



Recirculatie bij snij-amaryllis (*Hippeastrum*) in drie teeltjaren (2013-2015)

Behoud plantgezondheid en voorkomen groeiremming
bij hergebruik drainwater

Arca Kromwijk¹, Rick v.d. Burg², Liesbeth Nijs³, Jan Overkleef⁴, Barbara Eveleens¹,
Chris Blok¹, Erik van Os¹, Piet Hein van Baar², Marc Grootsholten² en Frank Woets³

Rapport GTB-1398

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 uitgevoerd naar mogelijkheden om drainwater van amaryllis her te gebruiken met zo min mogelijk risico op groeiremming. In een proefkas 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. Gedurende drie teeltjaren zijn geen verschillen in productie opgetreden en geen nadelige effecten op de gewasgroei gezien. Er zijn ook strategieën verkend om emissie via het spoelwater na het stomen te verminderen. Dit onderzoek is mede mogelijk gemaakt door een financiële bijdrage van amaryllistelers, de Topsector Tuinbouw en Uitgangsmaterialen, Productschap Tuinbouw, Samenwerken aan Vaardigheden en Koppert.

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 three years of cultivation, there was no difference in production and no adverse effects were seen in crop growth. This research was funded by the Dutch amaryllis growers, the 'Topsector Tuinbouw en Uitgangsmaterialen', the Product Board for Horticulture, the project 'Samenwerken aan Vaardigheden' and Koppert.

Het driejarige onderzoek naar recirculatie bij amaryllis is uitgevoerd binnen het programma Glastuinbouw Waterproof en mede mogelijk gemaakt door: amaryllistelers Martin Boers, Erik Boers, Frans Kouwenhoven, Ab van Paassen en teeltadviseur Jan Overkleef in de begeleidingscommissie onderzoek, sponsoring substraat door Jongkind Hydro (kleikorrels) en Pull Rhenen (perliet), stomen substraat door Hans Hoogenraad, koken, drogen en bewaren van de bollen vóór het planten door Martin Boers.

En een financiële bijdrage van:

Gezamenlijke amaryllistelers, Productschap Tuinbouw, Topsector Tuinbouw en Uitgangsmaterialen, Samenwerken aan Vaardigheden, Koppert.

Rapportgegevens

Rapport GTB-1398

Projectnummer: 3742200700

PT nummer: PT15111



Disclaimer

© 2016 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

	Voorwoord	5
	Samenvatting	7
1	Inleiding	9
2	Materiaal en methode	11
2.1	Labproeven	11
2.1.1	Afbraak lycorine met waterstofperoxide	11
2.1.2	Effect waterstofperoxide op wortelgroei	11
2.2	Kasproef met hergebruik drainwater	12
2.2.1	Proefopzet	12
2.2.2	Technische uitvoering	14
2.2.3	Registratie bemesting, watergift en drain	15
2.2.4	Analyses drainwater en substraat	15
2.2.5	Gewasanalyses	15
2.2.6	Fytotoxiciteit	15
2.2.7	Gewaswaarnemingen	16
2.3	Analyses en deskstudie spoelwater na stomen	16
2.4	Communicatie	16
3	Resultaten	17
3.1	Labproeven	17
3.1.1	Afbraak lycorine met waterstofperoxide	17
3.1.2	Effect waterstofperoxide op wortelgroei	17
3.2	Kasproef met hergebruik drainwater	18
3.2.1	Klimaat en teeltschema	18
3.2.2	Voedingsschema en bijmengEC	19
3.2.3	Bemesting, watergift en drain in 3 ^e teeltjaar (2015)	22
3.2.3.1	EC en pH	22
3.2.3.2	Hoeveelheid watergift	22
3.2.3.3	Gehalte aan voedingselementen	23
3.2.4	Analyse drainwater op ziektes	26
3.2.5	Analyse drainwater op gewasbeschermingsmiddelen	26
3.2.6	Lycorinegehalte in drainwater	27
3.2.7	Fytotoxiciteit drainwater	28
3.2.8	Stand van gewas	30
3.2.9	Substraatanalyses	31
3.2.10	Bladwaarnemingen	34
3.2.10.1	Hergebruik drainwater	34
3.2.10.2	Substraat	35
3.2.10.3	Cultivar	37
3.2.11	Bladanalyses twee weken voor blad snijden	38
3.2.12	Blad-, bloem- en bolanalyses na 3 teeltjaren	40
3.2.13	Productie	40
3.2.13.1	Hergebruik drainwater	41
3.2.13.2	Substraat	42
3.2.13.3	Cultivar	42

	3.2.14	Berekening emissie	43
	3.2.15	Verbruik waterstofperoxide	44
3.3		Spoelwater bij een teeltwisseling van snij-amaryllis	45
	3.3.1	Inleiding	45
	3.3.2	Wetgeving	45
	3.3.3	Kenmerken spoelwater bij snij-amaryllis	46
	3.3.4	Gewasbeschermingsmiddelen	46
	3.3.5	Meststoffen	46
	3.3.6	Lycorine	50
	3.3.7	Vermindering emissie via spoelwater	50
4		Conclusies en discussie	55
	4.1	Conclusies	55
	4.2	Discussie	56
5		Literatuur	59
		Bijlage I Communicatie	61
		Bijlage II EC, pH en hoeveelheid van watergift en drain in 1^e en 2^e teeltjaar	65
		Bijlage III Resultaten fytotoxproeven in 1^e en 2^e teeltjaar	69
		Bijlage IV Gewasanalyses Red Lion per behandelingscombinatie	75
		Bijlage V Uitval na bladsnijden in 1^e teeltjaar	79
		Bijlage VI Overzicht voedingsanalyses watergift en drainwater	81

Voorwoord

Dit rapport geeft de uitvoering en resultaten weer van onderzoek naar hergebruik drainwater in de teelt van snij-amaryllis uitgevoerd van 2013 t/m begin 2016. Dit onderzoek is uitgevoerd op verzoek van de amaryllistelers en uitgevoerd in nauwe samenwerking met de begeleidingscommissie (BCO) amaryllis met Martin Boers, Erik Boers, Frans Kouwenhoven, Ab van Paassen en teeltadviseur Jan Overkleef. Op deze plaats hartelijk dank aan de BCO-leden voor hun waardevolle discussies, medewerking bij de beoordelingen van de stand van het gewas en advisering in de tweewekelijkse bijeenkomsten van de begeleidingscommissie onderzoek (BCO). Het onderzoek is gezamenlijk uitgevoerd door Wageningen UR Glastuinbouw, GreenQ IC, Groen Agro Control, LTO Glaskracht en Amaryllis teeltbegeleiding en advies.

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 project valt onder het programma Glastuinbouw Waterproof, een publiek private samenwerking die van 2013 tot en met 2016 door Wageningen UR Glastuinbouw in samenwerking met LTO Glaskracht en diverse andere partijen wordt uitgevoerd. Dit onderzoek kon worden uitgevoerd dankzij financiering van meerdere partijen. In het 1^e teeltjaar (2013) is het onderzoek gefinancierd door het Productschap Tuinbouw, topsector Tuinbouw & Uitgangsmaterialen van het ministerie van EZ en Samenwerken aan Vaardigheden en gesponsord door Jongkind Hydro (aanvulling kleikorrels), Pull Rhenen (aanvulling perliet), Hans Hoogenraad (stomen substraat) en Martin Boers (koken, drogen en bewaren van de bollen vóór het planten). In het tweede teeltjaar (2014) is het onderzoek gefinancierd door de gezamenlijke amaryllistelers, het Productschap Tuinbouw en Samenwerken aan Vaardigheden. Het derde teeltjaar (2015) is gefinancierd door de gezamenlijke amaryllistelers, het Productschap Tuinbouw, topsector Tuinbouw & Uitgangsmaterialen en Koppert.

Samenvatting

Bij amaryllis werd tot voor kort 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.

Geen verschil in productie

Gedurende drie teeltjaren (maart 2013 t/m januari 2016) zijn geen nadelige effecten geconstateerd van het hergebruik van drainwater op de stand van het gewas en de productie. Bij de kleine bolmaten werd de stand van het gewas bij de recirculatiebehandelingen door de telers soms zelfs als beter beoordeeld. Er was wat minder bladverkleuring zichtbaar dan bij de controlebehandeling zonder recirculatie. Bij de grote bolmaten was er minder tot geen verschil in bladverkleuring. Bij het aantal bloemstelen en totaal geoogst gewicht was er geen verschil tussen de behandelingen met en zonder hergebruik drainwater. Bij een bijmengEC van 1,1 à 1,2 is in deze proef echter nog niet al het drainwater hergebruikt omdat van alle behandelingen (=600 m²) drainwater werd opgevangen en maar bij twee behandelingen (= 400 m²) drainwater werd hergebruikt. In het tweede en derde teeltjaar (2014 en 2015) is 85-79% van het drainwater hergebruikt en 15-21% drainwater 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.

Geen groeiremming aangetoond in drainwater

In het drainwater van amaryllis uit de kasproef is geen betrouwbare groeiremming vastgesteld. In de meeste fytotoxproeven is geen betrouwbare groeiremming vast gesteld ten opzichte van standaard komkommervoeding. Er was wel een tendens dat op drainwater behandeld met UV of drainwater behandeld met geavanceerde oxidatie de wortellengte vaak wat groter was dan op onbehandeld (vuil) drainwater. Behandeling van drainwater lijkt dus een positief effect te hebben. Dit kan naast afbraak van groeiremmende stoffen in het drainwater ook het gevolg zijn van afbraak van gewasbeschermingsmiddelen die in de proef zijn toegepast tegen o.a. narcismijt. In onderzocht drainwater van amaryllis is geen lycorine aangetoond boven de detectiegrens van 0,01 mg/l. Slechts in één praktijkmonster van spoelwater na het stomen is lycorine gevonden (0,03 mg/l). In substraatmonsters na afloop van het 3^e teeltjaar is wel lycorine gevonden. De concentratie lycorine was bij hergebruik drainwater na UV-ontsmetting wat hoger dan bij de controle zonder hergebruik en bij hergebruik drainwater na geavanceerde oxidatie. Dit zou er op kunnen wijzen dat geavanceerde oxidatie meer lycorine afbreekt dan alleen UV-ontsmetting en geavanceerde oxidatie de voorkeur geven boven alleen UV-ontsmetting. Het hogere lycorinegehalte in het substraat bij de behandeling met UV-ontsmetting heeft echter geen invloed gehad op de groei en productie, aangezien er geen nadelige effecten op groei en productie zijn opgetreden gedurende de 3 teeltjaren. Bij hergebruik drainwater na geavanceerde oxidatie en de controle zonder hergebruik was er weinig verschil in lycorine gehalte in het substraat na drie teeltjaren.

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. Voor een situatie zonder hergebruik van drainwater waarbij alle drainwater tijdens de teelt wordt geloosd, is een emissie berekend van circa 750 tot 1050 kg N/ha/jaar. In de berekening voor de proefsituatie bij het GreenQ IC met drainwater opvang van 600 m² en hergebruik drainwater op 400 m² kwam de emissie in het 2^e en 3^e teeltjaar op 117 tot 215 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, zoals gebruikelijk in de praktijk, zou de emissie op 0 N/ha/jaar komen.

Spoelwater na het stomen

Eens in de 3 jaar worden de bollen in de teelt van snij-amaryllis gerooid en 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. Om meer inzicht te krijgen in de samenstelling en emissie via dit spoelwater zijn aantal monsters van spoelwater uit de praktijk onderzocht. De EC was hoog in het spoelwater na het stomen. Vooral kalium was hoog en er zat ook veel ammonium, bicarbonaat, mangaan en borium in. In één monster is lycorine gevonden (0,03 mg/l), maar bij twee andere monsters was geen lycorine meetbaar. Verder werden ook resten van gewasbeschermingsmiddelen teruggevonden in het spoelwater. Jaarlijks wordt gemiddeld 1/3 deel van het teeltoppervlak gerooid, gestoomd en gespoeld. Bij een waterverbruik van circa 100 l water/m² en gemiddeld N-gehalte van 15,6 tot 28,9 mmol/l N ontstaat jaarlijks een emissie van circa 75 tot 135 kg N/ha/jaar via het spoelwater. De huidige emissienorm (2015/2017) voor amaryllis is max. 100 kg N/ha/jaar en vanaf 2018 geldt een maximum van 75 kg N/ha/jaar. Het zal dus steeds lastiger worden om met emissie van spoelwater onder de emissienorm te blijven. Daarom zijn strategieën verkend voor vermindering van emissie door lozing van spoelwater bij een teeltwisseling van amaryllis.

Financiering

Dit onderzoek is uitgevoerd op verzoek van de amaryllistelers en gefinancierd door de gezamenlijke amaryllistelers, het Productschap Tuinbouw, topsector Tuinbouw & Uitgangsmaterialen, Samenwerken aan Vaardigheden en Koppert en gesponsord door Jongkind Hydro (aanvulling kleikorrels), Pull Rhenen (aanvulling perliet), Hans Hoogenraad (stomen substraat), Martin Boers (koken, drogen en bewaren van de bollen vóór het planten) en de amaryllistelers en teeltadviseur Jan Overkleeft in de begeleidingscommissie onderzoek.

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 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.

Groen Agro Control heeft in 2012 een vooronderzoek uitgevoerd naar groeiremmende stoffen die door amaryllis geproduceerd worden. Amaryllisbollen bevatten lycorine, een sterk fytotoxische stof. In een laboratoriumproef gaf een hoge concentratie synthetisch lycorine in het voedingswater groeiremming bij komkommer. In een biotoets met mosterd en sorghum op water met een lage concentratie lycorine werd geen groeiremming gevonden. Groen Agro Control heeft een meetmethode voor lycorine ontwikkeld. In drainwater monsters van amaryllisbedrijven uit de praktijk die tijdens het vooronderzoek zijn onderzocht, zijn geen meetbare concentraties lycorine terug gevonden. In amaryllisblad is geen lycorine gemeten. In amaryllis bollen (68 mg/kg versgewicht) en wortels (4.5 mg/kg versgewicht) is wel lycorine gevonden en na het koken van enkele bollen kwam meer lycorine vrij (Woets *et al.* 2012). Lycorine breekt niet af door verhitting (tot 100°C). Daarom wordt aangeraden om drainwater te ontsmetten met UV indien lycorine in drainwater voorkomt (Woets *et al.* 2012).

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.).

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

Om schade aan de wortels te voorkomen is het bij toepassing van geavanceerde oxidatie belangrijk om te controleren dat er (nagenoeg) geen H_2O_2 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 H_2O_2 wordt in kassen soms toegepast om de leidingen van het watergeefstelsel te reinigen.

Vanaf 1 januari 2018 dienen glastuinbouwbedrijven gewasbeschermingsmiddelen uit het lozingswater te verwijderen voordat het water geloosd wordt (<http://www.glastuinbouwwaterproof.nl/zuiveringstechniek/>). Dit geldt zowel voor lozing op het riool als voor lozing op het oppervlaktewater en geldt voor elk glastuinbouwbedrijf. De zuiveringsinstallatie moet gewasbeschermingsmiddelen met minimaal 95% per stof verwijderen uit het te lozen water. Voor sommige middelen (neonicotinoïden) geldt deze verplichting nu al. Bij gebruik van neonicotinoïden zal het lozingswater dus nu al eerst gezuiverd moet worden voordat het geloosd mag worden. Het voordeel van geavanceerde oxidatie is dat geavanceerde oxidatie ook toegepast kan worden om gewasbeschermingsmiddelen in spuiwater (afvalwater) af te breken. Er zijn echter wel meerdere behandelingen nodig om de gewasbeschermingsmiddelen in voldoende mate af te breken. De capaciteit van de installatie moet daar dus wel op afgestemd worden. Voor afbraak van gewasbeschermingsmiddelen wordt vooralsnog als richtlijn een dosering aangehouden van: 25 mg/l H_2O_2 en 250-500 mJ/cm² UV (van Os, E. pers. med.).

Dit rapport beschrijft de opzet, uitvoering en resultaten van labproeven en een kasproef met recirculatie bij amaryllis uitgevoerd van 2013 t/m begin 2016. In de eerste labproef is vastgesteld of lycorine afgebroken wordt door waterstofperoxide en bepaald welke concentratie waterstofperoxide nodig is om lycorine af te breken. In de tweede labproef is een reeks waterstofperoxide concentraties toegediend bij wortels van amaryllisbollen beworteld op water om vast te stellen of en bij welke concentratie waterstofperoxide schade bij de wortels ontstaat. Daarna is in een proefkas bij GreenQ IC in Bleiswijk een 3-jarige kasproef gestart. In deze proef is getest in hoeverre hergebruik van drainwater behandeld met alleen UV en hergebruik van drainwater behandeld met geavanceerde oxidatie (=toediening waterstofperoxide net voordat het drainwater door de UV-ontsmetter gaat) mogelijk is in de teelt van snij-amaryllis met behoud van plantgezondheid, productie en kwaliteit. Daarnaast is ook onderzoek uitgevoerd naar de samenstelling en emissie van meststoffen via het spoelwater bij een teeltwisseling van snij-amaryllis en strategieën ontwikkeld voor vermindering emissie via het spoelwater.

Trips en narcismijt zijn hardnekkige plagen bij de teelt van snij-amaryllis waarbij de bollen 3 tot 4 jaar vast staan. Bij narcismijt zijn de eieren en jonge mijten diep in de bol moeilijk te bereiken en zijn veel chemische behandelingen nodig om de plaag onder controle te houden. Dit wordt met name na het blad snijden toegepast omdat dan meeste kans is om spuitvloeistof diep in de bol te laten komen. Er komt dan echter ook veel spuitvloeistof naast de bollen op het substraat. In het 1e teeltjaar van het onderzoek naar recirculatie bij amaryllis is vastgesteld dat na meermalig gebruik van chemische middelen, resten van deze middelen in het drainwater terecht kunnen komen. Om toegelaten middelen te behouden voor de sector is het gewenst de emissie van middelen te verminderen. Dit kan enerzijds door behandeling van het drainwater voordat het geloosd wordt, maar ook door toepassing van groeiversterkers en biologische gewasbeschermingsmiddelen. Daarom zijn vanaf september 2014 experimentele groeiversterkers en biologische middelen toegepast om te komen tot een totale systeemaanpak voor amaryllis. Dit onderdeel is uitgevoerd door Koppert en betrof gangbare en nieuw in ontwikkeling zijnde middelen van Koppert voor de aanpak van trips en narcismijt. De uitvoering en resultaten van dit onderdeel zijn door Koppert weergegeven in een apart rapport.

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 Labproeven

2.1.1 Afbraak lycorine met waterstofperoxide

In vooronderzoek was naar voren gekomen dat lycorine mogelijk verantwoordelijk is voor groeiremming bij amaryllis (Woets *et al.* 2012). Begin 2013 is een labproef uitgevoerd om vast te stellen of lycorine afgebroken kan worden door waterstofperoxide. Dit is uitgevoerd met verschillende concentraties lycorine om te bepalen welke concentratie waterstofperoxide nodig is om lycorine af te breken.

Lycorine ($C_{16}H_{17}NO_4$ molmassa: 287 g/mol) is een giftige stof die in verscheidene planten uit de narcisfamilie voorkomt zoals Amaryllis, Clivia, haaklelie, *Hippeastrum* en narcis. Het is uiterst giftig, zo niet dodelijk, als het in bepaalde hoeveelheden ingenomen wordt (Wikipedia). Bij waterstofperoxide (H_2O_2 molmassa: 34 g/mol) laat de binding tussen de twee zuurstofatomen vrij makkelijk los, waardoor twee OH-radicalen ontstaan. Deze radicalen reageren makkelijk met andere zuurstofradicalen of met andere stoffen, waardoor een oplossing van waterstofperoxide uiterst reactief is (Wikipedia).

Op het laboratorium van Wageningen UR Glastuinbouw is een standaard oplossing aan gemaakt met schoon water en een hoge dosering synthetisch lycorine (Sigma-Aldrich). Bij deze oplossing is een reeks concentraties waterstofperoxide toegevoegd van 0, 1, 2, 5, 10, 15, 20, 35 en 50 ppm. Na toediening zijn de oplossingen een nacht bewaard in een donkere kamer bij kamertemperatuur. Daarna zijn alle behandelingen bemonsterd en is door Groen Agro Control bepaald hoeveel lycorine in de oplossing nog aanwezig was.

2.1.2 Effect waterstofperoxide op wortelgroei

Begin 2013 zijn in het laboratorium van Groen Agro Control amaryllisbollen in een bamibak geplaatst en verdeeld over 4 behandelingen met oplopende concentraties waterstofperoxide (Tabel 1). De bollen zijn eerst in bakjes met een bodempje water beworteld. In de bamibakjes werd iedere keer 150 ml water gezet. Het water is tweemaal per week ververs. Het oude water werd weggegooid en er werd 150 ml nieuw water in de bakjes gedaan. Na 3,5 week zijn de planten op water met H_2O_2 gezet. Omdat de planten niet allemaal even goed beworteld waren zijn de planten naar hoeveelheid wortels verdeeld over de behandelingen. In iedere behandeling waren drie planten aanwezig: een plant met veel wortels, een plant met een gemiddelde hoeveelheid wortels en een plant met weinig wortels. Zodoende werden de behandelingen in drievoud uitgevoerd.

In de eerste serie zijn vier concentraties H_2O_2 toegepast: 0, 1, 2, en 5 ppm. Na drie dagen is opnieuw water met H_2O_2 aan de planten gegeven. Na een week is het resultaat beoordeeld van de eerste serie en zijn vier hoge concentraties H_2O_2 ingezet: 0, 10, 25, en 50 ppm. Na drie dagen is opnieuw water met waterstofperoxide aan de planten gegeven. Een week na de eerste toediening zijn de wortels beoordeeld.

Tabel 1

Overzicht van de behandelingen met verschillende H_2O_2 concentraties (in ppm). De hoge concentraties zijn getest op dezelfde bollen, nadat de lage concentraties getest waren.

plant	H_2O_2 laag	H_2O_2 hoog
1 t/3	0	0
4 t/m 6	1	10
7 t/m 9	2	25
10 t/m 12	5	50

2.2 Kasproef met hergebruik drainwater

2.2.1 Proefopzet

In een proefkas bij het Green Q Improvement zijn bij een teelt van snij-amaryllis vanaf mei 2013 tot en met begin 2016, drie recirculatiebehandelingen uitgevoerd:

1. Controlebehandeling zonder hergebruik van drainwater (=huidige praktijksituatie).
2. Hergebruik van drainwater na behandeling door 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, is 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. Op verzoek van de BCO is voor de watergift van behandeling 2 en 3 in het 1^e teeltjaar maximaal 35% drainwater gebruikt. Vanaf mei 2013 is bij de behandelingen met hergebruik drainwater 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.

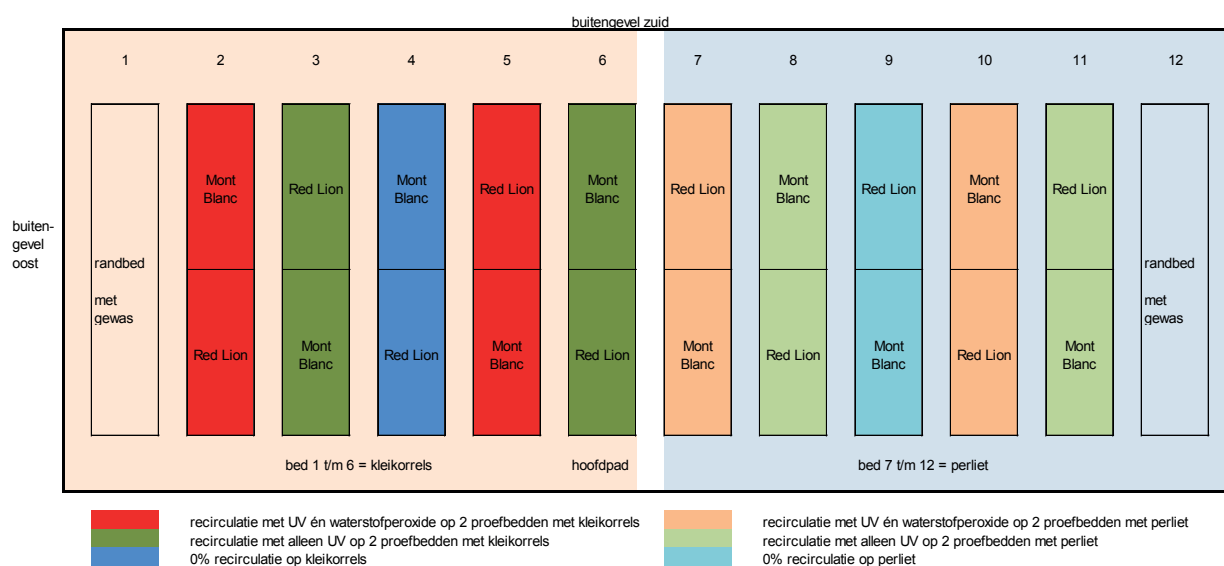
Deze behandelingen zijn uitgevoerd bij:

- 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 en foto 1). De proef is uitgevoerd op hetzelfde substraat wat al drie jaar lang gebruikt was voor amaryllis. Het substraat is 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 langs de zijgevels 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).

Januari 2013 zijn de bollen van de vorige proef gerooid, gezoeld 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. Vanwege een aantasting met Fusarium in de vorige proef zijn alle mogelijk besmette bollen niet meer hergebruikt. 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.



Figuur 1 Proefschema recirculatie amaryllis in de proefkas.



Foto 1 Vooraanzicht van de proef met hergebruik drainwater, 17 september 2013.

2.2.2 Technische uitvoering

Na toekenning van de financiering is begin maart 2013 direct gestart met de technische aanpassingen om de drie verschillende recirculatiebehandelingen te kunnen realiseren. Er is een LD-UV-ontsmetter (Novira LD-UV) geplaatst (Foto 2-links). 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 2-rechts) en voor zover 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. Deze zijn in 2014 en 2015 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 2 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.

2.2.3 Registratie bemesting, watergift en drain

De EC en pH in de gift en de hoeveelheid watergift per m² zijn geregistreerd door de klimaatcomputer van het IC. 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 en pH van deze totale gezamenlijke drain is geregistreerd door de bemestingsunit van het IC. De hoeveelheid drain is 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.

