Vermindering emissie van meststoffen met controlled released fertilizers (CRF) bij potorchidee *(Phalaenopsis)*

Arca Kromwijk, Bram van Haaster en Johan Steenhuizen

Rapport WPR-703

WAGENINGEN
UNIVERSITY & RESEARCH

LTO Glaskracht Nederland

Ministerie van Economische Zaken

Referaat
De Glastuinbouw streeft naar een duurzame bedrijfsvoering met zo min mogelijk milieubelasting. In een kasproef met Phalaenopsis is onderzocht in hoeverre het gebruik van controlled released fertilizers (CRF) de emissie van meststoffen vanuit de teelt van potorchideeën kan verminderen. Twee behandelingen met CRF zijn vergeleken met een controle behandeling zonder CRF met 1,1 EC voeding in de watergift met hergebruik van drainwater. In de eerste behandeling met CRF waarbij een deel van de voeding is toegediend als CRF, 0.7 EC voeding met watergift is meegegeven en het drainwater is hergebruikt was de EC circa 30% en het totaal N-gehalte in de drainsilo circa 40% lager dan bij de controlebehandeling. Bij de tweede behandeling met alle voeding in vorm van CRF bij de start van de teelt en daarna water zonder voeding zonder recirculatie, was de EC circa 60% en het totaal N-gehalte circa 75% lager dan bij de controlebehandeling zonder CRF. Dit onderzoek is gefinancierd door Gewascoöperatie potorchidee, ICL Specialty Fertilizers, Topsector Tuinbouw & Uitgangsmaterialen, Productschap Tuinbouw en Stichting Programmafonds Glastuinbouw en uitgevoerd door Wageningen University & Research, Business Unit Glastuinbouw in samenwerking met LTO Glaskracht Nederland

Abstract
In the Netherlands, the government and horticultural industry have agreed to lower the emission of nutrients to the environment. Previous research in pot orchid cultivation research showed that the reuse of drain water can lower the emission of nutrients significantly and had no adverse effects on plant growth or disease incidence. For further reduction of the emission of nutrients research into the effects of controlled released fertilizers (CRF) and reusing drain water (recirculation) in Phalaenopsis was conducted at Wageningen University & Research, Business Unit Greenhouse Horticulture in Bleiswijk. Two treatments with CRF were compared with a treatment without CRF with reusing drain water. The EC in the drain water of the treatments with CRF was 30% to 60% lower and the total amount of N in the drain water was 40 to 75% lower than in the treatment without CRF. This research is funded by the Phalaenopsis growers in the Netherlands, ICL Specialty Fertilizers, Top Sector Horticulture & Propagation Materials and Foundation Program Fund Greenhouse Horticulture.

Rapportgegevens
Rapport WPR-703
Projectnummer: 3242182800
PT nummer: 15117
DOI nummer: https://doi.org/10.18174/425039

Disclaimer
© 2017 Wageningen Plant Research (instituut binnen de rechtspersoon Stichting Wageningen Research), 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.wur.nl/plant-research. Wageningen Plant Research.

Wageningen University & Research, BU 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 University & Research, BU 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 Proefopzet 11
2.2 Monitoring watergift en drainwater 14
2.3 Gewaswaarnemingen 14
2.4 Houdbaarheid 14

3 Resultaten **15**

3.1 Samenstelling drainwater 15
3.1.1 EC en N-totaal 15
3.1.2 pH 17
3.1.3 Natrium en zink 18
3.1.4 Gerealiseerd hergebruik drainwater 19
3.1.5 Emissie 19
3.2 Gewasgroei vegetatieve fase 21
3.2.1 Bladkleur 21
3.2.2 Bladafsplitsing en bladoppervlakte 22
3.2.3 Destructieve metingen na 26 weken opkweek 25
3.3 Gewasgroei generatieve fase 26
3.4 Gewasanalyses 29
3.5 Houdbaarheid 31

4 Conclusies **33**

Literatuur **35**

Bijlage 1 Overige voedingselementen in watergift en drainwater **37**

Bijlage 2 Destructieve eindmetingen per kwaliteitsklasse **41**

Bijlage 3 Gewasanalyses per cultivar **43**

Voorwoord

De Glastuinbouw streeft naar een duurzame bedrijfsvoering met zo min mogelijk milieubelasting. Daarom is op verzoek van de gewascoöperatie potorchidee onderzoek uitgevoerd naar mogelijkheden om met behulp van gecontroleerd vrijkomende meststoffen (controlled released fertilizers, CRF), de emissie van meststoffen in de teelt van potorchideeën verder te verminderen. Dit onderzoek is uitgevoerd door Wageningen University & Research, Businessunit Glastuinbouw in samenwerking met LTO Glaskracht Nederland. In dit voorwoord willen we graag alle financiers bedanken die hebben bijgedragen aan de uitvoering van dit onderzoek: Gewascoöperatie potorchidee, ICL Specialty Fertilizers, Topsector Tuinbouw & Uitgangsmaterialen (programma Glastuinbouw Waterproof), Productschap Tuinbouw en Stichting Programmafonds Glastuinbouw. Hartelijk dank ook voor de waardevolle adviezen van de telers en adviseurs in de bijeenkomsten van de begeleidingscommissie onderzoek (BCO) en tijdens de wekelijkse proefbezoeken: Henri Butterman (Piko Plant), Leo Leerdam (Leerdam Orchideeën), Erwin van Vliet (Levoplant), Roy van Heesch en Robin van Weerdenburg (Aphrodite Orchidee), Raymond v.d. Knaap (Opti-flor), Ruud Moor (Sion), Riny Westdijk (ICL), Dorus Rijkers (ICL), netwerk coördinator Astrid van der Helm en programmamanager water Margreet Schoenmakers van LTO Glaskracht Nederland. Tot slot ook veel dank aan alle collega's van Wageningen University & Research, Businessunit Glastuinbouw die hebben meegewerkt aan de uitvoering van dit onderzoek.

Samenvatting

De Glastuinbouw streeft naar een duurzame bedrijfsvoering met zo min mogelijk milieubelasting. Om de emissie van meststoffen te verminderen zijn voor de substraatteelten emissienormen afgesproken. De emissienormen worden de komende jaren stapsgewijs verminderd met als doel te streven naar een nagenoeg nul lozing in 2027. In vergelijking met andere gewassen is er bij de teelt van potorchidee nog relatief weinig ervaring met hergebruik van drainwater omdat deze teelt tot voor kort vrijgesteld was van een recirculatieverplichting vanwege de zoutgevoeligheid van orchideeën. Onderzoek heeft laten zien dat hergebruik van drainwater de emissie flink vermindert zonder nadelige gevolgen voor de plantengroei. In de praktijk zijn inmiddels ook al flinke stappen gemaakt om de emissie te verminderen. Veel telers zijn gestart met aanleg van voorzieningen om drainwater op te vangen en gestart met hergebruik van drainwater. Ondernemers willen verder. Daarom is op verzoek van de gewascoöperatie potorchidee onderzoek uitgevoerd om na te gaan in hoeverre de emissie verder verminderd kan worden met behulp van gecontroleerd vrijkomende meststoffen (controlled released fertilizers). Dit onderzoek is gefinancierd door Gewascoöperatie potorchidee, ICL Specialty Fertilizers, Topsector Tuinbouw & Uitgangsmaterialen, Productschap Tuinbouw en Stichting Programmafonds Glastuinbouw.

In een proef met Phalaenopsis zijn twee behandelingen met CRF (controlled released fertilizers) vergeleken met een controle behandeling zonder CRF met een normaal gangbare voeding in de watergift van 1,1 EC met recirculatie. In de eerste behandeling met CRF is een deel van de voeding toegediend als CRF, en 0,7 EC aan voeding meegegeven met de watergift (0.7 EC) met recirculatie. Bij de tweede behandeling met CRF is voor de volledige voedingsbehoefte CRF toegediend bij de start van de teelt en daarna geen voeding meer mee gegeven met de watergift bovendoor. Bij de behandelingen met recirculatie is gestart met hergebruik van al het drainwater en zijn later periodes met volledig hergebruik tijdelijk afgewisseld met periodes met een wat lager percentage hergebruik van drainwater om gehaltes aan voedingselementen in de watergift wat bij te sturen. Gemiddeld over de hele teelt is circa 90% van het drainwater hergebruikt en 10% geloosd.

Voor alle drie behandelingen is de emissie berekend voor situatie zonder en met recirculatie met traditionele watergift en substraat zoals toegepast in dit onderzoek. Zonder recirculatie is de emissienorm van 1-1-2018 (maximaal 150 kg N/ha/jaar) voor potorchidee niet haalbaar. Met recirculatie en lozing van maximaal 10% van het drainwater en bemestingsniveau zoals toegepast in dit onderzoek, is de emissienorm van 2018 wel haalbaar. Bij de controlebehandeling zonder CRF bleef de emissie ook binnen de norm van 2018.

Bij de CRF-behandelingen was het gehalte aan meststoffen in het drainwater aanzienlijk lager dan bij de controlebehandeling. Bij de combinatiebehandeling van 3 gram CRF per pot, 0.7 EC in de watergift met recirculatie was de emissie van stikstof in het lozingswater circa 40% lager dan bij de controlebehandeling zonder CRF met recirculatie, terwijl er geen verschil was in de kwaliteit van de veilingrijpe planten. In de praktijk wordt bij recirculatie vaak gewerkt met een vaste bijmeng EC. Omdat het absolute verschil tussen de EC in gift en de EC in drainsilo gelijk was aan de controle zonder CRF, is een relatief hogere bijmeng EC nodig om de hoeveelheid lozingswater (aantal m^3) gelijk te houden.

Bij de behandeling met volledige voedingsbehoefte toegediend als CRF bij de start van de teelt, water zonder voeding zonder recirculatie was het totaal N-gehalte in het drainwater circa 75% lager dan bij de controlebehandeling zonder CRF. Zonder recirculatie was de emissienorm van 1-1-2018 (maximaal 150 kg N/ha/jaar) echter niet haalbaar. Daarom wordt geadviseerd de CRF-bemesting te combineren met recirculatie of andere maatregelen om de hoeveelheid drain te verminderen. Bij deze behandeling was het percentage meertakkers circa 10% lager dan bij de andere twee behandelingen. Dit was het gevolg van een groeiachterstand die in de eerste 12 weken van de teelt is ontstaan door een te lage voedingsafgifte van de CRF korrels als gevolg van een te droog microklimaat rondom de korrels. Dit is ontstaan door een combinatie van droge omstandigheden (droge teeltstrategie vanwege een hoge potwormdruk, lange tijdsduur tussen de watergiften en droge kaslucht) en onvoldoende in het substraat zakken van de CRF korrels. In praktijkproeven bij juist klimaat en juiste toediening is dit niet opgetreden. Verschil met de praktijk was dat de planten vóór het toedienen van de korrels al eenmaal waren aangegoten en de potten tijdens de teelt in de proefkas niet meer bewegen. Daardoor zijn de korrels bovenop de pot blijven liggen waar het microklimaat te droog was.

Na aanpassingen in de klimaatinstellingen, frequentere watergift en het handmatig inschudden van de korrels in de potten eind week 12, verliep de afgifte van de CRF-korrels wel volgens verwachting. Daardoor herstelde de bladkleur bij de nieuw gevormde bladeren en was het groeipercentage na week 12 gelijk aan de controle. Door de opgelopen achterstand in het begin, was de uiteindelijke plantgrootte en aantal bloemtakken per plant wel wat minder dan bij de controlebehandeling zonder CRF. Voor een optimale werking van de korrels is het daarom van belang ervoor te zorgen dat de CRF korrels voldoende in het substraat zakken of de korrels vóór het oppotten door het substraat te mengen, afhankelijk van de substraatsamenstelling en de grootte van de fractie.

1 Inleiding

De Glastuinbouw streeft naar een duurzame bedrijfsvoering met zo min mogelijk milieubelasting. Om de emissie van meststoffen te verminderen zijn voor de substraatteelten emissienormen afgesproken. De emissienormen worden de komende jaren stapsgewijs verminderd met als doel te streven naar een nagenoeg nul lozing in 2027. De emissienorm is een norm voor de lozing van kg N/ha/jaar en kan als volgt berekend worden:
kg N/ha/jaar = ((Totaal N in mmol/l in de spui) x (m^3/ha/jaar spui)) x 14/1000

Voor potorchidee geldt van 2015 t/m 2017 een norm van maximaal 200 kg N/ha/jaar en vanaf 2018 gaat de norm naar maximaal 150 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/).

In vergelijking met andere gewassen is er bij de teelt van potorchidee nog relatief weinig ervaring met hergebruik van drainwater omdat deze teelt tot voor kort vrijgesteld was van recirculatieverplichting vanwege de zoutgevoeligheid van orchideeën. De emissie van stikstof bleek echter relatief hoog en lag op bedrijven zonder recirculatie ver boven de norm. Daarom is in 2013 in nauwe samenwerking met LTO Glaskracht Nederland en de telers van potorchideeën onderzoek opgestart. In de eerste fase van onderzoek zijn leaflets opgesteld met informatie over knelpunten voortgekomen uit het praktijknetwerk recirculatie potorchidee en gepubliceerd op de website Glastuinbouw Waterproof (http://www.glastuinbouwwaterproof.nl/projecten/recirculatie-potorchidee/). Daarna is in 2014/2015 bij WUR Glastuinbouw in Bleiswijk een kasproef uitgevoerd waaruit bleek dat de emissie met hergebruik van drainwater flink verlaagd kan worden zonder nadelige gevolgen voor de plantengroei (Kromwijk *et al.* 2015).

Inmiddels zijn ook in de praktijk al flinke stappen gemaakt om de emissie in de praktijk te verminderen. Veel telers zijn gestart met aanleg van voorzieningen om drainwater op te vangen en gestart met hergebruik van drainwater. Ondernemers willen verder. Een verschil met andere teelten is het hoge percentage drainwater (circa 70%) met relatief hoge EC. Daardoor kan na verdunning van het drainwater tot gewenste EC in de gift, relatief maar weinig nieuwe voeding worden meegegeven. Vanwege de wens om elke watergift wat nieuwe voeding mee te geven, wordt nu vaak nog niet al het drainwater hergebruikt. Recent is een product met gecontroleerd vrijkomende meststoffen (controlled released fertilizers, CRF) op de markt gekomen, speciaal ontwikkeld voor de teelt van potorchidee. Gecontroleerd vrijkomende meststoffen is nieuw voor de teelt van potorchidee en er is nog weinig ervaring mee, maar biedt wel mogelijkheden om de hoeveelheid meststoffen in het drainwater te verminderen. In dit onderzoek is onderzocht in hoeverre de emissie in de teelt van Phalaenopsis nog verder verminderd kan worden met behulp van gecontroleerd vrijkomende meststoffen. Dit onderzoek is uitgevoerd door Wageningen University & Research, Businessunit Glastuinbouw in nauwe samenwerking met de adviseurs en telers in de begeleidingscommissie onderzoek (BCO) en LTO Glaskracht Nederland.

Doel van het onderzoek: Verlagen van emissie van meststoffen in de teelt van potorchidee met behulp van gecontroleerd vrijkomende meststoffen (controlled released fertilizers, CRF) bij het huidig gangbare teeltsysteem met bovendoor watergeven en teelt op gaasbodems.

2 Materiaal en methode

2.1 Proefopzet

In overleg met de Phalaenopsistelers en adviseurs in de begeleidingscommissie en programmamanager water en gewasmanager potorchidee van LTO Glaskracht Nederland is onderstaande proefopzet tot stand gekomen met drie behandelingen:

1. Voeding deels als CRF in pot en deels in watergift (0,7 EC) met recirculatie.
   - Gecontroleerd vrijkomende meststoffen (CRF) in combinatie met hergebruik van drainwater om na te gaan of hiermee de emissie van meststoffen verder naar beneden kan, als drainwater gerecirculeerd wordt.
   - Dosering CRF: 3 gram Osmocote per pot.
   - Voor deze behandeling is gekozen voor een Osmocote prototype voor Phalaenopsis met een mengverhouding van: 1,5 g/l Osmocote Exact Hi.End 12-14 M en 2,5 g/l Osmocote Exact Standard LoStart 16-18 M.
   - Voeding in watergift: 0,7 EC (A/B-bak recept met Peters meststoffen en kalksalpeter, zie Tabel 1).
   - Geen voorraadbemesting bij start.

