



Recirculatie snij-amaryllis (*Hippeastrum*) in tweede teeltjaar (2014)

Behoud plantgezondheid en voorkomen groeiremming
bij hergebruik drainwater

Arca Kromwijk¹, Piet Hein van Baar², Liesbeth Nijs³, Jan Overkleeft⁴, Chris Blok¹,
Barbara Eveleens¹ en Marc Grootsholten²

Rapport GTB-1362

1. Wageningen UR Glastuinbouw, 2. GreenQ Improvement Centre, 3. Groen Agro Control, 4. Amaryllis teeltbegeleiding en advies

Referaat

In de teelt van snij-amaryllis (*Hippeastrum*) wordt nog weinig drainwater hergebruikt vanwege sterke vermoedens van groeiremmende stoffen in het drainwater. Om de emissie terug te dringen is op verzoek van de amaryllistelers onderzoek gestart naar mogelijkheden om drainwater van amaryllis her te gebruiken met zo min mogelijk risico op groeiremming. In een kasproef bij het GreenQ IC in Bleiswijk is in samenwerking met Wageningen UR Glastuinbouw, Groen Agro Control en LTO Glaskracht hergebruik van drainwater behandeld met geavanceerde oxidatie (=toediening van waterstofperoxide net voordat het drainwater door de UV-ontsmetter gaat) vergeleken met hergebruik van drainwater na UV-ontsmetting en met een controlebehandeling zonder hergebruik van drainwater. In het eerste en tweede teeltjaar zijn geen verschillen in productie opgetreden en zijn geen nadelige effecten op de gewasgroei gezien. Het hergebruik van drainwater is voor een amaryllisgewas dat 3 à 4 jaar vast staat relatief kort geweest. Daarom wordt het onderzoek op verzoek van de telers voortgezet met een derde teeltjaar in 2015 met een financiële bijdrage van amaryllistelers, de Topsector Tuinbouw en Uitgangsmaterialen en het Productschap Tuinbouw.

Abstract

In the Netherlands most crops grown in greenhouses reuse drain water. However, in the cultivation of amaryllis cut flowers (*Hippeastrum*) little drainage water is being reused so far because of strong suspicions of inhibitory substances in the drainage water. To reduce the emission of nutrients to the environment an experiment was started on request of the amaryllis growers. In a greenhouse experiment drainage water of amaryllis was treated with advanced oxidation and reused. This was compared with the reuse of drainage water treated with an UV disinfectant and a control treatment without the reuse of drainage water. In the first and second year of cultivation, there was no difference in production and no adverse effects were seen in crop growth. In this experiment the reuse of drainage water has been for a relatively short period for amaryllis cut flower cultivation. Therefore, the research will be continued for a third year of cultivation in 2015 with a financial contribution from amaryllis growers, the 'Topsector Tuinbouw en Uitgangsmaterialen' and the Product Board for Horticulture.

Rapportgegevens

Rapport GTB-1362

Projectnummer: 3742085134

PT nummer: 14994

Disclaimer

© 2015 Wageningen UR Glastuinbouw (instituut binnen de rechtspersoon Stichting Dienst Landbouwkundig Onderzoek), Postbus 20, 2665 MV Bleiswijk, Violierenweg 1, 2665 MV Bleiswijk, T 0317 48 56 06, F 010 522 51 93, E glastuinbouw@wur.nl, www.wageningenUR.nl/glastuinbouw. Wageningen UR Glastuinbouw.

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

Adresgegevens

Wageningen UR Glastuinbouw

Postbus 20, 2665 ZG Bleiswijk

Violierenweg 1, 2665 MV Bleiswijk

T +31 (0)317 48 56 06

F +31 (0)10 522 51 93

Inhoud

	Samenvatting	5
1	Inleiding	7
2	Materiaal en methode	9
2.1	Proefopzet kasproef	9
2.1.1	Technische uitvoering	10
2.1.2	Analyses drainwater	11
2.1.3	Fytotox toetsen drainwater	11
2.1.4	Gewaswaarnemingen	12
2.2	Analyses spoelwater na stomen uit praktijk	12
2.3	Communicatie	12
3	Resultaten	15
3.1	Teeltschema en klimaatinstellingen	15
3.2	Bemesting en watergift	15
3.3	Analyse drainwater op gewasbeschermingsmiddelen	22
3.4	Lycorinegehalte in drainwater	22
3.5	Fytotox drainwater	22
3.5.1	Fytotox 13 mei 2014	22
3.5.2	Fytotox 31 juli 2014	25
3.6	Stand van het gewas en substraatmonsters	27
3.7	Bladwaarnemingen twee weken voor blad snijden	29
3.8	Bladanalyses twee weken voor blad snijden	31
3.9	Productie	32
3.10	Analyses spoelwater na stomen in praktijk	33
3.11	Berekening emissie	35
3.12	Verbruik waterstofperoxide	36
4	Conclusies en discussie	37
4.1	Conclusies	37
4.2	Discussie	37
	Literatuur	41
	Bijlage I. Gewasanalyses Red Lion per behandelingscombinatie	43
	Bijlage II. Overzicht drainwateranalyses	45

Samenvatting

Bij amaryllis wordt nog weinig drainwater hergebruikt vanwege sterke vermoedens dat in drainwater van amaryllis groeiremmende stoffen aanwezig zijn. Om de hoeveelheid spuiwater terug te dringen is op verzoek van de amaryllistelers onderzoek uitgevoerd naar mogelijkheden om drainwater van amaryllis her te gebruiken met zo min mogelijk risico op groeiremming. In een kasproef bij het GreenQ IC in Bleiswijk is in samenwerking met Wageningen UR Glastuinbouw, Groen Agro Control en LTO Glaskracht hergebruik van drainwater behandeld met geavanceerde oxidatie (=toediening van waterstofperoxide net voordat het drainwater door de UV-ontsmetter gaat) vergeleken met hergebruik van drainwater na UV-ontsmetting en met een controlebehandeling zonder hergebruik van drainwater. Begin maart 2013 zijn de amaryllisbollen geplant en vanaf medio mei 2013 is gestart met recirculeren. De proef is uitgevoerd bij twee substraten: kleikorrels en perliet en bij twee cultivars: Red Lion en Mont Blanc. In het eerste teeltjaar (2013) zijn geen nadelige effecten geconstateerd van het hergebruik van drainwater. Er was geen verschil in de productie en er zijn ook geen nadelige effecten gezien op de gewasgroei. Omdat een amaryllisgewas 3 tot 4 jaar vast staat is het onderzoek op verzoek van de telers in 2014 voort gezet met een 2^e teeltjaar.

Resultaten tweede teeltjaar

In het tweede teeltjaar zijn opnieuw geen nadelige effecten geconstateerd van het hergebruik van drainwater. Er was geen verschil in de productie en er zijn ook geen nadelen gezien op de gewasgroei. Bij de kleine bolmaten op perliet was er bij de recirculatiebehandelingen op het oog zelfs wat minder bladverkleuring zichtbaar dan bij de controlebehandeling zonder recirculatie. In het tweede teeltjaar is echter nog niet al het drainwater hergebruikt. Tot 24 juni is 0,8 EC aan drainwater mee gedoseerd en het overige drainwater is geloosd. Vanaf 24 juni is 1,2 EC aan drainwater mee gedoseerd om lozing van drainwater te minimaliseren. Omdat van alle behandelingen (=600 m²) drainwater werd opgevangen en maar bij twee behandelingen (= 400 m²) drainwater werd hergebruikt is bij deze instellingen gemiddeld over het hele tweede teeltjaar (=2014) gemiddeld 85% van het drainwater hergebruikt en 15% geloosd. Het is dus nog niet bekend wat de resultaten zijn als al het drainwater hergebruikt wordt. Als al het drainwater wordt hergebruikt kunnen meer afwijkingen in de samenstelling van de drain op gaan treden en kan het nodig zijn om de samenstelling van het verse aandeel in de gift meer bij te sturen om de gewenste samenstelling van de voedingsoplossing te kunnen blijven geven. Daarnaast kan ook meer ophoping van Natrium optreden en indien er groeiremmende stoffen vrij komen die niet volledig afgebroken worden door de UV-ontsmetting of door de geavanceerde oxidatie zouden deze in theorie toch kunnen ophopen. Daarom is het percentage hergebruik op 24 juni zodanig verhoogd zodat naar verwachting wel nagenoeg al het beschikbare drainwater wordt hergebruikt.

Geen groeiremming aangetoond in drainwater

In de onderzochte drainmonsters van de proef is geen betrouwbare groeiremming vast gesteld. In het drainwater is geen lycorine aangetoond boven de detectiegrens van 0,01 mg/l en bij de kientesten met tuinkers, mosterd en sorghum op drainwater van de kasproef zijn geen groeiremmende eigenschappen in het drainwater aangetoond. Er was wel een trend dat op drainwater behandeld met UV of drainwater behandeld met geavanceerde oxidatie de wortellengte in de kientesten doorgaans wat groter was dan op onbehandeld (vuil) drainwater.

Spoelwater na het stomen

Eens in de 3 jaar worden de amaryllisbollen gerooid en wordt het substraat gestoomd. Na het stomen wordt het substraat doorgespoeld. Vanwege hoge EC en sterke vermoedens van aanwezigheid van groeiremmende stoffen in het spoelwater wordt dit spoelwater geloosd. Daarom zijn januari 2014 monsters van spoelwater van drie bedrijven in de praktijk onderzocht. In één monster is lycorine gevonden (0,03 mg/l), maar bij de andere twee monsters was geen lycorine meetbaar. In het spoelwater na het stomen was de EC hoog. Vooral kalium was hoog en er zat ook veel ammonium, bicarbonaat, mangaan en borium in. Gemiddeld over de drie bedrijven was er 29 mmol/l stikstof aanwezig in het spoelwater. Jaarlijks wordt gemiddeld 1/3 deel van het teeltoppervlak gespoeld (teeltvakken worden om de drie jaar gerooid, gestoomd en gespoeld) en er wordt bij het spoelen van het substraat circa 100 l water/m² verbruikt. Dit betekent dat met alleen het spoelen na het stomen al een emissie van circa 135 kg N/ha/jaar ontstaat.

Hergebruik van drainwater verlaagt de emissie

Hergebruik van drainwater tijdens de teelt van snij-amaryllis op substraat geeft een sterke verlaging van de emissie van meststoffen. In de berekening voor een situatie zonder hergebruik van drainwater waarbij alle drainwater tijdens de teelt wordt geloosd, komt de emissie via lozing van drainwater in 2014 op 779 kg N/ha/jaar. In de berekening voor de proef bij het GreenQ IC met drainwater opvang van 600 m² en hergebruik drainwater op 400 m² komt de emissie in 2014 op 117 kg N/ha/jaar. Dit is flink lager dan de situatie zonder hergebruik. Als de oppervlakte van opvang en hergebruik van drainwater gelijk zou zijn geweest komt de emissie op 0 N/ha/jaar. Als de berekende emissie van het spoelwater wordt mee geteld komt de totale emissie in de situatie zonder hergebruik op 934 kg N/ha/jaar. Dit is ver boven de emissienorm van 150 kg N/ha/jaar voor 2014. In de berekening voor de proef bij het GreenQ IC met drainwater opvang van 600 m² en hergebruik drainwater op 400 m² komt de totale emissie op 253 kg N/ha/jaar. Dit is flink lager dan de situatie zonder hergebruik, maar nog altijd ruim boven de emissienorm voor 2014. Bij een gelijke oppervlakte van opvang en hergebruik van drainwater zou de emissie op 135 kg N/ha/jaar komen en dat is onder de emissienorm van 2014. Al het drainwater tijdens de teelt wordt dan hergebruikt en alleen het spoelwater wordt geloosd. De emissie ligt dan nog wel boven de norm voor 2015/2017 van 100 kg N/ha/jaar. Om de emissie nog verder naar beneden te brengen, zal daarom nagegaan moeten worden of er mogelijkheden zijn om de emissie van het spoelwater te verminderen.

Voortzetting onderzoek in 2015

Het hergebruik van drainwater van mei 2013 tot en met december 2014 is voor een amaryllisgewas dat 3 à 4 jaar vast staat relatief kort geweest. Daarom hebben de amaryllistelers geld bij elkaar gebracht om het onderzoek samen met een bijdrage van het Productschap Tuinbouw en de topsector Tuinbouw en Uitgangsmaterialen voort te zetten met een 3^e teeltjaar in 2015. Dan wordt duidelijk of de recirculatiebehandelingen ook op langere termijn geen groeiremming geven. Het is namelijk denkbaar dat groeiremmende stoffen pas tijdens of na de oogst vrijkomen als de bollen leeg getrokken worden/zijn door de bloemstelen en daardoor ook pas in een 2^e of 3^e teeltjaar gaan ophopen en groeiremming gaan geven. Daarnaast worden bij amaryllis negatieve effecten op de bloemknopaanleg pas 10 tot 22 maanden later zichtbaar in de oogst door de lange tijdsperiode tussen knopaanleg en oogst.

1 Inleiding

Om te kunnen voldoen aan de verplichtingen volgend uit de Kaderrichtlijn Water zijn afspraken gemaakt tussen de sector en betrokken overheden om de emissie van meststoffen en gewasbeschermingsmiddelen uit kassen te verminderen. Voor de substraatteelt zijn vanaf januari 2013 emissienormen van kracht geworden en deze worden komende jaren stapsgewijs verlaagd tot een nagenoeg 0 emissie in 2027. De emissienorm is een norm voor de lozing van kg N/ha/jaar. Voor overig sierteelt (waaronder amaryllis) geldt:

- 2013/2014: 150 kg N/ha/jaar. ¹
- 2015/2017: 100 kg N/ha/jaar.
- Vanaf 2018: 75 kg N/ha/jaar.

De emissienorm geldt ook voor waterstromen die niet zozeer geloosd worden als drainwater, maar wel drainwater bevatten, zoals bv. filterspoelwater als daar drainwater voor gebruikt is. Ook deze waterstroom moet dan worden gemeten (<http://www.glastuinbouwwaterproof.nl/wetgeving/substraat/>).

Bij amaryllis wordt nog weinig drainwater hergebruikt vanwege sterke vermoedens dat in drainwater van amaryllis groei remmende stoffen aanwezig zijn. Bij de amaryllistelers is wel de wens om de emissie terug te dringen en daarom heeft de amarylliscommissie de hoogste prioriteit gegeven aan onderzoek naar hergebruik van drainwater. Daarom is in 2013 onderzoek gestart hoe bij amaryllis drainwater hergebruikt kan worden zonder risico op groeiremming en met behoud van plantgezondheid, productie en kwaliteit.

In eerder onderzoek bij andere gewassen is waterzuivering met de combinatie van waterstofperoxide en UV (=geavanceerde oxidatie) toegepast om groeiremming te voorkomen bij hergebruik van drainwater. Bij actieve oxidatie wordt de toegediende oxidator (waterstofperoxide) door opvallend UV licht deels omgezet in zuurstofradicalen. Door de maar zeer kort stabiele radicalen is de ontsmettende werking groter dan wanneer de oxidator ná de UV ontsmetter wordt toegediend. Op een rozenbedrijf met een HD-UV ontsmetter en een gerberabedrijf met een LD-UV ontsmetter (beide met een waterstofperoxide-unit) is het effect bepaald van combinaties van verschillende doseringen waterstofperoxide en verschillende UV-dosering op de groei in een biotoets. Een combinatie van waterstofperoxide en UV gaf betere groeieresultaten in de biotoetsen dan UV en/of waterstofperoxide alleen. Bij de metingen werden goede resultaten gevonden bij 15-25 mg/l waterstofperoxide met een positieve uitschieter bij 40 mg/l bij de metingen met LD-UV. Voor de UV-doseringen gaf de range van 100-250 mJ/cm² goede resultaten. Opvallend was dat een hogere UV-dosering (500 mJ/cm²) in de biotoets een mindere groei liet zien (Van der Maas *et al.* 2012). Als richtlijn voor voorkomen groeiremming wordt daarom: 15-25 mg/l H₂O₂ en 100 mJ/cm² UV aangehouden. De meeste praktijkbedrijven die gevolgd zijn in eerder onderzoek zaten niet hoger dan 15 mg/l H₂O₂. Eén bedrijf gaat tot 40 mg/l H₂O₂. Deze teler is wel eenmaal tegen problemen aangelopen, maar blijft desondanks een hoge dosering toepassen (van der Maas, pers. med.).

