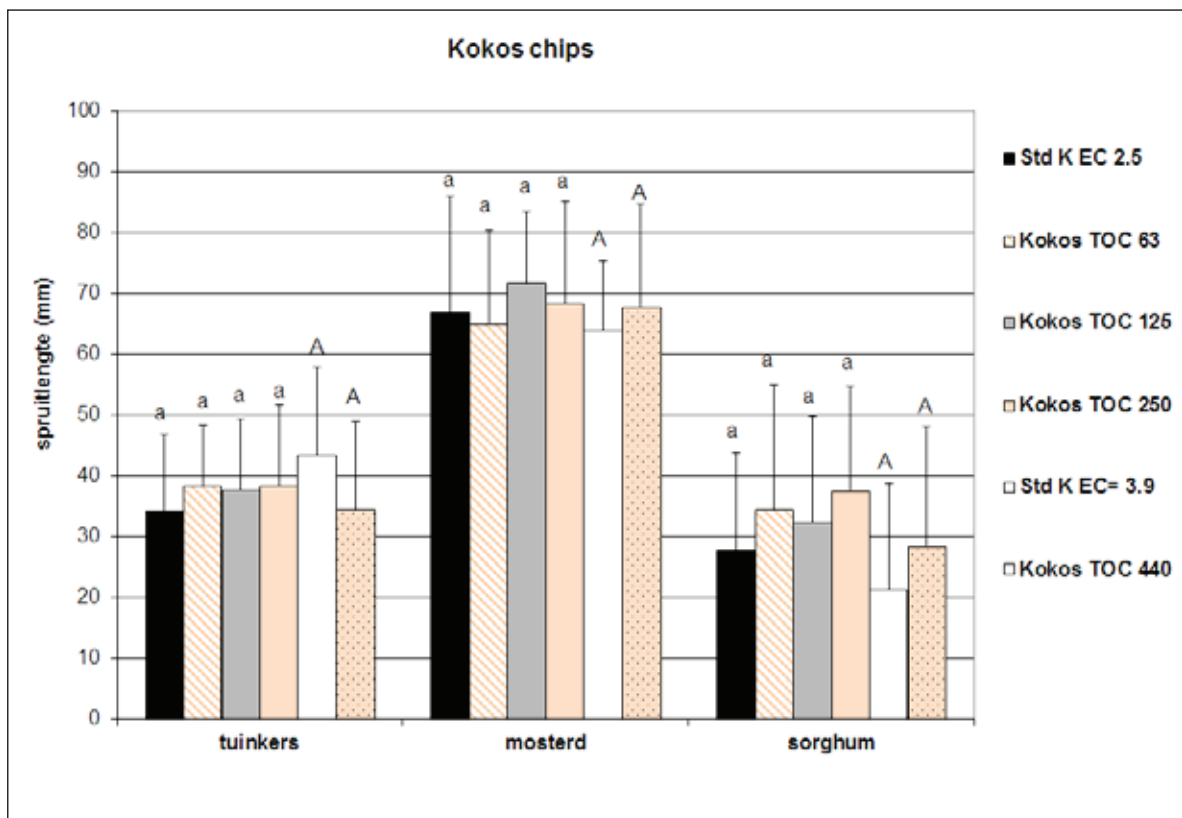
NaOCl laat een omslagpunt zien waarbij de concentratie tot 15 mg/l niet tot groeiremming leidt, maar vanaf 45 mg/l heel duidelijk groeiremmend is. De wortels laten dit effect in extremere mate zien. De geadviseerde dosering van POW humuszuren is 110 mg/l, als schadegrens is 400 mg/l gesteld. In de biotoetsen zijn geen verschillen aangetroffen tussen de behandelingen en de standaardoplossing. Er was geen groeistimulering bij lagere concentraties noch een groeiremming van de humuszuren bij de hoogste concentratie.



Figuur 4. Gemeten spruitlengte in biotoets met 4 concentraties NaOCl.

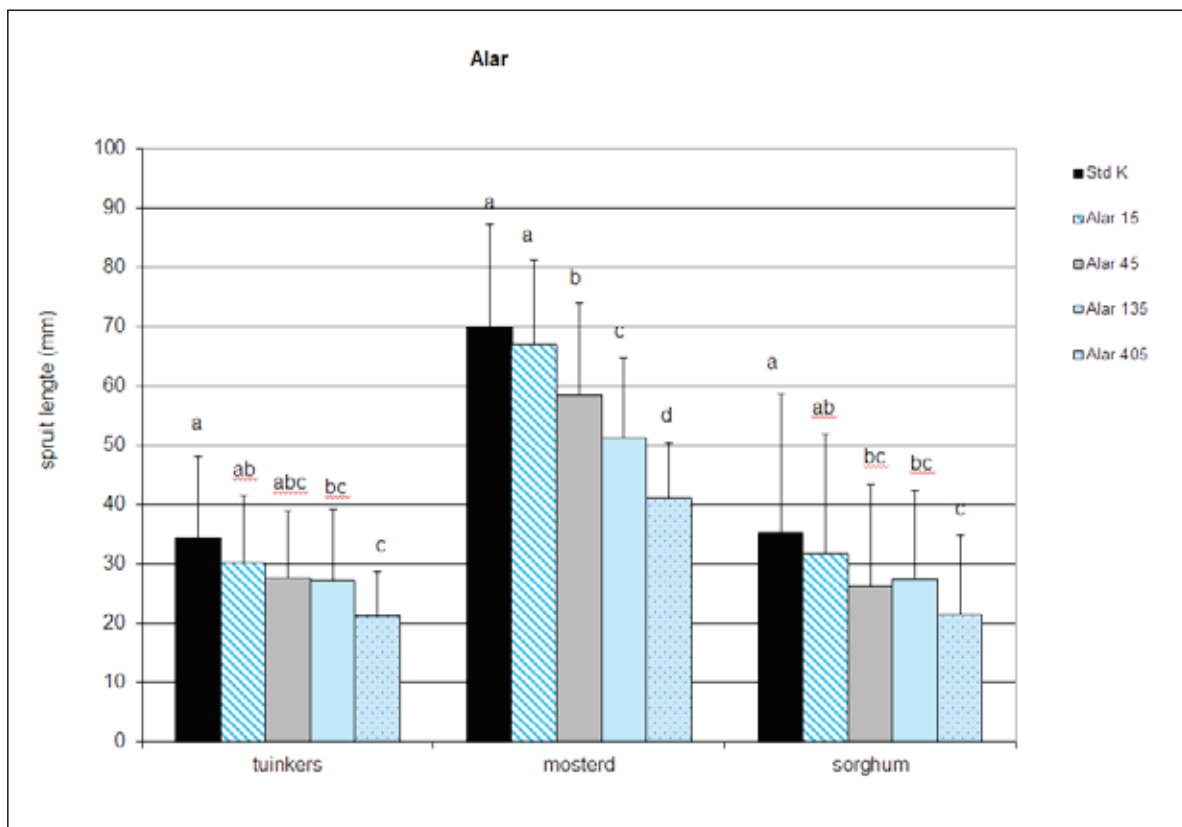


Figuur 5. Gemeten spruitlengte in biotoets met vier concentraties POW-humus.



Figuur 6. Gemeten spruitlengte in bio-toets met 4 concentraties kokos chips.

Kokos chips vertonen bij geen enkele concentratie groeiremming. Zoals in de Figuur te zien is gewerkt met twee standaard oplossingen (a en A) van verschillende EC. Aanpassing was nodig, omdat de hoogste TOC-waarde anders een te hoog zoutgehalte had t.o.v. de referentieoplossing.

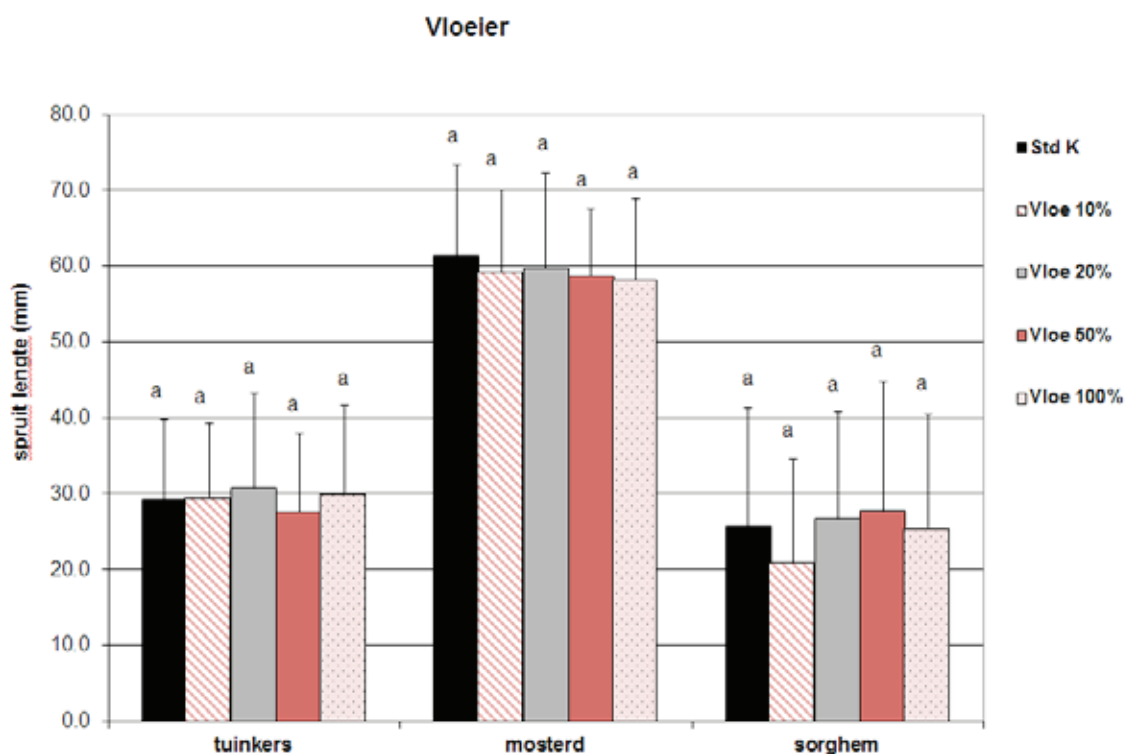


Figuur 7. Gemeten spruitlengte in bio-toets met vier concentraties Alar.