2. 100% CRF zonder voeding in watergift zonder recirculatie.
   - Hiermee kunnen bedrijven die nog geen voorzieningen hebben om drainwater op te vangen en hergebruiken, wel al op korte termijn hun emissie verminderen. Al het water wat naast of tussen de potten valt, bevat geen meststoffen en oriënterende proeven van ICL in de praktijk laten zien, dat uitspoeling van meststoffen onderuit de pot ook minder wordt.
   - Dosering CRF: 7,5 gram per pot.
   - Voor deze behandeling is gekozen voor een Osmocote prototype voor Phalaenopsis met een mengverhouding van: 2,5 g/l Osmocote Exact Hi.End 12-14 M en 9,0 g/l Osmocote Exact Standard LoStart 16-18 M.
   - Geen voorraadbemesting bij start.
   - Watergift: water zonder voeding.

3. Controlebehandeling zonder CRF met recirculatie.
   - Behandelingen 1 en 2 met gecontroleerd vrijkomende meststoffen (CRF) worden vergeleken met deze controlebehandeling zonder CRF met hergebruik van drainwater. Dit is de huidige praktijksituatie op bedrijven die drainwater hergebruiken.
   - Dosering CRF: 0.
   - normale voorraadbemesting in bark bij start.
   - Watergift: EC = 1,1 (A/B-bak recept met Peters meststoffen en kalksalpeter, zie Tabel 1).

De voeding is aangemaakt met regenwater. Bij behandeling 1 en 3 is in week 1, op advies van ICL, gestart met het bovenste recept in Tabel 1. Naar aanleiding van de analyses van het drainwater in de drainsilo's is het recept bij beide behandelingen in week 21 (18 oktober 2016) aangepast naar het 2e recept in Tabel 1. Dit recept is verder gedurende de rest van de opkweekfase en ook in koel- en afkweekfase aangehouden.

Tabel 1

Voedingsschema vanaf start proef (week 1) en vanaf 18 oktober 2016 (week 21 in opkweek).

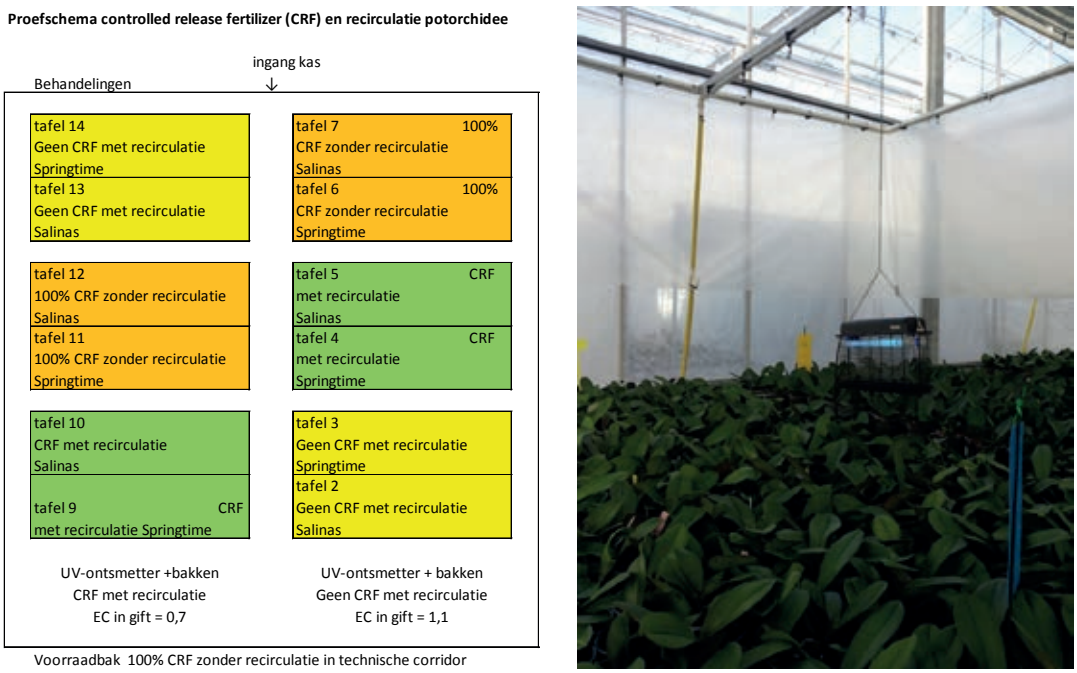
Week	EC	Ureum*	NH_4	K	Ca	Mg	NO_3	H_2PO_4	SO_4	Fe	Mn	Zn	B	Cu	Mo	N-tot*
1	1.1	4.0	1.2	4.1	1.2	0.5	6.4	1.2	0.5	52	7.5	1.5	11.5	1.5	0.6	15.5
21	1.0	4.9	1.1	4.6	0.6	0.2	5.7	1.1	0.5	55	5.5	0.8	5.6	1.0	0.3	16.6

* 3,9 mmol ureum = 7.8 mmol N uit Ureum

De behandelingen zijn uitgevoerd bij 2 cultivars. Eén gevoelige cultivar voor groeiproblemen (Salinas) en één minder gevoelige cultivar (Springtime). De behandelingen zijn uitgevoerd in twee herhalingen. De kas is in 6 vakken verdeeld met elk twee tafels (Figuur 1-links) en binnen elk vak is één tafel met de cultivar Salinas en één tafel met de cultivar Springtime, at random verloot. Boven elk vak is een aparte regenleiding geïnstalleerd met rondom elk vak plastic om de watergift en drainopvang van elke vak gescheiden te houden (Figuur 1-rechts). Het water wat aan de zijkanten tegen het plastic aan kwam werd ook opgevangen en kwam met het drainwater mee terug in de drainsilo. Daardoor was de hoeveelheid water die na de watergift terug kwam groter dan in de praktijk. De planten stonden op gaasbodems zoals gebruikelijk in de praktijk. De gaasbodems waren circa 6 cm boven dichte aluminium tafels gemonteerd om al het drainwater per behandeling op te vangen. Voor deze proef is een bestaande proefopstelling gebruikt van eerder onderzoek naar recirculatie bij potorchidee (Kromwijk *et al.* 2015). In deze opstelling was voor twee behandelingen een apart opvang- en ontsmettingssysteem voor recirculatie aanwezig en deze zijn gebruikt voor behandeling 1 en 3. Omdat er geen derde ontsmettingssysteem aanwezig was en geen financiering beschikbaar was voor aanleg van een derde ontsmettingssysteem is het drainwater van behandeling 2 afgevoerd naar het riool (geen recirculatie).

Voor behandeling 1 en 3 zijn de twee gescheiden wateropvangsystemen gebruikt zodat er geen vermenging van drainwater plaats kon vinden. Het drainwater is per behandeling apart afgevoerd naar een opvang silo voor vuil drainwater achter in de kas. Het drainwater is vervolgens ontsmet met een UV-ontsmetter (voor elke behandeling een aparte ontsmetter) en opgevangen in een opvang silo voor schoon drainwater. Vervolgens is in een voorraadbak voor elke watergift handmatig een nieuwe gietoplossing klaar gemaakt waarbij ontsmet drainwater is verdund tot gewenste EC en aangevuld is met water en een stockoplossing van Peters meststoffen. Op advies van de BCO zijn Peters meststoffen gebruikt omdat deze meststoffen meest gangbaar zijn in de praktijk. De geconcentreerde stockoplossing werd in koelcel bewaard om ongewenst verloop in samenstelling van de stockoplossing te voorkomen.

Het drainwater van de eerste watergift is geloosd vanwege een erg lage pH na het ontsmetten (mogelijk mede door opstarten van de UV-ontsmetters na lange tijd van stilstand). Vanaf de 2^{e} watergift is gestart met hergebruik van drainwater bij behandeling 1 en 3. Daarbij is gestart met hergebruik van al het drainwater wat bij een vorige watergift retour gekomen was. Dit is anders dan in de praktijk, waarbij vaak een vast bijmengpercentage wordt ingesteld. Het gehanteerde recept in Tabel 1 was gebaseerd op een vast percentage hergebruik. In de loop van de proef is op een aantal momenten minder drainwater bijgemengd om de gehalten van de voedingselementen meer op gewenst niveau te krijgen. Dit verklaart het soms wat schokkerige verloop van de gehalten aan voedingselementen in bijlage I. Vóór elke watergift is de pH gemeten en voor zover nodig aangepast aan de gewenste waarde (5,5-6,0). Tijdens de opkweek en koeling is bij elke watergift chloordioxide mee gegeven zoals gebruikelijk in de praktijk met een dosering van 1 ppm. Aan het eind van de afkweekfase is de dosering van chloordioxide gestopt.



Figuur 1 *Proefschema met drie behandelingen in twee herhalingen in zes teeltvakken (links). Boven elk vak is met aparte regenleiding water gegeven (rechts) en elk vak is rondom afgeschermd met plastic om de watergift en drainopvang van elke behandeling helemaal gescheiden te houden. Het drainwater is per behandeling apart opgevangen, ontsmet en hergebruikt.*

De jonge planten, geleverd in pluggen, zijn op maandag 23 mei (week 21) bij Opti-flor gepot en op dinsdag 24 mei naar de proeflocatie bij WUR Glastuinbouw in Bleiswijk gebracht, uitgezet en eerste keer aangegoten. Na levering zijn de CRF-korrels op woensdag 25 mei handmatig bovenop elke pot toegediend. Voor het toedienen zijn maatbuisjes handmatig op maat gezaagd, zodat bij elke pot de juiste gewenste hoeveelheid korrels werd toegediend. Na aantal weken bleek dat de afgifte van de CRF-korrels niet volledig gestart was door ontbreken van osmose als gevolg van een te droog microklimaat rondom de korrels ontstaan door een combinatie van droge omstandigheden (droge teeltstrategie vanwege een hoge potwormdruk, lange tijdsduur tussen de watergiften en droge kaslucht) met het onvoldoende in het substraat zakken van de CRF korrels doordat de planten in de proefkas niet bewegen(zie paragraaf 3.2). Daarom zijn de teeltomstandigheden aangepast en zijn op 19 augustus (week 33) alle potten met CRF korrels handmatig dusdanig geschud dat de CRF-korrels meer in het substraat zakten. Daarna verliep de afgifte van de korrels wel goed.

Van week 21 tot en met week 47 is geteeld bij 28°C (opkweek). Vanaf maandag 28 november (week 48) is de koeling gestart voor de generatieve fase en is de temperatuur verlaagd naar 19.5°C. Vanaf 24 januari 2017 (week 4) is de afkweekfase gestart en gestreefd naar een dag-/nachttemperatuur van 20/21°C met een gemiddelde etmaaltemperatuur van 21°C (zie teeltschema in Tabel 2). De teeltomstandigheden zijn ingesteld op advies van de telers en adviseurs in de BCO, waarbij uit gegaan is van gemiddeld gangbare teeltomstandigheden in de praktijk. Er is dus niet gestreefd naar maximale groei. Vanwege hoge potwormdruk is tijdens de opkweek nogal droog geteeld, zijn in elk vak vanglampen opgehangen en is biologische bestrijding uitgezet.

Om een zo realistisch mogelijk beeld van de emissie te krijgen zijn alle tafels nagenoeg helemaal vol met planten gezet. Bij de start zijn de potten tegen elkaar in verband geplaatst zoals gebruikelijk in de praktijk. Op 4 oktober zijn de planten wijder gezet naar 57 planten/m^2 en op 22 november naar 42 planten/m^2. Vanwege hoge potwormdruk zijn bij het wijder zetten de planten met meest aangetaste wortels door potworm verwijderd. De planten zijn bij het wijder zetten niet op grootte gesorteerd zoals gebruikelijk in de praktijk. Alle planten zijn tegelijkertijd naar de koeling en afkweekfase gegaan. Bij de start van de koeling waren de planten wat kleiner dan gebruikelijk in de praktijk. Er is geteeld zonder kragen.

Tabel 2
Teeltschema.

Weeknummer	
Week 21 - 2016	Oppotten en start opkweek bij 28°C, CRF bovenop pot en start recirculatie
Week 33	CRF-korrels in potten geschud
Week 40	1e keer wijder zetten
Week 47	Op eindafstand
Week 48	Start koeling (19.5°C)
Week 4 - 2017	Start afkweek (streefwaarde etmaaltemperatuur 20.5°C en PAR-som 7 mol/dag)

2.2 Monitoring watergift en drainwater

Tijdens de uitvoering van het onderzoek is vóór elke watergift de EC en pH in de voorraadbak gemeten en indien nodig bijgestuurd. Eén keer per week is de EC en pH onderuit de potten gemeten door vóór de watergift op elke tafel zes planten in een goed omsluitende overpot te zetten en op die manier uitsluitend drainwater onderuit de potten op te vangen. Tegelijkertijd werden ook zes lege bloemenvazen tussen de planten gezet om watergift direct uit de regenleiding op te vangen en EC en pH van watergift te meten. Eens in de twee à drie weken is per behandeling de samenstelling van de watergift en drain onder uit de potten geanalyseerd. Daarnaast is bij behandeling 1 en 3 ook de samenstelling van het drainwater na de UV-ontsmetter geanalyseerd om voor zover nodig de samenstelling van de bij te voegen nieuwe stockoplossing af te stemmen op de samenstelling van het drainwater.

2.3 Gewaswaarnemingen

Tijdens de opkweekfase zijn op elk tafel 10 planten gelabeld om de groei te monitoren. Elke twee weken is het aantal bladeren geteld en de lengte en breedte van de bladeren gemeten en de bladoppervlakte berekend. Aan het einde van de opkweekfase (7 dagen voor start koeling) zijn aan tien willekeurige planten uit elke proefveld destructieve waarnemingen uitgevoerd en is vers- en drooggewicht bovengronds (blad) en ondergronds (wortels), aantal bladeren en bladoppervlakte per plant gemeten met behulp van een bladoppervlaktemeter. In oktober en na de destructieve metingen aan het eind van de opkweekfase is van de droge stof van beide cultivars een gewasanalyse uitgevoerd.

2.4 Houdbaarheid

Na afloop van het onderzoek zijn van elke behandeling 10 planten getest op houdbaarheid. Hiervoor zijn willekeurige planten gebruikt uit de meest voorkomende kwaliteitsklasse. Voor de cultivar Springtime waren dit 1-tak vertakte planten en voor de cultivar Salinas waren dit 2-tak vertakte planten. De planten zijn ingehoesd en in trays op een veilingkar gedurende 7 dagen in het donker bij 15°C in transportsimulatie gezet. Daarna is een winkelsituatie gegeven van 6 dagen bij 20°C. Daarna zijn de planten uit de hoezen gehaald en in houdbaarheidsruimte gezet voor simulatie van consumentenfase van 6 weken. Tijdens deze fase is naar behoefte met eb/vloed water gegeven. Na 1 en 6 weken is het aantal verdroogde of afgevallen bloemen/knoppen geteld.

3 Resultaten

3.1 Samenstelling drainwater

3.1.1 EC en N-totaal

Er was een duidelijk verschil in EC en N-totaal in het drainwater onderuit de potten (Figuur 2 en 3 en Tabel 3). Bij de controlebehandeling met 1,1 EC in de watergift was de EC in de drainpotten gemiddeld 1,4 en het totaal N-gehalte in de drainsilo gemiddeld 12,6 mmol/l. Bij de behandeling met een deel van de voeding als CRF in de pot en 0,7 EC in watergift was de EC in de drainpotten gemiddeld 0,4 lager en het totaal N-gehalte in de drainsilo was circa 40% lager dan bij de controlebehandeling. Bij de behandeling met alle voeding in vorm van CRF in de pot zonder voeding in de watergift en zonder recirculatie was de EC in de drainpotten gemiddeld 0,8 lager en het berekende totaal N-gehalte in de drainsilo was circa 75% lager dan bij de controlebehandeling. De gehalten van de andere voedingselementen in het drainwater waren bij de CRF behandelingen ook lager dan bij de controlebehandeling (zie bijlage I). Het verloop van het totaal N-gehalte in de drainpotten in Figuur 3 en de andere voedingselementen in bijlage I vertonen op enkele momenten een wat schokkerig verloop. Dit komt doordat in beginperiode van de teelt al het drainwater is hergebruikt en later periodes met volledig hergebruik tijdelijk afgewisseld zijn met periodes met een wat lager percentage hergebruik van drainwater om gehaltes aan voedingselementen wat bij te sturen.

