



Effecten van Na ophoping in de drain bij gerbera (proef 2019)

Vaststellen van de schadedrempel voor Na in het wortelmilieu bij gerbera met recirculatie

Nina Oud, Wim Voogt, Aat van Winkel en Andrea Diaz

Rapport WPR-1031

Referaat

In een proef met gerbera in een gesloten teeltsysteem is het effect van verhoging van de natriumconcentratie in het wortelmilieu op de groei en productie en op de natrium opname door het gewas bestudeerd. Er werden tot aan de hoogste Na concentratie geen significante verschillen in bloemproductie of kwaliteit gevonden. Gerbera blijkt relatief veel natrium op te nemen, bij een gemiddelde concentratie in de drain van 10 mmol/l is opnameconcentratie 1.6 mmol/l. De grenswaarde voor Na kan op basis van deze proef veilig op 10 – 12 mmol/ worden gesteld. Bij hoog natrium is de uitputting aan kalium wel een risico, het verdient daarom aanbeveling de K-dosering tijdig aan te passen

Abstract

The effects of increasing sodium concentration in the root environment on growth, yield and on sodium absorption on gerbera in a closed cultivation system was tested. No significant differences in flower production or quality were found to the highest sodium concentration. Gerbera appears to absorb relatively much sodium, at an average concentration in the drain of 10 mmol/l, the uptake concentration is 1.6 mmol/l. The limit value for sodium can be set safely at 10 – 12 mmol / on basis of this test. In case of high sodium, the depletion of potassium is a risk, it is therefore advisable to adjust the K-dosage regularly.

Rapportgegevens

Rapport WPR-1031

Projectnummer: 3742 266700

DOI: <https://doi.org/10.18174/572437>

Thema: Water- & Nutriënten

Dit project / onderzoek is mede tot stand gekomen door de bijdrage van Topsector Tuinbouw en Uitgangsmateriaal en Stichting Kennis in je Kas.

Disclaimer

© 2022 Wageningen, Stichting Wageningen Research, Wageningen Plant Research, Business unit Glastuinbouw, Postbus 20, 2665 MV Bleiswijk T 0317 48 56 06, www.wur.nl/plant-research.

Kamer van Koophandel nr.: 09098104

BTW nr.: NL 8113.83.696.B07

Stichting Wageningen Research. Alle rechten voorbehouden. Niets uit deze uitgave mag worden veeleelvoudigd, opgeslagen in een geautomatiseerd gegevensbestand, of openbaar gemaakt, in enige vorm of op enige wijze, hetzij elektronisch, mechanisch, door fotokopieën, opnamen of enige andere manier zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van Stichting Wageningen Research.

Stichting Wageningen Research 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

Inhoud

	Samenvatting	5
1	Introductie	7
	1.1 Achtergrond	7
	1.2 Doel	7
	1.3 Aanpak	7
2	Materiaal en Methoden	9
	2.1 Teeltomstandigheden	9
	2.2 Proefopzet	9
	2.3 Wekelijkse aanpassingen Na en voeding	11
	2.4 Metingen	11
3	Resultaten	13
	3.1 Drain en gift concentraties	13
	3.2 Productie	15
	3.3 Nutriëntgehalten	19
	3.4 Na opname	20
4	Discussie / betekenis voor de praktijk	23
5	Conclusie	25
6	Literatuur	27
	Bijlage 1 Plattegrond kas	29
	Bijlage 2 Drain analyses	31
	Bijlage 3 Gewas analyses	33
	Bijlage 4 Statistische verwerking	39

Samenvatting

Eén van de knelpunten bij teeltsystemen met hergebruik van drainwater is de ophoping van ongewenste zouten, specifiek Natrium (Na). Met het oog op de plicht tot (nagenoeg) nul-emissie voor nutriënten en gewasbeschermingsmiddelen in de glastuinbouw vanaf 2027 kan dit een bottle-neck zijn voor volledige recirculatie.

Er is daarom hernieuwd onderzoek gedaan naar de effecten en grenswaarden voor Na bij gewassen. In dit rapport wordt verslag gedaan van de effecten van verhoogd Na in een gerbera teelt en wordt de huidige grenswaarde van Na geëvalueerd.

De proef bestond uit een aantal behandelingen, waarbij Na oploopt terwijl de EC gelijk blijft en de kationenconcentraties zonder natrium afnemen. De oplopende Na concentraties waren: 5, 10, 15, mmol/l vanaf de start van de teelt en er waren twee behandelingen met 15 mmol/l met startdatum resp. 1/6 en 1/7. In alle gevallen is telkens de K-Ca-Mg verhouding aangepast om de gestegen Na te compenseren. De proef liep van 22 maart tot 5 december 2019 met 4 cultivars: Albino, Whisper, Pre-Semmy en Rich. Op basis van de nutriënten analysesresultaten van de drain werd wekelijks de nieuwe aanvuloplossing berekend en is handmatig een Na-oplossing toegediend. Oogst gegevens en bloem- en bladanalyses werden gedurende de proef bijgehouden.

Geen effect van verhoogd Na was te zien op het aantal bloemen. Wel bleken de gemiddelde bloemgewichten licht af te nemen bij stijgend Na. De productie over het gehele jaar volgde dezelfde trend met minimale verschillen tussen de behandelingen. Bij het oplopen van Na blijken de nutriënten voor gerbera nog steeds in voldoende mate beschikbaar te zijn. Alleen bij het hoge Na niveau van 15 mmol/l blijkt het lastig om K voldoende op peil te houden. Er was geen effect van Na op het vaasleven. De Na opname van gerbera blijkt aanzienlijk en bedraagt ca 16% van de heersende concentratie in de wortelomgeving. Dit betekent dat bij een concentratie van 10 mmol/l Na in de drain de gemiddelde opnameconcentratie rond ca. 1.6 mmol/l zal zijn. Dit ligt ver boven de gemiddelde input via water uit omgekeerde osmose of van regenwater, zodat geconcludeerd kan worden dat voor de meeste bedrijven oplopend Na geen bedreiging zal vormen of een reden tot spui. Zelfs periodiek bijmengen van leidingwater, waarvan bij sommige herkomsten de Na concentraties hoger zijn dan 1.6 mmol/l, zal niet snel leiden tot een waarde die uitkomt boven de grenswaarde voor Na in de drain. De huidige Na grenswaarde is 6 mmol/l. Op grond van de resultaten van deze proef kan deze grenswaarde veilig worden verhoogd tot 10 á 12 mmol/l Na in de drain.

1 Introductie

1.1 Achtergrond

Vanaf 2027 zal een (nagenoeg) nul-emissie plicht voor nutriënten en gewasbeschermingsmiddelen (GBM) gelden voor de glastuinbouw. Voor substraatteelten zijn telers nu al wettelijk verplicht om voedingsoplossing te recirculeren, maar er mag onder bepaalde voorwaarden worden gелоosd. Eén van de knelpunten in recirculatie is de ophoping van ongewenste zouten, specifiek Natrium (Na). Op verschillende manieren kan Na het systeem binnenkomen: via meststoffen, het regenwater (hoe dichterbij de kust, hoe hoger de concentratie Na) en via grondwater, al dan niet na toepassing van Reverse Osmosis (RO). Afhankelijk van het gewas wordt Na in meer of mindere mate door de plant opgenomen. De rest van het aanwezige Na hoopt zich op in het recirculerende water en een te hoge natriumconcentratie leidt tot groeiremming.

In een zoute omgeving kunnen 3 beperkingen optreden: 1. Watertekort door osmotische stress, waar een verhoogde EC zorgt dat de wortels moeilijk water kunnen opnemen. 2. Ionen toxiciteit door een overmaat aan opname van bepaalde ionen, voornamelijk Na^+ en Cl^- . 3. Nutriënten onbalans waardoor de opname van andere kationen bemoeilijkt wordt, wat de verdeling van ionen in de verschillende plantendelen beïnvloedt (Marschner, 2012).

Uit resultaten van het zoutonderzoek in de jaren '80-'90 (Sonneveld & Van den Burg, 1991) zijn normen voor de grenswaarden voor Na in het wortelmilieu opgesteld. Voor gerbera, waar dit verslag betrekking op heeft, is de Na grenswaarde vastgesteld op 6 mmol/l. Als hogere Na waarden kunnen worden toegelaten dan dat tot nu toe voor acceptabel werd gehouden, zou dit de spui-hoeveelheid aanzienlijk kunnen verminderen. Bij de oude normen is er sowieso een ruime veiligheidsmarge aangehouden, daarnaast zijn er sinds die tijd allerlei teeltkundige veranderingen geweest, zoals het gegeven dat er vanwege teeltkundige redenen een aanzienlijk hogere totale EC-waarde wordt aangehouden dan primair nodig is voor de voeding van het gewas. Theoretisch gezien is er ca 1.5 – 1.6 mS/cm aan voeding nodig (dit, als men de bijdrage aan de EC-waarde van individuele nutriënten, in de minimaal benodigde concentratie sommeert). Bij de gemiddeld gehanteerde EC van 2.3 – 2.5, ontstaat er in theorie ruimte voor ca 0.8 – 1.0 mS/cm aan "ballastzouten", wat 'vertaald' naar Na, een concentratie van ongeveer 9 – 11 mmol/l oplevert. Hiermee is er theoretisch ruimte voor opvulling van de EC in de mat/drain zonder dat dit ten koste gaat van de voorziening aan nutriënten. Er zijn daarom voldoende redenen om de effecten van verhoogd Na in het wortelmilieu in de teelt van gerbera opnieuw te onderzoeken en de huidige grenswaarde van Na te evalueren.

1.2 Doel

Onderzoek naar de grenswaarde voor Na in het wortelmilieu bij gerbera.

1.3 Aanpak

Een proefopzet is gekozen, waarbij in zes behandelingen Na oploopt bij gelijke EC en de kationenconcentraties, exclusief natrium, evenredig afnemen. Dit komt overeen met de situatie die zich in de praktijk zal voordoen indien natrium oploopt. Ook is gekeken naar het effect van het seizoen, het zou immers mogelijk zijn dat het effect van oplopend Na in de zomerperiode, met meer verdamping, anders is dan in de lichtarmere perioden.

Het experiment had vijf Na-trappen en een referentie behandeling. De Na concentraties waren resp. 0, 5, 10, 15, 15 (start vanaf 1 juni), 15 (start vanaf 1 juli) mmol/l, als streefwaarde in de drain. De drie behandelingen met de hoogste Na concentratie (15 mmol/l) verschilden onderling in het moment van start met de Na gift om zicht te krijgen op het seizoenseffect van Na ophoping. De verhoogde Na concentratie (bij gelijke EC) werd gecompenseerd door evenredige verlaging van K, Ca en Mg.

Tijdens de teelt werd de voedings- en drainoplossing gemonitord om de water- en de nutriëntopname te kunnen berekenen. Het effect op de biomassa productie werd gemeten door continue metingen van de bloemproductie en aan het einde van de teelt door meting van de verse biomassa van de plant. De droge stof gehalten werden bepaald en de mineraalgehalten van de biomassa per maand werden bepaald.

