



WAGENINGENUR
For quality of life

Goed Gietwater

Werkpakket 1: Analyse bestaande eisen en kentallen

Bram van der Maas, Chris Blok, Ellen Beerling



Productschap  Tuinbouw



Agentschap NL
Ministerie van Economische Zaken,
Landbouw en Innovatie

Rapport GTB-1214



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. Werkpakket 1 heeft zich gefocust op de beschrijving van de kwaliteitseisen van het gietwater voor de opkweekbedrijven. De vastgestelde kwaliteitseisen hebben betrekking op: de concentraties voedingselementen voor het gietwater; de organische stoffen en verontreinigingen in de verschillende watertypen en waterstromen; voorkomen van plantenziekten; 'weerbare middelen' en 'toxische stoffen' zoals schoonmaakmiddelen en groeiremmers. Met een literatuurstudie en interviews met deskundigen zijn de kwaliteitseisen zoveel mogelijk gekwantificeerd. Waar kennis ontbrak over kwaliteitseisen zijn voorstellen opgesteld voor vervolgonderzoek in werkpakket 2 'Kwaliteit gietwater en groeiprestaties': vaststellen drempelwaarden voor de TOC en de maximum concentratie humuszuren; vaststellen van schadedrempels voor remstoffen en ontsmettingsmiddelen. De kwaliteitseisen voor het voedingswater in de biologische opkweek, evenals het hergebruik van de voedingsoplossing bij de biologische opkweek zijn punten van aandacht. De toepassing en werking van 'weerbaarheid inducerende middelen tegen ziekten en plantenplagen roept nog vragen op.

Abstract

The propagation industry places high demands on the quality of irrigation water to prevent growth inhibition and diseases. Discharges and emissions are sometimes used to avoid risks. The project Good Irrigation Water aims at the development of sustainable water technology for propagation enterprises. This should minimize emissions of nutrients and crop protection agents. The work package has focused on the description of the quality of the irrigation water. The established quality requirements relate to: the nutritional levels for irrigation water; the organic substances and contaminants in the different water types and water; prevention of plant diseases; 'resilient means'; 'toxins' like cleaning and growth regulators. With a literature review and interviews with experts, the quality has been quantified as much as possible. When knowledge was lacking about quality requirements, the following proposals have been made for further research in work package 2 "irrigation water quality and growth performance ": determining thresholds for the TOC and the maximum concentration of humic acids; determining damage thresholds of inhibitors and disinfectants. The quality of the feed water in the organic cultivation, as well as the reuse of the nutrient solution in organic cultivation are points of attention. The application and efficacy of 'resistance' inducers against diseases and plant pests still raises many questions.

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

Projectdeelnemers en financiers



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
2	Waterstromen opkweekbedrijven	9
3	Deskstudie kwaliteitseisen gietwater	11
	3.1 Interviews opkweekbedrijven	11
	3.2 Overzicht kwaliteitseisen	12
	3.3 Beschrijving kwaliteitseisen	14
4	Conclusies en aanbevelingen	19
5	Literatuur	23
Bijlage I	Schema waterstromen opkweekbedrijf	25
Bijlage II	Voedingsschema voor opkweek planten (uit 2 bronnen)	26
Bijlage III	Overzicht kwaliteitscriteria gietwater opkweek	29
Bijlage IV	Literatuuroverzicht kwaliteitseisen gietwater	33

Samenvatting

Voor de opkweekbedrijven gelden evenals voor de teeltbedrijven reductie-eisen voor de emissie van meststoffen en gewasbeschermingsmiddelen. De opkweeksector stelt extra hoge eisen aan de kwaliteit van gietwater ter voorkoming van groeiremming en ziekten. Ondanks alle maatregelen zijn lozingen en emissies ook een weg om risico's te mijden. Het project Goed Gietwater beoogt de ontwikkeling van een duurzame watertechnologie voor opkweekbedrijven in de glastuinbouw. Hiermee zal een goede kwaliteit gietwater kunnen worden bereikt en lozingen kunnen worden voorkomen. Het onderzoek 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. In werkpakket 2 worden diverse 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. Dit onderzoek wordt uitgevoerd op laboratoriumschaal en vervolgens als pilot in de praktijk.

De aanpak en de resultaten van wp1 'Analyse bestaande eisen en kentallen' zijn toegelicht en besproken in de werkgroep Uniform Uitgangsmateriaal van Plantum, waarin de plantenkwekers zijn vertegenwoordigd.

In het eerste werkpakket zijn de kwaliteitseisen voor de definiëring van goed gietwater opgesteld door een groep van materiedeskundigen en kwekers. De kwaliteitseisen hebben betrekking op: de concentraties voedingselementen voor het gietwater; de organische stoffen en verontreinigingen in de verschillende watertypen en waterstromen; voorkomen van plantenziekten; 'weerbare middelen' en 'toxische stoffen' zoals schoonmaakmiddelen en groeiremmers.

In een vervolgstap zijn de kwaliteitseisen waar mogelijk gekwantificeerd. Daartoe is een literatuurstudie uitgevoerd, zijn gesprekken met materiedeskundigen gevoerd, zijn interviews uitgevoerd op een viertal opkweekbedrijven en zijn enkele toeleveranciers benaderd.

Uit de literatuur zijn bruikbare kwantitatieve cijfers verkregen over schadedrempels of een wenselijke onder- en bovengrens. Wel is in een aantal gevallen een vertaalslag nodig van onderzoekresultaten naar de opkweek van plantmateriaal of ontbreken data om grenzen of drempels te kunnen vaststellen voor een bepaald kwaliteitscriterium. De voorstellen voor vervolgonderzoek in werkpakket 2 'Kwaliteit gietwater en groeiprestaties' zijn: vaststellen drempelwaarden voor de TOC en de maximum concentratie humuszuren; vaststellen van schadedrempels voor remstoffen en ontsmettingsmiddelen. De kwaliteitseisen voor het voedingswater in de biologische opkweek, evenals het hergebruik van de voedingsoplossing bij de biologische opkweek zijn punten van aandacht. De werkzaamheid van 'weerbaarheid inducerende middelen tegen ziekten en plantenplagen roept nog veel vragen op. Er is een grote behoefte aan meetmethoden voor kwantitatieve metingen. Onderzoek op dit gebied is gepland buiten het project Goed Gietwater.

1 Inleiding

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. worden momenteel vermeden door doorgaans niet of nauwelijks te recirculeren en het water te lozen, met emissies als gevolg.

Waarom moet dit veranderen?

Er wordt gestreefd naar een emissieloze tuinbouw in 2027. Dit is een uitvloeisel van gezamenlijk overleg in Platform Duurzame Glastuinbouw (voorheen covenant Glastuinbouw en Milieu, GlaMi) waarin partijen uitvoering geven aan de kaderrichtlijn water (KRW; EU, 2000). Er is afgesproken dat er voor substraatteelten emissienormen voor stikstof gaan gelden, die uiteindelijk in 2027 tot een nagenoeg nul-emissie moeten gaan leiden. Voor Uitgangsmateriaal sierteelt betekent dit in de periode 2012 - 2014 waarschijnlijk 150 kg N/ha/jaar en voor Uitgangsmateriaal groenten 250 kg /ha/jaar (zie verder onderstaande tabel).

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 begin 2013 van kracht.

Categorie	2012 t/m 2014	2015 t/m 2017	Vanaf 2018	Voorlopige indeling substraatgewassen
1	25	25	25	Overig 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 daarbij 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. 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 wordt gesteld. Het voorgestelde proces zal een bijdrage leveren aan verminderde emissies van gewasbeschermingsmiddelen (en meststoffen) naar het oppervlakte water.

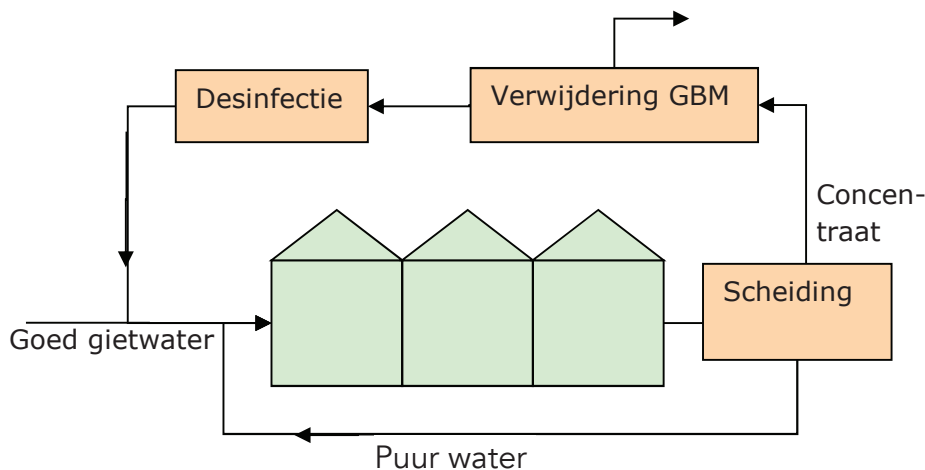
De opkweek en de eerste maanden van de teelt zijn een schakel in de keten waar hergebruik van drainwater mogelijk moet worden zonder daarbij risico's voor de plant te creëren. Doordat opkweekbedrijven veel hogere eisen stellen aan de kwaliteit van gietwater ter voorkoming van groeiremming en ziekten 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 en dat daaraan noodzakelijkerwijs lozingen en emissies ten grondslag liggen.

Kwaliteitseisen biologisch plantmateriaal

In dit project wordt specifiek aandacht besteed aan de waterproblematiek voor de opweek van biologisch plantmateriaal. Het belangrijkste verschil is dat er voor dit plantmateriaal een nul-tolerantie is ten aanzien van gewasbeschermingsmiddelen. Het gebruik van kunstmest is eveneens niet toegestaan. De verwachting is dat op sommige onderdelen de kwaliteitseisen voor het gietwater afwijken van de reguliere teelt. Het hergebruik van drainwater is vanwege de toepassing van organische meststoffen een punt van aandacht.

Technische oplossingen

Het totale project Goed Gietwater beoogt de ontwikkeling van een duurzame watertechnologie voor opweekbedrijven 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 zal een goede kwaliteit gietwater kunnen worden bereikt waarbij de nu gebruikelijke lozingen en de inzet van natriumhypochloriet voor ontsmetting tussen de teelten door en lozing of vrije drainage naar het oppervlaktewater voorkomen kunnen worden. De ontwikkeling zal zich richten op zowel de gangbare als ook de biologische opweekbedrijven, met specifieke aandacht voor toelating van biologische certificatie zoals het EKO keurmerk. Daarnaast zal de technologie ook worden ingezet bij de start van de teelt in reguliere glastuinbouwbedrijven, om vanaf het begin (het zogenaamde 1^e water) volledig te kunnen hergebruiken zonder risico op productieverlies



Figuur 1. Opzet van project. Het technologieconcept bestaat uit een 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 geloozd hoeft te worden, gewasbeschermingsmiddelen (GBM) worden verwijderd en nutriënten kunnen worden teruggewonnen. Puur water is bacterie- en ziektevrij water en geschikt als gietwater.