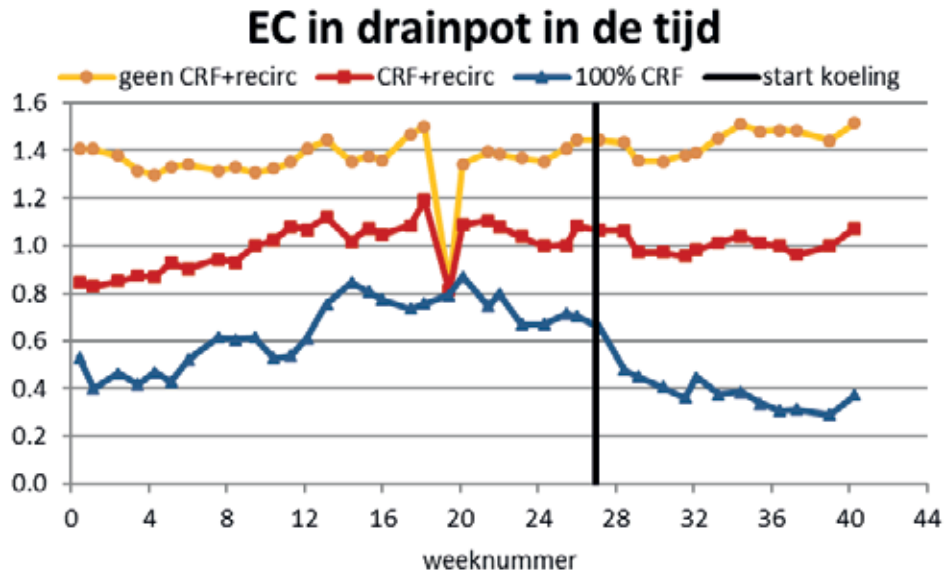
Tabel 3

Gemiddelde EC en totaal N (mmol/l) in watergift, in drainwater onderuit de pot en in de drainsilo.

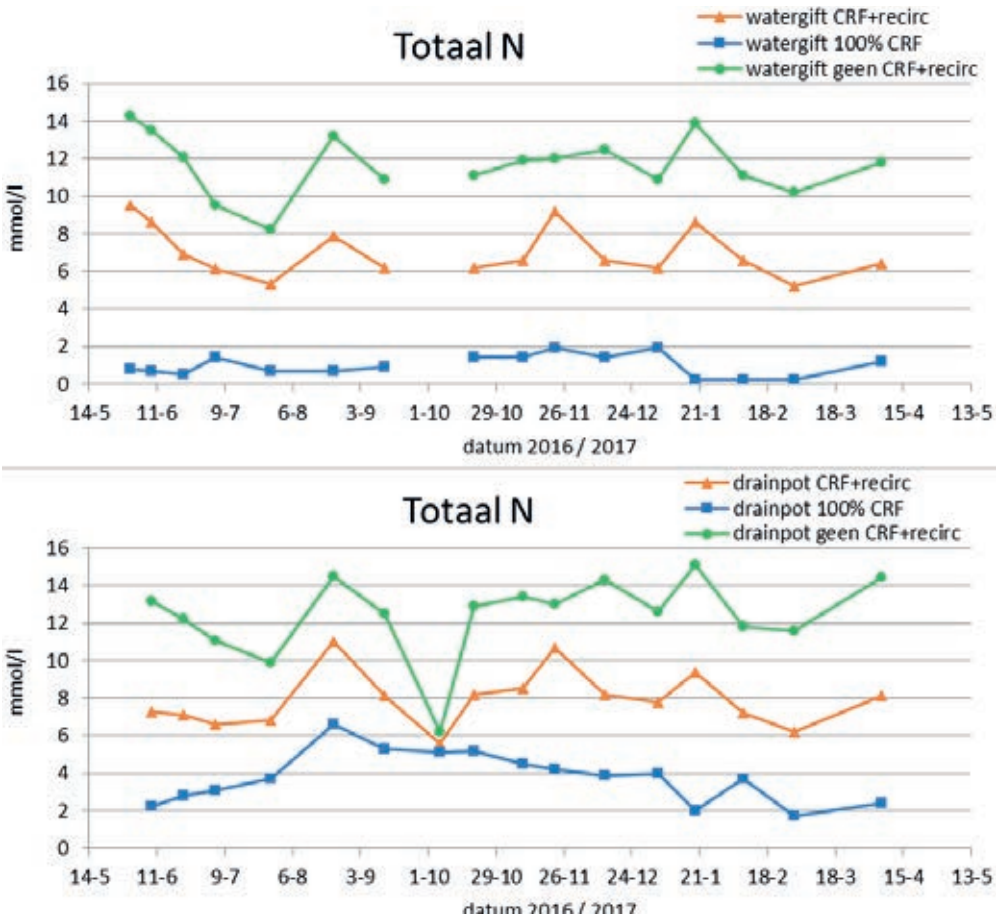
Behandeling	EC in gift	EC in Drainpot	N-totaal (mmol/l) Gift	N-totaal (mmol/l) drainpot	N-totaal (mmol/l) drainsilo	% t.o.v. controle
100% CRF zonder recirculatie	0.0	0.6	1.0	3.7	3.2*	25%
CRF met recirculatie	0.7	1.0	6.8	8.1	7.4	59%
Geen CRF met recirculatie (controle)	1.1	1.4	11.5	12.8	12.6	100%

* Berekend op basis van 85% drain uit pot en 15% schoon water naast pot wat in drainsilo komt.

In Figuur 2 valt op dat bij de 100% CRF behandeling de EC in de drainpotten na de start van de koeling in week 27 wat daalt. Dit komt onder andere door een hogere gietfrequentie in de koeling (eens in 3 dagen in plaats van eens in 4 dagen in opkweek) waardoor de overtollige meststoffen in het drainwater zijn verdund (in periode van 12 dagen bevat drainwater van 4 watergiften met bv. een EC van 0,4 EC in totaal ongeveer zelfde hoeveelheid meststoffen als drain van 3 watergiften met EC van 0,55 EC). Daarnaast zal ook de afgifte van de korrels wat afgenomen zijn door de overgang naar een lagere teelttemperatuur in de koeling. De afgifte van de CRF-korrels wordt namelijk bepaald door de temperatuur.



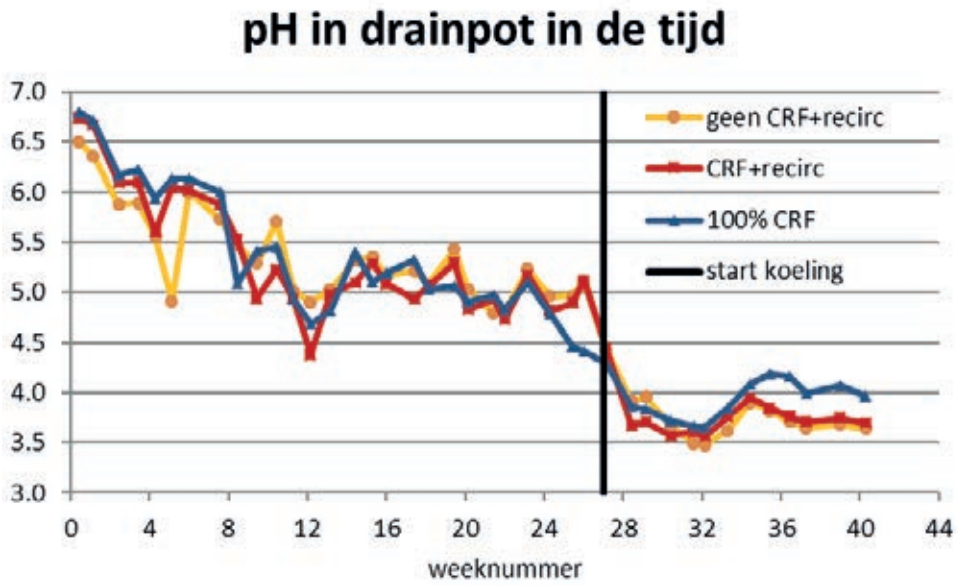
Figuur 2 *Verloop van EC in het drainwater onderuit de potten bij controlebehandeling zonder CRF met 1,1 EC in gift met recirculatie (geen CRF+recirc), de combinatiebehandeling met 3 gram CRF in de pot, watergift met 0,7 EC met recirculatie (CRF+recirc) en de behandeling met alle voeding in vorm van CRF, watergift zonder voeding zonder recirculatie (100% CRF). In week 19 is bij alle behandelingen eenmaal een grote gift met schoon water gegeven vanwege de hoge potwormdruk. In week 27 (zwarte verticale lijn) is de koeling gestart.*



Figuur 3 *Verloop van het totaal stikstofgehalte in de watergift (boven) en in het drainwater onderuit de potten (onder) bij de controlebehandeling zonder CRF met 1,1 EC in gift met recirculatie (geen CRF+recirc), bij de combinatiebehandeling met 3 gram CRF in de pot, watergift met 0,7 EC met recirculatie (CRF+recirc) en bij de behandeling met alle voeding in vorm van CRF, watergift zonder voeding zonder recirculatie (100% CRF). Op 6 oktober is bij alle behandelingen eenmaal een grote gift met schoon water gegeven vanwege de hoge potwormdruk. De watergiften zijn toen niet geanalyseerd. De laatste analyse (6-4) is van drainwater van de de cultivar Salinas (Springtime planten waren al eerder veilingrijp), alle andere analyses zijn van gemengd drainwater van Salinas en Springtime.*

3.1.2 pH

Bij het klaarmaken van de voedingsoplossing is een pH van 5,5 tot 6,0 nagestreefd. Vanaf de start van de koeling zakte de pH gemeten in het drainwater onderuit de potten bij alle behandelingen terug tot 3,5-4,0 (Figuur 4), ondanks de verschillende hoeveelheden ureum, ammonium en nitraat tussen de drie behandelingen (zie bijlage I). De verschillende N-vormen in deze proef gaven dus nagenoeg geen verschil in de pH-daling in de koeling. Het terugzakken van de pH tijdens de generatieve fase is een bekend fenomeen in de praktijk en kan mede gevolg zijn van sterke kaliumopname in de koelfase ten behoeve van de bloemtakvorming.

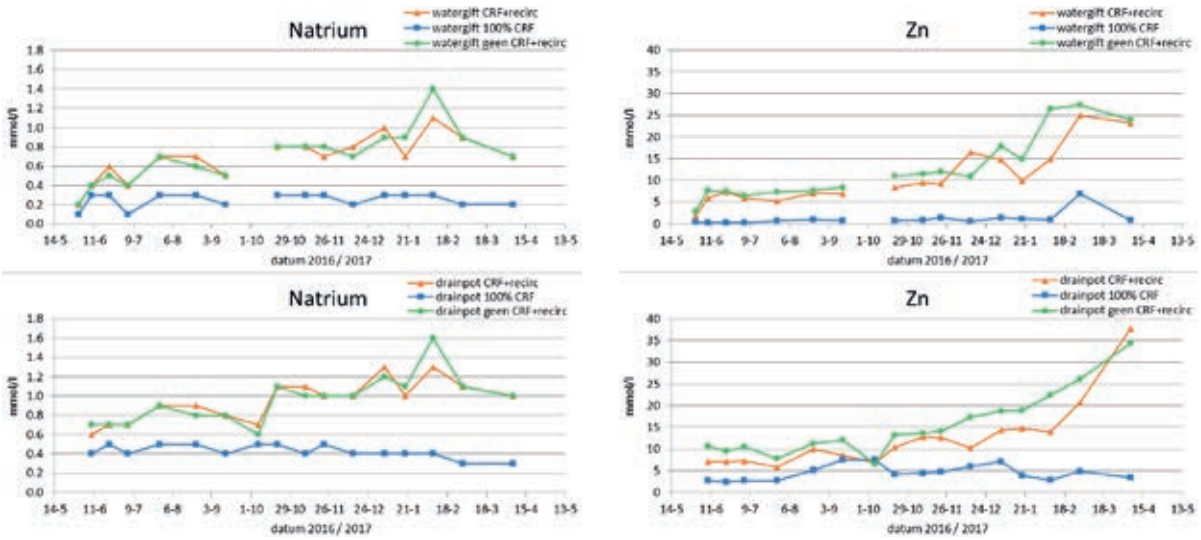


Figuur 4 *Verloop van pH in het drainwater onderuit de potten bij controlebehandeling zonder CRF met 1,1 EC in gift met recirculatie (geen CRF+recirc), de combinatiebehandeling met 3 gram CRF in de pot, watergift met 0,7 EC met recirculatie (CRF+recirc) en de behandeling met alle voeding in vorm van CRF, watergift zonder voeding zonder recirculatie (100% CRF).*

3.1.3 Natrium en zink

Het natrium- en zinkgehalte liep bij de twee behandelingen met recirculatie hoger op dan bij de 100% CRF behandeling zonder recirculatie (Figuur 5-links). Een oplopend natriumgehalte bij recirculatie is een bekend fenomeen bij hergebruik van drainwater en is ook in eerder onderzoek geconstateerd (Kromwijk *et al.* 2015). De grenswaarde voor natrium is voor Phalaenopsis niet bekend. In februari 2017 was het natriumgehalte in de watergift opgelopen tot 1,4 mmol/l en is het percentage hergebruik van drainwater in de watergift iets verlaagd om het natriumgehalte niet verder te laten oplopen. Het oplopen van het natriumgehalte is naast het natrium aanwezig in het uitgangswater of meststoffen mede het gevolg van het gebruik van chloordioxide. Met toediening van chloordioxide komt er namelijk ook extra natrium in de watergift (van Os en Kromwijk, 2014). Bij toediening van 1 ppm chloordioxide kan er 0,02 tot 0,09 mmol/l natrium in het water komen afhankelijk van de soort chloordioxide die gebruikt wordt. In deze proef is op advies van de BCO tijdens opkweek, koeling en groot deel van de afkweek chloordioxide mee gegeven. In de praktijk zijn er echter ook telers die in de koeling en afkweek geen chloordioxide mee geven. Hierdoor zal het natriumgehalte minder oplopen. Oplopen van het natriumgehalte kan ook verminderd worden door een lagere dosering chloordioxide en een chloordioxide te kiezen die weinig natrium in het water brengt.

Het zinkgehalte liep bij de twee behandelingen met recirculatie ook hoger op dan bij de 100% behandeling zonder recirculatie (Figuur 5-rechts). Het zinkgehalte in de watergift was begin maart 2017 opgelopen tot 27 mmol/l. De grenswaarde voor zink is voor Phalaenopsis niet bekend. Een oplopend zinkgehalte bij recirculatie is ook een bekend fenomeen in de praktijk en is ook in eerder onderzoek geconstateerd (Kromwijk *et al.* 2015). Dit lijkt vooral het gevolg van het telen op gaasbodems. Naast de gaasbodems kunnen echter ook andere bronnen zorgen voor onnodig oplopen van het zinkgehalte. Om onnodige zinkophoping te voorkomen is het daarom in de praktijk zinvol om na te gaan of er geen andere zinkbronnen zijn en deze op te sporen en te elimineren (Blok en Kromwijk, 2014). Om de proef representatief te houden voor de praktijk is op advies van de BCO op gaasbodems geteeld zoals in de praktijk ook gebruikelijk is. Het coaten van gaasbodems kan er voor zorgen dat het zinkgehalte minder op loopt bij hergebruik van drainwater. Omdat zinkionen de ijzerionen in het water verdringen neemt bij een te hoog zinkgehalte de kans op ijzertekort in het gewas toe en kunnen symptomen van ijzergebrek in het gewas zichtbaar worden. Daarom is het belangrijk om er voor te zorgen dat het ijzergehalte voldoende hoog blijft (Blok en Kromwijk, 2014).