2 Materiaal en Methoden

2.1 Teeltomstandigheden

In kas 6.02 van BU Glastuinbouw van Wageningen University & Research in Bleiswijk werd tussen 22 maart (week 12) en 5 december 2019 (week 49) gerbera's geteeld met recirculatie en met verhoogde Na-gehalten. De gangbare gerbera teeltomstandigheden werden zoveel mogelijk aangehouden (een combinatie van zoveel mogelijk biologische en daarnaast chemische bestrijding tegen trips, witte vlieg, luis, rups en meeldauw). Op 24 halve goten van 6 m werden 4 cultivars geteeld: Albino, Whisper, Pre-Semmy en Rich, resp. twee klein- en twee grootbloemige cultivars (Schreurs, de Kwakel) (Figuur 2.1). De plantdichtheid was 6.15 planten/m² met 192 planten per cultivar.



Figuur 2.1 Cultivars v.l.n.r. Albino, Whisper, Pre-Semmy, Rich.

2.2 Proefopzet

De 6 behandelingen kwamen in 4 herhalingen voor. Elke rij (teeltgoot) bestond uit twee teeltvakken (herhalingen) achter elkaar. Eén herhaling bestond uit 32 planten (4 cv x 8 planten) per halve goot (Figuur 2.2 en bijlage 1).

De 6 behandeling verschilden in drain streefwaardes. Voor Na is 0, 5, 10, 15, 15 (start 1/6), 15 (start 1/7) mmol/l de streefwaarde, waarbij in de laatste twee behandelingen later werd gestart met Na toediending, op respectievelijk 1 juni en 1 juli. Om een drain EC 3.0 te kunnen handhaven werden K, Ca en Mg concentraties evenredig verminderd en bleef de K/Ca gelijk (Tabel 2.1). De streefconcentratie voor Mg is voor behandelingen E en F na de start op 1 juni en 1 juli niet gecorrigeerd. Dit is over het hoofd gezien, waardoor de Mg iets hoger is en K/Mg derhalve iets lager is vergeleken met de andere behandelingen.

Tabel 2.1

Streefconcentratie voedingselementen in de drain, start 22 Maart tenzij anders aangegeven.

Behandeling	EC	K	Na	Ca	Mg	NO ₃	Cl	SO ₄	P	Fe	Mn	Zn	B	Cu	Mo	K/Ca	K/Mg
	mS/cm	mmol/l							µmol/l								
A:0 Na (referentie)	3.0	6.4	0	9.7	4.6	13.0	13.0	3.8	1.5	40.0	7.0	7.0	40.0	1.5	1.0	0.7	1.4
B:5 Na	3.0	5.5	5	8.3	4.0	13.0	13.0	3.8	1.5	40.0	7.0	7.0	40.0	1.5	1.0	0.7	1.4
C:10 Na V	3.0	4.6	10	6.9	3.3	13.0	13.0	3.8	1.5	40.0	7.0	7.0	40.0	1.5	1.0	0.7	1.4
D:15 Na	3.0	3.7	15	5.5	2.7	13.0	13.0	3.8	1.5	40.0	7.0	7.0	40.0	1.5	1.0	0.7	1.4
E:15 Na(1/6)	3.0	3.7	15	5.5	4.0	13.0	13.0	3.8	1.5	40.0	7.0	7.0	40.0	1.5	1.0	0.7	0.93
F:15 Na(1/7)	3.0	3.7	15	5.5	4.0	13.0	13.0	3.8	1.5	40.0	7.0	7.0	40.0	1.5	1.0	0.7	0.93

De proef vond plaats in een gesloten teeltsysteem. Het drainwater werd per behandeling opgevangen en in een voorraadbak gepompt. De voorraadbak werd minstens eenmaal per week aangevuld met verse voedingsoplossing. Deze aanvuloplossing werd wekelijks aangepast op basis van de analysecijfers van drain en gift. Hierbij werd zowel het recept voor de hoofd- en sporenelementen, indien nodig aangepast, als ook de toe te dienen concentratie Na. Voor de hoofd- en sporenelementen werden vloeibare meststoffen (substrafeed) gebruikt. Na werd toegediend als een mengsel van NaNO₃, NaCl en Na₂SO₄ in een mol verhouding van 0.746 : 0.036 : 0.218, overeenkomend met de mol verhouding van NO₃⁻, SO₄ en Cl in de standaardvoedingsoplossing voor gerbera



Figuur 2.2 Impressie van de proefopzet in de kas.

2.3 Wekelijkse aanpassingen Na en voeding

Op basis van de nutriënten analyseresultaten van de drain werd wekelijks de nieuwe aanvuloplossing berekend. De standaard voedingsoplossing (StV), weergegeven in Tabel 2.1 bij behandeling 0 Na (referentie), was hierbij het uitgangspunt. Voor de individuele behandelingen werd telkens een schatting gemaakt van de benodigde aanpassing in de concentraties voor K, Ca en Mg en voor Na, om de beoogde concentraties bij de desbetreffende behandeling te realiseren of te handhaven. Hierbij werden de volgende stappen uitgevoerd:

1. Watermonsters van de drain en de voorraadbak werden genomen, waarvan de drain analyses werden omgerekend naar EC 3.0.
2. Afwijkingen ten opzichte van de streefwaarden volgens de Bemestings Advies Basis (BAB) voor de anionen en sporenelementen werden geëvalueerd en zo nodig werden aanpassingen gemaakt op de StV.
3. Afwijkingen ten opzichte van de streefwaarden uit Tabel 2.1 voor K, Ca en Mg werden geëvalueerd en zo nodig werden aanpassingen gemaakt op de StV.
4. Kat – anionensom van de resulterende voedingsoplossing werd gelijk gemaakt.
5. Evaluatie van de Na concentraties in drain en gift werden vergeleken met streefwaarde en de voorafgaande trends en hierop werd een nieuwe gift-concentratie Na bepaald.
6. De EC-drain werd geëvalueerd, rekening houdend met de trend en te verwachten ontwikkeling (groei, weer), waarna de EC van de aanvulvoeding werd bepaald.
7. Alle hiervoor gekozen aanpassingen werd toegepast gebruikt om de nieuwe recepten te berekenen voor de unit, die vervolgens werden ingevoerd (namiddag).
8. De waterstand van de voorraadbakken werd gemeten, waardoor de hoeveelheid aan te maken nieuwe recept berekend kon worden.
9. Na het vullen voorraadbakken (volgende ochtend) werd gemeten hoe veel L aanvuloplossing met nieuw recept daadwerkelijk in de voorraadbak terecht was gekomen, waarna de hoeveelheid toe te dienen Na-oplossing bepaald kon worden (NaNO_3 , NaCl en Na_2SO_4).

2.4 Metingen

Driemaal per week werden EC en de pH van de drain en voorraadbak gemeten. Wekelijks werden op maandag monsters van drainwater en voorraadbak genomen en op woensdag geëvalueerd.

Tweemaal per week werd geoogst. Per cultivar werd het aantal bloemen geteld en totaal gewicht per veld gewogen. Eens per maand werd van iedere geoogste bloem de stengellengte en bloemdiameter bepaald.

Een aantal keren zijn gewasmonsters genomen (per behandeling per cultivar) van jong en oud blad en in december (eindooft) ook van een aantal plantonderdelen voor mineralengehalten en droge stof bepaling.

Maandelijks werden per behandeling submonsters genomen van de bloemen (cv 'Whisper') en na drogen opgeslagen, waarvan aan het einde van de proef een gemiddeld monster is genomen voor mineralenanalyse.

Een houdbaarheidsproef (vaasleven) is in eind oktober/begin november uitgevoerd.

3 Resultaten

3.1 Drain en gift concentraties

De gemiddelde waarden van anionen waren gedurende de teelt vrij constant en niet wezenlijk verschillend tussen de behandelingen (NO_3 , Cl , SO_4), P is iets lager bij een hogere Na concentratie, wat zal samenhangen met de eveneens iets hogere pH waarden (Tabel 3.1a, figuren Bijlage 2). De concentraties kationen verschillen tussen de behandelingen, zoals beoogd in de proefopzet (Tabel 2.1).

De effecten van het niet aanpassen van de streefwaarden van Mg bij de behandelingen met 15 mmol/l Na die later gestart zijn (zie 2.2), is enigszins terug te vinden in de licht verhoogde concentraties ten opzichte van het gemiddelde bij behandeling 4. De verschillen zijn echter dusdanig klein dat veilig aangenomen kan worden dit geen effect op groei of ontwikkeling van het gewas heeft gehad.

De gemiddelde Na concentraties zijn bij alle behandelingen iets lager dan de beoogde waarden, vooral bij behandeling 6 (15 mmol/l 1/7), maar dit komt omdat de aanlooperperiode ook is meegenomen in het berekenen van het gemiddelde. De Na-concentraties in de drain lopen vanaf de start geleidelijk op (Figuur 3.1). Bij de 0-Na behandeling loopt dit op tot max 2 mmol/l en bij alle Na behandelingen worden de beoogde streefwaarden uiteindelijk gerealiseerd. Vanwege het relatief lage Na niveau was de 5 Na behandeling lastig constant te houden.

De verschillende starttijden van behandeling 15 Na: start op 1 juni en 1 juli, zijn duidelijk zichtbaar in het verloop en volgen een gelijke trend in toename van Na, maar de toename is steiler dan bij behandeling 15 Na vanaf 22 maart, logischerwijs omdat het waterverbruik door grotere planten en de zomerperiode hoger is. De concentraties van K in de drain bleven – na een sterke daling in de eerste weken na de start – redelijk constant gedurende de teelt, uitgezonderd de behandelingen 15 Na 1/6 en 15 Na 1/7, waar de K constant bleef dalen. Dit, ondanks de extra handmatige K toedieningen. Mogelijk hangt het verschil samen met de periode waarin gestart is met Na ophoping; bij 15 Na 22/3 was er sprake van een jong gewas, waarbij de geleidelijke ophoping en daarmee samenhangende K uitputting nog plaats had bij een lagere absolute hoeveelheid K behoefte vergeleken met de aanwezige buffer in het teeltsysteem dan bij twee later gestarte behandelingen. De K/Ca verhouding blijft echter wel grotendeels boven de streefwaarde van 0.7 (Bijlage 2, Figuur 2).