2.2.4 Analyses drainwater en substraat

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. Tijdens en na afloop van de proef is ook enkele malen het gehalte aan voedingselementen in substraatmonsters geanalyseerd. Voor de substraatanalyses is perliet uit de bakken geschept en zijn de gehalten aan meststoffen geanalyseerd met de 1:1.5 methode en soms ook met BaCl₂ om de voedingsstoffen extra los te krijgen.

Door Groen Agro Control zijn 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.

Daarnaast heeft Groen Agro Control in de eerste helft van september 2013 drainwater uit verzamelsilo van drain van alle behandelingen bij elkaar en drainwater van de behandelingen apart onderzocht op aanwezigheid van plantpathogene oomyceten en schimmels. Deze analyse is uitgevoerd met DNA-techniek.

2.2.5 Gewasanalyses

Net voor het bladsnijden zijn bladmonsters verzameld en geanalyseerd op voedingselementen. In het eerste jaar zijn bladmonsters van zowel Mont Blanc als Red Lion geanalyseerd. In het 2^e en 3^e teeltjaar zijn alleen bladmonsters van de cultivar Red Lion geanalyseerd omdat bij Mont Blanc al een deel van het blad afgestorven was. De monsters zijn eerst gedroogd en de elementen zijn uitgedrukt in mmol of µmol per kg droge stof.

2.2.6 Fytotoxiciteit

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 fytox proeven ontwikkeld door Chris Blok van Wageningen UR Glastuinbouw. Met een fytotox proef (kiemtest) met zaden van tuinkers, mosterd en sorghum is bepaald in hoeverre groei remmende eigenschappen aanwezig waren in substraat of drainwater van snij-amaryllis (foto 3). Sorghum is een monocotyl net als amaryllis. Tuinkers en mosterd zijn beide dicotylen. De monsters zijn vergeleken met een controle behandeling 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 ook geanalyseerd op nutriënten.

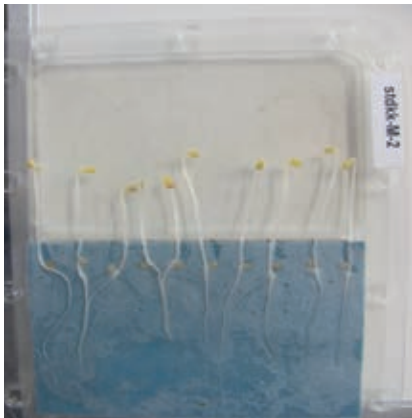


Foto 3 Voorbeeld van gekiemd mosterdzaad in een fytotox test. Het blauwe filterpapier en de steenwol daar-
onder zijn vochtig gemaakt in de controle oplossing of in een van de te testen oplossingen.

Tijdens de uitvoering van de kasproef zijn een aantal fytotoxproeven uitgevoerd op drainwater van de behandelingen met en zonder hergebruik drainwater. Daarvoor is drainwater achteruit de drainputjes op de proefbedden verzameld en/of drainwatermonsters onderzocht uit de gezamenlijke vuilwatersilo, uit de schoonwatersilo na UV-ontsmetting en uit de schoonwatersilo na geavanceerde oxidatie.

2.2.7 Gewaswaarnemingen

- Tijdens de tweewekelijkse bijeenkomsten, heeft de BCO op het oog de stand van het gewas beoordeeld.
- Vanwege de korte groeiperioden en om gewasschade voor omringende bollen te voorkomen zijn op advies van de BCO geen tussentijdse gewasmetingen uit gevoerd.
- 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 op gehalten aan voedingselementen.
- 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 (ongebalanceerde ANOVA in Genstat).

2.3 Analyses en deskstudie spoelwater na stomen

Naast drainwater uit de teelt van amaryllis is er op snij-amaryllisbedrijven nog een bron van emissie waar op dit moment nog geen oplossing voor is. Teeltvakken worden om de drie jaar gerooid, gestoomd en het substraat gespoeld. Vanwege de hoge EC en sterke vermoedens van aanwezigheid van groei remmende stoffen in het spoelwater, wordt dit spoelwater geloosd. Om meer inzicht te krijgen in de samenstelling van dit spoelwater zijn begin 2014 en begin 2015 een aantal monsters verzameld van spoelwater na het stomen in de praktijk en door Groen Agro Control geanalyseerd op voedingselementen, lycorine en gewasbeschermingsmiddelen. Daarnaast is een overzicht gemaakt van mogelijke strategieën voor vermindering van de emissie door lozing van spoelwater.

2.4 Communicatie

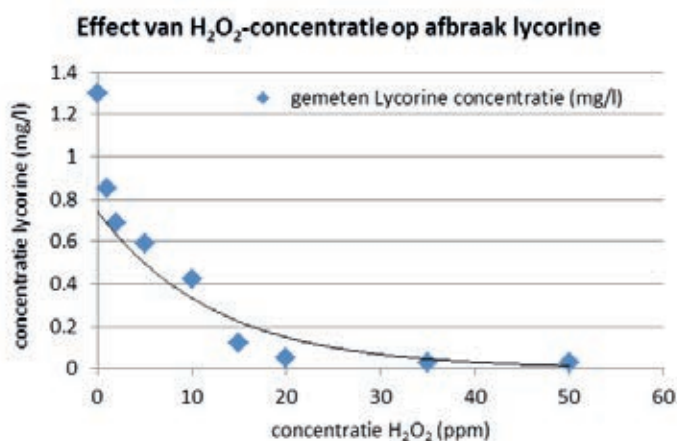
Tijdens de uitvoering van het onderzoek is de voortgang van het onderzoek toegelicht en afgestemd met de begeleidingscommissie amaryllis (tweewekelijks) en teeltvoorlichter Jan Overkleef (wekelijks). Daarnaast zijn samen met LTO –Groeiservice diverse communicatie-activiteiten georganiseerd en uitgevoerd. In bijlage I staat een overzicht van de uitgevoerde communicatie-activiteiten.

3 Resultaten

3.1 Labproeven

3.1.1 Afbraak lycorine met waterstofperoxide

De resultaten van de labproef laten zien dat lycorine afgebroken wordt door waterstofperoxide. Toevoeging van waterstofperoxide aan een oplossing met lycorine zorgde er voor dat de lycorine afgebroken werd en bij een toenemende concentratie waterstofperoxide nam de concentratie lycorine die terug gevonden werd duidelijk af (figuur 2). Bij een gehalte van circa 15 à 20 ppm waterstofperoxide was de meeste lycorine afgebroken.



Figuur 2 Gemeten concentratie lycorine na toediening van verschillende concentraties waterstofperoxide (H_2O_2).

3.1.2 Effect waterstofperoxide op wortelgroei

In de proef met lage concentraties H_2O_2 (0, 1, 2, en 5 ppm) was na een week geen verschil te zien aan de wortelpunten (en andere delen van de planten) van de planten in de verschillende behandelingen. Vervolgens zijn de hoge concentraties H_2O_2 ingezet (0, 10, 25, en 50 ppm). Na een week met hoge concentraties H_2O_2 was er geen verschil zichtbaar tussen de planten in de verschillende behandelingen. Alle wortelpunten zijn gaaf gebleven.

3.2 Kasproef met hergebruik drainwater

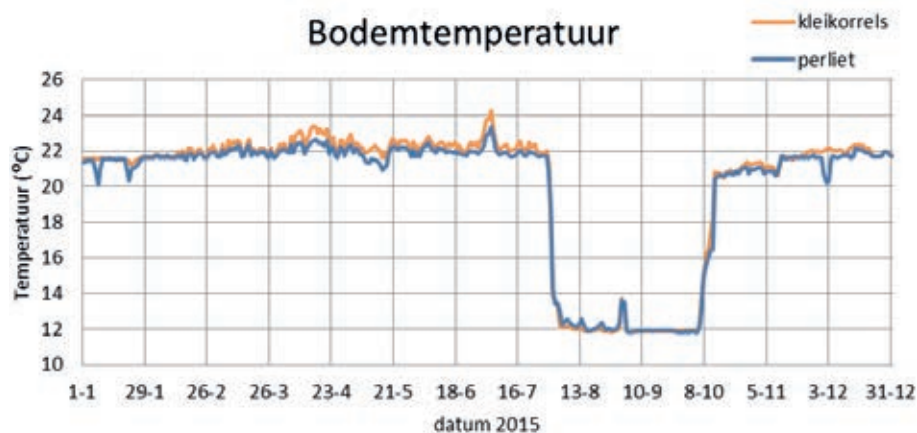
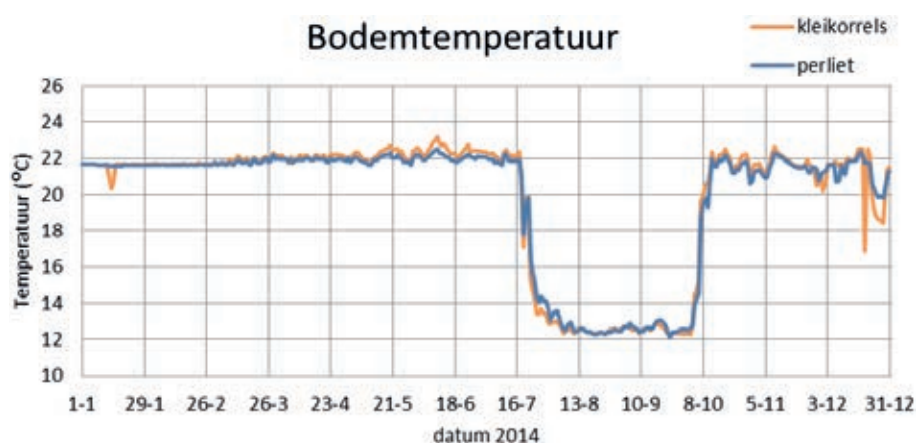
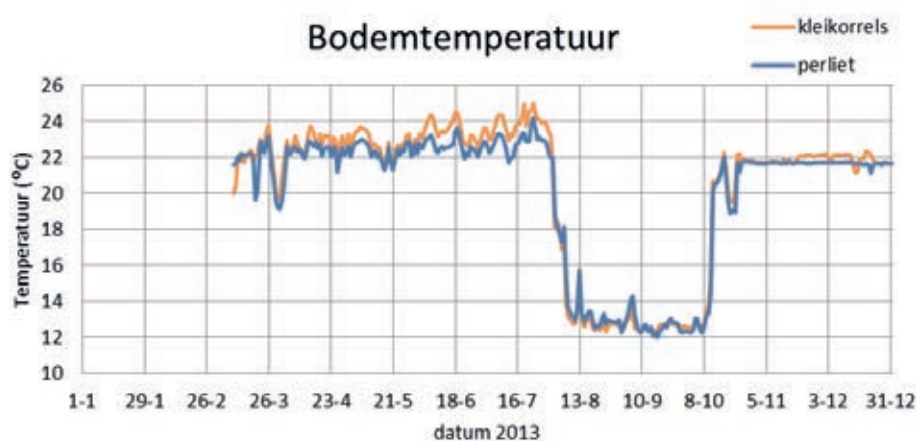
3.2.1 Klimaat en teeltschema

De klimaatinstellingen zijn ingesteld op advies van de teeltadviseur en de telers in de BCO. Tijdens de groeifase is de bodemtemperatuur ingesteld op 22°C en de kastemperatuur ingesteld op minimaal 15°C. Er is gelucht zodanig dat kastemperatuur niet boven 27-28°C kwam en vanaf het voorjaar is verneveld om wegzakken van de RV te voorkomen. Vanaf april/mei is het kasdek gekrijt. In het 1^e jaar is gekrijt met ReduHeat, in het 2^e en 3^e jaar is het bovendeck gekrijt met ReduFuse en de zijgevels met ReduHeat. Bij te hoog oplopende bladtemperatuur is het Harmony-doek dicht getrokken. Omdat kerstbloei het belangrijkste afzetmoment is van snij-amaryllis in de praktijk, is in alle 3 teeltjaaren gestuurd naar een oogsttijdstip vanaf half december. Om dit te bereiken is vanaf half juli/begin augustus de periode met bodemkoeling gestart (figuur 3). Details van klimaat en teeltschema in het 1^e en 2^e teeltjaar staan in eerdere rapporten van het 1^e en 2^e teeltjaar (Klein *et al.* 2014 en Kromwijk *et al.* 2015).

Na het bladsnijden in het 2^e teeltjaar werden aantastingsplekken met narcismijt zichtbaar en is chemisch ingegrepen totdat de bloemen zichtbaar werden. Om bloemschade te voorkomen is tijdens de oogst niet ingegrepen. In januari 2015 vond de BCO dat de aantasting nog onvoldoende onder controle was en lukte het door het grote bladpakket onvoldoende om de narcismijten in de bollen onder het grote bladpakket goed te raken. Om de narcismijten in de bollen beter te kunnen raken, is eind januari 2015 al het blad weggesneden en daarna aantal keren chemisch ingegrepen. Daardoor is de groeiperiode in het 3^e teeltjaar korter geweest en was het bladpakket kleiner dan gebruikelijk in de praktijk.

In het 3^e teeltjaar is op 8 april ReduFuse op het kasdek en ReduHeat op de zijgevels aangebracht. Vanaf eind april is het schermdoek boven 800 W instraling dicht getrokken. Op verzoek van de BCO is de vochtregeling vanaf medio juni aangepast. Het vochtdeficit waarop verneveling aan ging is geleidelijk wat verhoogd om het gewas meer generatief te maken. Vanaf 21 juli is de verneveling helemaal uitgezet vanwege teveel natte druppelplekken van verstopte vernevelaars en de wens van de BCO om het gewas droog de koeling in te laten gaan. Het vochtdeficit liep daarna bij veel instraling soms hoog op (18) en RV zakte soms ver terug (40%).

Om kerstbloei te bereiken is op 1 augustus 2015 de bodemverwarming gestopt en de bodemkoeling ingesteld op 12°C (figuur 3-onder). De koeling is later gestart dan gebruikelijk om nog zoveel mogelijk groei te realiseren vanwege het extra blad snijden eind januari 2015. Na tien weken is de koeling uit gezet, al het blad net boven de bolhals af gesneden en de bodemverwarming weer aan gezet. De bodemverwarming is eerst ingesteld op 21°C en later verhoogd naar 22°C. In december 2015 en begin januari 2016 zijn de bloemen geoogst.



Figuur 3 Gerealiseerd etmaalgemiddelde van de bodemtemperatuur op kleikorrels en perliet in 1^e, 2^e en 3^e teeltjaar (2013, 2014 en 2015).

3.2.2 Voedingsschema en bijmengEC

Op advies van teeltadviseur Jan Overkleef is het voedingsschema in de bovenste rij van tabel 2 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 2 allemaal terug gerekend naar een EC van 2.2 (= 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 is 0,8 EC aan drainwater bijgemengd op een EC gift van 2,2. Om de emissie te minimaliseren is dit vanaf 24 juni 2014 verhoogd naar 1,2 EC op een EC gift van 2,2. In 2015 is deels 1,2 EC en deels 1,1 EC bijgemengd. 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. Er was geen pH-correctie mogelijkheid na mengen van drainwater en nieuwe gift.

In het 1^e en 2^e teeltjaar is incidenteel de samenstelling van de watergift van de drie behandelingen geanalyseerd en regelmatig een monster uit de verzameldrain geanalyseerd (Bijlage VI). In het 3^e teeltjaar is zowel de watergift als de verzameldrain regelmatig geanalyseerd. De concentratie Na en Cl was gedurende alle drie teeltjaren voldoende laag. Op advies van teeltadviseur en telers in de BCO is op basis van de resultaten van de drainanalyses de voeding indien nodig bijgesteld. Er zijn weinig aanpassingen gemaakt. In juli 2013 (1^e teeltjaar) is de ijzertoeediening verhoogd n.a.v. het lage ijzergehalte in het ontsmette drainwater en eind oktober 2013 is het gehalte aan sporenelementen verhoogd n.a.v. lage gehalte aan sommige sporenelementen in de gewasanalyses na het blad snijden. De instellingen van de meegegeven verse voedingsoplossing (=ingesteld schema) na de aanpassingen in het 1^e teeltjaar staan in tabel 2. Gerealiseerde EC, pH en hoeveelheid van watergift en drain in het 1^e en 2^e teeltjaar zijn weergegeven in bijlage II en zijn toegelicht in eerdere rapporten van het 1^e en 2^e teeltjaar (Klein *et al.* 2014 en Kromwijk *et al.* 2015).

Tabel 2

Adviesschema voor samenstelling voedingsoplossing bij de start van het onderzoek, ingesteld voedingsschema en de voedingsschema's voor vrije drainage en recirculatie voor *amaryllis* (*Hippeastrum*) in de bemestingsadviesbasis (BAB) met EC in mS/cm, hoofdelementen in mmol/l en spoorelementen in µmol/l.

	pH	EC	NH ₄	K	Ca	Mg	NO ₃	SO ₄	H ₂ PO ₄	Fe	Mn	Zn	B	Cu	Mo	K/Ca
adviesschema	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 schema	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	1.25	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	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 voedingsschema'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 schema		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	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	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

3.2.3 Bemesting, watergift en drain in 3^e teeltjaar (2015)

3.2.3.1 EC en pH

De gerealiseerde EC in de gift varieerde in het 3^e teeltjaar meestal tussen de 2 en 2,5 (figuur 4 – 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 ook veelal tussen 2 en 2,5 met enkele korte periodes een iets hogere EC. De pH van de gift varieerde meestal tussen de 4 en 6 (figuur 4 – midden). Medio februari was de pH in de dagvoorraad van de recirculatiebehandelingen (in de kas) weggezakt naar 3,9-4, mede door de lage watergift. Dit is op 17 februari gecorrigeerd door toevoegen van loog (pH naar 6,8). In de dagvoorraad van de controlebehandeling (in de schuur) zakte de pH minder snel weg. Er was geen pH-correctie mogelijkheid na mengen van drain en nieuwe gift. Er is eenmaal een storing geweest in de bemestingsunit. Daardoor was de pH in de voorraadsilo van de behandeling met hergebruik na UV gedaald naar 3. Dit is gecorrigeerd met loog toevoeging. Gemiddeld was er weinig verschil in de totale watergift, gemiddelde EC en pH bij de drie behandelingen in het derde teeltjaar (tabel 3).

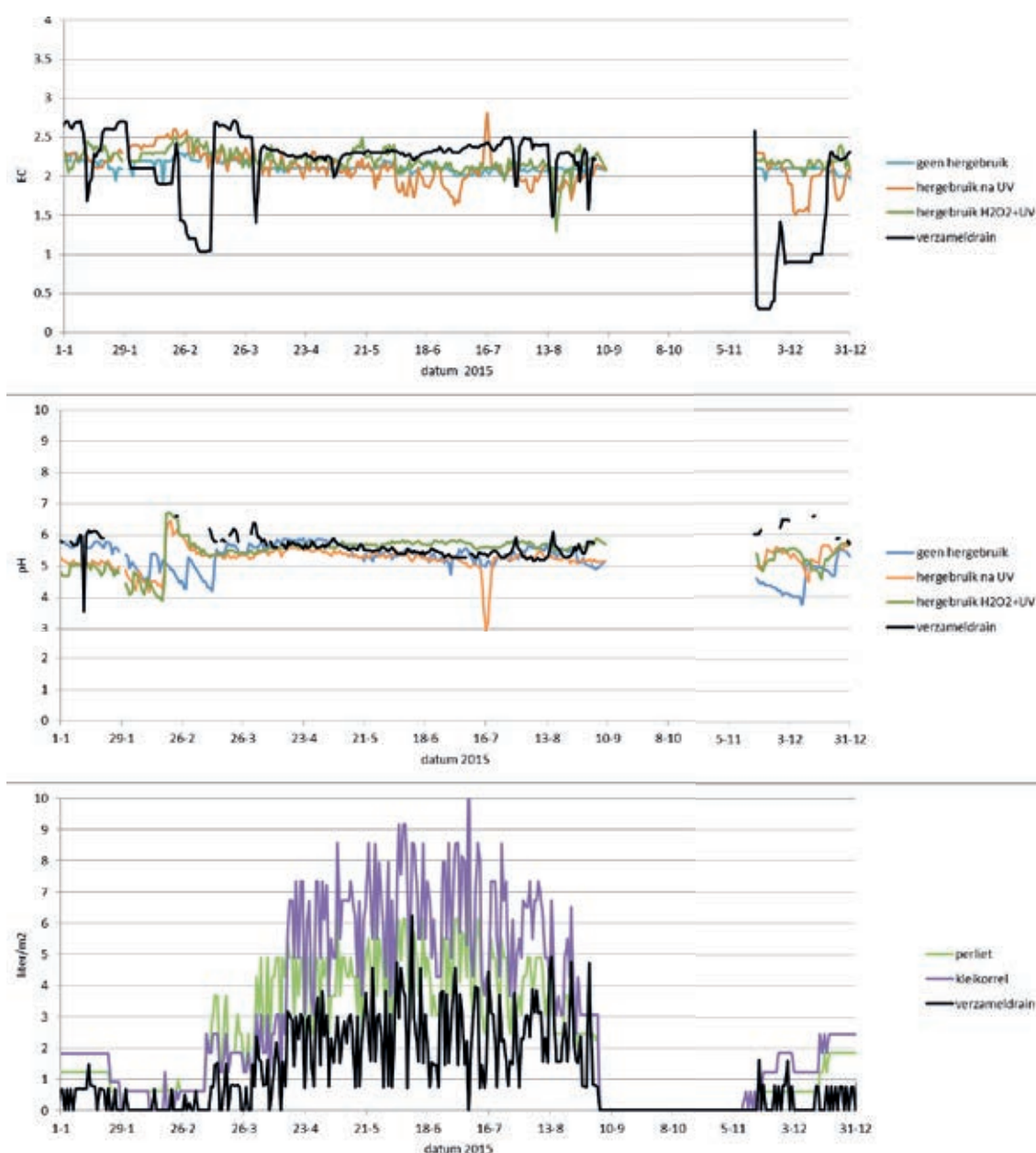
3.2.3.2 Hoeveelheid watergift

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. Medio april is geconstateerd dat de kleikorrels wat droog waren en bleek dat er op perliet gelijk of meer water gegeven werd dan op kleikorrels. Dit is aangepast en daarna is op kleikorrels doorgaans meer water toegediend dan op perliet zoals gebruikelijk in de praktijk (figuur 4 - onder). In het 3^e teeltjaar (2015) is bij de kleikorrels in totaal gemiddeld 1063 liter voedingsoplossing per m² gegeven en bij de perliet is in totaal gemiddeld 794 liter/m² gegeven (tabel 3). Bij de kleikorrels was dit minder dan in 2014 en bij de perliet was het juist meer dan in 2014. Gemiddeld over beide substraten is in het 3^e teeltjaar 926 liter per m² voedingsoplossing gegeven en is 414 liter drain geregistreerd (gem. 45% drain). Dit betekent dat in 2015 gemiddeld 512 liter water verdampt is. In het 2^e teeltjaar (2014) is 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. De hoeveelheid drain was in het 3^e teeltjaar dus hoger dan in 2014 en de hoeveelheid verdamping was in het 3^e teeltjaar lager dan in het 2^e teeltjaar. De lagere verdamping in het 3^e teeltjaar is waarschijnlijk mede het gevolg van het extra blad snijden eind januari 2015. Daardoor was er in het 3^e teeltjaar een kleiner bladpakket dan in het 2^e teeltjaar.

Tabel 3

Totale watergift (l/m²/jaar) en gemiddelde EC en pH in de watergift van de controlebehandeling zonder hergebruik drainwater, hergebruik drainwater na UV-ontsmetting (UV) en hergebruik drainwater na geavanceerde oxidatie (UV+ H₂O₂) in 2^e en 3^e teeltjaar (2014 en 2015).

Substraat	Behandeling	Aantal liters/m ²		EC		pH	
		2014	2015	2014	2015	2014	2015
kleikorrels	Controle zonder hergebruik	1240	1052	2.1	2.1	5.0	5.3
	Hergebruik drainwater UV	1254	1064	2.1	2.1	5.3	5.3
	Hergebruik drainwater UV+ H ₂ O ₂	1252	1073	2.2	2.2	5.4	5.5
perliet	Controle zonder hergebruik	528	784	2.1	2.1	5.0	5.3
	Hergebruik drainwater UV	540	796	2.1	2.1	5.3	5.2
	Hergebruik drainwater UV+ H ₂ O ₂	541	801	2.2	2.2	5.4	5.5



Figuur 4 Gerealiseerde EC (boven), pH (midden) in de gift van de drie behandelingen en in de verzameldrain en de hoeveelheid (onder) gift op perliet en kleikorrels en hoeveelheid gezamenlijke drain in het 3^e teeltjaar (2015).

3.2.3.3 Gehalte aan voedingselementen

In 2015 zijn regelmatig watermonsters geanalyseerd uit de dagvoorraadsilo's van de drie behandelingen en uit de gezamenlijke opvangsilo met onbehandeld (vuil) drainwater (bijlage VI en tabel 4). Er was weinig verschil in samenstelling van de gift van de drie behandelingen. Bij de twee behandelingen met hergebruik drainwater was de EC en het Ca-, Mg- en NO₃-gehalte gemiddeld iets hoger dan bij de controle behandeling zonder hergebruik drainwater (tabel 4 – boven). Na correctie voor EC was er echter weinig verschil in samenstelling van de voedingselementen in de watergift bij de drie behandelingen (tabel 4 – onder). De K/Ca-verhouding was bij de behandelingen met hergebruik drainwater gemiddeld wat lager dan bij de controlebehandeling. Dit komt door de lage K/Ca-verhouding in het drainwater. In het 1^e en 2^e teeltjaar (bijlage VI) was er in de analyses van de gift weinig verschil in K/Ca-verhouding. In het onbehandelde drainwater (vuile drain) was het Fe-, Mn- en Zn-gehalte lager dan in de watergift. 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%.