Figuur 5 *Verloop van het natriumgehalte (links) en zinkgehalte (rechts) in de watergift (boven) en in het drainwater onderuit de potten (onder) bij de combinatiebehandeling met 3 gram CRF in de pot, watergift met 0,7 EC met recirculatie (CRF+recirc), bij de behandeling met alle voeding in vorm van CRF, watergift zonder voeding zonder recirculatie (100% CRF) en de controlebehandeling zonder CRF met 1,1 EC in gift met recirculatie (geen CRF+recirc). Op 6 oktober is bij alle behandelingen eenmaal een grote gift met schoon water gegeven vanwege de hoge potwormdruk en die watergiften zijn niet geanalyseerd. De laatste drainwateranalyse (6-4) is van de cultivar Salinas (Springtime was al eerder veilingrijp), alle andere analyses zijn van gemengd drainwater van Salinas en Springtime.*

3.1.4 Gerealiseerd hergebruik drainwater

Bij de behandeling met 100% CRF is niet gerecirculeerd en alle drainwater geloosd. Bij de andere twee behandelingen is het drainwater zoveel mogelijk hergebruikt. Er is gestart met hergebruik van al het drainwater. Om de gehalten van de voedingselementen meer op gewenst niveau te krijgen is op een beperkt aantal momenten wat minder drainwater bijgemengd en een deel van het drainwater geloosd. Gemiddeld over de hele proef kwam 70% van de watergift terug als drainwater in de drainsilo. Bij de combinatiebehandeling van 3 gram CRF in de pot en 0,7 EC in de watergift met recirculatie is 90% van het drainwater hergebruikt en 10% van het drainwater geloosd. Dit was vrijwel gelijk aan de controlebehandeling met 91% hergebruik en 9% lozing van drainwater. Gemiddeld over de hele teelt is elke 4,2 dagen water gegeven met gemiddeld 12,6 liter/m^2.

3.1.5 Emissie

Voor alle drie behandelingen is de emissie berekend voor situatie zonder en situatie met hergebruik van drainwater (Tabel 4). Voor de berekeningen zijn de volgende uitgangspunten gebruikt:

- Elke 4 dagen watergift: 91.3 watergiften per jaar
- Gemiddeld 12,6 l/m^2 per gift: 11500 m^3 watergift/ha/jaar
- 70% van watergift komt terug als drainwater: 8050 m^3 drain/ha/jaar
  - Situatie zonder recirculatie: 100% wordt geloosd = 8050 m^3 drain/ha/jaar
  - Situatie met recirculatie: 10% wordt geloosd = 805 m^3 drain/ha/jaar
- Berekening: Emissie (kg N/ha/jaar) = (Totaal N in mmol/l) x (m^3/ha/jaar) x 14/1000
- Gemiddeld Totaal N-gehalte in drainsilo in Tabel 3

De berekening laat zien dat zonder recirculatie de emissienorm voor 1-1-2018 (maximaal 150 kg N/ha/jaar) niet haalbaar is, ook niet voor de behandeling met 100% CRF zonder voeding in de watergift. Met recirculatie en maximaal 10% lozing van drainwater wordt de norm wel haalbaar. Bij de controlebehandeling blijft de emissie net binnen de norm. Bij de behandelingen met CRF daalt de emissie nog verder, door het lagere N-totaal gehalte in het geloosde drainwater.

Tabel 4

Berekende emissie zonder en met recirculatie. De vetgedrukte getallen zijn van de behandelingen uitgevoerd in de kasproef.

	Behandeling	Emissie (kg N/ha/jaar)	% t.o.v. controle zonder CRF zonder recirculatie
Zonder recirculatie	100% CRF zonder voeding in watergift	**361**	25%
	3 gram CRF met 0,7 EC in watergift	834	59%
	Geen CRF met 1,1 EC in watergift (controle)	1420	100%
Met recirculatie	100% CRF zonder voeding in watergift	36	3%
	3 gram CRF met 0,7 EC in watergift	**83**	6%
	Geen CRF met 1,1 EC in watergift (controle)	**142**	10%

Bij de EC-metingen viel op dat het absolute verschil tussen de EC in de watergift en de EC in het drainwater bij de twee behandelingen met recirculatie nagenoeg gelijk was (Tabel 3 en 5). Daardoor was er bij de combinatiebehandeling meer water nodig om de EC van het drainwater weer terug te brengen naar de gewenste EC in de gift dan bij de controlebehandeling. Daardoor was er ook minder ruimte om het drainwater aan te vullen met nieuwe voeding in de watergift. Daarentegen komt er wel continu nieuwe voeding uit de CRF-korrels beschikbaar bij de wortels. In de praktijk wordt bij hergebruik van drainwater vaak gewerkt met een vaste bijmeng EC. In Tabel 5 is berekend wat de bijmeng EC zou moeten zijn om minimaal 90% van het drainwater her te gebruiken. Daaruit blijkt dat een relatief hogere bijmeng EC nodig is bij het gebruik van CRF om het volumepercentage hergebruik aan drainwater (m^3) gelijk te houden. In Tabel 5 is ook berekend wat de bijmeng EC zou moeten zijn om 100% van het drainwater te recirculeren in verband met de streefwaarden voor emissie in 2027.

Tabel 5

Berekende bijmeng EC voor 90% en 100% hergebruik van drainwater bij de twee behandelingen met recirculatie.

Behandeling	EC in gift	EC in drainsilo	Realisatie 90% hergebruik		Realisatie 100% hergebruik	
			% drain in gift	Bijmeng EC in gift	% drain in gift	Bijmeng EC in gift
CRF met recirculatie	0.7	0.9	81	0.57	90	0.63
Geen CRF met recirculatie (controle)	1.1	1.3	74	0.82	83	0.91

In Tabel 6 is voor de drie behandelingen berekend hoeveel kg stikstof er in 1 m^3 drainwater zit en hoeveel m^3 drainwater er nog maximaal geloosd mag worden om binnen de norm voor 1-1-2018 te blijven. Voor de controlebehandeling zonder CRF mag er dan nog circa 10% van de totale hoeveelheid drain geloosd worden. Bij de behandelingen met CRF mag er meer drainwater geloosd worden omdat er per m^3 drainwater minder stikstof in zit. Voor de combinatiebehandeling mag er dan nog circa 18% van het totale drainwater geloosd worden en bij de 100% CRF behandeling is dit 42%.

Tabel 6

Berekende hoeveelheid drainwater wat na 1-1-2018 (maximaal 150 kg N/ha/jaar) nog geloosd mag worden op basis van gemiddelde N-totaal in drainsilo en totale drain van 8050 m^3/ha/jaar.

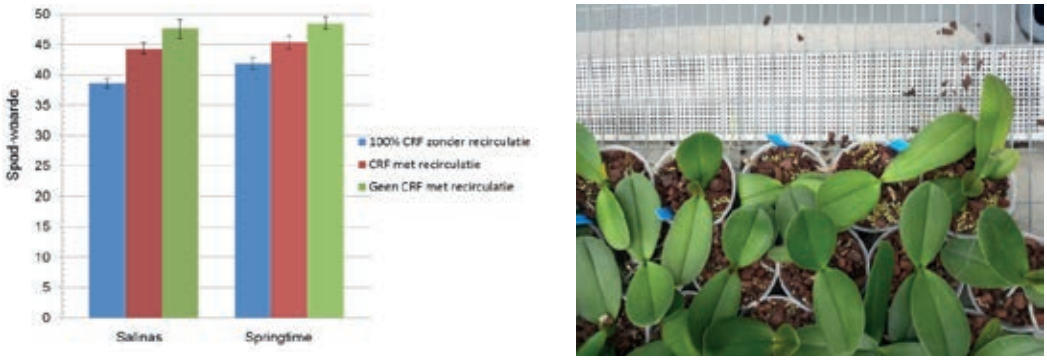
Behandeling	N-totaal in drainsilo (mmol/l)	N-totaal per m^3 drain (kg)	Drain wat na 2018 nog geloosd mag worden	
			In m^3/ha/jaar	In % van totale drain
100% CRF	3.2*	0.04	3350	42%
CRF+recirculatie	7.4	0.10	1450	18%
Geen CRF+recirculatie	12.6	0.18	850	11%

* Berekend op basis van 85% drain uit pot en 15% schoon water naast pot wat in drainsilo komt.

3.2 Gewasgroei vegetatieve fase

3.2.1 Bladkleur

In de eerste fase van de opkweek ontwikkelde de behandeling met 100% CRF een wat lichtere bladkleur dan de controlebehandeling zonder CRF. De bladkleur van de combinatiebehandeling met deels CRF en 0,7 EC in de voeding lag daar tussen in (Figuur 6). Op verzoek van de BCO is er voor gekozen om niet bij te mesten, maar te zoeken naar de oorzaak van de lichtere bladkleur omdat dit meer kennis voor de praktijk oplevert. Restanalyse van de CRF-korrels, uitgevoerd door ICL, liet zien dat de voedingsafgifte van de CRF-korrels niet volledig gestart was door ontbreken van osmose als gevolg van een te droog microklimaat rondom de korrels. Dit droge microklimaat is ontstaan door een combinatie van droge omstandigheden (droge teeltstrategie vanwege een hoge potwormdruk, lange tijdsduur tussen de watergiften en droge kaslucht) en onvoldoende in het substraat zakken van de CRF korrels. Vanwege beschikbaarheid van de korrels, zijn de korrels ná het uitzetten van de planten en ná de eerste keer aangieten bovenop de pot gelegd. Omdat de planten al vooraf waren aangegoten en tijdens de teelt niet meer bewegen, zijn de korrels niet in het substraat gezakt en bovenop de pot blijven liggen. In de beginfase van de opkweek was er een langere tijdsduur tussen de watergiften (6 en soms 7 dagen), doordat de bodemverwarming in de eb/vloedtafels lager ingesteld was dan de gebruikelijke onderverwarming in de praktijk en op advies van de BCO is droger geteeld dan in de praktijk vanwege een hoge potwormdruk. Het microklimaat is mogelijk ook droger geweest doordat er relatief minder planten in de kas staan dan in de praktijk en de vloer betegeld is (ondanks een gerealiseerde RV van 60-65% met behulp van verneveling in de kas ingesteld op 60% met lichtverhoging naar 65%). Na aanpassingen in de klimaatinstellingen, frequentere watergift en het handmatig inschudden van de korrels in de potten eind week 12 (19 augustus 2016) verliep de afgifte van de CRF-korrels wel volgens verwachting en herstelde de bladkleur bij de nieuw gevormde bladeren. Gezien deze ervaringen is het voor een optimale werking van de korrels van belang om bij toepassing in de praktijk ervoor te zorgen dat de CRF korrels voldoende in het substraat zakken of de korrels voor het oppotten door het substraat te mengen afhankelijk van de substraatsamenstelling en de grootte van de fractie.



Figuur 6 *Bladkleur gemeten met SPAD-meter (links) en bladkleur van de cultivar Springtime uit de 100% CRF behandeling (met blauwe etiket in pot) en van de controlebehandeling zonder CRF (zonder etiket in pot) 11 weken na het oppotten op 10 augustus 2016 (week 32).*

3.2.2 Bladafsplitsing en bladoppervlakte

Het verloop van de bladafsplitsing en bladoppervlakte berekend uit de tweewekelijkse groeimetingen is weergegeven in Figuur 7. De bladafsplitsing was voor alle drie behandelingen gelijk. Bij de twee behandelingen met gecontroleerd vrijkomende meststoffen (CRF) was de som van de bladlengtes en totale bladoppervlakte na 27 weken opkweek (28-11-2016) lager dan bij de controlebehandeling zonder CRF met recirculatie (Tabel 7). Uitgesplitst per cultivar blijkt dat de combinatiebehandeling van CRF met 0,7 EC in watergift bij Springtime nagenoeg hetzelfde resultaat gaf als de controlebehandeling zonder CRF, terwijl er bij de gevoelige cultivar Salinas meer verschil was tussen de combinatiebehandeling en de controlebehandeling. De verschillen tussen de drie behandelingen zijn een gevolg van de groeiachterstand die in het begin van de opkweekperiode is ontstaan en ook zichtbaar was aan de lichtere bladkleur (zie 3.2.1). Als de opkweek in twee periodes wordt verdeeld (vóór en ná het inschudden van de korrels), is te zien dat de som van de bladlengtes en de totale bladoppervlakte na het inschudden van de CRF-korrels op 19 augustus bij alle drie behandelingen met hetzelfde percentage is toegenomen. Het groeipercentage was ná het inschudden van de korrels dus voor alle drie behandelingen gelijk. De verschillen gemeten aan het eind van de opkweek zijn dus vooral het gevolg van de groeiachterstand in de eerste periode van de opkweek toen de korrels minder voeding af gegeven hebben.

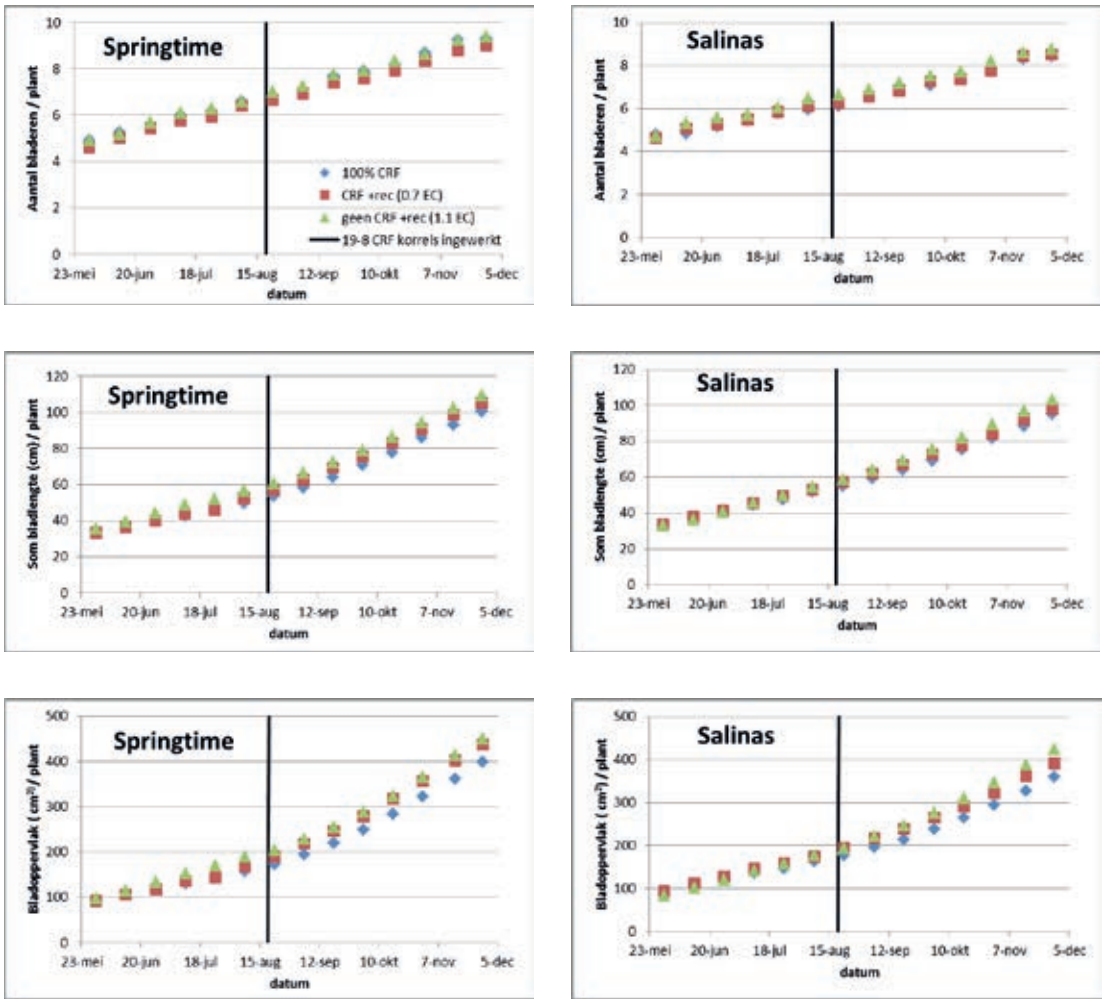
Tabel 7

Gemiddeld aantal bladeren, som van bladlengtes en totale bladoppervlakte per plant na 26 weken opkweek en absolute en procentuele toename nadat de CRF korrels in het substraat zijn geschud (19-8) tot einde opkweekfase (28-11) bij controlebehandeling zonder CRF met 1,1 EC in gift met recirculatie (geen CRF+recirc), bij combinatiebehandeling met 3 gram CRF in de pot, watergift met 0,7 EC met recirculatie (CRF+recirc) en bij de behandeling met alle voeding in vorm van CRF, watergift zonder voeding zonder recirculatie (100% CRF). Gemiddelde van 2 herhalingen per cultivar, n=10 per herhaling per cultivar).