Tabel 3.1a

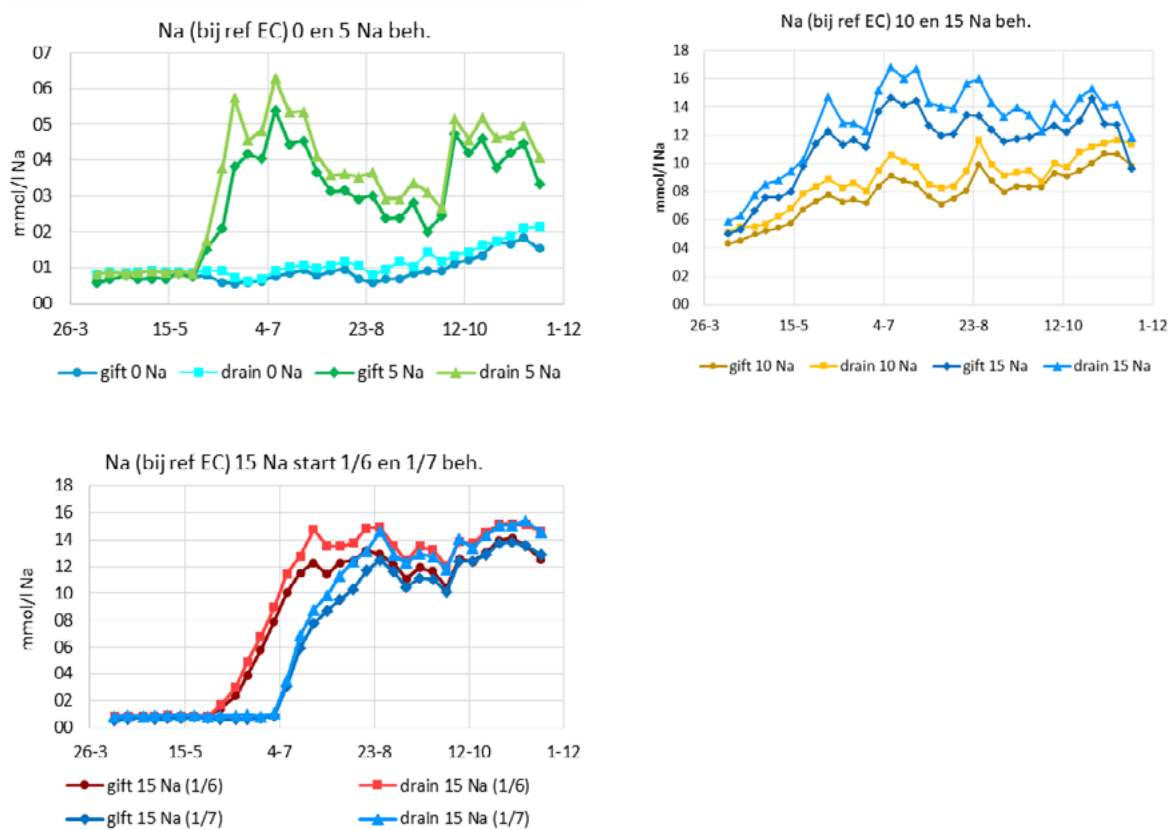
Gemiddelde concentraties EC, pH en hoofdelementen in de drain (mmol/l) met EC correctie naar $EC=3.0$.

Behandeling	pH	EC	K	Na	Ca	Mg	NO_3	Cl	SO_4	P
A: 0 Na	5.27	3.00	6.58	1.20	7.27	4.91	17.80	2.83	4.60	1.96
B: 5 Na	5.46	3.00	5.95	4.18	6.46	4.28	17.59	3.32	4.28	1.85
C: 10 Na	5.91	3.00	4.48	8.91	5.46	4.04	18.02	2.89	5.14	1.29
D: 15 Na	5.93	3.00	3.62	12.92	4.30	3.36	18.51	2.54	4.90	1.17
E: 15 Na (1/6)	5.83	3.00	3.77	12.08	4.64	3.60	18.65	2.45	5.08	1.28
F: 15 Na (1/7)	5.72	3.00	3.89	9.98	5.30	4.01	18.38	2.67	5.10	1.49

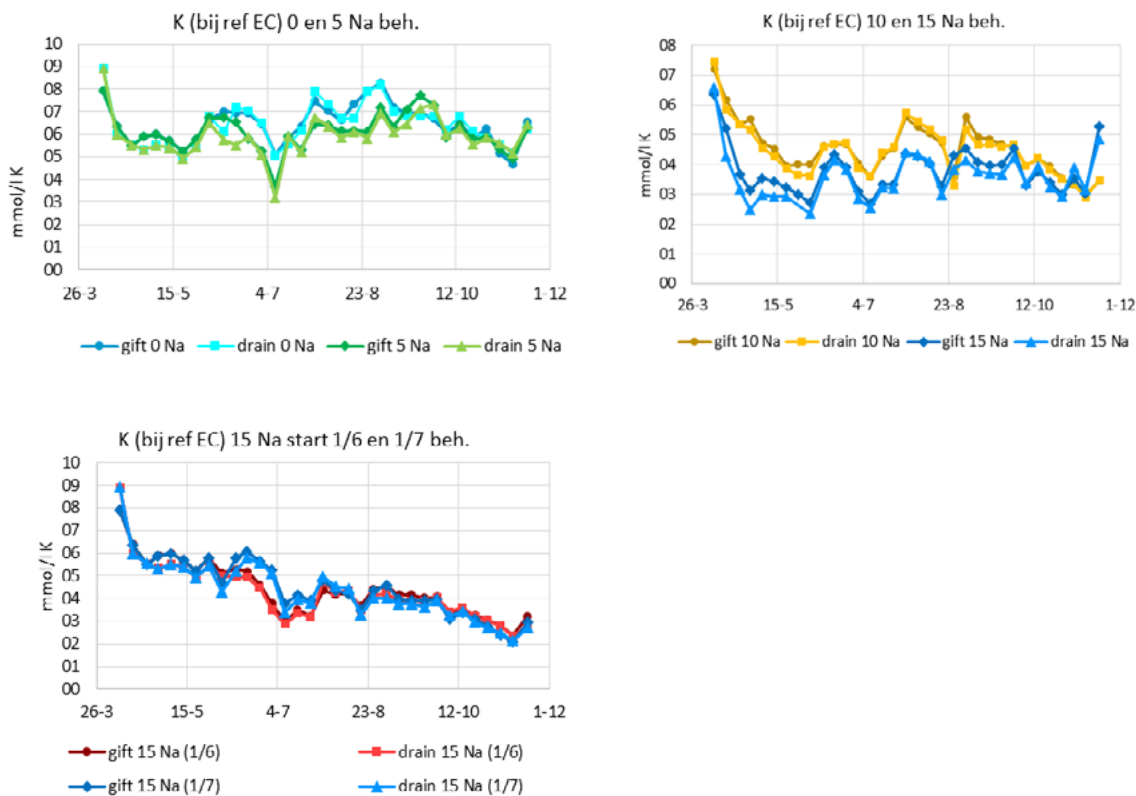
Tabel 3.1b

Gemiddelde concentraties sporelementen in de drain (mmol/l) en K/Ca en K/Mg verhouding met EC correctie naar EC=3.0.

Behandeling	Fe	Mn	Zn	B	Cu	K/Ca	K/Mg
A: 0 Na	36.83	9.91	11.48	41.70	1.54	0.91	1.34
B: 5 Na	32.83	9.38	9.88	38.69	1.37	0.92	1.39
C: 10 Na	20.83	4.23	5.81	34.59	1.08	0.82	1.11
D: 15 Na	20.16	4.15	8.02	30.94	0.89	0.84	1.08
E: 15 Na (1/6)	15.81	3.57	5.16	30.45	0.97	0.81	1.05
F: 15 Na (1/7)	21.38	5.68	7.69	34.90	1.18	0.73	0.97



Figuur 3.1 Na concentraties in drain en druppelwater tijdens de proefperiode bij de zes behandelingen, omgerekend naar ref EC (3.0).



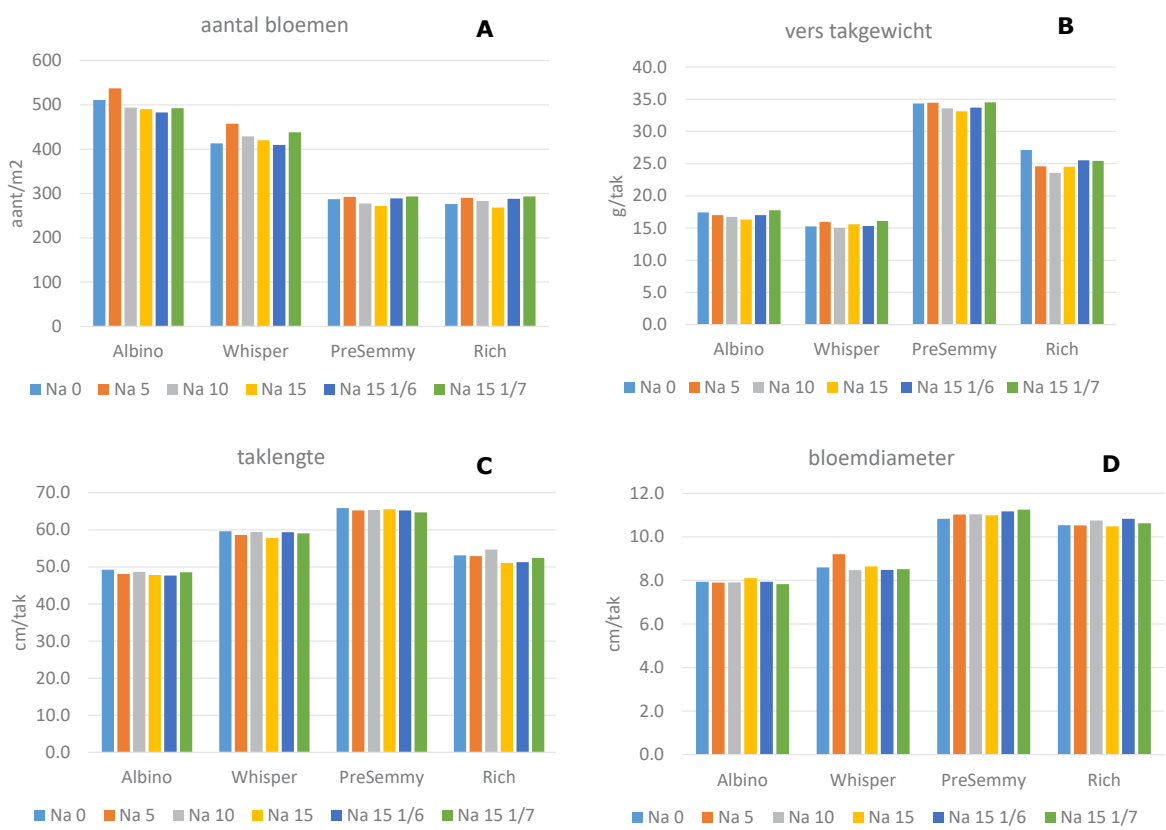
Figuur 3.2 K concentraties in drain en druppelwater tijdens de proefperiode bij de zes behandelingen, omgerekend naar ref EC (3.0).

3.2 Productie

Het is evident dat er tussen de cultivars grote verschillen zijn in de productie van het aantal bloemen/m². Per cultivar zijn de verschillen tussen de behandelingen echter gering. Bij Albino, en in mindere mate bij Pre-Semmy, lijken er wel iets minder bloemen geproduceerd te worden bij hogere Na concentraties (Na 10, 15 mol/l) (Figuur 3.3a, tabel 3.2), daarentegen valt bij beide rassen de productie bij 0 Na juist wat lager uit. Bij Whisper en Rich zijn de verschillen kleiner en vertonen geen trend.

Bij de behandelingen met later gestarte Na verhoging (15 mol/l Na 1/6 en 1/7) is er nergens een vermindering in aantal bloemen te zien voor alle vier de cultivars, er lijken zelfs iets meer bloemen te zijn geproduceerd (Whisper, Pre-Semmy en Rich meer bloemen in behandeling Na 15 1/7 vergeleken met 0 Na).

Kortom, er lijkt geen duidelijk effect van Na op de productie van het aantal bloemen. Dit wordt bevestigd door de uitgevoerde statistische analyse, er blijkt geen significant verschil te zijn tussen de behandelingen per ras ($P < 0.1$) (geen interactie tussen ras en Na), wel is er uiteraard een zeer betrouwbaar verschil tussen de rassen ($P < 0.01$) (details, bijlage 4). Om dit nog even in perspectief te zetten: uit de ANOVA test bleek dat er minimaal een verschil moet zijn van 50 bloemen/m² om van een betrouwbaar effect te kunnen spreken. Klaarblijkelijk is de spreiding binnen de afzonderlijke herhalingen dusdanig groot dat dit relatief hoge aantal (ca 10 % bij de kleinbloemige rassen) nodig is.