Om schade aan de wortels te voorkomen is het bij toepassing van geavanceerde oxidatie belangrijk om te controleren dat er (nagenoeg) geen H₂O₂ meer meetbaar is als het voedingswater bij de planten komt. In een recirculerend NFT-teeltsysteem met sla in Nieuw Zeeland was er schade vanaf 4 ppm waterstofperoxide (Nederhoff, 2000). 4 tot 12 ppm waterstofperoxide gaf 5 tot 30% minder groei in sla. Waterstofperoxide is dus niet geschikt om in een NFT-systeem met planten toe te passen. Bij een NFT-teeltsysteem vloeit voortdurend nieuwe peroxide over de wortels. Bij andere teeltsystemen zoals het geteste Amaryllis systeem, zal naar verwachting minder snel schade op zal treden. Een lage concentratie H₂O₂ wordt in kassen soms toegepast om de leidingen van het watergeefstelsel te reinigen.

¹ Berekening emissie: kg N/ha/jaar = ((NO₃+NH₄-concentratie in mmol/l in de spui) x (m³/ha/jaar spui)) x 14/1000

Het voordeel van geavanceerde oxidatie is dat geavanceerde oxidatie ook toegepast kan worden om gewasbeschermingsmiddelen in spuiwater (afvalwater) af te breken. Wettelijk is zuivering (nog) niet verplicht, maar in de tweede nota duurzame gewasbescherming staat aangegeven dat in de nabije toekomst wordt voorgeschreven dat zuivering van spuiwater voor diverse lozingssituaties zal worden voorgeschreven om de emissie van gewasbeschermingsmiddelen te voorkomen (<http://www.glastuinbouwwaterproof.nl/> zuiveringstechniek/). Voor afbraak van gewasbeschermingsmiddelen wordt vooralsnog als richtlijn een dosering aangehouden van: 25 mg/l H₂O₂ en 250-500 mJ/cm² UV (van Os, E. pers. med.).

Voor snij-amaryllis is in 2013 een kasproef gestart waarin wordt nagegaan in hoeverre met geavanceerde oxidatie (=toediening waterstofperoxide net voordat het drainwater door de UV-ontsmetter gaat) of met alleen UV-ontsmetting hergebruik van drainwater mogelijk is met behoud van plantgezondheid, productie en kwaliteit. In het eerste teeltjaar in 2013 zijn geen negatieve effecten van hergebruik van drainwater opgetreden (Klein *et al.* 2014). Het hergebruik in het eerste teeltjaar was relatief kort voor een amaryllisgewas dat in de praktijk 3 à 4 jaar vast staat. Het hergebruik van drainwater is pas mei 2013 gestart en er is maximaal 35% drainwater bijgemengd in de gift waardoor toch nog een deel van het drainwater is geloosd. Op verzoek van de amaryllistelers is het onderzoek in 2014 voortgezet met een tweede teeltjaar waarbij het hergebruik van drainwater medio 2014 is verhoogd om de emissie verder te verlagen. Dit rapport geeft een overzicht van de uitvoering en resultaten in het 2^e teeltjaar in 2014.

Dit onderzoek is onderdeel van het onderzoeksproject "Glastuinbouw Waterproof substraat behoud van plantgezondheid en voorkomen groeiremming". Dit onderzoeksproject is gericht op de ontwikkeling van oplossingen om het hergebruik van drainwater te bevorderen in gewassen waar nog weinig drainwater hergebruikt wordt. Het tweede teeltjaar van dit onderzoek is gefinancierd door de gezamenlijke amaryllistelers, het Productschap Tuinbouw en Samenwerken aan Vaardigheden en gezamenlijk uitgevoerd door GreenQ IC, Wageningen UR Glastuinbouw, Groen Agro Control, LTO Glaskracht en Amaryllis teeltbegeleiding en advies. Op deze plaats ook hartelijk dank aan de amaryllistelers Martin Boers, Erik Boers, Frans Kouwenhoven en Ab van Paassen en teeltadviseur Jan Overkleef voor hun beoordelingen van de gewasstand en advisering in de tweewekelijkse bijeenkomsten van de begeleidingscommissie onderzoek (BCO) bij de uitvoering van de proef.

Doel

Ontwikkelen van methode voor hergebruik drainwater voor snij-amaryllis zonder risico op groeiremming en met behoud van plantgezondheid, productie en kwaliteit.

2 Materiaal en methode

2.1 Proefopzet kasproef

De drie recirculatiebehandelingen bij snij-amaryllis, gestart mei 2013, zijn in het tweede teeltjaar (2014) voortgezet:

1. Controlebehandeling zonder hergebruik van drainwater (=huidige praktijksituatie).
2. Hergebruik van drainwater na behandeling met een UV-ontsmetter.
3. Hergebruik van drainwater na geavanceerde oxidatie (=toevoeging van waterstofperoxide net voordat het drainwater door de UV-ontsmetter gaat).

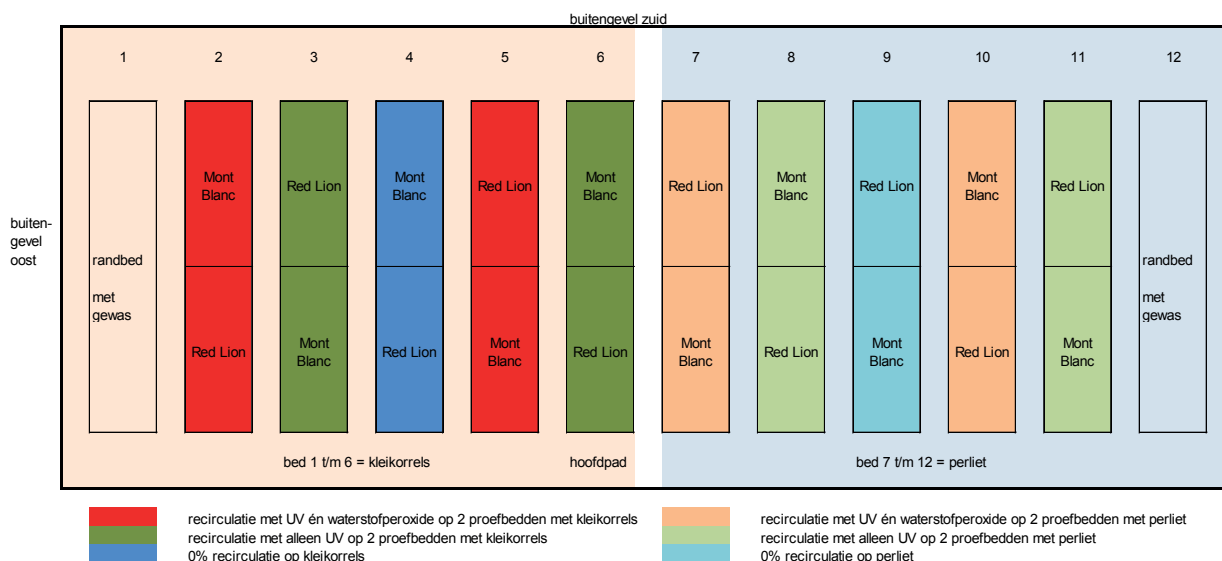
Omdat drainopvang per behandeling financieel niet haalbaar was, werd het drainwater uit alle bedden gezamenlijk opgevangen in één vuil water opvang bak. Vanuit deze bak is de drain in tweeën verdeeld voor behandeling 2 en 3. Vanaf medio 2013 is maximaal 0,8 EC drain bijgemengd in de gift. Vanaf 24 juni 2014 is dit verhoogd naar maximaal 1,2 EC en is gestreefd naar minimale lozing van drainwater.

De behandelingen zijn uitgevoerd bij:

- Twee substraten: kleikorrels en perliet.
- Twee cultivars: Red Lion en Mont Blanc.

In totaal zijn 12 behandelingscombinaties uitgevoerd (3 recirculatiebehandelingen * 2 substraten * 2 cultivars).

De proef is uitgevoerd in een kas waar eerder onderzoek naar opbrengstverhoging van amaryllis is uitgevoerd (Kromwijk *et al.* 2013). Voor dat onderzoek was bed 1 t/m 6 al ingericht met kleikorrels en bed 7 t/m 8 met perliet (zie figuur 1). De proef is dus uitgevoerd op substraat wat al drie jaar lang gebruikt was voor amaryllis. Het substraat is begin 2013 voor het planten gestoomd (1,5-2 uur bol) en na het stomen aangevuld met nieuw substraat tot de bakken weer vol waren. Om randeffecten uit te sluiten zijn de randbedden 1 en 12 niet opgenomen in de proef. Omdat daardoor per substraat maar 5 proefbedden beschikbaar waren zijn behandeling 2 en 3 in twee herhalingen en de controlebehandeling in enkelvoud uitgevoerd bij beide substraten. Op de twee randbedden is geen drainwater hergebruikt (=watergift gelijk aan behandeling 1). De proefbedden zijn in twee helften verdeeld: op de ene helft is de cultivar Red Lion geplant op de andere helft de cultivar Mont Blanc. De cultivars zijn afwisselend voor of achter op het bed geplant (figuur 1).



Figuur 1 Proefschema recirculatie amaryllis in de proefkas.

Januari 2013 zijn de bollen van de vorige proef gerooid, gezoold en op het oog gesorteerd in drie groottes: groot (28-op), middel (24-28) en klein (<24). Daarna zijn de bollen door Martin Boers (teler in de BCO) gekookt, gedroogd en tot begin maart 2013 bewaard. Na toekenning van de financiering is begin maart 2013 direct geplant. Dit is later dan de normale plantdatum in de praktijk (januari). Daardoor was er bij Mont Blanc al wat blad uitgelopen tijdens de bewaring. Op elk bed zijn evenveel grote, middelgrote als kleine bollen terug geplant om mogelijke effecten van bolmaat uit te sluiten. De randbedden zijn gevuld met resterende kleine bollen. Voor Red Lion waren niet voldoende gezonde bollen beschikbaar uit de vorige proef. Daarom zijn extra Red Lion bollen aangekocht van twee herkomsten: een partij van 1000 grote bollen (28-op) en een partij kleine bollen (24-ers). Van deze bollen zijn ook op elk bed evenveel bollen van elke herkomst geplant. Na het planten is het substraat doorgespoeld. Bij perliet is 3x langzaam met broeskop bovendoor water gegeven en bij kleikorrels is het substraat kort even blank gezet.

2.1.1 Technische uitvoering

Voor de ontsmetting van het drainwater is een LD-UV-ontsmetter (Novira LD-UV) gebruikt (Foto 1). Er is gekozen voor een LD-UV omdat de watervolumes te klein zijn voor een HD-UV. Omdat drainopvang per behandeling financieel niet haalbaar was, is het drainwater uit alle bedden gezamenlijk opgevangen in één vuil water opvang bak. Vanuit deze bak is de drain verdeeld over twee voorraadsilo's: één vuil water silo voor hergebruik drainwater na UV-ontsmetting en één vuil water silo voor hergebruik drainwater na geavanceerde oxidatie (zie Foto 1) en indien nodig is het overtollige drainwater wat daarna nog overbleef geloosd. Vanuit de eerste vuil water silo is drainwater ontsmet door de UV-ontsmetter en opgevangen in een schoon water silo. Vanuit deze schoon water silo is met de Nutronic drainwater en nieuwe voedingsoplossing in een vaste verhouding gemengd en opgeslagen in een dag voorraadsilo. Vanuit deze dag voorraad silo is water geven. Voor de behandeling met geavanceerde oxidatie is aan het drainwater waterstofperoxide toegevoegd net voordat het drainwater door de UV-ontsmetter werd ontsmet en opgevangen in een andere aparte schoon water silo. Vanuit deze schoon water silo is met de Nutronic drainwater en nieuwe voedingsoplossing in een vaste verhouding gemengd en opgeslagen in een aparte dag voorraadsilo. Vanuit deze silo is water geven. Bij de controle behandeling is de bestaande dagvoorraadsilo gebruikt die door de Nutronic gevuld werd met volledig nieuwe voedingsoplossing. Bij elke dagvoorraadsilo zijn 2 kranen geïnstalleerd: één voor kleikorrels en één voor perliet om de watergift per substraat naar behoefte te kunnen sturen. Mei 2013 waren de technische aanpassingen klaar en zijn de recirculatiebehandelingen gestart en deze zijn in 2014 voort gezet.

Naar aanleiding van resultaten van eerder onderzoek en praktijkervaringen bij andere gewassen (zie hoofdstuk 1) is voor de behandeling met geavanceerde oxidatie gestart met een concentratie waterstofperoxide van 15 mg/l vóór de UV-ontsmetter. Met peroxide testkaartjes is handmatig gecontroleerd of de concentratie waterstofperoxide voldoende laag was op het moment dat de ontsmette oplossing in de dagvoorraadsilo kwam.



Foto 1 Geïnstalleerde UV-ontsmetter (links) en extra geïnstalleerde vuil water silo's, schoon water silo's en dagvoorraadsilo's (boven) voor de proef met hergebruik van drainwater bij amaryllis.

2.1.2 Analyses drainwater

Er zijn regelmatig monsters genomen van het drainwater in de vuilwatersilo (gezamenlijke drain van alle behandelingen bij elkaar) en door Groen Agro Control is de EC, pH en hoeveelheid voedingselementen in het drainwater vastgesteld. Op advies van de teeltadviseur en telers in de BCO is indien nodig de samenstelling van de voedingsoplossing van het bij te mengen verse voedingswater aangepast.

Door Groen Agro Control zijn ook drainwatermonsters geanalyseerd op de aanwezigheid van lycorine en gewasbeschermingsmiddelen in het drainwater. De lycorinebepalingen zijn uitgevoerd volgens de LC-MS/MS methode. Met deze methode kan lycorine vanaf 0,01 mg/l gemeten worden.

2.1.3 Fytotox toetsen drainwater

Omdat enerzijds nog niet aangetoond is dat lycorine daadwerkelijk groeiremming geeft in de teelt van amaryllis en anderzijds naast lycorine ook nog andere groei remmende stoffen in het drainwater aanwezig kunnen zijn, zijn fytotox proeven (kiemtesten) uitgevoerd om vast te stellen of in het drainwater van de amaryllisproef groei remmende eigenschappen aanwezig zijn. De fytotox proeven zijn uitgevoerd door het bodemlaboratorium van Wageningen UR Glastuinbouw (Barbara Eveleens) volgens een standaardprocedure voor fytotox proeven ontwikkeld door Chris Blok van Wageningen UR Glastuinbouw. Voor zover mogelijk is in mei en juli per behandeling drainwater achteruit de drainputjes op de proefbedden verzameld (foto 2) en zijn drainwatermonsters uit de gezamenlijke vuilwatersilo, schoonwatersilo na UV-ontsmetting en schoonwatersilo na geavanceerde oxidatie verzameld.



Foto 2 Voor de fytotox proeven is per behandeling drainwater uit de drainputjes op de proefbedden verzameld.

Met een fytotox proef (kiemtest) met zaden van tuinkers, mosterd en sorghum is bepaald in hoeverre groei remmende eigenschappen in deze drainwatermonsters aanwezig waren. Sorghum is een monocotyl net als amaryllis. Tuinkers en mosterd zijn beide dicotylen. De monsters zijn vergeleken met controle behandelingen van een standaard komkommer voeding. Alle oplossingen zijn getest op EC en pH en aangepast tot een gelijke EC en pH voor alle behandelingen in de fytotox test. Alle monsters zijn geanalyseerd op nutriënten. Voor deze onderzoeken is verder de standaardprocedure voor fytotox proeven van Wageningen UR Glastuinbouw gevolgd.

