

Proefstation voor Bloemisterij en Glasgroente
Vestiging Aalsmeer
Linnaeuslaan 2a, 1431 JV Aalsmeer
Tel. 0297-352525

ISSN 1385-3015

NATRIUM-OPHOPING BIJ GERBERA 'YELLOW CASIO', GETEELD IN EEN KLEIKORRELSYSTEEM

Proef 6203.23

R. Baas
T.J.M. van den Berg
P. van Os
Aalsmeer, april 1996

Rapport 36
Prijs f 10,00

Rapport 36 wordt u toegestuurd na storting van f 10,00 op gironummer 174855 ten name van PBG Aalsmeer onder vermelding van 'Rapport 36: Natrium-ophoping Gerbera in kleikorrelstelsysteem'.

INHOUD

SAMENVATTING	5
1. INLEIDING	7
2. MATERIAAL EN METHODEN	8
3. RESULTATEN EN DISCUSSIE	11
3.1 Simulatie 1994	11
3.2 Wortelmilieu 1994	12
3.3 Productiegegevens 1994	12
3.4 Gewasanalyse 1994	16
3.5 Kleikorrelanalyse 1994	16
3.6 Berekeningen NaCl-accumulatie 1994	16
3.7 Wortelmilieu 1995	20
3.8 Productiegegevens 1995	20
3.9 Gewasanalyse 1995	22
3.10 Kleikorrelanalyse 1995	22
3.11 Berekeningen Na-accumulatie 1995	22
4. CONCLUSIES	24
LITERATUUR	25
BIJLAGEN	26

SAMENVATTING

Om te onderzoeken in hoeverre natrium-accumulatie optreedt bij Gerbera geteeld in een gesloten systeem bij gebruik van verschillende kwaliteiten uitgangswater, is in juli 1993 een proef gestart in een systeem met kleikorrels met recirculatie van de voedingsoplossing. Hierbij werd uitgegaan van aanvullen met regenwater (bevattende 0,18 mmol/l Na en 0,2 mmol/l Cl) en voeding (bevattende 0,45 mmol/l Na en 0,27 mmol/l Cl). Gemiddeld werd in de controlebehandeling 0,4 mmol/l Na en 0,3 mmol/l Cl toegevoegd. In de andere behandelingen werd ca. 1,0 resp. 1,6 mmol/l NaCl toegevoegd. Accumulatie mocht plaats vinden tot 5 resp. 10 mmol/l Na. De EC was continu 2,0 mS/cm, waardoor bij Natrium-accumulatie het aandeel van de andere kationen in de voeding in de loop van de tijd zou dalen. Bij één behandeling werden de concentraties van de voedingsionen gelijk gehouden, waardoor als gevolg van de natrium-accumulatie de EC kon stijgen.

Resultaat van de toediening van week 7 tot week 37 1994 was dat de accumulatie van natrium in het systeem veel langzamer verliep dan op grond van berekeningen verwacht mocht worden. Bij analyse van de kleikorrels bleek dat zouten achtergebleven waren in de kleikorrels, hetgeen met name een grote 'verliespost' van natrium betekende. De opname van natrium (en chloride) in het gewas is globaal ingeschat, en vergeleken worden met de toegediende hoeveelheid NaCl. Hieruit bleek dat ca. 4% van de uitwendige natrium-concentratie werd opgenomen door de plant, lager dan in voorgaande onderzoeken was gevonden. Door de kleikorrels werd echter 3-6x zoveel opgenomen als door de planten, hetgeen de geringe natrium-accumulatie in het systeem kan verklaren. Afgezien van een tijdelijk lager bloemgewicht in de zomerperiode bij de hoge EC-behandeling werden geen productiefverschillen geconstateerd.

In 1995 zijn als vervolg op de proef in 1994 de NaCl-concentraties in het systeem verhoogd tot 5 resp. 10 mmol/l om te onderzoeken of productieeffecten zouden optreden. De proef liep van week 7 tot week 26 1995, productie- en/of kwaliteitseffecten werden niet gevonden.

Er zijn, ook gezien de resultaten van voorgaande proeven bij Gerbera geen problemen te verwachten van natrium-accumulatie tot in ieder geval 6 mmol/l in een recirculatiesysteem. Een verhoging van de minimale norm van 4 mmol/l Na zoals gegeven in het Lozingenbesluit *Glastuinbouw*, naar 6 mmol/l Na zou uiteraard een vermindering van geloosde meststoffen betekenen.

1. INLEIDING

In een gesloten systeem moeten de opname van mineralen door het gewas en aanvoer van mineralen via uitgangswater en meststoffen met elkaar in evenwicht zijn om ophoping en/of uitputting van elementen te voorkomen. Voor de meeste elementen is dit geen probleem. Voor een element als natrium kan ophoping plaats vinden (Vernooy 1992), aangezien de natrium-opname door gewassen gering is, en natrium kan voorkomen in verschillende vormen van uitgangswater. Regenwater bevat slechts lage concentraties natrium, waardoor dit uitgangswater bij uitstek geschikt is om te gebruiken bij recirculatie. De overheid heeft dan ook middels het Lozingenbesluit Glastuinbouw (Anoniem 1994) een regenwaterbassin van 500 m³ per ha glas verplicht gesteld. Bij bedrijven waar echter geen ruimte is, of in droge zomers, kan regenwater toch niet of onvoldoende aanwezig zijn. In die gevallen kan het nodig zijn water bij te mengen met hogere NaCl concentraties. De vragen van de NTS-commissie Gerbera waren

- 1) welke concentratie NaCl in het recirculatiewater kan getolereerd worden
- 2) hoeveel leidingwater kan bijgemengd worden zonder productie- en kwaliteitsverlies.