Werkpakket 1

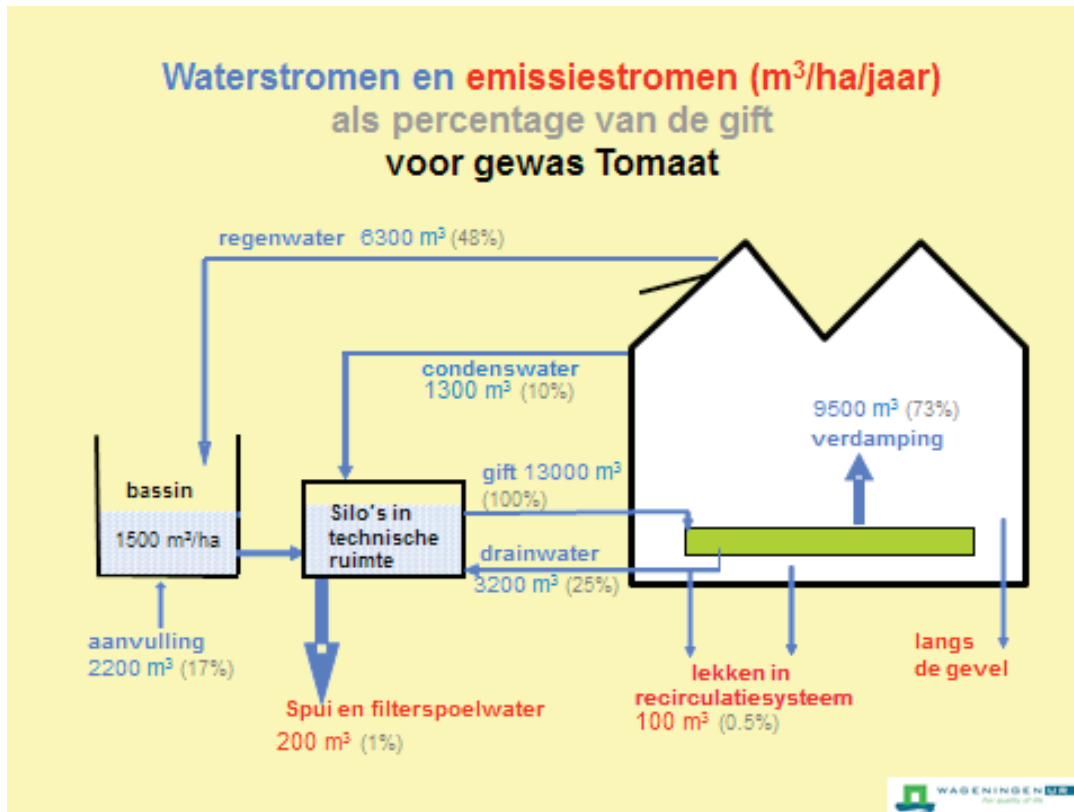
De taakomschrijving van werkpakket 1 is: 'Analyseren van waterkwaliteitsgegevens gericht op een optimale kwaliteit van het gietwater van opweekbedrijven'. De volgende aanpak is gevolgd:

Met een groep experts is in het najaar 2011 een lijst van kwaliteitseisen opgesteld. De projectaanpak en de eerste opzet van werkpakket 1 zijn besproken in de werkgroep Uniform Uitgangsmateriaal van Plantum. Deze werkgroep dient als klankbordgroep/begeleidingscommissie van het project.

Voor en verdere invulling en zo mogelijk kwantificering van de kwaliteitseisen is een deskstudy uitgevoerd met beschikbare literatuur, zijn deskundigen geraadpleegd en gesprekken gevoerd met een aantal opweekbedrijven om kennis te nemen van de huidige werkwijze en mogelijke knelpunten voor wat betreft emissies via waterstromen. Ook zijn toeleverende bedrijven, die tevens projectparticipanten zijn, benaderd.

2 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 1. een schematische weergave van de waterstromen opgenomen.



Figuur 2. Schematisch overzicht van de waterstromen op een teeltbedrijf met substraat

Voor het gietwater wordt gebruik gemaakt van een primaire waterbron, bij reguliere teeltbedrijven is dit vaak hemelwater dat wordt opgeslagen in aarden bassins of silo's. Opkweekbedrijven gebruiken, afhankelijk van de lokale omstandigheden hemelwater, bronwater of leidingwater als primaire bron. Meestal voorzien de bedrijven in een tweede waterbron, wanneer de eerste bron tekort schiet. Dit kan zijn bronwater uit de ondergrond, leidingwater of oppervlaktewater. Als de kwaliteit van het uitgangswater onvoldoende is (bijvoorbeeld te zout) wordt het gereinigd onder andere met omgekeerde osmose. Oppervlaktewater wordt door opkweekbedrijven niet of nauwelijks gebruikt. Het uitgangswater wordt in de voedingsunit voorzien van de benodigde meststoffen en bereid als gietwater. De voedingsoplossing kan bij de opkweek per partij en teeltfase verschillen. Er wordt altijd een overmaat aan water gegeven, zeker bij de in de plantenoekvee veel gebruikte eb-vloed systemen. Het retourwater of drainwater wordt na zuivering weer hergebruikt. Bij de bereiding van gietwater wordt meestal uitgangswater en drainwater in een bepaalde verhouding gemengd. Condenswater wordt opgevangen *et al.* of niet na zuivering hergebruikt.

Wanneer niet alle drainwater wordt hergebruikt of de kwaliteit van het water gaat achteruit dan wordt het restwater geloosd. Het spoelwater van de op het bedrijf aanwezige filters wordt soms hergebruikt, in andere gevallen gespuid. Lekkages, condenswater van de gevels en reinigingswater tijdens de teeltwisselingen worden geloosd. Het algemene overzicht van de waterstromen geldt voor zowel teeltbedrijven als opkweekbedrijven. Het vermijden van risico's voor het optreden van ziekten en plagen is bij de opkweek echter nog belangrijker dan bij de reguliere teeltbedrijven. Als gevolg hiervan is er dan ook meer aandacht voor ontsmetting (niet alleen van recirculatiewater, maar ook van hemelwater). Tweede aandachtspunt is dat door de grote variëteit aan gewassen er wordt gewerkt met verschillende voedingschema's. Op de bedrijven zijn meerdere retoursilo's en silo's met ontsmet water aanwezig.

3 Deskstudie kwaliteitseisen gietwater

3.1 Interviews opkweekbedrijven

Om een goed beeld te krijgen van de werkwijze op de opkweekbedrijven zijn interviews gehouden op vier bedrijven in het Westland, Brabant en Limburg. Centraal stond de watervoorziening, zoals in Figuur 1. is weergegeven en de overige aspecten die van invloed zijn op de kwaliteit van het gietwater (zie Tabel 2.).

Overzicht van de vraagpunten:

- Watergeefstelsel en ontsmetting
- Type uitgangswater (primaire waterbron)
- Secundaire waterbron
- Waterverbruik (verschillende teeltfasen opkweek), andere teelten
- Frequentie watergiftten, hoeveelheid drain
- Momenten en redenen van spuien
- Routing van het water, compartimentering, ..
- Knelpunten en risico's
- Overige aandachtspunten

Samenvatting interviews

Opkweek van groenteplanten (glastuinbouw en vollegrond) is de hoofdactiviteit van de bedrijven. Daarnaast worden bloemisterijproducten in diverse teeltstadia geteeld. Eén bedrijf heeft geen bloemisterijgewassen.

Watervoorziening

Goed uitgangswater is een basisvoorwaarde voor de opkweek. Het soort uitgangswater is afhankelijk van de lokale omstandigheden, te weten kwalitatief goed bronwater (grondwater), regenwater of leidingwater.

Voor het merendeel wordt op een betonvloer geteeld met een eb-vloed watergeefstelsel. Soms wordt ook beregend. Een klein areaal wordt in kisten op gronddeek geteeld.

Bassinwater en retourwater worden in alle gevallen met een UV-installatie ontsmet.

In de zaai- of oppotlijn wordt altijd gewerkt met schoon uitgangswater en nieuwe trays.

Bemesting

Er wordt gewerkt met verschillende voedingsschema's, in ieder geval een verschil tussen de groente opkweek en de bloemisterijproducten. Voor de vruchtgewassen worden veelal verschillende schema's gebruikt afhankelijk van opkweekfase en het tijdstip van het jaar.

Waterstromen

Hergebruik van condenswater van het kasdek heeft als risico dat gewasbeschermingsmiddelen uit de bloemisterij in de groente-opkweek terecht kunnen komen. De verschillende werkwijzen zijn: condenswater naar retourput -> siergewassen silo; condenswater naar rioolsilo; condenswater naar bassin.

Condenswater van de verwarmingsketel (met rookgascondensator) en/of de wkk installatie wordt niet hergebruikt. Met filterspoelwater wordt verschillend omgegaan: naar retourput; deels naar rioolbuffer, deels naar vuilwater silo; naar riool.

Met het toegepaste eb-vloed systeem is het retourwater 80-90% van het toegediende gietwater. Dit vraagt om voldoende opslag- en verwerkingscapaciteit om deze waterstromen goed te kunnen managen en kan soms wel een knelpunt zijn.

Voor een opkweekbedrijf zijn de waterstromen schematisch in kaart gebracht (zie Bijlage 1). Op dit bedrijf is zowel een reguliere opkweek als een biologische opkweek. Dit maakt de routing van de waterstromen complexer. In werkpakket 2

'Kwaliteit gietwater en groeiprestaties' worden de waterstromen uit het schema gekwantificeerd en wordt een waterbalans opgesteld. Dit geeft een goed zicht op de bedrijfssituatie voor wat betreft het watersysteem en kan een nuttig hulpmiddel zijn om problemen te duiden.

Gewasbescherming en gewassturing

Bij de opkweek wordt gewerkt met een preventief spuitschema met zo nodig aanvullende (curatieve) behandelingen. Met de middelenkeuze wordt rekening gehouden met toepassing op de verschillende gewassen.

In de bloemisterijgewassen worden wanneer nodig remmiddelen gebruikt. Gebruik wordt gemaakt van relatief 'zachte' middelen om mogelijke schade aan groente-opkweek te voorkomen.

Op verzoek van de klanten wordt *Trichoderma* aan het substraat toegevoegd of compostthee aangegoten over de potten.

Bedrijfshygiëne

Reiniging van afdelingen, materialen *et al.* wordt meestal uitgevoerd met een chloorhoudende oxudator (Na-hypochloriet). Het waswater wordt geloosd.

Gebruikte trays worden met gamma-straling behandeld door een extern bedrijf en hergebruikt.

Toekomst

De verwachting is dat meer vraag zal komen naar biologische opkweek en het gebruik van plantversterkers *et al.* ook in de reguliere teelt, mede vanwege de druk op de toelating van gewasbeschermingsmiddelen.

3.2 Overzicht kwaliteitseisen

Om inzicht te krijgen in de kwaliteitseisen die aan gietwater voor de opkweek gesteld mogen worden, is in het najaar van 2011 in een serie gesprekken met experts de volgende lijst samengesteld (Tabel 2.).