2.1.4 Gewaswaarnemingen

- Tijdens de tweewekelijkse bijeenkomsten, heeft de BCO op het oog de stand van het gewas beoordeeld.
- Bij het blad snijden is van 8 bollen per behandeling het aantal bladeren per bol en vers- en drooggewicht van het blad gemeten en gewasanalyses uitgevoerd. Van het blad van Red Lion zijn ook bladmonsters geanalyseerd.
- Bij de oogst is door medewerkers van het IC van elk bed het aantal stelen en totaal oogstgewicht gemeten. De resultaten van de tellingen zijn door Wageningen UR Glastuinbouw verwerkt en statistisch getoetst.

2.2 Analyses spoelwater na stomen uit praktijk

Bij de teelt van snij-amaryllis wordt het substraat na het stomen door gespoeld om ongewenste stoffen te verwijderen. In dit spoelwater worden hoge EC's gemeten en er zijn sterke vermoedens dat groei remmende stoffen aanwezig zijn in dit spoelwater. Om meer inzicht te krijgen in de samenstelling van dit spoelwater zijn door Groen Agro Control begin 2014 een aantal monsters verzameld van spoelwater na het stomen in de praktijk en geanalyseerd op de aanwezigheid van lycorine, gewasbeschermingsmiddelen en voedingselementen.

2.3 Communicatie

Tijdens de uitvoering van het onderzoek is de voortgang van het onderzoek toegelicht en afgestemd met de begeleidingscommissie amaryllis (tweewekelijks) en teeltvoorlichter Jan Overkleeft (wekelijks). Daarnaast zijn in 2014 diverse communicatie-activiteiten uitgevoerd/georganiseerd:

- Publicaties in vakbladen:
 - Velden, P. van (2014). In eerste teeltjaar geen negatieve effecten recirculatie op productie. Eerste seizoen recirculatie amaryllis achter de rug. Onder Glas februari 2014, pag. 23.
 - Velden, P. van (2015). Geen negatieve effecten recirculatie amaryllis, maar wel narcismijt. Tweede seizoen bevestigt onderzoeksbeeld. Onder Glas maart 2015, pag. 37.
 - Strating, J. (2015). Proef met recirculatie in amaryllis: 1 + 1 + 3. KasMagazine januari 2015, pag. 40-41.
- Presentatie op drie landelijke amaryllisbijeenkomsten:
 - Kromwijk, A. (2014). Recirculatie bij amaryllis. Landelijke dag amaryllis, 11 juni 2014.
 - Kromwijk, A. (2014). Recirculatie bij amaryllis. Landelijke dag amaryllis, 29 oktober 2014.
 - Kromwijk, A., 2015. Stand van zaken onderzoek amaryllis. Presentatie en open middag tijdens kenniscafé amaryllis, 13 mei 2015.
- Open middag bij de proef tijdens landelijke dag amaryllis 11 juni 2014.
- Poster en mondelinge toelichting bij poster op Kennisdag Water, 26 juni 2014:
 - Kromwijk, A. ; Baar, P.H. van; Overkleeft, J. ; Woets, F. ; Barendse, J. (2014). Recirculatie amaryllis: behoud plantgezondheid en voorkomen groeiremming. Wageningen UR Glastuinbouw.

- Digitale artikelen op website van Glastuinbouw Waterproof en website van LTO-Glaskracht:
 - Verberkt, H. (2014). Doorgang recirculatieonderzoek Amaryllis met financiering van telers. Website LTO Glaskracht, 14 maart 2014.
 - Kromwijk, A. (2014). Geen verschil in productie 1e teeltjaar na hergebruik drainwater bij amaryllis. Website Glastuinbouw Waterproof, 1 mei 2014.
 - Kromwijk, A. (2014). Koeling gestart tweede teeltjaar met hergebruik drainwater bij amaryllis. Website LTO Glaskracht, 31 juli 2014 en website Glastuinbouw Waterproof 19 augustus 2014.
 - Kromwijk, A. ; Baar, P.H. van; Overkleeft, J. ; Woets, F. ; Verberkt, H. (2014). Recirculatie amaryllis: Productie 1^e teeltjaar. Website Glastuinbouw Waterproof.
 - Klein, M. ; Kromwijk, J.A.M. ; Woets, F. ; Overkleeft, J. (2014). Recirculatie snij-amaryllis (Hippeastrum) in 1e teeltjaar : behoud plantgezondheid en voorkomen groeiremming bij hergebruik drainwater. Rapport Wageningen UR. Website Glastuinbouw Waterproof.
 - Barendse, J., 2015. Geslaagd kenniscafé amaryllis. Website LTO Glaskracht 22 mei 2015.

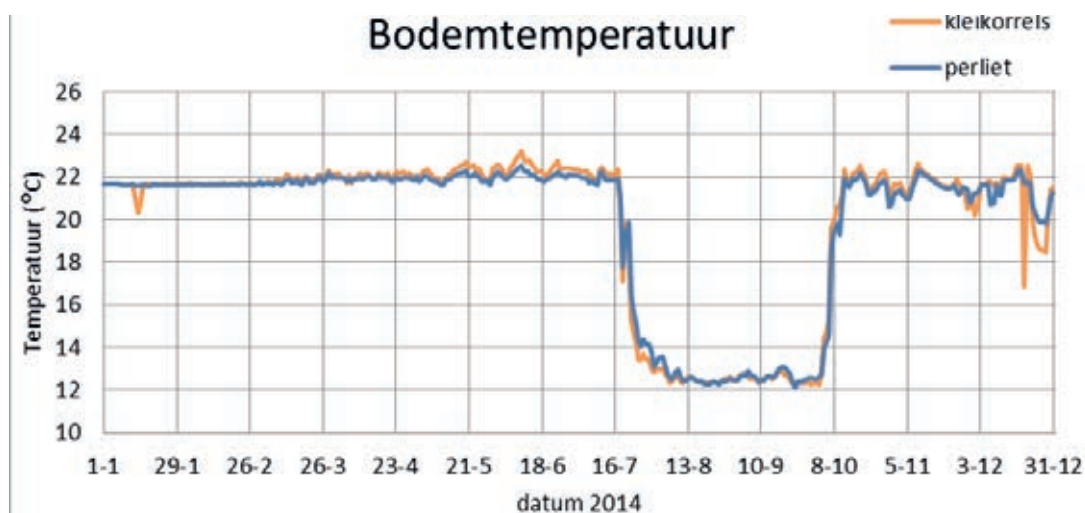
- Daarnaast zijn op verzoek amaryllis excursiegroepen rondgeleid.

3 Resultaten

3.1 Teeltschema en klimaatinstellingen

De klimaatinstelling zijn ingesteld op advies van de teeltadviseur en de telers in de BCO. De bodemtemperatuur is ingesteld op 22°C en de stooktemperatuur van de kaslucht is ingesteld op minimaal 15°C. Er is gelucht zodanig dat kastemperatuur niet boven 27-28°C kwam. Vanaf het voorjaar is verneveld bij een vochtdeficiet > 7 met een setpointverlaging van -4 bij oplopende instraling van 200 naar 400 Watt. Op 9 april is op de zijgevels ReduHeat en op het bovendeck ReduHeat aangebracht. Vanaf juni is bij 800 Watt het Harmony-doek dicht getrokken.

Omdat kerstbloei het belangrijkste afzetmoment van amaryllis is in de praktijk, is gestuurd naar een oogstpiek van begin tot half december. Om dat te bereiken is medio juli de bodemverwarming gestopt en de bodemkoeling ingesteld op 12°C (figuur 2). Na tien weken koeling is de koeling uit gezet en al het blad net boven de bolhals af gesneden. 7 oktober is de bodemverwarming aan gezet en ingesteld op 22°C. op 9 en 10 oktober is het blad en al gesneden. Vanaf 24 november tot en met 5 januari zijn de bloemen geoogst.



Figuur 2 Gerealiseerd etmaalgemiddelde van de bodemtemperatuur op kleikorrels en perliet in 1^e teeltjaar (2014).

3.2 Bemesting en watergift

Op advies van teeltadviseur Jan Overkleef is het voedingsschema in de bovenste rij van tabel 1 als uitgangspunt gebruikt. Dit is een standaardschema voor een teelt op substraat zonder recirculatie. Omdat de sporenelementen niet afzonderlijk toegediend konden worden zijn de sporenelementen in een vaste verhouding toegediend zoals gangbaar in de groenteteelten bij het IC. Ter informatie zijn ook de oude bemestingsschema's voor teelt zonder en met recirculatie voor amaryllis (*Hippeastrum*) uit de bemestingsadviesbasis weer gegeven. Om de schema's beter te vergelijken, zijn deze in de tweede helft van tabel 1 allemaal terug gerekend naar een EC van 2.2, de ingestelde EC van de watergift.

Bij de behandelingen met hergebruik van drainwater is gewerkt met een voorregel EC voor bijmenging van het drainwater. Medio mei 2013 zijn de behandelingen met hergebruik drainwater gestart en is 0,6 EC aan drainwater bijgemengd. Vanaf juni/juli 2013 tot 24 juni 2014 is 0,8 EC aan drainwater bijgemengd op een EC gift van 2,2. Vanaf 24 juni 2014 is dit verhoogd naar 1,2 EC op een EC gift van 2,2 om de emissie te minimaliseren. Bij de recirculatiebehandelingen is dezelfde samenstelling van de voedingsoplossing bijgemengd als de samenstelling van de voedingsoplossing van de controlebehandeling zonder hergebruik van drainwater. De sporenelementen zijn toegevoegd na menging van drainwater en nieuwe oplossing. De dosering van de sporenelementen was bij alle drie behandelingen gelijk.

Tabel 1

Advie(ss)chema voor samenstelling voedingsoplossing bij de start van het onderzoek, ingesteld voedingschema in 2014 en de voedingschema's voor vrije drainage en recirculatie voor *amaryllis* (*Hippeastrum*) in de bemestingsadviesbasis (EC in mS/cm, hoofdelementen in mmol/l en sporelementen in $\mu\text{mol/l}$).

	pH	EC	NH ₄	K	Ca	Mg	NO ₃	SO ₄	H ₂ PO ₄	Fe	Mn	Zn	B	Cu	Mo	K/Ca
advie(ss)chema	5.5	1.8	0.6	6.0	3.0	2.0	11.6	1.75	1.5	20.0	10.0	5.0	30.0	0.5		2.0
Ingesteld 2014	5.2	2.1	0.8	6.1	3.1	1.3	10.5	1.8	1.6	20.0	15.0	4.5	25.0	1.0		2.0
BAB vrije drainage	1.8	1.8	1.25	7.0	3.0	1.0	12.6	1.2	1.25	10.0	10.0	5.0	30.0	0.7	0.5	2.3
BAB recirculatie	1.0	1.0	0.5	4.0	1.2	0.6	6.3	0.6	0.6	10.0	7.0	5.0	20.0	0.5	0.5	3.3
Dezelfde voedingschema's omgerekend naar ingestelde EC van de gift:																
Uitgangspunt	5.5	2.2	0.7	7.3	3.7	2.4	14.2	2.1	1.8	24.4	12.2	6.1	36.7	0.6	0.0	2.0
Ingesteld 2014	2.2	2.2	0.8	6.4	3.2	1.4	11.0	1.9	1.7	21.0	15.7	4.7	26.2	1.0	0.0	2.0
BAB vrije drainage	2.2	2.2	1.5	8.6	3.7	1.2	15.4	1.5	1.5	12.2	12.2	6.1	36.7	0.9	0.6	2.3
BAB recirculatie	2.2	2.2	1.1	8.8	2.6	1.3	13.9	1.3	1.3	22.0	15.4	11.0	44.0	1.1	1.1	3.3

De EC en pH in de gift en de hoeveelheid watergift per m² geregistreerd door de klimaatcomputer zijn per behandeling weergegeven in figuur 3. Het drainwater van alle behandelingen is bij elkaar opgevangen in één gezamenlijke drainput. Dit is dus een mengdrain van zowel recirculatiebehandelingen als de controlebehandeling zonder hergebruik en van zowel kleikorrels als perliet allemaal bij elkaar. De EC, pH en hoeveelheid drain van deze totale gezamenlijke drain geregistreerd door de bemestingsunit is ook weergegeven in figuur 3. De hoeveelheid drain per etmaal is door het IC geregistreerd op het moment dat drainwater overgepompt werd naar de verwerkingsruimte. Dit vond plaats als de vlotter in de drainsilo boven een bepaald peil kwam en daarom is er op sommige dagen geen drain gemeten en dan weer even een piek op 1 dag. Enige voorzichtigheid is geboden met de draincijfers omdat op enkele momenten drainwater vermengd is met regenwater en/of drainwater uit een naastgelegen put. Voor zover mogelijk zijn de data hiervoor gecorrigeerd.

De gerealiseerde EC in de gift varieerde tussen de 2 en 2,5 (figuur 3 – boven). Begin december was de EC van de behandeling met hergebruik drainwater na UV-ontsmetting met een EC van 1,5 wat lager. De EC in de drain varieerde veelal tussen 2 en 2,5. Vanaf 13 oktober tot en met 20 november was de gemeten EC lager, circa 0,6. Dit is mogelijk mede het gevolg van een lozing van de bemestingsunit in de drainput van de amarylliskas bij een onderhoudsbeurt van de bemestingsunit. Het merendeel van dit water is weggepompt voordat het hergebruikt kon worden. Dit was in een periode met vrijwel geen drain vanuit de amarylliskas (figuur 3 – onder), waardoor de geregistreerde EC lang laag is gebleven. De korte piek in EC van 3,7 op 20 november is waarschijnlijk de eerste nieuwe drain uit de amarylliskas na een lange periode zonder drain.

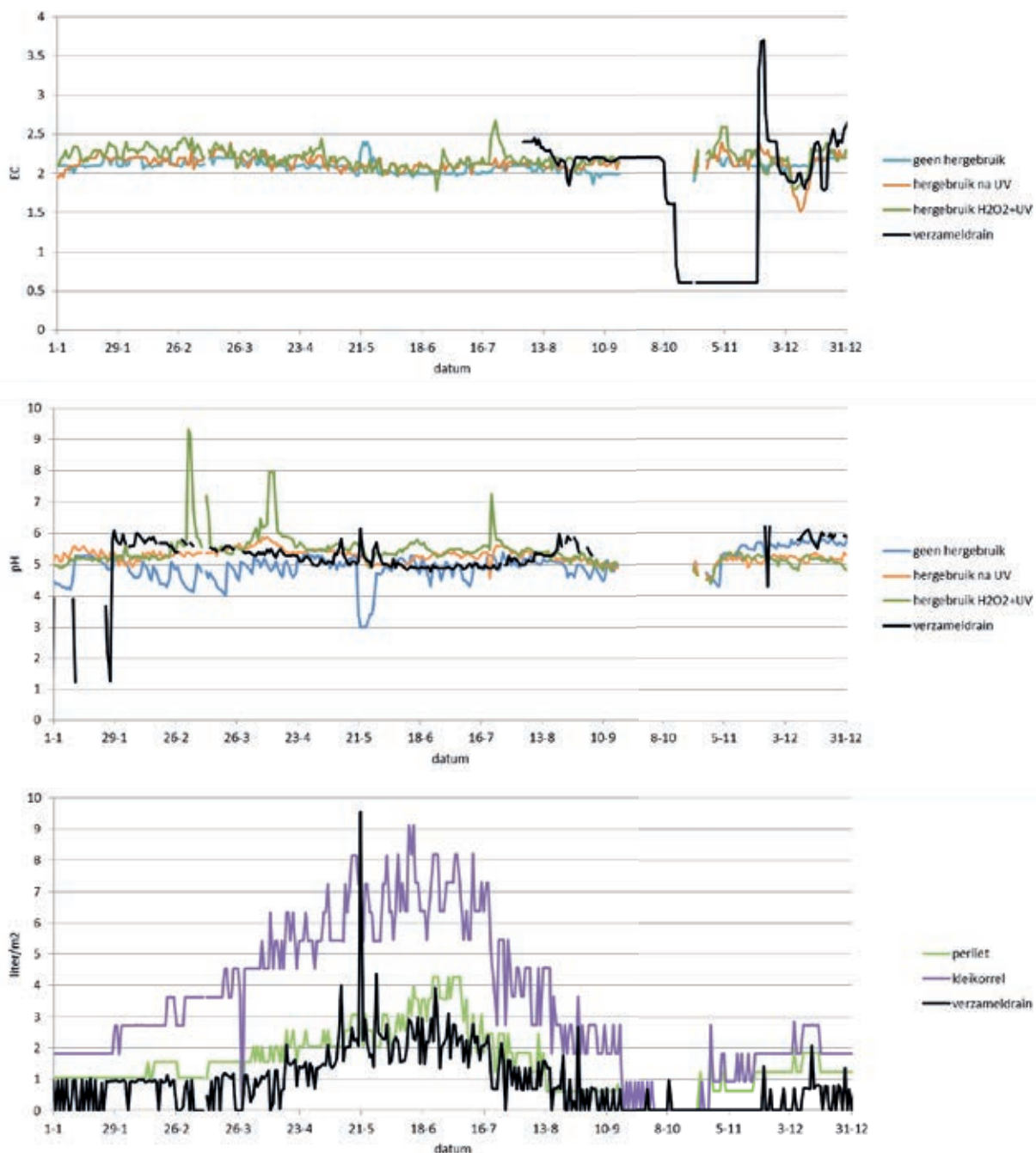
De pH van de gift varieerde meestal tussen de 4 en 6 (figuur 3 – midden). Op 19 juli is een storing geweest in de bemestingsunit. Daardoor was de pH in de voorraadsilo van de behandeling met geavanceerde oxidatie gedaald naar 2,8-3. Om te corrigeren is loog toegevoegd, maar toen is de pH door geschoten naar 7,5. Vervolgens is zuur toegevoegd om te corrigeren tot pH circa 5 was. In figuur 3-midden is ook te zien dat bij de behandeling met geavanceerde oxidatie vaker een hoge pH is opgetreden. Bij de behandeling zonder hergebruik had de pH juist de neiging om wat weg te zakken en daar is de pH in mei enkele dagen naar 3 weggezakt. Gemiddeld was de pH bij de controlebehandeling 5,0 en bij de recirculatiebehandelingen was de pH 5,3/5,4 hoger (tabel 2).

