



Natriumgevoeligheid en recirculatie bij Cymbidium in 1^e en 2^e teeltjaar

Arca Kromwijk, Wim Voogt en Johan Steenhuizen

Rapport GTB-1432

Referaat

In de teelt van de snij-orchidee *Cymbidium* werd tot voor kort geen drainwater hergebruikt omdat *Cymbidium* vanwege de zoutgevoeligheid van het gewas een vrijstelling had voor recirculatie. Inmiddels gelden voor *Cymbidium* ook emissienormen en is onderzoek gestart om vast te stellen bij welk Natriumniveau nadelige effecten op treden. In een praktijkproef zijn bij een EC van 0,8 drie verschillende Na-concentraties meegegeven. Deze hebben dus een lagere "voedings EC" dan de controlebehandeling zonder Na omdat de totale EC gelijk gebleven is. In een vijfde behandeling is een hoog natriumgehalte bovenop een EC van 0,8 mee gegeven. In het eerste teeltjaar zijn bij de hoogste Na-concentraties bladpunten ontstaan en later doorgezet in afsterving van sommige bladeren. In het eerste teeltjaar was er geen nadelig effect op de productie, omdat de bloemtakken al voor de start van de behandelingen aangelegd waren. In het 2^e teeltjaar zijn wel negatieve effecten op de productie en kwaliteit van de bloemtakken opgetreden. Omdat *Cymbidium* een meerjarig gewas is waarbij de planten jarenlang in productie blijven en negatieve effecten op productie en kwaliteit pas na lange tijd zichtbaar worden, wordt het onderzoek voortgezet met een derde teeltjaar. Dit onderzoek wordt uitgevoerd door Wageningen University & Research Business Unit Glastuinbouw en is gefinancierd door de gewascoöperatie *Cymbidium*, Productschap Tuinbouw en Topsector Tuinbouw en Uitgangsmaterialen.

Rapportgegevens

Rapport GTB-1432

Projectnummer: 3742181100

PT nummer: 15117

Dit project is mede mogelijk gemaakt door financiële bijdrage van:

Gewascoöperatie *Cymbidium*

Topsector Tuinbouw & Uitgangsmaterialen (programma Glastuinbouw Waterproof)

Productschap Tuinbouw

Stichting Programmafonds Glastuinbouw

En begeleid door telers en adviseurs in begeleidingscommissie:

Herman Vermeer, Peter Zwinkels, Paul Wubben, Wim van der Ende en Nikos van Aelst

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 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 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

	Samenvatting	5
1	Inleiding	7
2	Materiaal en methode	9
	2.1 Natriumproef	9
	2.1.1 Proefopzet	9
	2.1.2 Waarnemingen	10
	2.2 Monitoring recirculatie in praktijk	11
3	Resultaten Natriumproef	13
	3.1 Gerealiseerde EC en natriumgehalte	13
	3.2 Bladsymptomen	14
	3.3 Bladanalyses	16
	3.4 Oogstwaarnemingen	17
4	Resultaten monitoring recirculatie	19
5	Conclusies, discussie en aanbevelingen	21
	5.1 Conclusies natriumonderzoek	21
	5.2 Conclusies monitoring recirculatie	21
	5.3 Discussie	21
	5.4 Aanbevelingen	22
	Literatuur	23

Samenvatting

In de teelt van de snij-orchidee *Cymbidium* werd tot voor kort geen drainwater hergebruikt omdat *Cymbidium* een vrijstelling had voor recirculatie. Inmiddels gelden voor *Cymbidium* ook emissienormen en is onderzoek uitgevoerd om vast te stellen bij welk natriumniveau nadelige effecten op de gewasgroei optreden en is de recirculatie gemonitord op het eerste *Cymbidium*bedrijf dat gestart is met hergebruik van drainwater. Dit onderzoek is gefinancierd door de gewascoöperatie *Cymbidium*, Productschap Tuinbouw en Topsector Tuinbouw en Uitgangsmaterialen en is uitgevoerd door Wageningen University & Research, BU Glastuinbouw op twee praktijkbedrijven.

Voor het natriumonderzoek is juli 2014 een opstelling met vijf proefvakken gebouwd op een praktijkbedrijf. In het eerste proefvak werd de normale voedingsoplossing van de teler mee gegeven zonder extra natrium. De andere vier proefvakken zijn aangesloten op een pomp en aanvoerleiding uit een bak met schoon water. Bij elk proefvak is een voorraadvat met een 50x concentreerde voedingsoplossing met verschillende natriumgehalten geplaatst en is met behulp van pulspompjes geconcentreerde voedingsoplossing in de aanvoerleiding met schoon water gedoseerd. Bij een gelijkblijvende EC van 0,8 in de gift zijn drie verschillende Na-concentraties mee gegeven. Deze behandelingen hebben dus een lagere "voedings EC" dan de controlebehandeling zonder Na omdat de totale EC gelijk gehouden is. In een vijfde behandeling is 5 mmol/l natrium bovenop de normale EC-gift van 0,8 gegeven (EC totaal = 1,27). Het onderzoek is uitgevoerd bij twee cultivars: *Cymbidium* Golden Boy 'Nevada' en Forty Niner 'Alice Anderson'.

Vanaf februari 2015 zijn bij de hoogste natriumconcentraties afwijkende symptomen in het blad ontstaan en dat is later doorgezet in afgestorven bladpunten en afsterving van sommige bladeren. Uit analyse van het druppel- en drainwater en de gewasanalyses is gebleken dat dit kaliumtekort is, hoogstwaarschijnlijk veroorzaakt door de lagere kaliumconcentratie in de gift. Omdat het verschijnsel ook sterk optrad bij de behandeling met 5 mmol/l Na bovenop de normale voeding, zal ook remming van de kaliumopname door een hoge natriumconcentratie een rol spelen. Bij de behandelingen met de laagste concentraties natrium zijn in het eerste teeltjaar weinig tot geen afwijkende symptomen in het blad gezien.

In het eerste teeltjaar was er geen nadelig effect op de productie, omdat de bloemtakken al voor de start van de behandelingen aangelegd waren. Er was ook geen betrouwbaar verschil in takgewicht, lengte bloemdeel, bloemdiameter en aantal bloemen per tak. Alleen bij een laag aantal takken per plant was de taklengte bij de behandelingen met veel natrium wat korter dan bij de behandeling zonder natrium. Bij een hoog aantal takken per plant was er echter weinig verschil in taklengte. In het tweede teeltjaar was er bij meerdere behandelingen een nadelig effect op zowel de productie als de kwaliteit van de bloemtakken. Omdat *Cymbidium* een meerjarig gewas is, waarbij negatieve effecten op productie en kwaliteit pas na lange tijd zichtbaar worden, wordt het onderzoek voortgezet met een derde teeltjaar. Twee behandelingen zijn tussentijds aangepast om nauwkeuriger de grenswaarde voor natrium te bepalen.