	n blad/pl	Som van bladlengtes (cm) per plant			Totale bladoppervlakte (cm^2) per plant		
		Totaal 28-11	Toename 22-8 t/m 28-11	% toename 22-8 t/m 28-11	Totaal 28-11	Toename 22-8 t/m 28-11	% toename 22-8 t/m 28-11
Springtime							
100% CRF	8.4	100.5	46.9	88%	398	226	131%
CRF+recirculatie	8.5	105.2	48.0	84%	438	249	131%
Geen CRF+recirc	8.8	109.5	48.8	80%	450	246	121%
Salinas							
100% CRF	9.3	95.2	40.3	73%	361	183	104%
CRF+recirculatie	9.0	98.0	40.9	72%	390	196	101%
Geen CRF+recirc	9.4	103.2	44.5	76%	423	229	118%
Gemiddelde							
100% CRF	8.9 a*	97.8 a*	43.6 a*	81% a*	380 a*	205 a*	117% a*
CRF+recirculatie	8.8 a	101.6 a	44.5 a	78% a	414 b	223 ab	116% a
Geen CRF+recirc	9.1 a	106.4 b	46.7 a	78% a	437 c	238 b	119% a
LSD**	0.6	4.6	3.9	7%	20	24	18%

* *Bij gelijke letters binnen één kolom is er geen betrouwbaar verschil. Bij verschillende letters is er wel een betrouwbaar verschil tussen de behandelingen. Er was geen betrouwbare interactie tussen cultivar en behandeling voor alle gemeten kenmerken (niet weergegeven).*

** *LSD=Least significant difference.*



Figuur 7 *Verloop van het aantal bladeren (boven), som van bladlengtes per plant (midden) en berekende bladoppervlakte per plant (onder) bij controlebehandeling zonder CRF met 1,1 EC in gift met recirculatie (geen CRF+recirc), combinatiebehandeling met 3 gram CRF in de pot, watergift met 0,7 EC met recirculatie (CRF+recirc) en de behandeling met alle voeding in vorm van CRF, watergift zonder voeding zonder recirculatie (100% CRF) bij de cultivar Springtime (links) en Salinas (rechts). (n=10 per herhaling per cultivar).*

3.2.3 Destructieve metingen na 26 weken opkweek

Het resultaat van de destructieve meting net voor het eind van de opkweek is weergegeven in Tabel 8. Omdat er geen tussentijdse destructieve metingen uitgevoerd zijn, kan geen hier geen onderscheid worden gemaakt in de groei vóór en ná het inschudden van de CRF korrels op 19-8. De gemeten kenmerken zijn dus het gevolg van totale opkweekperiode inclusief beginperiode waarin afgifte van de korrels achterbleef (zie 3.2.2.). Dit verklaard waarom de totale bladoppervlakte en het vers- en drooggewicht van de bovengrondse plantendelen (blad) bij de behandeling met 100% gecontroleerd vrijkomende mest stoffen (CRF) lager is dan bij de controlebehandeling zonder CRF. De combinatiebehandeling van CRF met 0,7 EC in de watergift met recirculatie lag daar tussenin, waarbij er meestal geen betrouwbaar verschil was tussen de combinatiebehandeling en de controlebehandeling zonder CRF. Alleen bij het drooggewicht van het blad was er een betrouwbaar verschil tussen de combinatiebehandeling en de controlebehandeling. Uit de kenmerken uitgesplitst per cultivar blijkt dat de combinatiebehandeling van CRF met 0,7 EC in watergift bij Springtime nagenoeg hetzelfde resultaat gaf als de controlebehandeling zonder CRF, terwijl er bij de gevoelige cultivar Salinas meer verschil was tussen de combinatiebehandeling en de controlebehandeling. Bij de cultivar Springtime waren sommige oude bladeren onderin de plant geel verkleurd en verdroogd en die zijn (voor zover nog aanwezig) apart geteld. Bij de 100% CRF was dit aantal gele bladeren wat hoger dan bij de andere twee behandelingen. Dit is waarschijnlijk een gevolg van de lagere voedingsafgifte van de CRF-korrels in het begin van de teelt (zie 3.2.2.). Het verschil in totaal aantal bladeren is waarschijnlijk een gevolg van dergelijke afgevallen verdroogde bladeren aangezien bij de tweewekelijkse groeimetingen geen verschillen in bladafsplitsing van nieuwe bladeren is geconstateerd (zie 3.2.2). De behandelingen hadden geen effect op het vers- en drooggewicht van de wortels en het percentage droge stof in bovengrondse en ondergrondse plantendelen.

Tabel 8

Gemiddeld aantal bladeren (groen, verdroogd en totaal), totale bladoppervlakte gemeten met bladoppervlakte-meter en vers- en drooggewicht van bovengrondse (blad) en ondergrondse (wortels) plantendelen aan het eind van de opkweekfase (2 herhalingen per behandeling, n=8 per herhaling per cultivar) bij controlebehandeling zonder CRF met 1,1 EC in gift met recirculatie (geen CRF), de combinatiebehandeling met 3 gram CRF in de pot, watergift met 0,7 EC met recirculatie (CRF+recirc) en de behandeling met alle voeding in vorm van CRF, watergift zonder voeding zonder recirculatie (100% CRF). Gemeten na 26 weken opkweek op 23-11-2016, vijf dagen voor start koeling op 28-11-2016.

		Aantal groene bladeren	Aantal verdroogde bladeren onderin	Totaal aantal bladeren	Blad-opper-vlakte (cm^2)	Vers-gewicht blad (g)	Vers-gewicht wortels (g)	Droog-gewicht blad (g)	Droog-gewicht wortels (g)
Springtime	100% CRF	6.9	1.9 c*	8.8	424 b*	84.7	46.4	4.7	4.4
	CRF+recirc	8.0	1.3 b	9.3	516 c	101.6	55.4	6.2	4.9
	Geen CRF	8.4	1.1 b	9.5	514 c	105.1	48.8	6.8	4.7
Salinas	100% CRF	9.0	0.0 a	9.0	358 a	68.4	50.1	4.0	4.1
	CRF+recirc	9.3	0.0 a	9.3	371 a	72.3	50.3	4.2	4.3
	Geen CRF	10.1	0.0 a	10.1	455 b	89.4	58.0	4.9	4.6
	LSD**	1.0	0.4	0.8	42	15.9	16.0	1.0	1.0
Gemiddeld	100% CRF	8.0 a*	0.9	8.9 a*	391	76.6 a*	48.3 a*	4.3 a*	4.3 a*
	CRF+recirc	8.6 ab	0.6	9.3 ab	444	87.0 ab	52.9 a	5.2 b	4.6 a
	Geen CRF	9.3 b	0.6	9.8 c	485	97.3 b	53.4 a	5.9 c	4.7 a
	LSD	0.7	0.3	0.5	30	11.3	11.3	0.7	0.7

* *Bij verschillende letters in één kolom is er een betrouwbaar verschil tussen de behandelingen. Bij gelijke letters is er geen betrouwbaar verschil. Voor het aantal oude bladeren en de bladoppervlakte per plant was er een betrouwbare interactie tussen cultivar en behandeling en zijn de betrouwbare verschillen per cultivar apart weergegeven.*

** LSD=Least Significant Difference.

3.3 Gewasgroei generatieve fase

Bij de behandeling met 100% CRF in de pot zonder voeding in het water en zonder recirculatie was het percentage meertakkers in het veilingrijpe stadium 10% lager (Tabel 9) dan bij de controlebehandeling zonder CRF. Het totaal aantal bloemknoppen per plant was gemiddeld 4 lager (Tabel 10). Het lagere aantal bloemtakken is waarschijnlijk (mede) het gevolg van de kleinere plantgrootte bij de start van de koeling (Tabel 8) als gevolg van lagere afgifte van de korrels in de beginperiode van de teelt (zie 3.2.2.). Hoewel de plantgrootte bij de combinatiebehandeling bij de start van de koeling voor sommige plantkenmerken ook wat achter bleef bij de controlebehandeling, heeft dit geen betrouwbaar effect gehad op het aantal aangelegde bloemtakken, aantal zijtakken en aantal bloemen/knoppen per plant. Er was geen betrouwbaar verschil tussen de controlebehandeling zonder CRF en de combinatiebehandeling met 3 gram CRF met 0,7 EC in de watergift met recirculatie. Er was geen betrouwbare interactie aanwezig tussen behandeling en cultivar. Beide cultivars gaven een vergelijkbaar beeld.

Tabel 9

Percentage planten per kwaliteitsklasse in het veilingrijpe stadium (2 herhalingen per behandeling, n=100 per herhaling per cultivar) bij controlebehandeling zonder CRF met 1,1 EC in gift met recirculatie (geen CRF), de combinatiebehandeling met 3 gram CRF in de pot, watergift met 0,7 EC met recirculatie (CRF+recirc) en de behandeling met alle voeding in vorm van CRF, watergift zonder voeding zonder recirculatie (100% CRF).

		% 1-tak			% 2-tak			% 3-tak			% meertak (2+3-tak)
		on-vertakt	vertakt	totaal	on-vertakt	vertakt	totaal	on-vertakt	vertakt	totaal	
Springtime	100% CRF	25%	58%	84%	12%	4%	16%	0%	0%	0%	16%
	CRF+recirc	17%	56%	73%	21%	7%	28%	0%	0%	0%	28%
	Geen CRF	22%	53%	75%	13%	12%	25%	0%	0%	0%	25%
Salinas	100% CRF	8%	24%	32%	26%	38%	64%	2%	3%	5%	69%
	CRF+recirc	2%	21%	22%	16%	54%	70%	1%	8%	9%	78%
	Geen CRF	2%	19%	21%	12%	61%	73%	1%	5%	6%	79%
Gemiddeld	100% CRF	16%	41%	58%	19%	21%	40%	1%	2%	2%	42% a*
	CRF+recirc	9%	38%	47%	18%	30%	49%	1%	4%	4%	53% b
	Geen CRF	12%	36%	48%	13%	36%	49%	1%	3%	3%	52% b

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

Tabel 10

Gemiddeld aantal volwaardige en te kleine bloemtakken, aantal zijtakken en aantal bloemknoppen per plant in het veilingrijpe stadium (2 herhalingen per behandeling, n=100 per herhaling per cultivar) bij controle-behandeling zonder CRF met 1,1 EC in gift met recirculatie (geen CRF), de combinatiebehandeling met 3 gram CRF in de pot, watergift met 0,7 EC met recirculatie (CRF+recirc) en de behandeling met alle voeding in vorm van CRF, watergift zonder voeding zonder recirculatie (100% CRF).

		Aantal bloemtakken	Aantal te korte bloemtakken	Aantal zijtakken	Aantal bloem-knoppen
Springtime	100% CRF	1.16	0.01	0.8	11.6
	CRF+recirc	1.28	0.04	0.8	12.2
	Geen CRF	1.25	0.00	1.0	14.1
Salinas	100% CRF	1.73	0.06	1.1	19.3
	CRF+recirc	1.87	0.05	1.6	22.7
	Geen CRF	1.85	0.01	2.2	25.4
Gemiddeld	100% CRF	1.45 a*	0.04 b*	0.9 a*	15.5 a *
	CRF+recirc	1.57 b	0.04 b	1.2 a	17.4 ab
	Geen CRF	1.55 b	0.01 a	1.6 a	19.7 b

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

Van de drie meest voorkomende kwaliteitsklassen zijn destructieve metingen uitgevoerd in het veilingrijpe stadium (zie bijlage 2). Met behulp van het percentage planten per kwaliteitsklasse in Tabel 9 zijn de gewogen gemiddelde per proefveld uitgerekend en per behandeling weergegeven in Tabel 11 en 12. Er was geen verschil in bloemgrootte en de planthoogte van de 1e bloemtak. De lengte van de 2e bloemtak was bij de 100% CRF behandeling gemiddeld iets korter dan bij de andere twee behandelingen (Tabel 11). Het totaal drooggewicht van de bloemtakken was bij de 100% CRF-behandeling gemiddeld ook wat lager dan bij de controlebehandeling. Dit is waarschijnlijk (mede) het gevolg van de kleinere plantgrootte aan het einde van de opkweek (Tabel 8). De kleinere plantgrootte komt ook terug in gemiddeld kleinere bladoppervlakte, lager aantal bladeren en lager vers- en drooggewicht van het blad in het veilingrijpe stadium (Tabel 11 en 12). Er was geen verschil in planthoogte en vers- en drooggewicht van de bloemtakken tussen de controlebehandeling zonder CRF en de combinatiebehandeling van 3 gram CRF in de pot met 0,7 EC in het water.

Bij nagenoeg alle kenmerken was er geen betrouwbare interactie tussen cultivar en behandeling. Beide cultivars reageerden op vergelijkbare manier. Alleen voor het drooggewicht van de wortels was er een betrouwbare interactie tussen cultivar en behandeling. Bij de cultivar Springtime was het drooggewicht van de wortels bij de twee behandelingen met CRF hoger dan bij de controlebehandeling zonder CRF. Bij de cultivar Salinas was er geen betrouwbaar verschil. In het totaal drooggewicht van de hele plant was er bij beide cultivars geen betrouwbaar verschil tussen de behandelingen.

Tabel 11

Gemiddelde planthoogte tot onderste en bovenste bloemknop van 1e en 2e bloemtak, bloemgrootte, aantal bladeren en bladoppervlakte per plant in het veilingrijpe stadium bij de controlebehandeling zonder CRF met 1,1 EC in gift met recirculatie (geen CRF), de combinatiebehandeling met 3 gram CRF in de pot, watergift met 0,7 EC met recirculatie (CRF+recirc) en de behandeling met alle voeding in vorm van CRF, watergift zonder voeding zonder recirculatie (100% CRF).

		planthoogte (cm) tot				bloem-grootte (cm)	aantal bladeren	bladoppervlakte (cm^2)
		onderste knop 1e tak	bovenste knop 1e tak	onderste knop 2e tak	bovenste knop 2e tak			
Springtime	100% CRF	51.6	78.5	8.3	12.1	11.4	8.8	608
	CRF+recirc	53.3	79.4	14.0	20.6	10.8	9.1	655
	Geen CRF	52.8	79.2	13.1	19.1	11.1	9.7	687
Salinas	100% CRF	47.7	68.7	31.2	45.3	9.0	8.6	458
	CRF+recirc	48.2	72.2	34.3	53.8	9.1	9.4	485
	Geen CRF	49.3	74.5	37.9	57.8	9.0	9.6	544
Gemiddeld	100% CRF	49.7 a*	73.6 a*	19.7 a*	28.7 a*	10.2 a*	8.7 a*	533 a *
	CRF+recirc	50.8 a	75.8 a	24.2 b	37.2 b	9.9 a	9.2 b	570 b
	Geen CRF	51.0 a	76.8 a	25.5 b	38.4 b	10.0 a	9.7 c	615 b

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

Tabel 12

Gemiddeld vers- en drooggewicht per plantonderdeel in het veilingrijpe stadium bij de controlebehandeling zonder CRF met 1,1 EC in gift met recirculatie (geen CRF), de combinatiebehandeling met 3 gram CRF in de pot, watergift met 0,7 EC met recirculatie (CRF+recirc) en de behandeling met alle voeding in vorm van CRF, watergift zonder voeding zonder recirculatie (100% CRF).

		vers-gewicht blad	vers-gewicht bloem-takken	vers-gewicht wortels	droog-gewicht blad	droog-gewicht bloem-takken	droog-gewicht wortel	droog-gewicht totaal
Springtime	100% CRF	125	54.0	91.3	6.5	4.9	8.1 b*	19.5
	CRF+recirc	140	56.9	84.1	7.2	5.2	7.9 b	20.4
	Geen CRF	150	64.3	77.9	7.5	5.5	6.9 a	19.9
Salinas	100% CRF	94	58.5	83.2	5.0	4.8	6.7 a	16.4
	CRF+recirc	102	64.3	87.1	5.4	5.1	7.0 a	17.5
	Geen CRF	118	69.2	91.5	6.2	5.6	7.4 ab	19.3
Gemiddeld	100% CRF	110 a*	56.2 a*	87.2 a*	5.8 a*	4.8 a*	7.4	18.0 a*
	CRF+recirc	121 ab	60.6 a	85.6 a	6.3 ab	5.2 ab	7.4	18.9 a
	Geen CRF	134 b	66.8 a	84.7 a	6.9 b	5.5 b	7.2	19.6 a

* *Bij verschillende letters in één kolom is er een betrouwbaar verschil tussen de behandelingen. Bij gelijke letters is er geen betrouwbaar verschil. Voor het drooggewicht van de wortels was er een betrouwbare interactie tussen cultivar en behandeling en zijn de betrouwbare verschillen per cultivar apart weergegeven.*

3.4 Gewasanalyses

Bij de gewasanalyses na 20 weken opkweek was er weinig verschil tussen de drie behandelingen in gehaltes van de voedingselementen per kg droge stof (Tabel 13). Alleen het Cu-gehalte was in de wortels van de CRF-behandelingen wat hoger dan bij de controlebehandeling zonder CRF. Bij de gewasanalyses na 26 weken opkweek was er wel wat verschil tussen de behandelingen. In de bovengrondse plantendelen (blad) van de 100% CRF-behandeling waren de K- en Ca-gehaltes wat lager dan bij de andere behandelingen. De CRF-korrels bevatten geen calcium, maar in de bekalking is wel calcium aanwezig en daardoor was er na de eerste 20 weken opkweek weinig verschil in calciumgehalte. Als bij de behandeling met 100% CRF drainwater hergebruikt was, was er waarschijnlijk minder verschil geweest met de andere behandelingen. In voedingsrecepten zonder recirculatie wordt in het algemeen een iets hoger calciumgehalte geadviseerd omdat calcium een moeilijk opneembaar element is. Bij recirculatie wordt in het algemeen een wat lager calciumgehalte in het recept geadviseerd om te voorkomen dat het calciumgehalte bij recirculatie op gaat lopen en negatief kan gaan werken op de kaliumopname. Bij de wortels lijken aan het eind van de opkweek sommige gehaltes van de combinatiebehandeling wat achter te blijven, terwijl de gehaltes bij de 100% CRF vrijwel gelijk zijn aan de controlebehandeling zonder CRF. Hier is geen verklaring voor.