Volgens het Lozingenbesluit Glastuinbouw moet bij een drainwaterconcentratie beneden de 4 mmol/l Na gerecirculeerd worden. Mogelijke problemen met te hoge natrium concentraties in het wortelmilieu kunnen te maken hebben met

- 1) toxische effecten van Na,
- 2) lage osmotische waarden in het wortelmilieu als gevolg van het oplopen van de EC, en/of
- 3) nutriëntengebrek als gevolg van antagonisme.

Uit voorgaand onderzoek is gebleken dat Gerbera 'Beauty' pas betrouwbaar minder bloemen produceerde, een geringer bloemgewicht en bloemoppervlak vertoonde tussen de 8 en 12 mmol/l NaCl (Baas en V.d. Berg 1992). Hierbij was NaCl toegevoegd bovenop een voedings-EC van 1,8 mS/cm, waardoor de EC verhoogd was tot 2,8 resp. 3,3 mS/cm. Geconcludeerd is dat de effecten vooral het gevolg waren van de EC-verhoging door NaCl. In een ander onderzoek met cv. Tamara werd bij een EC van 3,0 een deel van de voeding vervangen door 8, 12 en 16 mmol/l NaCl. Dit had een productieverlies tot gevolg van respectievelijk 5%, 5% en 7,4%. In een eerder onderzoek met 'Delphi' en 'Terra Fame' waren bij twee EC's ook een deel van de voeding door 6 of 12 mmol/l NaCl, resp. 12 en 24 mmol/l NaCl vervangen (V.d. Burg 1992). Dit had geen negatief effect op de productie tot gevolg. In geen van de gevallen konden specifieke schadeverschijnselen van NaCl in blad en/of bloem geconstateerd worden.

Doel van de proef

Simulatie van een praktijksituatie met teelt op kleikorrels, waarbij verschillende waterkwaliteiten worden gebruiken om te onderzoeken:

- 1) hoe snel Natrium-accumulatie plaatsvindt, en
- 2) of en wanneer productieverlies door NaCl optreedt.

2. MATERIAAL EN METHODEN

Het teeltsysteem bestond uit Weteringbakken van 1 m lengte en 10 cm breedte, waarin een 10 cm dikke laag kleikorrels (2-4 mm Jongkind) gestort werd. Ieder veld bestond uit twee rijen Weteringbakken naast elkaar; de veldlengte was 5 meter. De tien bakken per veld hadden een gezamenlijke afvoer die uitkwam in een voorraad-tank van 70 liter. Totaal waren er negen rijen in de kas van 150 m², met twee velden per rij. In Bijlage 1 is een overzicht van de behandelingen in de kas weergegeven.

Gerbera 'Yellow Casio'- planten in steenwolblokken werden op de bakken geplaatst (vijf planten per bak) in juli 1993. In de steenwolblokken werd een 2 liter-druppelaar (gemeten afgifte 16 ml/min) geplaatst waarmee gedurende de proef op aanraden van o.a. de NTS de volgende regimes zijn aangehouden:

	<i>periode watergift overdag uur</i>	<i>duur watergift min</i>	<i>aantal beurten 's nachts</i>	<i>aantal beurten overdag</i>
juli 1993	6-18	3	0	12
nov 1993	8:30-16	3	0	7
dec 1993	9-14	3	0	6
feb 1994		3	0	8
april 1994	6:30-19	3	3	13
mei 1994	6:30-21	3	4	15
juni 1994	6:30-21	4	4	15
okt. 1994	6-21:30	3	2	11
dec 1994	6-18	3	1	5
jan 1995	9-16	5	1	7
april 1995	6-15	5	1	9
april 1995	6:30-21	4	4	15

Verdamping in de bakken werd gecompenseerd door toevoeging van regenwater + voeding. De samenstelling van de voedingsoplossing aan de start van de behandelingen was als volgt:

NO ₃	H ₂ PO ₄	SO ₄	K	NH ₄	Mg	Ca	EC
mmol/l	mmol/l	mmol/l	mmol/l	mmol/l	mmol/l	mmol/l	mS/cm
14	1,5	2,2	6,5	0,3	1,7	4,5	2,0
Zn	Cu	Mn	Fe	B	Mo		
μmol/l	μmol/l	μmol/l	μmol/l	μmol/l	μmol/l		
5	4	5	50	30	0,5		

Gemiddeld werd ca. 2x zo veel voedingsoplossing (bevattende gemiddeld 0,5 mmol/l Na en 0,27 mmol/l Cl bij 1,4-1,6 mS/cm) gegeven als regenwater (bevattende 0,18 mmol/l Na en 0,20 mmol/l Cl), wat neerkomt op een gemiddelde toevoeging van ca. 0,36 mmol/l Na en 0,25 mmol/l Cl ter compensatie van de verdamping.