Tabel 2. Overzicht van de kwaliteitseisen voor gietwater bij de opkweek

Aanvoer / bron	Te beheersen kwaliteit
Voeding	pH, EC, hardheid
	Elementenconcentratie
Bassin (hemelwater)/ oppervlaktewater	Algen, ziekteverwekkers, pathogenen, gbm, Na-gehalte
Bronwater/ osmosewater	Na-gehalte, Fe-gehalte
Leidingwater	Na-gehalte
Recirculatiewater	TOC, COD, BOD
	Metalen
	pH, EC, hardheid
	Nitriet
	IJzer, mangaan, zink, chelaten
	Humuszuren, fulvozuren, organische zuren (zie 9.)
Recirculatiewater (vervolg)	Schimmels (Pythium, Phytophthora, Fusarium) en aerobe bacteriën (Xanthomonas, Clavibacter, Agrobacterium, Rhizogenes)
	Bacteriën (anaeroob)
	Virussen
	Insecten
	Aaltjes/anders
	Gewasbeschermingsmiddelen
Condenswater	Pathogenen en gewasbeschermingsmiddelen
Weerbaarheid verhogende middelen	
Compost	Voeding
	Ziekten
	Humane ziekten
	Zware metalen
Micro-organismen	Trichoderma e.a.
Organische extracten / meststoffen	Compostthee e.a. organische meststoffen
Toxische stoffen	Ontsmettingsmiddelen, schoonmaakmiddelen en waswater fust
	Uitvloeiers uit steenwol, lijmstoffen lijmpluggen, fenolen uit substraten
	Groeiremmers uit remmiddelen van eigen gebruik
	Middelengebruik sierteelt (toxisch voor groente-opkweek)

3.3 Beschrijving kwaliteitseisen

1. Voeding: pH, EC, elementen

De pH wordt in het algemeen tussen de 4.5 en 6.0 gehouden. Lagere waarden kunnen het substraat en uiteindelijk de wortel beschadigen. Hogere waarden leiden tot een lagere beschikbaarheid van de meeste sporenelementen en neerslag van calcium, fosfaat en sulfaat. Literatuur; Yun ea 2011; Sonneveld en Voogt, 2009; Raviv and Lieth, 2008.

De EC in de opkweek varieert van 0.5 dS.m⁻¹voor orchideeën tot 10 dS.m⁻¹voor tomaten. Een te lage EC leidt tot trage groei, gebrek verschijnselen en zwakke cellen omdat niet genoeg elementen kunnen worden ingebouwd in de uitgroeiende delen. Bij te hoge EC worden kleinere cellen gevormd omdat de strekking afneemt, ook wordt de plant hierdoor donker van kleur. Omdat de aanmaak van droge stof ongeremd doorgaat neemt het droge stof gehalte in de (kleinere) plant toe. Literatuur: Yun ea 2011; Sonneveld en Voogt, 2009; Raviv and Lieth, 2008.

De elementen moeten in een voor ras en variëteit juiste verhouding worden aangeboden en opgenomen. Bij te lage of te hoge aanvoer kan een gamma aan verkleuringen en fysiologische afwijkingen optreden. Niet alleen zijn er 12 essentiële elementen met elk hun eigen typerende gebrek of overmaatverschijnselen maar vaak treden overmaat en of gebrek gecombineerd op. Literatuur; Marschner, 1995.

In Bijlage 2 staan de voedingselementen genoemd met daarbij de algemeen geaccepteerde bandbreedte voor concentraties voor opkweek.

2. Bassin-/oppervlaktewater

Regenwaterbassins bevatten in de regel schoon water. Het is wel mogelijk dat algengroei of andere verontreinigingen optreden in het water, zeker wanneer de bassins buiten staan.

Ziektekiemen en gewasbeschermingsmiddelen vormen een risico. Een drijfzeil houdt het daglicht tegen en vermindert de algengroei, maarranden van het bassin blijven open. Overgewaaid zaad kan ook zorgen voor ongewenste plantengroei op deze zeilen. Slib in de waterstromen wordt door actieve oxidatie omgezet in koolzuurgas en water. Een bekend risico van bassinslib is dat dit in één keer vrij komt. Het is bekend dat slib soms toxische stoffen bevat door de anaerobe omzettingen in de laag. Ook kunnen bladeren van bomen sterk groeiremmende stoffen bevatten. Als het bassin ver leeg raakt en als er beroering ontstaat door werkzaamheden, plotselinge grote toevoer of storm kunnen grote hoeveelheden ongewenste stoffen, een hoge TOC en lage zuurstofwaarden in het voedingswater komen. Bekend is ook dat een nieuw aangelegde bassinbeluchting eerst leidt tot een grote toename van TOC en andere stoffen en pas na weken of maanden de bestaande sliblaag is weggeoxideerd.

Oppervlaktewater kan naast teveel zouten ook diverse schadelijke verontreinigingen bevatten. Zeker in de opkweek is dit geen gangbare waterbron. Bij (incidenteel) gebruik zal het water voordien gezuiverd moeten worden.

3. Bronwater/osmosewater/ leidingwater

Deze watertypen zijn normaliter vrij van ziekten. Wanneer het water wordt opgeslagen in bassins of voorraadsilo's is de kans op algengroei of andere verontreinigingen aanwezig.

Bij bronwater is de kwaliteit van het water meestal bekend. Soms is het nodig om een ontijzeringsinstallatie te gebruiken. Een omgekeerde osmose installatie zorgt ervoor dat het uitgangswater wordt ontzout. Osmosewater kan sporen methaangas bevatten die tot explosieve bacteriegroei aanleiding kan geven. Ontluchten en of mengen met bassinwater onderdrukt de groei van slijmvormende bacteriën die zich met methaan voeden. Regulier onderhoud en het tijdig vervangen van de osmosemembranen is een voorwaarde voor een goede werking. Afhankelijk van de locatie in Nederland kan het leidingwater te zout zijn.

4. Recirculatiewater: TOC, COD, BOD

Een te hoog gehalte aan organische stof in het gietwater kan storend werken op de ontsmetting met UV, een ongewenste microbiële activiteit veroorzaken of voor verstoppingen zorgen. Er zijn een aantal analysemethoden om de hoeveelheid en verschillende typen organische stof vast te stellen en die het mogelijk maken om kritische grenzen aan te geven.

Totaal organisch koolstof (TOC) is de hoeveelheid koolstof gebonden in een organische verbinding en wordt vaak gebruikt als een niet-specifieke indicator van de waterkwaliteit.

Een typische analyse voor TOC meet zowel de totaal aanwezige hoeveelheid koolstof evenals de zogenaamde "anorganische koolstof" (IC), de laatste als maat voor de opgeloste hoeveelheid kooldioxide en koolzuur zouten. Aftrekken van de anorganische koolstof uit de totale hoeveelheid koolstof geeft de TOC. Een andere veel voorkomende variant van de TOC-analyse omvat het verwijderen van de IC-gedeelte en daarna het meten van de overgebleven koolstof.

Sinds de vroege jaren 1970, is TOC erkend als een analytische techniek om de waterkwaliteit te meten tijdens het drinkwater zuiveringsproces. TOC in bron water is afkomstig van rottend natuurlijk organisch materiaal (NOM) en van synthetische bronnen. Humuszuur, fulvinezuur, amines, en ureum zijn vormen van NOM. Detergenten, pesticiden, kunstmest, herbiciden, industriële chemicaliën, en gechloreerde organische zijn voorbeelden van synthetische bronnen. Als de bronwater wordt behandeld voor desinfectie, levert TOC een belangrijke rol bij het kwantificeren van de hoeveelheid van NOM in het water.

Chemisch zuurstofverbruik (COD) (bron: Wikipedia)

De bepaling van het chemisch zuurstofverbruik of CZV (Engels: COD of *Chemical Oxygen Demand*) wordt uitgevoerd om te bepalen hoeveel oxideerbaar materiaal in water aanwezig is. Micro-organismen zoals bacteriën kunnen de vervuiling in het water afbreken. Indien er *teveel* organische materialen in afvalwater aanwezig zijn, dan is er naar verhouding te weinig zuurstof aanwezig in het water voor eventuele andere organismen. Het CZV geeft het gewicht aan zuurstofgas weer dat verbruikt wordt om al het oxideerbare materiaal af te breken en wordt uitgedrukt in mg/liter (in oude referenties in ppm).

Het CZV is gebaseerd op het feit dat bijna alle organische stoffen volledig geoxideerd worden tot CO₂ met behulp van een sterke oxidator onder (de voor sterke oxidatoren noodzakelijke) zure omstandigheden. Het CZV maakt geen onderscheid tussen biologisch actieve organische stoffen en biologisch inactieve organische stoffen. De bepaling van het CZV duurt een drietal uur. De internationale organisatie voor standaardisatie (*International Organization for Standardization* - ISO) beschrijft een standaardmethode voor de bepaling van het CZV in de ISO 6060 richtlijn

Biologisch zuurstofverbruik (BOD)

Het biologisch zuurstofverbruik (BZV) (Engels: BOD of *Biological Oxygen Demand*) geeft de hoeveelheid zuurstof aan, die benodigd is voor de afbraak van biologisch afbreekbare organische stoffen in water door micro-organismen. Het geeft daarmee aan hoe vervuild het water is met deze stoffen. De eenheid waarin het wordt aangeduid is milligram zuurstof per liter. De bepaling van BZV duurt 5-7 dagen.

Het COD en TOC lijken qua uitvoering op elkaar. TOC is eenvoudiger uit te voeren en is dus de meest gebruikte methode geworden. TOC waarden liggen meestal iets onder COD waarden omdat de opgeloste carbonaten niet worden meegeteld in de TOC maar wel in de COD (zie Bergstrand ea 2009). Een gebruikelijke waarde in tuinbouwwater is 20 mg/l. Gedurende het jaar kan het gehalte fluctueren van 5-140 mg/l. Bij TOC waarden boven de 100 mg zijn problemen met filters te verwachten door directe verstopping (fouling) en door verstopping door micro-organismen die leven van de organische stof en zich hechten op filters of wanden van leidingen (biofouling). Bij hoge TOC waarden bestaat de kans dat de grotere deeltjes de transmissiewaarde voor UV stralen verlagen. Als het recirculatiewater met UV apparatuur wordt ontsmet zal bij lagere transmissiewaarden langer ontsmet moeten worden waardoor de kosten oplopen. Bronnen van COD in water zijn algen, organische modder van de bodem van bassins en voorraadsilos, humaten uit veen, compost en kokossubstraten, toegevoegde extracten van compost of humus etc. Literatuur: Berckmoes, 2011.

5. Recirculatiewater: Schimmels en aerobe bacteriën

Schimmels hebben globaal een voorkeur voor zure en voedingsarmere omstandigheden en kunnen organische stof met moeilijker verteerbare koolstofbronnen zoals cellulose en lignine verteren. Bacteriën hebben, geholpen door een potentieel grotere groeisnelheid, globaal voorkeur voor eenvoudigere koolstofverbindingen als suikers en voedingsrijkere omstandigheden. Het aantal micro-organismen wordt gemeten in CFU's, het aantal kolonievormende eenheden per eenheid stof in gr of ml. In oplossing uit niet organische substraten leven meestal 10⁴ -10⁶ cfu's. In de opkweek zal dit gehalte nauwelijks meetbaar iets lager liggen. In organische substraten mag gerekend worden op 10-100 keer zoveel cfu's.

De verdeling bacteriën schimmels zal in niet organische substraten meer aan de kant van de bacteriën liggen en in de organische substraten sterk wisselen maar meer aan de kant van de schimmels. Problemen met bacteriën en schimmels zijn te verwachten bij meer dan 10^8 cfu/ml maar veel eerder bij aanwezigheid van specifieke bodempathogenen (Pythium, Phytophthora, Fusarium, Verticillium, Rhizoctonia, Sclerotinia).