In 2014 is een eerste *Cymbidium*bedrijf gestart met hergebruik van drainwater in de praktijk. Bij dit bedrijf is gemonitord hoe de dynamiek en accumulatie van natrium, chloor en andere elementen in het drainwater verloopt bij recirculatie en hoeveel natrium en chloor het gewas opneemt. Het hergebruik is geleidelijk aan verhoogd en inmiddels wordt al het drainwater uit de teeltafdelingen hergebruikt. Dit heeft geleid tot een sterke afname van de hoeveelheid geloosd drainwater. Bij de bladanalyses één en twee jaar na de start van de recirculatie was er geen natrium meetbaar (<10) in het jonge en oude blad. Inmiddels is het bedrijf ook gestart met hergebruik van drainwater uit de afdeling met jonge planten en zal de monitoring van het hergebruik van drainwater nog een jaar worden voortgezet.

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 en deze worden komende jaren stapsgewijs verlaagd om te streven naar een nagenoeg emissie loze teelt in 2027. De emissienorm is een norm voor de lozing van kg N/ha/jaar en kan als volgt berekend worden:

$$\text{kg N/ha/jaar} = ((\text{NO}_3 + \text{NH}_4\text{-concentratie in mmol/l in de spui}) \times (\text{m}^3/\text{ha/jaar spui})) \times 14/1000$$

Voor orchidee (Cymbidium) geldt een emissienorm van:

- 2015/2017: 50 kg N/ha/jaar.
- Vanaf 2018: 38 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 het onderzoek emissie management van LTO Groeiservice (2012) is de N-emissie op 6 snijorchidee bedrijven geïventariseerd (Tabel 1). De emissie was erg divers. Gemiddeld was er een emissie van 68 kg N/ha/jaar. De norm voor 2013/2014 was vastgesteld op 75 kg N/ha/jaar. In 2012 zouden dan circa 30% van de bedrijven boven deze norm uit komen.

Tabel 1

Geïventariseerde emissie door LTO-Groeiservice op 6 Cymbidiumbedrijven in 2012.

	Aantal bedrijven	Spui (m ³ /ha/jaar)	Emissie N (kg/ha/jaar)
Laag	1	1328	33
Midden	4	1831	66
Hoog	1	1311	99
Gemiddeld		1661	68

Cymbidium mocht ten tijde van het Besluit Glastuinbouw drainwater lozen bij een Na-gehalte in het drainwater van meer dan 0 mmol/l. In de praktijk kwam dit erop neer dat Cymbidium niet hoefde te recirculeren.

Recirculatie is daardoor een nieuw fenomeen voor Cymbidium, waardoor telers nu geconfronteerd worden met een achterstand in kennis die de komende jaren moet worden ingelopen.

Belangrijk knelpunt is dat er op de snijorchidee bedrijven geen voorzieningen zijn om drainwater op te vangen omdat dit vanwege de vrijstelling in het verleden niet noodzakelijk was. Daarom zijn veel aanpassingen nodig, zoals het aanbrengen van voorzieningen om het drainwater onderuit de potten op te vangen. Omdat Cymbidium een meerjarig gewas is, waarbij de kassen nooit leeg komen is het aanbrengen van de opvangvoorzieningen in de kas heel lastig en een kostbare investering. Daarnaast moeten ook opvangsilos voor drainwater en een ontsmetter voor het ontsmetten van drainwater worden aangelegd om verspreiding van ziektes zoals virus en Phytophthora via het hergebruikte drainwater te voorkomen.

Belangrijkste kennisvragen die in 2013 bij de Cymbidiumtelers aanwezig waren over recirculatie, zijn:

1. Wat zijn de effecten van Na of chloor ophoping op gewasgroei en ontwikkeling van Cymbidium?
2. Hoeveel bedraagt de Na en Chloor opname van Cymbidium en hoe verloopt de dynamiek van Na en chloor accumulatie bij recirculatie?

Voor deze kennisvragen is begin 2014 een plan van aanpak uitgewerkt in samenwerking met de landelijke commissie en begeleidingscommissie onderzoek (BCO) Cymbidium. Medio 2014 is op een praktijkbedrijf een proefopstelling gebouwd om in vijf proefvakken vijf verschillende concentraties Na mee te geven aan de voedingsoplossing en op die manier het effect van Na-ophoping op de gewasgroei en de Na-grenzen voor Cymbidium vast te stellen. Daarnaast is de samenstelling van de watergift en het drainwater gemonitord en overige knelpunten geïnventariseerd op het eerste Cymbidiumbedrijf, dat begin 2014 gestart is met recirculeren (zie materiaal en methode in hoofdstuk 2). In hoofdstuk 3 zijn de resultaten van het 1^e en 2^e teeltjaar weer gegeven.

Dit onderzoek is gefinancierd door het Productschap Tuinbouw, de gewas coöperatie Cymbidium en de topsector Tuinbouw & Uitgangsmaterialen en is uitgevoerd door WUR Glastuinbouw i.s.m. LTO Glaskracht en Cymbidiumtelers Herman Vermeer en Peter Zwinkels. Op deze plaats hartelijk dank aan Herman Vermeer en Peter Zwinkels voor hun medewerking bij de uitvoering van het onderzoek. Tijdens de uitvoering van het onderzoek is de voortgang van het onderzoek toegelicht en afgestemd met de begeleidingscommissie onderzoek (BCO). Op deze plaats ook hartelijk dank aan de leden van de BCO voor hun advisering in de BCO-bijeenkomsten.



Foto 1 *Cymbidium is een meerjarig gewas waarbij de kas nooit leeg komt.*

2 Materiaal en methode

In overleg met telers in de begeleidingscommissie onderzoek (BCO) is een plan van aanpak ontwikkeld voor de belangrijkste kennisvragen m.b.t. hergebruik drainwater bij Cymbidium en is in 2014 onderzoek gestart. Het onderzoek bestaat uit twee onderdelen:

1. Onderzoek naar effect van Na-ophoping bij Cymbidium om vast te stellen tot welk natriumniveau in het drainwater, hergebruik mogelijk is met zo min mogelijk nadelige effecten voor het gewas.
2. Monitoren van samenstelling watergift en drainwater bij een Cymbidiumbedrijf, dat in 2014 gestart is met recirculeren.