De remstof Alar laat bij toenemende concentraties een steeds grotere groeiremming zien in spruitlengte bij alle drie de toetsgewassen. De wortellengte vertoont een overeenkomstig beeld. De laagste concentratie van 15 mg/l laat geen significant verschil zien met de standaard oplossing in spruitlengte en wortellengte. In de Fytotoxkit wordt als maat voor het optreden van groeiremming significantie bij 5 èn -20% t.o.v. de standaard voedingsoplossing gebruikt. Groeiremming is gearceerd in de Tabel 3. Bij de lage concentratie Alar van 15 mg/l treedt dus nog geen groeiremming op.

Tabel 3. Relatieve spruit- en wortellengte t.o.v. de referentieoplossing.

Spruit	Alar 15 mg/l	Alar 45 mg/l	Alar 135 mg/l	Alar 405 mg/l
tuinkers	-12%	-20%	-21%	-38%
mosterd	-4%	-16%	-27%	-41%
sorghum	-10%	-26%	-22%	-39%
Wortel	Alar 15	Alar 45	Alar 135	Alar 405
tuinkers	5%	-12%	-24%	-41%
mosterd	5%	-1%	-14%	-23%
sorghum	4%	-14%	-33%	-55%



Figuur 8. Gemeten spruitlengte in biotoets met vier concentraties vloeiër.

De vloeiër toont bij geen enkele concentratie groeiremming.

Samenvatting

Op basis van de Fytotoxtest kunnen de volgende conclusies worden getrokken:

- NatriumHypoChloriet: groeiremming vanaf 45 mg/l
- TOC (POW humus): geen groeiremming
- Kokos TOC: geen groeiremming
- Alar (Daminozide): remt de groei vanaf 45 mg/l
- Vloeier : geen groeiremming bij 100%

3.3 Afbraak stoffen met geavanceerde oxidatie

In het tweede onderdeel van de studie in dit werkpakket is getest in welke mate geavanceerde oxidatie potentieel groeiremmende stoffen kan afbreken. Als oxidator is gekozen voor waterstofperoxide (H_2O_2) en natrium hypochloriet (NaOCl). Op basis van de uitkomsten van de groeitesten en in overleg met de BCO zijn de volgende stoffen en concentraties voor onderzoek vastgesteld.

In een eerste serie behandelingen zijn de volgende stoffen onderzocht:

- A. Natriumhypochloriet: Cl- 100 mg/l (ppm)
- B. POW humus: 100 mg/l POW humus oplossen
- C. Cocos: TOC 45 mg/l als streefwaarde
- D. Alar, daminozide: 100 mg/l werkzame stof
- E. Vloeier Grodan: 100%

Remstoffen worden in plantenkwekerijen in siergewassen toegepast, maar zijn zeer schadelijk tijdens de opkweek van groenteplanten. Daarnaast zijn de stoffen niet toegelaten voor groente en zijn sporen van deze producten voor de biologische groenten zelfs reden voor afkeur. In de tijd gezien worden groenteplanten na siergewassen geproduceerd. Er bestaat zo het risico van ongewenste remming in groenteplanten doordat er resten van remmiddelen in het hergebruikte drainwater of op de betonvloeren achterblijven. Remstoffen blijken persistent te zijn en zijn al bij zeer lage concentraties schadelijk. Met de beschikbare AOX-proefopstelling (Bijlage 4) is besloten om aanvullend een aantal remstoffen te onderzoeken bij Groen Agro Control. In een tweede serie behandelingen zijn de volgende stoffen onderzocht:

- F. Tilt: propiconazol 50 mg/l
- G. Bonzi: paclobutrazol 5 mg/l
- H. CeCeCe: chloormequat 50 mg/l
- I. Alar: daminozide 50mg/l

Voor het vaststellen van de meetreeksen van de AOX-experimenten is het van belang dat de concentratie oxidator zó wordt gekozen dat de hoeveelheid in mmol voldoende is voor de hoeveelheid te oxideren C-atomen in mmol. De gedachte hierachter is dat volledige oxidatie onmogelijk bereikt kan worden als er geen lichte overmaat oxidator is. Hierbij is aangenomen dat het gehalte C in de organische verbindingen 50% is. 50 mg organische stof zou dus 25 mg C zijn, ongeveer 2 mmol (molgewicht C is 12 g/mol). Voor de oxidatie van 2 mmol C tot CO_2 is ongeveer 4 mmol oxidator nodig. In Tabel 4. is een overzicht gegeven van de AOX-behandelingen die zijn toegepast. De hoogste toegediende concentratie peroxide van 60 mg/l is ongeveer 2 mmol peroxide. 40 mg natriumhypochloriet is ongeveer 0.5 mmol. Dit betekent dat waarschijnlijk niet de maximale afbraak is gerealiseerd in de testen.

Tabel 4. Uitgevoerde behandelingen met AOX.

Behandeling AOX	H ₂ O ₂ (ppm)	NaOCl (ppm)	UVc (mJ/cm ²)
Peroxide 60 - UV 240	60		240
Peroxide 30 - UV 240	30		240
Peroxide 15 - UV 240	15		240
Hypochloriet 40 - UV 240		40	240
Hypochloriet 20 - UV 240		20	240
Hypochloriet 10 - UV 240		10	240
Hypochloriet 10 - UV 120		10	120

3.4 Materiaal en methoden AOX

3.4.1 De middelen

Vloeiër Grodan

Grodan leverde voor dit project onder geheimhouding de zuivere grondstof van de vloeiër aan Groen Agro Control. Daarmee is de meetmethode voor het meten van concentraties middels de methode van chromatografie ontwikkeld. Op basis van de volgende gegevens is bepaald wat de maximale concentratie aan vloeiër in water kan zijn, dat uit de steenwol vrij komt: a) De toegevoegde hoeveelheid vloeiër per liter steenwolvolume. b) Eerdere bepalingen door Grodan, van concentraties in het eindproduct steenwol. c) Bepalingen door Groen Agro Control, van concentraties in het eindproduct steenwol.

De concentratie van 100% zoals toegepast in de AOX behandelingen, is twee keer zo hoog dan dat er maximaal voor kan komen in het lekwater uit steenwol. Na de AOX behandelingen zijn de concentraties aan vloeiër bepaald met de zogenaamde LC-MS techniek.

Kokos Chips

Bij kokos materiaal dat geleverd wordt als substraat voor planten, wordt een voorbewerking toegepast waardoor het gehalte TOC minimaal wordt. Voor het doel van deze proef is bewust gekozen voor materiaal met een hoog TOC gehalte. Door Bas van Buuren is onbehandeld grof kokosmateriaal aangeleverd waarin een hoog TOC gehalte verwacht werd. Helaas bleek de eerste levering TOC vrij te zijn. Er is vervolgens nieuw materiaal geleverd zodat op kokos alle voorbehandelingen dubbel uitgevoerd zijn. Vooraf is een 1:1,5 vol:vol extractie op de kokos toegepast. Dat houdt in dat er 1,5 liter demiwater over 1 liter kokos wordt gegoten. Het extract is vervolgens gebruikt in de AOX behandelingen. Het bepalen van de TOC waarde in water is gedaan volgens een eigen methode (titrimetrie) van Laboratorium Zeeuws Vlaanderen.