Ontsmettingstechnieken

Om het gietwater en recirculatie water ziektevrij te houden dient het te worden gezuiverd. In de praktijk is het gebruik van UV-ontsmetting door de opkweekbedrijven gangbaar. Goede ervaringen zijn ook opgedaan met geavanceerde oxidatie (H_2O_2 /UV) voor de bestrijding van bodempathogenen en virussen (Runia en Boonstra, 2001, 2002, 2004). Hierbij geldt dat pas sprake is van actieve oxidatie als de toegediende oxidator door opvallend UV licht deels wordt omgezet in zuurstof radicalen. Door de maar zeer kort stabiele radicalen is de ontsmettende werking groter dan wanneer de oxidator na de UV ontsmetter wordt toegediend. Verhitting is een andere gangbare ontsmettingstechniek op teeltbedrijven. Recent is ook elektrochemisch geactiveerd water in beeld gekomen als methode voor waterontsmetting (Hofland e.a., 2011). Bij geactiveerd water ontbreekt nog een heldere omschrijving van de actieve component en inzicht in de werkzame concentraties en concentraties waarbij plantschade ontstaat. Op basis van het overzicht van Hofland wordt voorzichtig gesteld dat de werkzame verbinding perchlorig zuur is, met een oxidatieve kracht vergelijkbaar met een peroxide of ozon molecuul. De werkzaamheid begint al bij 1 ppm en neemt toe bij UV straling. De schadedrempel is onbekend. Voor peroxide worden schades in sla op water gemeld vanaf 4 ppm (Nederhoff, 2000). In de praktijk wordt zonder noemenswaardige problemen gewerkt met 15-25 ppm. Een enkele teler doseert hoger (50 ppm H_2O_2), maar hiervan zijn incidenteel wel schades bekend (Van Staalduinen en Blok, 2010).

Evenals de teeltbedrijven in de glastuinbouw geldt voor de opkweekbedrijven ook de gemaakte afspraak met de overheid in het Platform Duurzame Glastuinbouw, dat in 2027 nagenoeg emissie-vrij wordt geteeld. Dit betekent dat naast de hierboven besproken waterontsmetting ter voorkoming van ziekten ook de zuivering van restwaterstromen een punt van aandacht is. Het is juist de doelstelling van het project Goed Gietwater om tot een totaal oplossing te komen voor de waterstromen. In aanvulling op de beschrijving van de criteria van goed gietwater gaat het om de werkwijze en de technieken om tot een gesloten waterkringloop te komen. In het project Glastuinbouw Waterproof substraat worden in werkpakket 5 'Zuivering restwater' een tweetal zuiveringstechnieken getest, te weten membraandestillatie en omgekeerde osmose. Resultaten uit dit project worden gebruikt bij de technologieontwikkeling voor de bereiding van gietwater uit afvalwater. In werkpakket 3 van het project Goed Gietwater worden één of meer apparaten op een opkweekbedrijf opgesteld voor een verdergaande recirculatie van drainwater.

Bedrijfshygiëne

Bedrijfshygiëne is een essentieel aandachtspunt in het voorkomen van ziekten en plagen op het bedrijf. Voor opkweekbedrijven is het van levensbelang bekend te staan als een ziektevrij bedrijf. Kwaliteitszorgsystemen en certificaten worden gebruikt om de werkwijze te optimaliseren. GSPP is een nieuwe loot aan de boom van kwaliteitssystemen. GSPP staat voor Good Seed and Plant Practices en is een nieuw internationaal transparant ketensysteem voor hygiëne in de zaadproductie en opkweek van jonge planten. GSPP heeft tot doel om het risico van besmetting van tomatenzaad en -planten met *Clavibacter michiganensis* (kortweg CMM) te reduceren. Geaccrediteerde bedrijven werken volgens het hoogste kwaliteitsmanagement systeem en hun werkmethode en informatievoorziening voldoen aan de GSPP norm. Een aantal opkweekbedrijven werken volgens de GSPP norm. Biologische opkweek en het werken met plantversterkende middelen vraagt op het punt van bedrijfshygiëne om een kritische opstelling waar nog niet alle antwoorden met zekerheid zijn te geven. Er mag op gerekend worden dat het toevoegen van organische middelen aan de minerale voeding bevattende waterstromen zal leiden tot een veel rijkere en omvangrijkere (10-100x) microflora.

6. Condenswater

Condenswater afkomstig van het kasdek is voedingsvrij water, maar kan resten van gewasbeschermingsmiddelen bevatten en mogelijk ziektekiemen. Zeker bij een opkweek van groente- en bloemisterijgewassen bestaat het risico op het overdragen van ongewenste restanten van (in de groententeelt verboden) middelen uit de bloemisterij in de groenteteelt. Een extra zuiveringsstap zou mogelijk een oplossing kunnen bieden.

7. Kwaliteitseis: Compost en kokos

De grootste risico's voor gebruik van compost in een professionele tuinbouwomgeving zijn het voorkomen van plant pathogenen en onkruid, hoog zout gehalte, phytotoxiciteit en lage stabiliteit van de organische stof. Er zijn standaarden opgesteld om de genoemde risico's te beheersen (Wever en Scholman, 2011). Een eerste stap is de selectie van goed groen afval, zoals snoei afval als basismateriaal voor compostering. Afval uit de tuinbouw zelf geeft veel risico's tenzij de compostering plaatsvindt onder sterk gecontroleerde omstandigheden (het nieuwe compostedrijf in Hoek van Holland). Compostroute en 'gescheiden' gebruik van werktuigen moet herinfectie voorkomen. Bij het composteringsproces worden eisen gesteld aan de opbouw van de composthoop, tijd en temperatuur en frequentie van bewerken. In de kwaliteitsstandaarden zijn grenzen aangegeven voor EC en concentraties van nutriënten en sporenelementen. Er is een **maximum gesteld van 20% menging** van groen afval compost aan RHP-gecertificeerde mengsels.

Een belangrijke eigenschap van 'verse' substraten als kokos, compost en schors is de stabiliteit. Wageningen UR heeft hiervoor een methode ontwikkeld die de RHP heeft aangepast. De OUR (Oxygen Uptake Rate)-methode wordt gebruikt als maat voor de stabiliteit van de compost.

De OUR meet de hoeveelheid zuurstof die wordt verbruikt door micro-organismen in een substraat onder niet limiterende omstandigheden. Met andere woorden de maximale afbraaksnelheid van het materiaal bij overmaat voeding, zuurstof en micro-organismen. Veen heeft een typerende waarde van 1-3 mmol zuurstof per gram DS per uur. Voor kokos is dit 2-5 mmol zuurstof per gram DS per uur en voor acceptabele compost 15-25 mmol zuurstof per gram DS per uur. Boven de 40 mmol zuurstof per gram DS per uur zijn binnen twee maanden problemen met de stabiliteit van het substraat te verwachten zoals inzakken en te nat worden.

Voor kokos geldt dat het pas geschikt is voor professionele toepassing als substraat, indien het voldoende bewerkt is met calcium om de Na- en K-ionen uit te spoelen en met nitraat om problemen met nitraatfixatie door het bodemleven te voorkomen. In de regel wordt de bewerking met zouten en het wassen in het land van herkomst uitgevoerd.

8. Micro-organismen

Nuttige micro-organismen kunnen in de teelt functioneren als plantversterker. Het is aantrekkelijk deze tijdens of vóór de opkweek toe te dienen aan het substraat. Een voorbeeld uit de praktijk is de toediening van de bodemschimmel *Trichoderma*. Onder de volgende kop wordt in bredere zin ingegaan op de rol en kansen van 'plantversterkers'.

9. Humuszuren, fulvozuren, organische zuren, compostthee

Humuszuren en fulvozuren zijn bestanddelen van compost. De hoeveelheid humuszuren in compost bepalen in feite de kwaliteit van het compostingsproces. In de literatuur worden een aantal werkingen aan humuszuren toegeschreven: verbeterde zaadontwikkeling, een snellere plantontwikkeling, stimulering van enzymaanmaak, regulering van stofwisseling van de plant etc. Naast humuszuren uit compost worden deze stoffen in Rusland en de VS gewonnen als delfstof. Fulvozuren behoren evenals de humuszuren tot de organische zuren. De molecuulstructuur en eigenschappen van beide zuren vertonen verschillen.

Humuszuren en gerelateerde stoffen kunnen in lage concentraties een positieve werking hebben op de groei en ontwikkeling van gewassen. Morard *et al.* 2011 melden een groeistimulatie bij o.a. komkommer en tomaat bij toediening van humuszuren in de voedingsoplossing in de concentratierange van 100 - 400 mg/l. Bij concentraties van 300 - 1000 mg/l is een negatief effect gevonden op de groei van jonge maisplanten (Asli en Neumann, 2010). Een geredde toevoer van water (hydraulic conductivity) en meststoffen naar de wortels door fouling van de humuszuren en andere organische stoffen in de rhizosfeer werd als oorzaak gezien. De gevoeligheid voor waterstress nam in deze situaties toe. Een mengsel van fulvo- en humuszuren gaf in proeven van WUR (Jansen, 2011) al problemen met verstopping van nanofilters en omgekeerde osmose membranen bij 100 mg/l. Teeltkundig zijn pas bij hogere concentraties problemen te verwachten maar de donkere kleur bij 100 ppm zal ook zeker leiden tot een lagere doorloopsnelheid van water door de UV ontzetter.

'Plantversterkers' kunnen worden ingedeeld in vier categorieën, namelijk compost, micro-organismen, organische extracten op basis van dood materiaal en meststoffen (Van der Wurff e.a., 2011). Een producent van biologische

middelen ziet bodemweerbaarheid als een sleutel tot een gezonde en vitale plant. Door nuttige bacteriën en schimmels in bodem of substraat te stimuleren en in evenwicht te brengen, komen ziekte werende stoffen ter beschikking voor de plant en worden voedingsstoffen beter opneembaar. Dat heeft een positieve invloed op de vitaliteit en weerbaarheid van de plant. Een gezonde, weerbare plant is minder gevoelig voor ziekten als *Pythium*, *Fusarium*, meeldauw en *Botrytis*. Voor telers is de bedrijfszekerheid van de teelt beter gewaarborgd. Er is namelijk sprake van beperktere uitval en productieverlies doordat ziekten en plagen minder optreden en bovendien ook nog eens beter beheersbaar zijn. Door de 'weerbare' middelen kunnen de chemische gewasbeschermingsmiddelen vaker in de kast blijven. En dat is weer gunstig voor de productie en het uiteindelijke eindproduct. Supermarkt en consument vragen immers in toenemende mate om gezonde producten met zo min mogelijk residu.

Een belangrijk knelpunt voor 'weerbare' middelen is de wettelijke toelating van producten als gewasbeschermingsmiddel en de maximaal toelaatbare bemesting in een grondgebonden teelt. Een ander knelpunt zijn de niet afdoende specificaties van de geleverde producten. Zo kan een producent wel aangeven of een product gevoelig is voor een hoge zuurgraad of een hoge EC, maar de optimale omstandigheden voor het middel zijn vaak niet precies bekend. Dit vraagt nog veel onderzoek. Bacterie- en schimmelpreparaten kunnen mogelijk een meerwaarde bieden op substraat. De substraten beginnen met een relatief schone start en naar verwachting is er dan nog levensruimte die ingenomen kan worden door de toegediende micro-organismen, zeker als ook een koolstofbron kan worden toegevoegd om de populatie micro organismen in stand te houden. De werkzaamheid van de middelen tegen ziekten en plantenplagen roept nog veel vragen op. Er is een grote behoefte aan meetmethoden voor kwantitatieve metingen.

In de natuur is meestal een stapeling van mechanismen verantwoordelijk voor een drastische afname van de schade aan de plant die veroorzaakt wordt door een ziekte of plaag. Met een zogenaamde "concept aanpak" worden ook een aantal mechanismen (middelen) gestapeld, zoals het gebruik van wettelijk toegelaten antagonisten samen met organische meststoffen (compostthee, zeewier of algen), stoffen die de plantopname verbeteren (fulvine- en huminezuren) en mogelijk de plant versterken (o.a. silicium) tegen bovengrondse ziekten en plagen zoals *Botrytis* of witte vlieg.