Bij de veilingrijpe planten was een afnemende trend in het kalium- en calciumgehalte zichtbaar in het blad. Het kalium- en calciumgehalte van de combinatiebehandeling van CRF met 0,7 EC en recirculatie was lager dan van de controlebehandeling zonder CRF en bij de 100% CRF behandeling was het kalium- en calciumgehalte weer lager dan van de combinatiebehandeling. Bij de gewasanalyses van week 20, 26 en de veilingrijpe planten is een mengmonster genomen van alle bladeren, alle wortels en alle bloemtakken op een plant. Dit is dus inclusief de oude bladeren gevormd in de eerste 12 weken van de opkweek waarin de afgifte van de CRF-korrels wat achterbleef (zie 3.2). Bij de veilingrijpe planten zijn extra analyses genomen van alleen het 6^{e} blad (gevormd in eerste 12 weken van de teelt) en van blad 8/9 (gevormd in 2^{e} helft van opkweek bij juiste afgifte van de CRF-korrels na het inschudden van de CRF-korrels). Bij beide monsters is de afnemende trend in het kalium- en calciumgehalte zichtbaar. In de wortels van de veilingrijpe planten was het kaliumgehalte bij beide CRF-behandelingen wat lager dan bij de controle zonder CRF en was er ook bij het totaal stikstofgehalte een afnemende trend zichtbaar. Dit was in het bovengronds gewas niet het geval. Verder valt op dat er in de gewasanalyses van de bloemtakken weinig verschil is tussen de drie behandelingen. Verder is te zien dat in alle plantendelen natrium voorkomt en dat het natriumgehalte in de twee behandelingen met recirculatie (combinatiebehandeling en controlebehandeling zonder CRF) hoger is dan de behandeling zonder recirculatie (100% CRF). Het zinkgehalte in de wortels is bij de twee behandelingen met recirculatie ook hoger dan in de behandeling zonder recirculatie.

Tabel 13

Gehalte aan voedingselementen in droge stof van bovengrondse (blad) en ondergrondse plantendelen (wortels) op 10 oktober (week 20), 23 november 2016 (week 26 na start van opkweek) en in het veilingrijpe stadium bij controlebehandeling zonder CRF met 1,1 EC in gift met recirculatie (geen CRF), de combinatiebehandeling met 3 gram CRF in de pot, watergift met 0,7 EC met recirculatie (CRF+recirc) en de behandeling met alle voeding in vorm van CRF, watergift zonder voeding zonder recirculatie (100% CRF). In het veilingrijpe stadium zijn ook gehalte aan voedingselementen bepaald in de bloemtakken en in blad 6 (gevormd tijdens beginfase van opkweek toen afgifte van CRF nog niet optimaal was) en blad 8/9 (gevormd na het inmengen van de CRF-korrels en bij juiste afgifte van CRF korrels) afzonderlijk. Gemiddelde waarden van de cultivars Salinas en Springtime (waarde per cultivar zie bijlage 3). K, Na, Ca, Mg, N-totaal, P-totaal, Fe, Mn, Zn en B in mmol/kg droge stof en Mo en Cu in µmol/kg droge stof.

	behandeling	K	Na	Ca	Mg	N-tot	P-tot	Fe	Mn	Zn	B	Mo	Cu
Week 20													
Blad	100% CRF	1334	43	675	336	1147	82	0.9	1.9	0.3	2.9	< 10	63
	CRF + recirc	1410	59	642	329	1088	85	0.9	2.1	0.4	2.7	< 10	53
	Geen CRF	1485	44	606	317	1012	90	1.0	1.8	0.3	2.8	< 10	42
Wortels	100% CRF	245	63	175	242	1229	90	2.6	0.4	1.7	0.9	25	223
	CRF + recirc	276	105	209	274	1178	111	2.8	0.4	2.5	1.0	20	140
	Geen CRF	291	72	196	265	1198	105	2.7	0.3	2.1	0.8	17	68
Week 26													
Blad	100% CRF	1105	32	587	299	1233	84	0.7	1.8	0.4	2.7	< 10	90
	CRF + recirc	1473	51	733	357	1155	105	1.0	2.3	0.4	3.3	< 10	23
	Geen CRF	1516	44	782	386	1138	106	1.1	2.7	0.4	3.1	< 10	28
Wortels	100% CRF	303	66	234	306	1402	116	2.5	0.6	2.2	1.2	24	135
	CRF + recirc	251	73	208	244	1169	91	2.4	0.4	1.8	0.9	23	84
	Geen CRF	313	78	238	304	1424	110	2.4	0.4	2.3	1.0	19	64
Veilingrijp													
Blad	100% CRF	915	42	670	397	1199	89	1.1	3.1	0.3	4.8	< 10	83
	CRF + recirc	1304	75	832	413	1243	107	1.5	3.7	0.8	4.7	< 10	40
	Geen CRF	1580	67	883	395	1247	114	1.7	4.2	0.8	4.6	< 10	36
Wortels	100% CRF	187	82	230	215	1278	98	4.6	0.8	2.6	1.6	42	169
	CRF + recirc	173	112	269	245	1531	91	9.4	0.9	4.1	1.4	51	208
	Geen CRF	291	124	311	255	1738	107	7.3	0.9	5.2	1.5	29	232
Bloemtak	100% CRF	855	11	113	156	1302	102	0.4	0.7	0.4	1.9	< 10	60
	CRF + recirc	893	24	120	139	1215	95	0.6	0.8	0.6	1.6	< 10	84
	Geen CRF	899	22	100	123	1248	86	0.6	0.8	0.6	1.4	< 10	103
Blad 6	100% CRF	848	56	819	412	1029	64	1.1	3.3	0.3	5.7	< 10	66
	CRF + recirc	1133	87	872	389	1107	76	1.5	3.5	0.7	5.3	< 10	45
	Geen CRF	1314	74	922	400	1179	72	1.7	4.1	0.8	5.0	< 10	48
Blad 8/9	100% CRF	918	27	635	368	1174	97	0.7	3.0	0.3	4.5	< 10	46
	CRF + recirc	1200	48	772	370	1174	97	1.0	3.6	0.7	4.3	< 10	29
	Geen CRF	1469	48	788	380	1255	105	1.2	4.3	0.7	4.4	< 10	25

3.5 Houdbaarheid

Na afloop van het recirculatie-onderzoek is van 10 planten per behandeling de houdbaarheid getest. De behandelingen met CRF hebben geen nadelige (na-)effecten laten zien in het houdbaarheidsonderzoek (Tabel 14). Bij de cultivar Springtime zijn bij alle behandelingen nauwelijks bloemen of knoppen verdroogd of afgevallen. Bij de cultivar Salinas was er wel knopverdroging en knopval. Bij deze cultivar zijn bij de controlebehandeling meer knoppen verdroogd/afgevallen dan bij de 100% CRF behandeling. De combinatiebehandeling lag daar tussenin. Het totaal aangelegde knoppen verschilde echter ook. De willekeurig gekozen planten voor het houdbaarheidsonderzoek bleken bij de controlebehandeling gemiddeld meer aangelegde knoppen te hebben. Ondanks het hogere aantal verdroogde/afgevallen knoppen was het aantal resterende goede knoppen na 1 week consumentenfase bij de controlebehandeling iets hoger dan bij de 100% CRF behandeling. Na 6 weken consumentenfase leek het aantal goede knoppen bij de controlebehandeling iets lager te worden dan bij de 100% CRF behandeling.

Tabel 14

Aantal aangelegde, goede en verdroogd/afgevallen bloemen en knoppen per plant en percentage verdroogde/afgevallen knoppen na 1 en 6 weken consumentenfase. Voorafgaand aan de consumentenfase hebben ingehoesde planten per behandeling een transportsimulatie van 7 dagen (in donker bij 15°C) en winkelsimulatie van 6 dagen (20°C en 12 uur licht/12 uur donker) ondergaan. Voor de cultivar Springtime zijn 10 willekeurige 1-tak vertakte planten en voor de cultivar Salinas 10 willekeurige 2-tak vertakte planten gebruikt (= meest voorkomende kwaliteitsklasse per cultivar).

		Na 1 week consumentenfase			Na 6 weken consumentenfase		
cultivar		Totaal aangelegd	Aantal verdroogd of afgevallen	Aantal goede	Totaal aangelegd	Aantal verdroogd of afgevallen	Aantal goede
Springtime	100% CRF	16.4	0.4	16.0	16.4	0.4	16.0
	CRF + recirc	16.6	0.3	16.3	16.6	0.3	16.3
	Geen CRF	16.9	0.2	16.7	17.0	0.3	16.7
Salinas	100% CRF	25.6	1.3	24.3	26.6	4.1	22.5
	CRF + recirc	29.2	2.9	26.3	29.6	7.9	21.7
	Geen CRF	35.1	6.9	28.2	38.2	18.2	20.0

4 Conclusies

- Zonder recirculatie is de emissienorm vanaf 1-1-2018 (maximaal 150 kg N/ha/jaar) voor Phalaenopsis niet haalbaar (met traditionele watergift en substraat zoals toegepast in dit onderzoek).

- Met recirculatie kan de emissie flink verminderd worden en bij lozing van maximaal circa 10% van het drainwater is de emissienorm van 2018 wel haalbaar.

- Met CRF (controlled release fertilizers) kan het gehalte aan meststoffen in het drainwater en daarmee ook de emissie van meststoffen flink verlaagd worden (40 tot 75% lager N-totaal).
  - Met de combinatiebehandeling van 3 gram CRF met 0,7 EC in watergift met recirculatie kan met 40% minder emissie van meststoffen dezelfde kwaliteit planten (zelfde percentage meertakkers) gerealiseerd worden als de controlebehandeling zonder CRF. Omdat het absolute verschil tussen de EC in gift en de EC in drainsilo gelijk was aan de controle zonder CRF is een relatief hogere bijmeng EC nodig om de hoeveelheid lozingswater (aantal m^3) gelijk te houden.
  - Bij bemesting volledig in vorm van CRF kan de emissie met 75% omlaag. Bij deze behandeling is in de eerste 12 weken van de teelt een wat lichtere bladkleur en geringe groeiachterstand ontstaan, doordat de voedingsafgifte van de korrels niet volledig gestart was als gevolg van extreem droog microklimaat rond de CRF-korrels (zie 3.2.1.). Na aanpassingen in het klimaat en inschudden van de korrels was het groeipercentage gelijk aan de controlebehandeling. Bij volledige bemesting in vorm van CRF is de emissienorm voor 2018 (max. 150 kg N/ha/jaar) niet haalbaar zonder recirculatie. Daarom wordt geadviseerd de CRF-bemesting te combineren met recirculatie of andere maatregelen om de hoeveelheid drain te verminderen.

- Voor een optimale afgifte van de CRF-korrels is het van belang dat het microklimaat rond de korrels niet extreem droog is door ervoor te zorgen dat de CRF korrels voldoende in het substraat zakken of de korrels vóór het oppotten door het substraat te mengen, afhankelijk van de substraatsamenstelling en de grootte van de fractie.

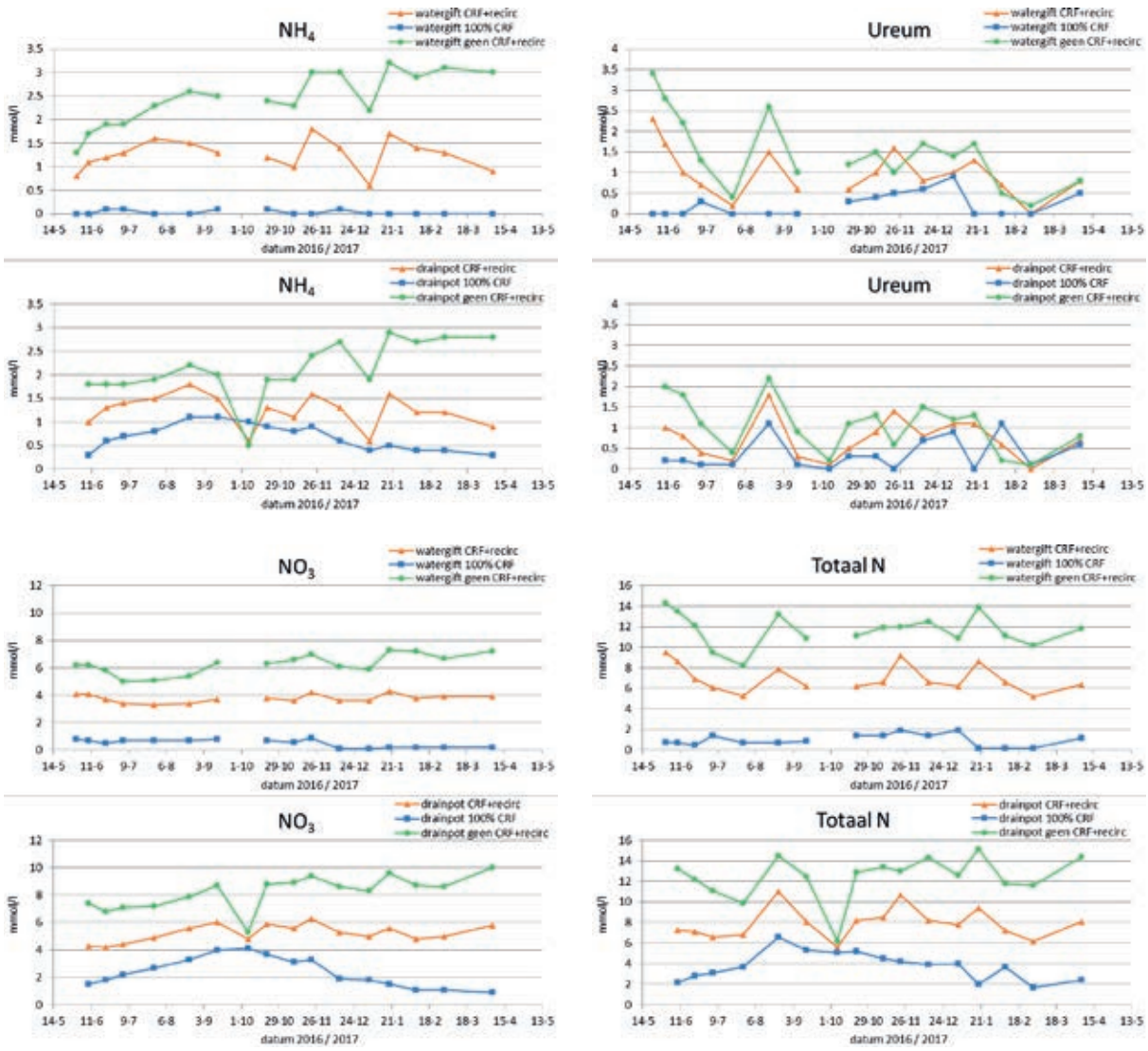
Literatuur

Blok, C. en A. Kromwijk, 2014.
Recirculatie potorchidee 5. Zink. Leaflet op website Glastuinbouw Waterproof. http://www.glastuinbouwwaterproof.nl/fileadmin/user_upload/waterproof/Projecten/doc/Potorchidee/2014_02_11_flyer_recirculatie_potorchidee_5_zink.pdf.