IJzer kan ook onwerkzaam worden door pH en UV-ontsmetting en bij geavanceerde oxidatie kan 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 concentratie Na was voldoende laag, altijd kleiner of gelijk aan 0.6 mmol/l (bijlage VI). Het Zinkgehalte liep in de loop van het jaar wat op. Zinkgehalten boven de 15 µmol/l kunnen duiden op het vrijkomen van zink uit een zinkbron in het systeem. De analyses van het drainwater en watergift in 2015 gaven geen aanleiding tot aanpassingen in de samenstelling van de watergift. In juli van het eerste teeltjaar was al wel de ijzertoediening 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. Omdat bij GreenQ IC gebruik gemaakt wordt van een mix van sporenelementen konden de sporenelementen niet elk afzonderlijk worden aangepast.

Tabel 4

Gemiddelde waarden in 2015 van de analyses van de watergift in de dagvoorraadsilo's van de controlebehandeling zonder hergebruik drainwater (controle), hergebruik drainwater na UV-ontsmetting (UV) en hergebruik drainwater na geavanceerde oxidatie (UV+ H₂O₂) en van de analyse van de gezamenlijke onbehandelde drain (vuile drain). 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	5.5	2.3	0.1	7.5	0.2	4.1	2.9	<0.1	14.8	0.3	2.1	0.4	2.1	37.9	16.9	13.1	68.5	1.1	1.2	1.9
UV	5.6	2.4	0.2	7.1	0.3	4.4	3.1	0.1	15.8	0.4	2.2	<0.1	1.9	44.7	16.6	13.7	80.3	1.2	1.5	1.6
UV+H ₂ O ₂	5.6	2.5	0.2	7.4	0.3	4.5	3.2	0.1	15.7	0.3	2.3	<0.1	2.0	45.5	16.2	13.0	77.3	1.2	1.4	1.7
Vuile drain	6.0	2.7	<0.1	7.6	0.4	5.6	4.3	0.5	18.0	0.2	3.0	0.4	2.0	26.2	0.9	8.4	90.8	1.2	1.1	1.4
analyses omgerekend naar gelijke voedingsEC van 2,2 en adviesschema watergift																				
controle		2.2	0.1	7.2	0.2	3.9	2.8	<0.1	14.3	0.3	2.0	0.4	2.0	36.4	16.2	12.6	66.4	1.0	1.2	1.9
UV		2.2	0.2	6.5	0.2	4.0	2.8	0.1	14.6	0.4	2.0	<0.1	1.7	41.3	15.4	12.6	74.2	1.1	1.4	1.6
UV+H ₂ O ₂		2.2	0.2	6.7	0.2	4.0	2.9	0.1	14.2	0.3	2.1	<0.1	1.8	41.1	14.6	11.8	69.8	1.1	1.3	1.7
Vuile drain		2.2	<0.1	6.3	0.3	4.6	3.5	0.4	14.9	0.1	2.5	0.3	1.7	21.8	0.7	7.0	75.7	1.0	0.9	1.4
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

3.2.4 Analyse drainwater op ziektes

In de eerste helft van september 2013 is drainwater (monster uit verzamelsilo van drain van alle behandelingen bij elkaar) en de substraten uit de bedden onderzocht op aanwezigheid van plantpathogene oomyceten en schimmels (tabel 5). De analyse is uitgevoerd met DNA-techniek. In de monsters werd *Pythium* spp., *Fusarium* spp. en *Rhizoctonia solani* gevonden. Om verspreiding van ziektes te voorkomen wordt daarom geadviseerd drainwater te ontsmetten vóór hergebruik. Voor ontsmetting van drainwater kunnen verschillende technieken gebruikt worden (van Os *et al.* 2014).

Medio oktober 2013 is een zieke amaryllisbol uit de kasproef onderzocht op ziekten. Hierin is in sterke mate *Fusarium solani*, *Rhizoctonia solani*, en *Pythium* spp gevonden. *Phytophthora* spp. is in zeer zwakke mate gevonden.

Tabel 5

Overzicht van aanwezigheid van oomyceten en schimmels in het gezamenlijke drainwater en in de afzonderlijke substraten.

Monster	<i>Phyt. spp.</i>	<i>Pyth. spp.</i>	<i>Fus. spp.</i>	<i>Rhiz. sol.</i>	<i>Coll. spp.</i>
Water vuile drain	-	+	-	-	-
Bed 4 klei onb.	-	+/- -	-	+	-
Bed 5 klei, UV + H2O2	-	-	+/-	+	-
Bed 6 klei, UV	-	+/- -	+	+	-
Bed 9 perlite, onb.	-	-	+	+	-
Bed 10, perlite, UV + H2O2	-	-	+/-	+	-
Bed 11, perlite, UV	-	-	+/-	+	-
<i>Phyt. Spp</i> = <i>Phytophthora spp.</i>					
		- = nihil			
<i>Pyt. Spp</i> = <i>Pythium spp.</i>		+/- - = zeer zwak			
<i>Fus spp.</i> = <i>Fusarium spp.</i>		+/- = zwak			
<i>Rhiz. sol.</i> = <i>Rhizoctonia solani</i>		+ = middelmatig			
<i>Coll. spp.</i> = <i>Colletotrichum spp.</i>		+ + = sterk			

3.2.5 Analyse drainwater op gewasbeschermingsmiddelen

Per 1-1-2018 gaat een verplichte zuivering van spuiwater gelden bij toepassing van gewasbeschermingsmiddelen (<http://www.glastuinbouwwaterproof.nl/zuiveringstechniek/>). Bij toepassing van chemische gewasbeschermingsmiddelen zal dan al het spuiwater eerst gezuiverd moeten worden voordat het geloosd mag worden. Dit geldt zowel voor lozing op het riool als voor lozing op het oppervlaktewater. Toepassing van recirculatie verminderd de hoeveelheid te zuiveren spuiwater en verminderd daarmee ook de kosten voor zuivering van spuiwater.

In het project Duurzaam Water binnen het programma Glastuinbouw Waterproof is onderzoek uitgevoerd naar zuivering van restwater en zijn verschillende technieken onderzocht op effectiviteit om gewasbeschermingsmiddelen te verwijderen (van Ruijven, 2014). Bij aantasting van amaryllis door narcismijt wordt in de amaryllisteelt pyridaben (Carex) of abamectine (Vertimec) gebruikt. Deze twee middelen zitten niet in het standaardwater dat gebruikt wordt bij het testen van verschillende behandelingsmethoden op afbraak van gewasbeschermingsmiddelen. Daarom is begin 2014 onbehandeld en behandeld drainwater onderzocht op aanwezigheid van gewasbeschermingsmiddelen.

In een eerste analyse, januari 2014, na een eerste behandeling met pyridaben werd geen pyridaben teruggevonden in het drainwater ($<0,01 \mu\text{g/l}$). Begin maart 2014, na meerdere gewasbehandelingen tegen narcismijt werd wel pyridaben teruggevonden in het onbehandelde drainwater (vuile drain) in een concentratie van $0,02 \mu\text{g/l}$. Er zijn geen resten van abamectine teruggevonden in het onbehandelde drainwater ($<0,01 \mu\text{g/l}$). Vervolgens zijn ook monsters onderzocht van drainwater behandeld met UV of met geavanceerde oxidatie (H_2O_2 + UV). In deze monsters is geen residu van pyridaben teruggevonden ($< 0,01 \mu\text{g/l}$).

Na afloop van het onderzoek is het vuile drainwater nogmaals onderzocht op aanwezigheid van residuen van gewasbeschermingsmiddelen. Vanwege aantasting met narcismijt zijn najaar 2015 na het blad snijden een aantal malen chemische gewasbescherming toegepast om schade aan de te oogsten bloemen door narcismijt zoveel mogelijk te beperken. In het drainwater van 11 januari 2016 werd geen pyridaben aangetroffen (concentratie $< 0,1 \mu\text{g/l}$), maar er werden wel resten van andere gewasbeschermingsmiddelen teruggevonden. Bij lozing van drainwater zal dit drainwater vanaf 2018 dus eerst gezuiverd moeten worden.

3.2.6 Lycorinegehalte in drainwater

In het 1^e en 2^e teeltjaar heeft Groen Agro Control diverse drainwatermonsters uit de proef onderzocht op de aanwezigheid van lycorine (LC-MS/MS (spv A090)). Op geen enkel moment is lycorine aangetoond boven de detectiegrens van $<0,01 \text{ mg/l}$ (Klein *et al.* 2014 en Kromwijk *et al.* 2015). Na afloop van het 3^e teeltjaar is januari 2016 opnieuw drainwater onderzocht. In dit drainwater is ook geen lycorine gevonden boven de detectiegrens ($<0,01 \text{ mg/l}$).

Naast de onderzochte monsters uit de recirculatieproef zijn begin 2014 drie monsters van spoelwater na het stomen in de praktijk onderzocht. Op twee van de drie bedrijven is geen lycorine gevonden in het spoelwater boven de detectiegrens ($< 0,01 \text{ mg/l}$). In het spoelwater van het derde bedrijf is $0,03 \text{ mg/l}$ lycorine gevonden. Dit is een bedrijf wat onbehandeld drainwater van amaryllis hergebruikt. Van dit bedrijf zijn op 28 juli 2014 nogmaals monsters onderzocht nadat 3 maanden hergebruik van drainwater zonder ontsmetting. Er is een monster onderzocht 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. Eén van deze monsters is ook onderzocht op groei remmende eigenschappen in een fytoproef juli 2014 (bijlage III). Dit drainmonster van hergebruik drainwater zonder ontsmetting liet geen grotere groeiremming zien dan onbehandeld drainwater uit de recirculatieproef.

Na afloop van het 3^e teeltjaar zijn substraatmonsters van de drie recirculatiebehandelingen onderzocht op de aanwezigheid van lycorine (analyse door GAC, methode: LC-MS/MS (spv A090)). Deze monsters zijn genomen uit de vakken met de cultivar Mont Blanc na het rooien en daardoor waren er ook wortelresten aanwezig in deze monsters. De perlietmonsters zijn eerst fijngemalen en vervolgens gecentrifugeerd. Daarna was er voldoende vocht beschikbaar om direct in het vocht de hoeveelheid lycorine te meten. Vanwege de gevonden verschillen in de perlietmonsters is daarna besloten om ook kleikorrelmonsters van de drie recirculatiebehandelingen te onderzoeken op lycorine. Bij deze monsters zijn eerst de meeste/grote wortelresten verwijderd om een beter beeld te krijgen van het lycorinegehalte in het substraat en verstoring door lycorine wat uit de wortelresten zou kunnen vrijkomen zoveel mogelijk te voorkomen omdat amarylliswortels lycorine bevatten (Woets *et al.* 2012). Het was echter praktisch gezien niet mogelijk om ook alle fijne (haar)wortelresten te verwijderen. De kleikorrelmonsters (incl. fijne (haar)wortelresten) zijn vervolgens fijngemalen. Hier kwam niet voldoende vocht uit het substraat om direct lycorine in te meten en daarom is een bekende hoeveelheid methanol/water toegevoegd en het monster voor circa 1 uur geschud. Vervolgens is in dit vocht de hoeveelheid lycorine gemeten en teruggerekend naar de hoeveelheid lycorine per kg kleikorrels. Er is tegelijkertijd ook een meting uitgevoerd aan kleikorrels waaraan vooraf een bekende hoeveelheid lycorine was toegevoegd zodat de waarden gecorrigeerd konden worden voor de hoeveelheid lycorine die aan de kleikorrels gebonden bleef. Omdat de analysemethode voor de perliet- en kleikorrelmonsters verschillend was, zijn de gevonden gehalten niet geschikt om verschillen tussen de teeltsubstraten vast te stellen. De resultaten zijn alleen geschikt om de drie recirculatiebehandelingen onderling te vergelijken.

In zowel kleikorrels als perliet was de concentratie lycorine van de behandeling met hergebruik drainwater na UV-ontsmetting wat hoger dan in de controle zonder hergebruik en in de behandeling met hergebruik na geavanceerde oxidatie (tabel 6). Hoewel er in het vuile drainwater nooit lycorine is gevonden boven de detectiegrens, zou dit er op kunnen wijzen dat geavanceerde oxidatie meer lycorine afbreekt dan alleen UV-ontsmetting. In beide substraten was er relatief weinig verschil in lycorine gehalte tussen de controle zonder hergebruik van drainwater en de behandeling met hergebruik drainwater na geavanceerde oxidatie. In de substraatmonsters verzameld na het rooien waren ook wortelresten aanwezig. De lycorine kan dus niet alleen afkomstig zijn uit het substraat, maar ook (deels) afkomstig zijn uit de wortelresten in het substraat. In een eerdere voorstudie (Woets *et al.* 2012) is vastgesteld dat zowel bollen als wortels van amaryllis lycorine bevatten.

De groei en productie hebben echter geen last gehad van dit hogere gehalte aan lycorine aangezien er geen nadelige effecten op groei en productie zijn gezien in de 3 onderzochte teeltjaren (zie paragraaf 3.2.8 en 3.2.13).

Tabel 6

Gemeten lycorine (mg/kg) in bodemvocht uit gemalen perliet en in kleikorrels na 3 teeltjaren snij-amaryllis 'Mont Blanc' geteeld zonder hergebruik drainwater, met hergebruik drainwater ontsmet met UV en met drainwater behandeld met geavanceerde oxidatie (UV met H₂O₂), januari 2016. NB: voor de twee substraten zijn verschillende analysemethoden gebruikt.

Behandeling	Lycorine in vocht uit gemalen perliet (mg/l bodemvocht)	Lycorine in kleikorrels (mg/kg kleikorrels)
Zonder hergebruik drainwater	< 0.01	0.093
Hergebruik drainwater na UV	1.4	0.22
Hergebruik drainwater na UV met H ₂ O ₂	0.015	0.096

3.2.7 Fytotoxiciteit drainwater

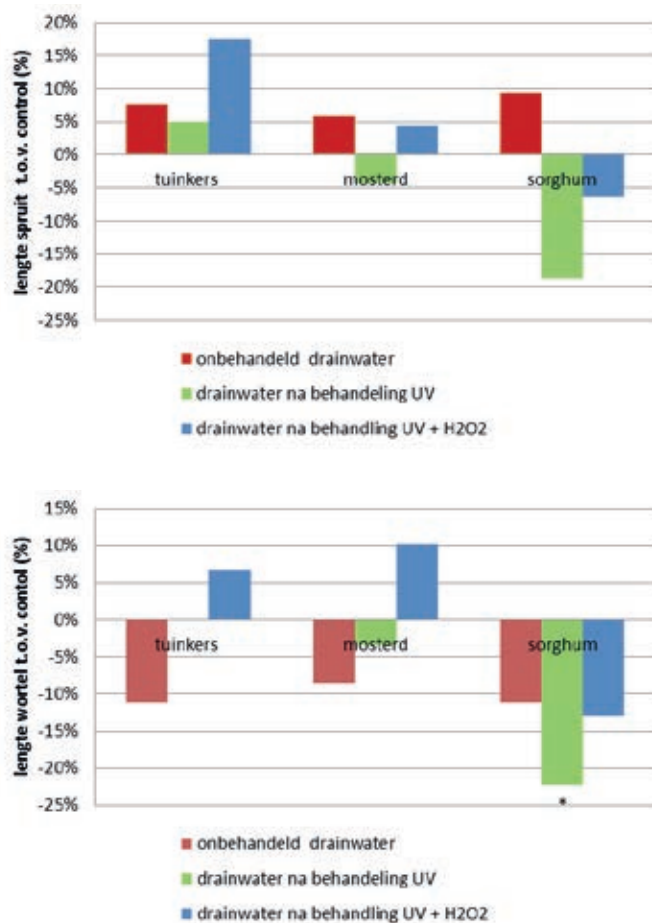
In het 3^e teeltjaar zijn op 4 augustus 2015 watermonsters uit de voorraadsilo's van onbehandeld en ontsmet drainwater onderzocht op groeiremmende eigenschappen. Alle oplossingen zijn getest op EC en pH en aangepast tot een gelijke EC en pH voor alle behandelingen in de fytotox test (tabel 7). Er was weinig verschil in spruitlengte (figuur 5-boven) en zowel onbehandeld als behandeld drainwater gaf geen significante groeiremming. De lage spruitlengte van drainwater behandeld met UV in sorghum heeft deels te maken met remming van de wortelgroei. Bij de wortellengte liet alleen de wortellengte van sorghum op drainwater behandeld met UV een significante groeiremming (*) zien ten opzichte van de controle met standaard komkommervoeding (figuur 5-onder). Bij alle andere monsters was er geen significantie groeiremming. In deze proef was wel de trend te zien dat onbehandeld (vuil) drainwater in alle zaden een negatief effect op de wortelgroei lijkt te geven in vergelijking met behandeld drainwater. Effecten van de behandelingen op het kiemen zijn erg klein.

De trend dat drainwater behandeld met UV-ontsmetting of behandeld met geavanceerde oxidatie (=UV-ontsmetting met H₂O₂) meer groei laat zien dan onbehandeld drainwater (=vuil water silo of drainwater uit drainputjes achterop de bedden) was ook te zien in een aantal fytotoxproeven in het 1^e en 2^e teeltjaar (bijlage III). Het behandelen van drainwater met UV-ontsmetting of met geavanceerde oxidatie lijkt dus een positief effect te geven op de wortelgroei van tuinkers, mosterd en sorghum. Dit kan naast afbraak van groeiremmende stoffen ook het gevolg zijn van afbraak van gewasbeschermingsmiddelen omdat in de proef een aantal chemische gewasbeschermingsbehandelingen zijn uitgevoerd tegen o.a. narcismijt.

Tabel 7

Gemeten EC en pH vóór en ná het gelijk stellen van EC en pH van onbehandeld drainwater, drainwater ontsmet met UV en met drainwater behandeld met geavanceerde oxidatie (UV+ H₂O₂) in fytotox toets van 4 augustus 2015 (EC in mS/cm).

omschrijving	Start EC	uitvoering EC	Start pH	uitvoering pH
onbehandeld drainwater	2.60	2.18	5.7	5.6
Drainwater na UV	2.30	2.14	6.1	5.6
drain na UV + H ₂ O ₂	2.30	2.15	6.2	5.6



Figuur 5 Effect van drainmonsters 4 augustus 2015 op spruitlengte (boven) en wortellengte (onder) van tuinkers, mosterd en sorghum ten opzichte van de standaard komkommervoeding (= controle). Behandelingen die betrouwbaar verschillend zijn ten opzichte van de controle met standaard komkommervoeding zijn gemarkeerd met een *.

3.2.8 Stand van gewas

In de tweewekelijkse beoordelingen van de stand van het gewas door vier amaryllistelers en teeltadviseur Jan Overkleef zijn bij hergebruik van drainwater na UV-ontsmetting of na geavanceerde oxidatie geen nadelige effecten gezien op de stand van het gewas. In de vakken met kleine bolmateriaal werd de stand van het gewas bij de behandelingen met hergebruik drainwater juist iets beter beoordeeld omdat er minder bladverkleuring te zien was dan bij de behandeling zonder hergebruik drainwater (zie bladverkleuring in 1^e teeltjaar in tabel 8). In het 2^e en 3^e teeltjaar was er minder verschil in bladkleur, maar in sommige vakken met kleine bolmateriaal werd de stand van het gewas in de bedden met hergebruik van drainwater opnieuw wat beter beoordeeld dan in de bedden zonder hergebruik drainwater. In de vakken met grote bolmateriaal was er weinig verschil zichtbaar in bladverkleuring tussen de behandelingen. Telers in de praktijk die gestart zijn met hergebruik drainwater zijn in het algemeen ook meer tevreden over de gewaskleur dan telers die nog geen drainwater hergebruiken (Jan Overkleef, pers. med.).

Tabel 8

Stand van het gewas 2 september 2013 (1^e teeltjaar) bij kleine bolmaat Red Lion (=bovenste rij) en Mont Blanc (=onderste rij) bij controle zonder hergebruik drainwater en met hergebruik drainwater na UV-ontsmetting of na geavanceerde oxidatie. NB: bij de grote bolmateriaal was er minder verschil in bladverkleuring dan bij de jonge bollen.



Red Lion



3.2.9 Substraatanalyses

Om meer inzicht te krijgen in de mogelijke oorzaak van de verschillen in bladverkleuring (zie 3.2.8) zijn op 16 april 2014 (2^e teeltjaar) watergift- en substraatmonsters geanalyseerd op gehalte aan voedingselementen. In de watergift was er weinig verschil in gehalte aan voedingselementen (bijlage V). De pH van de watergift was in de watergift van de controlebehandeling in het algemeen wel wat lager dan bij de recirculatiebehandelingen (tabel 3, figuur 4 en bijlage VI). De EC in het substraat was bij de recirculatiebehandelingen 0,6/1,0 hoger dan in de controlebehandeling zonder hergebruik drainwater (tabel 9). Bij de gehalten aan voedingselementen is te zien dat bij 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 onderlinge verschillen in gehalte van de elementen. De gewenste K/Ca verhouding in het substraat van 1,3 is bij alle behandelingen goed gerealiseerd.

In het 3^e teeltjaar zijn op 3 augustus 2015 opnieuw perlietmonsters geanalyseerd op voedingselementen (tabel 10-boven). De EC in het substraat was bij de behandelingen met hergebruik drainwater opnieuw hoger dan bij de behandeling zonder hergebruik. Het verschil was groter dan in 2014. De EC was bij hergebruik nu 1,4 tot 1,9 hoger. De gewasstand was bij hergebruik drainwater beter dan zonder hergebruik. Dit wordt ook in de praktijk zo ervaren. Dit roept de vraag op of bij de teelt zonder hergebruik wellicht meer voeding nodig is dan tot dusver gedacht. Het natriumgehalte in het substraat was hoger dan in 2014 en zoals verwacht hoger bij hergebruik van drainwater. De K/Ca-verhouding in het substraat was met 1,2-1,3 nog steeds goed bij alle behandelingen. Teruggerekend naar een gelijk EC was er weinig verschil in gehalte aan voedingselementen tussen de drie behandelingen. Alleen het magnesium en boriumgehalte was bij hergebruik drainwater hoger dan bij de controlebehandeling zonder hergebruik.

Bij het rooien van de Mont Blanc bollen januari 2016 zijn kleikorrel- en perlietmonsters verzameld en geanalyseerd (tabel 10-onder). De EC was lager dan bij de monsters van augustus 2015. Omdat deze monsters bij het rooien verzameld zijn, komen deze mogelijk meer uit de onderlaag van het substraat waar de EC waarschijnlijk lager is dan in de bovenste substraatlaag vanwege verdamping uit de bovenste laag van het substraat. Opvallend is dat het natriumgehalte in de monsters van januari 2016 lager is dan in augustus 2015. De K/Ca verhouding was in de monsters na het rooien wat hoger dan in de eerdere substraatmonsters tijdens de teelt, met name bij de controlebehandeling zonder recirculatie op kleikorrels. Wat verder opvalt is de hoge pH in het substraat, met een pH van (bijna) 7 in de perliet en (bijna) 8 in de kleikorrels. Bij pH boven de 6.0 kunnen Ca, Mg, PO, Fe, Mn, Zn, Cu ophopen in het substraat en niet beschikbaar zijn voor de plant. Bij pH-verlaging kunnen deze weer beschikbaar komen. Om gebrek voor de plant te voorkomen en ongewenste schommelingen van voedingsgehalten in het substraat en in het drainwater te voorkomen is een goede pH-regeling van belang met name bij hergebruik drainwater.

Tabel 9

Resultaten van de substraatanalyses 15 april 2014 van perlietmonsters (P) bij de controlebehandeling zonder hergebruik van drainwater (geen) en met hergebruik van drainwater na UV-ontsmetting (UV) en met hergebruik drainwater na geavanceerde oxidatie (UV+). Resultaten van analyse volgens 1:1.5 methode (1:1.5) en volgens methode met BaCl₂ (BaCl₂) en terug gerekend naar voedingsEC van de gift (EC in mS/cm, hoofdelementen in mmol/l en spoorelementen 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	
BaCl ₂ -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	1.3	
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	1.3	
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	1.3	
BaCl ₂ -analyse teruggerekend naar gelijke voedingsEC van gift																					
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	5.4	0.3					0.6	6.5	5.3	4	71	1.3	<0.1	1.6	
P-UV+				9.2	1.6	6.5	6.7	0.3					1	9.5	8.5	5.4	77	1.2	<0.1	1.4	

Tabel 10

Resultaten van de substraatanalyse van perlietmonsters (P) en kleikorrelmonsters (K) 3 augustus 2015 en 11 januari 2016 bij de controlebehandeling zonder hergebruik van drainwater (geen), met hergebruik drainwater na UV-ontsmetting (UV) en met hergebruik drainwater na geavanceerde oxidatie (UV+). Resultaten van analyse volgens 1:1.5 methode (1:1.5) 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 $\mu\text{mol/l}$). De monsters van januari 2016 zijn verzameld in de vakken met Mont Blanc na het rooien.