2.1 Natriumproef

2.1.1 Proefopzet

Bij een Cymbidiumteler in de praktijk is juli 2014 een proefopstelling gebouwd met 5 proefvakken op één bed (Tabel 2 en Figuur 1). Elk proefvak is verdeeld in twee proefvelden. Op de ene kant van het bed stonden in elk proefvak 17 planten van de cultivar Cymbidium Golden Boy 'Nevada' en op de andere kant van het bed stonden in elk proefvak 17 planten van de cultivar C. Forty Niner 'Alice Anderson'. In elke pot zijn twee druppelaars geplaatst. Het achterste vak is aangesloten op de druppelleiding van de teler met normaal gangbare watergift en voedingsoplossing van de teler met 0,8 EC (=behandeling 1). Bij behandeling 2, 3 en 4 zijn drie olopemde Na-gehaltenes (2, 3.5 en 5 mmol Na/l) met gelijke EC (0,8) als de controlebehandeling mee gegeven. Om de EC gelijk te houden aan de controlebehandeling (EC=0,8) is het gehalte van de kationen evenredig verlaagd met de toevoeging van respectievelijk 2, 3.5 en 5 mmol/l Na). Echter, bij behandeling 5 is een hoog Na-gehalte (5 mmol/l) mee gegeven bovenop de normale EC (totale EC=1,27). Voor elke behandeling is een aangepast voedingsschema berekend en aangemaakt. De behandelingen 2 t/m 5 zijn aangesloten op een pomp en aanvoerleiding uit een bak met schoon water. Bij elke behandeling is een 50 liter voorraadvat geplaatst en gevuld met een 50x geconcentreerde voedingsoplossing inclusief de Na-gehaltenes in Tabel 2. Door niet meer dan een 50x geconcentreerde oplossing aan te houden konden alle meststoffen in één vat gedoseerd worden en was er geen gevaar voor neerslag van CaSO_4 . Met behulp van puls pompjes is vanuit elk voorraadvat geconcentreerde voedingsoplossing in de aanvoerleiding met schoon water gedoseerd. Door regelmatig de EC te meten en de pulsen bij te stellen is de EC van de dosering redelijk gelijk gehouden. In de 2^e winter zijn er door zoutneerslag, heveling, lange tijdsduur tussen druppelbeurten en leeglopen van aanvoerleiding tussen de druppelbeurten wat problemen geweest, waardoor de EC in de watergift bij de eerste druppelminuten soms te hoog geweest. Dit is met name bij behandeling 3 en 5 opgetreden. Vanwege deze problemen is de EC in de gift vaker gecontroleerd en is een enkele keer doorgespoeld.

Omdat bij behandeling 3 en 4 aan het eind van het eerste teeltjaar al bladschade opgetreden was (zie hoofdstuk 3), is behandeling 4 na de oogst van het 1^e teeltjaar gestopt en vervangen door een nieuwe behandeling (behandeling 4a in Tabel 2) om nauwkeuriger de grenswaarde voor natriumschade vast te stellen. De oude proefplanten van behandeling 4 zijn afgevoerd en vervangen door nieuwe planten uit dezelfde partijen planten als de andere proefplanten en vanaf juli 2015 is bij deze nieuwe planten een voedingsoplossing met 2,75 mmol/l natrium en EC van 0,8 meegegeven (zie Tabel 2). De planten van behandeling 4a hebben in het 1^e jaar dezelfde voeding gehad als behandeling 1 (controle) zonder toegevoegde natrium.

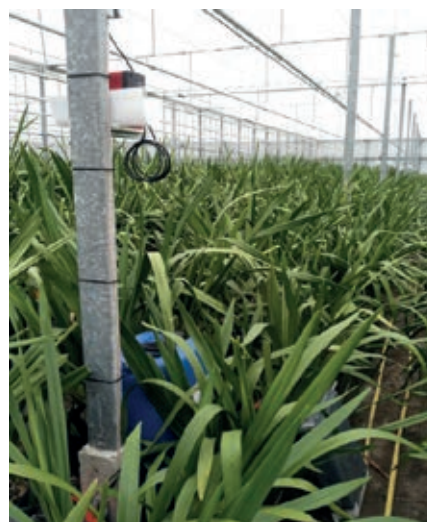
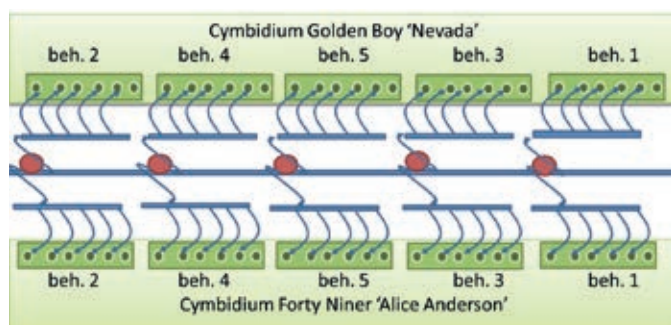
Tabel 2

Na-gehalte en EC bij de behandelingen in het 1^e en 2^e teeltjaar van de natriumproef bij Cymbidium. Bij behandeling 1, 2, 3 en 5 was de EC en het Na-gehalte in het 1^e en 2^e teeltjaar gelijk.

Behandeling	1 ^e teeltjaar		2 ^e teeltjaar	
	Na (mmol/l)	EC	Na (mmol/l)	EC
1 (controle)	0	0,8	0	0,8
2	2.0	0,8	2.0	0,8
3	3.5	0,8	3.5	0,8
4	5.0	0,8		
4a*			2.75	0,8
5**	5.0	1,27	5.0	1,27

* Behandeling 4 is na het 1^e teeltjaar gestopt en bij het begin van het 2^e teeltjaar (juli 2015) vervangen door behandeling 4a met nieuwe planten uit dezelfde partij planten als de overige proefplanten van het 1^e teeltjaar. Deze planten hebben in het 1^e jaar dezelfde voeding gehad als behandeling 1 (controle) zonder toegevoegde natrium.

** zelfde EC-voeding als beh 1; EC stijging door 5 mmol/l Na.



Figuur 1 Proefschema Natriumproef Cymbidium (links) en proefopstelling met voorraadvat met geconcentreerde voedingsoplossing (rechts).

2.1.2 Waarnemingen

- Tijdens de uitvoering van het onderzoek zijn regelmatig watermonsters geanalyseerd om de samenstelling van de watergift te controleren en te bepalen hoeveel Na en voedingselementen in het drainwater achter bleven. De monsters van het drainwater zijn verzameld in drainopvangbakken onder twee planten per cultivar per behandeling. Voor de watergift is één druppelaar in een opvangfles geplaatst.
- Mei 2015 en juni 2016 zijn bladmonsters van de vijf behandelingen geanalyseerd om een indicatie te krijgen van de hoeveelheid opgenomen Na en voedingselementen in het gewas. Daarbij is onderscheid gemaakt tussen jong blad en oud blad. Mei 2016 zijn ook gewasmonsters geanalyseerd van een steekproef van de geogoste bloemtakken.
- Juni 2015 zijn van behandeling 1 en 5 (=0 en 5 mmol/l Na bij een EC van 0,8) gewasmonsters geanalyseerd van jong blad (=blad van jonge scheuten), middentijds blad (=blad van scheuten met ontwikkelde bulb) en oud blad (=blad van oudste bulb), jonge bulb, oudste bulb met blad en levende wortels (gespoeld in demi water) om de opname en ophoping van Na en opname en mogelijk gebrek van voedingselementen in de verschillende gewasonderdelen vast te stellen.