POW HUMUS

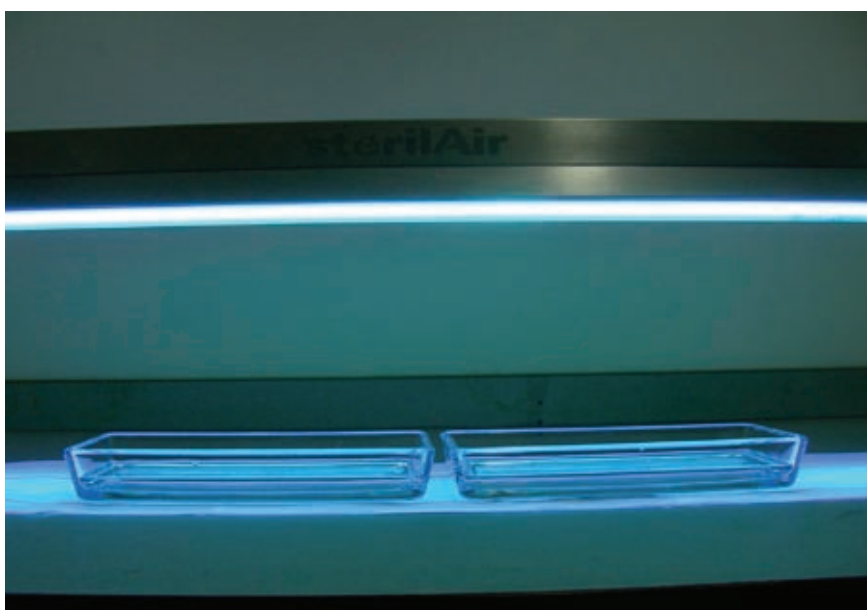
Pow humus van Humin Tech is gebruikt, een poeder met 43% TOC, wat in water opgelost wordt.

Oxiderende middelen

Er is gebruik gemaakt van geleverde natriumhypochloriet (12,5%) en waterstofperoxide (35%). De werkelijke concentraties zijn via metingen in demiwater gecontroleerd, om de juiste toe te passen waarden te realiseren in de behandelingen. Natriumhypochloriet geeft in oplossing actief chloor als actieve oxiderende stof. Maximaal 1 minuut voor de toepassing van UVc, is de oxiderende stof toegevoegd. Organische stoffen die in de behandelingen gebruikt zijn, zorgen ervoor dat de oxiderende middelen deels al afgebroken worden kort vóór UVc.

3.4.2 UVc opstelling

Er is een UV-opstelling gemaakt om de juiste dosis per behandeling te realiseren (Bijlage 4). Er is gebruik gemaakt van een UVc unit met een armatuur, een zogenaamde reflector unit DR 2036-2K met een teflon coating UVc buis conform HACCP richtlijn. Deze professionele opstelling wordt in de praktijk toegepast voor ontsmetting. Het hart van de UVc lamp tot de bodem van de schaal is 20 cm. Met een geijkte sensor is vastgesteld wat de belichtingsduur is voor de toegepaste UV-dosis op 20 cm afstand van de hart van de lamp. De behandeling met UVc werd gerealiseerd door steeds 200 ml oplossing in een vloeistoflaag van 1 cm in glazen schalen van 20x10 cm te doen. Deze belichtingsduur is met 5% gecorrigeerd voor de transmissie door gemiddeld een halve cm demiwater. De transmissie door 1 cm waterlaag is 90% en aan de oppervlakte van de waterlaag is de transmissie 100%. Voor de dosis van 120 en 240 mJ/cm² werd respectievelijk 25 en 50 seconde belichtingsduur toegepast. De UVc behandeling op één liter oplossing werd in vijf keer 200 ml uitgevoerd. Op onderstaande Foto is de UVc-opstelling te zien (Figuur 9.).



Figuur 9. Meetopstelling met UV lampen.

Remstoffen

De remstoffen Tilt, Bonzi, CeCeCe en Alar zijn vanuit de praktijkverpakking toegepast, omdat die optimaal oplosbaar zijn. De stoffen zijn 12 uur voor gebruik toegepast zodat ze goed opgelost zijn. Vanuit het gehalte aan werkzame stof van de remstoffen zijn de gekozen concentraties aangemaakt. De gebruikte concentraties zijn in overleg met de BCO gekozen. Voor Bonzi is gekozen om slechts 5 mg/l paclobutrazol toe te passen, omdat 50 mg/l meer dan 20 keer de toegepaste praktijk concentratie is. De concentratie aan remstoffen in oplossing is bepaald via GC en/of LC-MS techniek.

Transmissie

Omdat stoffen in water de transmissie van UVc licht door water kunnen beïnvloeden is zo veel mogelijk vóór en na de behandeling de transmissie bepaald. Transmissie door de oplossing wordt bepaald in % middels een spectrofotometrische bepaling. In een cuvet met 3,5 ml oplossing wordt de oplossing met licht van een golflengte van 254 nm doorstraald.

3.5 Resultaten van de uitgevoerde AOX testen

3.5.1 Eerste serie behandelingen

Met de vijf gekozen stoffen in demiwater zijn steeds vijf AOX behandelingen toegepast. Demiwater heeft een transmissie van 100%. In Tabel 5. staan de resultaten van de transmissie na toevoeging van de oxiderende stoffen aan de behandelingen.

Tabel 5. Transmissie van de oplossingen voor en na toevoeging van de oxidatoren.

Transmissie na oxidator vóór UV (%)						
Middel -> Oxidator	Eenheid	NaOCl 100mg/l	POW humus 100mg/l	CocosTOC 45mg/l	Alar 100mg/l	Vloeier 100% *
Peroxide 30	%	88,0	0,3	9,5	100	95,6
Peroxide 15	%	82,0	0,3	9,5	100	97,0
Actief chloor 20	%	78,1	0,5	5,3	100	93,7
Actief chloor 10	%	79,3	0,4	6,6	100	95,8
Actief chloor 10	%	(100)*	0,4	5,7	100	95,7

** De waarde tussen haken is de transmissie bij 10 mg/l NaOCl*

Het toevoegen van een hoge concentratie aan natriumhypochloriet (NaOCl) in demiwater blijkt een verlaagde transmissie (<90%) te geven. De oplossing krijgt een lichtgele kleur die de transmissie blijkbaar verhindert. Toevoeging van peroxide aan NaOCl100 verbetert de transmissie. Bij POW humus is de transmissie zéér laag (<1%), bij CocosTOC laag (<10%). Alar beïnvloedt de transmissie niet (=100%). De vloeier beïnvloedt de transmissie iets. Verschillen binnen 5% kunnen vanwege de meetfout als gelijk worden beschouwd.

Nadat de oxidator is toegevoegd zijn de concentraties van alle behandelingen bepaald, om te beoordelen in welke mate de oxidator de stoffen afbreekt voordat de UVc behandeling werd ingezet. In Tabel 6. de resultaten van de concentraties na toevoeging van de oxidator.

Tabel 6. Overzicht van concentraties na toevoeging van de oxidatoren.

Concentratie na oxidator vóór UV						
Middel -> Oxidator	Eenheid	NaOCl 100mg/l	POW humus 100mg/l	CocosTOC 45mg/l	Alar 100mg/l	Vloeier 100%
Zonder oxidator	mg/l (%)	100	12	23	43,4	100(%)
Peroxide 30	%	100%	258%	100%	94%	100%
Peroxide 15	%	100%	68%	96%	101%	100%
Actief chloor 20	%	120%	342%	96%	84%	100%
Actief chloor 10	%	110%	108%	96%	94%	100%
Actief chloor 10	% (mg/l)	(20)*	242%	104%	86%	100%

De concentraties zijn uitgedrukt als % van de concentratie zonder oxidator

** De waarde tussen haken is de concentratie bij 10 mg/l NaOCl + 10 mg/l actief chloor*

In geel aangegeven waarden zijn ondanks herhaalde bepaling ongeloofwaardig

Chloor wordt vanzelfsprekend niet afgebroken door Chloor, maar ook niet door peroxide.

Kokos TOC wordt niet door oxidatoren afgebroken bij deze concentraties. POW Humus geeft ongeloofwaardige TOC waarden na toevoeging van oxiderende middelen. De analyses zijn twee keer gedaan, maar de waarden bleven gelijk. De behandeling met POW Humus is niet in zijn geheel herhaald, omdat TOC in relatief hoge concentraties niet groeiremmend bleken te zijn in de fytotoxtest van WUR. Én TOC in kokos blijkt niet afgebroken te worden, en dus is de verwachting dat TOC in POW Humus ook niet afgebroken wordt.

Alar (daminizide) wordt niet door oxidatoren afgebroken bij deze concentraties. Vloeier van Grodan wordt niet afgebroken bij deze concentraties aan oxidatoren.

Na de AOX behandeling zijn de concentraties van alle behandelingen bepaald, om te beoordelen in welke mate de AOX-behandelingen de stoffen afbreekt. In Tabel 7. de resultaten van de concentraties na AOX.

Tabel 7: Overzicht van concentraties na AOX-behandelingen.

Concentratie na oxidator na UV						
Middel -> Oxidator	Eenheid	NaOCl 100mg/l	POW humus 100mg/l	CocosTOC 45mg/l	Alar 100mg/l	Vloeier 100%
Zonder oxidator	mg/l (%)	100	12	23	43,4	100%
Per30 UV240	%	100%	817%	96%	97%	55%
Per15 UV240	%	100%	308%	113%	89%	73%
Cl20 UV240	%	100%	167%	91%	88%	99%
Cl10 UV240	%	110%	1775%	100%	89%	100%
Cl10 UV120	% (mg/l)	(20)*	392%	104%	87%	100%
<i>De concentraties zijn uitgedrukt als % van de concentratie zonder oxidator</i>						
<i>* De waarde tussen haken is de concentratie bij 10 mg/l NaOCl + 10 mg/l actief chloor</i>						
<i>In geel aangegeven waarden zijn ondanks herhaalde bepaling ongelooftwaardig</i>						

De hoge concentratie NaOCl wordt bij 240mJ niet afgebroken. Uit een aanvullende test bleek dat pas bij een zeer hoge UVc-dosis (>5.000mJ) wat NaOCl werd afgebroken.