Figuur 3.3 De totale productie in aantal bloemen/m² (a), het gemiddelde vers takgewicht in g/tak (b), de gemiddelde taklengte in cm/tak (c) en de gemiddelde bloemdiameter in cm/tak (d) per cultivar per Na behandeling in mmol/l.

Tabel 3.2

Gemiddeld aantal bloemen/m² van de vier rassen bij de zes behandelingen.

Ras	Behandeling					
	0 Na	5 Na	10 Na	15 Na	15 Na (1/6)	15 Na (1/7)
Albino	511	537	494	490	483	492
Whisper	413	457	429	420	410	438
Presemmy	287	292	277	272	289	293
Rich	276	290	283	268	288	293

ANOVA: $P > 0.1$

Het gemiddelde bloemgewicht vertoont enigszins een dalende trend bij hogere Na concentraties, alleen bij 'Rich' is dat onduidelijk (Figuur 3.3b). Uit de statistische analyse blijkt dat er een significant effect is, er is een betrouwbare interactie tussen ras en het Na- niveau ($P < 0.001$). Bij het verder uitwerken van de statistische toets, blijkt het volgende:

De gemiddelde gewichten per ras verschillen significant van elkaar (Tabel 3.3). Bij Albino zijn de gemiddelde gewichten betrouwbaar lager bij 10 Na ten opzichte van 15 Na 1/6 en 15 Na 1/7 en heeft daarnaast 5 Na een betrouwbaar lager gewicht dan 15 Na 1/6. Bij Whisper blijkt dat 5 Na betrouwbaar lager scoort dan 15 Na 1/6. Bij Presemmy is het gemiddeld gewicht bij 10 Na betrouwbaar lager dan 0 Na, 15 Na 1/6 en 15 Na 1/7. Bij Rich is 5 Na betrouwbaar lager in gewicht dan 0 Na, 15 Na, 15 Na 1/6 en 15 Na 1/7. Echter Na 15 1/7 is bij Rich ook betrouwbaar hoger in gewicht dan alle andere behandelingen. Het effect van Na is, hoewel er statisch betrouwbare verschillen zijn, dus niet gemakkelijk eenduidig te interpreteren. Immers, de behandeling met 15 Na (continu) geeft bij geen van de rassen een betrouwbaar lager gewicht, terwijl 5 en 10 Na dat bij sommige rassen wel doen. Daarnaast scoort 0 Na in geen van de gevallen met een significant hoger gewicht. Er is nog een analyse gedaan van de gemiddelde gewichten over verschillende perioden van de proef, maar dit leverde geen andere inzichten op.

Tabel 3.3

Gemiddeld bloemgewicht van de vier rassen bij de zes behandelingen, in gr per bloem.

Ras	Behandeling											
	0 Na		5 Na		10 Na		15 Na		15 Na (1/6)		15 Na (1/7)	
Albino	17.0	abc)*	16.7	ab	16.3	b	17.0	abc	17.8	c	17.4	ac
Whisper	15.9	de	15.0	d	15.6	de	15.3	d	16.1	e	15.3	de
Presemmy	34.5	f	33.6	fg	33.1	g	33.7	fg	34.5	f	34.3	f
Rich	24.6	h	23.6	j	24.5	hj	25.5	h	25.4	h	27.1	i

* Resultaten met eenzelfde letter zijn niet significant verschillend van elkaar. (Fisher's LSD toets, na een ANOVA variantie analyse)

De bloemdiameter bleek niet duidelijk verschillend (Figuur 3.3 c; tabel 3.4); ook gaf de variantieanalyse aan dat er geen significante verschillen zijn tussen de zes behandelingen ($P < 0.1$). Ook de gemeten taklengtes blijken niet betrouwbaar van elkaar te verschillen ($P < 0.1$) (Figuur 3.3d, tabel 3.4). Uiteraard zijn er voor beide parameters wel grote verschillen tussen de vier rassen onderling.

Tabel 3.4

Gemiddelde bloemdiameter van de vier rassen bij de zes behandelingen, in cm per bloem.

Ras	Behandeling					
	0 Na	5 Na	10 Na	15 Na	15 Na (1/6)	15 Na (1/7)
Albino	7.9	8.0	7.9	8.1	8.0	7.8
Whisper	8.6	9.1	8.5	8.7	8.5	8.5
Presemmy	10.8	11.0	11.0	11.0	11.2	11.3
Rich	10.5	10.5	10.8	10.5	10.8	10.6

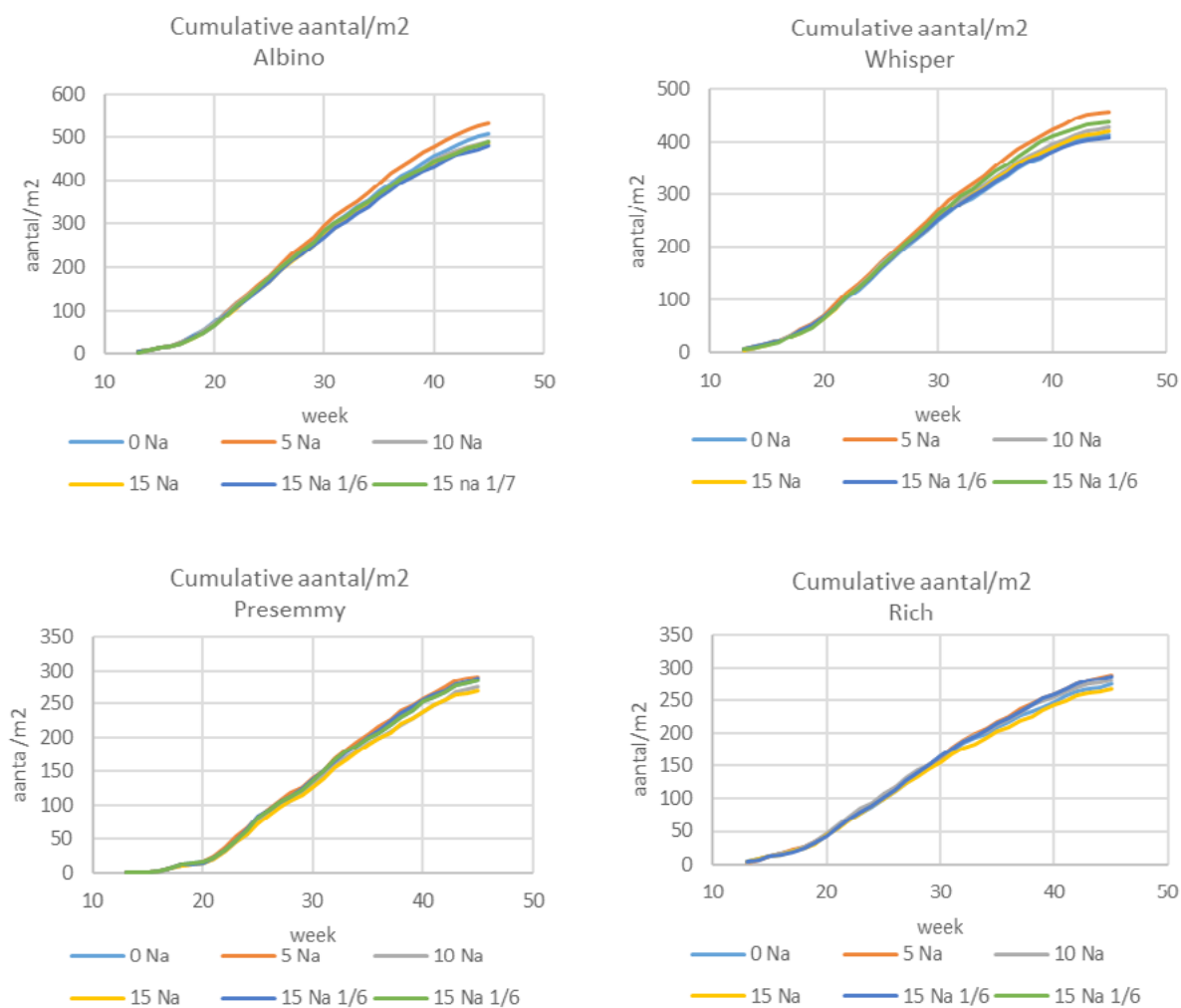
Tabel 3.5

Gemiddelde taklengte van de vier rassen bij de zes behandelingen, in cm per steel.

Ras	Behandeling					
	0 Na	5 Na	10 Na	15 Na	15 Na (1/6)	15 Na (1/7)
Albino	49.3	48.1	48.7	48.0	47.6	48.6
Whisper	59.6	58.8	59.4	57.8	59.4	59.1
Presemmy	66.0	65.3	65.4	65.7	65.3	64.7
Rich	53.1	53.0	54.9	51.2	51.3	52.5

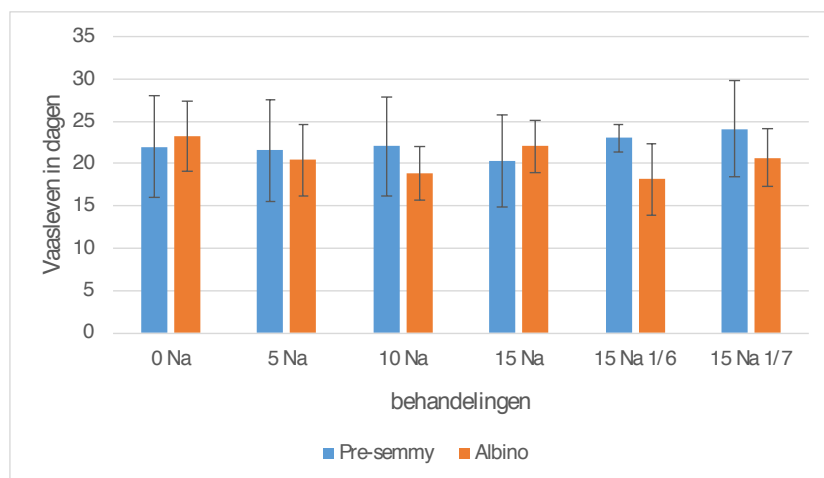
Opmerkelijk is dat er wel significante verschillen in takgewicht zijn gevonden, maar dat dit klaarblijkelijk niet evenredig samenhangt met de afmeting van de bloem of de lengte van de steel, die namelijk niet deze verschillen vertonen. Dit kan veroorzaakt zijn door verschillen in dikte van de bloembodem of de dikte van de stelen (beide zijn niet gemeten). Omdat ook de verschillen in takgewichten niet eenduidig de tendens aangeven dat meer Na lichtere takken geeft, kan veilig worden aangenomen dat de behandelingen met verhoogd Na niet nadelig zijn geweest voor de algehele omvang van de bloem en dus de sorteerklassen.

Het cumulatieve aantal bloemen per m² over het gehele teelseizoen laat dezelfde trend zien tussen de behandelingen, met aan het einde van de teelt geringe verschillen (Albino maximaal ca 50 bloemen/m²) tussen de behandelingen (Figuur 3.4). Zoals hierboven opgemerkt is dat alleen in het geval van Albino een significant verschil.