De volgende behandelingen zijn gestart in week 8 van 1994 (zie Bijlage voor ligging in de kas):

behandelings- code Na/EC	Na in regen- water + voe- ding (mmol/l)	Na extra toe- gevoegd (mmol/l)	Na totaal toegevoegd (mmol/l)	maximaal toegestane Na-accumu- latie (mmol/l)	maximaal toegestane EC (mS/cm)
0,4/2	0,4	0	0,4	5	2,0
1,0/2	0,4	0,6	1,0	5	2,0
1,0/2	0,4	0,6	1,0	10	2,0
1,6/2	0,4	1,2	1,6	5	2,0
1,6/2	0,4	1,2	1,6	10	2,0
1,6/3,2	0,4	1,2	1,6	10	3,2

Op deze manier werd getracht een vergelijkbare situatie te creëren met praktijkomstandigheden, wanneer verschillende fracties leidingwater worden gemengd met regenwater. Bij de eerste vijf behandelingen is uitgegaan van een constante totale EC van 2,0 mS/cm; in dit geval zouden bij natrium-accumulatie andere kationen dus beperkend kunnen worden. Bij de laatste behandeling is uitgegaan van een vaste voedings-EC van 2,0 mS/cm, en zou de accumulatie van Natrium tot maximaal 10 mmol/l tot een theoretisch maximum van 3,2 mS/cm kunnen stijgen.

Twee tot drie keer per week werden de bakken bijgevuld met regenwater en/of voeding om de gewenste EC te realiseren.

De extra toevoeging van natrium (behandelingen 2 tot en met 6) is gestopt in week 38, waarna alle behandelingen dus dezelfde toevoegingen van regenwater + voeding kregen.

Omdat de natrium-accumulatie in veel geringere mate verliep dan verwacht, zijn in week 7 van 1995 de behandelingen als volgt veranderd teneinde de effecten van hoge natrium-accumulaties te onderzoeken:

oude behan- delingscode Na/EC	nieuwe code Na/EC	voedings-EC (mS/cm)	Na in recir- culatiebak (mmol/l)
0,4/2	0/2	2,0	0-1
1,0/2	5/2,6	2,0	5
1,0/2	5/2	1,4	5
1,6/2	5/2	1,4	5
1,6/2	10/2	0,8	10
1,6/3,2	10/3,2	2,0	10

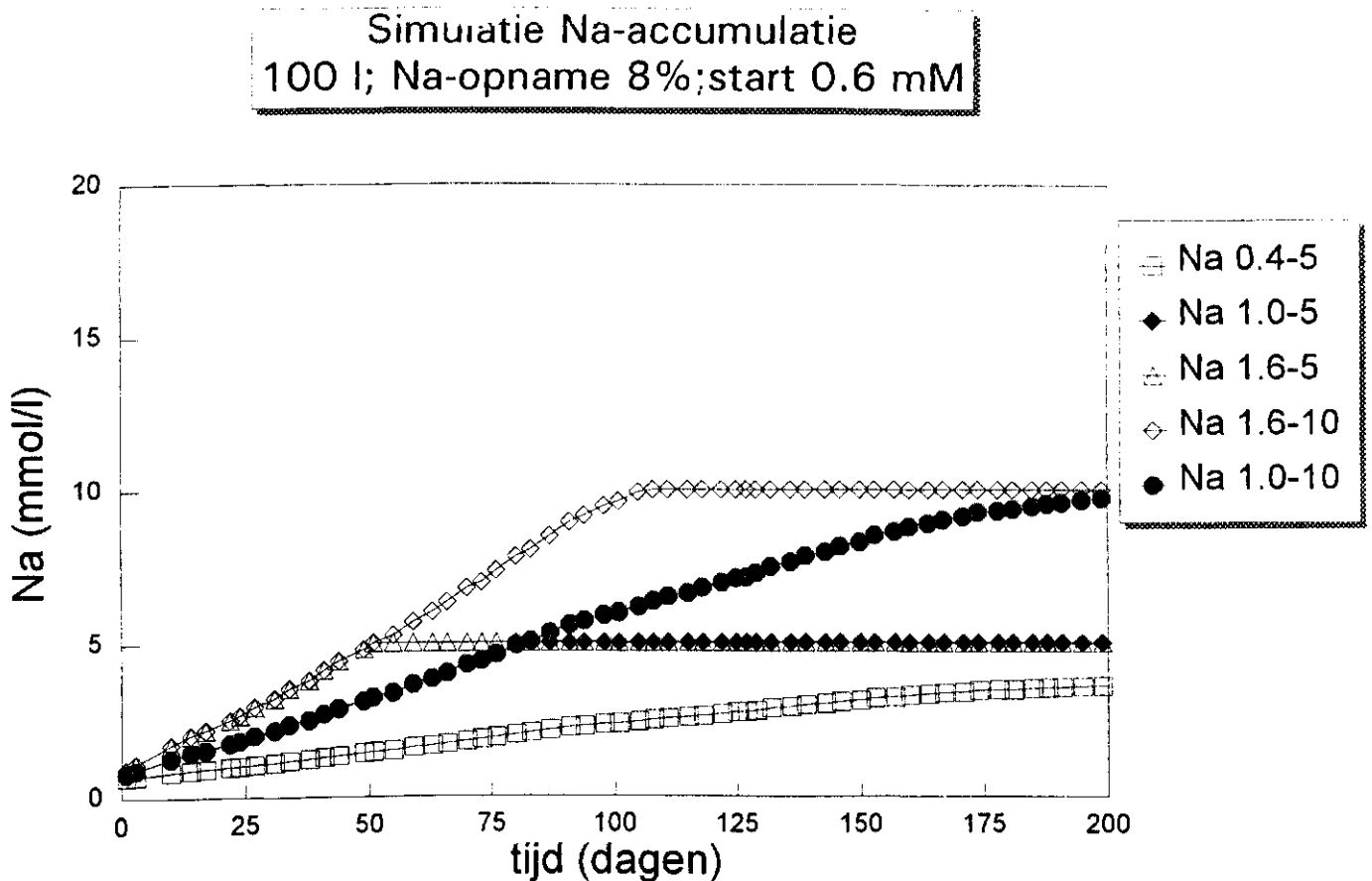
De proef is gestopt in week 26 1995.