De watergift is ingesteld op basis van de lichtsom buiten. Naarmate de lichtsom groter was, werd meer water gegeven. De watergift is op kleikorrels en perliet afzonderlijk naar behoefte ingesteld en indien nodig op advies van de BCO tussentijds aangepast. Dit heeft geresulteerd in een lichtafhankelijke instelling op 2 juni 2014 van een extra watergift van 0,9 l/m² bij elke 300 Joules op kleikorrels en een extra watergift van 0,5 l/m² bij elke 400 Joules op perliet. Op kleikorrels is doorgaans meer water toegediend dan op perliet (figuur 3 - onder). In 2014 is per m² gemiddeld over de kleikorrels en perliet in totaal 892 liter voedingsoplossing gegeven en is 328 liter drain geregistreerd (gem. 37% drain). Dit betekent dat in 2014 gemiddeld 564 liter water verdampt is.

Tabel 2

Gemiddelde EC en pH in de watergift van de 3 behandelingen in het 2^e teeltjaar.

Behandeling	EC	pH
Controle zonder hergebruik drainwater	2.1	5.0
Hergebruik drainwater na UV-ontsmetting	2.1	5.3
Hergebruik drainwater na geavanceerde oxidatie (=waterstofperoxide én UV)	2.2	5.4



Figuur 3 Gerealiseerde EC (boven), pH (midden) in de gift van de drie behandelingen en in de verzamel drain en de hoeveelheid (onder) gift op perliet en kleikorrels en hoeveelheid gezamenlijke drain in het 2^e teeltjaar (2014).

Op 16 april 2014 zijn watermonsters geanalyseerd uit de dagvoorraadsilo's van de drie behandelingen en uit de gezamenlijke opvangsilo met onbehandeld (vuil) drainwater (tabel 3). April 2014 was de pH en de EC bij de controlebehandeling zonder hergebruik drainwater wat lager dan bij de beide recirculatiebehandelingen. Na correctie voor EC was er weinig verschil in samenstelling van de voedingselementen in de watergift bij de drie behandelingen. In het onbehandelde drainwater was het K-, Fe-, Mn- en Zn-gehalte lager dan in de gift. Het Ca-, Mg-, en NO₃-gehalte was in de drain juist hoger dan in de gift.

Er is regelmatig een monster uit de verzameldrain genomen en geanalyseerd (Bijlage II). De concentratie Na was voldoende laag, altijd kleiner of gelijk aan 0.6 mmol/l. De concentratie Cl is eenmaal 1 mmol/l geweest, op de andere meetmomenten was deze lager. Het Mn-gehalte was wel vaak laag. Het Zinkgehalte was vanaf april juist hoger. Zinkgehalten boven de 15 µmol/l duiden op het vrijkomen uit een bron op het bedrijf. Zinkgehalten tussen de 10-15 (zoals hier in de proef) zijn verdacht. De drainanalyses en de analyse van de watergift op 16 april 2014 (tabel 3) gaven weinig aanleiding tot aanpassingen in de samenstelling van de watergift. In juli van het eerste teeltjaar was al wel de ijzertoeiening verhoogd n.a.v. het lage ijzergehalte in het ontsmette drainwater en eind oktober van het eerste teeltjaar was het gehalte van alle sporenelementen verhoogd n.a.v. lage gehalte aan sommige sporenelementen in de gewasanalyses na het blad snijden. De gehalten aan ijzer, mangaan, zink en vooral borium zijn in de gift daardoor hoger dan in het oorspronkelijke adviesschema. In het 2^e teeltjaar zijn geen aanpassingen meer gemaakt.

Tabel 3

Analyse van watergift in dagvoorraadsilo's van de drie behandelingen (controlebehandeling zonder hergebruik drainwater, hergebruik drainwater na UV-ontsmetting en hergebruik drainwater na geavanceerde oxidatie) en analyse van de gezamenlijke onbehandelde drain (vuile drain) op 16 april 2014. EC in mS/cm, hoofdelementen in mmol/l en sporelementen in µmol/l.

behandeling	pH	EC	NH ₄	K	Na	Ca	Mg	Si	NO ₃	Cl	SO ₄	HCO ₃	H ₂ PO ₄	Fe	Mn	Zn	B	Cu	Mo	K/Ca	
controle	4.8	2.3	< 0.1	8.2	0.2	3.8	2.7	< 0.1	13.2	0.3	1.9	< 0.1	2.1	44.5	17.0	12.4	61.0	1.5	0.9	2.2	
UV	5.8	2.5	0.2	8.7	0.2	4.2	2.9	< 0.1	14.0	0.5	2.2	< 0.1	2.2	45.1	18.3	13.7	74.0	1.8	1.2	2.1	
UV+H ₂ O ₂	5.7	2.5	0.3	9.0	0.2	4.2	2.9	< 0.1	14.0	0.6	2.2	< 0.1	2.2	44.5	17.7	13.5	73.0	1.8	1.0	2.1	
Vuile drain	5.9	2.5	< 0.1	7.6	0.2	4.6	3.4	0.3	14.8	0.4	2.2	< 0.1	2.1	23.4	1.0	8.6	68.0	1.5	0.7	1.7	
analyses omgerekend naar gelijke voedingsEC van 2,2 en adviesschema watergift																					
controle		2.2	< 0.1	7.9	0.2	3.7	2.6	< 0.1	12.8	0.3	1.8	< 0.1	2.0	43.0	16.4	12.0	59.0	1.5	0.9	2.2	
UV		2.2	0.2	7.8	0.2	3.7	2.6	< 0.1	12.5	0.4	2.0	< 0.1	2.0	40.3	16.3	12.2	66.0	1.6	1.1	2.1	
UV+H ₂ O ₂		2.2	0.3	8.0	0.2	3.8	2.6	< 0.1	12.5	0.5	2.0	< 0.1	2.0	39.8	15.8	12.1	65.3	1.6	0.9	2.1	
Vuile drain		2.2	< 0.1	6.8	0.2	4.1	3.0	0.3	13.2	0.4	2.0	< 0.1	1.9	20.8	0.9	7.7	60.6	1.3	0.6	1.7	
Adviesschema		2.2	0.7	7.3		3.7	2.4		14.2		2.1		1.8	24.4	12.2	6.1	36.7	0.6		2.0	

3.3 Analyse drainwater op gewasbeschermingsmiddelen

Op aantal momenten is drainwater onderzocht op aanwezigheid van residuen van gewasbeschermingsmiddelen. Op 22 januari 2014 is drainwater onderzocht op aanwezigheid van pyridaben (Carex). Dit werd niet aangetroffen (concentratie < 0,1 µg/l). Begin maart 2014 is onbehandeld en behandeld drainwater onderzocht. Na meerdere gewasbehandelingen met o.a. pyridaben (Carex) tegen narcismijt werden in het onbehandelde drainwater (vuile drain) pyridaben teruggevonden in een concentratie van 0,02 µg/l. Er is geen residu van abamectine (Vertimec) teruggevonden in het onbehandelde drainwater (<0,01 µg/l). Na behandeling van het drainwater met een UV-ontsmetter of met geavanceerde oxidatie (H₂O₂ + UV) is geen residu van pyridaben meer teruggevonden (< 0,01µg/l).

3.4 Lycorinegehalte in drainwater

Er zijn diverse drainwatermonsters uit de proef onderzocht op de aanwezigheid van lycorine. Op geen enkel moment is lycorine aangetoond boven de detectiegrens van <0,01 mg/l. Op 15 april, 13 mei en 3 september, 13 november en 10 december 2014 zijn monsters genomen uit de vuil water silo met onbehandeld drainwater. Op 13 mei zijn ook monsters onderzocht uit de schoon water silo met drainwater behandeld met UV-ontsmetting, schoon water silo met drainwater na geavanceerde oxidatie (H₂O₂+UV) en er is ook onbehandeld drainwater geanalyseerd uit drainput van bedden met kleikorrels met watergift met drain behandeld met UV en uit bedden met kleikorrels met watergift met drainwater behandeld met geavanceerde oxidatie. Hierin is ook geen lycorine gevonden.

Op 28 juli 2014 zijn monsters genomen in de praktijk bij een teler die 3 maanden drainwater had hergebruikt zonder ontsmetting. Er is een monster genomen van een kas waar het substraat al langer in gebruik was (nieuwe tuin) en van een kas waar het substraat minder lang in gebruik was (oude tuin). In beide monsters is geen lycorine gevonden.

Begin 2014 zijn op een drietal bedrijven in de praktijk monsters genomen van het spoelwater na het stomen en van deze monsters is ook het lycorine gehalte bepaald. Op twee van de drie bedrijven is geen lycorine gevonden (< 0,01 mg/l). In het spoelwater van het derde bedrijf is 0,03 mg/l lycorine gevonden.

3.5 Fytotox drainwater

3.5.1 Fytotox 13 mei 2014

13 mei 2014 zijn drainmonsters genomen uit de voorraadsilo's van vuil en ontsmet drainwater en uit drainputjes achteraan op de proefbedden. Bij de bedden met perliet en bij de controlebehandeling op kleikorrels was geen drainwater beschikbaar in de drainputjes en daarom is bij die behandelingen geen drainwater onderzocht. Met een fytotox proef (kiemtest) met zaden van tuinkers, mosterd en sorghum is bepaald in hoeverre groeiremmende eigenschappen in deze drainwatermonsters aanwezig waren. Tuinkers en mosterd zijn beide dicotylen en sorghum is een monocotyl, net als amaryllis. De monsters zijn vergeleken met de controle behandeling met een standaard komkommer voeding. Alle oplossingen zijn getest op EC en pH en aangepast tot een gelijke EC en pH voor alle behandelingen in de fytotox test. De monsters uit drainputjes zijn iets verdund omdat de EC iets hoger was (2,8) dan van de andere monsters (2,6). Alle monsters zijn ná het gelijk stellen van EC en pH geanalyseerd op nutriënten (tabel 4). In die analyse was bij de meeste voedingselementen weinig verschil in nutriëntengehalte zichtbaar. Wat wel opvalt is het lage mangaan- en ijzergehalte in de voorraadsilo's. In de drain direct uit de drainputjes was het sulfaat-, ijzer- en mangaan gehalte iets hoger dan in voorraadsilo's.

Bij beluchting van bassins en silo's kan door beluchting ijzer en mangaan neerslaan (Maas *et al.* 2012). Opslag in silo's leidt tot een afname in beschikbaar ijzer en mangaan waar eigenlijk rekening mee gehouden moet worden door de gehalten in het basis recept te verhogen met 30% en respectievelijk 70%. Daarnaast was het ijzergehalte na UV-ontsmetting en na geavanceerde oxidatie (UV met waterstofperoxide) lager dan in het onbehandelde drainwater uit de vuil water silo. Het ijzer kan ook onwerkzaam worden door pH en UV-ontsmetting en bij geavanceerde oxidatie zal nog meer ijzer onwerkzaam gemaakt worden dan bij alleen UV. Daarom moet het mangaan en ijzer gehalte goed gemonitord worden en indien nodig als chelaat worden toegevoegd. De monsters zijn door Groen Agro Control ook allemaal onderzocht op aanwezigheid van lycorine. In geen enkel monster is lycorine aangetoond (<0,01 mg/l).

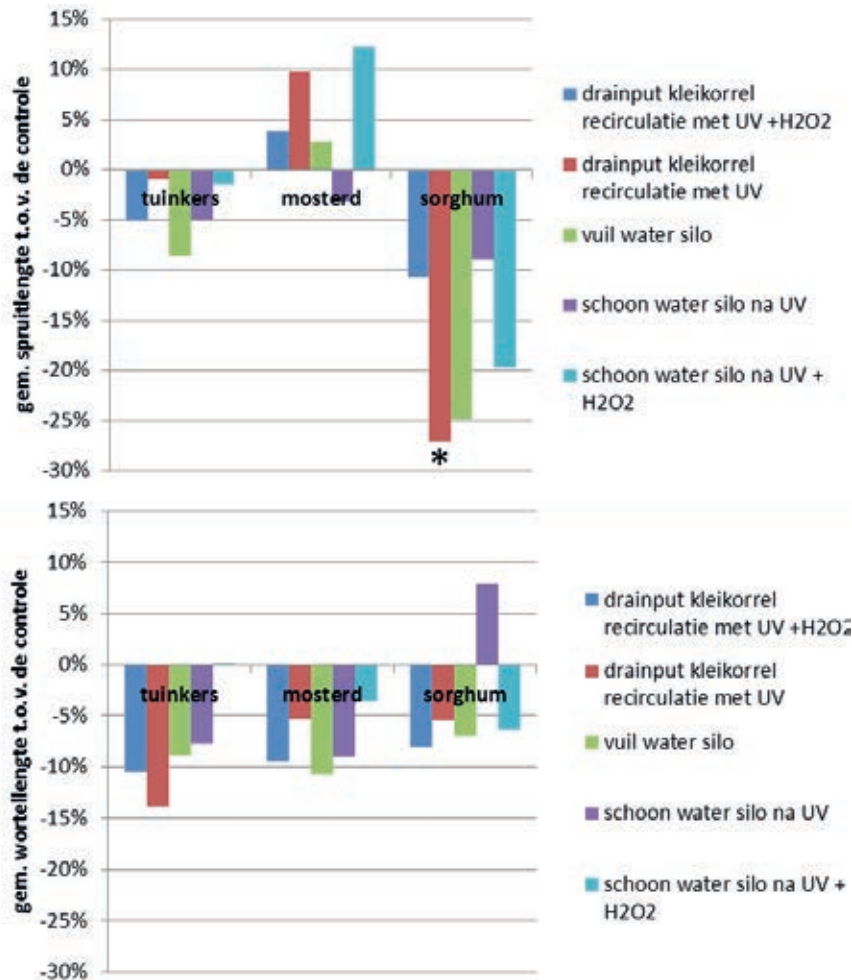
Tabel 4

Resultaten van de analyse ná het gelijk stellen van EC en pH van drainwater uit drainputjes van proefbedden met kleikorrels (K) met hergebruik drainwater na UV-ontmetting (UV) en met hergebruik drainwater na geavanceerde oxidatie (UV+) en van drainwater uit voorraadsilo's (S) met gezamenlijk vuil drainwater (vuil), met drainwater ontsmet met UV (UV) en met drainwater behandeld met geavanceerde oxidatie (UV+) gebruikt in fytotox toets 13 mei 2014 (EC in mS/cm, hoofdelementen in mmol/l en spoorelementen in $\mu\text{mol/l}$).

	pH	EC	NH ₄ ⁺	K ⁺	Na ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Si	NO ₃ ⁻	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻	HCO ₃ ⁻	H ₂ PO ₄ ⁻	Fe	Mn	Zn	B	Cu	Mo
K UV+	5.9	2.4	0.10	6.6	0.3	4.4	3.3	0.3	16.6	0.3	2.7	2.7	1.9	35.6	6.1	10.6	61	1.9	0.80
K UV	5.9	2.5	0.10	6.2	0.3	4.4	3.4	0.3	15.2	0.2	2.7	0.2	1.9	20.7	7.4	11.5	66	2.3	0.70
S vuil	5.9	2.5	0.10	6.5	0.2	4.3	3.4	0.3	15.9	0.3	2.2	< 0.1	1.9	18.1	1.4	9.8	64	1.6	0.70
S UV	5.7	2.5	0.10	6.6	0.2	4.3	3.4	0.3	15.0	0.3	2.1	< 0.1	2.0	13.0	1.3	10.2	68	1.8	0.70
S UV+	5.7	2.5	0.10	6.6	0.2	4.3	3.4	0.3	15.0	0.4	2.1	< 0.1	2.0	9.0*	1.1*	9.3	69	1.6	0.70

* Opslag in silo's leidt tot een afname in beschikbaar ijzer en mangaan waar eigenlijk rekening mee gehouden moet worden door de gehalten in het basis recept te verhogen met 30% en respectievelijk 70%.