Figuur 3.4 Het verloop van de productie in aantal bloemen/m²/week, van de cumulatieve oogst per cultivar per behandeling.

De uitgevoerde houdbaarheidsstoets, bij twee rassen, liet geen effect zien van de Na behandelingen op het aantal dagen dat de bloemen houdbaar zijn op de vaas (Figuur 3.5).



Figuur 3.5 Vaasleven van de cultivars Pre-Semmy en Albino met spreiding in Stdev.

3.3 Nutriëntengehalten

Het Na gehalte in de bloem ('Whisper') neemt duidelijk toe met oplopend Na (Tabel 3.6). Vreemd en niet verklaarbaar is dat het gehalte Na bij de behandeling 15 1/7 hoger is dan bij de behandeling 15 1/6. In augustus bevat jong en oud blad van behandeling 15 Na 1/7 start nog relatief weinig Na, en al iets meer Na bij 15 Na 1/6 start (tabel 3.7).

Op het moment van de eind oogst zijn in het blad en in de rhizomen van alle drie de 15 Na behandelingen de hoogste concentraties Na terug te zien (tabel 3.8). De effecten van de aangepaste (verlaagde) K, Ca en Mg concentraties bij stijgend Na zijn zichtbaar in een geringe verlaging van K en Ca in het blad, terwijl Mg niet erg verschilt (Tabel 3.8).

Opvallend is daarbij dat in de bloemen de K en Mg gehalten niet duidelijk beïnvloed zijn, maar dat wel de Ca gehalten afnemen met toenemend Na. Voor de overige nutriëntengehalten zijn de verschillen klein of onduidelijk. Het meeste N hoopt zich op in het oude blad, gevolgd door de rhizomen. In jong blad vermindert in enige mate het gehalte aan totaal-stikstof bij oplopend Na, terwijl in oud blad de totaal-N juist oploopt bij oplopend Na voor Rich en Pre-Semmy (Bijlage Tabel 3e, 3f).

Tabel 3.6

Gemiddelden gehalten aan nutriënten in de bloemen (cultivar: Whisper) per behandeling gedurende het hele teeltseizoen (voor 0 – 15 Na) in mmol/l kg droge stof, gebaseerd op 8 submonsters van eenmaal per maand. De gemiddelden van behandelingen 15 Na 1/6 en 1/7 zijn gebaseerd op 4 monsters.

Behandeling	Na*	K	Ca	Mg	K/Mg	K/Ca
A: 0 Na	11.5	1023.8	107.3	85.2	12.0	9.5
B: 5 Na	20.3	1000.5	108.5	86.3	11.6	9.2
C: 10 Na	26.8	1032.4	90.6	75.9	13.6	11.4
D: 15 Na	42.5	1039.1	86.7	82.0	12.7	12.0
E: 15 Na (1/6)	67.0	1069.5	75.5	80.4	13.3	14.2
F: 15 Na (1/7)	78.9	1037.5	91.3	89.6	11.6	11.4

* Ondergrens detectie is 10 mmol/kg droge stof.

Tabel 3.7

Gemiddelden gehalten aan nutriënten (mmol/kg DS) in jong en oud blad in augustus 2019 van 4 cultivars (bijlage overige elementen).

Beh.	Jong blad augustus						Oud blad augustus					
	Na*	K	Ca	Mg	K/Mg	K/Ca	Na*	K	Ca	Mg	K/Mg	K/Ca
A: 0 Na	10.0	1431.3	284.5	125.5	11.4	5.0	10.0	1312.0	591.3	206.3	6.4	2.2
B: 5 Na	10.0	1253.3	200.3	127.8	9.8	6.3	16.2	1438.5	608.0	230.3	6.2	2.4
C: 10 Na	24.1	1261.8	216.0	133.3	9.5	5.8	60.4	1366.5	590.5	238.5	5.7	2.3
D: 15 Na	73.3	1382.3	224.8	156.0	8.9	6.2	82.3	1443.5	575.3	271.8	5.3	2.5
E: 15 Na (1/6)	51.1	1422.3	231.0	138.0	10.3	6.2	35.8	1484.0	588.5	237.0	6.3	2.5
F: 15 Na (1/7)	18.2	1441.3	268.8	163.8	8.8	5.4	12.5	1363.3	618.5	256.0	5.3	2.2

)* Ondergrens detectie is 10 mmol/kg droge stof.

Tabel 3.8

Gehalten aan nutriënten (mmol/kg DS) in jong, oud blad, zeer oud blad en rhizomen tijdens eind oogst december 2019 van cv Whisper (bijlage overige elementen)

Beh.	Jong blad eind oogst						Oud blad eind oogst					
	Na*	K	Ca	Mg	K/Mg	K/Ca	Na*	K	Ca	Mg	K/Mg	K/Ca
A: 0 Na	10	1439	514	234	6.1	2.8	10	1420	559	236	6.0	2.5
B: 5 Na	12.9	1455	516	191	7.6	2.8	21	1568	564	220	7.1	2.8
C: 10 Na	45.4	1285	634	308	4.2	2.0	72.6	1341	636	333	4.0	2.1
D: 15 Na	91.3	1383	460	240	5.8	3.0	106	1316	458	229	5.7	2.9
E: 15 Na (1/6)	85.9	1361	526	288	4.7	2.6	122	1284	670	330	3.9	1.9
F: 15 Na (1/7)	83.1	1307	472	243	5.4	2.8	94.8	1345	557	292	4.6	2.4

Beh.	zeer oud blad eind oogst						Rhizomen eind oogst					
	Na*	K	Ca	Mg	K/Mg	K/Ca	Na*	K	Ca	Mg	K/Mg	K/Ca
A: 0 Na	55.1	1895	777	402	4.7	2.4	83.3	875	488	185	4.7	1.8
B: 5 Na	129	1911	759	334	5.7	2.5						
C: 10 Na	360	1825	971	509	3.6	1.9	307	751	500	214	3.5	1.5
D: 15 Na	392	1895	775	408	4.6	2.4	368	711	549	193	3.7	1.3
E: 15 Na (1/6)	540	1698	802	393	4.3	2.1	384	736	542	227	3.2	1.4
F: 15 Na (1/7)	570	1897	936	521	3.6	2.0						

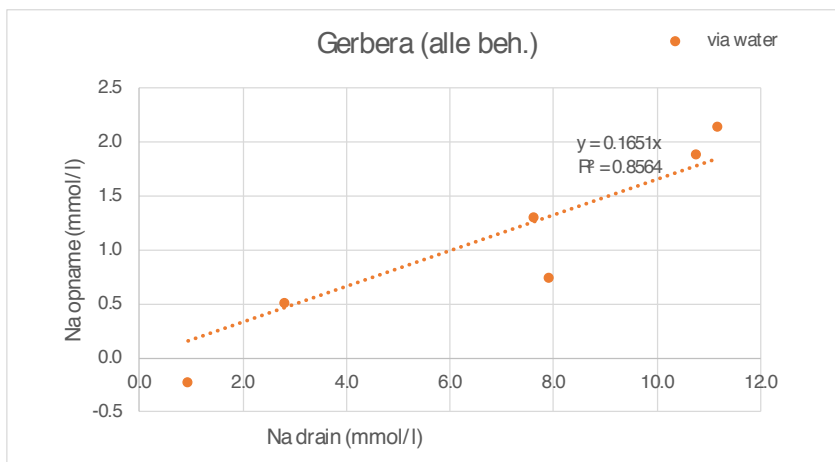
)* Ondergrens detectie is 10 mmol/kg droge stof.

3.4 Na opname

Zoals te verwachten en ook zichtbaar is uit de gewasgehalten, hangt de opname van Na samen met de concentratie aan Na in het wortelmilieu. De opname kan worden uitgedrukt in absolute hoeveelheid (mmol of mg/m²), maar voor de toepassing en interpretatie van de resultaten is een relatieve waarde, zoals de opnameconcentratie meer relevant.

De opnameconcentratie van Na is berekend als de absolute toegediende hoeveelheid Na in de voeding minus de absolute hoeveelheid Na in het teeltsysteem (matten, drain, voorraad) aan het einde van de proef, en dit verschil is gedeeld door de totale wateropname van de plant in L. De wateropname van de plant is de absolute aangevoerde hoeveelheid water minus de absolute hoeveelheid water in het teeltsysteem (matten, drain, voorraad).

De gevonden waarden zijn vervolgens uitgezet tegen de gemiddelde Na concentraties in de drain (Figuur 3.6). Er blijkt een lineair verband te zijn, met de volgende regressielijn $y=0.1651x$. Hieruit kan de Na opnamecapaciteit worden afgeleid.



Figuur 3.6 Na opnameconcentratie (mmol/l) in relatie met de Na concentratie in de drain, berekend uit de toegediende en afgevoerde hoeveelheden Na en water.

4 Discussie / betekenis voor de praktijk

De productie van gerbera werd in deze proef niet beïnvloed door de Na concentratie. De resultaten in deze proef zijn een bevestiging van eerder uitgevoerd onderzoek. In een proef met cultivar Yellow cassio met Na behandelingen tot 10 mmol/l Na en continue EC van 2 was er, afgezien van een lager bloemgewicht bij hoge EC in de zomer, ook geen effect van Na op de productie (Baas *et al.* 1996). In een andere onderzoek vergeleek Van den Burg (1992) 2 EC- en 3 NaCl trappen, waarin Na toegediend werd als NaCl. Ook hier bleek er wel een EC effect, maar geen specifieke verlaging van groei of productie door NaCl. Bij hogere Na concentratie is het dus moeilijker om K op niveau te houden. De kleinere hoeveelheid beschikbare K wordt sneller door de plant uitgeput. In de proef was dit te zien bij de snelle Na toename in de zomermaanden (15 Na start 1/6 en 1/7) waar het K niveau verminderde ondanks handmatige toediening.

Met een drain EC van 3.0 en maximaal 12 mmol/l Na neemt Na een EC ruimte in van 1.2, waardoor nog een EC ruimte van 1.8 overblijft voor nutriënten. Het K niveau dient goed in de gaten worden gehouden en mogelijk extra K worden toegediend, wanneer K lager dan 4.5 mmol/l in de drain dreigt te worden. In een teeltsituatie (niet in deze proef) zou kunnen worden overwogen de aanvoer EC te verhogen zodat de EC ruimte voor plantopname iets groter wordt.

De Na opname door de plant is 16% van de waarde in het wortelmilieu. Dat is aanzienlijk meer dan wat gevonden is in voorgaand onderzoek, namelijk 4% bij cv Yellow cassio (Baas *et al.* 1996), 8% bij cv Terrafame en 11% bij cv Delphi (Burg, 1992). Daarbij moet gezegd dat de eerstgenoemde proef met kleikorrels werd gedaan, waarvan bekend is dat deze Na vastleggen; dit is in die proef helaas niet meegenomen in de waarnemingen.

De resultaten van deze proef maken dat het omgaan met natrium in een gesloten teeltsysteem voor gerbera in een ander perspectief komt te staan dan tot nu toe de beleving was van 'de praktijk'. Uit de resultaten blijkt namelijk dat er beduidend meer ruimte is voor een oplopende Na concentratie in de recirculerende voedingsoplossing dan de waarde die momenteel nog als grenswaarde wordt gehanteerd. Een Na drainconcentratie van 15 mmol/l zou hooguit een lichte daling in takgewicht kunnen veroorzaken, maar er blijkt uit deze proef dat er geen daling is van de productie (aantal bloemen) of kleinere bloemen of kortere stelen door verhoogd Na. Een veilige grenswaarde voor Na is op basis van deze proef 10 tot 12 mmol/l. Hanteren van deze hogere grenswaarde waarde zou de hoeveelheden spuiwater al drastisch kunnen verminderen.