In de biologische opkweek wordt gebruik gemaakt van organische meststoffen of organische extracten. Deze worden toegediend aan de perspotten of in het voedingswater. Wat betreft de kwaliteitscriteria liggen er nog veel vragen open. De opgave is om een aantal meetbare indicatoren te definiëren die uitspraak kunnen doen over de voedingsstatus, de veiligheid voor planten en mensen en weerbaarheid van het water en groeimedium. RHP beschikt over diverse analyses voor organisch materiaal zoals het toetsten van fytosanitaire eigenschappen. Hergebruik van de voedingsoplossing voor de biologische opkweek vraagt voor wat betreft bedrijfsinrichting en zuiveringsmethode aandacht.

10. Toxische stoffen

Het onderdeel toxische stoffen is een verzamelnaam voor verschillende stoffen die de plantengroei tijdens de opkweek kunnen hinderen.

Schoonmaakmiddelen die worden gebruikt tijdens de teeltwisseling bevatten vaak chloorhoudende of andere ontsmettende componenten, die onder voorwaarden kunnen worden geloosd. De werking van deze schoonmaakmiddelen, zoals natrium hypochloriet, is pH afhankelijk en afhankelijk van de hoeveelheid aanwezig organisch materiaal (Jinsheng Huang, *et al.* 2011). Onduidelijk is hoeveel gewasbeschermingsmiddelen en andere verontreinigingen dit spoelwater bevat. In de praktijk wordt bij de start van de teelt drainwater of retourwater geloosd vanwege het mogelijk aanwezig zijn van restanten van de schoonmaak- en ontsmettingsmiddelen. Er is weinig bekend over grenswaarden voor de plant. Uitvloeiersuitsteenwol worden nog vaak gezien als een risicofactor voor het optreden van groeiremming. Substraatleveranciers verklaren daarentegen dat de vloeiers veilig zijn, terwijl ook steenwolproducten zonder vloeier worden aangeboden. In bloemisterijgewassen kunnen chemische remmiddelen worden gebruikt die een schadelijke werking hebben op de groente-opkweek. De schadelijkheid van de beschikbare middelen is verschillend. Een goed bedrijfsmanagement is belangrijk. Meer kennis over de tolerantiegrens van de groenteplanten voor de groeiremmers ondersteunt het gerichter voorkómen van schade. Sommige gewasbeschermingsmiddelen in de bloemisterij zijn schadelijk voor of niet toegelaten in de groente-opkweek. Hiervoor geldt ook dat goed bedrijfsmanagement problemen moet voorkomen en dat moet worden gelet op uitspoeling van middelen.

4 Conclusies en aanbevelingen

Uitgaande van de besproken kwaliteitseisen worden in dit hoofdstuk per eis de praktische toepassingen en de vraagpunten besproken.

1. Voeding: pH, EC en elementen

Deze worden voor de gangbare teelt naar tevredenheid gemonitord en bijgesteld. Bij recirculatie kan met 1 of 2 voorraadvaten gewerkt worden voor een dagvoorraad recirculatiewater vóór ontsmetten en 1 voorraadvat na ontsmetten. In de bedrijfsvoering van de opkweekbedrijven is een goede planning en operationele afstemming van de verschillende voedingsoplossingen belangrijk punt. Niet zelden is de capaciteit van de opvangtanks (en de UV ontsmetter) onvoldoende om pieken in de aanvoer op te vangen. Afname van de transmissie verlaagt de werksnelheid van de UV ontsmetter en verergert dus eventuele opslagproblemen.

Voor de opkweek van biologische planten wordt gewerkt met perspotten van organisch materiaal. Daarnaast worden organische meststoffen toegediend.

→ *Het is nog onvoldoende uitgekristalliseerd hoe kwaliteitseisen te definiëren en grenswaarden vast te stellen voor het voedingswater in de biologische opkweek.*

2. Bassin-/oppervlaktewater

Algen. Algen zijn te groot om met UV te kunnen worden ontsmet. Ze produceren watergedragen organische stof, TOC, en kunnen ziektekiemen dragen. Het is daarom raadzaam ze te voorkomen of bestrijden. De hoofdbronnen zijn de eb en vloerdvloeren en het regenwater bassin. Met actieve oxidatie kan de druk vanaf de vloeren onder controle blijven. De aanvoer vanuit het bassin moet dus worden tegengegaan. Toe nu toe is een afdekzeil (geen licht) de meest effectieve maatregel, mits het zeil zelf in geregeld onderhoud effectief wordt gehouden.

Slib. Slib in de waterstromen wordt door actieve oxidatie omgezet in koolzuurgas en water. In slib kunnen onder zuurstofarme omstandigheden toxische stoffen worden aangemaakt. Als het slib vanwege beroering loskomt kunnen ongewenste stoffen in het voedingswater terecht komen. Bassinbeluchting kan eerst leiden tot een grote toename van TOC en andere stoffen. Het kan voorkomen dat pas na weken of maanden de bestaande sliblaag is weggeoxideerd. Een goed bassinbeheer is belangrijk om risico's voor het voedingswater te minimaliseren.

3. Bronwater/leidingwater/osmosewater

Natrium. Dit is vooraf te verwijderen met omgekeerde osmose (OO). Het loont de moeite dit apparaat in een controle en onderhoudsprogramma op te nemen met als doel de output concentratie onder de 0.1 mmol/l te houden. Dit is alleen effectief als de capaciteit van de apparatuur voldoende hoog is om pieken in de aanvoer op te vangen zonder de output concentratie te verhogen. In de praktijk is de capaciteit bijna nooit voldoende om in de volledige vraag bij mooi weer te voldoen zonder de output concentratie terug te brengen tot 0.3-0.5 mmol/l.

4. Recirculatiewater: TOC, COD en BOD

TOC. Deze waarde kan op of onder de 20 ppm gehouden worden door de bassins af te dekken en te beluchten. Voor de UV ontsmetter kan een nanofilter geplaatst worden als organische substraten worden gebruikt.

→ *Het is nog onvoldoende bekend in welke mate vloeiers in het substraat de TOC-waarde in het water beïnvloeden en effect kunnen hebben op de kwaliteitseisen van het water.*

Metalen. Deze zijn in de hand te houden door strenge eisen aan de gehalten in kokos en compost. Mochten in de voedingsoplossing te hoge gehalten aan voedingsmetalen voorkomen dan dient gericht doorgezocht te worden tot een bron is gevonden. Bekend zijn goten en het binnenwerk van afsluiters en kranen als bron van zink en koper.

Nitriet. Dit kan ontstaan door zuurstofloze omstandigheden in leidingen en tanks waarin nitraat aanwezig is. Bij concentraties > 10 mmol/l in het gietwater kan nitriet schadelijk zijn voor het gewas (W.Voogt, pers. comm.). Het is zinvol om voor de eerste beurt in de morgen het watergeefstelsel door te spoelen en het restwater voor hergebruik te beluchten. De UV apparatuur dient in periodiek controle/onderhoud te zijn en onder andere getest te worden op nitriet vorming door UV.

Er zijn geen duidelijke schadedrempels voor nitriet voor de verschillende gewassen in de opkweekfase. In de praktijk zijn geen gevallen bekend waar schade is opgetreden door een te hoog nitrietgehalte.

IJzer. IJzer dient in de vorm van een chelaat gegeven te worden. Periodiek meten in de aanvoer is noodzakelijk om te zien in hoeverre het chelaat door pH en de UV installatie onwerkzaam wordt. Het AOX proces zal meer ijzerchelaat onwerkbaar maken dan de UV zonder toevoeging van oxidator.

Mangaan. Bij beluchten van bassins en silo's moet mangaan in de aanvoer worden gemonitord omdat door beluchting ijzer en mangaan neerslaan. Als dit zo is moet mangaan als chelaat worden toegevoegd.

5. Recirculatiewater: Schimmels, bacteriën, virussen, gewasbeschermingsmiddelen

Deze kunnen deels door de UV maar veel beter door een actieve oxidatie (H_2O_2/UV) worden verwijderd.

Virussen. Bij het optreden van of een gerechtvaardigd risico op het voorkomen van virussen wordt een hoge UV dosering (250 mJ/cm^2) aanbevolen.

Op de opkweekbedrijven worden veelal volgens een vast schema chemische middelen toegediend voor de bestrijding van ziekten en plagen.

→ *Er ontbreken duidelijke schadedrempels van gewasbeschermingsmiddelen voor de opkweekplant.*

Humane ziekten; schadeclausule in substraatleverantie. Deze clausule bestaat (nog) niet voor organische toevoegingen die als plantversterker worden aangeboden.

6. Condenswater

Condenswater van het kasdek bevat geen voedingsstoffen, maar kan resten van gewasbeschermingsmiddelen bevatten en mogelijk sporen van micro-organismen. Doordat het water op centrale punten wordt opgevangen zou een afzonderlijke waterzuivering gescheiden van het reguliere watersysteem, voor zover gewenst, mogelijk kunnen zijn.

7. Compost en kokos

Compost en kokos bevatten goede eigenschappen voor de plantengroei, zoals het vochtvasthoudend vermogen en binding van nutriënten (CEC) en een goede omgeving voor microbiologische activiteit. Tegelijkertijd moeten deze organische componenten voor toepassing bewerkt en gezuiverd worden van schadelijke stoffen, zoals een overmaat aan zout, zware metalen, schadelijke micro-organismen. Kwaliteitsvoorschriften en certificaten zijn goed beschreven en moeten worden aangehouden.

8. Micro-organismen

Het aanbrengen van plantversterkers en weerbare stoffen, waaronder micro-organismen, in het substraat staat sterk in de belangstelling. De verwachting van dit soort middelen is hooggespannen. Op dit terrein is nog veel onderzoek nodig om de toepassing, de werking en het effect in kaart te brengen. Enkele toeleveranciers zijn inmiddels actief op dit gebied.

9. Humuszuren, fulvozuren, organische zuren, compostthee

Het optreden van een overmaat aan organische zuren kan bewaakt worden via de transmissiemeting op de UV ontsmetter. Hoge waarden kunnen worden voorkomen door de hoeveelheid verse organische producten te beperken (m.n. kokos en compost) of door een nanofilter of omgekeerde osmose te gebruiken in het spoelwater van nieuwe partijen. De fabrikanten kunnen door de uitgebreide voorbehandeling van deze materialen vaak garanties afgeven over maximale kleuring van het water. Een andere aanpak is om peroxide te doseren in de vuilwatersilo gestuurd op de transmissie van het aanvoerwater.

- *Een specifiek aandachtspunt is het hergebruik van de voedingsoplossing voor de biologische opkweek. Een drietal ingangen zijn: een gescheiden watersysteem voor biologische en reguliere teelt; het mengen van biologische meststoffen en 'plantversterkers' in de potgrond; wegzuiveren van de organische componenten uit het drainwater.*

10. Toxische stoffen

De bedrijfsvoering op de opkweekbedrijven is er op gericht dat zo min mogelijk schadelijke stoffen voor de planten in het watersysteem voorkomen. Onbekend is of altijd een nul-tolerantie moet worden nagestreefd of dat voor sommige stoffen een lage tolerantiegrens acceptabel is. Dit laatste zou mogelijk sommige emissies kunnen reduceren, zonder extra risico's te lopen.