	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
3 augustus 2015 1:1.5 analyse																				
P-geen	6.6	4.5	< 0.1	11.7	1.9	9.2	9.8	0.3	28.2	0.3	9.6	1.2	1.5	6.2	2.9	3.4	93	0.9	1.4	1.3
P-UV	6.7	6.4	0.2	15.1	3.5	12.3	15.5	0.4	45.9	0.4	11.8	1.1	1.2	11.5	2.7	7.2	191	1.6	1.4	1.2
P-UV+	6.5	5.9	0.3	15.1	3.0	11.6	14.4	0.3	41.8	0.4	11.2	1.0	1.5	11.3	3.9	6.2	169	1.6	1.5	1.3
3 augustus 2015 teruggerekend naar gelijke voedingsEC van gift																				
P-geen		2.2	< 0.1	5.9	1.0	4.6	4.9	0.2	14.1	0.2	4.8	0.6	0.8	3.1	1.5	1.7	47	0.5	0.7	1.3
P-UV		2.2	0.1	5.4	1.2	4.4	5.5	0.1	16.3	0.1	4.2	0.4	0.4	4.1	1.0	2.6	68	0.6	0.5	1.2
P-UV+		2.2	0.1	5.8	1.2	4.5	5.5	0.1	16.0	0.2	4.3	0.4	0.6	4.3	1.5	2.4	65	0.6	0.6	1.3
16 januari 2016 1:1.5 analyse																				
K-geen	8	2	< 0.1	6.6	0.5	3.1	2.8	<0.1	7.8	0.2	5.2	0.6	0.15	4.1	0.4	2.2	28	0.6	0.7	2.1
K-UV	7.6	2	< 0.1	5.6	0.5	3.5	2.9	<0.1	8.2	0.2	4.9	0.5	0.25	3.7	0.7	2.9	30	0.8	0.8	1.6
K-UV+	7.7	2.4	< 0.1	6.8	0.6	4.5	3.8	<0.1	10.3	0.2	6.5	0.5	0.2	2.5	0.5	3.7	39	0.8	1	1.5
P-geen	7	2.1	0.1	5.3	0.9	3.3	3.4	0.2	11.4	0.1	3.5	0.9	0.75	4.8	1.5	1.5	34	0.5	1.1	1.6
P-UV	7	1.6	< 0.1	3.9	0.7	2.7	2.9	0.2	9.5	0.1	2.7	0.4	0.55	4.5	0.4	1.4	41	0.4	1	1.4
P-UV+	6.8	3.5	0.2	10.6	1.7	5.7	6	0.2	21.7	0.3	5.8	0.7	1.1	6.2	1.8	3.4	70	1	2	1.9
16 januari 2016 teruggerekend naar gelijke voedingsEC van gift																				
K-geen		2.2	< 0.1	7.4	0.6	3.5	3.1	<0.1	8.7	0.2	5.8	0.7	0.2	4.6	0.4	2.5	31	0.7	0.8	2.1
K-UV		2.2	< 0.1	6.3	0.6	3.9	3.2	<0.1	9.2	0.2	5.5	0.6	0.3	4.1	0.8	3.2	34	0.9	0.9	1.6
K-UV+		2.2	< 0.1	6.3	0.6	4.2	3.5	<0.1	9.6	0.2	6.1	0.5	0.2	2.3	0.5	3.4	36	0.7	0.9	1.5
P-geen		2.2	0.1	5.7	1.0	3.5	3.6	0.2	12.2	0.1	3.8	1.0	0.8	5.2	1.6	1.6	36	0.5	1.2	1.6
P-UV		2.2	< 0.1	5.5	1.0	3.8	4.1	0.3	13.4	0.1	3.8	0.6	0.8	6.3	0.6	2.0	58	0.6	1.4	1.4
P-UV+		2.2	0.1	6.9	1.1	3.7	3.9	0.1	14.0	0.2	3.8	0.5	0.7	4.0	1.2	2.2	45	0.6	1.3	1.9

3.2.10 Bladwaarnemingen

3.2.10.1 Hergebruik drainwater

In alle drie teeltjaren zijn tijdens of 1 à 2 weken vóór het blad snijden destructieve metingen uitgevoerd aan het blad. Bij deze metingen zijn geen negatieve effecten van het hergebruik van drainwater geconstateerd. In het eerste en tweede teeltjaar was het totaal vers- en drooggewicht aan blad bij de behandelingen met hergebruik van drainwater groter dan bij de controlebehandeling zonder hergebruik van drainwater (tabel 11 en 12). Dit bevestigde de betere beoordeling van de stand van het gewas bij de behandelingen met hergebruik drainwater (zie 3.2.8). In het 2^e teeltjaar was het aantal groene bladeren bij de behandelingen met hergebruik drainwater ook hoger dan bij de controle zonder hergebruik drainwater. Dit zou mede een gevolg kunnen zijn van meer bladverkleuring bij de controlebehandeling (zie 3.2.8) of wellicht was het blad bij de controlebehandeling al wat meer aan het afsterven en meer droge stof getransporteerd naar de bol. Om groeiverstoring van achterblijvende bollen te voorkomen zijn op verzoek van de BCO tussentijds geen bollen gemeten en kon dit niet worden vastgesteld. In het 1^e jaar was er geen betrouwbaar verschil in het aantal bladeren per bol, maar was er wel een vergelijkbare trend naar iets meer blad bij de behandelingen met hergebruik van drainwater. In het 3^e teeltjaar zijn geen betrouwbare verschillen geconstateerd tussen de behandelingen met en zonder hergebruik drainwater voor alle gemeten kenmerken (tabel 13). Tussen het hergebruik van drainwater na UV-ontsmetting en het hergebruik van drainwater na geavanceerde oxidatie zijn geen betrouwbare verschillen geconstateerd in alle 3 teeltjaren.

Tabel 11

Aantal bladeren, vers- en drooggewicht blad per bol en percentage droge stof met en zonder hergebruik drainwater gemeten bij het bladsnijden van de grote bollen op 9 oktober in het 1^e teeltjaar (2013).

Behandeling	Aantal bladeren/bol	Versgewicht blad (gram/bol)	Drooggewicht blad (gram/bol)	% droge stof
Controle zonder hergebruik drainwater	5.6 a	143 a	11 a	7.9
Hergebruik drainwater na UV-ontsmetting	7.3 a	285 b	20 b	7.2
Hergebruik drainwater na geavanceerde oxidatie (=waterstofperoxide én UV-ontsmetting).	7.2 a	274 b	20 b	7.4

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

Tabel 12

Gemeten kenmerken aan groen en afgestorven blad zonder hergebruik drainwater (controle), 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 in het 2^e teeltjaar).

Behandeling	aantal groene bladeren /bol	aantal afgestorven bladeren /bol	totaal aantal bladeren /bol	versgewicht groen blad (gram/bol)	versgewicht afgestorven blad (gram/bol)	versgewicht blad totaal (gram/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

Behandeling	drooggewicht groen blad (gram/bol)	drooggewicht afgestorven blad (gram/bol)	totaal drooggewicht (gram/bol)	% droge stof groen blad	% droge stof afgestorven blad	% droge stof totaal blad
controle	9.4 a	3.9 a	13.2 a	6.2%	42%	8.3%
UV	17.7 b	2.4 a	20.1 b	6.3%	22%	6.9%
UV+ H ₂ O ₂	15.9 b	2.9 a	18.8 b	6.6%	23%	7.4%

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

Tabel 13

Gemeten kenmerken aan groen en afgestorven blad zonder hergebruik drainwater (controle), met hergebruik drainwater ontsmet met UV (UV) en met hergebruik drainwater behandeld met geavanceerde oxidatie (UV+H₂O₂) gemeten op 29 september 2015 (=twee weken voor het einde van de koeling in het 3^e teeltjaar).

Behandeling	aantal groene bladeren / bol	aantal afgestorven bladeren / bol	totaal aantal bladeren / bol	versgewicht groen blad (gram/bol)	versgewicht afgestorven blad (gram/bol)	versgewicht blad totaal (gram/bol)
controle	3.5 a	1.0 a	4.6 a	154 a	8 a	162 a
UV	3.5 a	1.0 a	4.5 a	177 a	11 a	188 a
UV+ H ₂ O ₂	3.6 a	1.3 a	4.9 a	164 a	12 a	176 a

Behandeling	drooggewicht groen blad (gram/bol)	drooggewicht afgestorven blad (gram/bol)	totaal drooggewicht (gram/bol)	% droge stof groen blad	% droge stof afgestorven blad	% droge stof totaal blad
controle	10.4 a	1.1 a	11.5 a	6.7%	13.3%	7.1%
UV	12.1 a	1.4 a	13.5 a	6.9%	13.0%	7.2%
UV+ H ₂ O ₂	11.0 a	1.6 a	12.6 a	6.7%	13.6%	7.2%

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

3.2.10.2 Substraat

In alle drie teeltaren zijn bij de bladwaarnemingen geen betrouwbare verschillen aangetoond tussen kleikorrels en perliet (tabel 14, 15 en 16).

Tabel 14

Aantal bladeren, vers- en drooggewicht blad per bol en percentage droge stof van bollen geteeld op kleikorrels en perliet gemeten bij het bladsnijden van de grote bollen op 9 oktober in 1^e teeltjaar (2013).

Behandeling	Aantal bladeren/bol	Versgewicht blad (gram/bol)	Drooggewicht blad (gram/bol)	% droge stof
Kleikorrels	7.4 a	292 a	20.8 a	7.3 a
Perliet	6.7 a	237 a	17.1 a	7.4 a

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

Tabel 15

Gemeten kenmerken aan groen en afgestorven blad op kleikorrels en perliet gemeten op 25 september 2014 (=week voor het einde van de koeling in het 2^e teeltjaar).

Substraat	aantal groene bladeren / bol	aantal afgestorven bladeren / bol	totaal aantal bladeren / bol	versgewicht groen blad (gram/bol)	versgewicht afgestorven blad (gram/bol)	versgewicht blad totaal (gram/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

Substraat	drooggewicht groen blad (gram/bol)	drooggewicht afgestorven blad (gram/bol)	totaal drooggewicht (gram/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 16

Gemeten kenmerken aan groen en afgestorven blad op kleikorrels en perliet gemeten op 29 september 2015 (=twee weken voor het einde van de koeling in het 3^e teeltjaar).

Substraat	aantal groene bladeren / bol	aantal afgestorven bladeren / bol	totaal aantal bladeren / bol	versgewicht groen blad (gram/bol)	versgewicht afgestorven blad (gram/bol)	versgewicht blad totaal (gram/bol)
kleikorrel	3.6 a	1.2 a	4.8 a	177 a	12 a	189 a
perliet	3.5 a	1.1 a	4.5 a	157 a	10 a	167 a

Substraat	drooggewicht groen blad (gram/bol)	drooggewicht afgestorven blad (gram/bol)	totaal drooggewicht (gram/bol)	% droge stof groen blad	% droge stof afgestorven blad	% droge stof totaal blad
kleikorrel	12.0 a	1.5 a	13.5 a	7%	13%	7%
perliet	10.7 a	1.3 a	12.0 a	7%	13%	7%

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

3.2.10.3 Cultivar

In alle drie teeltjaren was het aantal groene bladeren en het vers- en drooggewicht van het groene blad bij de cultivar Red Lion groter dan bij de cultivar Mont Blanc (tabel 17, 18 en 19). Dit komt (voor een deel) door een lager aantal afgestorven bladeren en lager vers- en drooggewicht van de afgestorven bladeren bij de cultivar Red Lion. Het totaal vers- en drooggewicht van het blad was bij de cultivar Red Lion ook hoger dan bij de cultivar 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 al droge stof naar de bol getransporteerd was.

Tabel 17

Gemeten kenmerken aan bladeren van de cultivars Mont Blanc en Red Lion gemeten bij het bladsnijden van de grote bollen op 9 oktober 2013 (1^e teeltjaar).

Behandeling	Aantal bladeren/bol	Versgewicht blad (gram/bol)	Drooggewicht blad (gram/bol)	% droge stof
Mont Blanc	6.0 a	178 a	13.4 a	7.6 a
Red Lion	8.0 b	351 b	24.6 b	7.1 a

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

Tabel 18

Gemeten kenmerken aan groen en afgestorven blad bij Mont Blanc en Red Lion gemeten op 25 september 2014 (=week voor het einde van de koeling van het 2^e teeltjaar).

cultivar	aantal groene bladeren / bol	aantal afgestorven bladeren / bol	totaal aantal bladeren / bol	versgewicht groen blad (gram/bol)	versgewicht afgestorven blad (gram/bol)	versgewicht blad totaal (gram/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

cultivar	drooggewicht groen blad v	drooggewicht afgestorven blad (gram/bol)	totaal drooggewicht (gram/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.

Tabel 19

Gemeten kenmerken aan groen en afgestorven blad apart bij Mont Blanc en Red Lion gemeten op 29 september 2015 (=twee weken voor het einde van de koeling van het 3^e teeltjaar).

cultivar	aantal groene bladeren / bol	aantal afgestorven bladeren / bol	totaal aantal bladeren / bol	versgewicht groen blad (gram/bol)	versgewicht afgestorven blad (gram/bol)	versgewicht blad totaal (gram/bol)
Mont Blanc	2.1 a	1.8 a	3.9 a	93 a	20 a	113 a
Red Lion	5.0 b	0.4 b	5.4 b	241 b	2 b	242 b

cultivar	drooggewicht groen blad (gram/bol)	drooggewicht afgestorven blad (gram/bol)	totaal drooggewicht (gram/bol)	% droge stof groen blad	% droge stof afgestorven blad	% droge stof totaal blad
Mont Blanc	6.5 a	2.6 a	9.1 a	7%	13%	8%
Red Lion	16.2 b	0.2 b	16.4 b	7%	14%	7%

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

3.2.11 Bladanalyses twee weken voor blad snijden

In het blad verzameld net voor het bladsnijden was geen duidelijk verschil in natriumgehalte zichtbaar tussen de behandelingen met en zonder hergebruik drainwater (tabel 20). In het 2^e teeltjaar was het Na-gehalte op kleikorrels bij de behandelingen met hergebruik van drainwater wel hoger dan bij de controle zonder hergebruik, maar op perliet was het juist andersom (bijlage IV). Het natriumgehalte was in het 2^e teeltjaar hoger dan in het eerste teeltjaar. In het 3^e teeltjaar was het Na-gehalte echter weer opvallend laag, ook bij de behandelingen met hergebruik van drainwater en lager dan in het 2^e teeltjaar. In het 2^e teeltjaar was het natriumgehalte in het blad op perliet hoger dan op kleikorrels (tabel 21). Dit geldt ook voor het calcium-, fosfaat- en boriumgehalte. In het 3^e teeltjaar was dit echter niet zo.

In de bladmonsters zijn geen grote verschillen in gehalten aan voedingselementen gezien tussen de behandelingen met en zonder hergebruik drainwater. In het 2^e teeltjaar was het kalium- en fosfaatgehalte in de behandeling zonder hergebruik van drainwater gemiddeld 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 kleiner (tabel 20). In het 3^e teeltjaar waren er geen grote verschillen in gehalten aan voedingselementen. Alleen het magnesium- en kopergehalte was in de behandeling zonder hergebruik van drainwater wat hoger dan in de twee behandelingen met hergebruik van drainwater. Bij het totaal N-gehalte was een vergelijkbare trend zichtbaar, maar daar waren de verschillen minder duidelijk. Als de gewasmonsters van 2015 worden vergeleken met de gewasmonsters van 2014 (bijlage IV) valt op dat het K-gehalte in 2015 lager is, met name bij de controlebehandeling.

Het P-gehalte is in vergelijking met de referentiewaarde (90 mmol/kg ds) hoog in alle behandelingen. Het Mn-gehalte is laag in alle behandelingen laag. Het Zn-gehalte was ook laag in alle behandelingen. Theoretisch doen zich gebreken voor bij gehalten onder de 0.40 mmol/kg ds. Het Cu-gehalte is eveneens laag in alle behandelingen. Onder de 60 µmol/kg ds zouden gebreksverschijnselen op kunnen treden. Naar aanleiding van de gewasanalyses van het 1^e teeltjaar zijn de hoeveelheden sporenelementen in de gift verhoogd, maar dit heeft de gehalten in het 2^e en 3^e teeltjaar niet veel verhoogd. Omdat de monsters genomen zijn aan het eind van de koeling kan er echter ook al min of meer sprake zijn geweest van transport van voedingstoffen van blad naar de bol. Tijdens de teelt zijn er bovendien 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 verhoudingen in voor komen.

Tabel 20

Gehalte aan voedingselementen in het blad aan het eind van de koeling in het 1^e teeltjaar (9 oktober 2013), een week voor het einde van de koeling van het 2^e teeltjaar (25 september 2014) en twee weken voor het einde van de koeling van het 3^e teeltjaar (29 september 2015) geteeld zonder hergebruik van drainwater (controle), met hergebruik van drainwater na UV-ontsmetting (UV) en met hergebruik van drainwater na geavanceerde oxidatie (UV+H₂O₂). Waarden van het 1^e teeltjaar zijn gemiddelde van kleikorrels en perliet en Mont Blanc en Red Lion. Waarden van 2^e en 3^e teeltjaar zijn gemiddelden van kleikorrels en perliet van alleen de cultivar Red Lion. De gegevens uitgesplitst per substraat en cultivar staan in bijlage IV.

Cultivar+behandeling	K	Na	Ca	Mg	Ntot	Ptot	Fe	Mn	Zn	B	Mo	Cu
1 ^e teeltjaar (2013)	mmol/kg ds										μmol/kg ds	
controle	1258	8.1	251	129	1575	233	1.3	0.8	0.2	4.1	7	43
UV	1282	10.3	244	112	1650	179	1.2	0.8	0.3	4.0	10	39
UV+ H ₂ O ₂	1280	7.8	250	123	1646	194	1.1	0.6	0.2	4.2	15	36
2 ^e teeltjaar (2014)												
controle	1656	36	293	146	1247	332	1.6	0.3	0.2	3.8	22	51
UV	1244	34	238	105	1254	224	1.3	0.3	0.3	4.1	20	61
UV+ H ₂ O ₂	1240	39	238	127	1313	226	1.3	0.2	0.2	3.4	19	33
3 ^e teeltjaar (2015)												
controle	941	< 10	271	142	1467	176	1.3	0.3	0.3	2.4	37	44
UV	930	< 10	256	105	1384	201	1.1	0.4	0.3	3.4	34	28
UV+ H ₂ O ₂	833	< 10	204	81	1338	127	1.1	0.3	0.3	3.1	22	30

Tabel 21

Gemiddeld gehalte aan voedingselementen in amaryllis blad bij het bladsnijden in het 1^e teeltjaar (9 oktober 2013), 2^e teeltjaar (25 september 2014) en 3^e teeltjaar (29 september 2015) geteeld op kleikorrels en perliet. In 1^e teeltjaar gemiddelde van cultivars Mont Blanc en Red Lion. In 2^e en 3^e teeltjaar alleen Red Lion.

	K	Na	Ca	Mg	Ntot	Ptot	Fe	Mn	Zn	B	Mo	Cu
1 ^e teeltjaar	mmol/kg ds										μmol/kg ds	
kleikorrel	1253	5.8	238	125	1648	175	1.2	0.7	0.2	3.7	17.9	41.7
perliet	1300	11.9	257	114	1619	216	1.1	0.7	0.2	4.5	4.7	35.6
2 ^e teeltjaar												
kleikorrel	1325	28	225	119	1286	211	1.2	0.2	0.2	3.3	22.3	57.4
perliet	1435	45	287	132	1256	310	1.5	0.3	0.2	4.2	18.1	39.1
3 ^e teeltjaar												
kleikorrel	895	12	229	102	1365	151	1.1	0.3	0.2	3.0	29.8	36.8
perliet	908	14	257	116	1427	184	1.2	0.3	0.3	2.9	32.3	31.4

3.2.12 Blad-, bloem- en bolanalyses na 3 teeltjaren

Aan het einde van het 3^e teeltjaar (januari 2016) zijn gewasmonsters geanalyseerd van geoogste bloemen, nieuw gevormd blad en amaryllisbollen (tabel 22). In de bloemen, bladeren en bollen waren geen duidelijke verschillen tussen de drie recirculatiebehandelingen zichtbaar in gehalten aan voedinselementen. Bij vergelijking van de twee substraten (bijlage IV) viel op dat in de bloemen geoogst van de kleikorels het kaliumgehalte gemiddeld wat lager was dan van de bloemen geoogst op perliet. In de nieuwe bladeren op kleikorels was het Mg, Mn, P-totaal en B-gehalte gemiddeld wat lager dan op perliet. In alle drie gewasonderdelen was het natriumgehalte erg laag (<10).

Tabel 22

Resultaten van gewasanalyses van snij-amaryllis 'Mont Blanc' bloemen, blad en bollen (7 januari 2016) na 3 teeltjaren op kleikorels (kk) en perliet (p) 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										µmol/kg ds	
bloemen	controle	1219	< 10	55.2	119	1585	220	1.0	0.37	0.39	3.35	74.4	81.9
	UV	1193	< 10	47.8	108	1757	206	0.9	0.34	0.40	3.30	67.1	83.0
	UV+ H ₂ O ₂	1223	< 10	53.3	114	1564	213	0.9	0.34	0.42	3.55	61.9	76.7
blad	controle	1286	< 10	64.2	115	1596	202	1.7	0.37	0.42	3.45	55.5	87.4
	UV	1319	< 10	72.9	130	1431	196	1.8	0.41	0.44	4.00	66.6	92.4
	UV+ H ₂ O ₂	1325	< 10	70.2	118	1381	190	1.3	0.39	0.43	3.90	57.7	96.1
bollen	controle	495	< 10	190.0	104	931	152	0.9	0.29	0.34	2.55	56.1	66.2
	UV	502	< 10	195.0	93	929	142	1.3	0.24	0.31	2.80	55.9	82.7
	UV+ H ₂ O ₂	504	< 10	160.5	83	1054	144	1.0	0.22	0.30	2.35	50.4	79.3

3.2.13 Productie

Bij de oogst is het aantal stelen per bed geteld en het geoogst gewicht per bed gemeten (foto 5). 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. Deze bloemstelen zijn meegeteld in het aantal geoogste stelen per m², maar het gewicht is niet gemeten omdat ze voortijdig zijn geoogst. In het totaal geoogst gewicht zijn deze dus niet meegeteld. Om een zo representatief mogelijk beeld van het gemiddeld steelgewicht te krijgen, is het gemiddeld steelgewicht berekend uit het totaal geoogst gewicht van de veilingrijpe en gewogen bloemen gedeeld door het aantal geoogste stelen exclusief de mijtbloemen.



Foto 5 Overzicht van proef met hergebruik drainwater bij amaryllis op 15 december 2015.

3.2.13.1 Hergebruik drainwater

Het hergebruik van drainwater had in het eerste, tweede en derde teeltjaar geen nadelige effecten op de productie. Er was geen verschil in productie tussen de twee behandelingen met hergebruik van drainwater en de controle behandeling zonder hergebruik van drainwater (tabel 23). In de totale productie van de drie teeltjaren bij elkaar opgeteld was er ook geen betrouwbaar verschil in het totaal aantal bloemen en totaal geoogst gewicht per m². Er was ook geen negatief effect zichtbaar op het gemiddeld berekende steelgewicht (tabel 24). In het 2^e en 3^e teeltjaar en gemiddeld over alle drie teeltjaren was er meer een trend dat het gemiddeld steelgewicht bij hergebruik drainwater gemiddeld wat hoger was dan bij de controle zonder hergebruik.

Tabel 23

Gemiddelde productie in het 1^e, 2^e, 3^e teeltjaar en in totaal over de drie teeltjaren met en zonder hergebruik van drainwater.

Behandeling	Aantal geoogste stelen per m ²				Totaal geoogst gewicht (kg/m ²)			
	1	2	3	totaal	1	2	3	totaal
Geen hergebruik	50.6 a*	51.3 a	58.7 a	160.6 a	11.2 a	13.1 a	11.7 a	36.0 a
Hergebruik na UV	50.2 a	50.0 a	59.9 a	160.1 a	11.0 a	13.2 a	12.5 a	36.7 a
Hergebruik na UV+ H ₂ O ₂	50.5 a	49.6 a	57.3 a	157.5 a	11.1 a	13.0 a	11.9 a	36.0 a

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

Tabel 24

Berekend steelgewicht in het 1^e, 2^e, 3^e teeltjaar en in totaal over de drie teeltjaren met en zonder hergebruik drainwater.

Behandeling	Berekend steelgewicht (gram)			
	1	2	3	gemiddeld
Geen hergebruik	223	259	210	229
Hergebruik na UV	220	269	219	234
Hergebruik na UV+ H ₂ O ₂	221	267	216	233

3.2.13.2 Substraat

In het derde teeltjaar was er geen betrouwbaar verschil in productie tussen de twee substraten (tabel 25-links). In het 1^e en 2^e teeltjaar en totaal over alle drie teeltjaren was het aantal stelen geoogst op kleikorrels iets lager dan op perliet. Dit kan mede het gevolg zijn van wat grotere uitval in kleikorrels in het 1^e teeltjaar (bijlage V). In het totaal geoogst gewicht was er alleen in het 1^e teeltjaar een betrouwbaar verschil (tabel 25-rechts). In het 2^e, 3^e en totaal over de 3 teeltjaren was er geen betrouwbaar verschil in totaal geoogst gewicht. Bij het berekend steelgewicht was er een trend dat de bloemstelen op de kleikorrels gemiddeld wat zwaarder waren dan op perliet (tabel 26).

Tabel 25

Gemiddelde productie in het 1^e, 2^e, 3^e teeltjaar en in totaal op kleikorrels en perliet.

substraat	Aantal stelen per m ²				Totaal geoogst gewicht (kg/m ²)			
	1	2	3	totaal	1	2	3	totaal
Kleikorrel	48.4 a*	49.1 a	57.6 a	155.1 a	10.7 a	13.0 a	12.3 a	36.0 a
Perliet	52.4 b	51.1 b	59.7 a	163.1 b	11.4 b	13.3 a	11.9 a	36.5 a

* 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 26

Berekend steelgewicht in het 1^e, 2^e, 3^e teeltjaar en in totaal op kleikorrels en perliet.

substraat	Berekend steelgewicht (gram)			
	1	2	3	totaal
Kleikorrel	222	269	222	237
Perliet	220	263	210	229

3.2.13.3 Cultivar

Bij de cultivar Red Lion was het aantal stelen per m² in alle teeltjaren hoger dan bij Mont Blanc. Het totaal geoogst gewicht per m² was bij Red Lion in de eerste twee teeltjaren en in totaal over de 3 teeltjaren echter lager dan bij de cultivar Mont Blanc (tabel 27). Alleen in het derde teeltjaar was het geoogst gewicht bij Red Lion hoger dan bij Mont Blanc. In alle teeltjaren was het steelgewicht bij Red Lion lager dan bij Mont Blanc (tabel 28).

Tabel 27

Gemiddelde productie in het 1^e, 2^e, 3^e teeltjaar en in totaal van de cultivars Mont Blanc en Red Lion.

substraat	Aantal stelen per m ²				Totaal geoogst gewicht (kg/m ²)			
	1	2	3	totaal	1	2	3	totaal
Mont Blanc	47.5 a*	46.2 a	45.8 a	139.5 a	11.8 b	14.6 b	11.5 a	37.9 b
Red Lion	53.3 b	54.0 b	71.6 b	178.8 b	10.3 a	11.7 a	12.7 b	34.7 a

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

Tabel 28

Berekend steelgewicht in het 1^e, 2^e, 3^e teeltjaar en in totaal van de cultivars Mont Blanc en Red Lion.

substraat	Berekend steelgewicht (gram)			
	1	2	3	totaal
Mont Blanc	248	316	253	271
Red Lion	194	216	179	194

3.2.14 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 (tabel 29) 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.