Een tweede aspect betreft de Na opname. Gerbera blijkt de eigenschap van een relatief hoge opname voor Na te hebben. Dit is in de orde van grootte van 16 % van de waarde in het wortelmilieu, en zit daarmee op het niveau van komkommer of tomaat. Dat is veel hoger dan bijvoorbeeld een gewas als roos of paprika. Bij een niveau van 10 mmol/l in de drain (dus ook rond de wortel) is de opname ca 1.6 mmol/l. Zelfs al wordt aangenomen dat dit een optimistische schatting is, blijkt dat er een aanzienlijke Na opname zal gaan plaatsvinden. Dit betekent, dat bij deze grenswaarde van 10 mmol/l de input, dus het water (+ meststoffen) tot 1.6 mmol/l aan Na zou mogen bevatten. Als input wordt meestal regenwater, met een Na concentratie van hooguit ca 0.25 mmol/l (Westland), gebruikt of water van vergelijkbare kwaliteit. Na aanvankelijke enige accumulatie (vergelijk dit met de accumulatie bij behandeling 0 Na) zal de opname gelijk zijn aan de inputconcentratie en niet verder accumuleren en zal de grenswaarde van 10 mmol/l in het wortelmilieu nooit worden bereikt. Zelfs tijdelijk bijmengen met een deel leidingwater of bronwater, zal geen probleem geven, zolang de gemiddelde inputconcentratie beneden ca 1.5 mmol/l blijft. Feitelijk betekent dit dat bij hergebruik van drainwater, in de Nederlandse context, deze grenswaarde vrijwel nooit zal worden bereikt.

5 Conclusie

- Een veilig Na grenswaarde is op basis van deze proef 10-12 mmol/l Na in de drain.
- Een effect van verhoogd Na op het aantal bloemen is niet te zien. De productie over het gehele jaar volgt dezelfde trend met minimale verschillen tussen de behandelingen.
- Hogere Na concentraties zouden mogelijk het takgewicht negatief beïnvloeden.
- Na had geen effect op het vaasleven.
- Een opname van Na in het gewas van 16% van de omgeving concentratie werd gevonden voor gerbera (gemiddeld over deze 4 cv).
- Bij het handhaven van een maximale Na concentratie van 10 mmol/l is de opname door de plant 1.6 mmol/l.
- Met oplopend Na zijn de nutriënten voor gerbera nog steeds beschikbaar. Bij hoge Na is K moeilijker op niveau te houden, waardoor de K/Ca verhouding daalt.
- Aanbeveling is om bij hoger Na, extra K te doseren ter voorkoming dat K snel uitput en vaker waar te nemen (een drainanalyse te laten doen).

6 Literatuur

Baas, R.; Berg, T.J.M van den; Os, P. van (1996).

Natrium-ophoping bij gerbera 'Yellow casio', geteeld in een kleikorrelstelsysteem. Proefstation voor Bloemisterij en Glasgroente, Aalsmeer. Rapport 36. ISSN 1385-3015.

Burg, A.M.M van der (1992).

Invloed NaCl en EC op productie en kwaliteit bij Gerbera cv. 'Terrafame' en cv. 'Delphi' bij teelt op steenwol. Proefstation voor tuinbouw onder Glas, Naaldwijk, Intern verslag nr. 70.

Marschner, P. (2012).

Mineral Nutrition of Higher Plants. Academic Press. 3rd edition. 17: 457-472.

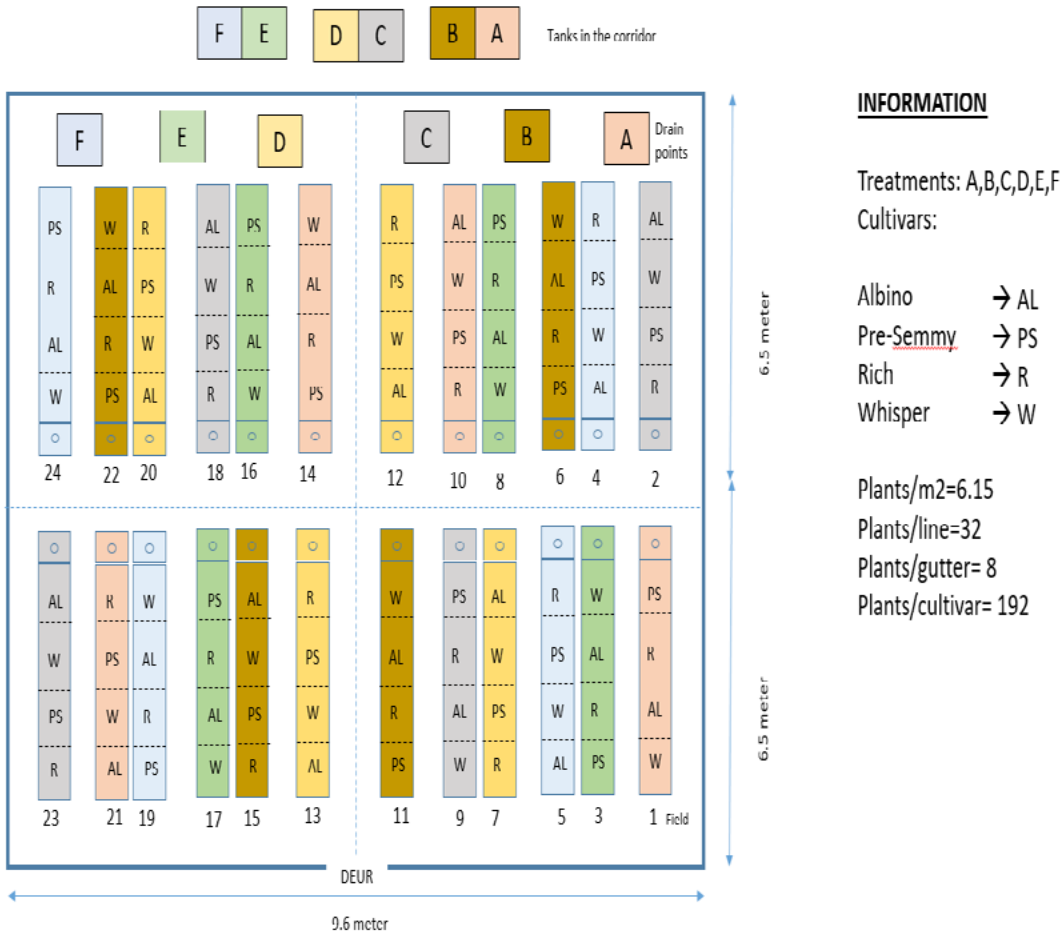
Sonneveld, C. and Van der Burg, A.M.M. (1991).

Sodium chloride salinity in fruit vegetable crops in soilless culture. Neth. J. Agric. Sci. 39:115-122.

Voogt, W.; Os, E.A. van (2012).

Strategies to manage chemical water quality related problems in closed hydroponic systems. In: ISHS 28th Int. Horticultural Congress - Science and Horticulture for People (IHC 2010): International Symposium on Greenhouse 2010 and Soilless Cultivation. - Acta Horticulturae 927. - p. 949 - 955.

Bijlage 1 Plattegrond kas



Figuur B1.1 Plattegrond kas. Behandelingen A t/m F in 4 herhalingen voor 4 cultivars: Albino (AL), Pre-Semmy (PS), Rich (R), Wispher (W). Plantdichtheid: 6.15 planten/m², totaal 32 planten (4 cv x 8 planten)/halve goot, totaal 192 planten/cultivar in de kas.

Bijlage 2 Drain analyses

Tabel B2a

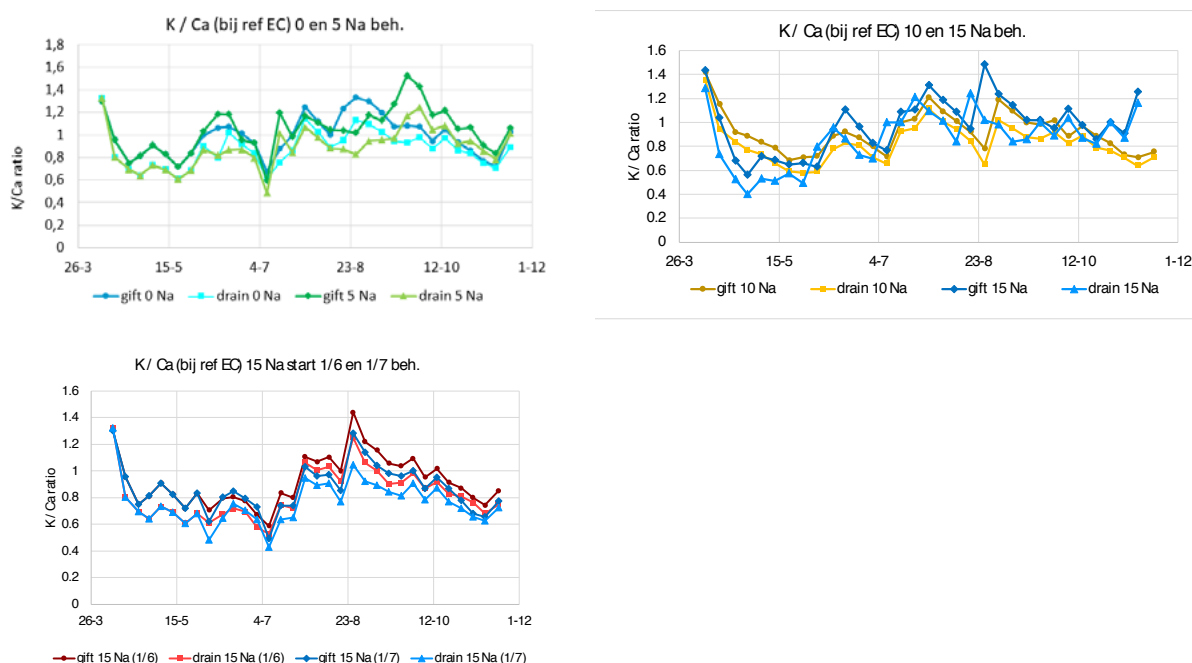
Gemiddelde concentraties EC, pH en hoofdelementen in de drain (mmol/l) werkelijke waarden, geen EC correctie.

	pH	EC	K	Na	Ca	Mg	NO ₃	Cl	SO ₄	P
0 Na	5.27	3.83	8.37	1.52	9.31	6.3	22.90	3.59	5.92	2.50
5 Na	5.5	3.80	7.50	5.34	8.20	5.42	22.51	4.13	5.45	2.38
10 Na	5.91	4.70	7.01	14.02	8.56	6.38	28.32	4.55	8.13	2.05
15 Na	5.93	4.87	5.81	21.51	6.84	5.48	30.20	4.13	8.14	1.88
15 Na (1/6)	5.83	5.46	6.97	21.74	8.61	6.7	34.44	4.38	9.30	2.34
15 Na (1/7)	5.72	4.92	6.52	16.10	8.80	6.64	30.47	4.36	8.35	2.46

Tabel B2b

Gemiddelde concentraties sporenelementen in de drain (mmol/l) en K/Ca en K/Mg verhouding zonder EC correctie.