- Tijdens de oogstperiodes van het 1^e en 2^e teeltjaar in april/mei 2015 en april/mei 2016 is de totale productie (aantal takken en totaal geoogst gewicht) en kwaliteit (takgewicht, lengte van bloem bezette deel en totale taklengte, aantal bloemen per tak en bloemdiameter) gemeten van alle bloemtakken. De waarnemingen zijn per plant geregistreerd en per plant zijn de gemiddelden waarden uitgerekend. M.b.v. een variantieanalyse op de plantgemiddelden zijn de behandelingsgemiddelden statistisch getoetst.

2.2 Monitoring recirculatie in praktijk

Op het eerste Cymbidiumbedrijf dat begin 2014 is gestart met hergebruik van drainwater is gedurende twee jaar de samenstelling van de watergift en het drainwater gemonitord en de dynamiek van Na in de watergift en het drainwater gevolgd. Tijdens de uitvoering van het onderzoek zijn elke 2 tot 4 weken (frequentie afhankelijk van het seizoen) watermonsters geanalyseerd om de samenstelling van de watergift en het drainwater vast te stellen. De samenstelling van het drainwater is gemonitord bij drie cultivars: Hotstuff 'Snowbird', Forty Niner 'Alice Anderson' en Jungfrau 'Dos Pueblos'. Mei 2014, mei 2015 en mei 2016 zijn bladmonsters geanalyseerd van jong en oud blad van deze drie cultivars om vast te stellen of wijzigingen in de opname van natrium en voedingselementen zijn opgetreden na het hergebruik van drainwater.

3 Resultaten Natriumproef

3.1 Gerealiseerde EC en natriumgehalte

In het eerste teeltjaar (juli 2014 t/m juni 2015) is de EC-streefwaarde van 0,7 tot 0,8 mS/cm van de eerste vier behandelingen in de watergift goed gerealiseerd (Tabel 3). De EC in het drainwater was met 0,6 tot 0,7 EC gemiddeld iets lager dan in de gift. Bij de behandeling met 5 mmol Na bovenop de normale EC van 0,8 was de EC in de watergift gemiddeld 1,36 en de EC in de drain gemiddeld 1,43 mS/cm. In het 2^e teeltjaar lag de gerealiseerde EC in de gift en de drain gemiddeld wat hoger dan in het 1^e teeltjaar, met name bij behandeling 3 en 5. Dit komt door enkele monsters met hogere waarden in de 2^e winter als gevolg van enkele problemen met het watergeefstelsel (zie 2.2.1).

In het 1^e teeltjaar is een Na-gehalte in de watergift gerealiseerd van 0,2 mmol/l bij de controlebehandeling zonder extra Na-toevoeging tot 4,4 mmol/l bij behandeling 5 (Tabel 3). In de drain was het Na-gehalte hoger dan in de watergift. De gemeten Na-gehalten zijn teruggerekend naar de uitgangswaarden voor de EC in de gift en vervolgens is de ophopingsfactor berekend (= verhouding tussen gecorrigeerd Na-gehalte in drain / gecorrigeerde Na-gehalte in watergift). Bij de vier behandelingen waar extra Na is meegegeven, was het Na-gehalte in het drainwater 1,3 tot 1,7 maal hoger dan in de watergift. Bij een hoog Na-gehalte in de watergift was de ophopingsfactor lager dan bij een laag Na-gehalte in de gift. Dit wijst erop dat het gewas meer Na opneemt naarmate het Na-gehalte in de watergift hoger is. Bij de controlebehandeling waar geen extra Na is meegegeven was de ophopingsfactor het hoogst. Hier neemt het gewas dus relatief weinig Na op. In het 2^e teeltjaar waren de gemiddelde natriumgehalten in het drainwater hoger dan in het 1^e teeltjaar, mogelijk (mede) door enkele monsters met hogere EC in de 2^e winterperiode (zie 2.2.1). De ophopingsfactor was in het 2^e teeltjaar gelijk tot iets hoger dan in het 1^e teeltjaar (Tabel 3).

Tabel 3

Gemiddeld gerealiseerde EC en Na-gehalte in de watergift en in het drainwater in het 1e teeltjaar (juli 2014 t/m juni 2015) en 2e teeltjaar (juli 2015 t/m juni 2016). In de laatste kolom is de Na-ophopingsfactor weergegeven (=verhouding tussen gecorrigeerd Na-gehalte voor EC in drainwater / gecorrigeerde Na-gehalte voor EC in watergift).

Behandeling	EC (mS/cm)			Na (mmol/l)			Na-ophoping
	Uitgangswaarde	Gift	Drain	Uitgangspunt	gift	drain	
1e teeltjaar							
1	0,8	0.82	0.64	0	0.2	0.4	3.2
2	0,8	0.71	0.58	2	1.4	1.9	1.7
3	0,8	0.75	0.71	3.5	2.7	3.5	1.5
4	0,8	0.75	0.64	5.0	3.7	4.1	1.3
5	1,27	1.36	1.43	5.0	4.4	5.8	1.3
2e teeltjaar							
1	0,8	0.79	0.70	0	0.2	0.7	4.1
2	0,8	0.76	0.68	2	1.6	2.8	1.9
3	0,8	0.90	1.27	3.5	3.3	6.7	1.5
4a	0,8	0.83	0.98	2.75	2.6	5.2	1.9
5	1,27	1.29	1.53	5.0	4.6	7.0	1.3

Om 2 – 3,5 en 5 mmol/l Na mee te kunnen geven bij gelijkblijvende EC van 0,8 was het noodzakelijk het K-, Ca- en Mg-gehalte in de watergift te verlagen (Tabel 4-links). Bij de analyse van de samenstelling van het drainwater viel op dat het K-gehalte in het drainwater in het 1^e teeltjaar en zomer van 2015 erg laag was (Tabel 4-rechts).

Tabel 4

Gemiddelde EC (mS/cm), K-, Ca- en Mg-gehalte (mmol/l) in watergift en drainwater in 1e teeltjaar (juli 2014 t/m juni 2015) en 2^e teeltjaar (juli 2015 t/m juni 2016).

beh	Watergift				Drainwater			
	EC	K	Ca	Mg	EC	K	Ca	Mg
1 ^e jaar								
1	0.82	1.9	1.2	0.7	0.64	0.4	1.4	0.9
2	0.71	1.2	0.8	0.4	0.58	0.4	0.7	0.4
3	0.75	0.8	0.6	0.3	0.71	0.3	0.6	0.3
4	0.75	0.5	0.4	0.2	0.64	0.1	0.3	0.2
5	1.36	2.4	1.3	0.8	1.43	2.1	1.5	0.9
2 ^e jaar								
1	0.79	2.0	1.2	0.7	0.70	0.6	1.5	1.1
2	0.76	1.5	0.8	0.4	0.68	0.4	0.9	0.6
3	0.90	1.3	0.7	0.4	1.27	1.4	1.3	0.9
4a*	0.83	1.3	0.7	0.4	0.98	0.7	0.9	0.8
5	1.29	2.3	1.3	0.7	1.53	2.4	1.7	1.1