Afhankelijk van het jaargetijde werden 1-3x per week bloemen per veld geoogst. Aantal en gewicht werden bepaald. Een aantal malen gedurende de proef (juli 1994, week 12 en week 26 1995) werden in blad, bloemsteel en bloem na drogen gewasanalyses N-totaal, P, K, Ca, Mg, Na, Cl en NO₃ verricht. In week 26 1995 werden hiertoe vijf planten per veld geoogst voor de bladanalyses. Het substraat werd in week 47 1994 en in week 20 1995 met een verticaal mengmonster per veld van kleikorrels tussen planten bemonsterd. Vers- en drooggewicht (48 uur bij 70 °C) werden bepaald, en bij 50 gram droge kleikorrels werd 100 ml demi-water gevoegd. Na 20 uur schudden werden in het filtraat Na, Cl, NO₃, H₂PO₄, SO₄, K, Ca en Mg bepaald.

3. RESULTATEN EN DISCUSSIE

3.1 Simulatie 1994

In figuur 1 zijn de gesimuleerde gevolgen van de behandelingen weergegeven door uit te gaan van een natrium-opname van 8% door het gewas zoals dit in voorgaande proeven gevonden is (Baas en V.d. Berg 1992; V.d Burg 1992), een volume van de voedingsoplossing in voorraadtank en kleikorrels van 100 liter (komt overeen met de proefsituatie) en een verdamping zoals deze gerealiseerd is in de proef. De startsituatie van 0,6 mmol/l Na is ook vergelijkbaar met de proefsituatie. Hieruit blijkt dat de eerste behandeling Na 1,6;EC 2,0 al na 50 dagen 5 mmol/l bereikt zou moeten hebben, de behandeling Na 1,0; EC 2,0 na ca. 80 dagen en de behandeling Na 1,6; EC 2,0 en Na 1,6;EC 3,2 na ca. 100 dagen 10 mmol/l Na.



Figuur 1 - Simulatie van de Na-accumulatie in de proefsituatie uitgaande van 0,4, 1,0 of 1,6 mmol/l Na in het bijvulwater tot maximaal 5 respectievelijk 10 mmol/l. Overige systeemvariabelen: voorraad voedingsoplossing in voorraadtank en kleikorrels = 100 l; Na-opnameconcentratie door gewas = 8%; startconcentratie Na = 0,6 mmol/l. Verdamping volgens gemiddeld gerealiseerde verdamping in de proefsituatie.

3.2 Wortelmilieu 1994

In figuur 2A is het verloop van de Na-concentratie in de voorraadbakken in de verschillende behandelingen van week 9 1994 tot week 5 1995 weergegeven. Hierbij moet wel opgemerkt worden dat de monsters genomen en bepaald zijn na bijstelling van de voedingsoplossing; de gemiddeld gerealiseerde waarden zullen dus hoger geweest zijn, aangezien met name gedurende de zomerperiode de EC tussen twee correctiebeurten 1-2 mS/cm kon toenemen. De toename in Na-concentratie blijkt uiteraard afhankelijk te zijn van de Na-concentratie van de toegediende regenwater + voeding. Alleen in de behandeling Na 1,6; EC 2 waarbij gestopt zou worden met toediening bij 5 mmol/l Na (zie proefschema en zie figuur 1) moest in week 21 daadwerkelijk gestopt worden met extra Na-toediening. Wel bleek in deze behandeling dat de concentratie snel weer daalde na stopzetting, waarna in week 23 weer gestart werd met Na-toediening. Ondanks de hete zomer van 1994 met hoge verdamping werd in de andere behandelingen het maximaal toelaatbare Na-niveau dus niet gehaald. Na het stoppen van de NaCl-toevoeging in week 38 daalden de Na-concentraties van maximaal 8 mmol/l tot ca. 3 mmol/l in behandeling Na 1,6; EC 3,2.