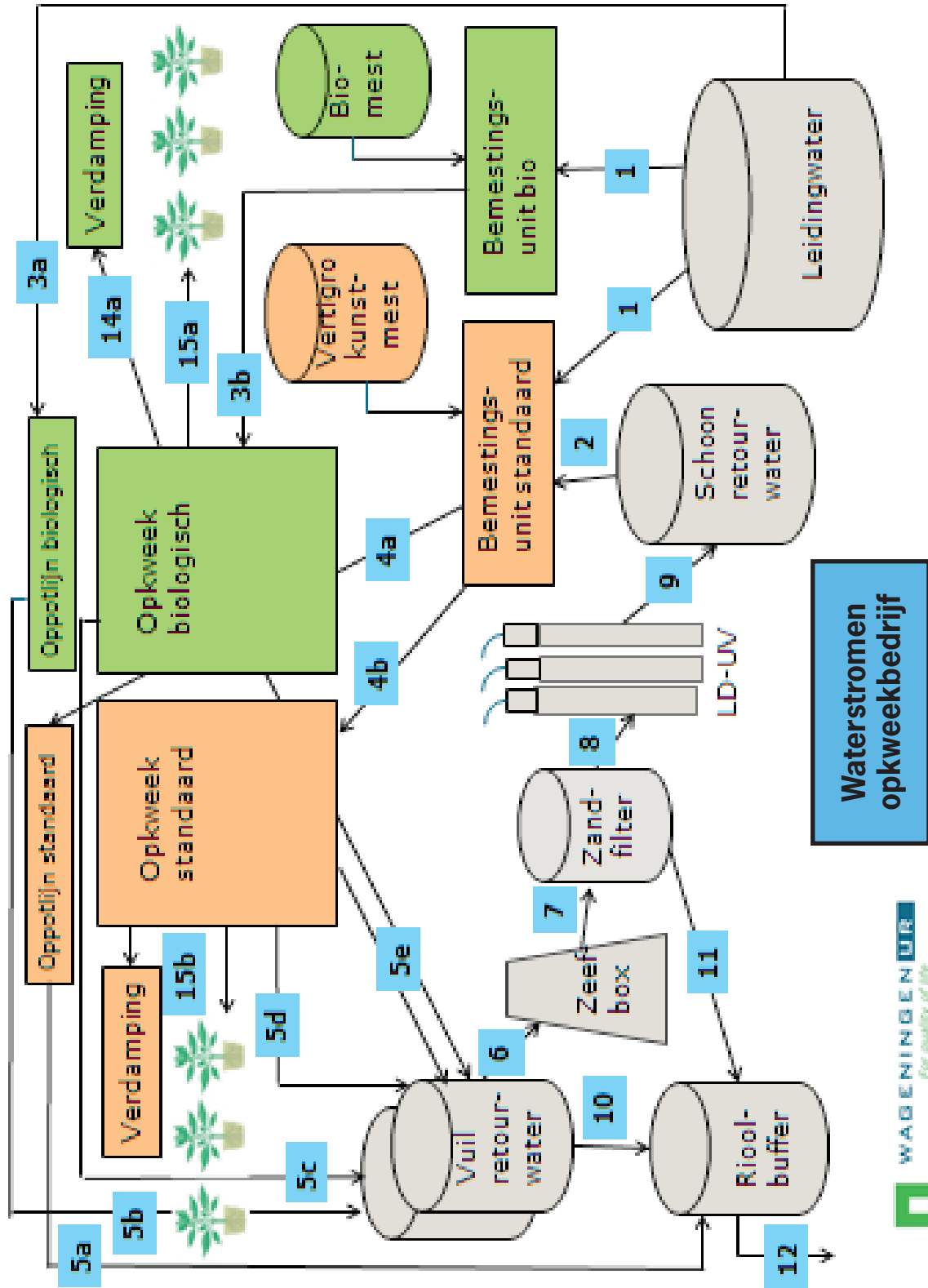
- *Onafhankelijke analyses moeten duidelijkheid geven over de aanwezigheid van schadelijke stoffen in het substraat.*
- *De schadelijkheid van remstoffen en ontsmettingsmiddelen voor de opkweek van (groente-)planten is bekend. Kennis van schadedrempels maken duidelijker welke maatregelen nodig zijn en waar mogelijk bespaard kan worden.*

Bijlage 3 geeft een samenvattend overzicht van de problemen, de kennis en kennisvragen t.a.v. de kwaliteitscriteria. Voor zover aanwezig en beschikbaar zijn de kwaliteitseisen kwantitatief benoemd. In een aantal gevallen zijn wel analyseresultaten en ervaringsgegevens aanwezig, maar zonder toestemming van de eigenaren of opdrachtgevers niet beschikbaar. In de kolom 'kennis(lacune)' is dit aangegeven. Met o.a. Groen Agro Control en de begeleidingsgroep is afgesproken dat we binnen wp 1 geen inspanning plegen om deze gegevens boven water te halen. Wanneer op een later moment in het project blijkt dat inzicht in deze cijfers wel relevant is zullen daarover verdere afspraken worden gemaakt.

5 Literatuur

- Asli, S. and Neumann, M. 2010.
Rhizosphere humic acid interacts with root cell walls to reduce hydraulic conductivity and plant development. *Plant Soil* 336:313-322
- Berckmoes, 2011:
Waar zijn de wortellexudaten naar toe? Onderzoek naar actief kool roept vragen op. *Proeftuinnieuws* 8, 21-22.
- Bergstrand, FK.J., S. Khalil, M. Hultberg and B.W. Alsanius, 2009.
Seasonal Variations of Biotic Factors in Closed Commercial Greenhouse Growing Systems with Tomato. *ISHS Acta Hort.* 819:195-201
- Hofland-Zijlstra J.D., R.S.M. de Vries¹ & H. Bruning, 2011.
Kennisinventarisatie naar de achtergronden en toepassingen van electrochemisch geactiveerd water in de agrarische sector. Rapport GTB-1087.
- Jinsheng Huang, D.P. Meador, D.B. Decio and P.R. Fischer, 2011.
Effect of Peat-Based Substrate and Irrigation Cycles on the Residual Activity of Sodium Hypochlorite. *Acta Hort.* 891, ISHS 2011: 241-248.
- Marschner H. 1995.
Mineral nutrition of higher plants.
second edition. 889pp. London: Academic Press
- Morard, Ph. *et al.* 2011.
Direct effects of humic-like substance on growth, water and mineral nutrition of various species. *Journal of Plant Nutrition* 34: 1, 46-59
- Nederhoff, E., 2000:
Hydrogen peroxide: unsuitable for root disease control in hydroponic vegetables, In: R. r. f. t. V. F. V. Sector., (ed.).
- Raviv M. and J.H. Lieth, 2008.
Soilless Culture. Theory and Practice. Elsevier
- Runia, W.T. and Boonstra, S., 2001.
Disinfection of Pythium-infested recirculation water by UV-oxidation technology. *Meded Rijksuniv Gent Fak Landbouwkd Toegep Biol Wet.* 2001;66(2a):73-82.
- Runia, W.T. and Boonstra, S., 2002.
Efficacy of UV-oxidation technology against tomato mosaic virus in recirculation water. 2nd International conference on the alternative control methods against plant pests and diseases, Lille, March 2002.
- Runia, W.T. and Boonstra, S., 2004.
UV-Oxidation Technology for Disinfection of Recirculation Water in Protected Cultivation. *ISHS Acta Hort* 644: 549-555
- Sonneveld, C. en W. Voogt, 2009.
Plant Nutrition of Greenhouse Crops. Springer-Science- 431 pages.
- Staalduinen, J. van en C. Blok, 2010.
Remedie tegen groeiremming in roos is niet zonder risico's. UV-ontsmetting plus toediening van waterstofperoxide maakt korte metten met verontreinigen. *Onder Glas* 3: 66-67.
- Wever G. and Scholman R., 2011.
RHP requirements for the safe use of green waste compost in professional horticulture. *ISHS Acta Hort.* 891: 281-286
- Wurff, A. van der *et al.* 2011.
Weerbaar Substraat: Opstellen Matrix. Bouwstenen voor weerbaar telen. Wageningen UR Glastuinbouw, oktober 2011.
- Yun-Im Kang, *et al.* 2011.
Effects of root zone pH and nutrient concentration on the growth and nutrient uptake of tomato seedlings. *Journal of Plant Nutrition*, volume 34, issue 5: 640-652

Bijlage I Schema waterstromen opkweekbedrijf



Bijlage II Voedingsschema voor opkweek planten (uit 2 bronnen)

Table Nutrient levels in horticultural nutrient solutions					
Element	Abbreviation	units	low	normal	high
Ammonium	NH ₄	mmol/l	0.0	0.5	4.0
Potassium	K	mmol/l	2.0	10.0	20.0
Sodium	Na	mmol/l	0.5	2.0	8.0
Calcium	Ca	mmol/l	1.0	5.0	10.0
Magnesium	Mg	mmol/l	1.0	2.5	8.0
Nitrate	NO ₃	mmol/l	2.5	15.0	30.0
Chloride	Cl	mmol/l	0.2	2.0	8.0
Sulphate	SO ₄	mmol/l	1.0	4.0	8.0
Bicarbonate	HCO ₃	mmol/l	0.0	1.0	6.0
Phosphate	HPO ₄	mmol/l	0.2	1.0	3.0
Silicon		mmol/l	0.0	0.5	5.0
Iron	Fe	μmol/l	5.0	50.0	80.0
Manganese	Mn	μmol/l	0.0	5.0	15.0
Zinc	Zn	μmol/l	0.0	2.0	10.0
Boron	B	μmol/l	5.0	30.0	80.0
Copper	Cu	μmol/l	0.0	0.5	4.0
Molybdenium	Mo	μmol/l	0.0	0.5	4.0

Table Nutrient levels in horticultural nutrient solutions					
Element	Abbreviation	units	low	normal	high
EC		mS/cm		2.3	
Ammonium	NH ₄	mmol/l		1.25	
Potassium	K	mmol/l		6.75	
Sodium	Na	mmol/l		2.00	
Calcium	Ca	mmol/l		4.50	
Magnesium	Mg	mmol/l		3.00	
Nitrate	NO ₃	mmol/l		16.75	
Chloride	Cl	mmol/l		2.00	
Sulphate	SO ₄	mmol/l		2.50	
Bicarbonate	HCO ₃	mmol/l		1.00	
Phosphate	HPO ₄	mmol/l		1.25	
Silicon		mmol/l		0.50	
Iron	Fe	μmol/l		25.00	
Manganese	Mn	μmol/l		10.00	

Zinc	Zn	µmol/l	5.00
Boron	B	µmol/l	35.00
Copper	Cu	µmol/l	1.00
Molybdenium	Mo	µmol/l	0.50