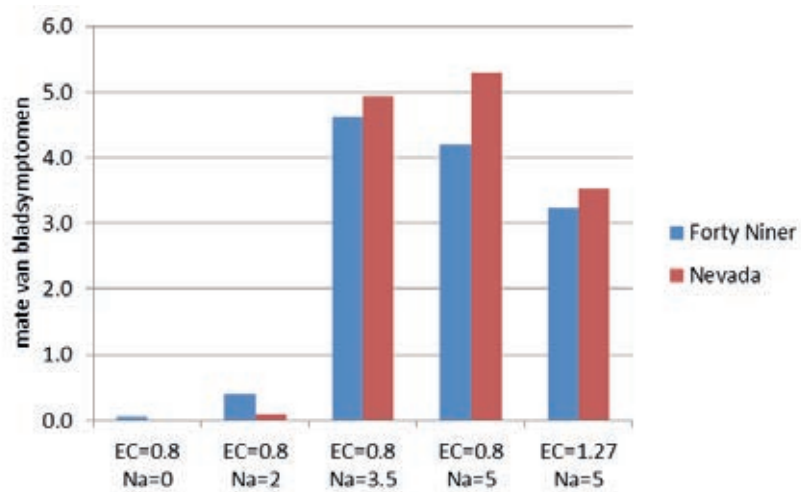
* deze behandeling is een jaar later gestart dan de andere behandelingen.

3.2 Bladsymptomen

Vanaf februari 2015 zijn bij 3,5 en 5 mmol/l Na in de watergift afwijkende symptomen in het blad ontstaan. Bij de cultivar Forty Niner was dat zichtbaar in geelverkleuring en necrose aan de bladpunten en bij de cultivar Nevada waren zwarte spikkels en vlekken op het blad zichtbaar (Foto 2). Bij de behandelingen met 0 en 2 mmol/l Na waren weinig tot geen symptomen zichtbaar (Figuur 2). Naar de zomer toe zijn de symptomen verergerd en doorgezet in afgestorven bladpunten/bladeren (Foto 3). Uit analyse van de samenstelling van het druppel- en drainwater (zie 3.1) en de gewasanalyses (zie 3.3) is gebleken dat dit K-tekort is, opgewekt door de lagere K-concentratie in de gift en door remming van de K-opname door een hoge Na-concentratie.



Foto 2 Afwijkende bladsymptomen februari/maart 2015.



Figuur 2 Beoordeling mate van afwijkende bladsymptomen op 12 maart 2015.

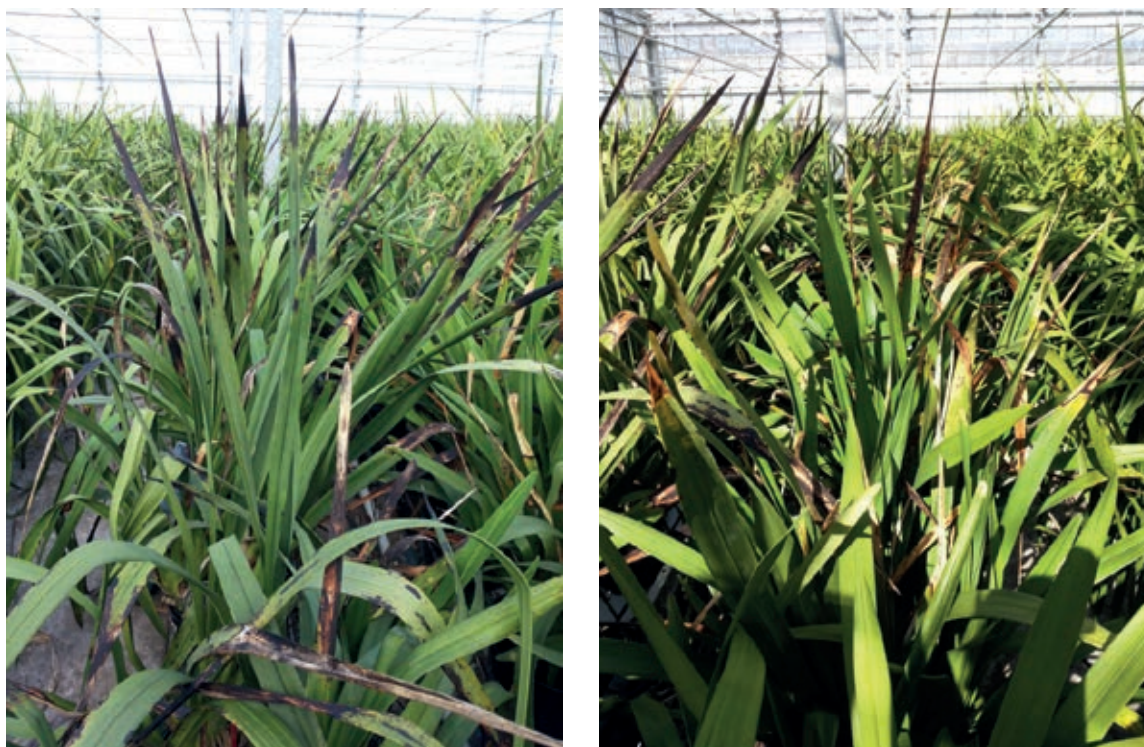


Foto 3 Bladsymptomen uitgegroeid tot bladschade, september 2015 bij Nevada (links) en Forty Niner (rechts).

3.3 Bladanalyses

Uit de bladmonsters van jong en oud blad (Tabel 5) blijkt dat het gewas Na opneemt. Het gewas neemt meer Na op naarmate er meer Na in de voedingsoplossing aanwezig was. In de monsters van 13 april in het 1^e jaar leek een plafond te zijn aan de opname in het jonge blad. Bij streefwaarde van 3,5 en 5 mmol/l Na in de watergift was het Na-gehalte gelijk. De bladanalyses van het oude blad bevestigen het vermoeden van K-tekort.

Na afloop van het 2^e teeltjaar (30 juni 2016) waren de Na-gehaltenes in het blad hoger dan in de monsters van april in het 1^e teeltjaar en was er geen plafond te zien. Het Na-gehalte was in de behandeling met 3,5 mmol/l natrium in de gift met EC van 0,8 hoger dan in de behandeling met 5 mmol/l natrium bovenop de normale EC (EC=1,27). Het kaliumgehalte was bij de 5 mmol/l natrium met EC van 1,27 hoger dan bij 3,5 mmol/l natrium.

Tabel 5

K- en Na-gehalte (mmol/kg ds) in bladanalyses, in 1e teeltjaar (13 april 2015) en 2e teeltjaar (30 juni 2016), gemiddeld van 2 cultivars.