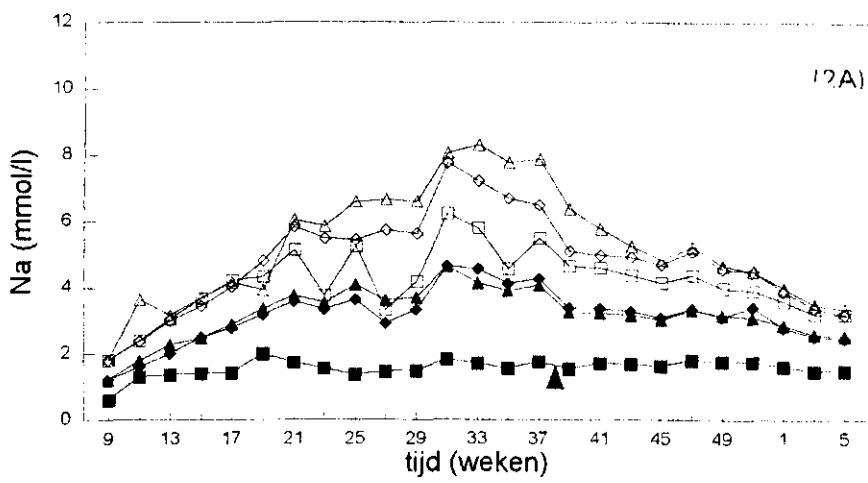
De Cl-concentraties in de bakken (fig. 2B) vertoonden een langzamer stijging en een sterkere daling dan de Na-concentraties.

Zoals volgens het behandelingsschema de bedoeling was, bleek alleen de EC in de behandeling Na 1,6; EC 3,2 af te wijken van de EC's van de andere behandelingen (fig. 2C), maar bereikte slechts kortstondig waarden boven de EC 3. Tijdens de maximale waarden van Na (week 31-37) werden in de behandeling Na 1,6; EC 2 de laagste concentraties gevonden van de andere kationen ca. 3 mmol/l K, 1,3 mmol/l Mg en 3,9 mmol/l Ca.

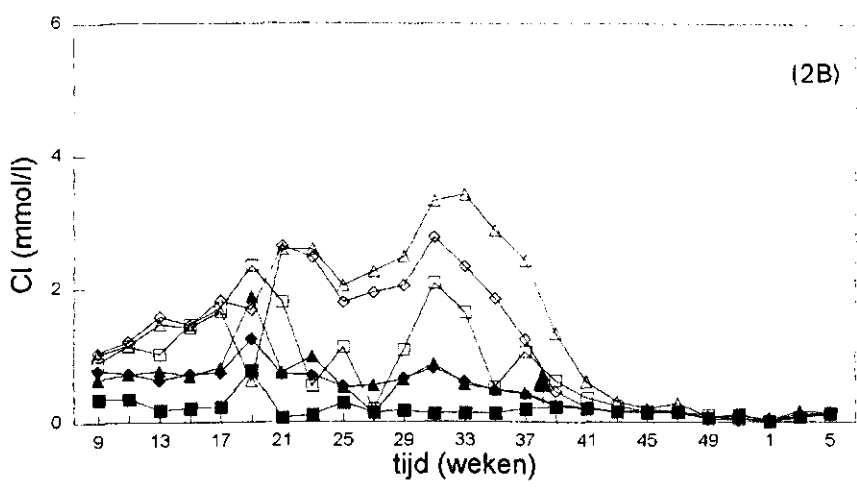
De verdamping per bruto m² bedroeg over de proefperiode week 7 van 1994 tot week 7 van 1995 voor de verschillende behandelingen 570-630 liter. Er waren geen betrouwbare verschillen in verdamping tussen de behandelingen.

3.3 Productiegegevens 1994

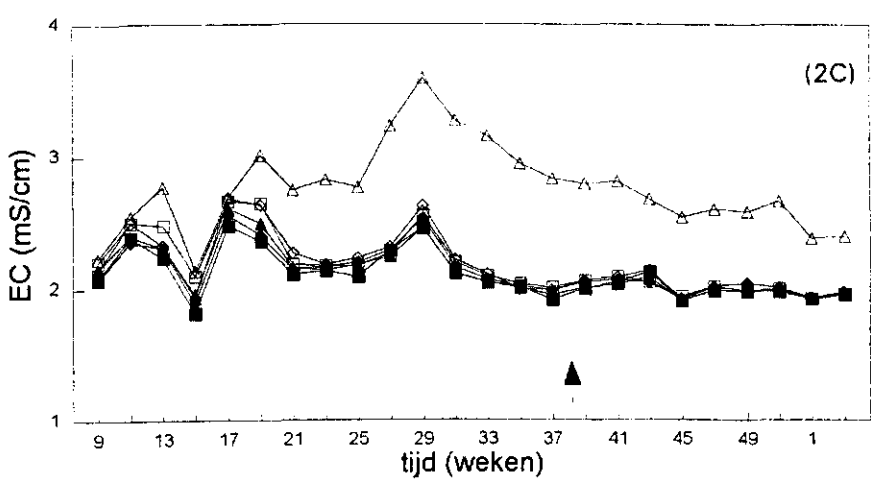
In tabel 1 staan het aantal geproduceerde bloemen per plant en het gemiddelde bloemgewicht per periode van week 9 1994 tot en met week 8 1995 gegeven. Afgezien van een gering negatief effect van de hoge EC-behandeling op het bloemgewicht in de zomerperiode (week 33 tot week 40), werden geen betrouwbare verschillen tussen de behandelingen gevonden. Over de totale proefperiode gezien waren er ook geen betrouwbare verschillen in aantal bloemen of bloemgewicht (laatste kolom tabel 1).



■ Na 0.4; EC 2.0 ◆ Na 1.0; EC 2.0 ▲ Na 1.0; EC 2.0
 □ Na 1.6; EC 2.0 ◇ Na 1.6; EC 2.0 △ Na 1.6; EC 3.2



■ Na 0.4; EC 2.0 ◆ Na 1.0; EC 2.0 ▲ Na 1.0; EC 2.0
 □ Na 1.6; EC 2.0 ◇ Na 1.6; EC 2.0 △ Na 1.6; EC 3.2



Figuur 2 - Verloop van de Na-concentratie (2A), de Cl-concentratie (2B) en de EC (2C) in de behandelingen gedurende de proef in 1994. De pijl geeft het tijdstip van beëindiging van NaCl-toediening aan.