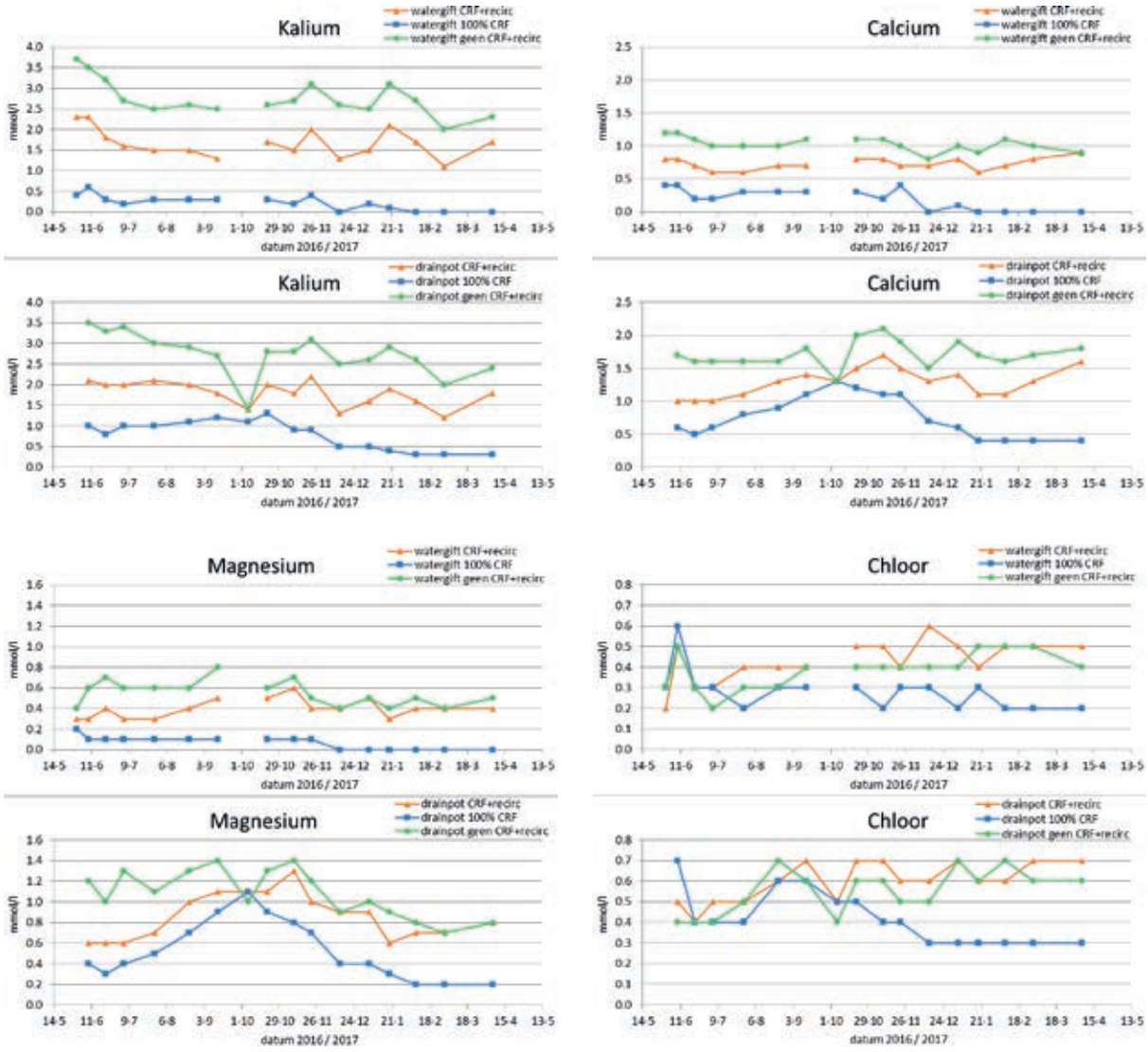
Kromwijk, J.A.M., Haaster, Bram van, Kongkijthavorn, Songyos, Blok, C., Os, E.A. van, 2015.
Recirculatie tijdens opkweek, koeling en afkweek van Phalaenopsis: behoud plantgezondheid en voorkomen groeiremming bij recirculatie potorchidee. Rapport GTB 1379, Wageningen UR Glastuinbouw.

Os, E. van en A. Kromwijk, 2014.
Recirculatie potorchidee 6. Reinigen van leidingen (Chloordioxide). Leaflet op website Glastuinbouw Waterproof. (http://www.glastuinbouwwaterproof.nl/fileadmin/user_upload/waterproof/Projecten/doc/Potorchidee/2014_02_11_Flyer_recirculatie_potorchidee_6_chloordioxide.pdf).

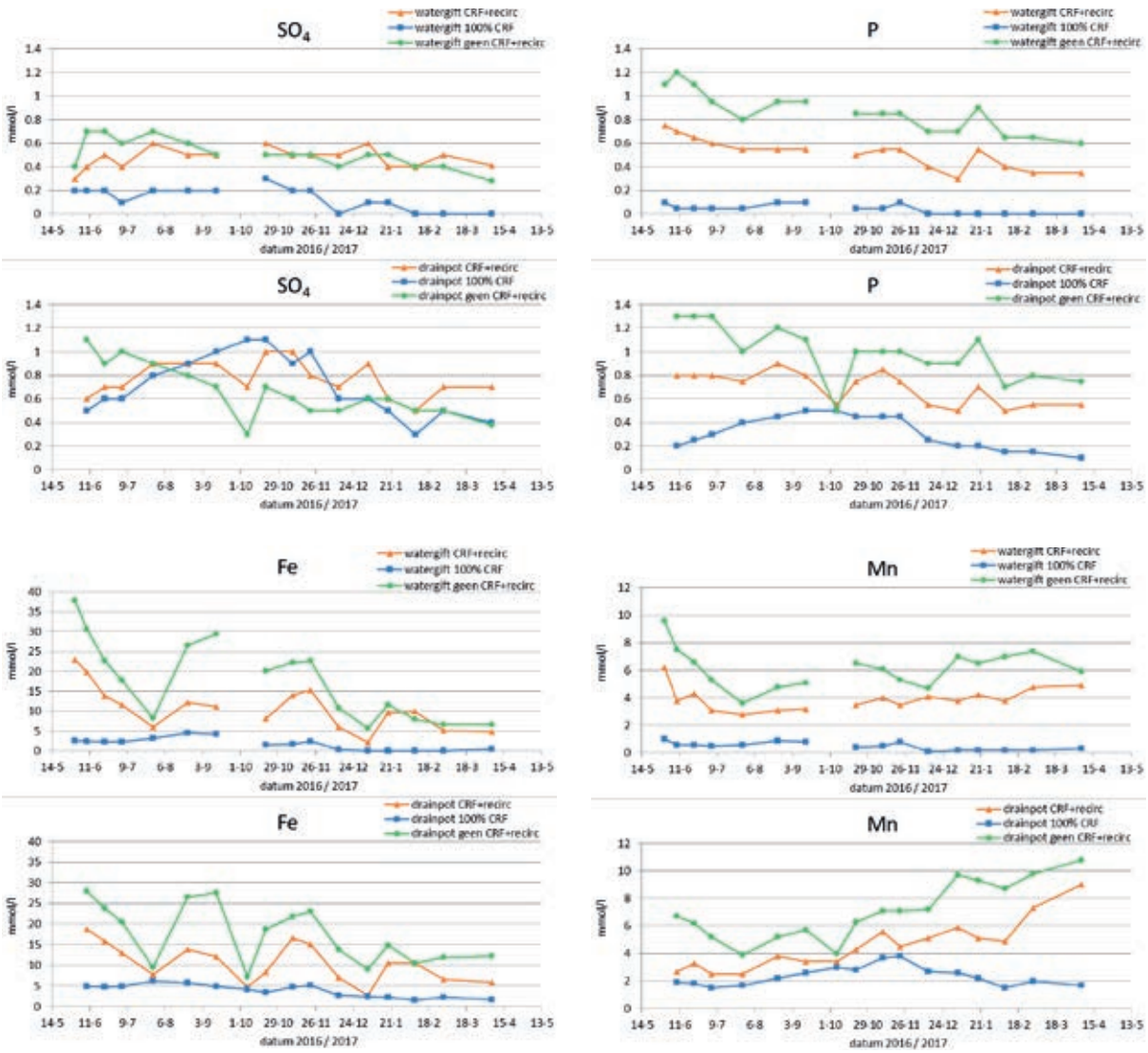
Bijlage 1 Overige voedingselementen in watergift en drainwater



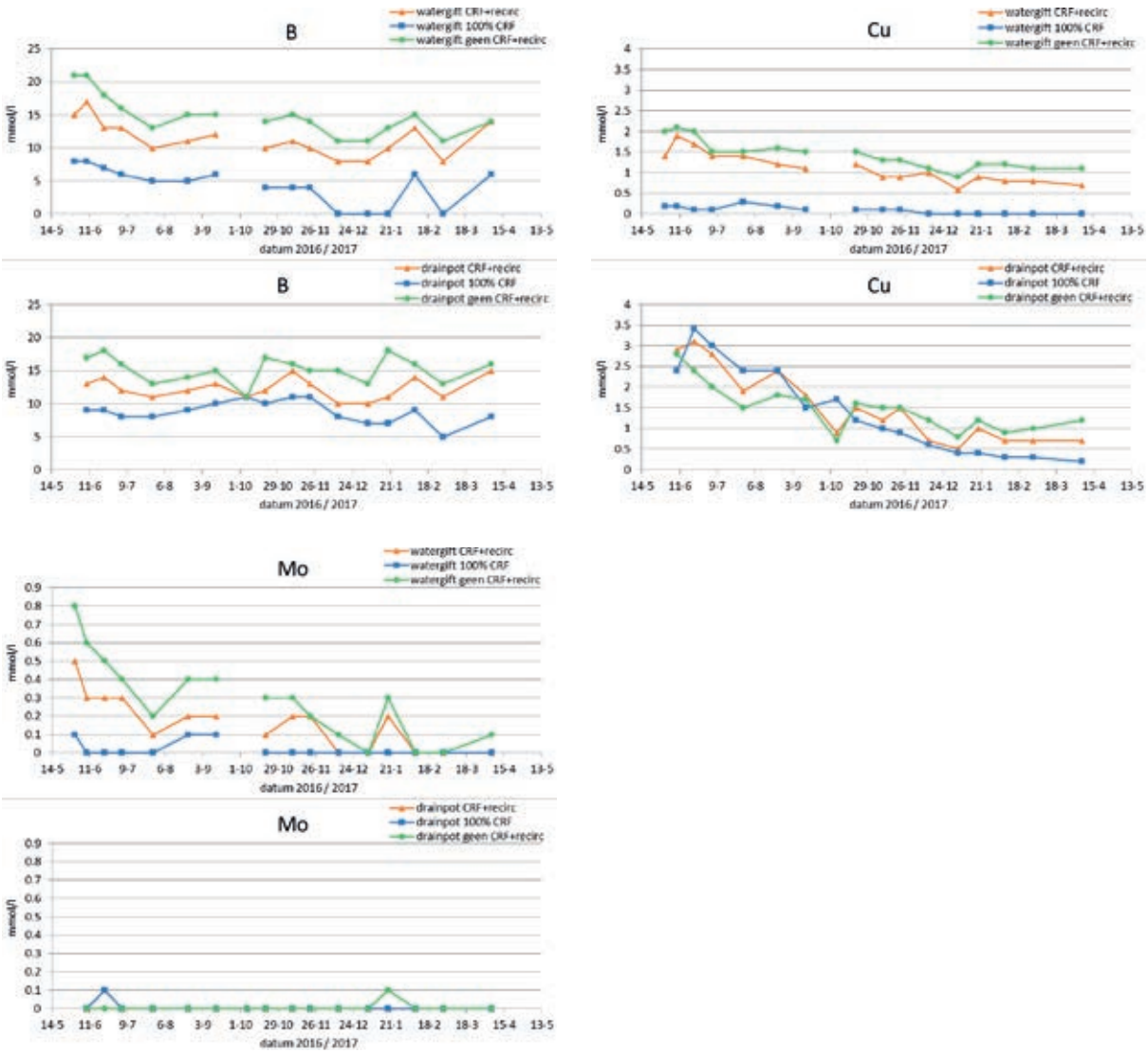
Figuur 8 *Verloop van het ammonium-, ureumgehalte, nitraat- en totaal stikstofgehalte in de watergift (boven) en in de drain onderuit de pot (onder) bij de combinatiebehandeling met 3 gram CRF in de pot, watergift met 0,7 EC met recirculatie (CRF+recirc), bij de behandeling met alle voeding in vorm van CRF, watergift zonder voeding en zonder recirculatie (100% CRF) en bij de controlebehandeling zonder CRF met 1,1 EC in gift met recirculatie (geen CRF+recirc). Het verloop van de gehaltes in de grafieken vertoont op sommige momenten een wat schokkerig verloop. Dit komt doordat in beginperiode van de teelt al het drainwater is hergebruikt en later periodes met volledig hergebruik tijdelijk afgewisseld zijn met periodes met een wat lager percentage hergebruik van drainwater om gehaltes aan voedingselementen wat bij te sturen. In de gebruikte CRF-korrels zit geen ureum, maar in de analyses van de watergift is soms wel ureum gemeten. Het is niet duidelijk waar dit vandaan komt. Op 6 oktober is bij alle behandelingen eenmaal een grote gift met schoon water gegeven vanwege de hoge potwormdruk. Deze watergiften zijn niet geanalyseerd. De laatste analyse (6-4) is van de cultivar Salinas (Springtime was al eerder veilingrijp), alle andere analyses zijn van gemengd drainwater van Salinas en Springtime.*



Figuur 9 *Verloop van kalium-, calcium-, magnesium- en chloorgehalte in de watergift (boven) en in de drain onderuit de pot (onder) bij de combinatiebehandeling met 3 gram CRF in de pot, watergift met 0,7 EC met recirculatie (CRF+recirc), bij de behandeling met alle voeding in vorm van CRF, watergift zonder voeding en zonder recirculatie (100% CRF) en bij de controlebehandeling zonder CRF met 1,1 EC in gift met recirculatie (geen CRF+recirc). Het verloop van de gehaltes in de grafieken vertoont op sommige momenten een wat schokkerig verloop. Dit komt doordat in beginperiode van de teelt al het drainwater is hergebruikt en later periodes met volledig hergebruik tijdelijk afgewisseld zijn met periodes met een wat lager percentage hergebruik van drainwater om gehaltes aan voedingselementen wat bij te sturen. In de CRF-korrels zit geen calcium, maar in de analyses van de watergift zonder meststoffen bij de 100% CRF behandeling is soms wel calcium gemeten. Het is niet duidelijk waar dit vandaan komt. Het hoge chloorgehalte in de watergift van 9 juni is waarschijnlijk gevolg van hogere dosering chloordioxide dan gebruikelijk. Op 6 oktober is bij alle behandelingen eenmaal een grote gift met schoon water gegeven vanwege de hoge potwormdruk. De watergiften zijn toen niet geanalyseerd. De laatste analyse (6-4) is van de cultivar Salinas (Springtime was al eerder veilingrijp), alle andere analyses zijn van gemengd drainwater van Salinas en Springtime.*



Figuur 10 *Verloop van sulfaat-, fosfaat-, ijzer en mangaangehalte in de watergift (boven) en in de drain onderuit de pot (onder) bij de combinatiebehandeling met 3 gram CRF in de pot, watergift met 0,7 EC met recirculatie (CRF+recirc), bij de behandeling met alle voeding in vorm van CRF, watergift zonder voeding en zonder recirculatie (100% CRF) en bij de controlebehandeling zonder CRF met 1,1 EC in gift met recirculatie (geen CRF+recirc). Het verloop van de gehaltes in de grafieken vertoont op sommige momenten een wat schokkerig verloop. Dit komt doordat in beginperiode van de teelt al het drainwater is hergebruikt en later periodes met volledig hergebruik tijdelijk afgewisseld zijn met periodes met een wat lager percentage hergebruik van drainwater om gehaltes aan voedingselementen wat bij te sturen. Op 6 oktober is bij alle behandelingen eenmaal een grote gift met schoon water gegeven vanwege de hoge potwormdruk. De watergiften zijn toen niet geanalyseerd. De laatste analyse (6-4) is van de cultivar Salinas (Springtime was al eerder veilingrijp), alle andere analyses zijn van gemengd drainwater van Salinas en Springtime.*