	Behandeling		Jong blad		Oud blad	
	Na (mmol/l)	EC	K	Na	K	Na
1 ^e jaar	0	0.8	490	<10	418	<10
	2.0	0.8	499	17	387	31
	3.5	0.8	435	80	278	137
	5.0	0.8	407	85	203	137
	5.0	1.27	457	86	264	152
2 ^e jaar	0	0.8	539	<10	441	<10
	2.0	0.8	475	34	408	47
	2.75*	0.8	377	<100	367	<63
	3.5	0.8	469	152	303	244
	5.0	1.27	541	95	484	149

* deze behandeling is een jaar later gestart dan de andere behandelingen, dus dit is effect na 1 teeltjaar.

Uit de extra gewasanalyses na het 1^e teeltjaar van planten uit de behandelingen met 0 en 5 mmol/l Na bij EC=0,8 (Tabel 6) blijkt dat er Na-ophoping is in alle plantendelen. Het K-tekort is bij beide cultivars het meest zichtbaar in het oude blad. Bij de cultivar Forty Niner is er ook K-tekort in de oude bulben.

Tabel 6

K- en Na-gehalte (mmol/kg droge stof) in blad-, bulb- en wortelanalyses van de cultivars Nevada en Forty Niner, juni 2015 bij streefwaarde van 0 en 5 mmol/l Na in de watergift bij een EC van 0,8.

		Forty Niner				Nevada			
		K		Na		K		Na	
		0 Na	5 Na	5 Na	0 Na	0 Na	5 Na	5 Na	0 Na
blad	jong	906	705	12	136	551	431	11	250
	mid	407	396	11	177	655	302	12	210
	oud	437	187	10	64	577	299	10	227
bulb	jong	412	497	11	183		302		333
	oud	604	286	10	239	261	258	10	254
wortels		228	101	52	328	461	355	85	306

In het 2^e teeltjaar zijn gewasmonsters van bloemtakken geanalyseerd (Tabel 7). Bij de controlebehandeling was er geen Na meetbaar in de bloemtakken (<10). Bij 3,5 mmol Na was er bij beide cultivars 26 mmol/kg ds Na in de bloemtakken aanwezig. Bij Nevada was er in de overige behandelingen nauwelijks Na aanwezig, maar bij Forty Niner was er ook bij 2 mmol/l Na circa 20 mmol/kg ds Na in de bloemtakken aanwezig.

Tabel 7

K- en Na-gehalte (mmol/kg ds) in bloemtakanalyses, in 2^e teeltjaar (17 mei 2016) bij 2 cultivars.

Behandeling		Forty Niner		Nevada	
Na (mmol/l)	EC	K	Na	K	Na
0	0.8	746	<10	447	<10
2.0	0.8	480	21.5	665	<10
2.75*	0.8	625	11.9	551	<10
3.5	0.8	717	26.2	601	26.4
5.0	1.27	595	10.9	650	<10

* deze behandeling is een jaar later gestart dan de andere behandelingen, dus bij deze behandeling is dit het effect na 1 teeltjaar.

3.4 Oogstwaarnemingen

Door de jonge plantleeftijd hebben de planten van de cultivar Forty Niner in het 1^e teeltjaar nauwelijks gebloeid en zijn geen tellingen uitgevoerd. Bij de cultivar Nevada was er nagenoeg geen betrouwbaar verschil in productie in het 1^e teeltjaar (Tabel 8) en geen duidelijke relatie met het Na-gehalte. De bloemtakken waren waarschijnlijk al vóór de start van de behandelingen aangelegd. Er was ook nagenoeg geen betrouwbaar verschil en geen duidelijke relatie met de Na-concentraties voor het takgewicht, lengte bloemdeel, bloemdiameter en aantal bloemen per tak tussen de behandelingen. Alleen bij de totale taklengte was er een betrouwbaar verschil. Bij de behandelingen met 3,5 en 5 mmol/l Na (vetgedrukt in Tabel 8) was de totale taklengte korter dan bij behandeling 1 zonder Na. Als voor de taklengte de lengteklasse-indeling van de VBN wordt gehanteerd (lengteklasse per 10 cm en taklengte maximaal 2x lengte van het bloemdeel) was alleen de taklengte van de behandeling met de hoogste concentratie natrium van 5 mmol/l natrium bij een EC van 0,8 korter dan van de controlebehandeling zonder natrium. Verdere analyse van de totale taklengte liet zien dat de taklengte alleen bij een heel laag aantal takken per plant korter was. Bij een hoog aantal takken per plant was er weinig verschil in taklengte tussen de behandelingen.

In het 2^e teeltjaar was er wel een duidelijk effect op de productie en kwaliteit (Tabel 8). Bij beide cultivars was de productie bij 3,5 mmol/l Na met EC van 0,8 en bij 5,0 mmol/l Na bovenop de normale EC (totale EC van 1,27) duidelijk lager en bleef de kwaliteit ook in meerdere of mindere mate achter ten opzichte van de controlebehandeling zonder natrium. Bij de cultivar Nevada bleef ook de behandeling met 2 mmol/l natrium met EC van 0,8 wat achter in aantal takken en totaal geoogst gewicht per m². Deze behandeling gaf bij de cultivar Forty Niner nog geen betrouwbaar lager aantal takken, maar het totaal geoogst gewicht was wel betrouwbaar lager dan de controle zonder natrium. De nadelige effecten waren bij 2 mmol/l natrium dus minder groot dan bij 3,5 mmol/l natrium. De nieuwe behandeling in het 2^e teeltjaar met 2,75 mmol/l natrium en EC van 0,8 gaf bij Nevada na 1 teeltjaar dezelfde productie als de controlebehandeling zonder natrium. Bij Forty Niner was er ook geen verschil in aantal takken, maar het totaal geoogst gewicht bleef wel achter doordat het gemiddelde takgewicht, totale taklengte en aantal bloemen per bloemtak wat achter bleven. Bij de meeste kenmerken was er een betrouwbare interactie tussen behandeling en cultivar. Alleen bij de gemiddelde lengteklasse volgens de VBN-norm en de lengte van het bloemdeel was er geen interactie tussen behandeling en cultivar.