Tabel 1 - Productie per plant per periode en gesommeerd over de proefperiode (boven); gemiddeld bloemgewicht per periode en gesommeerd over de proefperiode (onder). De planting was in juli 1993; start behandelingen week 8 1994, LSD = kleinste betrouwbare verschil ($\alpha = 0.05$); n.s. = niet significant

Aantal geproduceerde bloemen per plant per periode															
Na	EC	w9-12	w13-16	w17-20	w21-24	w25-28	w29-32	w33-36	w37-40	w41-44	w45-48	w49-52	w1-4	w5-8	w9/94-9/95
0.4	2	2.3	4.1	5.3	4.0	5.1	5.2	4.0	3.8	3.1	2.7	0.6	0.2	1.4	41.9
1	2	2.4	4.0	5.2	4.1	5.4	5.5	4.0	4.0	2.8	2.5	0.8	0.1	1.3	42.1
1	2	2.6	4.0	5.2	3.8	5.2	5.6	3.9	3.6	3.0	2.9	0.7	0.4	1.8	42.6
1.6	2	2.3	4.2	5.3	4.1	5.2	5.2	3.8	3.6	2.8	2.5	0.7	0.2	1.2	40.9
1.6	2	2.4	3.9	5.1	4.0	5.3	5.4	4.0	3.9	3.1	2.7	0.7	0.3	1.4	42.3
1.6	3.2	2.3	4.1	5.2	4.2	5.2	5.2	4.3	3.6	3.1	2.8	0.8	0.3	1.3	42.4
		n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
Gemiddeld bloemgewicht per plant per periode															
Na	EC	w9-12	w13-16	w17-20	w21-24	w25-28	w29-32	w33-36	w37-40	w41-44	w45-48	w49-52	w1-4	w5-8	w9/94-9/95
0.4	2	22.5	24.2	24.5	26.9	24.6	18.9	20	20.6	21.4	18.8	12.7	21.4	22.7	22.3
1	2	22.3	23.9	24.2	27.3	24.4	20.1	21	21.3	21.6	19.4	13.3	22.8	23.9	22.6
1	2	22.4	23.7	25.2	27.5	24.8	20.1	21.2	21.9	21.9	19.2	13.2	21.2	23.8	22.8
1.6	2	22.4	24.2	24.7	27.2	24.8	20.4	21	21	20.8	19.1	12.1	19.4	24.2	22.7
1.6	2	22.8	24.6	24.8	27.2	24.7	20.3	21.4	21.7	21.9	19.6	13.2	23.5	24.1	22.9
1.6	3.2	22.9	24.9	24.6	27	24	19.2	19.5	19.5	20.5	18.5	13.8	20.8	23.1	22.1
		n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	*	*	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
				1.1	1.6										

LSD

Tabel 2 - Gewasanalyse juli 1994. Gehalten zijn in mmol/kg droge stof

Volgroeid blad

Na/EC	Ntot	P	K	Ca	Mg	NO ₃	Cl	Na	% dr.st.
0,4/2	2145	112	1056	311	100	290	71	28	14,3
1,0/2	2171	109	999	355	109	315	217	30	14,3
1,0/2	2118	106	1087	339	99	271	227	30	13,9
1,6/2	2261	98	1036	378	109	232	301	36	14,6
1,6/2	2085	102	1089	321	115	266	320	47	13,9
1,6/3,2	2178	109	1128	298	117	324	316	49	14,0
sign.	n.s.	n.s.	n.s.	**	n.s.	n.s.	***	**	n.s.
LSD				39			43	12	

Steel

Na/EC	Ntot	P	K	Ca	Mg	NO ₃	Cl	Na	% dr.st.
0,4/2	1780	114	1077	160	12	224	37	38	11,5
1,0/2	1590	104	1023	133	17	224	91	48	11,7
1,0/2	1612	100	1051	165	21	212	130	36	11,5
1,6/2	1627	100	1056	138	9	196	114	52	12,0
1,6/2	1593	96	1078	119	9	185	181	71	11,7
1,6/3,2	1732	108	1104	160	15	210	179	75	12,1
sign.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	***	*	n.s.
LSD							19	24	

Bloem

Na/EC	Ntot	P	K	Ca	Mg	NO ₃	Cl	Na	% dr.st.
0,4/2	1535	131	568	92	66	8	45	23	16,1
1,0/2	1499	115	569	82	65	9	67	20	16,2
1,0/2	1485	120	562	105	68	9	79	20	16,1
1,6/2	1529	115	579	89	70	8	74	22	16,6
1,6/2	1496	115	574	105	73	7	94	21	16,2
1,6/3,2	1525	112	585	84	68	11	85	21	16,8
sign.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	***	n.s.	*
LSD							11		0,04

3.4 Gewasanalyse 1994

De oplopende toediening van NaCl is gedeeltelijk terug te vinden in de gewasanalyses van juli 1994 (tabel 2). Cl-gehalten zijn ca. 3-6x hoger dan Na-gehalten in het blad, en 2-4x hoger in steel en bloem. Afgezien van een wat afwijkend Ca-gehalte in de behandeling Na 1,6; EC 2 werden geen andere verschillen in de gewasanalyses gevonden. Alle waarden behalve die voor Na (te hoog) vielen binnen de richtwaarden zoals gesteld in Brochure no. 15 uit de serie Voedingsoplossingen Glastuinbouw (zie Bijlage 2). In de bloem werd in de behandeling EC 3.2 een hoger drogestof-percentages gevonden.