Cocos TOC wordt niet na AOX afgebroken. Dit is waarschijnlijk veroorzaakt doordat de transmissie minimaal is. POW Humus geeft ongelooftwaardige TOC waarden na AOX. De verwachting is dat de afbraak net als bij kokos minimaal is na AOX.

Alar (daminozide) lijkt minimaal tot niets (meetfout) afgebroken te worden na AOX. In de tweede serie behandelingen wordt Alar nader onderzocht. Vloeier van Grodan werd tot 45% afgebroken bij AOX met 30ppm peroxide. De vloeier wordt bij AOX in combinatie met actief chloor niet afgebroken.

3.5.2 Tweede serie behandelingen

Met vier gekozen remstoffen in leidingwater zijn vier AOX behandelingen toegepast. Leidingwater (in Delfgauw) heeft een transmissie van 88%. In Tabel 8. staan de resultaten van de transmissie na toevoeging van de oxiderende stoffen aan de behandelingen.

Tabel 8: Transmissie van de oplossingen

Transmissie na oxidator vóór UV (%)				
Middel -> werkz.stof-> Oxidator	Tilt 50mg/l propiconazol	Bonzi 5mg/l paclobutrazol	CeCeCe 50mg/l chloormequat	Alar 50mg/l daminozide
Zonder oxidator	74	64	86	85
Peroxide 30	70	63	87	81
Peroxide 60	70	62	87	81
Actief chloor 20	72	64	87	85
Actief chloor 40	70	60	85	85
Na UV240, excl.oxidator	74	64	86	83

Wetende dat leidingwater een transmissie van 88% heeft, blijkt bij toevoeging van Tilt en Bonzi dat de transmissie lager wordt. Bonzi geeft de oplossing bij de concentratie van 5mg/l een melkwitte kleur waardoor de transmissie laag is. Uit de eerste serie metingen bleek dat een hoge concentratie NaOCl (>100ppm) de oplossing iets geel kleurt, wat de transmissie verhindert. Dat is hier bij de lage concentraties nauwelijks merkbaar.

In deze serie behandelingen zijn de concentraties aan remstoffen niet bepaald na toevoeging van de oxidator. Dat zou een verdubbeling aan metingen en kosten betekenen, wat niet paste binnen dit onderzoek. Wel zijn de concentraties bepaald na uitsluitend 240mJ/cm² aan UVc. Daarmee is te zien of de toevoeging van oxidatoren een toegevoegde bijdrage leveren

aan de afbraak van remstoffen in de UVc behandeling. En dus of AOX een meerwaarde heeft ten opzichte van een normale UVc behandeling. In Tabel 9. staan de resultaten van de concentraties na AOX.

Tabel 9: Overzicht van concentraties na AOX-behandelingen.

Concentraties na de behandelingen					
Middel -> werkz.stof->	Een- heid	Tilt 50mg/l	Bonzi 5mg/l	CeCeCe 50mg/l	Alar 50mg/l
Oxidator		propiconazol	paclobutrazol	chloormequat	daminozide
Zonder oxidator (=100%)	mg/l	53	5	51	53
Per30 UV240	%	87%	89%	96%	89%
Per60 UV240	%	87%	87%	94%	87%
Cl20 UV240	%	87%	99%	96%	91%
Cl40 UV240	%	87%	100%	96%	91%
Na UV240, excl.oxidator	%	87%	98%	96%	89%
<i>De concentraties zijn uitgedrukt als % van de controle (= aangemaakte concentratie)</i>					

Over het algemeen is de afbraak van remstoffen door AOX minimaal te noemen. Alleen van Bonzi breekt iets meer af bij toevoeging van peroxide voor de UVc behandeling. Toevoeging van actief chloor breekt Bonzi niet extra af tijdens de UVc behandeling. Verschillen binnen 5% kunnen vanwege de meetfout als gelijk worden beschouwd.

4 Discussie en conclusies

De drie taken voor WP 2 zijn: a) Bepalen grenswaarden voor divers (potentiële) groeiremmende factoren, zoals gewasbeschermingsmiddelen, ontsmettingsmiddelen, uitvloeiers. b) toetsen van effectiviteit geavanceerde oxidatie en bepalen optimale doseringen op groeiremmende factoren. c) ontwikkelen van meetmethoden voor kritische grenswaarden in water.

4.1 Kritische grenswaarden

NatriumHypoChloriet: groeiremming ontstaat tussen 15 en 45 mg/l, mogelijk dichterbij de 45 mg/l. Een praktische grenswaarde is 30 mg/l. Hypochloriet of een ander oxiderend ontsmettingsmiddel is de enige manier om de vaak onder beton ingebouwde irrigatie aan- en afvoer te ontsmetten. Omdat in de onbereikbare ruimten organische stof ophoopt en bacterieslijmlagen aangroeien is een goede oxiderende ontsmetting onmisbaar. Omdat toxische effecten boven de 30 mg/l zeker zijn, is het erg belangrijk dat na ontsmetten zorgvuldig en stelselmatig wordt nagespoeld. Een controle met teststrookjes is mogelijk en ook aan te bevelen.

Het is niet mogelijk de oxidatoren af te breken met UV maar het is wel mogelijk de overmaat te laten uit reageren met een “stopper” of “neutraliser”. Mogelijk kan een stof als natriumthiosulfaat hiervoor gebruikt worden, uiteraard is voor de tuinbouw kaliumthiosulfaat veiliger.

POW humus: er ontstaat geen groeiremming tot 540 mg/l. Voor bassinwater is 20 mg/l een normale waarde en 140 mg/l zeer hoog (bij incidenten als oproeren van de sliblaag in bassins door storm). POW humus is gekozen als voorbeeld voor een algemene verontreiniging met organische stof die in de tuinbouw kan bestaan uit resten van potgrond, kokos, algen, in het bassin ingewaaide of gespoelde organische stof (bladeren), bacteriën, schimmels en plantexudaten. In deze testen bleek tot hoge waarden geen groeiremming door deze stoffen op zich. Toch is het raadzaam voorzichtig te zijn met de organische verontreinigingen omdat deze een voedingsbodem kunnen zijn voor bacteriën en schimmels. Daarbij geldt dat de groeisnelheid van micro-organismen hoger is bij kleinere vaak minder donker gekleurde verbindingen als wortelxudaten, algenresten en dierlijke mest. Natuurlijk neemt de verwerkingssnelheid van de UV ontsmetter ook sterk af door de intense donkere kleur van de humus. Als voor organische toevoegingen in de teelt wordt gekozen is het raadzaam deze zoveel mogelijk aan het substraat toe te voegen. Bij gebruik van biologische meststoffen verdient het aanbeveling zoveel mogelijk vooraf gefermenteerde meststoffen te gebruiken. Door het fermenteren is de organische stof grotendeels uit het product verdwenen en zal de invloed op bacteriegroei en UV-doorlooptijd veel minder zijn. Tenslotte kan een flocculatie behandeling vóór het doorvoeren door de ontsmetter de transmissie van de oplossing verbeteren.

Kokos TOC: geen groeiremming tot 440 mg/l. Dit is van direct praktisch belang omdat spui van kokos houdend water na de eerste keer natmaken van nieuwe potten met kokosmateriaal wel voorkomt. Het spuien blijkt voor behoud van de groei dus absoluut niet nodig. In de praktijk zullen de TOC waarden die hier bereikt zijn niet voorkomen aangezien met uitspoelen geen waarden hoger dan 100 mg/l werden bereikt en voor waarden boven de 100 mg/l het extract eerst door verdamping ingedikt moest worden. Daarnaast is voor het uitspoelen onbewerkt kokossubstraat (chips en gruis) getest terwijl in de praktijk door de gerenommeerde leveranciers uitsluitend vooraf gespoeld materiaal wordt geleverd. Bij Bas van Buuren BV kan zelfs op specificatie extra gespoeld/stabiel materiaal besteld worden. Dit kan van belang zijn voor bedrijven waar de kleurzweem van de relatief lage TOC de capaciteit van de UV ontsmetter verlaagt. Door de kleuring kan de verwerkingssnelheid van de UV ontsmetter automatisch dalen. In sommige gevallen tot onder de capaciteit nodig om het retourwater te ontsmetten. Een intensiever gespoelde kokos kan in dat geval een goede oplossing zijn.

Alar Daminozide: remt de groei aantoonbaar vanaf 45 mg/l, maar in praktijk remt Alar vanaf elke hoeveelheid, zij het niet altijd waarneembaar. Het is daarom zaak alle sporen van Alar en zeer waarschijnlijk ook van de andere groeiremmers, te vermijden. Een behandeling van het eerste retourwater van een met groeiremmer behandelde ruimte zou veel problemen kunnen oplossen. Voor het overdragen via de vloer kan gedacht worden aan een oppervlakte ontsmetting met een oxidator en nabehandelen met een “neutraliser” als kaliumthiosulfaat.

Vloeier: geen groeiremming bij 100%. Deze vloeier geeft geen groeiremming in de geteste concentraties. Omdat in de toepassing via de natmaaklijn geen ophoping kan optreden als meer dan 1 keer het potvolume wordt gespoeld, is spui na de natmaaklijn niet nodig.