Tabel 8

Productie en kwaliteit bij de cultivar Nevada en Forty Niner in 1^e en 2^e teeltjaar. Bij Forty Niner was er in het 1^e teeltjaar nagenoeg geen productie bij alle behandelingen door de jonge plantleeftijd (niet weergegeven). De standdichtheid was 2.4 pl/m²

Behandeling		aantal takken per m ²	oogst -gewicht (kg/m ²)	Tak- gewicht (g)	totale tak- lengte (cm)	Gem. Lengte- klasse VBN	lengte bloem- deel (cm)	bloem- diameter (cm)	aantal bloemen per tak
Natrium (mmol/l)	EC								
1e jaar: Nevada									
0	0.8	7.8	2.14	273	84	71	37	9.6	13.1
2.0	0.8	5.6	1.56	260	80	68	36	9.9	13.0
3.5	0.8	8.5	1.98	246	75	66	39	9.6	12.5
5.0	0.8	7.1	1.63	241	75	60	32	9.3	11.8
5.0	1.27	7.8	1.72	233	76	63	34	9.6	12.6
LSD 1 ^e jaar**		2.0	0.44	43	6	9	7	0.3	1.9
2 ^e jaar:									
Nevada									
0	0.8	19.6	3.9	202	82	74	40	10.8	12.4
2.75*	0.8	19.1	3.8	209	84	75	41	10.2	13.1
2.0	0.8	12.6	2.4	197	82	74	41	10.8	11.5
3.5	0.8	5.5	1.0	188	80	72	39	10.6	10.8
5	1.27	2.0	0.4	168	73	68	38	11.1	9.4
Forty Niner									
0	0.8	11.4	3.0	267	95	81	43	10.2	15.5
2.75*	0.8	10.2	2.2	219	86	74	40	10.0	12.7
2.0	0.8	9.5	2.1	225	87	76	40	10.5	13.1
3.5	0.8	5.5	1.2	209	85	72	39	10.2	11.3
5.0	1.27	4.2	0.9	231	89	73	39	9.8	12.3
LSD 2 ^e jaar**		3.1	0.6	29	6	6.2	3.3	0.3	1.5

vetgedrukte getallen zijn betrouwbaar lager dan controlebehandeling zonder Na.

* deze behandeling is een jaar later gestart dan de andere behandelingen, dit is dus effect na 1 teeltjaar.

** LSD=Least Significant Difference. Als het verschil groter is dan de LSD is er sprake van een betrouwbaar verschil.

4 Resultaten monitoring recirculatie

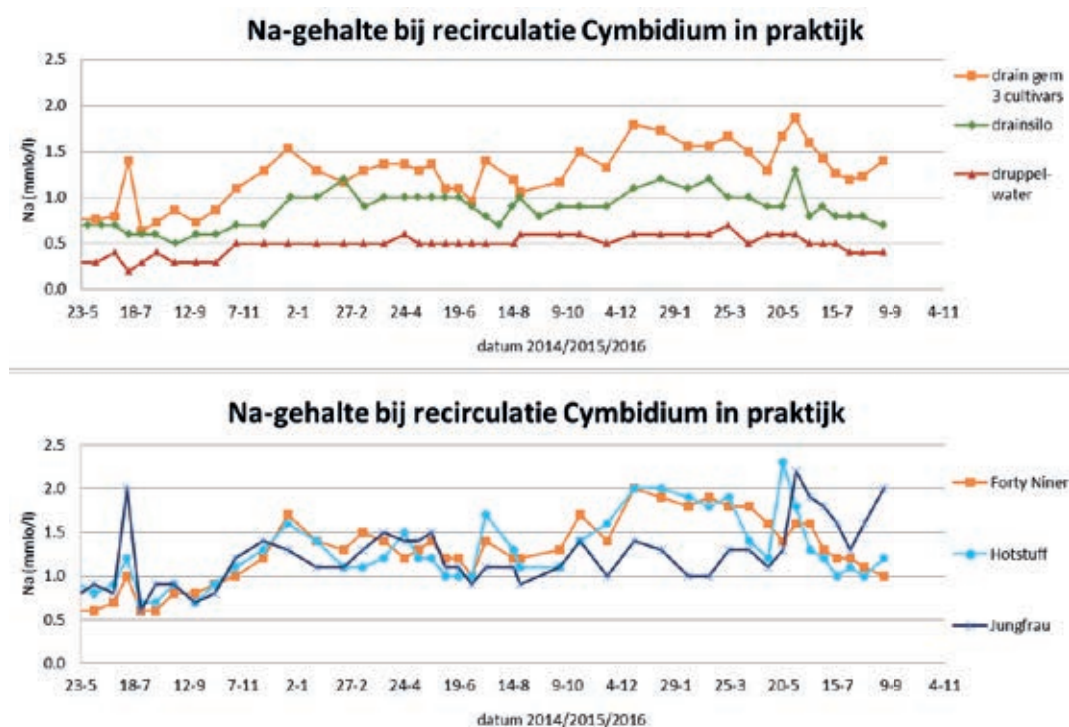
Vanaf week 11- 2014 is op het praktijkbedrijf gestart met hergebruik van drainwater van de productie afdelingen. Er is gestart met een laag percentage hergebruik en dit is geleidelijk door het jaar heen verhoogd. Vanaf week 40 in 2014 is nagenoeg al het drainwater van de productie afdelingen hergebruikt. Alleen het drainwater van de kas met jonge planten, condenswater van de ketel en spoelwater van het filter is niet hergebruikt en afgevoerd naar het riool. Daarnaast is bij bijzondere omstandigheden zoals wateroverlast, kas schoon spuiten of onkruidbestrijding een aantal dagen geen drainwater hergebruikt. Door het hergebruik van het drainwater is de hoeveelheid geloosd drainwater flink terug gebracht van 2302 liter in 2013 (zonder recirculatie) naar 344 liter in 2016 (Tabel 9). In 2015 en 2016 bestond ongeveer 1/3 van de watergift uit drainwater.

Tabel 9

Geregistreerde hoeveelheid (drain)water afgevoerd naar riool en hergebruikt drainwater in 2013 (zonder recirculatie), 2014, 2015 en 2015 na toepassing van hergebruik drainwater op het gemonitorde praktijkbedrijf. In 2013 is watergift nog niet geregistreerd.

	Riool (m ³)	Hergebruik (m ³)	watergift	% drain bijgemengd in gift
2013	2302	0	-	-
2014	894	1248	6270	20%
2015	535	2256	6573	34%
2016	344	2116	6484	33%

Bij het hergebruik zoals toegepast op dit praktijkbedrijf is gemiddeld over de 3 cultivars een Na-gehalte van maximaal 1,9 mmol/l in het drainwater gemeten (Figuur 3). In de drainsilo was het Na-gehalte maximaal 1,3 mmol/l en in de watergift is maximaal 0.7 mmol/l Na meegegeven.



Figuur 3 Verloop van het Na-gehalte (mmol/l) in drainwater onderuit de potten (gemiddelde van 3 cultivars), drainsilo en in watergift (bovenste Figuur) bij hergebruik drainwater Cymbidium in de praktijk. In onderste Figuur zijn de waarden in het drainwater voor de drie cultivars apart weer gegeven.