Behandeling	Fe	Mn	Zn	B	Cu	K/Ca	K/Mg
0 Na	46.29	12.35	14.45	53.08	1.94	0.90	1.33
5 Na	41.22	11.79	12.46	48.52	1.72	0.91	1.38
10 Na	32.06	6.62	8.73	54.24	1.68	0.82	1.1
15 Na	30.54	6.27	11.96	49.41	1.38	0.85	1.06
15 Na (1/6)	28.17	6.38	9.28	54.92	1.73	0.81	1.04
15 Na (1/7)	34.66	9.37	12.68	56.88	1.91	0.74	0.98



Figuur B2.1 K/Ca ratio van gift en drain analyses per behandeling zet hier ook de grafieken neer van Ca en Mg en van de anionen en sporenelementen.

Bijlage 3 Gewas analyses

Tabel B3a

Gemiddelde gehalten aan overige nutriënten in bloemen van cv *Whisper* gedurende de teelt (mmol/kg DS, sporen $\mu\text{mol/kg DS}$).

Beh.	N-tot	SO ₄	PO ₄	Fe	Mn	Zn	B	Mo	Cu
0 Na	2035.8	60.8	119.3	0.7	0.6	0.5	1.7	5.0	100.9
5 Na	1961.5	61.3	115.5	0.7	0.7	0.5	1.7	6.5	100.0
10 Na	1964.6	59.3	115.6	0.8	0.6	0.6	1.7	6.6	86.2
15 Na	2024.4	61.1	129.3	1.1	0.7	0.6	1.6	6.5	96.9
15 Na 1/6	2076.3	60.5	121.8	0.6	0.5	0.5	1.4	5.0	79.0
15 Na 1/7	2008.5	63.0	123.0	0.6	0.6	0.5	1.6	5.0	84.6

Tabel B3b

Gemiddelden gehalten aan overige nutriënten (mmol/kg DS, sporen $\mu\text{mol/kg DS}$) in jong en oud blad in augustus 2019 van 4 cultivars.

beh.	Jong blad augustus									Oud blad augustus								
	N-tot	SO ₄	P	Fe	Mn	Zn	B	Cu	Mo	N-tot	SO ₄	P	Fe	Mn	Zn	B	Cu	Mo
0 Na	2638	62.5	119.0	1.0	1.5	0.5	2.3	67.2	10.0	2134	39.0	83.8	1.6	3.5	0.5	2.8	46.7	10.0
5 Na	2567	70.5	131.3	0.9	1.2	0.5	2.5	72.1	10.9	1841	41.8	105.8	2.7	3.9	0.5	2.7	49.1	10.8
10 Na	2404	64.5	121.8	1.0	1.4	0.5	2.7	63.6	11.5	1709	36.0	86.8	1.7	3.3	0.8	2.8	47.6	11.7
15 Na	2317	59.8	136.0	1.0	1.4	0.5	2.6	58.8	11.3	2015	39.3	95.0	2.3	3.7	0.5	2.6	45.5	11.2
15 Na 1/6	2160	53.3	116.5	0.7	1.1	0.5	2.3	59.0	10.2	2003	37.3	91.8	1.5	2.9	0.5	2.8	45.9	10.8
15 Na 1/7	2490	65.3	127.0	1.0	1.5	0.6	2.8	74.4	10.3	2082	44.0	98.0	2.4	3.6	0.5	3.0	55.5	10.5



Albino jong vs oud blad.



Rich jong vs oud blad.



Pre-Semmy jong vs oud blad.



Whisper jong vs oud blad.

Figuur B3 Foto's jong en oud blad van elke cultivar gebruikt als referentie voor de blad analyses op 19 augustus 2019.

Tabel B3c

Gehalten aan overige nutriënten (mmol/kg DS, sporen µmol/kg DS) in jong, oud blad, heel oud blad en rhizomen tijdens eind oogst december 2019 van cv Whisper.

	jong blad eind oogst									oud blad eind oogst								
	N-tot	SO ₄	PO ₄	Fe	Mn	Zn	B	Cu	Mo	N-tot	SO ₄	PO ₄	Fe	Mn	Zn	B	Cu	Mo
0 Na	2128	59	105	2	2.6	0.71	3.5	71	10.8	1814	52	87	2.7	2.7	0.72	3.6	62	10
5 Na	2239	63	110	1.8	2.4	0.66	3.1	76.4	10	1914	48	89	2.5	2.5	0.56	3	55	11
10 Na	2273	66	115	2	3	0.64	4.1	67.5	11.1	2017	56	95	2.5	3.3	0.63	4.1	54.5	12.1
15 Na	2218	52	107	2.6	2.7	0.63	3.1	59.9	10	1977	50	98	2.5	2.6	0.67	3.3	59.1	10
15 Na 1/6	2277	63	110	1.8	3.3	0.64	3.6	59.6	11.1	2094	53	80	2.6	3.4	0.58	3.9	53.4	10.9
15 Na 1/7	2098	62	97	1.6	2.4	0.73	3.2	62.3	11.9	1865	49	79	2.1	2.8	0.69	3.5	59.2	10.9

	heel oud blad eind oogst									Rhizomen eind oogst								
	N-tot	SO ₄	PO ₄	Fe	Mn	Zn	B	Cu	Mo	N-tot	SO ₄	PO ₄	Fe	Mn	Zn	B	Cu	Mo
0 Na	1902	156	87	6.5	3	0.95	5.2	80.6	14.7	2094	93	227	56.7	3	2	2	299	75.4
5 Na	1889	135	76	3.9	2.6	0.98	4.3	61.6	14.9									
10 Na	2217	208	97	11.2	4.9	1.3	5.8	86.3	16.9	2001	100	215	67.4	3.3	1.5	2.1	265	71.8
15 Na	2025	149	86	4.7	3.8	1	4.4	62.1	14	2231	108	258	57	3.4	2	2	269	58.1
15 Na 1/6	2099	214	80	4.9	3.1	1.1	5.1	72	19	2157	113	268	67.3	3.5	1.9	2.1	283	73.3
15 Na 1/7	2392	232	106	7.6	5.2	3.3	5.7	88	25.3									

Tabel B3d

Aug 2019. Jong vs oud blad gewasanalyses voor Na (mmol Na/kg DS) per cv.

Jong blad	Al	Ps	R	W
0 Na	10	10	10	10
5 Na	10	10	10	10
10 Na	19.2	28.6	38.4	10
15 Na	18	130	79.2	65.9
15 Na 1/6	34.7	56.4	62.4	50.7
15 Na 1/7	10	33.6	10.1	18.9
Oud blad	Al	Ps	R	W
0 Na	10	23.7	21.2	10
5 Na	77.2	80.9	28.9	54.7
10 Na	90.5	112	54.5	72
15 Na	28.3	25.2	39.3	50.5
15 Na 1/6	10	15	11.9	13
15 Na 1/7	10	10	10	10

Tabel B3^e

Gewasanalyse jong blad augustus 2019 per cv (mmol/kg DS, sporen µmol/kg DS).

Gehalten aan nutriënten in jong blad													
cv beh	K	Na	Ca	Mg	N-tot	SO4	PO4	Fe	Mn	Zn	B	Cu	Mo
Al 0 Na	1525	10	311	127	2804	56	111	0.9	1.5	0.44	2.2	67.7	10
Al 5 Na	1331	10	232	145	2733	76	132	0.9	1.3	0.49	2.6	78	10
Al 10 Na	1475	19.2	211	128	2390	57	113	0.8	1.3	0.47	2.3	62.7	10
Al 15 Na	1395	18	218	158	2703	67	131	0.9	1.3	0.53	2.5	62.9	10
Al 15 Na 1/6	1613	34.7	234	140	2098	43	110	0.5	0.97	0.44	2.1	52.5	10
Al 15 Na 1/7	1606	10	234	144	2612	65	132	0.9	1.3	0.55	2.3	83.4	10
PS 0 Na	1283	10	220	105	2718	75	154	1.3	1.7	0.63	2.5	100	10
PS 5 Na	1321	10	159	100	2508	67	144	0.9	1.2	0.5	2.4	86.5	11.8
PS 10 Na	1161	28.6	191	107	2256	61	134	1.1	1.5	0.54	2.8	74	13.8
PS 15 Na	1265	130	212	132	2263	58	163	1.1	1.8	0.52	2.9	69.9	13.2
PS 15 Na 1/6	1168	56.4	160	108	2234	58	137	0.8	1.2	0.48	2.5	82.2	10.9
PS 15 Na 1/7	1291	33.6	174	113	2407	62	151	0.9	1.2	0.56	2.5	82.1	10
R 0 Na	1319	10	271	124	2495	65	105	0.9	1.5	0.43	2.4	42.7	10
R 5 Na	1232	10	159	109	2297	73	137	0.8	1.1	0.46	2.6	52.6	10
R 10 Na	1235	38.4	216	136	2155	67	120	0.9	1.4	0.4	3	45.5	10
R 15 Na	1346	79.2	193	140	2038	63	134	0.9	1.3	0.46	2.7	44.6	11.9
R 15 Na 1/6	1222	62.4	210	119	1995	61	114	0.6	1.2	0.44	2.6	46.5	10
R 15 Na 1/7	1282	10.1	314	189	2421	72	116	1.1	2.2	0.6	3.8	56.5	10.1
W 0 Na	1598	10	336	146	2534	54	106	0.9	1.4	0.46	1.9	58.4	10
W 5 Na	1129	10	251	157	2730	66	112	0.9	1.3	0.5	2.2	71.3	11.9
W 10 Na	1176	10	246	162	2813	73	120	1.2	1.4	0.6	2.5	72.1	12
W 15 Na	1523	65.9	276	194	2265	51	116	0.9	1.3	0.54	2.4	57.9	10
W 15 Na 1/6	1686	50.7	320	185	2311	51	105	0.7	1.1	0.55	2.1	54.7	10
W 15 Na 1/7	1586	18.9	353	209	2520	62	109	1.1	1.4	0.58	2.5	75.4	10.9

Tabel B3f

Gewasanalyse oud blad augustus 2019 per cv (mmol/kg DS, sporen $\mu\text{mol/kg DS}$).