4.2 Effectiviteit van AOX behandeling

Uit het uitgevoerde onderzoek door GAC kunnen de volgende conclusies worden getrokken:

- AOX lijkt geen oplossing te bieden voor afbraak van NaOCl en TOC bij de in de praktijk toegepaste UVc-dosis (maximaal 250 mJ/cm²).
- Vloeier in demiwater wordt bij een hoge dosis peroxide (30 ppm) en 240mJ/cm² UVc tot 45% afgebroken.
- De toevoeging van een oxidator lijkt marginaal tot niets toe te voegen bij de afbraak van remstoffen in water. Uit de testen blijkt geen extra effect van AOX ten opzichte van alleen een UVc behandeling.

In alle gevallen geldt dat de gebruikte concentraties oxidator te laag zijn om de hoeveelheid koolstof in de verbindingen in zijn geheel te oxideren.

4.3 Meetmethoden voor kritische grenswaarden

Er zijn 4 in dit onderzoek ontwikkelde methoden vastgelegd:

- I. Methode biotoets (Bijlage 1)
- II. Methode extraheren van kokossubstraat (Bijlage 2)
- III. Methode indikken kokosextract (Bijlage 3)
- IV. Methode UVc-AOX meting (Bijlage 4).

4.4 Conclusies

1. Er is een methode opgeleverd voor het doormeten van bedrijven. Sterk punt is het koppelen van een plattegrond aan een spreadsheet, waarbij de spreadsheet duidelijk maakt of bepaalde balansen van samenstromende en uitstromende volumes wel kloppend zijn.
2. Van de vijf potentieel groeiremmende factoren is aangetoond dat
 - a. **De vloeier** zonder meer hergebruikt kan worden in geteste concentraties.
 - b. **De organische stoffen** (zowel POW-humus als kokosextract) geen groeiproblemen opleveren maar bij hoge concentraties de doorlooptijd door de UV ontsmetter opdrijven. Hier zijn organisatorische oplossingen voor aangedragen (o.a. aangepaste inkoop en anders toedienen).
 - c. **De ontsmettingsmiddelen** als natrium hypochloriet zijn in zichzelf boven een drempelwaarde gevaarlijk voor de teelt. Dit is bekend en kan met bestaande verwerkingsprotocollen worden beheerst. Als eenmalig een grote hoeveelheid water met oxiderende ontsmetter wordt gebruikt, kan het middel door uitreageren met een stopmiddel onschadelijk worden gemaakt.
 - d. **De groeiremmiddelen** als Alar blijken bij lage doseringen schadelijk.
3. De geavanceerde oxidatie AOX is met name voor de groeiremmiddelen belangrijk. Juist deze middelen waren niet afbreekbaar met AOX met een voor gewasbeschermingsmiddelen gebruikt protocol. Omdat nog niet is gewerkt met een concentratie oxidator die hoger is dan de concentratie groeiremmiddel lijkt er nog ruimte voor een verbeterde destructie. De hogere gehalten zijn ruwweg 120 en 320 ppm voor respectievelijk peroxide en hypochloriet voor de destructie van 50 mg koolstofhoudende verbinding.
4. Er zijn 4 in dit onderzoek ontwikkelde methoden vastgelegd voor het meten van groeiremming, het extraheren van kokos, het indukken van geëxtraheerde kokosoplossing en het toepassen van AOX op labschaal.

5 Literatuur

Blok, C., G. Wever, *et al.* (2008).

“A Practical and Low Cost Microbiotest to Assess the Phytotoxic Potential of Growing Media and Soil.” *Acta Horticulturae* 779: 367-374.

Blok, C., M. Aguilera, *et al.* (2009).

“Validation of a New Phytotoxicity Test (Phytotoxkit) against an Established Four-Week Growing Test with Pre-grown Plant Plugs “ *Acta Horticulturae* 819: 209-214.

Os, E. A., van, B. Van Der Maas, *et al.* (2011).

“Advanced Oxidation to Eliminate Growth Inhibition and to Degrade Plant Protection Products in a Recirculating Nutrient Solution in Rose Cultivation.” *Acta Horticulturae* 927: 941-948.

Platform Duurzame Glastuinbouw (2011).

Uitvoeringsagenda Duurzaam Water in en om de Kas 2010 - 2013.

Februari 2011.

Van der Maas, B. Blok, C., en Beerling, E. (2012).

Goed Gietwater. Werkpakket 1. Analyse bestaande eisen en kentallen. Wageningen UR Glastuinbouw GTB

Vermeulen, T., van der Linden, A.M.A., van Os E.A. (2010).

Emissions of plant protection products from glasshouses to surface water in The Netherland. Wageningen UR, rapport GTB-1002.

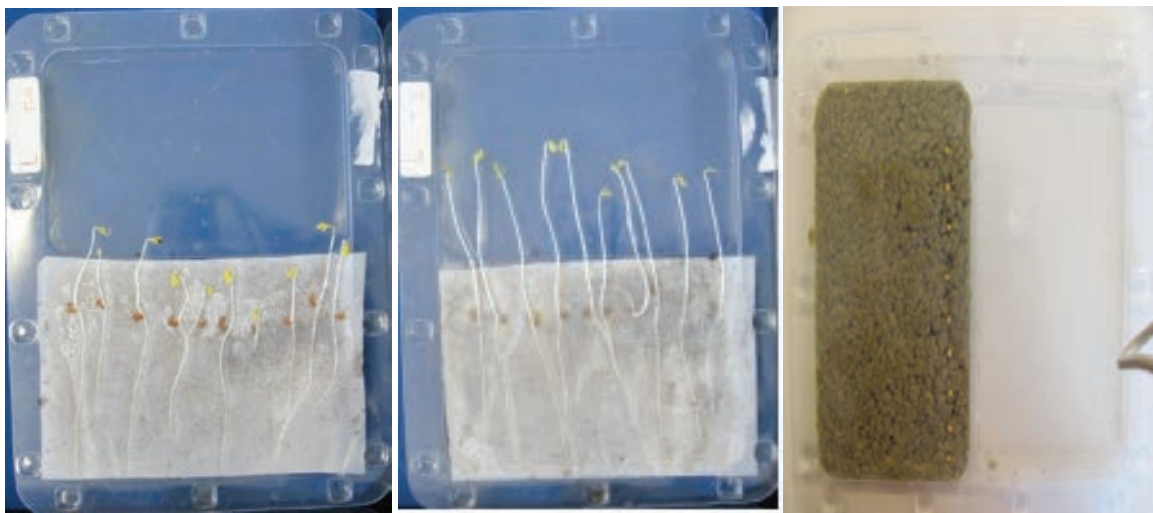
Bijlage I Methode biotoets

In het onderzoek is gebruik gemaakt van de Fytotoxkit kiemtoets om groeiremming vast te stellen in meetreeksen van potentieel groeiremmende factoren.

De fytotoxkit methode is ontwikkeld voor het testen van groeiremming in substraten (Blok *et al.* 2008). De fytotoxkit is uit 7 uit de ecologie en teelt bekende toetsen geselecteerd voor het toetsen van tuinbouwwater (Blok *et al.* 2009). De methode is eerder gebruikt voor het testen van water behandeld met AOX (van Os *et al.* 2011). In deze toets worden zaden gekiemd op filterpapier in een plastic cassette (Figuur 2). Het filterpapier 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 volledige 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 / 120 zaden per oplossing).

De testcontainers worden rechtop geïncubeerd om rechtgoeiende 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).



Figuur 1-3. Fytotoxkit met en zonder filterpapier.

Begin 2010 is een kort onderzoek uitgevoerd om de fytotoxtoets verder te optimaliseren. Gekeken is naar het effect van vochthoeveelheid op de kieming, de afkomst en grootte van de zaden en het effect van de vuldruk van de setjes op de zaadkieming. De methode voor statistische analyse is gewijzigd. Hiermee kan beter worden ingespeeld op het niet kiemen van een aantal zaden.

Fytotoxkit kiemtest (standaard)

Voor deze toets is gecontroleerd of het gebruikte filterpapier reageert met de gebruikte oxidator (NaOCl). Dit blijkt inderdaad het geval te zijn. De toets is daarom uitgevoerd zonder filterpapier (waardoor de zaden wat ongelijker uitgroeien en de verwerking wat meer tijd kost).

Blok, C., G. Wever, *et al.* (2008). "A Practical and Low Cost Microbiotest to Assess the Phytotoxic Potential of Growing Media and Soil." *Acta Horticulturae* 779: 367-374.

Blok, C., M. Aguilera, *et al.* (2009). "Validation of a New Phytotoxicity Test (Phytotoxkit) against an Established Four-Week Growing Test with Pre-grown Plant Plugs " *Acta Horticulturae* 819: 209-214.

Os, E. A., van, B. Van Der Maas, *et al.* (2011). "Advanced Oxidation to Eliminate Growth Inhibition and to Degrade Plant Protection Products in a Recirculating Nutrient Solution in Rose Cultivation." *Acta Horticulturae* 927: 941-948.