Bijlage III Overzicht kwaliteitscriteria gietwater opkweek

Kwaliteitseisen Goed Gietwater							
kwiteitseisen	t.a.v.	probleem	ondergrens	bovengrens	schade	opmerking/ oplossing	kennis(lacune)
voeding	pH, EC, (hardheid)	oplopende pH in substraat; onvoldoende pH buffercapaciteit substraat	pH 4	pH 7; buffer >25 mmol HCl/kg substraat	> = pH8 en <= pH ₄	BRL* en Kiwa-keurmerk 'pH-buffer opkweekpotten'	
bassin/oppervlaktewater	elementen	geen duidelijke kwaliteitseisen voor voedingsschema biologische teelt	zie bijlage 2 Voedingschema voor opkweekplanten			bromelia en anthurium zijn gevoelig voor borium.	maximum Na-gehalte?
bronwater/osmosewater	algen	explosieve vermeerdering bij gunstige omstandigheden, verhoging pH, neerslag zouten, tekort voedingselementen; verstoppingen watersysteem.				afsluiten/afdekken bassins/silo's	
leidingwater		Na-gehalte bij onvoldoende onderhoud osmose-installatie		< 0.1 mmol			
recirculatie-water	TOC	Bij hoge waarden problemen met filters (fouling en bio-fouling) en lagere transmissiewaarde		20 mg/l	140 mg/l	Indicator voor waterkwaliteit	invloed vloeiërs op TOC?
	COD						
	BOD			20 mg/l	140 mg/l		
	metalen						
	pH, EC, hardheid		pH 4	pH 7			veilige waarden voor opkweek?
	nitriet	Nitriet-gehalte neemt toe bij UV-ontsmetting. Geen schade bekend bij plantenkwekers.		5 mmol/l	10 mmol/l		
	ijzer, mangaan, zink, chelaten	Fe-chelaten verstoppen filters					
	humuszuren, fulvozuren, organische zuren	lage concentraties positief effect, te hoge conc. belemmert waterstroming bij de wortels, fouling bij de wortels. Kunnen zuivering/ontsmetingsstelsel aantasten en werking verstoren (hechten aan glas, ...)	tot 100-400 mg/l	1 g/l			praktijkervaringen met toepassing onbekend. Biologisch?
recirculatie-water	schimmels (Pythium, Phytophthora, Fusarium) en aerobe bacteriën (Xanthomonas, Clavibacter, Agrobacterium, Rhizogenes)	verstopping water- / filtersysteem	Aerobe kiemgetallen	10 ⁸ cfu/ml		UV-behandeling water; ontsmetten zaad (o.a. met geactiveerd water)	Ervaringscijfers bij GAC

Kwaliteitseisen Goed Gietwater							
kwiteitseisen	t.a.v.	probleem	ondergrens	bovengrens	schade	opmerking/ oplossing	kennis(lacune)
		pathogeen, ontstaan van symptomen		cfu* schimmels <50 (D:<10); bact. <1000		GSPP-eisen** groente-opkweek; nultolerantie op Q-org. en getole- reerde ziekten	GAC ervaringen met infectiedruk getolereerde ziekten
	bacteriën (anaeroob)	?					
	virussen	in water: komkommerbont virus/pepino/ paprikamozaïkvirus/ ...	0-tolerantie			Verspreiding in water; verspreiding door bodemschimmel (Oidium); Oplossing: UV en verhitting; werken volgens hygiëneprotocol	Watertest op virus: ELISA (serologische test) en PCR (moleculaire test). PCR de laagste detectiegrens
	insecten	geen issue					
	aaltjes/anders	kan punt zijn bij rozenvermeerdering	cfu 0				
	gewasbeschermingsmiddelen	veelvuldig gebruik in opkweekfase, kan remmend werken (imidacloprid). Kleine kans op schadewerking vloeiers gbmen					grenswaarde Imidacloprid
condenswater		risico voor pathogenen en middelen					
weerbare middelen							
compost	voeding	te hoog zout gehalte, stabiliteit o.s.		max. 20% volume in mengsel; K en P-conc. Limiterend	OUR: > 40 mg O2/g d.s./uur	OUR-methode, certificaten	RHP en GAC-ervaringen aan metingen (niet vrij)
	ziekten	risico voor pathogenen				compostering volgens normen	RHP en GAC-ervaringen aan metingen (niet vrij)
	humane ziekten	besmettingskans legionella door potgrond bijzonder klein, maar niet verwaarloosbaar	grens = 0				
	zware metalen					RHP-normen	
micro-organismen							

Kwaliteitseisen Goed Gietwater							
kwaliteitseisen	t.a.v.	probleem	ondergrens	bovengrens	schade	opmerking/ oplossing	kennis(lacune)
organische extracten	compostthee e.a.	praktijkervaringen niet consistent; moeilijk meetbaar en kwantificeerbaar				Gebruik maken van een stapeling van mechanismen	ontwikkelen meetmethoden; correlatie composithee - T10?
(organische) meststoffen		vragen over kwaliteitseisen voedingswater en hergebruik (bio-opkweek)					
overige toxische stoffen							
	ontsmettingsmiddelen, schoonmaakmiddelen en waswater fust	toxische werking op groei opkweek				Spoelwater en schoonmaakwater naar riool (huidige werkwijze)	grenswaarden?
	uitvloeijs uit steenwol, lijmstoffen lijmpluggen, fenolen uit substraten	blijvende discussie over schadelijke werking uitvloeijs					grenswaarden?
	groeiremmers uit remmiddelen sierteelt	toxische werking in groente-opkweek via teeltvloer.		0-tolerantie bij groente- opkweek		Harde' middelen niet toepassen	grenswaarden? Watergedragen overdracht remstoffen onbekend.
	chemische middelengebruik sierteelt					Resten sierteeltmiddelen voorkomen in groenteopkweek	grenswaarden?

Kennis over de grenswaarden

Bekend, oplossing bekend

Onbekend

Ervaringscijfer/analyses plkw/(GAC)

Voorstel onderzoek WP2 WUR/GAC

- * cfu=colony forming units
- ** BRL= beoordelingsrichtlijn
- *** GSPP=good seed and plant practices gericht op voorkomen Clavibacter

Bijlage IV Literatuuroverzicht kwaliteitseisen gietwater

Kwaliteitseisen: Voeding (pH, EC, elementen)

EFFECTS OF ROOT ZONE PH AND NUTRIENT CONCENTRATION ON THE GROWTH AND NUTRIENT UPTAKE OF TOMATO SEEDLINGS. Journal of Plant Nutrition, volume 34, issue 5, 2011: 640-652

Yun-Im Kang^a, Jin-Myeon Park^b, Seung-Heui Kim^b, Nam-Jun Kang^a, Kyoung-Sub Park^a, Si-Young Lee^a & Byoung Ryong Jeong^c

Abstract

The effects of nutrient concentration and pH, two major chemical properties of soil, on plant responses were investigated with seedlings of tomato, which is widely grown in greenhouses, as the model plant. An experiment with four levels of nutrient concentration [None (NC 0), 1 (NC 1), 5 (NC 5), and 10 folds (NC 10)], in combination with three pH levels (4, 6, and 8), was conducted. The fresh and dry weight and leaf area of tomato seedling increased until NC5, but decreased at NC10. Transpiration rates, stomatal conductance, and evapotranspiration reduced with increasing nutrient concentration. The responses to the pH levels differed by the nutrient-concentration levels. The unsuitable root zone pH, pH 4 and pH 8, caused more reductions of transpiration rates, stomatal conductance, and evapotranspiration than pH 6 does under high nutrient concentrations, specifically pH 8 strongly depressed these. At pH 8, fresh and dry weight and areas of shoot and root sharply reduced more than at pH 4. Total nitrogen (N) content in shoot and root was not significantly affected by pHs and nutrient concentrations. High pH and high nutrient concentration level increased magnesium uptake, but decreased calcium uptake. The contents of microelements decreased as nutrient concentration increased. Changes of macro and micro element content among treatments were smaller in shoot than in root. The results imply that not only nutrient concentration but also root zone pH is associated with osmotic stress, and tomato seedlings have a tendency to reduce shoot more than root against the stress. However, nutrient contents of shoot are maintained over a certain level and surplus nutrients are stored at the root.

Kwaliteitseis: TOC, COD

K.-J. Bergstrand, S. Khalil, M. Hultberg and B.W. Alsanius, 2009. Seasonal Variations of Biotic Factors in Closed Commercial Greenhouse Growing Systems with Tomato. ISHS Acta Hort. 819:195 -201

Keywords: chemical oxygen demand, COD, hydroponics, microflora, phospholipids fatty acid analysis, PLFA, sole carbon source utilization, SCSU, total organic carbon content

Abstract

Biotic factors (general bacterial and fungal microflora, fluorescent pseudomonades, actinomycetes, and selected pathogens) were monitored in the nutrient solution of three commercial greenhouse nurseries growing tomatoes in closed systems during the growing season. All three used different disinfestation technologies for reducing the dispersal of root pathogens by the recirculating nutrient solution (slow filtration, multi-layer filtration, oxidation with advanced oxidation technologies, AOT). Supporting variables such as total organic carbon (TOC) content and chemical oxygen demand (COD), oxygen content, temperature, pH and electrical conductivity were measured.

Individual changes in biotic and supporting factors occur depending on the design of the growing system. Both patterns of SCSU and PLFA profiles indicated shifts in the composition and the function of the microflora inhabiting the nutrient solution during the growing period. A correlation ($R^2=95.7\%$) between TOC and COD was established.

The objective of the present was to study examine the interaction between biotic factors in the nutrient solution of closed systems and the crop's developmental stage on the level of commercial nurseries. The hypotheses are:

- (i) The biotic factors in closed hydroponic systems shift during the growing season;
- (ii) Shifts can be related to different developmental stages of the plant; and
- (iii) Shifts in biotic factors are affected by the design of the growing system.

The significantly higher levels of TOC and COD in the nutrient solution collected from tomato plants in a flowering and fruit-bearing stage might indicate a higher root exudation in the middle of the season, when light influx is the highest. Furthermore, during this stage, root death and decay of roots may also increase as a result of partition of photosynthates.

Kwaliteitseis: Schimmels en bacteriën

Runia, W.T. and Boonstra, S., 2001. Disinfection of Pythium-infested recirculation water by UV-oxidation technology. Meded Rijksuniv Gent Fak Landbouwkd Toegep Biol Wet. 2001;66(2a):73-82.

Abstract

Selective disinfection against *Pythium aphanidermatum* in recirculation water was tested with UV-irradiation and with UV-oxidation technology (H_2O_2/UV) with the objective to reduce the electrical energy consumption per cubic meter treated water. UV-oxidation technology is based on injection of hydrogen peroxide in recirculation water, just before passage along a UV-lamp, thus creating hydroxyl radicals. *Pythium aphanidermatum* was applied artificially to recirculation water from tomatoes, grown, in rockwool and coconut fibre. Other parameters in this study were pH and transmission value (T10) of the infested recirculation water. Results indicated that the recommended UV-C dose of 100 mJ/cm² for elimination of fungal pathogens in general can be lowered in case recirculation water is infected with *Pythium aphanidermatum* only. When UV-oxidation technology was applied with 1 mmol hydrogen peroxide per litre (= 34 ppm?) recirculation water, the UV-C dose could be reduced even more in comparison with merely UV irradiation.

Runia, W.T. and Boonstra, S., 2002. Efficacy of UV-oxidation technology against tomato mosaic virus in recirculation water. 2nd International conference on the alternative control methods against plant pests and diseases, Lille, March 2002.

Summary

Recirculation water of agricultural and horticultural crops in closed cultivation systems may be infected with root pathogens. Disinfection of the water before re-use eliminates the risk of dispersal of pathogens. Options for water treatment against the group of tobacco mosaic viruses are at the moment heat treatment, ultraviolet irradiation (UV) and ozonation. With the objective to reduce the required technology was tested against tomato mosaic virus in recirculation water with UV T₁₀ transmittance of 20%. UV-oxidation technology reduced the required UV-C dose for a 99.9% reduction in infectivity of the pathogen tested with 32 to 52% in comparison with solely UV-irradiation.