In de drainmonsters is nagenoeg geen betrouwbare groeiremming geconstateerd (figuur 4). De monsters gaven in de meeste gevallen geen betrouwbaar verschil met de standaard verse komkommervoeding (=controle behandeling). Alleen de spruitlengte van sorghum op drainwater uit het drainputje van recirculatie met UV was betrouwbaar korter (*) dan de controle (figuur 4-boven), maar bij tuinkers en mosterd was dit niet te zien. De verschillen in wortellengtes waren klein en niet betrouwbaar (figuur 4-onder).

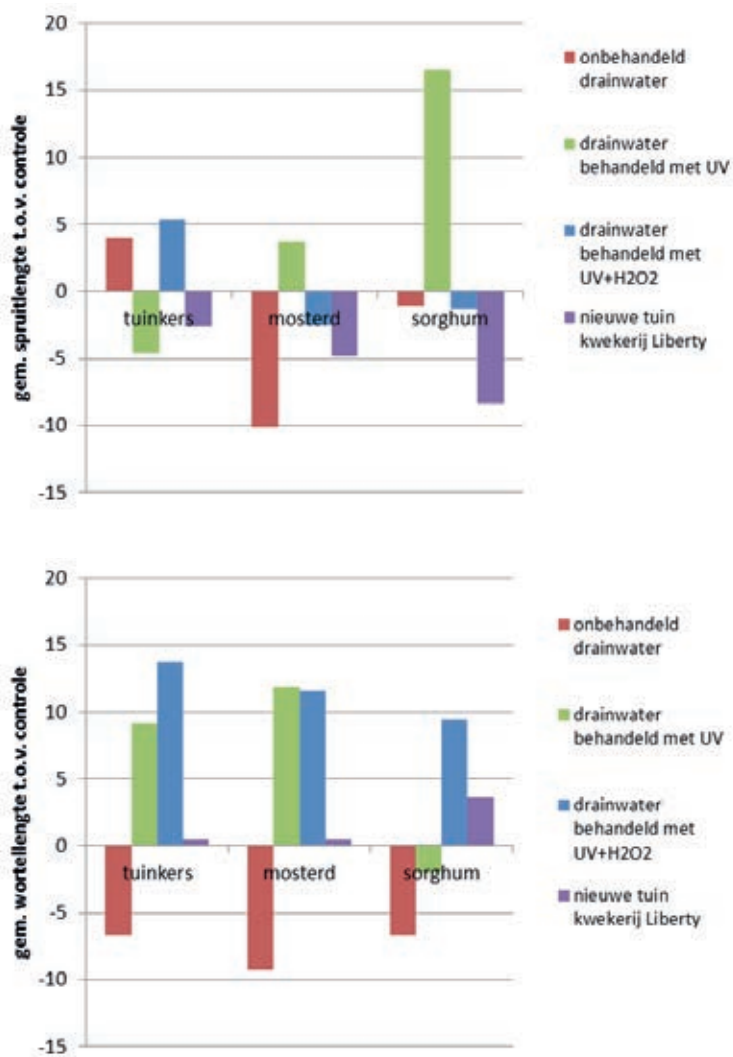


Figuur 4 Effect van drainmonsters 13 mei 2014 op spruitlengte (boven) en wortellengte (onder) van tuinkers, mosterd en sorghum ten opzichte van de standaard komkommervoeding (= controle). (De behandelingen die betrouwbaar verschillend zijn ten opzichte van de controle met standaard komkommervoeding zijn met een * gemarkeerd.)

3.5.2 Fytotox 31 juli 2014

Op 31 juli 2014 is opnieuw met behulp van een fytotox proef (kiemtest) onderzocht of in het drainwater groeiremmende eigenschappen aanwezig waren. Er zijn monsters uit de voorraadbakken genomen vóór en na ontsmetting met UV of met geavanceerde oxidatie (UV met waterstofperoxide). In de test is ook een drainmonster onderzocht van kwekerij Liberty, een praktijkbedrijf waar drainwater van amaryllis is hergebruikt zonder ontsmetting. Vóór de fytotoxproef is de EC en pH van alle oplossingen gemeten en voor zover nodig aangepast tot EC = 2,7 en pH = 6,0 zodat deze voor alle monsters gelijk waren. De monsters zijn getest en vergeleken met de controle behandeling van een standaard komkommervoeding.

Er is geen betrouwbare groeiremming waargenomen in de amaryllismonsters ten opzichte van de controlebehandeling met standaard komkommervoeding (figuur 5). Vergelijking van amaryllismonsters onderling laat in een aantal gevallen wel betrouwbare verschillen zien, m.n. bij de wortellengte. Bij alle drie gewassen was de wortellengte op drainwater behandeld met geavanceerde oxidatie (=UV-ontsmetting met H₂O₂) significant groter dan de wortellengte op onbehandeld drainwater (=vuil water silo). Bij mosterd en tuinkers was de wortellengte op drainwater behandeld met alleen UV-ontsmetting ook significant groter dan op onbehandeld drainwater. Het behandelen van drainwater met geavanceerde oxidatie of UV lijkt dus een positief effect op de wortelgroei te geven. Bij de spruitlengte waren de verschillen minder duidelijk. Alleen de spruitlengte van mosterd op drainwater ná UV-ontsmetting was significant groter dan de spruitlengte van mosterd op onbehandeld drainwater. Verder waren er geen significante verschillen in spruitlengte. Bij sorghum, een monocotyl net als amaryllis, was de spreiding in spruitlengte groot. Het drainmonster van kwekerij Liberty bij hergebruik drainwater zonder ontsmetting liet geen grotere groeiremming zien dan het onbehandelde drainwater uit de proef.



Figuur 5 Effect van de drainwatermonsters 31 juli 2014 op de spruitlengte (boven) en wortellengte (onder) van tuinkers, mosterd en sorghum ten opzichte van een standaard komkommervoeding (= controle).

3.6 Stand van het gewas en substraatmonsters

In de tweewekelijkse beoordelingen van de stand van het gewas door vier amaryllistelers en teeltadviseur Jan Overkleef zijn in het tweede teeltjaar bij hergebruik van drainwater na UV-ontsmetting of na geavanceerde oxidatie geen nadelige effecten gezien op de stand van het gewas. Medio april begon bij de jonge bollen van de cultivar Mont Blanc wat bladverkleuring op te treden en ontstonden rode vlekjes in het blad. Bij de cultivar Red Lion is wat witverkleuring in het blad ontstaan in de vakken met jonge bollen. Op het oog was er, vooral op perliet, een tendens dat bij de behandelingen met hergebruik van drainwater wat minder bladverkleuring zichtbaar was dan bij de controlebehandeling zonder hergebruik van drainwater. Dit was ook in het eerste jaar zichtbaar. In de vakken met grote bolmaten was er tussen de behandelingen geen duidelijk verschil zichtbaar in bladverkleuring.

Om inzicht te krijgen in de mogelijke oorzaak van de verschillen in bladverkleuring zijn op 15 april monsters genomen van de watergift en van het substraat van de 3 behandelingen en geanalyseerd op gehalte aan voedingselementen. Bij de watergift was er weinig verschil in samenstelling (tabel 3). Bij de controlebehandeling zonder hergebruik drainwater was echter wel de pH en de EC in de watergift wat lager dan bij de beide recirculatiebehandelingen. De pH van de watergift was bij de controlebehandeling in het algemeen wat lager dan bij de recirculatiebehandelingen (figuur 3).

Voor de substraatanalyses is perliet uit de bakken 'geschept' en door Groen Agro Control zijn de gehalten aan meststoffen geanalyseerd met de 1:1,5 methode en ook met BaCl₂ om de voedingsstoffen extra los te krijgen. Bij de recirculatiebehandelingen was de EC in het substraat 0,6/1,0 hoger dan in de controlebehandeling (tabel 5). Bij de gehalten aan voedingselementen is te zien dat bij de behandelingen met hergebruik van drainwater het Natriumgehalte in het substraat hoger is dan bij de controlebehandeling zonder hergebruik drainwater. Verder zijn bij hergebruik van drainwater ook het calcium-, magnesium-, nitraat- en sulfaatgehalte in het substraat hoger dan bij de controlebehandeling zonder drainwater. Teruggerekend naar een gelijke voedingsEC waren er geen duidelijke onderlingen verschillen in gehalte van de elementen. De K/Ca verhouding in de 1:1,5 analyse was bij alle 3 behandelingen gelijk (1,3). In de bemestingsadviesbasis wordt voor amaryllis (*Hippeastrum*) geadviseerd om in het substraat op een K/Ca-verhouding van 1,3 uit te komen. Dat is op 15 april 2014 dus goed gerealiseerd. De BaCl₂-analyse laat geen grote afwijkingen zien.

Tabel 5

Resultaten van de substraatanalyse van perlietmonsters (P) bij de controlebehandeling zonder hergebruik van drainwater (geen) en met hergebruik drainwater na UV-ontsmetting (UV) en met hergebruik drainwater na geavanceerde oxidatie (UV+) van 15 april 2014. Resultaten van analyse volgens 1:1.5 methode (1:1.5), volgens methode met BaCl₂ (BaCl₂) en resultaten van 1:1,5 analyse terug gerekend naar voedingsEC van de gift (EC in mS/cm, hoofdelementen in mmol/l en sporelementen in µmol/l).

	pH	EC	NH ₄ ⁺	K ⁺	Na ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Si	NO ₃ ⁻	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻	HCO ₃ ⁻	H ₂ PO ₄ ⁻	Fe	Mn	Zn	B	Cu	Mo	K/Ca	
1:1.5 analyse																					
P-geen	6.6	2.7	0.1	6.2	1.3	4.7	4.7	0.2	15.8	0.3	4.1	0.4	1.1	8.6	3.7	4.2	50	1.0	0.4	1.3	
P-UV	6.5	3.3	0.1	8.1	1.7	6.1	6.0	0.3	20.8	0.4	5.2	0.7	1.3	8.0	4.5	4.7	80	1.2	0.7	1.3	
P-UV+	6.2	3.7	0.2	8.6	1.6	6.6	6.7	0.3	22.8	0.4	5.1	0.4	1.6	11	6.4	6.2	81	1.2	0.7	1.3	
BaCl₂-analyse																					
P-geen				7.4	1.5	4.9	5.1	0.3						0.6	7.2	5.4	3.8	52	0.9	<0.1	1.5
P-UV				8.2	1.7	5.0	5.4	0.3						0.6	6.5	5.3	4.0	71	1.3	<0.1	1.6
P-UV+				9.2	1.6	6.5	6.7	0.3						1.0	9.5	8.5	5.4	77	1.2	<0.1	1.4
1:1.5 analyse teruggerekend naar gelijke voedingsEC van gift																					
P-geen	6.6	2.2	0.1	5.2	1.1	3.9	3.9	0.2	13.3	0.3	3.4	0.3	0.9	7.2	3.1	3.5	42	0.8	0.3		
P-UV	6.5	2.2	0.1	5.6	1.2	4.2	4.1	0.2	14.3	0.3	3.6	0.5	0.9	5.5	3.1	3.2	55	0.8	0.5		
P-UV+	6.2	2.2	0.1	5.3	1.0	4.0	4.1	0.2	13.9	0.2	3.1	0.2	1.0	6.7	3.9	3.8	50	0.7	0.4		

3.7 Bladwaarnemingen twee weken voor blad snijden

Een week voor het einde van de koeling (=twee weken voor blad snijden) is het aantal groene en afgestorven bladeren per bol geteld, het vers- en drooggewicht van het blad bepaald en het percentage droge stof berekend (tabel 6 en 7). Er waren geen negatieve effecten van het hergebruik van drainwater zichtbaar in het aantal bladeren en vers- en drooggewicht van het blad. Er was geen verschil in totaal aantal bladeren, aantal afgestorven bladeren en vers- en drooggewicht van het afgestorven blad tussen de behandelingen met en zonder hergebruik. Bij de behandeling met hergebruik van drainwater was het aantal groene bladeren en het vers- en drooggewicht van het groene blad zelfs hoger dan bij de controlebehandeling zonder hergebruik van drainwater. Het is niet duidelijk in hoeverre dit (mede) een gevolg is van wat meer bladschade bij de controlebehandeling (zie 3.4). Anderzijds is ook niet uit te sluiten dat bij de controlebehandeling al wat meer droge stof naar de bol getransporteerd was. Tussen het hergebruik na UV-ontsmetting en het hergebruik na geavanceerde oxidatie zijn geen betrouwbare verschillen geconstateerd.

Tabel 6

Aantal bladeren en versgewicht (gram) van groen blad en afgestorven blad apart en totaal per bol zonder hergebruik drainwater (controle) en met hergebruik drainwater ontsmet met UV (UV) en met hergebruik drainwater behandeld met geavanceerde oxidatie (UV+H₂O₂) gemeten op 25 september 2014 (=week voor het einde van de koeling).

Behandeling	aantal groene bladeren / bol	aantal afgestorven bladeren / bol	totaal aantal bladeren / bol	versgewicht groen blad / bol	versgewicht afgestorven blad / bol	versgewicht blad totaal / bol
controle	3.5 a	2.6 a	6.1 a	150 a	9 a	159 a
UV	4.7 b	1.8 a	6.5 a	280 b	11 a	291 b
UV+ H ₂ O ₂	4.8 b	2.2 a	6.9 a	242 b	13 a	254 b

* Bij verschillende letters in één kolom is er een betrouwbaar verschil tussen de behandelingen. Bij gelijke letters is er geen betrouwbaar verschil.

Tabel 7

Drooggewicht (gram) en percentage droge stof van groen en afgestorven bladeren en totaal per bol zonder hergebruik drainwater (controle) en met hergebruik drainwater ontsmet met UV (UV) en met hergebruik drainwater behandeld met geavanceerde oxidatie (UV+) gemeten op 25 september 2014 (=week voor het einde van de koeling).

Behandeling	drooggewicht groen blad / bol	drooggewicht afgestorven blad / bol	totaal drooggewicht / bol	% droge stof groen blad	% droge stof afgestorven blad	% droge stof totaal blad
controle	9.4 a	3.9 a	13.2 a	6%	42%	8%
UV	17.7 b	2.4 a	20.1 b	6%	22%	7%
UV+ H ₂ O ₂	15.9 b	2.9 a	18.8 b	7%	23%	7%

* Bij verschillende letters in één kolom is er een betrouwbaar verschil tussen de behandelingen. Bij gelijke letters is er geen betrouwbaar verschil.