De berekende emissie in tabel 30 laat zien dat met hergebruik van drainwater de emissie flink verlaagd kan worden. Zonder hergebruik was er een emissie van ca. 750 tot 1050 kg N/ha/jaar. In de proefsituatie met opvang drain van 600 m² en hergebruik op 400 m² is de emissie in het 1^e teeltjaar al gedaald naar 275 kg N/h/jaar. Door verhoging van de bijmengEC van 0,8 naar 1,2 medio 2014, was de emissie in 2014 met 117 kg N/ha/jaar nog lager. In een praktijksituatie met gelijke teeltoppervlak waarvan drain wordt opgevangen en wordt hergebruik zou de emissie dan al naar 0 zijn gedaald. In 2015 was de emissie echter weer hoger dan in 2014. Dit komt o.a. doordat er in 2015 meer drain was dan in 2014. Dit komt door een iets hogere watergift in 2015, maar ook door een lagere wateropname en verdamping in 2015. Waarschijnlijk mede door het kleinere bladpakket door het extra bladsnijden in januari 2015. Het gemiddelde percentage drain bijgemengd in de watergift was in 2015 namelijk wel hoger (tabel 29).

NB: Doordat in de proef nog 15 tot 37% van het drainwater is geloosd (scenario 2 in tabel 30), 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 30).

De berekende emissie in tabel 30 is exclusief emissie van spoelwater na het stomen. Op praktijkbedrijven worden teeltvakken om de drie jaar gerooid, gestoomd en het substraat gespoeld. Vanwege de hoge EC in het spoelwater en sterke vermoedens van aanwezigheid van groeiremmende stoffen in het spoelwater wordt het spoelwater geloosd. Voor emissie via spoelwater is een emissie berekend van 75 tot 135 kg N/ha/jaar (zie 3.3). Dit moet dus nog worden opgeteld bij de emissie via lozing van drainwater tijdens de teelt. De huidige emissienorm (2015/2017) voor amaryllis is max. 100 kg N/ha/jaar en vanaf 2018 geldt een maximum van 75 kg N/ha/jaar. Het zal dus steeds lastiger worden om met totale emissie (incl. spoelwater) onder de emissienorm te blijven. Daarom zijn mogelijke strategieën verkend voor vermindering van emissie door lozing van spoelwater bij een teeltwisseling van amaryllis (zie 3.3).

Tabel 29

Totale watergift en opgevangen drain per jaar en gemiddelde bijmengEC, percentage hergebruik en N-gehalte in het drainwater in 1^e, 2^e en 3^e teeltjaar (2013, 2014 en 2015).

	2013	2014	2015
Totale gift op jaarbasis (l/m ² /jaar)	937	892	926
Totale opgevangen drain op jaarbasis (l/m ² /jaar)	378	328	414
Gemiddelde bijmeng EC	0.8	1.0*	1.15*
Gem. % drainwater in gift (%)	38	47	53
Gem. N-gehalte in drainwater (mmol/l)	14	17.4	18

* BijmengEC is op 24 juni 2014 verhoogd van 0,8 EC naar 1,2 EC. Vanaf 9-6-2015 stond bijmengregeling op 1.1.

Tabel 30

Berekende drainlozing, emissie en percentage hergebruik drainwater in de proef met hergebruik drainwater voor drie scenario's in 1^e, 2^e en 3^e teeltjaar (2013, 2014 en 2015).

	teeltjaar	Zonder her-gebruik drain-water	Opvang drain van 600 m ² en hergebruik op 400 m ²	Gelijk oppervlak opvang en hergebruik
drainlozing op jaarbasis (m ³ /ha)	2013	3782	1403	214
	2014	3280	482	0
	2015	4142	853	0
emissie (kg N/ha/jaar)*	2013	741	275	42
	2014	799	117	0
	2015	1044	215	0
% drainwater hergebruik t.o.v. totale opgevangen drain	2013	0	63	94
	2014	0	85	100
	2015	0	79	100

*Emissie (kg N/ha/jaar) = gem. N-gehalte in mmol/l * m³ spui *atoomgewicht N/1000).

Atoomgewicht N=14 gram per mol.

3.2.15 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 drainwater in 2014 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.

3.3 Spoelwater bij een teeltwisseling van snij-amaryllis

3.3.1 Inleiding

In het onderzoek naar hergebruik van drainwater in de teelt van snij-amaryllis zoals hiervoor beschreven zijn geen negatieve effecten van hergebruik drainwater tijdens de teelt opgetreden. Door hergebruik van drainwater tijdens de teelt kan de emissie van meststoffen uit de teelt dus flink verminderd worden. Er is echter nog een bron van emissie waar op dit moment nog geen oplossing voor is. Op bedrijven met snij-amaryllis worden teeltvakken om de drie jaar gerooïd, gestoomd en het substraat gespoeld. Vanwege de hoge EC en sterke vermoedens van aanwezigheid van groei remmende stoffen in het spoelwater, wordt dit spoelwater geloosd. Om meer inzicht te krijgen in de samenstelling van dit spoelwater zijn januari 2014 en januari/februari 2015 monsters van spoelwater uit de praktijk geanalyseerd op voedingselementen, lycorine en gewasbeschermingsmiddelen. Er is ook een overzicht gemaakt van mogelijke strategieën voor vermindering van de emissie via lozing van spoelwater.

3.3.2 Wetgeving

M.b.t. lozing van drainwater en spoelwater zijn op dit moment vanuit de wetgeving twee aspecten van belang (Beerling *et al.* 2015):

1. Vanaf 1 januari 2018 dienen glastuinbouwbedrijven gewasbeschermingsmiddelen uit het lozingswater te verwijderen voordat het water geloosd wordt. Dit geldt zowel voor lozing op het riool als voor lozing op het oppervlaktewater en geldt voor elk glastuinbouwbedrijf. De zuiveringsinstallatie moet gewasbeschermingsmiddelen per stof met minimaal 95% verwijderen uit het te lozen water. Voor sommige middelen (neonicotinoïden) geldt deze verplichting nu al. Dit betekent dat bij gebruik van neonicotinoïden het lozingswater nu al eerst gezuiverd moet worden voordat het geloosd mag worden.
2. De glastuinbouwsector streeft naar (nagenoeg) emissieloos telen in 2027. Om dit te bereiken zijn emissienormen voor stikstof afgesproken die in de komende jaren worden afgebouwd richting 2027. Voor overig sierteelt (waaronder amaryllis valt) gelden onderstaande emissienormen:
 - a. 2013/2014: 150 kg N/ha/jaar².
 - b. 2015/2017: 100 kg N/ha/jaar.
 - c. Vanaf 2018: 75 kg N/ha/jaar.

De belangrijkste strategieën waaruit glastuinbouwbedrijven voor de korte termijn uit kunnen kiezen met betrekking tot zuivering van gewasbeschermingsmiddelen uit lozingswater zijn (Beerling *et al.* 2015):

1. Lozingswater individueel zuiveren op gewasbeschermingsmiddelen.
2. Lozingswater collectief zuiveren op gewasbeschermingsmiddelen zoals bv. AquaReUse in Bleiswijk.
3. Bij relatief kleine hoeveelheden lozingswater: mobiele zuivering of lozingswater afvoeren.
4. Emissieloos telen/volledig recirculeren (bij incidentele lozingen/calamiteiten kan aanvullend voor optie 3 gekozen worden).

Voor deze vier strategieën worden momenteel technische oplossingen ontwikkeld (zie lopende projecten op glastuinbouwwaterproof.nl). Voor de langere termijn wordt strategie 4 aantrekkelijker en door het onderzoek naar recirculatie bij amaryllis is dit voor drainwater tijdens de teelt inmiddels ook haalbaar. Er is alleen nog geen oplossing voor het spoelwater na het stomen bij een teeltwisseling eens in de 3 jaar.

² Berekening emissie: kg N/ha/jaar = ((NO₃+NH₄-concentratie in mmol/l in de spui) x (m³/ha/jaar spui)) x 14/1000

3.3.3 Kenmerken spoelwater bij snij-amaryllis

- Bollen voor de teelt van snij-amaryllis blijven circa 3 jaar vaststaan en eens in de drie jaar worden bollen gerooid en het substraat (kleikorrels of perliet) gestoomd en doorgespoeld. Gemiddeld wordt elk jaar ca. 1/3 deel van het teeltoppervlak gewisseld en gespoeld.
- Er wordt een grote hoeveelheid spoelwater gebruikt en het merendeel daarvan komt terug als drain. Er komt dus in korte tijd heel veel water vrij en er is geen opslagcapaciteit om de grote hoeveelheid water die eenmaal per jaar in een relatief korte tijd vrij komt op te slaan.
 - Substraat wordt doorgespoeld met ca. 100 liter/m² water.
 - Bij teelt op kleikorrels komt ca. 99 liter/m² terug als drainwater.
 - Bij teelt op perliet komt ca. 90 liter/m² terug als drainwater.
 - Om dit allemaal op te kunnen vangen zou dan drainopvang nodig zijn van 300 tot 330 m³ voor opvang van spoelwater voor een bedrijf van 1 ha.
- Het wisselen en spoelen vindt plaats na de oogst, meestal in/rond januari, een periode met weinig instraling en lage waterbehoefte bij het resterende 2/3 deel van het teeltoppervlak wat niet gerooid en gewisseld wordt.

3.3.4 Gewasbeschermingsmiddelen

In monsters van spoelwater uit de praktijk zijn resten van gewasbeschermingsmiddelen gevonden. Vanwege de nieuwe wetgeving (3.3.2) dienen gewasbeschermingsmiddelen vanaf 1 januari 2018 uit het spoelwater verwijderd te worden, voordat het water geloosd wordt. Indien neonicotinoïden in het spoelwater voorkomen, geldt deze verplichting nu al. De verplichte zuivering geldt zowel voor lozing op het riool als voor lozing op het oppervlaktewater.

In het project Duurzaam Water binnen het programma Glastuinbouw Waterproof is onderzoek uitgevoerd naar zuivering van restwater en zijn verschillende technieken onderzocht op effectiviteit om gewasbeschermingsmiddelen te verwijderen (van Ruijven *et al.* 2014). Combinatie van H₂O₂, ozon en LDUV (inline) haalde 98% zuivering, evenals batchgewijze behandeling met ozon en UV. Meervoudige behandeling van water met H₂O₂ en LDUV gaf na drie passages langs de UV-lamp een effectiviteit van 87% en na achtmaal was dit opgelopen tot 98%. De combinatie van H₂O₂ en LDUV is ook toegepast in het onderzoek naar hergebruik drainwater van amaryllis tijdens de teelt voor afbraak van mogelijke groei remmende stoffen in het drainwater van amaryllis. Deze techniek kan bij herhaalde toepassing dus ook gebruikt worden voor het afbreken van gewasbeschermingsmiddelen. De capaciteit dient dan echter wel zodanig te zijn dat water acht keer behandeld kan worden. Het kan dan nodig zijn om de installatie uit te breiden, wat extra kosten met zich meebrengt in de vorm van meer lampen of meer draaiuren met meer opslag.

3.3.5 Meststoffen

De analyse op meststoffen (tabel 31) laat zien dat de EC vaak hoog is in vergelijking met de EC die gebruikelijk is in de teelt van snij-amaryllis en op kan lopen tot een EC van 7,3. Alleen de twee laatste monsters (nr. 11 en 12) die aan het eind van het spoelen en na afloop van het spoelen zijn genomen, laten een lagere EC zien. Monster 9 t/m 11 zijn genomen na 35, 70 en 100 liter spoelen en geven een beeld van het uitspoelen van de voedingselementen in de loop van het spoelen. Natrium kan in hoge concentraties voor komen in het spoelwater. In monster 3 was 9,3 mmol Natrium aanwezig in het spoelwater. Het stikstofgehalte was op dit bedrijf ook hoog (58,2 mmol/l). 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. Dit bedrijf is inmiddels gestart met hergebruik van drainwater zodat de waterbehoefte minder wordt en het gebruik van oppervlaktewater minder of helemaal niet meer nodig zal zijn.

In tabel 32 zijn de gehalten aan voedingselementen teruggerekend naar gelijke EC van het voedingsrecept (2,2) en vergeleken met het advieschema wat in de recirculatieproef is gebruikt (onderste regel in tabel 32) om te zien welke elementen in verhouding meer in het spoelwater voorkomen en blijkbaar meer in het substraat opgehoopt waren. Het spoelwater bevat in verhouding veel magnesium, sulfaat, bicarbonaat, borium en koper.

Borium komt in hele hoge waarden voor, tot 6 keer hoger dan in het voedingsrecept (monster 4). Het gehalte molybdeen was ook hoog, een gehalte van 0,5 mmol/l is voldoende. Blijkbaar wordt er dus meer borium en molybdeen mee gegeven dan het gewas opneemt en kan er bespaard worden op (relatief dure) meststoffen. Er komt ook teveel magnesiumsulfaat voor in het spoelwater. Magnesium kan in deze hoeveelheden als calcium gaan werken in de K/Ca-balans en de opname van kalium bemoeilijken. Daarom wordt geadviseerd na te gaan wat de bron is van dit hoge magnesiumgehalte. Komt dit door het uitgangswater, uit het substraat of uit de voedingsgift. In monster 8 t/m 11 was het zinkgehalte ook hoog, wat duidt op een zinkbron ergens in het bedrijf. Als op dit bedrijf gestart wordt met recirculeren wordt geadviseerd de zinkbron op te sporen en te elimineren om problemen met te hoog zinkgehalte te voorkomen. Zinkovermaat uit zich allereerst als een ernstig ijzertekort (Blok *et al.* 2014).

Op bedrijf A zijn drainmonsters onderzocht voor en na UV (monster 4 en 5). De oorsprong van dit water was waarschijnlijk niet hetzelfde, want de EC verschilt behoorlijk en dat kan niet door UV komen. Bovendien was bij enkele resten van gewasbeschermingsmiddelen de concentratie na UV hoger dan voor UV. Mogelijk zijn de monsters genomen uit voorraadsilo's voor en na UV en afkomstig van verschillende teeltvakken, tijdstippen of teeltfasen.

Tabel 31

Gemeten pH, EC en gehalte aan voedingselementen in monsters van spoelwater van het doorspoelen van het substraat na het stomen in de praktijk (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 watergift in de uitgevoerd recirculatieproef met amaryllis. De eerste 3 monsters zijn van januari 2014, de overige monsters van januari/februari 2015.

	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
2014																			
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
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
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
2015																			
4	6.3	2.3	<0.1	7.1	1.1	3.9	3.6	0.6	10.9	1.2	4.2	0.3	0.63	7.6	3.5	4.8	223	3.5	2.4
5	6.4	1.7	0.1	4.5	1.3	2.7	3	0.4	6.7	0.7	3.6	0.1	0.33	3.5	4.9	3.7	133	2.3	2.6
6	6.3	3.8	0.2	9.1	3.5	7	7.5	0.5	10.4	3.6	12	0.6	0.25	3.9	20.8	4.2	192	3.6	7.5
7	6.8	2.9	0.2	6.7	2.1	6	5.1	0.4	8.5	1.2	8.9	0.7	0.2	2.3	8.2	1.7	145	2.6	5
9	7	4.1	0.7	8.1	8.5	6.7	7.1	0.7	23.2	1.6	7.1	0.9	0.25	15.6	5.1	26.4	80	6.8	4.5
10	7	3.4	0.4	7.1	6.9	5.4	5.8	0.6	18	1.5	5.9	1.2	0.25	13.5	4.1	23.6	75	5.2	4
11	7.2	1.4	<0.1	2.4	2.4	2.3	2.5	0.4	6	0.8	2.6	1	0.25	5.6	2	9.2	42	2.4	1.7
12	7.7	0.36	<0.1	0.2	0.3	0.9	0.4	0.1	0.4	0.1	0.7	0.7	0.12	2.5	0.7	1.5	9	0.2	<0.1
gem	6.7	3.0	0.5	7.4	3.9	4.9	5.0	0.7	15.1	1.4	5.7	1.0	0.4	8.4	11.1	9.6	116	3.1	4.1
Advies- schema	2.0	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	

1=spoelwater afdeling 1 kap 6, bedrijf A (kleikorrels)

2= spoelwater na stomen, bedrijf B (perllet)

3= naspoelen/stomen, bedrijf D (perllet)

4=drainwater voor UV, bedrijf A (kleikorrels)

5=drainwater na UV, bedrijf A (kleikorrels)

6=spoelwater na 1e keer spoelen, bedrijf A (kleikorrels)

7=spoelwater na 2e keer spoelen, bedrijf A (kleikorrels)

8=Kap 10 spoelen Amaryllis, bedrijf C (perllet)

9=Kap 7 na 35 liter spoelen, bedrijf C (perllet)

10=Kap 7 na 70 liter spoelen, bedrijf C (perllet)

11=Kap 7 na afloop van het spoelen (= na100 liter spoelen), bedrijf C (perllet)

12=Perllet na afloop van spoelen 3e keer, bedrijf C (perllet)

Tabel 32

Gehalte aan voedingselementen in monsters van spoelwater van het doorspoelen van het substraat na het stomen in de praktijk teruggerekend naar gelijke EC van het voedingsrecept van 2,2 (EC in mS/cm, hoofdelementen in mmol/l en sporelementen in µmol/l). In de laatste regel van de tabel ter vergelijking het advies voor het voedingsrecept in de watergift in de kasproef. De eerste 3 monsters zijn van januari 2014, de overige monsters zijn van januari/februari 2015.

		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
Teruggerekend naar gelijke voedingsEC van 2,2																				
2014	K/Ca	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
1	2.4	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	140	3.3	3.1	
2	2.3	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	102	1.3	3.9	
3	1.7	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	
2015																				
4	1.8	2.2	<0.1	7.1	1.1	3.9	3.6	0.6	11.0	1.2	4.2	0.3	0.6	7.7	3.5	4.8	225	3.5	2.4	
5	1.7	2.2	0.1	6.2	1.8	3.7	4.1	0.6	9.2	1.0	5.0	0.1	0.5	4.8	6.7	5.1	183	3.2	3.6	
6	1.3	2.2	0.1	5.8	2.2	4.5	4.8	0.3	6.6	2.3	7.7	0.4	0.2	2.5	13.3	2.7	123	2.3	4.8	
7	1.1	2.2	0.2	5.4	1.7	4.8	4.1	0.3	6.8	1.0	7.2	0.6	0.2	1.9	6.6	1.4	117	2.1	4.0	
8	1.1	2.2	<0.1	4.3	5.5	4.0	4.5	0.6	13.0	1.4	4.3	0.8	0.3	11.2	1.3	18.2	73.2	2.5	3.5	
9	1.2	2.2	0.4	5.0	5.2	4.1	4.3	0.4	14.2	1.0	4.3	0.6	0.2	9.5	3.1	16.2	49.0	4.2	2.8	
10	1.3	2.2	0.3	5.2	5.1	4.0	4.3	0.4	13.3	1.1	4.4	0.9	0.2	10.0	3.0	17.4	55.4	3.8	3.0	
11	1.0	2.2	<0.1	4.3	4.3	4.1	4.4	0.7	10.6	1.4	4.6	1.8	0.4	9.9	3.5	16.3	74.5	4.3	3.0	
12	0.2	2.2	<0.1	1.3	1.9	5.8	2.6	0.6	2.6	0.6	4.5	4.5	0.8	16.2	4.5	9.7	58.2	1.3	<0.1	
gem	1.4	2.2	0.3	5.4	3.0	4.1	4.0	0.5	10.5	1.2	4.7	1.1	0.4	7.8	7.3	8.9	103	2.7	3.2	
Advies- schema	2.0	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		

- 1=spoelwater afdeling 1 kap 6, bedrijf A (kleikorrels)
2= spoelwater na stomen, bedrijf B (perljet)
3= naspoelen/stomen, bedrijf D (perljet)
4=drainwater voor UV, bedrijf A (kleikorrels)
5=drainwater na UV, bedrijf A (kleikorrels)
6=spoelwater na 1e keer spoelen, bedrijf A (kleikorrels)

- 7=spoelwater na 2e keer spoelen, bedrijf A (kleikorrels)
8=Kap 10 spoelen Amaryllis, bedrijf C (perljet)
9=Kap 7 na 35 liter spoelen, bedrijf C (perljet)
10=Kap 7 na 70 liter spoelen, bedrijf C (perljet)
11=Kap 7 na afloop van het spoelen (= na100 liter spoelen), bedrijf C (perljet)
12=Perljet na afloop van spoelen 3e keer, bedrijf C (perljet)

3.3.6 Lycorine

De 3 monsters van januari 2014 zijn ook onderzocht op aanwezigheid van lycorine. Een stof die voorkomt in bollen en wortels van amaryllis waarvan vermoed wordt dat deze groei remmende eigenschappen heeft (Woets *et al.* 2012). Bij één van de drie bedrijven is lycorine gemeten in het spoelwater. Het spoelwater bevatte daar 0,03 mg/l lycorine. Op de andere twee bedrijven was geen lycorine meetbaar (lager dan detectiegrens van 0,01 mg/l). Na afloop van het 3-jarig onderzoek naar hergebruik van drainwater in de teelt van amaryllis zijn substraatmonsters onderzocht op de aanwezigheid van lycorine (3.2.6). Bij de behandeling met hergebruik van drainwater ontsmet met UV werd een hoger gehalte lycorine gemeten in het substraat dan bij de controlebehandeling zonder hergebruik drainwater en de behandeling met hergebruik drainwater behandeld met geavanceerde oxidatie (tabel 6). Gebruik van geavanceerde oxidatie bij hergebruik van drainwater en spoelwater van amaryllis lijkt daarom meer te doen voor de afbraak van lycorine dan alleen UV. Tijdens de teelt zijn geen negatieve effecten van hergebruik drainwater op de groei en productie van het gewas gevonden bij beide behandelingen met hergebruik drainwater. Dus ook niet bij de behandeling met alleen UV. De gemeten lycorine behandelingen in het substraat in tabel 6 zijn blijkbaar niet nadelig voor de plantengroei.

3.3.7 Vermindering emissie via spoelwater

Gemiddeld was er in het spoelwater $15,1 + 0,5 = 15,6$ mmol/l stikstof per liter aanwezig. Als de laatste twee monsters, genomen aan het eind / na afloop van het spoelen, worden weggelaten komt het totale stikstofgehalte gemiddeld op 17,9 mmol/l. Bij een gemiddeld totaal N-gehalte van 15,6 tot 17,9 mmol/l zou de emissie via het spoelwater op 73 tot 84 kg N/ha/jaar uit komen (uitgaande van 100 l/m² spoelwater en 1/3 van bedrijf dat jaarlijks gewisseld wordt). Dit is lager dan de eerder berekende emissie van het spoelwater o.b.v. het gemiddelde totaal N-gehalte van 28,9 mmol/l van de eerste drie monsters van 2014. Toen was een emissie berekend van het spoelwater van ca. 135 kg N/ha/jaar. Dit was met name het gevolg van het erg hoge N-gehalte (59,7 mmol/l) van monster 3 bij het spoelen van perliet (en gebruik van oppervlaktewater in het verleden). De huidige emissienorm (2015/2017) voor amaryllis is max. 100 kg N/ha/jaar en vanaf 2018 geldt een maximum van 75 kg N/ha/jaar. Het zal dus steeds lastiger worden om met emissie van spoelwater onder de emissienorm te blijven. Daarom zijn mogelijke strategieën verkend voor vermindering van emissie door lozing van spoelwater bij een teeltwisseling van amaryllis:

1. Het voorkomen dat natrium en meststoffen ophopen in het substraat is eenvoudiger dan natrium en meststoffen uit het spoelwater halen.
 - a. Gebruik daarom tijdens de teelt zoveel mogelijk natriumarm uitgangswater zoals regenwater. Bij gebruik van leidingwater of slootwater kan dit vóór gebruik door osmose gehaald worden, maar dit is een dure methode. Een grotere regenwateropslag heeft daarom de voorkeur. Daarnaast kan gekozen worden voor natriumarme meststoffen. De bijdrage van natrium vanuit meststoffen is echter meestal klein in verhouding tot natrium uit het gietwater.
 - b. Zorg ook voor een goede pH-regeling om te voorkomen dat meststoffen door te hoge of te lage pH neerslaan in het substraat en bij het doorspoelen weer vrij komen.
 - c. Voorkom een onnodig hoge bemestingsgift door de meststoffengift goed af te stemmen op de behoefte van de plant. In het spoelwater werden bv. hoge gehalten aan magnesiumsulfaat, borium en molybdeen teruggevonden in vergelijking met het voedingsrecept. Lagere gehalten in de gift voorkomt dat onnodig hoge gehalten uitgespoeld moeten worden bij het spoelen na het stomen.