Gehalten aan nutriënten in oud blad													
cv beh	K	Na	Ca	Mg	N-tot	SO4	PO4	Fe	Mn	Zn	B	Cu	Mo
Al 0 Na	1509	10	702	277	1861	42	90	2	4.2	0.36	2.6	45.3	10
Al 5 Na	1452	77.2	532	215	1542	27	46	1.3	2.2	0.67	2.5	38.6	11.9
Al 10 Na	1451	90.5	762	328	1720	34	61	3.1	4.6	0.45	2.8	35.4	12.8
Al 15 Na	1288	28.3	759	287	1751	33	68	1.5	3.4	0.49	3	40.5	10.1
Al 15 Na 1/6	1405	10	562	260	2141	46	88	1.4	2.7	0.41	2.8	54.5	11.9
Al 15 Na 1/7	1298	10	550	200	2316	39	78	1.4	3.1	0.41	2.1	44.6	10
PS 0 Na	1392	23.7	523	165	1765	44	207	2.1	3.6	0.58	2.1	45.5	10
PS 5 Na	1159	80.9	563	184	1633	42	180	1.6	3.5	0.75	2.3	45	11
PS 10 Na	1211	112	428	180	2072	41	186	1.7	3.4	0.44	2	47.7	10
PS 15 Na	1367	25.2	449	163	2252	46	185	1.3	2.9	0.36	2.4	54.3	10
PS 15 Na 1/6	1280	15	362	152	2091	44	177	1.5	2.5	0.4	2.4	57.9	10
PS 15 Na 1/7	1284	10	320	108	2133	38	130	1.2	2	0.36	2.1	50.8	10
R 0 Na	1345	21.2	664	273	1738	41	47	1.8	4.4	0.68	3.3	46.5	13.1
R 5 Na	1112	28.9	687	286	1792	33	45	1.3	3.9	0.66	3.2	51.9	13
R 10 Na	1109	54.5	660	337	2114	45	65	1.8	4.4	0.58	3.3	49.4	11.1
R 15 Na	1465	39.3	653	275	1948	35	55	0.9	2.8	0.55	2.9	37.3	13.1
R 15 Na 1/6	1100	11.9	899	354	2054	44	52	2.1	5.6	0.46	3.7	50.5	10
R 15 Na 1/7	889	10	999	341	2122	45	57	1.9	6.3	0.62	4.2	45.6	10
W 0 Na	1508	10	543	206	1999	40	79	4.7	3.2	0.55	2.7	58.9	10
W 5 Na	1743	54.7	580	269	1868	42	76	2.5	3.6	0.96	3.3	54.7	10.9
W 10 Na	2003	72	451	242	2152	37	68	2.7	2.3	0.68	2.3	49.3	10.8
W 15 Na	1816	50.5	493	223	2061	35	59	2.1	2.3	0.61	2.8	51.5	10
W 15 Na 1/6	1668	13	651	258	2042	42	75	4.6	3.5	0.61	2.9	59	10
W 15 Na 1/7	1777	10	496	176	1963	34	70	1.8	2.4	0.51	2.6	45.9	10

Bijlage 4 Statistische verwerking

Tabel B4a

Resultaten ANOVA toets aantal bloemen per m².

Anova: Two-Factor With Replication							
SUMMARY	A	B	C	D	E	F	Total
AI							
Count	4	4	4	4	4	4	24
Sum	2148.8	1974.4	1960	1931.2	1969.6	2043.2	12027.2
Average	537.2	493.6	490	482.8	492.4	510.8	501.1333
Variance	506.24	1111.467	2318.72	240	263.4666667	1201.707	1081.484
W							
Count	4	4	4	4	4	4	24
Sum	1828.8	1715.2	1680.8	1638.4	1752	1652	10267.2
Average	457.2	428.8	420.2	409.6	438	413	427.8
Variance	4835.2	3808	4088.48	1439.147	439.68	2458.613	2500.744
PS							
Count	4	4	4	4	4	4	24
Sum	1168.8	1109.6	1087.2	1156	1172.8	1148	6842.4
Average	292.2	277.4	271.8	289	293.2	287	285.1
Variance	781.8133	902.9867	1231.947	231.84	12.58666667	1237.92	638.32
R							
Count	4	4	4	4	4	4	24
Sum	1160.8	1132.8	1072.8	1152	1173.6	1104.8	6796.8
Average	290.2	283.2	268.2	288	293.4	276.2	283.2
Variance	280.0533	424.1067	1574.987	62.72	231.84	1118.88	559.9165
Total							
Count	16	16	16	16	16	16	
Sum	6307.2	5932	5800.8	5877.6	6068	5948	
Average	394.2	370.75	362.55	367.35	379.25	371.75	
Variance	13450.79	10540.29	11630.7	7741.117	8463.997333	11163.11	
ANOVA							
Source of Variation	SS	df	MS	F	P-value	Fcrit	
Sample	844915.1	3	281638.4	219.4414	3.89582E-36	2.731807	
Columns	10015.71	5	2003.143	1.560769	0.182146554	2.341828	
Interaction	7527.78	15	501.852	0.391023	0.977386254	1.807571	
Within	92407.2	72	1283.433				
Total	954865.8	95					

Tabel B4b

Resultaten ANOVA toets bloemgewicht (g).

Bloemgewicht							
Anova: Two-Factor With Replication							
	f	a	b	c	d	e	
SUMMARY	A	B	C	D	E	F	Total
AI							
Count	4	4	4	4	4	4	24
Sum	69.72668	67.99037	66.94049	65.14682	68.03805207	71.03546	408.8779
Average	17.43167	16.99759	16.73512	16.2867	17.00951302	17.75887	17.03658
Variance	0.166503	0.264599	0.154669	0.11016	0.12060478	0.285514	0.375613
W							
Count	4	4	4	4	4	4	24
Sum	61.00313	63.70197	60.03163	62.33917	61.16984832	64.31874	372.5645
Average	15.25078	15.92549	15.00791	15.58479	15.29246208	16.07968	15.52352
Variance	0.220872	0.023266	0.085012	0.31981	0.102249683	0.181949	0.272722
PS							
Count	4	4	4	4	4	4	24
Sum	137.3009	137.8792	134.3062	132.5562	134.7945832	138.0722	814.9092
Average	34.32521	34.46979	33.57655	33.13905	33.69864579	34.51805	33.95455
Variance	0.748381	0.291351	1.813156	0.127271	0.219985286	0.757923	0.793453
R							
Count	4	4	4	4	4	4	24
Sum	108.4332	98.32099	94.23686	98.07805	102.0796167	101.7348	602.8835
Average	27.10829	24.58025	23.55921	24.51951	25.51990417	25.4337	25.12014
Variance	3.73295	0.544827	0.276738	0.370933	0.339568152	0.948672	2.079978
Total							
Count	16	16	16	16	16	16	
Sum	376.4638	367.8925	355.5152	358.1203	366.0821002	375.1612	
Average	23.52899	22.99328	22.2197	22.38252	22.88013126	23.44758	
Variance	63.66064	58.92631	57.22933	54.48906	57.76862553	57.27412	
ANOVA							
Source of Variation	SS	df	MS	F	P-value	Fcrit	Source
Sample	5182.176	3	1727.392	3396.209	0.000000	2.731807	
Columns	22.95535	5	4.591069	9.026457	0.000011	2.341828	
Interaction	21.42439	15	1.428293	2.808153	0.0017745	1.807571	
Within	36.6209	72	0.508624				
Total	5263.177	95					

Tabel B4c

Resultaten ANOVA toets taklengte (cm).

lengte							
Anova: Two-Factor With Replication							
SUMMARY	F	A	B	C	D	E	Total
Al							
Count	4	4	4	4	4	4	24
Sum	197.2502	192.2355	194.7109	191.8371	190.5937	194.3194	1160.947
Average	49.31255	48.05887	48.67772	47.95928	47.64842	48.57984	48.37278
Variance	3.037173	1.384396	6.290298	1.273242	0.63978	0.478259	2.024455
W							
Count	4	4	4	4	4	4	24
Sum	238.512	235.2469	237.4899	231.3787	237.4777	236.2182	1416.323
Average	59.628	58.81172	59.37249	57.84467	59.36943	59.05456	59.01348
Variance	0.241929	12.61415	2.291162	4.892542	0.873293	0.329403	3.125845
PS							
Count	4	4	4	4	4	4	24
Sum	264.1321	261.3933	261.4067	262.6314	261.3359	258.8937	1569.793
Average	66.03302	65.34831	65.35167	65.65786	65.33399	64.72342	65.40804
Variance	2.647572	1.884949	0.876659	2.195623	3.564289	1.833962	1.858474
R							
Count	4	4	4	4	4	4	24
Sum	212.5861	212.1974	219.6324	204.7145	205.1681	209.9415	1264.24
Average	53.14651	53.04935	54.90811	51.17862	51.29202	52.48538	52.67667
Variance	0.301286	2.761248	32.53357	2.57488	2.312122	1.797683	7.173486
Total							
Count	16	16	16	16	16	16	
Sum	912.4803	901.073	913.2399	890.5617	894.5754	899.3728	
Average	57.03002	56.31706	57.0775	55.66011	55.91096	56.2108	
Variance	44.56409	48.17225	48.12936	51.28424	52.24022	41.59771	
ANOVA							
Source of Variation	SS	df	MS	F	P-value	Fcrit	
Sample	3990.489	3	1330.163	356.1765	4.26E-43	2.731807	
Columns	26.86326	5	5.372653	1.43863	0.220888	2.341828	
Interaction	30.44027	15	2.029351	0.543397	0.906749	1.807571	
Within	268.8884	72	3.734562				
Total	4316.681	95					

Tabel B4d

Resultaten ANOVA toets bloemdiameter (cm).

diameter							
Anova: Two-Factor With Replication							
SUMMARY	F	A	B	C	D	E	Total
Al							
Count	4	4	4	4	4	4	24
Sum	31.73782	31.84231	31.63714	32.34816	31.83571	31.32779	190.7289
Average	7.934456	7.960577	7.909286	8.08704	7.958929	7.831947	7.947039
Variance	0.04964	0.354856	0.100902	0.215528	0.143977	0.015546	0.120885
W							
Count	4	4	4	4	4	4	24
Sum	34.39245	36.49475	33.93417	34.60285	33.94507	34.07502	207.4443
Average	8.598112	9.123688	8.483542	8.650714	8.486267	8.518755	8.643513
Variance	0.055136	1.98781	0.3261	0.04565	0.005403	0.010704	0.368985
PS							
Count	4	4	4	4	4	4	24
Sum	43.28651	44.17351	44.18651	44.06625	44.69802	45.08274	265.4935
Average	10.82163	11.04338	11.04663	11.01656	11.1745	11.27068	11.06223
Variance	0.03919	0.058314	0.020562	0.11241	0.010197	0.070898	0.060924
R							
Count	4	4	4	4	4	4	24
Sum	42.11926	42.10188	43.0175	41.99646	43.25778	42.43917	254.932
Average	10.52981	10.52547	10.75438	10.49911	10.81444	10.60979	10.62217
Variance	0.09415	0.000834	0.030796	0.038797	0.114984	0.232744	0.082061
Total							
Count	16	16	16	16	16	16	
Sum	151.536	154.6124	152.7753	153.0137	153.7366	152.9247	
Average	9.471002	9.663278	9.548457	9.563358	9.608536	9.557795	
Variance	1.665805	2.037268	2.10092	1.682445	2.158156	2.22567	
ANOVA							
Source of Variation	SS	df	MS	F	P-value	Fcrit	
Sample	163.8284	3	54.60948	316.9497	2.14E-41	2.731807	
Columns	0.330143	5	0.066029	0.383226	0.858733	2.341828	
Interaction	1.820156	15	0.121344	0.704271	0.772105	1.807571	
Within	12.40538	72	0.172297				
Total	178.3841	95					

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
www.wur.nl/glastuinbouw

Rapport WPR-1031

De missie van Wageningen University & Research is 'To explore the potential of nature to improve the quality of life'. Binnen Wageningen University & Research bundelen Wageningen University en gespecialiseerde onderzoeksinstituten van Stichting Wageningen Research hun krachten om bij te dragen aan de oplossing van belangrijke vragen in het domein van gezonde voeding en leefomgeving. Met ongeveer 30 vestigingen, 6.800 medewerkers (6.000 fte) en 12.900 studenten behoort Wageningen University & Research 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.