Er zijn geen betrouwbare verschillen aangetoond tussen kleikorrels en perliet (tabel 8 en 9). Bij Red Lion en Mont Blanc was er geen verschil in het totaal aantal bladeren per bol (tabel 10). Bij Mont Blanc was één week voor het einde van de koeling echter meer blad afgestorven dan bij de cultivar Red Lion. Bij Red Lion was het aantal groene bladeren en het vers- en drooggewicht van het groene blad hoger en het aantal afgestorven bladeren en het vers- en drooggewicht van het afgestorven blad lager dan bij Mont Blanc (tabel 10 en 11). Het vers- en drooggewicht van het totale blad was bij Red Lion hoger dan bij Mont Blanc. Dit kan enerzijds een gevolg zijn van een verschil in aanmaak van vers- en drooggewicht, maar anderzijds kan er ook een verschil zijn in de mate waarin droge stof naar de bol is getransporteerd.

Tabel 8

Aantal bladeren en versgewicht (gram) van groen blad en afgestorven blad apart en totaal per bol op kleikorrels en perliet gemeten op 25 september 2014 (=week voor het einde van de koeling).

Substraat	aantal groene bladeren / bol	aantal afgestorven bladeren / bol	totaal aantal bladeren / bol	versgewicht groen blad / bol	versgewicht afgestorven blad / bol	versgewicht blad totaal / bol
kleikorrel	4.5 a	2.2 a	6.7 a	254 a	11 a	266 a
perliet	4.5 a	2.0 a	6.5 a	223 a	11 a	234 a

* Bij verschillende letters in één kolom is er een betrouwbaar verschil tussen de twee substraten. Bij gelijke letters is er geen betrouwbaar verschil.

Tabel 9

Drooggewicht (gram) en percentage droge stof van groen en afgestorven bladeren en totaal per bol op kleikorrels en perliet gemeten op 25 september 2014 (=week voor het einde van de koeling).

Substraat	drooggewicht groen blad / bol	drooggewicht afgestorven blad / bol	totaal drooggewicht / bol	% droge stof groen blad	% droge stof afgestorven blad	% droge stof totaal blad
kleikorrel	16.1 a	2.7 a	18.8 a	6%	24%	7%
perliet	14.5 a	3.1 a	17.6 a	7%	28%	8%

* Bij verschillende letters in één kolom is er een betrouwbaar verschil tussen de twee substraten. Bij gelijke letters is er geen betrouwbaar verschil.

Tabel 10

Aantal bladeren en versgewicht (gram) van groen blad en afgestorven blad apart en totaal per bol bij Mont Blanc en Red Lion gemeten op 25 september 2014 (=week voor het einde van de koeling).

cultivar	aantal groene bladeren / bol	aantal afgestorven bladeren / bol	totaal aantal bladeren / bol	versgewicht groen blad / bol	versgewicht afgestorven blad / bol	versgewicht blad totaal / bol
Mont Blanc	2.9 a	3.4 a	6.3 a	150 a	16 a	166 a
Red Lion	6.1 b	0.8 b	6.9 a	327 b	6 b	334 b

* Bij verschillende letters in één kolom is er een betrouwbaar verschil tussen de twee cultivars. Bij gelijke letters is er geen betrouwbaar verschil.

Tabel 11

Drooggewicht (gram) en percentage droge stof van groen en afgestorven bladeren en totaal per bol bij Mont Blanc en Red Lion gemeten op 25 september 2014 (=week voor het einde van de koeling).

cultivar	drooggewicht groen blad / bol	drooggewicht afgestorven blad / bol	totaal drooggewicht / bol	% droge stof groen blad	% droge stof afgestorven blad	% droge stof totaal blad
Mont Blanc	10.1 a	4.9 a	15.0 a	7%	31%	9%
Red Lion	20.6 b	0.9 b	21.4 b	6%	14%	6%

* Bij verschillende letters in één kolom is er een betrouwbaar verschil tussen de twee cultivars. Bij gelijke letters is er geen betrouwbaar verschil.

3.8 Bladanalyses twee weken voor blad snijden

Het groene blad van de cultivar Red Lion gemeten bij de bladwaarnemingen op 25 september (=een week voor einde koeling en twee weken voor blad snijden) is geanalyseerd op voedingselementen. Omdat bij Mont Blanc al groot deel van het blad afgestorven was, zijn van deze cultivar geen bladmonsters geanalyseerd. De monsters zijn eerst gedroogd en de elementen zijn uitgedrukt in mmol of μmol per kg droge stof). Het Na-gehalte is niet altijd hoog in de recirculatiebehandelingen (bijlage I). Op kleikorrels was het Na-gehalte bij de behandelingen met hergebruik van drainwater wel hoger dan bij de controle zonder hergebruik, maar op perliet was het juist andersom. Het natriumgehalte was wel hoger dan in het 1^e teeltjaar. Gemiddeld over de substraten (tabel 12) is er geen betrouwbaar verschil in natriumgehalte tussen de behandelingen met en zonder hergebruik drainwater. Er is wel een betrouwbaar verschil in kalium- en fosfaatgehalte. Het kalium- en fosfaatgehalte was in de behandeling zonder hergebruik van drainwater hoger dan in de twee behandelingen met hergebruik van drainwater. Bij het calcium-, magnesium en ijzergehalte was dezelfde trend zichtbaar, maar daar waren de verschillen niet significant. Het P-gehalte is in vergelijking met de referentiewaarde (90 mmol/kg ds) in alle behandelingen hoog net als in het 1^e teeltjaar. Mn-gehalten zijn vrij laag, net als de Zn-gehalten. Theoretisch doen zich Zn-gebreken voor bij gehalten onder de 0.40 mmol/kg ds. Het Cu-gehalte is eveneens aan de lage kant. Onder de 60 $\mu\text{mol/kg}$ ds zouden gebreksverschijnselen op kunnen treden. In het eerste jaar waren deze sporenelementen ook laag en zijn de hoeveelheden sporenelementen in de gift verhoogd. De verhoging lijkt niet voldoende te zijn geweest. Uit de gemiddelden van de gewasanalyses per substraat (tabel 13) blijkt dat het natriumgehalte in het blad op perliet hoger was dan op kleikorrels. Dit geldt ook voor het calcium-, fosfaat- en boriumgehalte. Er zijn geen gewasmonsters van de bollen en de bloemen geanalyseerd. Het is dus onbekend hoeveel van de voedingselementen zijn gebruikt voor de bolgroei en bloemproductie en of daar dezelfde verhouding in voor komen.

Tabel 12

Resultaten van gewasanalyses van Red Lion blad een week voor het einde van de koeling (25 september 2014) geteeld op kleikorrels en perliet zonder hergebruik van drainwater (controle), met hergebruik van drainwater na UV-ontsmetting (UV) en met hergebruik van drainwater na geavanceerde oxidatie (UV+H₂O₂).

behandeling	K	Na	Ca	Mg	N-tot	P-tot	Fe	Mn	Zn	B	Mo	Cu
	mmol/kg ds						$\mu\text{mol/kg}$ ds					
controle	1656 a	36 a	293 a	146 a	1247 a	332 a	1.6 a	0.3 a	0.2 a	3.8 a	22 a	51 a
UV	1244 b	34 a	238 a	105 a	1254 a	224 b	1.3 a	0.3 a	0.3 a	4.1 a	20 a	61 a
UV+ H ₂ O ₂	1240 b	39 a	238 a	127 a	1313 a	226 b	1.3 a	0.2 a	0.2 a	3.4 a	19 a	33 a

* Bij verschillende letters in één kolom is er een betrouwbaar verschil tussen de behandelingen. Bij gelijke letters is er geen betrouwbaar verschil.

Tabel 13

Resultaten van gewasanalyses van Red Lion blad een week voor het einde van de koeling (25 september 2014) geteeld op kleikorrels en perliet zonder hergebruik van drainwater (controle), met hergebruik van drainwater na UV-ontsmetting (UV) en met hergebruik van drainwater na geavanceerde oxidatie (UV+H₂O₂).

substraat	K	Na	Ca	Mg	N-tot	P-tot	Fe	Mn	Zn	B	Mo	Cu
	mmol/kg ds						$\mu\text{mol/kg}$ ds					
kleikorrel	1325 a	28 a	225 a	119 a	1286 a	211 a	1.2 a	0.2 a	0.2 a	3.3 a	22.3 a	57.4 a
perliet	1435 a	45 b	287 b	132 a	1256 a	310 b	1.5 a	0.3 a	0.2 a	4.2 b	18.1 a	39.1 a

* Bij verschillende letters in één kolom is er een betrouwbaar verschil tussen de substraten. Bij gelijke letters is er geen betrouwbaar verschil.

3.9 Productie

Vanaf 24 november 2014 tot en met 5 januari 2015 zijn bloemen geoogst (foto 3). Bij de oogst is het aantal stelen per bed geteld en het geoogst gewicht per bed gemeten. Uit de totale productie in aantal stelen en gewicht is het gemiddeld steelgewicht berekend. Hergebruik van drainwater zoals toegepast in deze proef vanaf mei 2013 had geen nadelige effecten op de productie van het tweede teeltjaar. Net als in het eerste teeltjaar waren er geen verschillen in productie tussen de behandelingen met hergebruik van drainwater en de controle behandeling zonder hergebruik van drainwater (tabel 14). Bij het begin van de bloementrek bleken sommige bloemknoppen aangetast door narcismijt. Om verdere verspreiding van narcismijt door de kas te voorkomen zijn deze bloemknoppen vroegtijdig verwijderd. Als deze niet verwijderd waren en normaal geoogst hadden kunnen worden was de productie gemiddeld 0,6 stelen per m² hoger geweest (tabel 14-rechterkolom).

Tabel 14

Productie en kwaliteit van de oogst van het 2^e teeltjaar met en zonder hergebruik drainwater.

Behandeling	Aantal geoogste stelen per m ²	Totaal geoogst gewicht (kg/m ²)	Gemiddeld steelgewicht (gram)	Aantal stelen/m ² incl. verwijderde bloemknoppen
Controle zonder hergebruik drainwater	51.3 a*	13.1 a	256	51.9 a
Hergebruik drainwater na UV-ontsmetting	50.0 a	13.2 a	265	50.4 a
Hergebruik drainwater na geavanceerde oxidatie (=waterstofperoxide én UV-ontsmetting).	49.6 a	13.0 a	263	50.4 a

* Gelijke letters in dezelfde kolom betekent dat er geen betrouwbaar verschil is tussen de behandelingen.

Op perliet zijn gemiddeld 2 stelen per m² meer geteld dan op kleikorrels, maar in het totaal geoogst gewicht was er geen verschil tussen de twee substraten (tabel 15). Bij de cultivar Red Lion was het aantal stelen per m² hoger, maar het totaal geoogst gewicht per m² was lager dan bij de cultivar Mont Blanc (tabel 16). Er waren geen betrouwbare interactie aanwezig tussen cultivar, substraat en de behandelingen met en zonder hergebruik drainwater.

Tabel 15

Productie en kwaliteit van de oogst van het 2^e teeltjaar op kleikorrels en perliet.

substraat	Aantal stelen per m ²	Totaal geoogst gewicht (kg/m ²)	Gemiddeld steelgewicht (gram)
Kleikorrel	49.3 a*	13.0 a	264
Perliet	51.3 b	13.3 a	259

* Bij verschillende letters in één kolom is er een betrouwbaar verschil tussen de twee substraten. Bij gelijke letters in één kolom is er geen betrouwbaar verschil.

Tabel 16

Productie en kwaliteit van de oogst van het 2^e teeltjaar van de cultivars *Mont Blanc* en *Red Lion*.

cultivar	Aantal stelen per m ²	Totaal geoogst gewicht (kg/m ²)	Gemiddeld steelgewicht (gram)
Mont Blanc	46.5 a*	14.6 b	314
Red Lion	54.1 b	11.7 a	216

* Verschillende letters in één kolom betekent dat er een betrouwbaar verschil is tussen de twee cultivars.

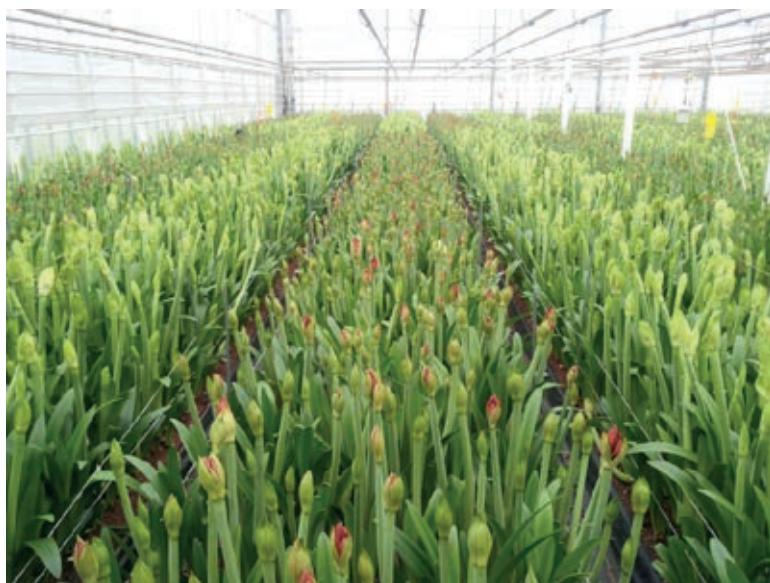


Foto 3 Overzicht van proef met hergebruik drainwater bij amaryllis op 2 december 2014.

3.10 Analyses spoelwater na stomen in praktijk

Op een drietal praktijkbedrijven is begin 2014 spoelwater na het stomen onderzocht op meststoffen, lycorine en gewasbeschermingsmiddelen. Op één van de drie bedrijven is 0,03 mg/l lycorine gevonden in het spoelwater. Op de andere twee bedrijven was het lycorinegehalte onder de detectiegrens (0,01 mg/l).

De analyse op meststoffen (tabel 17) laat zien dat de EC vaak hoog is in vergelijking met de EC die gebruikelijk is in de teelt. Natrium kan in hoge concentraties voor komen in het spoelwater. Op bedrijf 3 was er 9,3 mmol Natrium aanwezig in het spoelwater. Het stikstofgehalte was op dit bedrijf ook hoog. Op dit bedrijf wordt oppervlaktewater gebruikt als er onvoldoende regenwater beschikbaar is. De ervaring heeft geleerd dat het gebruik van oppervlaktewater in een substraatteelt niet verstandig is. De afgelopen 30 jaar zijn jaarlijks grote schades geleden door ongewenste organismen, verontreinigingen en elementen. Het spoelwater bevat ook veel bicarbonaat, mangaan en borium. Gemiddeld was er in het spoelwater 28,9 mmol stikstof per liter aanwezig.

De concentraties van residuen van gewasbeschermingsmiddelen die gevonden zijn, waren op één na allemaal lager dan 1 µg/l. Alleen thiametoxam (bijv. Actara) kwam in een hogere concentratie voor van 2,3 µg/l.