2. Afbouwen van voedingsgift in laatste fase van de teelt voor de teeltwisseling waardoor minder meststoffen in het substraat achterblijven en minder meststoffen in het spoelwater terecht komen. Bij de teelt van paprika in de Waterefficiënte Emissieloze kas is in de laatste weken van de teelt de gift van nitraat en fosfaat sterk verlaagd, zodat de resterende nitraat- en fosfaatmeststoffen in het substraat door de plant worden opgenomen en minder achter blijven in het substraat (Beerling, 2015). Dit kan door bij gelijkblijvende EC de anionen nitraat en fosfaat (grotendeels) te vervangen door het anion chloor. Met de gehalten aanwezig in het substraat kan berekend worden, hoe ver van te voren en met hoeveel de concentraties verlaagd kunnen worden. Fosfaat is vaak in zulke hoeveelheden aanwezig dat het tot 0 terug gebracht kan worden en nitraat bv. tot 10%. Bij de teelt van paprika in de Waterefficiënte Emissieloze kas is in de laatste week zelfs 0 EC mee gegeven (Beerling, 2016). Bij deze paprikateelt is de voedingsopname bewaakt met de opnameanalyse. Op basis van de opnameanalyse is het voedingsrecept aangepast zodat de juiste voedingssamenstelling werd aangeboden aan de plant. Uit de opnameanalyse blijkt dat alle elementen tot het einde van de teelt voldoende werden opgenomen. Voor beschikbaarheid van fosfaat voor de plant moet wel de pH wel voldoende laag zijn in het substraat. De substraatanalyses van januari 2016 van de amaryllisproef met recirculatie laten een hoge pH in het substraat zien. Het is dan van belang om het fosfaat beschikbaar te maken/houden door een lage pH mee te geven (bv. 4). In het paprika-onderzoek is ook voedingswater met een lagere pH gedoseerd om de pH in de mat te verlagen, zodat neergeslagen meststoffen nog door het gewas kunnen worden opgenomen. Bij amaryllis vindt de teeltwisseling na de bloemenoogst plaats. In deze fase wordt KNO_3 teruggenomen, wat zorgt voor stevigere en kleinere cellen in plaats van grote zwakkere cellen.
3. Cascadering spoelwaterstromen om de hoeveelheid spoelwater te verminderen. Spoelwater uit het eerste wisselvak wordt dan hergebruikt bij eerste spoeling van volgende wisselvakken en pas bij laatste spoelingen van elk vak wordt schoon water gebruiken. In tabel 33 is een voorbeeldsituatie uitgewerkt waarbij het spoelen in 3 fases is opgedeeld. Voor het doorspoelen van 3 teeltvakken is dan geen 100 l/m² nodig, maar circa 63 l/m² (=190/3) volgens de voorbeeldsituatie in tabel 33 waarbij 3 vakken via cascadering van spoelwaterstromen worden doorgespoeld. Als het spoelen in kleinere fases wordt opgedeeld zal nog meer water bespaard kunnen worden. Door cascadering van spoelwaterstromen hoeft minder restwater gezuiverd te worden op gewasbeschermingsmiddelen voordat het geloosd mag worden en worden onnodige kosten voorkomen.
4. Het meer concretiseren van het uiteindelijke doel wat bereikt wil worden, kan ook nog zorgen voor besparing van spoelwater. De vraag is of het altijd nodig is om met 100 l/m² door te spoelen. In monster 11 en 12 is een EC van 1,4 en 0,36 gemeten, terwijl een EC in de watergift van 2,2 gangbaar is. Als spoelen tot normaal gangbare EC van bv. 2,2 voldoende is, had eerder gestopt kunnen worden met spoelen en kan de hoeveelheid spoelwater verminderd worden. Vraag is ook of het doel alleen het uitspoelen van meststoffen is of dat er daarnaast ook nog andere doelstellingen zijn.
5. Vermindering van hoeveelheid spoelwater kan ook bereikt worden door een verbetering van de efficiëntie van het spoelen, door bv. aanzuren, verhitten, langzamer of frequenter te druppelen, broezen, bovendoor te regenen of door een stappenplan met verschillende behandelingen achter elkaar zoals toegepast wordt bij bv. het reinigen van druppelleidingen (De Bruijn, 2006). Daar wordt eerst doorgespoeld om grof vuil te verwijderen, vervolgens een behandeling gericht op verwijdering van organische vervuiling (algen en bacteriën) en daarna een behandeling voor verwijdering van minerale vervuiling (meststoffenneerslag) met zuur. Meer inzicht in het doel van het spoelen kan aanknopingspunten geven op welke manieren de efficiëntie verbeterd kan worden.
6. Verwijdering nutriënten uit lozingswater vóór het lozen. Hiervoor zijn meerdere technieken denkbaar.
 - a. Omgekeerde osmose (RO) en membraandestillatie (MD) zijn geschikt gebleken om water te zuiveren (Anonymous, 2012). Bij RO wordt ultrafiltratie als voorzuivering toegepast, terwijl bij MD alleen een grove voorfiltratie toegepast wordt. Bij beide technieken kan calciumcarbonaat gevormd worden (scaling), maar dit kan voorkomen worden door continue zuurdosering. Bij beide technieken resteert een geconcentreerde stroom die naast zouten, N en P ook gewasbeschermingsmiddelen bevat. Er zal dan ook een oplossing gevonden moeten worden voor deze geconcentreerde reststroom. Het schone water kan na RO opnieuw gebruikt worden. Bruine de Bruin heeft omgekeerde osmose systemen inclusie voorfiltratie voor autowasstraten en de tuinbouw.

- b. Een ander voorbeeld is de Nitrate Recovery Unit ontwikkeld door Horticoop en Optima Agrik (ZA) dat nitraat uit lozingswater verwijderd, waarbij het restproduct weer als meststof te gebruiken is (Stijger, 2015). In drainwater van een tomatenteelt met 15-25 mmol/l nitraat was na behandeling minder dan 0,1 mmol/l nitraat meetbaar. Door verwijdering van het nitraat zal de maximale stikstof waarde in de emissienorm minder snel overschreden worden bij lozing van spoelwater. Bijkomend voordeel van deze techniek is dat het restproduct weer als meststof hergebruikt kan worden waardoor minder meststoffen nodig zijn en meerkosten op termijn weer terug verdiend kunnen worden. Men denkt op zelfde manier in de toekomst ook fosfaat uit het lozingswater te kunnen halen en geschikt te maken voor hergebruik.
7. Grotere opvangsilo zodat het spoelwater opgeslagen en na ontsmetting in de teelt hergebruikt kan worden. Ontsmetting wordt wel aanbevolen vanwege eerder gevonden plantpathogene oomyceten en schimmels in drainwater van de recirculatieproef met amaryllis. Behandeling met geavanceerde oxidatie (combinatie van UV en waterstofperoxide) heeft als voordeel dat ook eventuele groeiremmende stoffen in het drainwater worden afgebroken. Naast het plaatsen van silo's kan ook gedacht worden aan andere oplossingen zoals zak in bassin of zak in silo systemen om water met voeding tijdelijk op te slaan (Genap of Albers Alligator). Dit brengt extra kosten met zich mee, maar kan kosten voor behandeling van spoelwater vóór het lozen besparen. De kosten van zuivering zijn vaak veel hoger dan het realiseren van extra opslagcapaciteit. Bij te hoge gehalten aan natrium kan het nodig zijn om het spoelwater eerst te behandelen om geschikt te maken voor hergebruik. Met osmose kan natrium uit het water verwijderd worden, maar blijft wel brijn achter waar een oplossing voor gezocht moet worden. Voor verwijdering van natrium is een minder fijn filter nodig als bij omgekeerde osmose, maar ook alle andere ionen groter of gelijke aan de ion grootte van natrium worden verwijderd. Daardoor gaan ook meststoffen verloren die in principe hergebruikt zouden kunnen worden. Natrium kan ook uit het recirculatiewater verwijderd worden met een vergelijkbare techniek als in de Nitrate Recovery Unit genoemd (zie punt 3). Verder kunnen in de toekomst nog andere technieken beschikbaar komen uit het postdocotraal onderzoek naar selectieve natriumverwijdering dat in 2013 is gestart. Dit wordt uitgevoerd door Wetsus (onderzoeksinstituut van de watersector).
8. Combinaties van bovenstaande strategieën. Toepassing van punt 1 en 2 zorgen voor minder natrium en meststoffen die achterblijven in het substraat, waardoor er minder natrium en meststoffen in het spoelwater komen. Toepassing van punt 3, 4 en 5 verminderen de hoeveelheid spoelwater. Combinatie van de punten 1 t/m 5 kunnen er dan voor zorgen dat de kosten voor 6 en/of 7 lager zijn.

Tabel 33

Voorbeeld van cascadering spoelwaterstromen bij spoelen van meerdere teeltvakken amaryllis. Cascadering vermindert de totale hoeveelheid spoelwater. In dit voorbeeld is het spoelen in 3 fases opgedeeld. Bij verdeling in meer fases kan de totale hoeveelheid spoelwater mogelijk nog verder verminderd worden.

	Vak 1	Vak 2	Vak 3	Vak 4	Lozing
Fase 1 (35 l)	35 l spoelen	35 l spoelen met eerste 35 l opgevangen spoelwater vak 1	35 l spoelen met eerste 35 l opgevangen spoelwater vak 2	35 l spoelen met eerste 35 l opgevangen spoelwater vak 3	35 l lozen
Fase 2 (35 l)	35 l spoelen	35 l spoelen met tweede 35 l opgevangen spoelwater vak 1	35 l spoelen met tweede 35 l opgevangen spoelwater vak 2	35 l spoelen met tweede 35 l opgevangen spoelwater vak 3	35 l lozen
Fase 3 (30 l)	30 l spoelen	30 l spoelen met derde 30 l opgevangen spoelwater vak 1	30 l spoelen met derde 30 l opgevangen spoelwater vak 2	30 l spoelen met derde 30 l opgevangen spoelwater vak 3	30 l lozen
		Indien nodig naspoelen	Doorspoelen met naspoelwater vak 1	Doorspoelen met naspoelwater vak 1 en 2	30 l lozen
			Indien nodig naspoelen	Doorspoelen met laatste naspoelwater vak 2	30 l lozen
				Indien nodig naspoelen	30 l lozen
totaal					190 l lozen

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.
- In het drainwater van amaryllis uit de kasproef is geen betrouwbare groeiremming vastgesteld:
 - In de fyto toxproeven is in de meeste gevallen in drainwater van amaryllis geen betrouwbare groeiremming vastgesteld ten opzichte van standaard komkommervoeding. Er was wel een tendens dat op drainwater behandeld met UV of drainwater behandeld met geavanceerde oxidatie de wortellengte vaak wat groter was dan op onbehandeld (vuil) drainwater.
 - In onderzocht drainwater van amaryllis is geen lycorine aangetoond boven de detectiegrens van 0,01 mg/l. Slechts in één praktijkmonster van spoelwater na het stomen is lycorine gevonden (0,03 mg/l). In substraatmonsters na 3 teeltjaren snij-amaryllis was de concentratie lycorine bij hergebruik drainwater na UV-ontsmetting hoger dan bij de controle zonder hergebruik en bij hergebruik drainwater na geavanceerde oxidatie. Dit zou er op kunnen wijzen dat geavanceerde oxidatie meer lycorine afbreekt dan alleen UV-ontsmetting en daarom heeft geavanceerde oxidatie de voorkeur boven alleen UV-ontsmetting. Het hogere lycorinegehalte in het substraat bij alleen UV-ontsmetting heeft echter geen invloed gehad op de groei en productie, aangezien er geen nadelige effecten op groei en productie opgetreden zijn gedurende 3 teeltjaren. Bij hergebruik drainwater na geavanceerde oxidatie en de controle zonder hergebruik was er weinig verschil in lycorine gehalte.
- Hergebruik van drainwater in de teelt van snij-amaryllis op substraat geeft een sterke verlaging van de emissie van stikstof:
 - Zonder hergebruik van drainwater is een totale emissie via lozing van drainwater tijdens de teelt berekend van ca. 750 tot 1050 kg N/ha/jaar.
 - Voor de uitgevoerde proef met drainwater opvang van 600 m² en hergebruik drainwater op 400 m² is in het 2^e en 3^e teeltjaar een emissie berekend van 117 tot 215 N/ha/jaar.
 - Uitgaande van een gelijke oppervlakte van opvang en hergebruik van drainwater zoals gebruikelijk in de praktijk, zou al het drainwater tijdens de teeltfase zijn hergebruikt. De emissie via drainwater tijdens de teelt zou dan 0 kg N/ha/jaar.
- Lozing van spoelwater van het spoelen van substraat na het rooien en stomen van amaryllisbollen eens in de 3 jaar geeft een emissie van circa 75 tot 135 kg N/ha/jaar. De huidige emissienorm (2015/2017) voor amaryllis is max. 100 kg N/ha/jaar en vanaf 2018 geldt een maximum van 75 kg N/ha/jaar. Het zal dus steeds lastiger worden om met emissie van spoelwater onder de emissienorm te blijven. Daarom zijn analyses gemaakt van spoelwater in de praktijk om meer inzicht te krijgen in de samenstelling van spoelwater en is een overzicht gemaakt van strategieën om emissie via lozing van spoelwater bij een teeltwisseling van amaryllis te verminderen.

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, 2^e en 3^e teeltjaar (2013, 2014, 2015) nog respectievelijk 37%, 15% en 21% drainwater geloosd. Hierdoor kan 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 minder ophoping of uitputting van voedingselementen opgetreden zijn 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 en 3^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 nodig zijn om de samenstelling van het verse aandeel in de gift meer bij te sturen om de gewenste concentraties van de voedingselementen te blijven geven.
- 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 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 het algemeen wordt bij recirculatie een aangepast schema gebruikt. Planten nemen gemakkelijker éénwaardige kationen op zoals NH₄⁺, K⁺ en ook Na⁺ dan tweewaardige kationen zoals Ca⁺⁺ en Mg⁺⁺. Om toch de gewenste opname van calcium en magnesium te krijgen, moet de concentratie calcium en magnesium op de wortels dus relatief hoger zijn. Daarom wordt bij vrije drainage een hoger calcium- en magnesiumgehalte mee gegeven dan bij recirculatie. Als wordt gerecirculeerd met een schema voor vrije drainage zal het calcium en magnesiumgehalte blijvend gaan oplopen en de kaliumopname bemoeilijken. Daarom wordt meestal een startschema gebruikt om de verhouding op de wortel goed te krijgen en wordt daarna een teeltschema met een lager calcium- en magnesiumgehalte gehanteerd.
- De stand van het gewas werd bij de behandelingen met hergebruik drainwater echter beter beoordeeld dan bij de controle zonder hergebruik van drainwater. In voorjaar en zomer trad bij de behandelingen met hergebruik drainwater wat minder bladverkleuring op dan bij de behandeling zonder hergebruik drainwater. Dit was met name bij de kleine bolmaten te zien. Bij de grote bolmaten was er minder tot geen verschil. Bij telers die in de praktijk gestart zijn met recirculeren, is de stand van het gewas in het algemeen ook beter (Jan Overkleef, pers. med.). De oorzaak van dit verschil is onbekend. Mogelijke oorzaken zouden kunnen zijn:
 - Betere beschikbaarheid van calcium. Omdat bij alle behandelingen hetzelfde voedingsschema is gebruikt, is bij de behandelingen met hergebruik drainwater een lagere K/Ca-verhouding in het substraat te verwachten dan bij de behandeling zonder hergebruik drainwater. Dit roept de vraag op of bij de teelt zonder hergebruik drainwater wellicht wat meer calcium (lagere K/Ca-verhouding) nodig is dan tot dusver gedacht. De lagere K/Ca-verhoudingen in de kleikorrelmonsters van januari 2016 laten bij hergebruik drainwater inderdaad een lagere K/Ca-verhouding zien, maar in de perlietmonsters van april 2014, augustus 2015 en januari 2016 kwam dit niet naar voren. 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 april 2014 en augustus 2015 laten bij alle drie behandelingen nagenoeg de gewenste K/Ca verhouding van 1,3 zien (tabel 12 en 13). In de monsters van januari 2016 werden echter ook hogere K/Ca-gehalten gemeten.

- Betere beschikbaarheid voedingsstoffen door hogere EC in het substraat bij hergebruik drainwater. In de perlietmonsters van april 2014 en augustus 2015 was de EC in het substraat bij de behandelingen met hergebruik drainwater hoger dan de controlebehandeling zonder hergebruik drainwater. In de kleikorrel- en perlietmonsters van januari 2016 na het rooien kwam dit echter niet meer duidelijk naar voren.
- Betere beschikbaarheid van sporenelementen doordat bij hergebruik drainwater de pH beter op het juiste niveau blijft. Bij niet recirculeren zijn er sneller problemen met pH (Jan Overkleeft, pers. med.).

5 Literatuur

Anonymous, 2012.

Eindrapportage Innovatieprogramma Kaderrichtlijn Water. https://www.glastuinbouwwaterproof.nl/content/3Onderzoek/Glastuinbouw_Waterproof_Substraat_eindrapport.pdf.

Beerling, E., Blok, C., Kromwijk, A., Os, E. van, Raaphorst, M., Ruijven, J. van, Vermeulen, T., Voogt, W., 2015. Strategieën ter voorkoming emissie van GBM en meststoffen uit de glastuinbouw. Leaflet Wageningen UR Glastuinbouw.

Beerling, E., 2015.

De Waterefficiënte Emissieloze Kas. Update 16-10-2015, nummer 4. (https://www.glastuinbouwwaterproof.nl/content/3Onderzoek/Bestanden_Emissieloze_kas/Nieuwsbrief_Emissieloze_Kas_oktober_2015.pdf).

Beerling, E., 2016.

De Waterefficiënte Emissieloze Kas. Update 18-01-2016, nummer 5. https://www.glastuinbouwwaterproof.nl/content/user_upload/Nieuwsbrief_emissieloze_kas_januari_2016.pdf.

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.

Blok, C., Kromwijk, A., 2014.

5. Zink Recirculatie potorchidee. Leaflet Wageningen UR Glastuinbouw. https://www.glastuinbouwwaterproof.nl/content/3Onderzoek/Recirculatie_potorchidee/5_Flyer_Zink.pdf

Bruijn, K. de, 2006.

Een schoon druppelsysteem geeft een hogere opbrengst. Teeltwisseling het moment. Onder Glas nr. 10, oktober 2006, pag. 68-69.

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., Grootcholten, M., Baar, P.H. van, 2013.

Opbrengstverhoging snij-amaryllis (*Hippeastrum*). Teelt voor kerstbloei in 3-jarig gewas van 2010 t/m 2012.

Kromwijk, A. van Baar, P.H., Nijs, L., Overkleeft, J., Bok, C., Eveleens, B., Grootcholten, M., (2015).

Recirculatie snij-amaryllis (*Hippeastrum*) in tweede teeltjaar. Behoud plantgezondheid en voorkomen groeiremming bij hergebruik drainwater. GTB- 1362. Rapport Wageningen UR Glastuinbouw.

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.

Os, E. van en Kromwijk A., 2014.

Recirculatie potorchidee 4. Ontsmetten van het (drain)water. Leaflet Wageningen UR Glastuinbouw op website Glastuinbouw Waterproof. http://www.glastuinbouwwaterproof.nl/fileadmin/user_upload/waterproof/Projecten/doc/Potorchidee/2014_02_11_Flyer_recirculatie_potorchidee_4_ontsmetten.pdf

Ruijven, J. van, Beerling, E., Os, E. van, Staij, M. van der, 2014.

Evaluatie zuiveringstechniek voor verwijdering gewasbeschermingsmiddelen II. Robuustheid bij hogere concentraties middelen en nieuwe technieken en behandelmethode. Rapport GTB-1334 Wageningen UR Glastuinbouw.

Stijger, H., 2015.

Nutriënten uit lozingswater verwijderen en als meststof hergebruiken. Website Glastuinbouw Waterproof: <https://www.glastuinbouwwaterproof.nl/nieuws/nutriënten-uit-lozingswater-verwijderen-en-als-meststof-hergebruiken/>.

Woets, F. en van Marrewijk I., 2012.

Amaryllis, gaat recirculatie samen met een gezond gewas? Rapport PT Project 14660 Groen Agro Control.

Bijlage I Communicatie

Tijdens de uitvoering van het onderzoek naar hergebruik drainwater bij de teelt van snij-amaryllis zijn samen met LTO Glaskracht diverse communicatie-activiteiten georganiseerd en uitgevoerd. Hieronder een overzicht van publicaties, presentaties en andere communicatie-activiteiten in de drie achtereenvolgende teeltjaren. Daarnaast zijn op verzoek meerdere amaryllis excursiegroepen rondgeleid.

Communicatie-activiteiten in 1^e teeltjaar (2013)

- Publicaties in LTO-gewasnieuwsbrieven:
 - Kromwijk, A. (2013).
Nieuwe emissienormen maken recirculatie amaryllis nodig. Snijbloemen.actueel. editie Bol- en knolgewassen / uitgave van de landelijke Cie Snijbloemen van LTO Groeiservice 16 (4). - p. 1 - 2.
 - Kromwijk, A. (2013).
Onderzoek naar gevolgen recirculatie amaryllis. Snijbloemen.actueel. editie Bol- en knolgewassen / uitgave van de landelijke Cie Snijbloemen van LTO Groeiservice 16 (3). - p. 4 - 4.
- Publicaties in vakbladen:
 - Anoniem (2013).
Onderzoek recirculatie amaryllis van start. Onderzoekspagina Onder Glas maart 2013, pag. 47.
 - Neefjes, H.(2013).
Recirculatie drainwater lijkt mogelijk bij amaryllis. Vakblad voor de Bloemisterij nr. 18, pag. 36-37.
 - Velden, P. van (2013).
Op zoek naar groeiremmende factoren bij amaryllis. Nieuwe proef met recirculatie van start. Onder Glas september 2013, pag. 53.
- Twee landelijke amaryllisdagen met presentaties/toelichting stand van zaken van het recirculatie-onderzoek:
 - Grootsholten, M. (2013).
Recirculatie amaryllis. Presentatie landelijke dag amaryllis 's Gravenzande, 12 juni 2013.
 - Kromwijk, A. (2013).
Recirculatie amaryllis -Handout en mondelinge toelichting op landelijke dag amaryllis. Boechout, Belg. : landelijke dag amaryllis, 30 oktober 2013.
- Organisatie van open middag bij de recirculatieproef met poster, handouts van poster en mondelinge toelichting stand van zaken:
 - Kromwijk, A. ; Baar, P.H. van; Overkleeft, J. ; Woets, F. ; Verberkt, H. (2013).
Recirculatie amaryllis: behoud plantgezondheid en voorkomen groeiremming. Bleiswijk : Green Q Improvement Centre, Open middag met poster en handout bij proef Recirculatie amaryllis, 2 oktober 2013.
- Kennisdag water:
 - Kromwijk, A. ; Baar, P.H. van; Overkleeft, J. ; Woets, F. ; Verberkt, H. (2013).
Recirculatie amaryllis: behoud plantgezondheid en voorkomen groeiremming. Wageningen UR Glastuinbouw, Poster en mondelinge toelichting bij poster op Kennisdag Water, 8 oktober 2013.
- Digitale artikelen op website van Glastuinbouw Waterproof en LTO-Groeiservice:
 - Verberkt, H. ; Kromwijk, A. (2013).
Onderzoek recirculatie drainwater Amaryllis. Website Glastuinbouw Waterproof en website LTO-Groeiservice, 25 juli 2013.
 - Anoniem (2013).
Behoud plantgezondheid en voorkomen groeiremming amaryllis. Website Glastuinbouw Waterproof.
 - Kromwijk, A. (2013).
Recirculatie amaryllis -Handout en mondelinge toelichting op landelijke dag amaryllis. Website Glastuinbouw Waterproof.

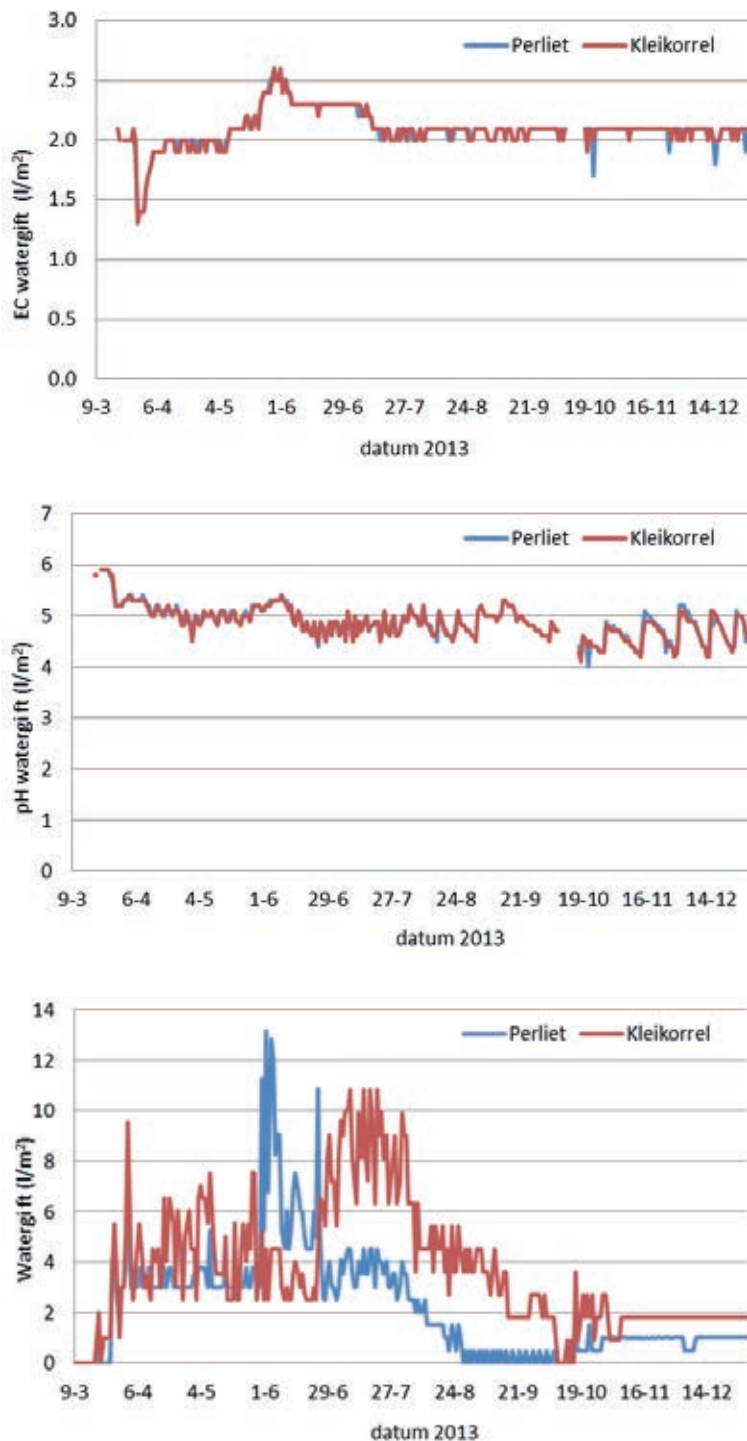
Communicatie-activiteiten in 2^e teeltjaar (2014)

- 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.
- 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.
- 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:
 - Kromwijk, A. (2014).
Geen verschil in productie 1^e teeltjaar na hergebruik drainwater bij amaryllis. Website Glastuinbouw Waterproof, 1 mei 2014.
 - Kromwijk, A. ; Baar, P.H. van; Overkleeft, J. ; Woets, F. ; Verberkt, H. (2014).
Recirculatie amaryllis: Productie 1^e teeltjaar. Website Glastuinbouw Waterproof.
 - Verberkt, H. (2014).
Doorgang recirculatieonderzoek Amaryllis met financiering van telers. Website LTO Glaskracht, 14 maart 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.
 - Klein, M. ; Kromwijk, J.A.M. ; Woets, F. ; Overkleeft, J. (2014).
Recirculatie snij-amaryllis (*Hippeastrum*) in 1^e teeltjaar : behoud plantgezondheid en voorkomen groeiremming bij hergebruik drainwater. Rapport Wageningen UR. Website Glastuinbouw Waterproof.