3.5 Kleikorrelanalyse 1994

Uit de bemonsterde kleikorrels bleken grote hoeveelheden nutriënten vrij te komen: Ca, K en Na kwamen bij de kationen in sterkste mate voor; bij de anionen was dit met name NO_3 en in mindere mate SO_4 (tabel 3).

Tabel 3 - Kleikorrelanalyse 25-11-1994. Concentraties in extract in mmol/l

Na/EC	Na	Cl	NO_3	H_2PO_4	SO_4	K	Ca	Mg
0,4/2	8,0	0,4	42,4	1,1	9,8	12,3	14,9	8,5
1,0/2	10,9	0,5	40,8	1,0	9,2	10,6	13,8	8,3
1,0/2	14,9	1,3	45,4	1,1	9,9	12,1	13,6	7,6
1,6/2	17,3	1,5	58,9	0,7	10,3	16,2	17,8	11,9
1,6/2	15,4	2,2	39,2	0,9	10,0	9,3	13,4	7,0
1,6/3,2	15,9	2,1	55,8	1,1	10,2	14,0	17,5	13,1

3.6 Berekeningen NaCl-accumulatie 1994

In tabel 4 staan een aantal berekeningen die betrekking hebben op de accumulatie van Na in het systeem in de periode week 8 tot week 37 van 1994. Hierin werd de geschatte opname per veld berekend uit de gewasanalyses en de productiegegevens. Deze berekening zal onnauwkeurigheden bevatten aangezien 1) de bemonstering van juli 1994 is, en de bloemen in het voorjaar waarschijnlijk lagere gehalten hadden, aangezien de Na-accumulatie in die periode minder was, 2) de wortels niet betrokken zijn in de berekeningen van de opname, hoewel gebleken is dat deze voor maximaal 10 % aan de Na-opname bijdragen (Baas en V.d. Berg 1992), 3) het oude blad niet is bemonsterd, terwijl dit in het algemeen hogere Na-concentraties bevat.

Verder is uitgegaan van de veronderstelling dat de drogestof-productie van het blad gelijk is aan die van de bloemen, zoals dit in ander onderzoek gevonden is (Baas et al. 1995).

Deze onnauwkeurigheden zullen de nauwkeurigheid van de berekeningen van de opname van Na beïnvloeden. Toch is het onmogelijk om hiermee het verschil in toe-

gevoegde Na en teruggevonden Na in gewas te verklaren.

In de vijfde kolom van tabel 4 staat de gemiddeld gerealiseerde Na-concentratie in de bakken. In de zesde kolom staat de Na-verliespost, waarvan uitgegaan wordt dat deze in de kleikorrels achtergebleven is. Globaal kan hieruit geconcludeerd worden dat ca. 3-6x zoveel Na in de kleikorrels terecht is gekomen als in de planten. In de zevende kolom staat de hoeveelheid aanwezige Na in de kleikorrels zoals die berekend kan worden uit de gegevens van tabel 3. De orde van grootte van Na geaccumuleerd in de kleikorrels is gelijk aan die zoals die berekend zijn in kolom 6.