In de bladanalyses van mei 2014, 2015 en 2016 was geen Na meetbaar in het blad (Tabel 10). Het hergebruik van drainwater heeft dus nog niet tot een meetbaar hoger Na gehalte in het gewas geleid. Bij de overige voedingselementen was er in mei 2015 weinig verandering ten opzichte van mei 2014. In 2016 leek het K-gehalte wat lager dan in 2014 en 2015, maar dit was mede gevolg van een gewijzigde bemestingsstrategie van de teler. In de gehalten van de overige elementen in het gewas waren geen duidelijke verschillen zichtbaar. Wel leek het Ca- en Mg-gehalte in 2015 wat hoger dan in 2014. In het algemeen wordt bij hergebruik van drainwater een iets aangepast bemesting schema gebruikt. Omdat Ca moeilijk opneembaar is voor de plant, wordt bij een bemestingsschema voor vrije drainage extra Ca meegegeven om er voor te zorgen dat het gewas voldoende Ca op kan nemen. Bij een voedingsschema voor hergebruik drainwater wordt dit niet gedaan omdat bij een gelijke hoeveelheid Ca het Ca-gehalte rond de wortels teveel op zou kunnen gaan lopen en daarmee de K-opname negatief beïnvloeden. In een voedingsschema voor hergebruik drainwater is daarom het Ca-gehalte wat lager en het K-gehalte wat hoger dan in een voedingsschema voor vrije drainage. Daarnaast is het bekend dat bij hergebruik van drainwater het ijzer- en mangaangehalte in de drain terug kan lopen. 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 de dosering worden verhoogd of als chelaat worden toegevoegd.

Tabel 10

Gehalte aan Na en overige kationen (mmol/kg droge stof) in bladanalyses, mei 2014, 2015 en 2016 (gemiddeld van 3 cultivars).

		K	Na	Ca	Mg
Jong blad	2014	464	<10	84	52
	2015	488	<10	111	63
	2016	392	<10	108	53
Oud blad	2014	504	<10	117	57
	2015	492	<10	146	77
	2016	324	<10	123	51

5 Conclusies, discussie en aanbevelingen

5.1 Conclusies natriumonderzoek

Cymbidium blijkt een relatief gevoelig gewas voor natrium in vergelijking met andere gewassen. Een hoog Na-gehalte (3,5 en 5 mmol/l Na) bij een gelijkblijvende EC van 0,8 gaf bladschade bij Cymbidium. Bij de cultivar Forty Niner begon dat met geelverkleuring en necrose aan de bladpunten en bij de cultivar Nevada met zwarte spikkels en vlekken op het blad. Een jaar na de start van de proef was dit doorgegroeid tot afgestorven bladpunten/bladeren. Dit is K-tekort, hoogstwaarschijnlijk veroorzaakt door de lagere K-concentratie in de gift. Omdat het verschijnsel ook sterk optrad bij de behandeling met 5 mmol/l Na bovenop de normale EC, zal ook remming van de K-opname door een hoge Na-concentratie een rol spelen. Bij de behandelingen met 0 en 2 mmol/l Na zijn in het eerste teeltjaar weinig tot geen afwijkende symptomen in het blad gezien.

In het eerste teeltjaar was er geen verschil in productie, omdat de bloemtakken al voor de start van de behandelingen aangelegd waren. Bij de meeste kwaliteitsaspecten was er ook geen effect van Na zichtbaar. Alleen bij een laag aantal takken per plant was de totale taklengte bij een hoog Na-gehalte korter dan bij de controlebehandeling zonder Na. Bij een hoog aantal takken per plant was er geen betrouwbaar verschil in taklengte.

In het 2^e teeltjaar was er wel een negatief effect op productie en kwaliteit, met name bij de behandelingen met hoge Na-gehalten. Bij de cultivar Nevada bleef de behandeling met 2 mmol/l Na bij een gelijkblijvende EC van 0,8 ook wat achter in aantal takken en totaal geogst gewicht per m². Bij de cultivar Forty Niner gaf deze behandeling echter geen betrouwbaar effect op het aantal takken, maar het totaal geogst gewicht was wel lager dan bij de controle zonder natrium, door een lager takgewicht. De nadelige effecten waren bij 2 mmol/l natrium minder groot dan bij 3,5 mmol/l natrium.

5.2 Conclusies monitoring recirculatie

Hergebruik van drainwater bij Cymbidium zoals toegepast op het gemonitorde praktijkbedrijf geeft een aanzienlijke daling van de hoeveelheid geloosd drainwater, terwijl er tot dusver nog geen nadelige effecten op de gewasgroei zijn waargenomen. Gemiddeld is bij drie cultivars een Na-gehalte van maximaal 1,9 mmol/l in het drainwater terug gemeten. In de drainsilo was het Na-gehalte maximaal 1,3 mmol/l en in de watergift is maximaal 0,7 mmol/l Na meegegeven. Dit is lager dan de natriumgehalten die in het natriumonderzoek schade gegeven hebben. In de bladanalyses was geen Na meetbaar.

5.3 Discussie

De resultaten duiden erop dat een verhoogde Na-concentratie een probleem geeft in de teelt van Cymbidium. Als Na ophoping plaatsvindt bij gelijk blijvende EC - wat normaal gesproken het geval is, omdat telers de EC gebruiken als parameter om te sturen - zal dit tot uitputting van K leiden en K-gebrek tot gevolg hebben. Het zou ook kunnen dat men de voedingsconcentratie gelijk houdt, dan zal het leiden tot oplopen van de EC. Omdat de resultaten tot nu toe laten zien dat beide situaties symptomen geven door K-tekort, lijkt het dat 5 mmol/l Na hoe dan ook te hoog is. De behandeling met 3,5 mmol/l Na is mogelijk ook te hoog, maar het symptoom zou minder kunnen zijn als de K-dosering tijdig aangepast wordt. Echter, één teeltjaar is voor een Cymbidiumgewas dat jarenlang in productie blijft relatief kort. Bovendien worden nadelige effecten in Cymbidiumplanten pas na lange tijd zichtbaar o.a. vanwege de lange tijdsduur tussen bloemtakinductie en oogst. Eventuele nadelige effecten op bv. de takaanleg kunnen daarom pas in een volgend teeltjaar zichtbaar worden. Het is nog te vroeg om definitieve conclusies te trekken en daarom wordt het onderzoek nog een jaar voort gezet.

5.4 Aanbevelingen

Omdat de behandeling met 5 mmol/l natrium bovenop de normale EC negatieve effecten heeft laten zien, wordt geadviseerd deze behandeling te vervangen door een behandeling met een lagere concentratie bovenop de normale EC om nauwkeuriger de grenswaarde voor Na bovenop de normale EC vast te stellen.

Omdat *Cymbidium* een meerjarig gewas is waarbij negatieve effecten op productie en kwaliteit pas na lange tijd zichtbaar worden, wordt geadviseerd het natriumonderzoek en de monitoring van recirculatie in de praktijk, voort te zetten met een derde teeltjaar.

Literatuur

Maas, B. van der, Blok, C., Beerling, E., 2012.

Goed Gietwater. Werkpakket 1: Analyse bestaande eisen en kentallen. Rapport GTB-1214 WUR
Glastuinbouw.

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.wageningenur.nl/glastuinbouw

Glastuinbouw Rapport GTB-1432

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.