Bijlage II Methode extraheren van kokossubstraat

Maatbeker vullen met 1 liter demiwater

- Breng het substraat op knijpvocht
- Vul de maatbeker aan met tot 2.5 L met kokos substraat op knijpvocht (pF ~1.5)
- Laat het verkregen 1:1.5 extract 24 uur staan
- Giet de oplossing af, filtreer door agrotex doek
- De oplossing wordt in een speciaal flesje naar het laboratorium verstuurd voor TOC (total organic carbon) analyse. De monsterflesjes zijn van donker glas en bevatten zwavelzuur ter fixatie van het materiaal.



Figuur 1. Extract van kokoschips (rechts) en van kokosgruis (links).

Resultaat:

- PEAT / kokos gruis: 16 mg/L
- "BARK" / kokos chips: 80 mg/L

Bijlage III Methode indikken van kokossubstraat

Geprobeerd is om een hogere TOC waarde te bereiken door de pers te gebruiken. De volgende methode is hierbij gehanteerd.

- Maatbeker vullen met 1 liter standaard komkommervoeding
- Breng het kokosgruis substraat op knijpvocht
- Vul de maatbeker aan met tot 2.5 L met kokos substraat op knijpvocht
- Laat het verkregen 1:1.5 extract 24 uur staan
- Wring het substraat met behulp van de pers door een fijn kaanlinnen doek
- De oplossing wordt in een speciaal flesje naar het laboratorium verstuurd voor TOC (total organic carbon) analyse. De monsterflesjes zijn van donker glas en bevatten zwavelzuur ter fixatie van het materiaal.

Resultaat met pers:

- TOC 87 mg/L

Aanmaken concentratiereeks van het kokossubstraat voor goed gietwater

(mei/juni 2012)

Voor de fytoxische toetsen is een serie TOC waarden nodig, met als hoogste waarde 1600. Uit de eerste spoeling van de kokos chips (april) werd een TOC waarde van 80 mg/L verkregen. Er is daarom 20x het benodigde volume van deze spoeling gemaakt. Vervolgens is het extract 20x ingedikt in de oven met luchtcirculatie bij een constante temperatuur van ongeveer 50-60 °C.

Voor het indikken zijn er 40 bakken (inhoud 2L) gevuld met 1 liter van het extract. Het extract is overnacht in elk bakje ingedikt tot ~50ml. Het ingedikte extract had pH=8.7 en EC=6.34 waardoor dit niet kon worden ingezet. De concentratiereeks is daarom gestart met een geschatte TOC waarde van 1200 ipv de eerder geplande 1600. Uit de analyse van BLGG blijkt echter dat de chips zonder indikken in werkelijkheid slechts een TOC waarde hadden van 26 en na het indikken 340 mg/L.

Bijlage IV Methode UVc-AOX meting

In het tweede onderdeel van de studie in dit werkpakket is getest in welke mate geavanceerde oxidatie potentieel groeiremmende stoffen kan afbreken. Als oxidator is gekozen voor waterstofperoxide (H_2O_2) en natrium hypochloriet (NaOCl).

Het is belangrijk dat de concentratie oxidator zó gekozen wordt dat de hoeveelheid in mmol hoger is dan de concentratie van de hoeveelheid te oxideren C-atomen in mmol. De gedachte hierachter is dat volledige oxidatie onmogelijk bereikt kan worden als er geen lichte overmaat oxidator is.

Hierbij is als vuistregel aangenomen dat het gehalte C in de organische verbindingen 50% is. 100 mg organische stof zou dus 50 mg C zijn, ongeveer 4 mmol (molgewicht C is 12 g/mol; $50/12=4$ mmol). Voor de oxidatie van 4 mmol C tot CO_2 is ongeveer 8 mmol oxidator nodig (de oxidator moet twee mol gesplitste zuurstof, O, leveren per mol C). Peroxide heeft een molgewicht van 34 gram/mol en natriumhypochloriet heeft een molgewicht van 74 gram/ml. Er is dus voor de volledige oxidatie van 100 gram organische stof méér dan 142 mg/l hydroxide nodig en meer dan 308 mg/l nodig. Deze concentraties zijn gevaarlijk voor de teelt en worden dus niet gebruikt in praktijk opstellingen.

Er is een UV-opstelling gemaakt om de juiste dosis per behandeling te realiseren. Er is gebruik gemaakt van een UVc unit met een armatuur, een zogenaamde reflector unit DR 2036-2K met een teflon coating UVc buis conform HACCP richtlijn. Deze professionele opstelling wordt in de praktijk toegepast voor ontsmetting. Het hart van de UVc lamp tot de bodem van de schaal is 20 cm. Met een geijkte sensor is vastgesteld wat de belichtingsduur is voor de toegepaste UV-dosis op 20 cm afstand van de hart van de lamp. De behandeling met UVc werd gerealiseerd door steeds 200 ml oplossing in een vloeistoflaag van 1 cm in glazen schalen van 20x10 cm te doen. Deze belichtingsduur is met 5% gecorrigeerd voor de transmissie door gemiddeld een halve cm demiwater. De transmissie door 1 cm waterlaag is 90% en aan de oppervlakte van de waterlaag is de transmissie 100%. Voor de dosis van 120 en 240 mJ/cm^2 werd respectievelijk 25 en 50 seconde belichtingsduur toegepast. De UVc behandeling op één liter oplossing werd in vijf keer 200 ml uitgevoerd. Op onderstaande Foto is de UVc-opstelling te zien (Figuur 1.).



Figuur 1. Meetopstelling met UV lampen.

Transmissie

Omdat stoffen in water de transmissie van UVc licht door water kunnen beïnvloeden is zo veel mogelijk vóór en na de behandeling de transmissie bepaald. Transmissie door de oplossing wordt bepaald in % middels een spectrofotometrische bepaling. In een cuvet met 3,5 ml oplossing wordt de oplossing met licht van een golflengte van 254 nm doorstraald.

Bijlage V Selectie groeiremmende factoren

Weergave van de selectie van de kwaliteitsfactoren voor verder onderzoek in werkpakket 2, zoals besproken in de werkgroep Uniform Uitgangsmateriaal van Plantum.

Nitriet. Niet schadelijk in de huidige UV ontsmettingsconfiguratie bij sommige plantenkwekers, daarom nu niet bestuderen in hogere concentraties.

Gewasbeschermingsmiddelen. Er zijn geen GBM'en geselecteerd omdat de destructie daarvan met geavanceerde oxidatie al binnen andere lopende projecten bestudeerd wordt (Project Glastuinbouw Waterproof substraat).

Vloeiërs. Dit zijn uitsluitend steenwol vloeiërs, géén vloeiërs als gebruikt in GBM. Alleen de vloeiërs van Grodan worden meegenomen. Er is vloeiërvrije steenwol op de markt.

NB. Schade door GBM vloeiërs komt voor in de normale teelt bij ophopen van m.n. Aaterra bij herhaald toedienen. Dit middel wordt ook door plantenkwekers gebruikt en men is zich bewust van de risico's van ophopen. Door de grotere recirculatievolumes zal dit relatief minder snel optreden maar is niet denkbeeldig. Het probleem is dat bij Aaterra het water door het gewas verdampt wordt en de toediening herhaald wordt. Zo kan de concentratie oplopen tot ver boven de toedieningsconcentratie. Voor vloeiërs geldt dit niet aangezien het spoelwater maar één keer wordt toegediend aan ongeveer evenveel potten als waaruit gespoeld is.

TOC. Opgenomen in een reeks van ongeveer 0, 20, 60, 180, 540 mg/l (toename factor 3-5). Normaal bassinwater bevat 20 mg/l en max 140 mg/l maar de concentratie bij gebruik van kokos of compost kan hoger zijn. Aanpassen op basis van metingen. Er is gekozen voor POW humus als bron van bekende en stabiele organische stof.

Humuszuren uit kokos. Opgenomen in een reeks van ongeveer 0, 20, 100, 400, 1600 mg/l (toename factor 3-5). Een fabrikant van humuszuren adviseert 100 mg/l bij puur humuszuur, veel mengsels zijn veel minder puur. Overdosereren van één soort humuszuren bleek schadelijk voor de plant vanaf 400 mg/l. Aanpassen op basis van metingen. Kokos is opgenomen omdat de bruine kleur uit de kokos bij de eerste keer spoelen voor sommige plantenkwekers reden is te spuien. De vraag is of de bruin/geel/rode kleur in het water plantschadelijk is.

Remstof. De meeste schade ontstaat door opzetten van nieuwe planten op een vloer waarop eerder remstof is gebruikt. Desalniettemin wil de werkgroep van Plantum ook weten wat de plantreacties zijn bij watergedragen overdracht zoals kan optreden van sier naar groentegewassen. Zowel Alar, Cycocel als soms Bonzi worden gebruikt. Cycocel breekt snel af, **oa** door UV. Daarom wordt Alar (daminozide) als model gekozen. De gebruikconcentratie is 100 g/100 liter (max 400) en het gebruik is 25 liter voor 500 vierkante meter (max 50). Dat is 50 mg/m² per keer (max 400). Als we aannemen dat een plant in een 600 cc pot staat met 50% water en 15 plt/m² dan is er 4.5 liter water voor 50 mg dus ongeveer 10 mg/l. Direct in de spuitvloeistof zit echter wel 1000 mg/l. Een zinvolle reeks kan dan 0, 10, 50, 250, 1250 mg/l zijn.