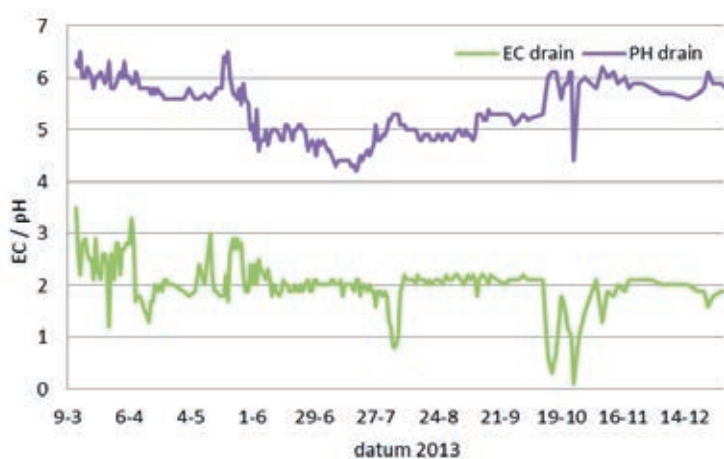
Communicatie-activiteiten van 3^e teeltjaar (2015)

- Publicaties in vakbladen:
 - 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.
 - Anonymous.
Recirculatie deert productie amaryllis nog niet. Vakblad voor de Bloemisterij 15 (2015) pag/ 32-33.
 - Velden, P. van, (2015).
Ziekteproblemen verhinderen succesvolle bloementeel. Derde seizoen recirculatie amaryllis. Onder Glas december 2015, pag. 47.
- Presentaties:
 - Kromwijk, A., (2015).
Stand van zaken onderzoek amaryllis. Presentatie en open middag tijdens kenniscafé amaryllis, 13 mei 2015.
- Poster en mondelinge toelichting bij poster op Water Event, 4 juni 2015:
 - Kromwijk, A. ; van Baar, P.H.; Overkleeft, J.; Barendse, J.; Nijs, L., (2015).
Recirculatie amaryllis (*Hippeastrum*). Poster Water Event 4 juni 2015 Wageningen UR Glastuinbouw.
- Artikelen op website van Glastuinbouw Waterproof en website van LTO-Glaskracht:
 - Barendse, J., (2015).
Geslaagd kenniscafé amaryllis. Website LTO Glaskracht 22 mei 2015.
 - Kromwijk, A., (2015).
Ook in tweede teeltjaar geen nadelige effecten hergebruik drainwater bij amaryllis. Website Glastuinbouw waterproof. 21 mei 2015. <https://www.glastuinbouwwaterproof.nl/nieuws/ook-in-tweede-teeltjaar-geen-nadelige-effecten-hergebruik-drainwater-bij-amaryllis/>
 - Kromwijk, A. van Baar, P.H., Overkleeft, J., Barendse J., Nijs, L. (2015).
Recirculatie amaryllis: Resultaten 2^e teeltjaar. Leaflet op website Glastuinbouw Waterproof. https://www.glastuinbouwwaterproof.nl/content/3Onderzoek/Recirculatie_amaryllis_-_Resultaten_2e_teeltjaar.pdf
- Rapport:
 - Kromwijk, A. van Baar, P.H., Nijs, L., Overkleeft, J., Bok, C., Eveleens, B., Grootcholten, M., (2015).
Recirculatie snij-amaryllis (*Hippeastrum*) in tweede teeltjaar. Behoud plantgezondheid en voorkomen groeiremming bij hergebruik drainwater. GTB- 1362. Rapport Wageningen UR Glastuinbouw.

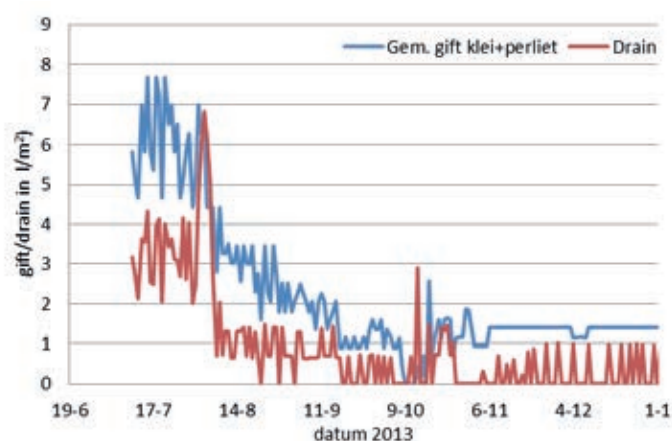
Bijlage II EC, pH en hoeveelheid van watergift en drain in 1^e en 2^e teeltjaar



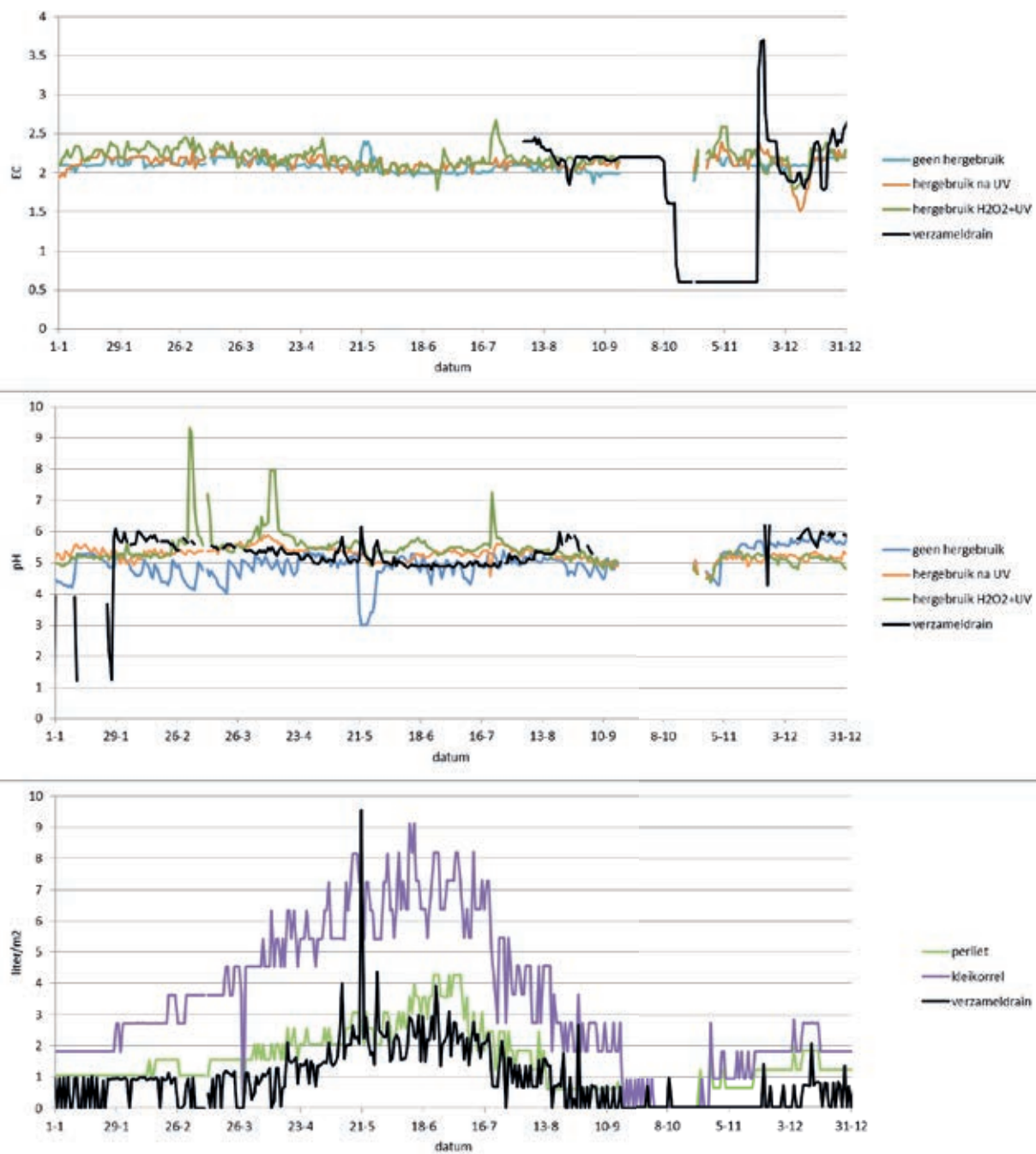
Figuur 6 Gerealiseerde EC (boven) en pH (midden) en hoeveelheid van de watergift bij de controlebehandeling op perliet en kleikorrels in het 1^e teeltjaar. Bij de behandelingen met hergebruik drainwater zijn geen gegevens van de EC en pH geregistreerd in het 1^e teeltjaar.



Figuur 7 Geregisteerde EC en pH in de totale verzamel drain in het 1^e teeltjaar. Dit is een gemengde drain van de beide recirculatiebehandelingen en de controlebehandeling. Vanaf medio mei 2013 is dit drainwater hergebruikt in de twee recirculatie behandelingen.



Figuur 8 Gerealiseerde gift (gemiddelde van controlebehandeling op kleikorrels en perliet) en geregisteerde drain in l/m^2 per etmaal (gemiddeld van alle behandelingen en substraten) in het 1^e teeltjaar.

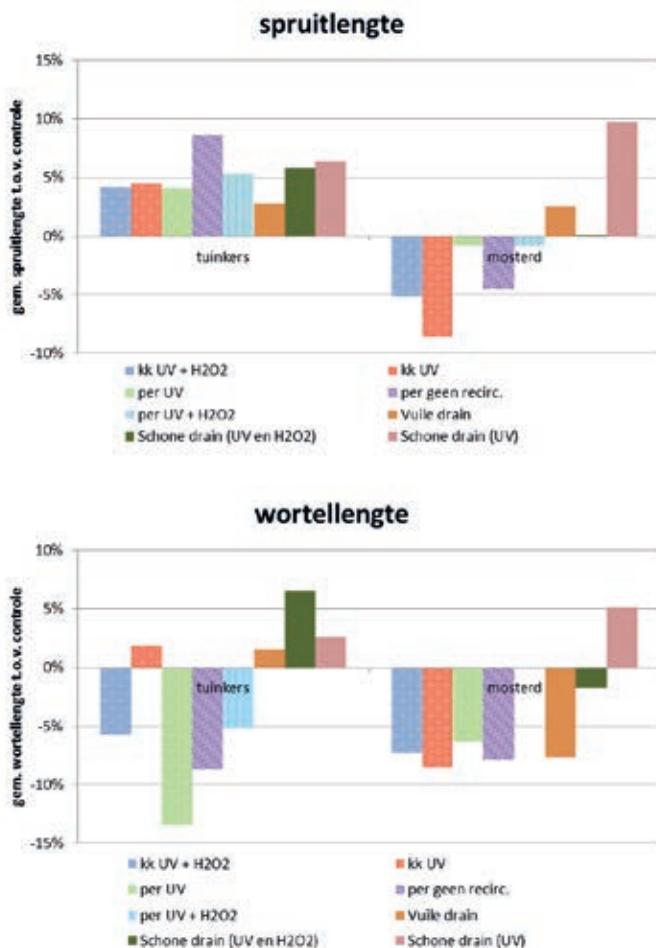


Figuur 9 Gerealiseerde EC (boven), pH (midden) in de gift van de drie behandelingen en in de verzameldrain en de hoeveelheid (onder) gift op perliet en kleikorrels en hoeveelheid gezamenlijke drain in het 2^e teeltjaar (2014).

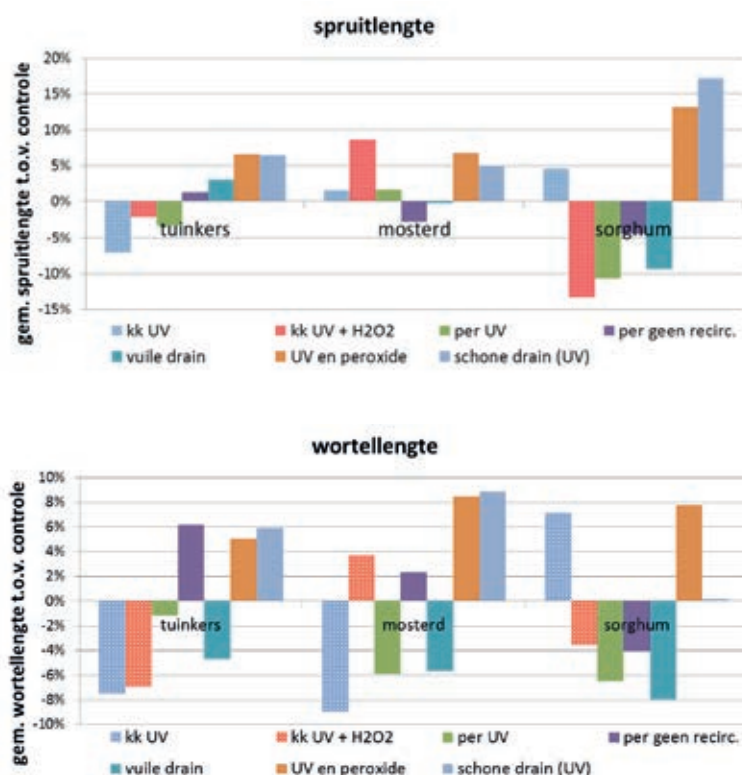
Bijlage III Resultaten fytotoxproeven in 1^e en 2^e teeltjaar



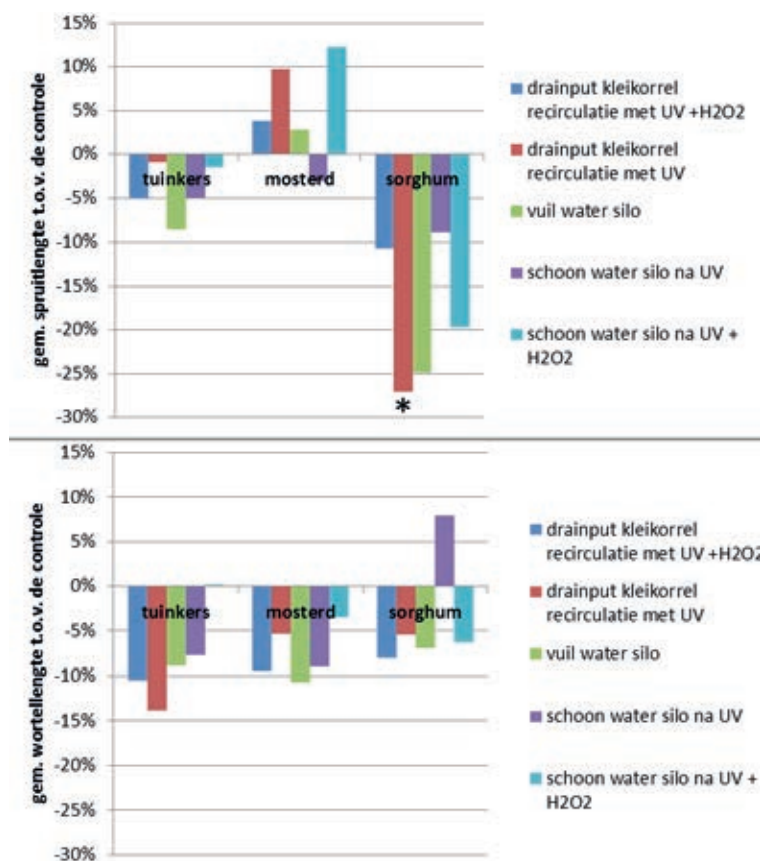
Figuur 10 Gemeten groeiremming t.o.v. standaard verse komkommervoeding van bodemvocht uit substraatmonsters van kleikorrels (kk) en perliet (pr) vóór (vóór) en na (ná) het stomen en 1,5 maand na het planten (april 2013) op spruitlengte en wortellengte van tuinkers en mosterd (linker- en rechterhelft van de figuren). In de oranje kaders de monsters ná het stomen. Vóór het stomen zijn van 2010 t/m 2012 twee cultivars op deze substraten geteeld: Mont Blanc (MB) en Red Lion (RL). Om geschikte monsters te maken voor de fytotox test is 800 ml water toegevoegd aan 200 gram perliet en 800ml water toegevoegd aan 250 gram kleikorrels en dit is één week in de koelcel bewaard. Alle oplossingen zijn getest op EC en pH en aangepast tot een gelijke EC van 2.8 en een pH van 5.2 voor alle behandelingen. De monsters met significante groeiremming zijn aangegeven met *. De monsters ná het stomen (in oranje kaders) laten doorgaans minder groeiremming zien dan de monsters vóór het stomen (eerste 4 balken in figuur 9). De verschillen tussen cultivars en substraten waren niet significant (data niet getoond).



Figuur 11 Effect van drainmonsters juni 2013 op spruitlengte (boven) en wortellengte (onder) van tuinkers (linkerdeel) en mosterd (rechterdeel van beide grafieken) ten opzichte van de controle met standaard komkommervoeding. Drainmonsters zijn genomen uit de drainputjes achteraan op de proefbedden met kleikorrels (kk) en perliet (per) geteeld zonder recirculatie (geen recirc.), met hergebruik drainwater behandeld met UV (UV) en met hergebruik drainwater behandeld met geavanceerde oxidatie (UV en H₂O₂). Er zijn ook monsters onderzocht uit de voorraadsilo met vuile drain (vuile drain), schone drain ontsmet met UV (schone drain UV) en schone drain behandeld met geavanceerde oxidatie (schone drain UV en H₂O₂). De behandeling zonder recirculatie op kleikorrels ontbreekt omdat er geen drainwater beschikbaar was in de drainputjes. Alle oplossingen zijn getest op EC en pH en aangepast tot een gelijke EC van 2.8 en een pH van 5.2 voor alle behandelingen in de fyto tox test. In de drainmonsters is geen betrouwbare groeiremming geconstateerd. Bij de spruitlengte van mosterd en de wortellengte van zowel tuinkers als mosterd is wel een trend zichtbaar dat de monsters uit de silo's met ontsmet drainwater (=schone drain in figuur 10) doorgaans wat meer lengte/minder groeiremming laten zien dan de monsters direct uit de proefbedden of uit de vuil drainwater silo (=onbehandeld drainwater).



Figuur 12 Effect van de drainwatermonsters november 2013 op de spruitlengte (boven) en wortellengte (onder) van tuinkers, mosterd en sorghum ten opzichte van een standaard komkommervoeding (= controle). Drainmonsters zijn genomen uit de drainputjes achteraan op de proefbedden met kleikorrels (kk) en perliet (per) geteeld zonder recirculatie (geen recirc.), met hergebruik drainwater behandeld met UV (UV) en met hergebruik drainwater behandeld met geavanceerde oxidatie (UV + H₂O₂). Er zijn ook monsters onderzocht uit de voorraadsilo met vuile drain (vuile drain), schone drain ontsmet met UV (schone drain UV) en schone drain behandeld met geavanceerde oxidatie (UV en peroxide). Bij enkele behandelingen was geen drainwater beschikbaar in de drainputjes en zijn daarom niet onderzocht. Alle oplossingen zijn getest op EC en pH en aangepast tot een gelijke EC van 2.8 en een pH van 5.2 voor alle behandelingen. In de fytotoxtest is geen betrouwbare groeiremming geconstateerd. Er was doorgaans wel wat meer groei op drainwater behandeld met UV of behandeld met geavanceerde oxidatie (= "UV en peroxide" en "schone drain (UV)" dan op onbehandeld drainwater uit de proefbedden of uit de vuil water voorraadsilo. Vooral in sorghum, een monocotyl net als amaryllis, was dit duidelijk te zien.



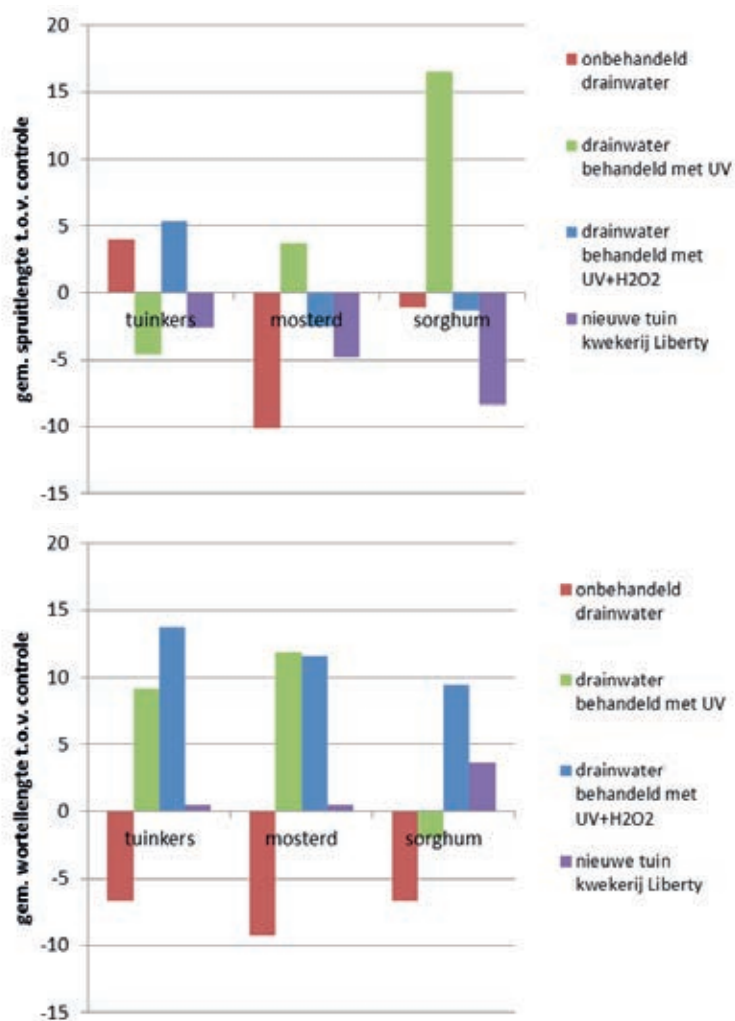
Figuur 13 Effect van amaryllis drainmonsters 13 mei 2014 op spruitlengte (boven) en wortellengte (onder) van tuinkers, mosterd en sorghum ten opzichte van de standaard komkommervoeding (= controle). Alle oplossingen zijn aangepast tot een gelijke EC en pH voor alle behandelingen in de fyto tox test. 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 31). In de drainmonsters is nagenoeg geen betrouwbare groeiremming geconstateerd. Alleen de spruitlengte van sorghum op drainwater uit het drainputje van recirculatie met UV was betrouwbaar korter (*) dan de standaard komkommervoeding, maar bij tuinkers en mosterd was dit niet te zien. De verschillen in wortellengtes waren klein en niet betrouwbaar verschillend. 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 34

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-ontsmetting (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_2PO_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		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. 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.



Figuur 14 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). Er zijn monsters genomen uit de voorraadbakken 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 fytoxische proef 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. Er is geen betrouwbare groeiremming waargenomen in de amaryllismonsters ten opzichte van de controlebehandeling met standaard komkommervoeding. Vergelijking van amaryllismonsters onderling laat in een aantal gevallen wel betrouwbare verschillen zien, m.n. bij de wortellengte. Bij zowel tuinkers, mosterd als sorghum 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 recirculatieproef.

Bijlage IV Gewasanalyses Red Lion per behandelingscombinatie

Tabel 35

Resultaten van gewasanalyses van de bladeren bij het bladsnijden na de koeling in 1^e teeltjaar (9 oktober 2013) van de cultivars Mont Blanc en Red Lion 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).

Cultivar+behandeling	ds	K	Na	Ca	Mg	Ntot	Ptot	Fe	Mn	Zn	B	Mo	Cu
	%	mmol/kg ds											
	µmol/kg ds												
Mont Blanc													
kleikorrel controle	7.7	1398	< 10	256	102	1706	196	1.5	1.2	0.23	3.7	13.4	55.0
kleikorrel UV	7.8	1241	< 10	218	84	1686	165	1.6	0.93	0.27	3.4	10.3	41.5
kleikorrel UV+ H ₂ O ₂	7.3	1397	< 10	213	106	1589	175	1.2	0.72	0.21	3.8	16.2	44.8
perliet UV	7.4	1463	< 10	275	84	1608	211	1.5	1.4	0.34	5.0	< 10	44.1
perliet UV+ H ₂ O ₂	8.0	1609	< 10	282	80	1928	209	1.4	1.1	0.25	4.9	11.0	41.4
Red Lion													
kleikorrel UV	6.8	1217	14.4	264	174	1704	181	1.0	0.41	0.21	3.5	17.4	37.0
kleikorrel UV+ H ₂ O ₂	7.1	1014	14.7	239	159	1553	160	0.9	0.28	0.19	3.9	32.4	30.1
perliet controle	8.0	1118	16.1	246	156	1444	270	1.1	0.29	0.18	4.5	< 10	30.4
perliet UV	6.7	1209	26.8	219	105	1603	159	0.8	0.42	0.20	4.0	12.7	34.3
perliet UV+ H ₂ O ₂	7.1	1100	16.4	265	145	1513	230	0.9	0.38	0.18	4.2	< 10	28.0

Tabel 36

Resultaten van gewasanalyses van Red Lion blad in 2^e teeltjaar, één 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
Red Lion	mmol/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

Tabel 37

Resultaten van gewasanalyses van Red Lion blad in 3^e teeltjaar, twee weken voor het einde van de koeling (29 september 2015) 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
Red Lion	mmol/kg ds											
kleikorrel controle	869	< 10	279	130	1435	156	1.4	0.27	0.24	2.8	29.3	45.2
kleikorrel UV	903	12.3	229	98	1334	164	0.9	0.33	0.25	3.5	37.2	31.4
kleikorrel UV+ H ₂ O ₂	912	< 10	180	79	1326	133	0.9	0.22	0.24	2.8	22.8	33.9
perliet controle	1013	14	262	153	1499	195	1.1	0.26	0.34	2.0	43.6	43.1
perliet UV	957	< 10	282	113	1433	237	1.2	0.37	0.25	3.3	31.6	24.8
perliet UV+ H ₂ O ₂	754	< 10	228	83	1350	120	1.2	0.31	0.27	3.3	21.7	26.2

Tabel 38

Resultaten van gewasanalyses van snij-amaryllis 'Mont Blanc' bloemen, blad en bollen (7 januari 2016) na de laatste bloei van 3 teeltjaren op kleikorrels (kk) en perliet (p) zonder hergebruik van drainwater (controle), met hergebruik van drainwater na UV-ontsmetting (UV) en met hergebruik van drainwater na geavanceerde oxidatie (UV+H₂O₂).