Figuur 11 *Verloop van het borium, koper en molybdeengehalte in de watergift (boven) en in de drain onderuit de pot (onder) bij de combinatiebehandeling met 3 gram CRF in de pot, watergift met 0,7 EC met recirculatie (CRF+recirc), bij de behandeling met alle voeding in vorm van CRF, watergift zonder voeding en zonder recirculatie (100% CRF) en bij de controlebehandeling zonder CRF met 1,1 EC in gift met recirculatie (geen CRF+recirc). Het verloop van de gehaltes in de grafieken vertoont op sommige momenten een wat schokkerig verloop. Dit komt doordat in beginperiode van de teelt al het drainwater is hergebruikt en later periodes met volledig hergebruik tijdelijk afgewisseld zijn met periodes met een wat lager percentage hergebruik van drainwater om gehaltes aan voedingselementen wat bij te sturen. Op 6 oktober is bij alle behandelingen eenmaal een grote gift met schoon water gegeven vanwege de hoge potwormdruk. De watergiften zijn toen niet geanalyseerd. De laatste analyse (6-4) is van de cultivar Salinas (Springtime was al eerder veilingrijp), alle andere analyses zijn van gemengd drainwater van Salinas en Springtime. Bij gelijke waardes liggen punten en lijnen bovenop elkaar en zijn onderliggende punten/lijnen soms niet zichtbaar.*

Bijlage 2 Destructieve eindmetingen per kwaliteitsklasse

Tabel 15

Gemiddelde planthoogte tot onderste en bovenste bloemknop van 1e en 2e bloemtak, bloemgrootte, aantal bladeren en bladoppervlakte per plant per kwaliteitsklasse in het veilingrijpe stadium (2 herhalingen per behandeling, n=6 per herhaling per cultivar per kwaliteitsklasse) bij controlebehandeling zonder CRF met 1,1 EC in gift met recirculatie (geen CRF), de combinatiebehandeling met 3 gram CRF in de pot, watergift met 0,7 EC met recirculatie (CRF+recirc) en de behandeling met alle voeding in vorm van CRF, watergift zonder voeding en zonder recirculatie (100% CRF). o=onvertakt, v=vertakt.

			planthoogte (cm) tot				bloem-grootte (cm)	aantal bladeren	blad-opper-vlakte (cm^2)
			onderste knop 1e tak	bovenste knop 1e tak	onderste knop 2e tak	bovenste knop 2e tak			
1tak o	Springtime	100% CRF	49 a*	75 a			10.8 a	8.4 a	582 a
		CRF+recirc	52 a	78 a			10.7 a	9.0 ab	599 a
		Geen CRF	50 a	76 a			10.9 a	9.7 b	632 a
1tak v	Springtime	100% CRF	53	81			11.0	8.9	617
		CRF+recirc	55	82			10.8	9.0	673
		Geen CRF	54	82			11.4	9.8	676
	Salinas	100% CRF	51	75			9.5	8.5	458
		CRF+recirc	49	77			9.4	9.2	463
		Geen CRF	49	75			9.0	9.6	442
	Gemiddeld	100% CRF	52 a*	78 a			10.3 a	8.7 a	537 a
		CRF+recirc	52 a	80 a			10.1 a	9.1 a	568 a
		Geen CRF	51 a	79 a			10.2 a	9.7 b	559 a
2-tak o	Springtime	100% CRF	50	73	51	74	13.3	8.9	612
		CRF+recirc	51	75	51	75	10.8	9.3	654
		Geen CRF	54	77	51	75	10.9	9.8	761
	Salinas	100% CRF	45	66	44	65	9.0	8.7	470
		CRF+recirc	45	68	44	65	8.8	9.3	447
		Geen CRF	46	70	45	68	8.8	9.3	508
	Gemiddeld	100% CRF	47 a*	70 a	47 a	70 a	11.1 a	8.8 a	541 a
		CRF+recirc	48 a	71 a	48 a	70 a	9.8 a	9.3 a	551 a
		Geen CRF	50 a	73 a	48 a	71 a	9.9 a	9.5 a	634 a
2-tak v	Salinas	100% CRF	47 a*	65 a	46 a	67 a	8.8 a	8.7 a	453 a
		CRF+recirc	48 a	72 a	44 a	70 a	9.1 b	9.5 a	501 b
		Geen CRF	50 a	75 a	48 a	74 a	9.0 b	9.7 a	580 c

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

Tabel 16

Gemiddeld vers- en drooggewicht per plantonderdeel per kwaliteitsklasse in het veilingrijpe stadium (2 herhalingen per behandeling, n=6 per herhaling per cultivar per kwaliteitsklasse) bij controlebehandeling zonder CRF met 1,1 EC in gift met recirculatie (geen CRF), de combinatiebehandeling met 3 gram CRF in de pot, watergift met 0,7 EC met recirculatie (CRF+recirc) en de behandeling met alle voeding in vorm van CRF, watergift zonder voeding en zonder recirculatie (100% CRF). o=onvertakt, v=vertakt.

			vers-gewicht blad	vers-gewicht bloem-takken	vers-gewicht wortels	droog-gewicht blad	droog-gewicht bloem-takken	droog-gewicht wortel	droog-gewicht totaal
1-tak o	Springtime	100% CRF	121 a*	41 a	82 a	6.0 a	3.5 a	7.2 a	16.7
		CRF+recirc	126 a	43 a	66 a	6.3 a	3.7 a	6.4 a	16.3
		Geen CRF	141 a	47 a	62 a	7.0 a	3.7 a	5.6 a	16.3
1-tak v	Springtime	100% CRF	126	54	92	6.6	5.0	8.3	19.9
		CRF+recirc	145	52	89	7.5	5.0	8.4	20.9
		Geen CRF	146	61	76	7.4	5.4	6.7	19.5
	Salinas	100% CRF	92	49	82	5.1	4.4	6.5	16.0
		CRF+recirc	96	52	84	5.2	4.2	6.7	16.1
		Geen CRF	102	41	71	5.3	3.3	5.8	14.3
	Gemiddeld	100% CRF	109 a*	52 a	87 a	5.8 a	4.7 a	7.4 a	17.9
		CRF+recirc	121 a	52 a	87 a	6.4 a	4.6 a	7.5 a	18.5
		Geen CRF	124 a	51 a	74 a	6.4 a	4.3 a	6.2 a	16.9
2-tak o	Springtime	100% CRF	129	74	103	6.8	6.5	9.1	22.3
		CRF+recirc	138	77	86	7.2	6.6	8.1	21.9
		Geen CRF	167	86	96	8.3	7.1	8.5	23.9
	Salinas	100% CRF	95	62	84	5.0	4.7	6.7	16.5
		CRF+recirc	93	62	77	4.8	4.5	5.9	15.2
		Geen CRF	108	59	70	5.5	4.4	5.8	15.8
	Gemiddeld	100% CRF	112 a*	68 a	94 a	5.9 a	5.6 a	7.9 b	19.4
		CRF+recirc	115 a	69 a	82 a	6.0 a	5.6 a	7.0 a	18.6
		Geen CRF	137 b	73 a	83 a	6.9 a	5.8 a	7.2 a	19.8
2-tak v	Salinas	100% CRF	95 a*	64 a	85 a	4.9 a	5.1 a	6.8 a	16.8
		CRF+recirc	106 a	70 a	90 a	5.6 ab	5.6 a	7.3 ab	18.6
		Geen CRF	125 a	80 a	102 a	6.7 b	6.5 b	8.2 b	21.4

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

Bijlage 3 Gewasanalyses per cultivar

Tabel 17

Gehalte aan voedingselementen in droge stof van bovengrondse (blad) en ondergrondse plantendelen (wortels) op 10 oktober (week 20), 23 november 2016 (week 26 na start van opkweek) en in het veilingrijpe stadium (28-3 en 11-4) van de cultivar Springtime en Salinas bij controlebehandeling zonder CRF met 1,1 EC in gift met recirculatie (geen CRF), de combinatiebehandeling met 3 gram CRF in de pot, watergift met 0,7 EC met recirculatie (CRF+recirc) en de behandeling met alle voeding in vorm van CRF, watergift zonder voeding en zonder recirculatie (100% CRF). K, Na, Ca, Mg, N-totaal, P-totaal, Fe, Mn, Zn en B in mmol/kg droge stof en Mo en Cu in µmol/kg droge stof.

Datum/cultivar	behandeling	K	Na	Ca	Mg	N-tot	P-tot	Fe	Mn	Zn	B	Mo	Cu
10-10	Blad												
Spring	100% CRF	1382	48	799	360	1200	89	1.0	2.2	0.3	3.2	<10	68
Spring	CRF + recirc	1320	55	685	319	1200	94	0.9	2.3	0.4	2.6	<10	62
Spring	Geen CRF	1411	44	626	290	1088	82	0.9	2.0	0.3	2.5	<10	34
Salinas	100% CRF	1286	39	550	312	1093	75	0.7	1.5	0.3	2.5	<10	59
Salinas	CRF + recirc	1499	63	598	339	976	75	0.9	1.8	0.3	2.8	<10	45
Salinas	Geen CRF	1559	45	585	343	936	97	1.0	1.6	0.3	3.0	<10	51
10-10	Wortel												
Spring	100% CRF	233	68	182	278	1297	86	2.7	0.5	1.9	1.0	18	268
Spring	CRF + recirc	263	109	218	301	1203	103	3.4	0.4	2.8	1.1	16	154
Spring	Geen CRF	291	79	212	323	1212	95	2.6	0.4	1.9	0.8	11	73
Salinas	100% CRF	257	58	168	206	1160	94	2.4	0.3	1.4	0.8	32	177
Salinas	CRF + recirc	289	101	199	247	1153	118	2.1	0.4	2.1	0.8	24	125
Salinas	Geen CRF	291	64	179	207	1184	115	2.7	0.3	2.2	0.7	24	63
23-11	Blad												
Spring	100% CRF	1057	32	611	293	1350	86	0.7	1.9	0.4	2.6	<10	91
Spring	CRF + recirc	1387	49	730	364	1239	125	0.9	2.1	0.5	2.8	<10	26
Spring	Geen CRF	1571	50	756	350	1207	103	1.2	2.8	0.4	2.9	<10	41
Salinas	100% CRF	1152	31	563	304	1115	82	0.6	1.7	0.3	2.8	<10	89
Salinas	CRF + recirc	1559	52	735	350	1071	84	1.1	2.4	0.4	3.7	<10	21
Salinas	Geen CRF	1461	38	808	421	1068	108	1.0	2.5	0.4	3.3	<10	14
23-11	Wortel												
Spring	100% CRF	297	79	271	370	1473	122	3.1	0.7	2.8	1.3	26	185
Spring	CRF + recirc	223	78	221	263	1243	80	2.8	0.4	2.0	0.9	14	64
Spring	Geen CRF	301	85	260	352	1428	97	2.8	0.5	2.8	1.1	14	80
Salinas	100% CRF	309	53	197	242	1330	110	1.9	0.4	1.5	1.0	23	86
Salinas	CRF + recirc	279	68	195	225	1094	102	1.9	0.4	1.6	0.8	33	104
Salinas	Geen CRF	325	71	215	255	1420	122	1.9	0.4	1.8	0.9	25	49

Datum/cultivar	behandeling	K	Na	Ca	Mg	N-tot	P-tot	Fe	Mn	Zn	B	Mo	Cu
28-3	Blad												
Spring	100% CRF	882	42	648	395	1424	98	1.1	3.4	0.4	4.2	<10	88
Spring	CRF + recirc	1283	82	803	428	1408	120	1.4	3.8	0.8	3.9	<10	40
Spring	Geen CRF	1465	73	809	402	1381	116	1.7	4.3	0.8	3.3	<10	38
11-4													
Salinas	100% CRF	948	43	691	399	973	80	1.0	2.7	0.3	5.3	<10	78
Salinas	CRF + recirc	1325	68	860	397	1078	93	1.5	3.5	0.7	5.4	<10	41
Salinas	Geen CRF	1694	61	956	388	1112	111	1.6	4.0	0.7	5.9	<10	35
28-3	Wortel												
Spring	100% CRF	204	96	257	231	1444	101	4.0	0.8	3.6	1.8	44	179
Spring	CRF + recirc	218	177	344	315	1533	106	8.6	0.9	6.3	1.7	46	201
Spring	Geen CRF	273	126	332	285	1798	98	7.5	0.9	4.7	1.5	28	188
11-4													
Salinas	100% CRF	169	68	202	198	1112	95	5.2	0.9	1.6	1.3	40	158
Salinas	CRF + recirc	127	48	194	175	1528	75	10.1	0.9	1.8	1.0	56	214
Salinas	Geen CRF	308	121	290	224	1677	116	7.1	0.9	5.6	1.4	29	276
28-3	Bloemtakken												
Spring	100% CRF	863	<10	111	155	1351	102	0.4	0.8	0.4	1.7	<10	66
Spring	CRF + recirc	880	20	115	136	1119	95	0.6	0.8	0.6	1.4	<10	47
Spring	Geen CRF	823	19	86	109	1201	78	0.6	0.8	0.6	1.0	<10	145
11-4													
Salinas	100% CRF	847	13	114	157	1252	102	0.4	0.7	0.3	2.1	<10	53
Salinas	CRF + recirc	905	28	124	142	1310	95	0.5	0.8	0.6	1.8	<10	122
Salinas	Geen CRF	974	25	113	136	1294	94	0.5	0.8	0.6	1.8	<10	62

Tabel 18

Gehalte aan voedingselementen in droge stof van blad gevormd tijdens beginfase van opkweek (blad 6) en blad gevormd in eindfase van opkweek (blad 8-9) geanalyseerd in het veilingrijpe stadium (28-3 en 11-4) van de cultivar Springtime(28-3-2017) en Salinas (11-4-2017) bij controlebehandeling zonder CRF met 1,1 EC in gift met recirculatie (geen CRF), de combinatiebehandeling met 3 gram CRF in de pot, watergift met 0,7 EC met recirculatie (CRF+recirc) en de behandeling met alle voeding in vorm van CRF, watergift zonder voeding en zonder recirculatie (100% CRF). K, Na, Ca, Mg, N-totaal, P-totaal, Fe, Mn, Zn en B in mmol/kg droge stof en Mo en Cu in µmol/kg droge stof.

Datum/cultivar	behandeling	K	Na	Ca	Mg	N-tot	P-tot	Fe	Mn	Zn	B	Mo	Cu
28-3	Blad 6												
Spring	100% CRF	853	63	895	437	1120	67	1.1	4.0	0.3	5.4	<10	67
Spring	CRF + recirc	1180	84	895	404	1255	88	1.3	4.0	0.7	4.7	<10	41
Spring	Geen CRF	1259	78	882	355	1226	66	1.3	4.0	0.8	3.6	<10	33
11-4													
Salinas	100% CRF	842	49	742	386	937	60	1.1	2.6	0.2	5.9	<10	66
Salinas	CRF + recirc	1085	90	849	373	959	64	1.7	2.9	0.7	5.9	<10	49
Salinas	Geen CRF	1369	71	962	445	1131	78	2.0	4.1	0.7	6.4	<10	63
28-3	Blad 8-9												
Spring	100% CRF	815	24	526	341	1363	111	0.6	3.2	0.4	3.8	<10	43
Spring	CRF + recirc	1126	51	631	342	1321	114	0.8	3.4	0.7	3.4	<10	25
Spring	Geen CRF	1448	40	654	351	1499	126	1.1	4.7	0.8	3.2	<10	25
11-4													
Salinas	100% CRF	1020	30	744	394	984	82	0.7	2.7	0.2	5.1	<10	50
Salinas	CRF + recirc	1273	45	913	398	1027	79	1.1	3.8	0.7	5.2	<10	33
Salinas	Geen CRF	1490	55	921	408	1010	83	1.2	3.9	0.6	5.6	<10	26

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

Wageningen University & Research,
BU Glastuinbouw
Postbus 20
2665 ZG Bleiswijk
Violierenweg 1
2665 MV Bleiswijk
T +31 (0)317 48 56 06
F +31 (0) 10 522 51 93
www.wur.nl/glastuinbouw

Glastuinbouw Rapport WPR-703

Wageningen University & Research, BU 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 University & Research is 'To explore the potential of nature to improve the quality of life'. Binnen WUR bundelen 9 gespecialiseerde onderzoeksinstituten van stichting DLO en WUR 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 WUR 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.