Tabel 17

Gemeten EC, pH, gehalte aan voedingselementen, totaal stikstof gehalte (tot-N) en K/Ca-verhouding in het spoelwater januari 2014 bij het spoelen na het stomen op drie praktijkbedrijven en gehalten teruggerekend naar gelijke EC van voedingsrecept van 2,2 (EC in mS/cm, hoofdelementen in mmol/l en spoorelementen in µmol/l). In de laatste regel van de tabel ter vergelijking het advies voor het voedingsrecept in de watertoft in de kasproef.

bedrijf	pH	EC	NH ₄ ⁺	K ⁺	Na ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Si	NO ₃ ⁻	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻	HCO ₃ ⁻	H ₂ PO ₄ ⁻	Fe	Mn	Zn	B	Cu	Mo	tot-N	K/Ca
1	6.1	2.4	0.10	7.8	0.8	3.2	3.6	0.5	12.2	1.5	2.9	0.1	0.80	6.8	12.4	10.3	145	3.4	3.2	12.3	2.4
2	7.1	4.0	0.50	10.6	5.1	4.7	7.4	1.2	14.1	1.8	7.9	5.3	0.45	16.5	23.6	3.5	169	2.1	6.5	14.6	2.3
3	6.2	7.3	1.5	21.0	9.3	12.5	10.1	2.0	58.2	1.6	7.9	0.4	1.4	12.2	47.2	9.3	112	2.5	4.4	59.7	1.7
gem		4.6	0.7	13.1	5.1	6.8	7.0	1.2	28.2	1.6	6.2	1.9	0.9	11.8	27.7	7.7	142	2.7	4.7	28.9	2.1
Teruggerekend naar gelijke voedingsEC van 2,2																					
bedrijf	EC	NH ₄ ⁺	K ⁺	Na ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Si	NO ₃ ⁻	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻	HCO ₃ ⁻	H ₂ PO ₄ ⁻	Fe	Mn	Zn	B	Cu	Mo	tot-N	K/Ca	
1	2.2	0.1	7.5	0.8	3.1	3.5	0.5	11.7	1.4	2.8	0.1	0.8	6.5	11.9	9.9	139.6	3.3	3.1	11.7	2.4	
2	2.2	0.3	6.4	3.1	2.8	4.5	0.7	8.5	1.1	4.8	3.2	0.3	9.9	14.2	2.1	101.7	1.3	3.9	8.5	2.3	
3	2.2	0.5	6.8	3.0	4.1	3.3	0.7	19.0	0.5	2.6	0.1	0.5	4.0	15.4	3.0	36.5	0.8	1.4	19.0	1.7	
gem	2.2	0.3	6.9	2.3	3.3	3.7	0.6	13.1	1.0	3.4	1.1	0.5	6.8	13.8	5.0	92.6	1.8	2.8	13.1	2.1	
Adviesschema	2.2	0.7	7.3		3.7	2.4		14.2		2.1			1.8	24.4	12.2	6.1	36.7	0.6		14.9	2.0

3.11 Berekening emissie

Het drainwater is bijgemengd met een bijmengregeling en overtollig drainwater is geloosd. De hoeveelheid hergebruikt en geloosd drainwater is niet geregistreerd en daardoor kon de emissie niet worden vastgesteld. M.b.v. gegevens die wel beschikbaar waren en instelling van de bijmengregeling is de emissie op jaarbasis berekend. De emissie is berekend voor drie scenario's:

1. Geen hergebruik van drainwater
2. Situatie in uitgevoerde kasproef:
 - Drain opvang van 600 m² (=400 m² met hergebruik van drainwater + 200 m² zonder hergebruik drainwater) en hergebruik op 400 m² (=twee behandelingen met hergebruik van drainwater).
3. Gelijke oppervlakte van opvang en hergebruik drainwater zoals in de praktijk gangbaar zal zijn.

Uitgangspunten voor de berekening:

- In 2014 is 892 liter watergift en 328 liter drain per m² geregistreerd.
- Bij een ingestelde bijmengregeling van 0,8 EC uit de drain tot 24 juni 2014 en 1,2 EC na 24 juni is gemiddeld 1,0 EC bijgemengd. De EC in de gift was in 2014 gemiddeld 2.14. Gemiddeld bestond dan 47% van de gift uit drain en is de rest van het drainwater geloosd.
- In het geloosde drainwater was gemiddeld 17.4 mmol/l N aanwezig (=gemiddelde N-gehalte in analyses van drainwater in 2014 bijlage II).

Met deze uitgangspunten komt de emissie in het scenario zonder hergebruik van drainwater waarbij alle drain tijdens de teelt wordt geloosd op 799 kg N/ha/jaar (tabel 18). In de proefsituatie met drainwater opvang van 600 m² en hergebruik drainwater op 400 m² komt de emissie op 117 kg N/ha/jaar. Dit is flink lager dan de situatie zonder hergebruik. In het derde scenario bij een gelijke oppervlakte van opvang en hergebruik van drainwater zou de emissie op 0 kg N/ha/jaar komen omdat al het drainwater zou zijn hergebruikt.

NB: Doordat in de proef gemiddeld 15% van het drainwater is geloosd (zie scenario 2 in tabel 18), kan in de proef minder ophoping van groeiremmende stoffen (als deze niet worden afgebroken door de UV-behandeling of geavanceerde oxidatie), minder ophoping van Natrium en mogelijk ook minder ophoping of uitputting van voedingselementen opgetreden zijn dan in een situatie bij opvang en hergebruik van hetzelfde teeltoppervlak en lozing van 0% drainwater (scenario 3 in tabel 18).

Op praktijkbedrijven worden teeltvakken om de drie jaar gerooid, gestoomd en het substraat gespoeld. Vanwege de hoge EC in het spoelwater (zie 3.10) en sterke vermoedens van aanwezigheid van groeiremmende stoffen in het spoelwater wordt het spoelwater geloosd. Om een representatief beeld van de totale emissie in de praktijk te geven, is een berekening gemaakt van de emissie van het spoelwater en dit is bij de berekende emissie tijdens de teelt opgeteld (tabel 18).

Uitgangspunten voor berekening van emissie van het spoelwater:

- De hoeveelheid spoelwater is geschat op 100 l/m²
- Elk jaar wordt 1/3 deel van het teeltoppervlak gespoeld (teeltvakken worden om de drie jaar gerooid, gestoomd en gespoeld)
- In het te lozen spoelwater is gemiddeld 28,9 mmol/l N aanwezig (=gemiddelde N-gehalte in analyses van spoelwater in tabel 17).

Met deze uitgangspunten komt de emissie door het te lozen spoelwater op 135 kg N/ha/jaar (tabel 18). De totale emissie in het scenario zonder hergebruik van drainwater waarbij alle drain wordt geloosd komt dan op 934 kg N/ha/jaar. Dit is ver boven de emissienorm van 150 kg N/ha/jaar voor 2014 (zie overzicht emissienormen in hoofdstuk 1). In de proefsituatie met drainwater opvang van 600 m² en hergebruik drainwater op 400 m² komt de totale emissie dan op 253 kg N/ha/jaar. Dit is flink lager dan de situatie zonder hergebruik, maar nog altijd ruim boven de emissienorm van 2014. In het derde scenario bij een gelijke oppervlakte van opvang en hergebruik van drainwater komt de totale emissie op 135 kg N/ha/jaar. De emissie blijft dan binnen de norm van 2014 van 150 kg N/ha/jaar, maar ligt wel boven de norm voor 2015/2017 van 100 kg N/ha/jaar.

Tabel 18

Berekende emissie voor snij-amaryllis in het 2^e teeltjaar (2014) in drie scenario's.

	1. zonder hergebruik drainwater	2. opvang 600 m ² en hergebruik op 400 m ²	3. Gelijk oppervlak opvang en hergebruik	
totale gift op jaarbasis:	892	892	892	l/m ²
totale opgevangen drain op jaarbasis:	328	328	328	l/m ²
% hergebruik drainwater in gift:	47	47	47	%
aantal liters drain hergebruik in gift:	0	280	328	l/m ²
drainlozing op jaarbasis:	3280	482	0	m ³ /ha
Gem. totaal N-gehalte in geloosde drain:	17.4	17.4	17.4	mmol N/l
atoomgewicht N	14	14	14	gram per mol
emissie (=N-gehalte in mmol/l * m ³ spui *atoomgewicht N/1000)	799	117	0	kg N/ha/jaar
% drainwater hergebruik t.o.v. totale opgevangen drain:	0	85	100	%
lozing spoelwater per jaar:	333	333	333	m ³ /ha/jaar
gemiddeld N-gehalte in geloosd spoelwater:	28.9	28.9	28.9	mmol N/l
emissie (=N-gehalte in mmol/l * m ³ spui *atoomgewicht N/1000)	135	135	135	kg N/ha/jaar
totale emissie inclusief spoelwater na het stomen:	934	253	135	kg N/ha/jaar

3.12 Verbruik waterstofperoxide

De waterstofperoxide is met een pulspompje toegediend net voordat het vuile water naar de UV-ontsmetter ging. De proef is gestart met de toediening van 15 ppm waterstofperoxide vóór de UV-ontsmetter. Met peroxide testkaartjes is handmatig het behandelde water gecontroleerd of de peroxide voldoende meegegeven werd en ook of er niet teveel waterstofperoxide overbleef in de oplossing op het moment dat deze in de dagvoorraadsilo kwam na ontsmetting. Het verbruik aan waterstofperoxide is door het IC geregistreerd. In 2014 is in totaal 32,3 liter waterstofperoxide verbruikt. Het aantal liters behandeld drainwater is niet geregistreerd. Uitgaande van 280 liter/m² hergebruik (tabel 18) op 200 m² (oppervlakte in de proef met geavanceerde oxidatie) is er 56 m³ drainwater behandeld met geavanceerde oxidatie. Dit zou dan verbruik van 0,58 liter waterstofperoxide betekenen per m³ drainwater.

4 Conclusies en discussie

4.1 Conclusies

- Hergebruik van drainwater van amaryllis na UV-ontsmetting of na geavanceerde oxidatie zoals toegepast in dit onderzoek geeft geen nadelige effecten op de gewasgroei en productie in het 1^e en 2^e teeltjaar.
- Hergebruik van drainwater in de teelt van snij-amaryllis op substraat geeft een sterke verlaging van de emissie van stikstof. Zonder hergebruik van drainwater zou de totale emissie 934 kg N/ha/jaar zijn geweest. Dit is inclusief emissie van 135 kg N/ha/jaar voor spoelwater na het stomen eens in de 3 à 4 jaar zoals in de praktijk gangbaar is. Voor de uitgevoerde proef met drainwater opvang van 600 m² en hergebruik drainwater op 400 m² is een emissie berekend van 253 kg N/ha/jaar (inclusief 135 kg N/ha/jaar voor lozing spoelwater). Uitgaande van een gelijke oppervlakte van opvang en hergebruik van drainwater zou al het drainwater tijdens de teeltfase zijn hergebruikt en wordt alleen het spoelwater geloosd. De emissie is dan 135 kg N/ha/jaar. De totale emissie komt dan beneden de norm van 150 kg N/ha/jaar voor 2014, maar ligt nog wel boven de norm van 2015 (=100 kg N/ha/jaar).
- In het drainwater van amaryllis uit de kasproef is geen betrouwbare groeiremming vast gesteld. Er was wel een tendens dat op drainwater behandeld met UV of drainwater behandeld met geavanceerde oxidatie de wortellengte wat groter was dan op onbehandeld (vuil) drainwater. In het drainwater is geen lycorine aangetoond boven de detectiegrens van 0,01 mg/l. In monsters van 3 praktijkbedrijven van spoelwater na het stomen is op één bedrijf wel lycorine gevonden (0,03 mg/l). Op de andere twee bemonsterde bedrijven was geen lycorine meetbaar.

4.2 Discussie

- NB: In deze proef is nog niet al het drainwater hergebruikt. Tot 24 juni 2014 is maximaal 0,8 EC aan drainwater bijgemengd. Vanaf 24 juni is dit verhoogd naar 1,2 EC. Het overtollige drainwater is geloosd. Omdat in de proef van alle behandelingen (=600 m²) drainwater werd opgevangen en maar bij twee behandelingen (= 400 m²) drainwater werd hergebruikt is in het 1^e teeltjaar (2013) circa 63% van het drainwater hergebruikt en 37% geloosd. In het 2^e teeltjaar (2014) is circa 85% van het drainwater hergebruikt en 15% geloosd. Hierdoor is in de proef minder ophoping van groeiremmende stoffen (indien deze vrij komen en niet zouden worden afgebroken door de UV-behandeling of geavanceerde oxidatie), minder ophoping van natrium en mogelijk minder ophoping of uitputting van voedingselementen opgetreden dan in een situatie bij een gelijk teeltoppervlak van opvang en hergebruik van drainwater. Bij een gelijk teeltoppervlak van opvang en hergebruik van drainwater zou in het 2^e teeltjaar wel al het drainwater zijn hergebruikt. Het is dus nog niet bekend wat de resultaten zijn als al het drainwater hergebruikt wordt. Als al het drainwater wordt hergebruikt kunnen mogelijk meer afwijkingen in de samenstelling van de drain op gaan treden en kan het mogelijk nodig zijn om de samenstelling van het verse aandeel in de gift meer bij te sturen om de gewenste concentraties van de voedingselementen te kunnen blijven geven.
- De huidige periode van recirculeren is voor een amaryllisgewas dat 3 à 4 jaar vast staat relatief kort geweest. Het is denkbaar dat groeiremmende stoffen pas tijdens of na de oogst vrijkomen als de bollen leeg getrokken zijn door de bloemstelen en pas in een 3^e teeltjaar zodanig gaan ophopen dat ze groeiremming gaan geven. Daarnaast worden bij amaryllis negatieve effecten op de bloemknopaanleg pas 10 tot 22 maanden later zichtbaar in de oogst, door de lange tijdsperiode tussen knopaanleg en oogst. Eventuele nadelige effecten op de knopaanleg kunnen dus pas na twee jaar zichtbaar worden in de oogst.

- Ander knelpunt wat in de besprekingen met telers naar voren is gekomen, is het spoelen van het substraat na het stomen, dat elke drie à vier jaar, vóór het planten van een volgende teelt, plaats vindt. Dit water heeft vaak een heel hoge EC en er zijn sterke vermoedens dat dit water groei remmende eigenschappen heeft. Dit spoelwater wordt daarom niet hergebruikt. De emissie van het te lozen spoelwater is berekend op 135 kg N/ha/jaar. Om de emissie in de toekomst nog verder naar beneden te brengen, is het gewenst te onderzoeken of er mogelijkheden zijn om de emissie van het spoelwater in de praktijk te verminderen.
- In eerder onderzoek (Woets *et al.* 2012) bleek dat meer lycorine vrijkomt als amaryllisbollen gekookt worden. Dit zou kunnen verklaren waarom in drainwater van de kasproef tot dusver geen lycorine gemeten is en in één van de drie monsters van spoelwater na het stomen uit de praktijk wel lycorine gevonden is.
- Het ijzergehalte en vooral het mangaangehalte in de drain liep sterk terug. Bij beluchting van bassins en silo's kan door beluchting ijzer en mangaan neer slaan (Maas *et al.* 2012). Het ijzer kan ook onwerkzaam worden door pH en UV-ontsmetting en bij geavanceerde oxidatie zal nog meer ijzer onwerkzaam gemaakt worden dan bij alleen UV. Daarom moet het mangaan en ijzer gehalte goed gemonitord worden en indien nodig als chelaat worden toegevoegd.
- In de drainanalyses is te zien dat het calciumgehalte oploopt en de K/Ca-verhouding wat weg lijkt te zakken. Vooral bij het monster op 9 december 2014 was er sprake van een lage K/Ca verhouding (0,9) doordat het kaliumgehalte laag was en het calciumgehalte hoog. Dat is in de periode dat de bloemen uitgroeien en geoogst worden voor de kerstbloei en het gewas blijkbaar veel kalium opneemt. Om te voorkomen dat sommige elementen in het substraat te veel ophopen (o.a. calcium) wordt bij recirculatie in het algemeen een ander bemestingsschema gebruikt dan bij vrije drainage. In deze proef is één schema (=schema voor vrije drainage) gebruikt voor zowel de controlebehandeling zonder hergebruik van drainwater als de twee behandelingen met hergebruik drainwater. In een schema voor recirculatie is calcium lager en de K/Ca-verhouding hoger dan in een schema voor vrije drainage. In het adviesschema voor amaryllis in de bemestingsadviesbasis is de K/Ca-verhouding voor vrije drainage 2,3 en voor recirculatie 3,3 (tabel 1). In het gebruikte adviesschema voor de proef was de K/Ca-verhouding 2,0 en in de geanalyseerde watergift van de recirculatiebehandelingen op 15 april 2014 was de K/Ca-verhouding 2,1 (tabel 3). In de drainanalyses was de K/Ca-verhouding lager dan in de gift en varieerde de K/Ca-verhouding tussen de 0,9 en 1,7 (bijlage II). Er is in verhouding dus meer kalium dan calcium opgenomen waardoor calcium in het substraat kan ophopen. Door een te hoog calciumgehalte in het substraat kan de kaliumopname bemoeilijkt worden en dat kan groeiverlagend werken. Het kaliumgehalte in het blad was eind september 2014 (twee weken voor blad snijden) in de recirculatiebehandelingen lager dan bij controle zonder recirculatie. Dit lijkt te bevestigen dat er minder kalium is opgenomen. Er zijn echter geen gewasanalyses uitgevoerd van bollen en bloemen, dus het is niet bekend in hoeverre daar een zelfde effect opgetreden is. De gehalten in de bladanalyses zijn echter minder beïnvloed dan op grond van de adviesschema's in de bemestingsadviesbasis verwacht mag worden. Het is dus wel nuttig om wat meer kalium ten koste van calcium en magnesium te geven omdat dat de groei bevordert, maar niet zo extreem als het recirculatieschema in de bemestingsadviesbasis adviseert. Het is de bedoeling om in het substraat dicht bij een K/Ca-verhouding van $6,5/5=1,3$ uit te komen. De analyse van de perlietmonsters 15 april 2014 laten bij alle drie behandelingen de gewenste K/Ca verhouding van 1,3 zien (tabel 5). Op dat moment werd echter maar 0,8 EC uit de drain bijgemengd. Vanaf medio 2014 is dit verhoogd naar bij mengen van 1,2 EC uit de drain. De K/Ca-verhouding in de gift van de recirculatiebehandelingen zal daardoor vanaf die datum wat lager zijn geweest en daarmee kan ook de verhouding in het substraat veranderd zijn. Daarom wordt geadviseerd in het 3^e teeltjaar nogmaals substraatmonsters te nemen.