Runia, W.T. and Boonstra, S., 2004. UV-Oxidation Technology for Disinfection of Recirculation Water in Protected Cultivation. ISHS Acta Hort 644: 549-555

Keywords: D10, Fe-DTPA, Fe-EDDHA, *Fusarium oxysporum*, hydrogen peroxide, hydroxyl radicals, pH, rockwool, T10, UV/H₂O₂

Abstract

Recirculation water of agricultural or horticultural crops may be infected with root pathogens. Disinfection of the water before re-use eliminates the risk of dispersal of pathogens. Options for water treatment are heat treatment, ultraviolet irradiation (UV), ozonation or slow filtration. With the objective to reduce the energy input in comparison with UV-irradiation at an equal efficacy, UV-oxidation technology was tested against *Fusarium oxysporum*. The optimum concentration of hydrogen peroxide (H₂O₂) proved to be 1 mmol L⁻¹. After injection of 1 mmol L⁻¹ of H₂O₂ in recirculation water with a UV transmission value (T10) of 20%, just before passage along the UV-lamp, the D10 value (90% reduction) was 18 mJ cm⁻² at a pH of 6 and 13 mJ cm⁻² when the pH was 4. Without application of H₂O₂ the required UV-C doses under the same conditions were 20 mJ cm⁻² and 18 mJ cm⁻² respectively. When the T10 of the recirculation water with pH 4 was 10%, the D10

value amounted to a UV-C dose of 51 mJ cm⁻² when 1 mmol L⁻¹ of H₂O₂ was applied and to 65 mJ cm⁻² without H₂O₂. In this study UV-oxidation technology, applied for the treatment of recirculation water, reduced the energy input with 10% to 28% in comparison with solely UV-irradiation.

Jan Tineke D. Hofland-Zijlstra¹, Rozemarijn S.M. de Vries¹ & Harry Bruning, 2011. Kennisinventarisatie naar de achtergronden en toepassingen van electrochemisch geactiveerd water in de agrarische sector. Rapport GTB-1087.

Zaadbehandeling

Het onderdompelen van tomatenzaden van geïnfecteerd fruit voor 1-3 minuten in geactiveerd water reduceerde de populaties van *X. campestris* pv. *vesicatoria* significant van de oppervlakte van het zaadje zonder dat de zaadkieming werd beïnvloed (Abbasi & Lazarovits 2006).

Een andere studie toont aan dat tarwezaden na behandeling van 20 min met geactiveerd water niet meer geïnfecteerd werden door schimmels zoals *Aspergillus*, *Cladosporium* en *Penicillium* spp. (Al-Haq *et al.* 2005).

Verwijdering van biofilm in leidingen

Leidingen kunnen snel verstopt raken door ophoping van bacteriecellen in polymeerachtige structuren (glycocalyx). Het geactiveerde water blijkt een goede reducerende werking te hebben op bacterien, zoals *Listeria monocytogenes*, zodat biofilms op roestvrijstaal binnen vijf minuten is verdwenen (Kim *et al.* 2001). De hoogste inactivatie vindt plaats binnen de eerste seconden en de extra tijd is nodig om de binnenste bacteriecellen te bereiken van de biofilm. Door te werken met concentraties vanaf 10% werd de verstopte leiding weer goed schoon.

Gewasbehandelingen

Behandelingen van het gewas of product via spuitbehandelingen of mistbehandelingen worden binnen het kader van goed gietwater niet meegenomen.

Toepassingen met chemisch geactiveerd water hebben wel een aantal beperkingen waar rekening mee gehouden moet worden bij het gebruik.

1. Risico van roestvorming op metalen en broos worden van kunststoffen.
2. Gewasschade. Vooral bij zuur geactiveerd water met lage pH (2-3).
3. Gebruik van NaCl als zout is niet geschikt voor reiniging van leidingen vanwege problemen met ophoping van natriumwaardes en noodzaak van spuien.
4. Aanschaf van een electrolysemachine is een investering van een paar duizend euro's waar financiële ruimte voor moet zijn. Vervoer van flessen met geactiveerd water is niet toegestaan. Het moet op het bedrijf zelf geproduceerd worden. Gebruik maken van een apparaat van de buurman is niet toegestaan.
5. Afhankelijk van electrolysemachine, deze moet betrouwbaar zijn en niet storingsgevoelig.
6. De benodigde inwerktijd is afhankelijk van de gewasstructuur, maar duurt meestal meer dan 5 of 10 minuten, voordat alle bladeren geraakt zijn.
7. Risico's voor gebruikers. Bij gebruik van zuur geactiveerd water komt chloorgas vrij, dit is schadelijk bij inademing (met name bij vloeistoffen met zure pH's). Contact met de vloeistof geeft huidirritatie. Hiervoor zijn beschermende maatregelen nodig.

Kwaliteitseis: Compost

Wever G. and Scholman R., 2011. RHP requirements for the safe use of green waste compost in professional horticulture. ISHS Acta Hort. 891: 281-286

De grootste risico's voor gebruik van compost in een professionele tuinbouwomgeving zijn het voorkomen van plant pathogenen en onkruid, hoog zout gehalte, phytotoxiciteit en stabiliteit organische stof. Standaards zijn opgesteld om de genoemde risico's te beheersen. Eerste stap is de selectie van goed groen afval, zoals snoei afval. Afval uit de

tuinbouw zelf geeft teveel risico's. Compostroute en 'gescheiden' gebruik werktuigen moet herinfectie voorkomen. Bij het compostingsproces worden eisen gesteld aan de opbouw van de composthoop, tijd en temperatuur en frequentie van bewerken. Grenzen zijn aangegeven aan EC en concentraties nutriënten en sporenelementen. Tenslotte is een **maximum gesteld van 20% menging** van groen afval compost aan gecertificeerd RHP-mengsels. De OUR (Oxygen Uptake Rate)-methode wordt gebruikt als maat voor de stabiliteit van de compost.

De OUR meet de hoeveelheid zuurstof die wordt verbruikt door micro-organismen in een substraat onder niet limiterende omstandigheden. Met andere woorden de maximale afbraaksnelheid van het materiaal bij overmaat voeding, zuurstof en micro-organismen. Veen heeft een typerende waarde van 3 mg zuurstof per gram DS per uur. Voor kokos is dit 2-5 mg zuurstof per gram DS per uur en voor acceptabele compost 15-25 mg zuurstof per gram DS per uur, Boven de 40 mg zuurstof per gram DS per uur zijn binnen twee maanden problemen met de stabiliteit van het substraat te verwachten zoals inzakken en te nat worden.

Kwaliteitseis: Humuszuren, fulvozuren, organische zuren, compostthee

Asli, S. and Neumann, M. 2010. Rhizosphere humic acid interacts with root cell walls to reduce hydraulic conductivity and plant development. Plant Soil 336:313-322

Humuszuren en gerelateerde stoffen kunnen in lage concentraties een positieve werking hebben op de groei en ontwikkeling van gewassen. Bij concentraties van 300 - 1000 mg/l is een negatief effect gevonden op de groei van jonge maisplanten. Een geremde toevoer van water (hydraulic conductivity) en meststoffen naar de wortels door fouling van de humuszuren en andere organische stoffen van de rhizosphere wordt als oorzaak gezien. De gevoeligheid voor waterstress neemt in deze situaties toe. In normale **veldomstandigheden** varieert de concentratie humuszuren van **enkele tientallen tot een paar honderd mg/l**. Zelfs bij **10 mg/l** is eerder al **groeiremming** aangetoond.

Morard, Ph. et al. 2011. Direct effects of humic-like substance on growth, water and mineral nutrition of various species. Journal of Plant Nutrition 34: 1, 46-59

The influence of humic substances was studied with an humus like product (SHBR_) prepared with a thermal and mechanical process applied topoplar sawdust. This process allows experimentations using HS of homogeneous and reproducible quality. Most of trials were conducted on soilless culture by adding SHBR_ into nutrient solutions of various species, such as cucumber, maize, pelargonium, tomato etc. These various species were cultivated exactly in the same conditions. The results showed a biostimulating effect on plant growth and development of each species studied when SHBR_ were diluted in nutrient solutions at concentrations between **100 to 400 mg SHBR_ L-1**. The application of the humic-like substance induced development stages faster about three to five days versus control. They also provoked a better efficiency of plant water uptake and they improved mineral nutrition (especially for micronutrients). Effects on growth and development can be explained by a hormone like effect of low molecular size fractions of SHBR_ that could penetrate into plants. Influence on plant nutrition is undoubtedly related to surfactant properties of the product. It is also suggested that the better efficiency of water uptake could be due to high molecular size fractions of SHBR_ that disturb the water passage into roots. So, the heterogeneity of the observed effects could be explained taking into account the various macromolecular sizes of the fractions constituting SHBR_ humic substances.

Wurff, A. van der et al. 2011. Weerbaar Substraat: Opstellen Matrix. Bouwstenen voor weerbaar telen. Wageningen UR Glastuinbouw, oktober 2011

Het substraattype is bepalend voor de samenstelling van het micro-leven en daardoor hebben waarschijnlijk niet alle substraattypen dezelfde potentie qua weerbaarheid. Los van toevoegingen heeft het substraattype een belangrijk effect op de samenstelling van het microbiële bodemleven. Bijvoorbeeld kokos is in het algemeen rijk aan bacteriën, schimmels en protozoën, terwijl in steenwol vooral bacteriën aanwezig zijn terwijl schimmels en protozoën in aantallen achterblijven. De 'plantversterkers' kunnen worden ingedeeld in vier categorieën, namelijk compost, micro-organismen, organische extracten op basis van dood materiaal en meststoffen. Een belangrijk knelpunt is de wettelijke toelating van producten als gewasbeschermingsmiddel en de maximaal toelaatbare

bemesting in een grondgebonden teelt. Een ander knelpunt zijn de niet afdoende specificaties van de geleverde producten. Zo kan een producent wel aangeven of een product gevoelig is voor een hoge zuurgraad of een hoge EC, maar de optimale omstandigheden voor het middel zijn vaak niet precies bekend. Dit vraagt nog veel onderzoek.

Van bacterie- en schimmelpreparaten voor de bodemteelten is voornamelijk een meerwaarde te verwachten, vooral in de sierteelt, van een verhoogd takgewicht. Het meest perspectief biedende preparatendie worden toegeediend in de opkweekfase. Preparaten kunnen mogelijk een meerwaarde bieden op substraat. De substraten beginnen met een relatief schone start en naar verwachting is er dan nog levensruimte die ingenomen kan worden. De werkzaamheid van de middelen tegen ziekten en plantenplagen is een groot vraagteken. Er is een grote behoefte aan meetmethoden voor kwantitatieve metingen. In de natuur is meestal een stapeling van mechanismen verantwoordelijk voor een drastische afname van de schade aan de plant die veroorzaakt wordt door een ziekte of plaag. Met een zogenaamde "concept aanpak" worden een aantal mechanismen (middelen) gestapeld, zoals het gebruik van wettelijk toegelaten antagonisten samen met organische meststoffen (compostthee, zeewier of algen), stoffen die de plantopname verbeteren (fulvine- en huminezuren) en mogelijk de plant versterken (o.a. silicium) tegen bovengrondse ziekten en plagen zoals Botrytis of witte vlieg.

Een mengsel van fulvo- en humuszuren gaf in proeven van WUR (Jansen, 2011) al problemen met verstopping van nanofilters en omgekeerde osmose membranen bij 100 mg/l. Teeltkundig zijn pas bij hogere concentraties problemen te verwachten maar de donkere kleur bij 100 ppm zal ook zeker leiden tot langduriger gebruik van de UV ontsmetter.