Ontsmettingsmiddel. Dit is bijna altijd natrium hypochloriet en dat wordt dan ook gekozen. Voor leidingen 10 mg/l en voor het schoonmaken van kelders (met organische resten) 100 mg/l. De reeks zou 0, 5, 15, 45 en 135 kunnen zijn. Hierbij geldt dat bij direct contact 100 mg/l de maximale waarde is.

Bijlage VI Productgegevens POW humus

Productnaam	POW humus		
Leverancier	Bestebreurtje		
Contact persoon	Jhon Ghertzen		
Producent	Humintech	Düsseldorf	Germany
Samenstelling	85% humuszuur / fulvozuur mengsel		
Toediening	Oplossen in water voor dompelen bollen	Doorwerken in grond voor akkerbouw	Oplossen in water voor bladbespuiting buitenteelten
Dosering	100 mg/l	50-60 g/m ²	5-15 g/100l
Werkzame stoffen	humuszuur	fulvozuur	
Werkzaam principe	Auxine look alike	Cheleert metalen inclusief Fe, Mn, Zn	
Literatuur	Russel <i>et al.</i> 2006	Berg 2007	Anon. 2011
EC			
pH	9-10	Neerslag bij pH<6	
TOC			
Elementanalyse	Kalium-Humaat 80-85% Kalium (K ₂ O): 12% IJzer (Fe): 1% Stikstof (N): 1,3%	Andere mineralen: 1,1% Water: ca. 10% bij productie pH-waarde: 9-10,5 SG: ca. 0,55 kg/L CEC: 400-600 meq/100g	Partikel grote niet oplosbare bestanddelen: <100 Mikrons Oplosbaarheid in water: 100% Kleur: donker bruin
Schadegrens	400 mg/l		
Bijwerkingen	Verstoppen filters	Donkere kleur / vertraagt UV ontmetting	
Ingangscntrole	Na verdunnen EC, pH, TOC	Soms; elementanalyse	Soms :

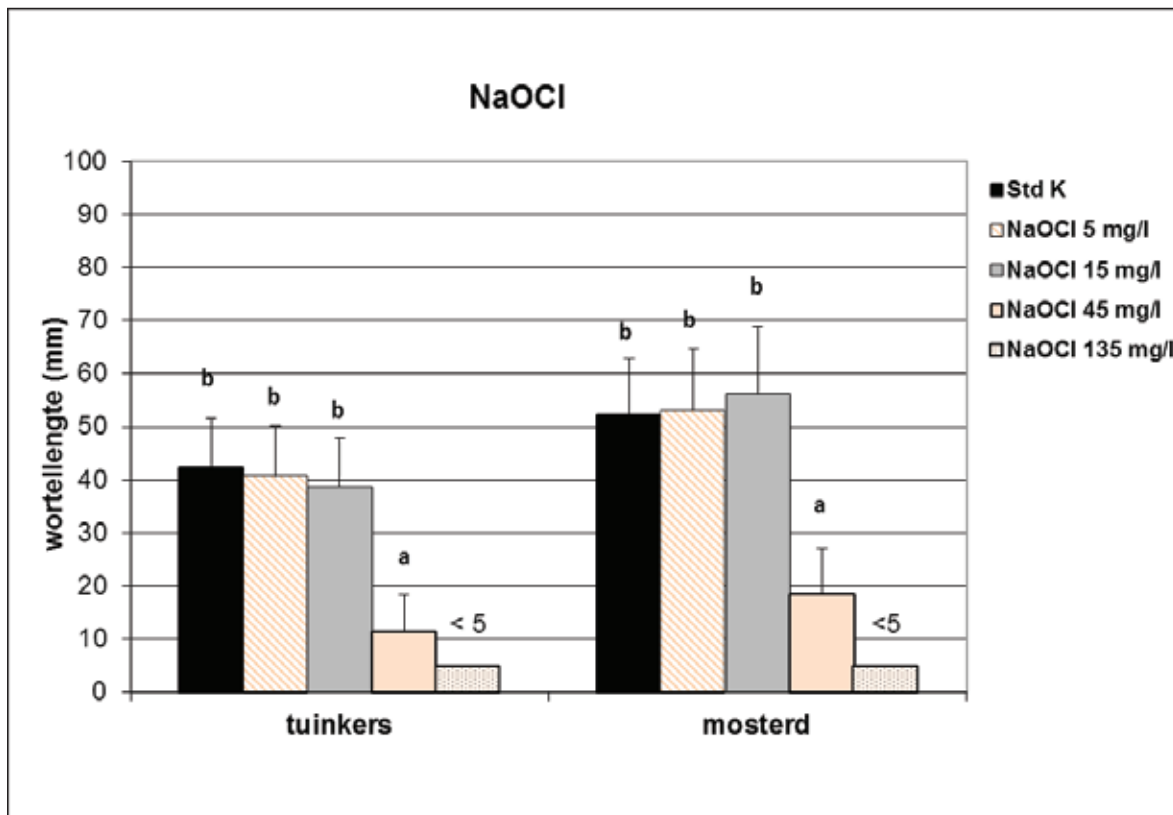
Van den Berg, G., 2007: Humuszuren maken meststoffen beter opneembaar voor wortels. Vakblad voor de Bloemisterij **12**, 34-35.

Anonymous, 2011: Humic and Fulvic acids: the black gold of Agriculture. New AG International, 22-34.

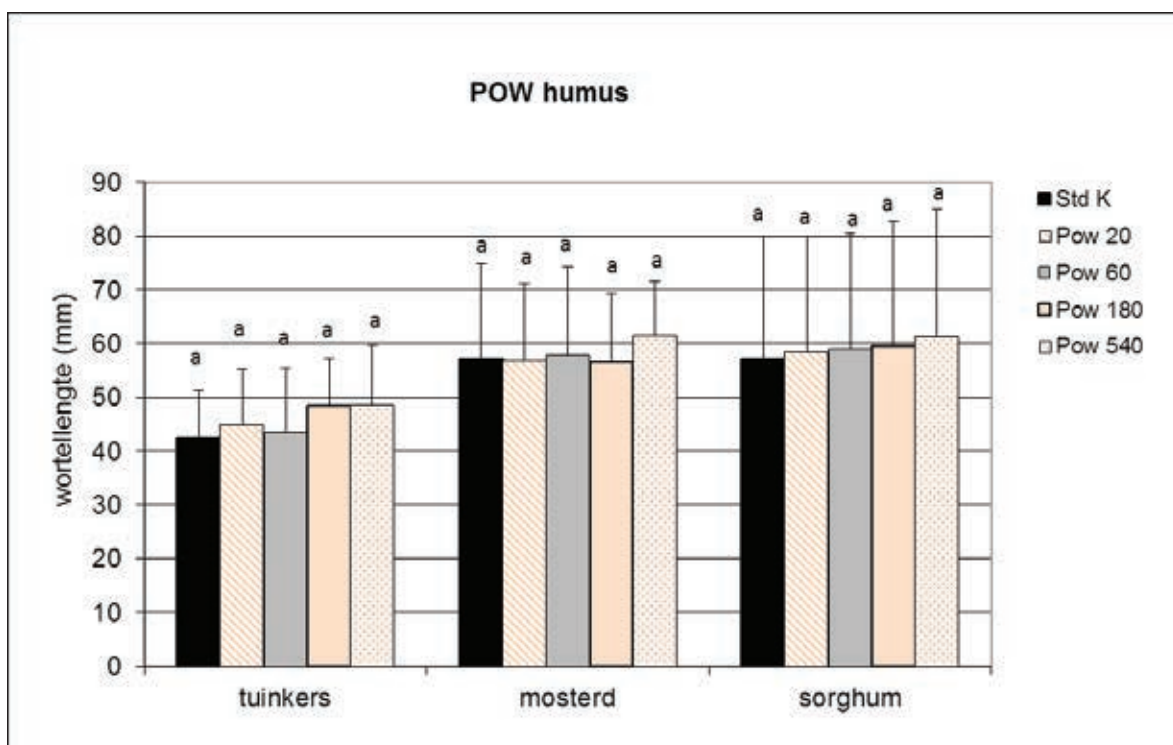
Russell, L., A.R. Stokes, H. Macdonald, A. Muscolo, and S. Nardi, 2006: Stomatal responses to humic substances and auxin are sensitive to inhibitors of phospholipase A2. *plant and soil* **283**, 175-185.