- Vanwege kwaliteitsproblemen in een aantal winters is men in de praktijk voorzichtig met het verlagen van het calciumgehalte en verhogen van het kaliumgehalte in de voeding. In een aantal winters zijn bij de afzet van amaryllis problemen opgetreden met Bent Neck nadat de bloemen na de transportfase in dozen weer op water werden gezet. Binnen 1 tot 3 dagen knakten de bloemstelen. Het vermoeden is dat Bent Neck problemen een gevolg zijn van calcium tekort. Carow *et al.* (1979) heeft onderzoek gedaan naar 'Schaftknikken' bij amaryllis en constateerde verschillen in wanddikte op de plaats waar stelen knikken. Ter hoogte van de knik was het gehalte aan gebonden calcium erg laag. Het kaliumgehalte was juist hoger. Het gebrek aan gebonden calcium in de geknikte zone kan volgens Carow *et al.* het gevolg zijn van te hoge temperaturen tijdens de differentiatie van deze weefselzone en snellere celwandvorming dan aanvoer van voldoende calcium. Vanwege het hogere kaliumgehalte in het bovenste deel van de geknikte stelen lijkt het er op dat de calciumopname ook geremd kan worden door een hoge kalium toevoer. Calcium problemen kunnen enorm snel ontstaan. Het kan zijn dat de voeding op termijn van 14 dagen geheel op orde is, maar dat er toch een hele of halve dag te weinig calcium in de plant komt waarna er een probleem is. Dat komt omdat calcium direct (binnen een uur) ingebouwd moet worden, anders kan het niet meer. Ook fluctuaties in drain bijmengpercentage of EC kunnen tijdelijk calcium tekort in de hand werken.
- In het eerste en tweede teeltjaar werd de stand van het gewas bij de behandelingen met hergebruik drainwater beter beoordeeld dan bij de controle zonder hergebruik van drainwater. In voorjaar en zomer treedt bij de behandelingen met recirculatie minder bladverkleuring op dan bij de behandeling zonder hergebruik van drainwater, vooral bij de kleine bolmaten. Bij telers die in de praktijk gestart zijn met recirculeren, is de stand van het gewas in het algemeen ook beter. Dit roept de vraag op of er bij controle mogelijk sprake is van Ca-gebrek?

Literatuur

- Blok, C., IJdo, M., Maas, B. van der, Marrewijk, I., 2012.
Goed Gietwater. Werkpakket 2: Kwaliteit gietwater en groeiprestaties. Rapport GTB-1215 Wageningen UR Glastuinbouw.
- Carow B. en R. Röber. 1979.
Schafknicken bei Hippeastrum. Gartenbauwissenschaft, 44 (2), pag 67-70.
- Klein, M. ; Kromwijk, A. ; Woets, F. ; Overkleeft, J. (2014).
Recirculatie snij-amaryllis (Hippeastrum) in 1e teeltjaar : behoud plantgezondheid en voorkomen groeiremming bij hergebruik drainwater. Rapport Wageningen UR.
- Kreij, C. de, Voogt, W., Bos, A.L. van den, Baars, R. 1999.
Bemestingsadviesbasis substraten. Rapport 169 Praktijkonderzoek Plant & Omgeving.
- Kromwijk, A., Gelder, A. de, Driever, S., Overkleeft, J., Grootsholten, M., Baar, P.H. van, 2013.
Opbrengstverhoging snij-amaryllis (Hippeastrum). Teelt voor kerstbloei in 3-jarig gewas van 2010 t/m 2012.
- Maas, B. van der, Blok, C., Beerling, E., 2012.
Goed Gietwater. Werkpakket 1: Analyse bestaande eisen en kentallen. Rapport GTB-1214 Wageningen UR Glastuinbouw.
- Nederhoff, E., 2000.
Hydrogen peroxide: unsuitable for root disease control in hydroponic vegetables. New Zealand commercial grower 55 (9) : 46 -50.
- Woets, F. en van Marrewijk I., 2012.
Amaryllis, gaat recirculatie samen met een gezond gewas? Rapport PT Project 14660 Groen Agro Control.

Bijlage I. Gewasanalyses Red Lion per behandelingscombinatie

Tabel 19

Resultaten van gewasanalyses van Red Lion blad een week voor het einde van de koeling (25 september 2014) geteeld op kleikorrels en perliet zonder hergebruik van drainwater (controle), met hergebruik van drainwater na UV-ontsmetting (UV) en met hergebruik van drainwater na geavanceerde oxidatie (UV+H₂O₂).

substraat+ behandeling	K	Na	Ca	Mg	N-tot	P-tot	Fe	Mn	Zn	B	Mo	Cu
	mmol/kg ds						µmol/kg ds					
kleikorrel controle	1597	23.8	270	151	1355	271	1.3	0.32	0.20	3.3	27.8	44.0
kleikorrel UV	1238	27.1	211	107	1274	181	1.3	0.19	0.30	3.8	22.7	91.3
kleikorrel UV+ H ₂ O ₂	1139	31.8	195	100	1229	180	1.1	0.22	0.22	2.8	16.5	37.0
perliet controle	1714	48.1	316	140	1139	393	1.8	0.21	0.28	4.2	15.3	58.0
perliet UV	1250	40.4	265	103	1233	267	1.3	0.34	0.23	4.4	17.6	29.9
perliet UV+ H ₂ O ₂	1341	45.7	280	154	1396	271	1.5	0.22	0.22	4.0	21.3	29.3

Bijlage II. Overzicht drainwateranalyses

Tabel 20

Resultaten van analyses van onbehandeld (vuil) drainwater (=gezamenlijke drain van alle behandelingen en van zowel kleikorrels als perliet) in het 2^e teeltjaar en gemiddeld over 2014 (EC in mS/cm, hoofdelementen in mmol/l, sporelementen in µmol/l).

datum	pH	EC	NH ₄	K	Na	Ca	Mg	Si	NO ₃	Cl	SO ₄	HCO ₃	H ₂ PO ₄	Fe	Mn	Zn*	B	Cu	Mo	K/Ca
11-02-2014	6.1	2.1	<0.1	7.8	0.3	4.7	3.5	0.5	15.0	0.3	2.4	0.4	1.8	19.9	<0.1	4.7	59	0.9	0.6	1.7
04-03-2014	6	2.5	<0.1	7.8	0.3	4.8	3.5	0.4	16.3	0.4	2.6	0.3	2.0	21.3	0.2	5.6	59	1.1	0.7	1.6
01-04-2014	6	2.5	<0.1	9.0	0.1	5.9	3.8	0.2	17.8	0.3	2.9	<0.1	2.4	28.2	<0.1	9.0	66	1.9	0.7	1.5
16-04-2014	5.9	2.5	<0.1	7.6	0.2	4.6	3.4	0.3	14.8	0.4	2.2	<0.1	2.1	23.4	1.0	8.6	68	1.5	0.7	1.7
29-04-2014	5.8	2.5	<0.1	8.6	0.2	5.6	3.8	0.3	19.3	0.3	3.0	<0.1	2.4	27.5	0.9	12.8	86	2.1	0.8	1.5
13-05-2014	5.9	2.5	0.1	6.5	0.2	4.3	3.4	0.3	15.9	0.3	2.2	<0.1	1.9	18.1	1.4	9.8	64	1.6	0.7	1.5
14-05-2014	5.7	2.6	<0.1	8.6	0.3	5.8	4.4	0.3	21.2	0.4	3.5	<0.1	2.6	31.3	0.7	13.1	87	2.0	1.0	1.5
30-05-2014	5.7	2.6	0.1	8.4	0.3	5.8	4.6	0.3	18.9	0.2	3.4	<0.1	2.6	38.3	2.0	14.5	86	1.8	0.7	1.4
17-06-2014	5.5	2.6	<0.1	8.6	0.2	6.2	5.0	0.3	18.1	0.1	3.9	<0.1	2.7	46.4	2.4	17.1	87	1.9	0.3	1.4
02-07-2014	5.5	2.8	<0.1	8.3	0.3	5.7	4.7	0.3	19.3	<0.1	4.0	<0.1	2.4	40.4	3.1	13.5	84	1.6	0.5	1.5
15-07-2014	5.6	2.7	<0.1	8.3	0.3	5.7	5.0	0.4	19.4	0.3	4.0	<0.1	2.3	38.9	2.7	10.8	86	1.5	1.0	1.5
29-07-2014	5.6	2.7	<0.1	8.2	0.3	5.0	4.0	0.4	16.3	0.3	3.4	<0.1	2.0	34.4	1.2	10.3	70	1.4	0.7	1.6
02-09-2014	6.1	2.6	<0.1	7.2	0.3	4.7	3.5	0.3	15.8	0.1	2.6	0.3	2.0	32	0.2	10.5	71	1.5	0.9	1.5
09-12-2014	6.4	2.6	<0.1	5.8	0.6	6.3	3.8	0.4	15.7	1.0	2.9	0.5	1.3	27.7	1.0	11.9	69	1.6	1.3	0.9
gemiddelde		2.6	<0.1	7.9	0.3	5.4	4.0	0.3	17.4	0.3	3.1	0.1	2.2	30.6	1.2	10.9	74	1.6	0.8	1.5
Adviesschema		2.2	0.7	7.3		3.7	2.4		14.2		2.1		1.8	24.4	12.2	6.1	37	0.6		2.0

* Zn-gehalten boven de 15 µmol/l kunnen duiden op het vrijkomen van zink uit een zinkbron op het bedrijf, gehalten tussen de 10-15 zijn verdacht.

Tabel 21

Resultaten van analyses van onbehandeld (vuil) drainwater in het 2^e teeltjaar (2014) teruggerekend naar EC van het voedingsrecept, gemiddelde waarden over 2014 en in laatste regel van de tabel het advieschema voor de gift (EC in mS/cm, hoofdelementen in mmol/l, sporelementen in µmol/l).

datum	EC	NH ₄	K	Na	Ca	Mg	Si	NO ₃	Cl	SO ₄	HCO ₃	H ₂ PO ₄	Fe	Mn	Zn	B	Cu	Mo	K/Ca
11-02-2014	2.2 < 0.1	8.3	0.3	5.0	3.7	0.5	15.9	0.3	2.6	0.4	1.9	21.1	< 0.1	5.0	62.7	1.0	0.6	1.7	
04-03-2014	2.2 < 0.1	7.0	0.3	4.3	3.1	0.4	14.5	0.4	2.3	0.3	1.8	19.0	0.2	5.0	52.7	1.0	0.6	1.6	
01-04-2014	2.2 < 0.1	8.0	0.1	5.2	3.4	0.2	15.8	0.3	2.6	< 0.1	2.1	25.0	< 0.1	8.0	58.5	1.7	0.6	1.5	
16-04-2014	2.2 < 0.1	6.8	0.2	4.1	3.0	0.3	13.2	0.4	2.0	< 0.1	1.9	20.8	0.9	7.7	60.6	1.3	0.6	1.7	
29-04-2014	2.2 < 0.1	7.6	0.2	5.0	3.4	0.3	17.2	0.3	2.7	< 0.1	2.1	24.4	0.8	11.4	76.4	1.9	0.7	1.5	
13-05-2014	2.2	0.1	5.8	0.2	3.8	3.0	14.1	0.3	2.0	< 0.1	1.7	16.1	1.2	8.7	56.9	1.4	0.6	1.5	
14-05-2014	2.2 < 0.1	7.4	0.3	5.0	3.8	0.3	18.2	0.3	3.0	< 0.1	2.2	26.8	0.6	11.2	74.6	1.7	0.9	1.5	
30-05-2014	2.2	0.1	7.2	0.3	5.0	3.9	16.1	0.2	2.9	< 0.1	2.2	32.7	1.7	12.4	73.5	1.5	0.6	1.4	
17-06-2014	2.2 < 0.1	7.3	0.2	5.3	4.3	0.3	15.4	0.1	3.3	< 0.1	2.3	39.5	2.0	14.6	74.0	1.6	0.3	1.4	
02-07-2014	2.2 < 0.1	6.6	0.2	4.5	3.7	0.2	15.3	< 0.1	3.2	< 0.1	1.9	32.1	2.5	10.7	66.7	1.3	0.4	1.5	
15-07-2014	2.2 < 0.1	6.8	0.2	4.7	4.1	0.3	16.0	0.2	3.3	< 0.1	1.9	32.1	2.2	8.9	70.9	1.2	0.8	1.5	
29-07-2014	2.2 < 0.1	6.8	0.2	4.1	3.3	0.3	13.4	0.2	2.8	< 0.1	1.6	28.3	1.0	8.5	57.7	1.2	0.6	1.6	
02-09-2014	2.2 < 0.1	6.1	0.3	4.0	3.0	0.3	13.5	0.1	2.2	0.3	1.7	27.3	0.2	9.0	60.5	1.3	0.8	1.5	
09-12-2014	2.2 < 0.1	5.1	0.5	5.5	3.3	0.3	13.7	0.9	2.5	0.4	1.1	24.2	0.9	10.4	60.2	1.4	1.1	0.9	
Gemiddelde	2.2 < 0.1	6.9	0.2	4.7	3.5	0.3	15.2	0.3	2.7	0.3	1.9	26.4	1.2	9.4	64.7	1.4	0.7	1.5	
Advieschema	2.2	0.7	7.3	3.7	2.4		14.2		2.1		1.8	24.4	12.2	6.1	36.7	0.6	2.0		

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



Wageningen UR Glastuinbouw
Postbus 20
2665 ZG Bleiswijk
Violierenweg 1
2665 MV Bleiswijk
T +31 (0)317 48 56 06
F +31 (0) 10 522 51 93
www.wageningenur.nl/glastuinbouw

Glastuinbouw Rapport GTB-1362

Wageningen UR Glastuinbouw initieert en stimuleert de ontwikkeling van innovaties gericht op een duurzame glastuinbouw en de kwaliteit van leven. Dat doen wij door toepassingsgericht onderzoek, samen met partners uit de glastuinbouw, toeleverende industrie, veredeling, wetenschap en de overheid.

De missie van Wageningen UR (University & Research centre) is 'To explore the potential of nature to improve the quality of life'. Binnen Wageningen UR bundelen 9 gespecialiseerde onderzoeksinstituten van stichting DLO en Wageningen University hun krachten om bij te dragen aan de oplossing van belangrijke vragen in het domein van gezonde voeding en leefomgeving. Met ongeveer 30 vestigingen, 6.000 medewerkers en 9.000 studenten behoort Wageningen UR wereldwijd tot de aansprekende kennisinstellingen binnen haar domein. De integrale benadering van de vraagstukken en de samenwerking tussen verschillende disciplines vormen het hart van de unieke Wageningen aanpak.