Mont Blanc	substraat+ behandeling	K	Na	Ca	Mg	N-tot	P-tot	Fe	Mn	Zn	B	Mo	Cu
		mmol/kg ds											µmol/kg ds
bloemen	kk controle	1202	< 10	58.7	116	1592	220	1.0	0.40	0.37	3.1	75.6	69.9
	kk UV	1156	< 10	45.6	105	1937	201	0.9	0.31	0.36	3.2	61.0	77.7
	kk UV+ H ₂ O ₂	1191	< 10	44.0	116	1541	210	0.8	0.37	0.42	3.2	63.3	69.1
	p controle	1236	< 10	51.6	121	1578	219	0.9	0.34	0.40	3.6	73.1	93.8
	p UV	1229	< 10	49.9	111	1577	210	0.8	0.36	0.44	3.4	73.1	88.2
blad	p UV+ H ₂ O ₂	1255	< 10	62.5	112	1587	216	1.0	0.31	0.41	3.9	60.5	84.2
	kk controle	1214	< 10	60.4	96	1663	185	2.2	0.31	0.40	2.8	47.9	82.3
	kk UV	1293	< 10	51.3	98	1306	178	1.4	0.31	0.35	3.4	63.1	90.9
	kk UV+ H ₂ O ₂	1295	< 10	57.8	96	1350	178	1.2	0.33	0.39	3.1	48.5	88.1
	p controle	1357	< 10	67.9	133	1529	218	1.2	0.42	0.43	4.1	63.1	92.5
bollen	p UV	1344	< 10	94.5	161	1556	213	2.1	0.51	0.52	4.6	70.1	93.8
	p UV+ H ₂ O ₂	1354	< 10	82.6	139	1411	201	1.4	0.44	0.47	4.7	66.9	104.0
	kk controle	489	< 10	174	96	950	146	0.7	0.27	0.31	2.4	67.1	63.6
	kk UV	544	< 10	194	94	993	139	2.0	0.25	0.29	3.0	53.8	81.3
	kk UV+ H ₂ O ₂	592	< 10	171	92	970	166	0.9	0.22	0.29	2.7	53.6	85.4
	p controle	501	< 10	206	111	911	158	1.1	0.30	0.36	2.7	45.1	68.8
	p UV	460	< 10	196	92	865	145	0.5	0.22	0.32	2.6	57.9	84.1
	p UV+ H ₂ O ₂	415	< 10	150	73	1138	122	1.1	0.21	0.30	2.0	47.2	73.1

Bijlage V Uitval na bladsnijden in 1^e teeltjaar

Na het bladsnijden in het 1^e teeltjaar bleken sommige bollen los te staan. Deze bollen bleken rotte plekken in de bolbodem te hebben. Twee weken na het bladsnijden in het 1^e teeltjaar zijn alle los staande bollen verwijderd, ingeboet en geteld. Er was geen betrouwbaar verschil in uitval tussen de behandelingen met en zonder hergebruik van drainwater (tabel 39). Er was wel sprake van een interactie tussen substraat en cultivar. De uitval was met name bij Red Lion op kleikorrels (tabel 40). Bij Mont Blanc op kleikorrels was er weinig uitval en op perliet was er bij beide cultivars geen uitval. Er was een duidelijke invloed van de bolmaat van het plantmateriaal. De uitval was het grootst in de kleinste bolmaat Red Lion en in mindere mate bij de middelmaat Red Lion uit de vorige proef en middelmaat bijgekochte Red Lion uit de praktijk (tabel 41).

Tabel 39

Percentage uitval na het bladsnijden in het 1^e teeltjaar met en zonder hergebruik drainwater (gemiddeld van de cultivars Red Lion en Mont Blanc op kleikorrels en perliet).

Behandeling	% uitval
Controle zonder hergebruik drainwater	0.4 a*
Hergebruik drainwater na UV-ontsmetting	0.5 a
Hergebruik drainwater na geavanceerde oxidatie (=waterstofperoxide én UV-ontsmetting).	0.6 a

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

Tabel 40

Percentage uitval na het bladsnijden in het 1^e teeltjaar bij de cultivar Red Lion en Mont Blanc geteeld op kleikorrels en perliet.

	Mont Blanc	Red Lion
Kleikorrels	0.2 a*	1.9 b
Perliet	0.0 a	0.0 a

* 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 tussen de twee substraten.

Tabel 41

Percentage uitval na het bladsnijden in het 1^e teeltjaar per herkomst en bolmaat van de bollen.

Herkomst	bolmaat	Red Lion	Mont Blanc
Vorigeproef	groot	2	1
	middel	11	1
	klein	31	1
Praktijk	middel	9	
Praktijk	groot	1	

Bijlage VI Overzicht voedingsanalyses watergift en drainwater

Tabel 42

Analyse van watergift in dagvoorraadsilo's van de controlebehandeling zonder hergebruik drainwater (controle), hergebruik drainwater na UV-ontsmetting (UV) en hergebruik drainwater na geavanceerde oxidatie (UV+ H₂O₂), december 2013 (1^e teeltjaar). EC in mS/cm, hoofdelementen in mmol/l en spoorelementen in µmol/l.

	pH	EC	NH ₄ ⁺	K ⁺	Na ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	NO ₃ ⁻	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻	HCO ₃ ⁻	P	Fe	Mn	Zn	B	Cu	Mo	K/Ca
controle	5.4	2.3	0.10	7.0	0.1	3.6	2.6	12.9	0.3	1.9	<0.1	2.0	37.1	10.3	6.8	28	0.7	0.20	1.9
UV	5.2	2.4	0.10	7.5	0.1	3.8	2.7	14.3	0.4	2.1	<0.1	2.0	39.6	7.5	5.5	34	0.7	0.40	2.0
UV+H ₂ O ₂	4.6	2.4	0.30	7.3	0.1	3.9	2.6	14.4	0.5	2.2	<0.1	1.9	38.2	7.4	5.8	34	0.7	0.40	1.9

Tabel 43

Analyse van watergift in dagvoorraadsilo's van de controlebehandeling zonder hergebruik drainwater (controle), hergebruik drainwater na UV-ontsmetting (UV) en hergebruik drainwater na geavanceerde oxidatie (UV+ H₂O₂) en analyse van de gezamenlijke onbehandelde drain (vuile drain) op 16 april 2014 (2^e teeltjaar). EC in mS/cm, hoofdelementen in mmol/l en spoorelementen 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	5.5	2.3	0.1	7.5	0.2	4.1	2.9	<0.1	14.8	0.3	2.1	0.4	2.1	37.9	16.9	13.1	68.5	1.1	1.2	1.9
UV	5.6	2.4	0.2	7.1	0.3	4.4	3.1	0.1	15.8	0.4	2.2	<0.1	1.9	44.7	16.6	13.7	80.3	1.2	1.5	1.6
UV+H ₂ O ₂	5.6	2.5	0.2	7.4	0.3	4.5	3.2	0.1	15.7	0.3	2.3	<0.1	2.0	45.5	16.2	13.0	77.3	1.2	1.4	1.7
Vuile drain	6.0	2.7	<0.1	7.6	0.4	5.6	4.3	0.5	18.0	0.2	3.0	0.4	2.0	26.2	0.9	8.4	90.8	1.2	1.1	1.4
analyses omgerekend naar gelijke voedingsEC van 2,2 en advieschema watergift																				
controle	2.2	0.1	7.2	0.2	3.9	2.8	<0.1	14.3	0.3	2.0	0.4	2.0	36.4	16.2	12.6	66.4	1.0	1.2	1.9	
UV	2.2	0.2	6.5	0.2	4.0	2.8	0.1	14.6	0.4	2.0	<0.1	1.7	41.3	15.4	12.6	74.2	1.1	1.4	1.6	
UV+H ₂ O ₂	2.2	0.2	6.7	0.2	4.0	2.9	0.1	14.2	0.3	2.1	<0.1	1.8	41.1	14.6	11.8	69.8	1.1	1.3	1.7	
Vuile drain	2.2	<0.1	6.3	0.3	4.6	3.5	0.4	14.9	0.1	2.5	0.3	1.7	21.8	0.7	7.0	75.7	1.0	0.9	1.4	
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	

Tabel 44

Overzicht van de resultaten van de drainwateranalyses in het 1^e teeltjaar in 2013 (EC in mS/cm, hoofdelementen in mmol/l, spoorelementen in µmol/l).

datum	Monster	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
02-04-2013	Drain	6.7	1.4	< 0.1	3.7	0.6	2.4	2.0	0.2	7.1	0.4	2.3	0.3	0.50	8.2	0.7	3.2	35	0.7	0.40
23-04-2013	Drain	5.8	2.3	< 0.1	6.0	0.4	4.0	2.6	0.2	13.8	0.5	2.6	< 0.1	1.3	13.6	1.5	4.6	43	0.7	0.10
01-05-2013	Drain	5.9	2.2	< 0.1	6.4	0.5	4.5	3.0	0.3	12.6	0.5	2.3	< 0.1	1.6	15.5	1.1	5.3	51	0.8	0.30
14-05-2013	Drain	6.0	2.3	< 0.1	5.9	0.4	4.4	2.9	0.3	13.4	0.6	2.5	0.1	1.6	15.8	0.8	4.6	50	0.9	0.30
28-05-2013	Drain	6.0	2.1	< 0.1	5.8	0.3	4.6	3.0	0.3	13.0	0.7	2.3	0.1	1.7	16.9	< 0.1	3.9	52	0.8	0.20
04-06-2013	Drain	5.7	2.3	< 0.1	6.7	0.3	4.9	3.2	0.3	14.3	0.4	2.2	< 0.1	2.0	18.4	2.2	5.6	56	0.9	0.20
11-06-2013	Drain	5.4	2.3	< 0.1	6.5	0.2	4.7	3.1	0.2	14.4	0.9	2.2	< 0.1	2.0	20.3	6.1	6.7	59	1.0	0.20
13-06-2013	Kleik. UV + Per.	4.9	2.6	0.10	7.0	0.2	5.1	3.4	0.3	16.2	0.2	2.7	< 0.1	2.2	37.5	15.6	9.7	71	1.3	0.50
13-06-2013	Perlite UV	5.5	3.1	< 0.1	8.3	0.4	6.7	4.3	0.7	20.5	0.1	3.3	< 0.1	2.9	32.1	11.2	4.9	80	0.6	0.10
13-06-2013	Kleik. UV	5.0	2.5	0.10	7.0	0.2	4.8	3.4	0.3	15.7	0.1	2.5	< 0.1	2.1	41.2	13.8	8.9	72	1.3	0.40
13-06-2013	Perlite Onb.	5.4	2.8	< 0.1	8.0	0.3	6.0	3.8	0.6	18.3	0.1	2.8	< 0.1	2.8	40.2	21.1	8.2	68	0.9	0.10
13-06-2013	Kleik. Onb.	5.1	1.4	< 0.1	3.7	0.2	2.7	1.9	0.2	8.6	0.2	1.5	< 0.1	1.2	18.5	8.0	4.9	38	0.7	0.10
25-06-2013	Drain	5.7	2.2	< 0.1	5.5	0.2	4.3	3.1	0.3	12.6	0.3	2.0	< 0.1	2.0	25.4	2.2	7.1	70	1.1	0.30
09-07-2013	Drain	5.0	2.3	0.10	6.3	0.2	4.3	3.0	0.2	14.3	0.3	1.9	< 0.1	2.0	25.9	11.0	9.8	71	1.4	0.30
23-07-2013	Drain	4.9	2.2	< 0.1	6.0	0.4	4.5	3.1	0.2	13.8	0.2	2.2	< 0.1	2.0	28.3	13.4	10.9	74	1.4	0.20
27-08-2013	Drain	5.9	2.3	< 0.1	7.0	0.2	4.3	3.0	0.2	14.7	0.3	2.1	0.1	2.0	27.8	1.6	9.4	67	1.4	0.60
11-09-2013	Drain	5.7	2.5	0.10	7.8	0.2	4.4	3.1	0.1	15.1	0.4	2.4	< 0.1	2.1	28.8	2.6	10.6	72	1.6	0.60
04-12-2013	Drain	6.4	2.2	< 0.1	6.6	0.1	3.7	2.7	0.4	12.6	0.3	2.1	0.4	1.5	16.4	< 0.1	2.4	54	0.7	0.80
11-02-2014	Drain	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	0.60

Kleik. = kleikorrels, Onb. = onbehandeld (geen recirculatie), UV = hergebruik drainwater na UV-ontsmetting, UV + Per. = hergebruik drainwater na geavanceerde oxidatie (UV met waterstofperoxide).

Tabel 45

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 2^e teeltjaar (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 duiden op het vrijkomen uit een bron op het bedrijf, gehalten tussen de 10-15 zijn verdacht.

Tabel 46

Resultaten van analyses van onbehandeld (vuil) drainwater in het 2^e teeltjaar (2014) teruggerekend naar EC van het voedingsrecept, gemiddelde waarden over 2^e teeltjaar 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	0.3	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	0.3	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
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

Tabel 47

Resultaten van analyses van watergift van controlebehandeling zonder hergebruik drainwater (gift contr), watergift bij hergebruik drainwater na UV ontsmetting (gift UV), watergift hergebruik drainwater na geavanceerde oxidatie(gift UV+) en van onbehandelde gezamenlijke drain van alle behandelingen (drain) in het 3^e teeltjaar (2015). EC in mS/cm, hoofdelementen in mmol/l, spoorlementen in µmol/l. In laatste regel van de tabel het advieschema voor de gift.

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	
6-1-15	Gift contr	5.6	2.5	<0.1	8.4	0.3	4.6	2.8	<0.1	14.4	0.7	2.4	<0.1	2.1	37.7	14.7	11.5	52	1.1	0.7	1.8
6-1-15	Gift UV	5.4	2.5	0.1	7.4	0.4	4.6	3.1	0.1	15.9	0.6	2.4	<0.1	1.9	44.3	14.4	12.8	70	1.3	0.9	1.6
6-1-15	Gift UV +	5.5	2.5	0.1	8.1	0.4	4.6	3.0	0.1	15.2	0.4	2.4	<0.1	2.0	40.9	12.9	11.5	58	1.2	0.8	1.8
6-1-15	Drain	6.0	3.0	<0.1	7.6	0.6	5.9	4.7	0.6	19.2	0.2	3.2	0.2	1.8	24.3	<0.1	5.4	80	1.0	0.8	1.3
31-03-15	Gift contr	5.6	2.3	<0.1	7.4	0.2	4.1	3.0	<0.1	15.5	0.6	1.2	<0.1	2.1	35.7	15.9	13.0	58	1.5	0.9	1.8
31-03-15	Gift UV	5.3	2.4	0.2	6.9	0.2	4.0	3.1	0.2	16.7	0.5	1.6	<0.1	1.7	34.2	14.1	11.8	69	1.3	1.0	1.7
31-03-15	Gift UV +	5.4	2.4	0.2	7.0	0.3	4.3	3.0	0.2	16.0	0.5	2.1	<0.1	1.7	38.6	13.2	11.2	61	1.3	0.9	1.6
31-03-15	Drain	6.2	2.6	<0.1	7.2	0.5	4.8	3.8	0.7	15.4	0.4	2.9	0.4	1.5	17.7	<0.1	3.7	70	0.8	1.4	1.5
06-05-15	Gift contr	5.9	2.2	<0.1	7.4	0.2	4.0	2.8	<0.1	14.2	0.1	2.1	0.4	2.0	37.9	14.8	11.8	118	1.1	0.9	1.9
06-05-15	Gift UV	5.8	2.5	0.3	7.7	0.2	4.7	3.0	0.1	16.3	0.5	2.4	<0.1	2.0	41.5	15.1	13.0	101	1.4	1.1	1.6
06-05-15	Gift UV+	5.6	2.5	0.3	7.6	0.2	4.6	3.2	0.1	15.5	0.2	2.3	<0.1	2.1	49.6	14.8	12.5	103	1.3	1.1	1.7
06-05-15	Drain	6.2	2.5	<0.1	8.6	0.3	6.4	4.7	0.4	19.6	0.1	3.5	0.4	2.5	26.5	0.2	7.8	104	1.5	1.2	1.3
02-06-15	Gift contr	5.2	2.4	<0.1	7.8	0.2	4.0	3.0	<0.1	15.5	0.1	2.4	<0.1	2.1	38.8	21.4	13.3	60	1.1	0.6	2.0
02-06-15	Gift UV	5.8	2.4	0.2	7.0	0.2	4.7	3.2	0.1	15.8	0.4	2.3	<0.1	2.0	53.0	23.9	15.1	78	1.5	0.9	1.5
02-06-15	Gift UV+	5.7	2.6	0.2	7.5	0.2	4.9	3.5	0.1	16.7	0.4	2.4	<0.1	2.1	50.2	23.9	13.9	75	1.4	0.9	1.5
02-06-15	Drain	6.1	2.6	<0.1	7.1	0.3	5.6	4.2	0.4	17.5	0.1	3.1	0.4	2.1	27.9	0.3	7.5	95	1.0	0.8	1.3
03-07-15	Gift contr	5.0	2.3	<0.1	7.2	0.2	3.8	2.9	<0.1	14.2	0.1	2.0	<0.1	2.1	38.2	17.2	13.1	63	0.3	1.4	1.9
03-07-15	Gift UV	5.7	2.4	0.2	6.7	0.2	4.2	3.0	0.1	14.6	0.3	2.1	<0.1	1.9	47.8	15.9	12.4	84	0.3	1.8	1.6
03-07-15	Gift UV +	5.5	2.4	0.2	6.9	0.2	4.2	3.1	0.1	14.8	0.1	2.2	<0.1	2.0	50.9	16.1	12.7	86	0.4	1.8	1.6
03-07-15	Drain	6.0	2.7	<0.1	7.4	0.4	5.5	4.2	0.4	17.8	0.1	2.7	0.4	2.2	31.3	1.2	11.0	99	1.1	0.6	1.3

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
04-08-15	Gift contr	5.7	2.2	0.1	6.9	0.2	3.8	3.0	< 0.1	15.1	0.3	2.4	< 0.1	1.9	38.9	17.4	15.8	60	1.2	2.8	1.8
04-08-15	Gift UV	5.6	2.3	0.1	6.8	0.3	4.1	3.1	0.1	15.4	0.3	2.4	< 0.1	1.8	47.1	16.4	16.8	80	1.4	3.1	1.7
04-08-15	Gift UV +	5.7	2.4	0.2	7.3	0.3	4.2	3.2	0.1	15.9	0.3	2.5	< 0.1	1.9	43.0	16.4	16.4	81	1.4	3.1	1.7
04-08-15	Drain	5.7	2.7	< 0.1	7.5	0.3	5.3	4.0	0.4	18.2	0.1	2.8	< 0.1	2.1	29.7	1.9	14.8	97	1.5	1.5	1.4
07-01-16	Drain	6.1	2.5	< 0.1	7.1	0.4	5	4	0.5	16.9	0.1	3.3	0.5	1.7	20.9	0.2	7.2	85	1.9	1.6	1.4
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

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

Tabel 48

Resultaten van analyses van watergift van controlebehandeling zonder hergebruik drainwater (gift contr), watergift bij hergebruik drainwater na UV ontsmetting (gift UV), watergift hergebruik drainwater na geavanceerde oxidatie(gift UV+) en van onbehandelde gezamenlijke drain van alle behandelingen (drain) in het 3^e teeltjaar (2015) teruggerekend naar EC van het voedingsrecept (2,2EC in mS/cm, hoofdelementen in mmol/l, sporelementen in µmol/l. In laatste regel van de tabel het advieschema voor de gift.

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
6-1-15 Gift contr	2.2	<0.1	7.5	0.3	4.1	2.5	<0.1	12.9	0.6	2.2	<0.1	1.9	33.9	13.2	10.3	47	1.0	0.6	1.8
6-1-15 Gift UV	2.2	0.1	6.6	0.4	4.1	2.8	0.1	14.3	0.5	2.2	<0.1	1.7	39.8	12.9	11.5	63	1.2	0.8	1.6
6-1-15 Gift UV +	2.2	0.1	7.2	0.4	4.1	2.7	0.1	13.6	0.4	2.1	<0.1	1.8	36.6	11.5	10.3	52	1.1	0.7	1.8
6-1-15 Drain	2.2	<0.1	5.6	0.4	4.4	3.5	0.4	14.3	0.1	2.4	0.1	1.3	18.1	<0.1	4.0	59	0.7	0.6	1.3
31-03-15 Gift contr	2.2	<0.1	7.2	0.2	4.0	2.9	<0.1	15.1	0.6	1.2	<0.1	2.0	34.8	15.5	12.7	56	1.5	0.9	1.8
31-03-15 Gift UV	2.2	0.2	6.4	0.2	3.7	2.9	0.2	15.5	0.5	1.5	<0.1	1.6	31.8	13.1	11.0	64	1.2	0.9	1.7
31-03-15 Gift UV +	2.2	0.2	6.5	0.3	4.0	2.8	0.2	14.9	0.5	2.0	<0.1	1.6	36.0	12.3	10.4	57	1.2	0.8	1.6
31-03-15 Drain	2.2	<0.1	6.2	0.4	4.1	3.3	0.6	13.3	0.3	2.5	0.3	1.3	15.2	<0.1	3.2	60	0.7	1.2	1.5
06-05-15 Gift contr	2.2	<0.1	7.5	0.2	4.0	2.8	<0.1	14.3	0.1	2.1	0.4	2.0	38.2	14.9	11.9	119	1.1	0.9	1.9
06-05-15 Gift UV	2.2	0.3	6.9	0.2	4.2	2.7	0.1	14.5	0.4	2.1	<0.1	1.8	37.0	13.5	11.6	90	1.2	1.0	1.6
06-05-15 Gift UV+	2.2	0.3	6.7	0.2	4.1	2.8	0.1	13.8	0.2	2.0	<0.1	1.9	44.0	13.1	11.1	91	1.2	1.0	1.7
06-05-15 Drain	2.2	<0.1	7.6	0.3	5.7	4.2	0.4	17.4	0.1	3.1	0.4	2.2	23.5	0.2	6.9	92	1.3	1.1	1.3
02-06-15 Gift contr	2.2	<0.1	7.2	0.2	3.7	2.8	<0.1	14.3	0.1	2.2	<0.1	1.9	35.8	19.7	12.3	55	1.0	0.6	2.0
02-06-15 Gift UV	2.2	0.2	6.5	0.2	4.4	3.0	0.1	14.7	0.4	2.1	<0.1	1.9	49.2	22.2	14.0	72	1.4	0.8	1.5
02-06-15 Gift UV+	2.2	0.2	6.4	0.2	4.2	3.0	0.1	14.3	0.3	2.1	<0.1	1.8	43.0	20.5	11.9	64	1.2	0.8	1.5
02-06-15 Drain	2.2	<0.1	6.1	0.3	4.8	3.6	0.3	14.9	0.1	2.6	0.3	1.8	23.8	0.3	6.4	81	0.9	0.7	1.3
03-07-15 Gift contr	2.2	<0.1	6.9	0.2	3.7	2.8	<0.1	13.7	0.1	1.9	<0.1	2.0	36.8	16.6	12.6	61	0.3	1.3	1.9
03-07-15 Gift UV	2.2	0.2	6.2	0.2	3.9	2.8	0.1	13.5	0.3	1.9	<0.1	1.8	44.3	14.7	11.5	78	0.3	1.7	1.6
03-07-15 Gift UV +	2.2	0.2	6.4	0.2	3.9	2.9	0.1	13.7	0.1	2.0	<0.1	1.8	47.0	14.9	11.7	79	0.4	1.7	1.6
03-07-15 Drain	2.2	<0.1	6.1	0.3	4.5	3.5	0.3	14.6	0.1	2.2	0.3	1.8	25.7	1.0	9.0	81	0.9	0.5	1.3

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
04-08-15 Gift contr	2.2	0.1	7.0	0.2	3.8	3.0	<0.1	15.3	0.3	2.4	<0.1	1.9	39.3	17.6	16.0	61	1.2	2.8	1.8
04-08-15 Gift UV	2.2	0.1	6.6	0.3	4.0	3.0	0.1	14.9	0.3	2.3	<0.1	1.7	45.6	15.9	16.3	78	1.4	3.0	1.7
04-08-15 Gift UV +	2.2	0.2	6.8	0.3	3.9	3.0	0.1	14.8	0.3	2.3	<0.1	1.8	39.9	15.2	15.2	75	1.3	2.9	1.7
04-08-15 Drain	2.2	<0.1	6.2	0.2	4.4	3.3	0.3	14.9	0.1	2.3	<0.1	1.7	24.4	1.6	12.1	80	1.2	1.2	1.4
07-01-16 Drain	2.2	<0.1	6.3	0.4	4.4	3.6	<0.1	15.0	0.1	2.9	<0.1	1.5	18.6	0.2	6.4	76	1.7	1.4	1.4
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

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

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-1398

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.