Bijlage VII Resultaten groeitesten bovengronds

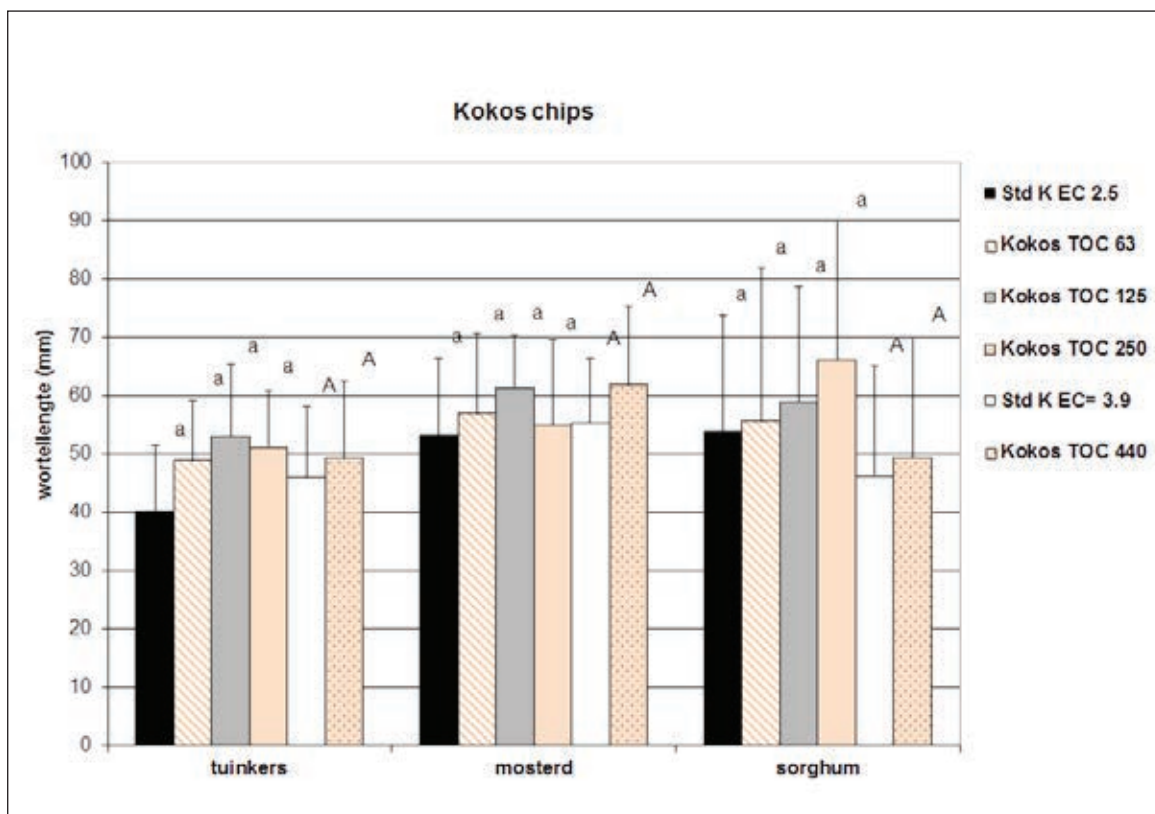
Hieronder zijn de gemeten wortellengten in de Fytotoxkit weergegeven voor de geselecteerde groeiremmende factoren NaOCl, POW humus, Kokos chips, Alar en Uitvloeier.



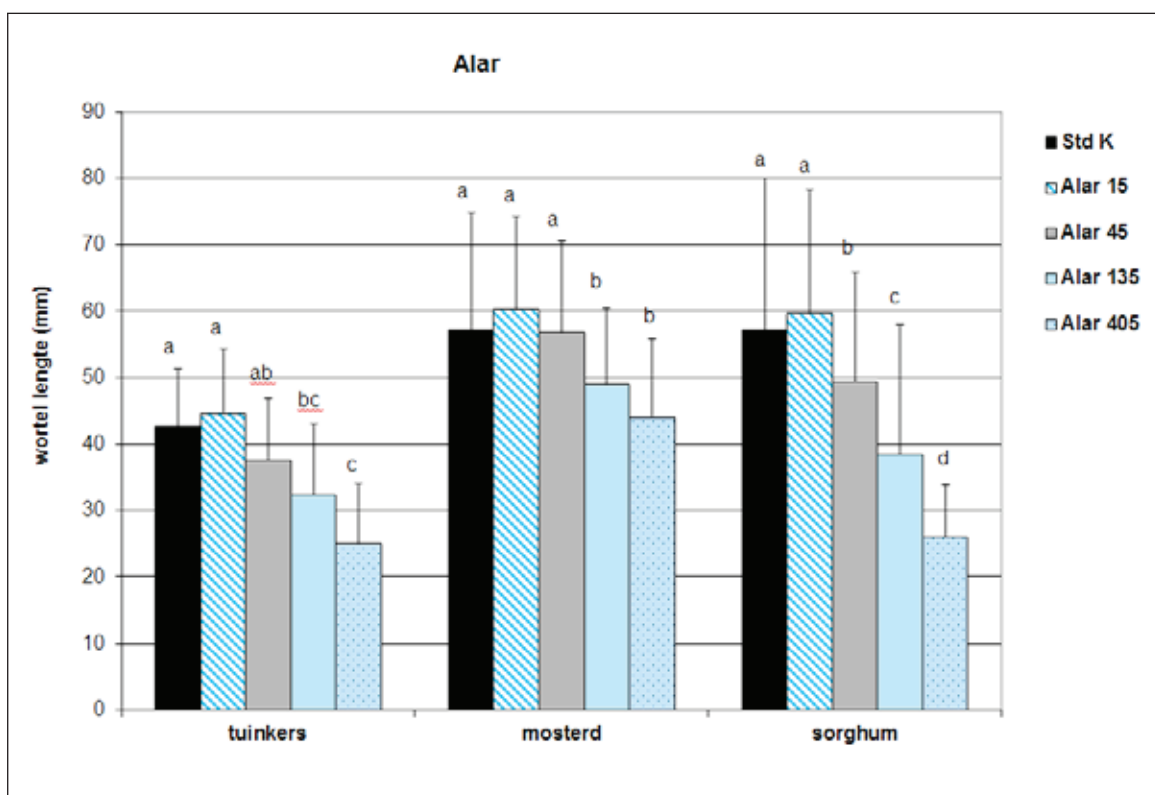
Figuur 1. Gemeten wortellengte in biotoets met vier concentraties natrium hypo chloriet.



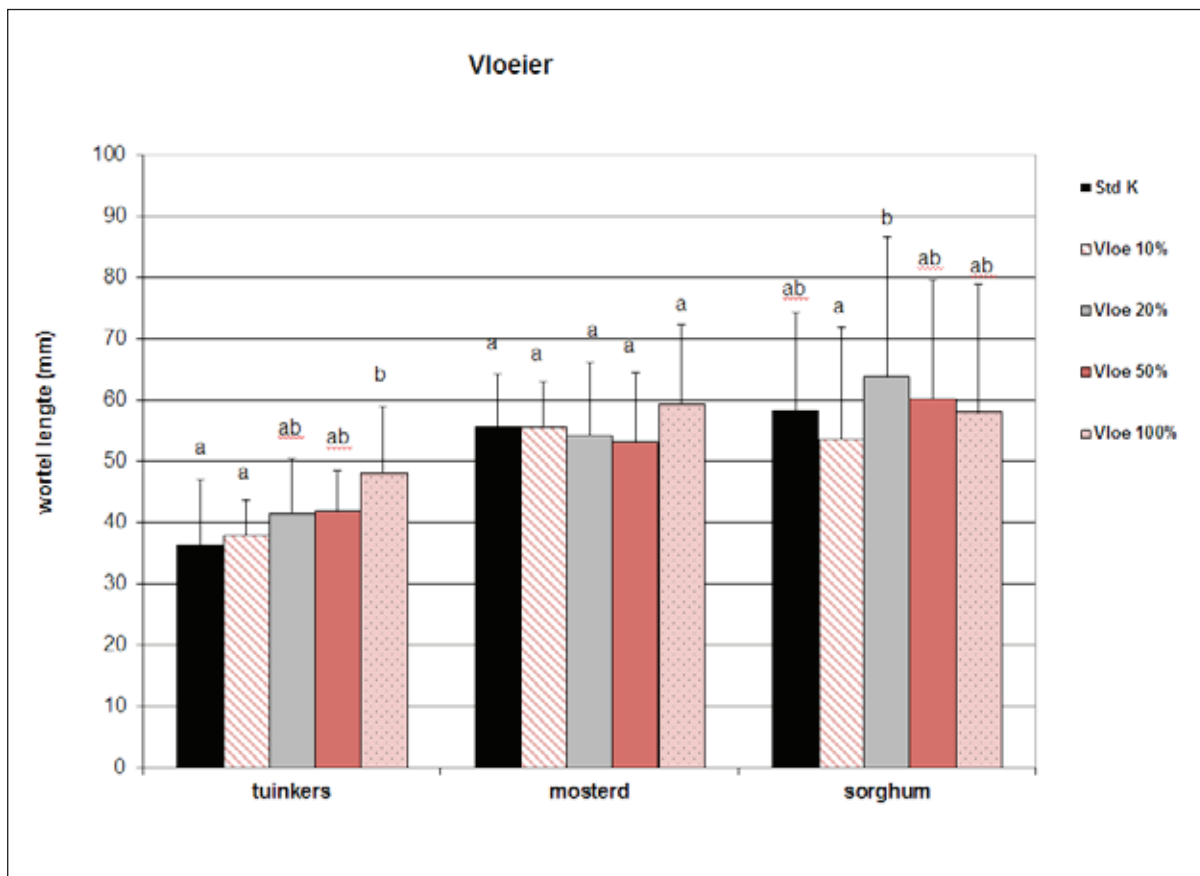
Figuur 2. Gemeten wortellengte in biotoets met vier concentraties POW humus.



Figuur 3. Gemeten wortellengte in biotoets met vier concentraties kokos TOC.



Figuur 4. Gemeten wortellengte in biotoets met vier concentraties Alar.



Figuur 5. Gemeten wortellengte in biotoets met vier concentraties vloeier.