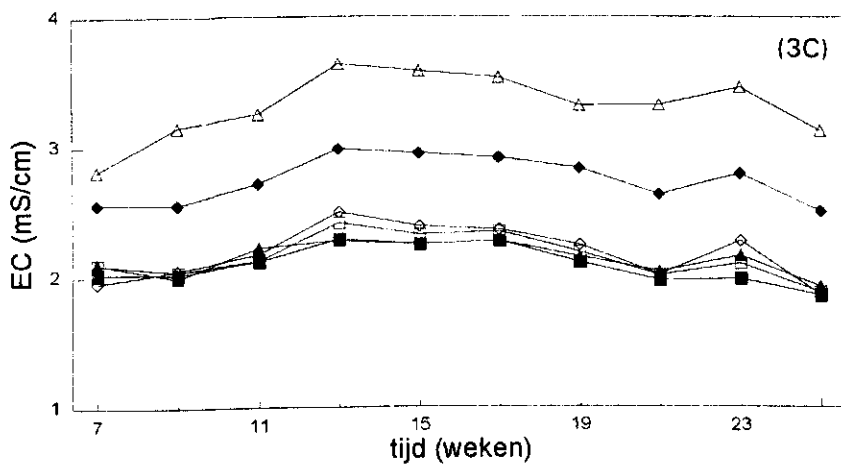
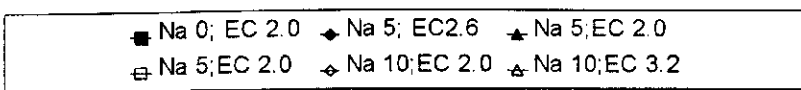
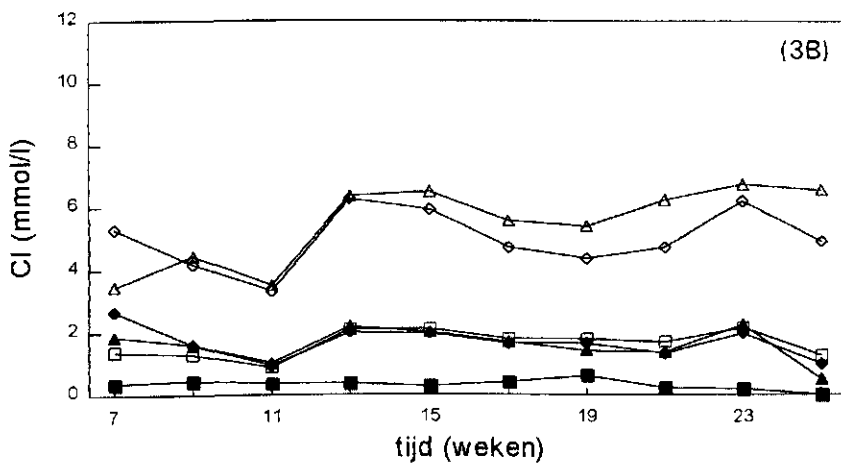
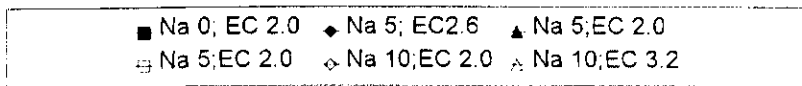
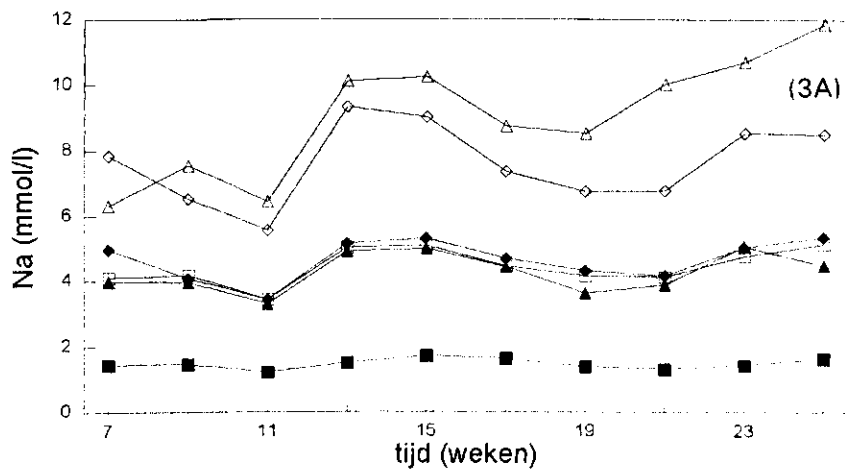
Tenslotte is berekend wat de Na-opnameconcentratie is als percentage van de gerealiseerde Na-concentratie door de kleikorrels + plant (kolom 9) en door alleen de plant (kolom 10). Gemiddeld werd er een Na-opnameconcentratie van 4% van de uitwendige concentratie voor de plant gevonden, hetgeen laag is ten opzichte van eerdere onderzoeken met gerbera (Baas en V.d. Berg 1992; V.d. Burg 1992).

Voor Cl zijn dezelfde berekeningen uitgevoerd als voor Na (tabel 4 onder). Hieruit blijkt een geheel ander patroon naar voren te komen. Een groot deel van de toegevoegde Cl wordt door de planten opgenomen, waardoor de gemiddeld gerealiseerde Cl-concentratie in de bakken ook veel lager is dan die voor Na. De teruggevonden Cl in de kleikorrels zoals die bepaald is (tabel 4) is wel een factor 3-7 lager dan die zoals berekend is in kolom 6.

De Cl-opname door de plant blijkt 2-5x hoger te liggen dan de Na-opname (zie kolom 4 in tabel 4). Aangezien de gerealiseerde Cl-concentraties in de bakken daardoor ook veel lager zijn geweest, zijn de Cl-opnameconcentraties uitgedrukt als percentage van de uitwendige concentratie, hoger dan 47% geweest (laatste kolom tabel 4).

Tabel 4 - Berekeningen die betrekking hebben op de gift en de opname van Na (boven) en Cl (onder) door gewas en kleikorrels van week 8 tot week 37 1994. Voor verklaringen zie tekst 3.6.

totaal w 8-w37 1994 berekening per veld															
EC verdam ping		Na-toevoeging		geschatte opn. (bloem+blad)		Na-bak gereal. gemidd.		Na-opname kleikorrels		Na in kleik 25/11/94		Na-opname kleik+plant		Na-opn.conc. plant %	
liter	mmol	mmol	mmol	mmol	mM	mmol	mmol	mmol	mmol	mmol	mmol	mmol	%	%	%
2	2277	910.7	279	1.5	481.7	1024	760.7	22	8						
2	2291	2291	312	3.2	1659	1395	1971	27	4						
2	2349	2349	283	3.3	1736	1907	2019	26	4						
2	2136	2723	356	4.2	1947	2214	2303	26	4						
2	2267	3628	455	5	2673	1971	3128	28	4						
3.2	2211	3537	466	5.6	2511	2035	2977	24	4						
EC verdam ping															
liter	mmol	mmol	mmol	mmol	mM	mmol	mmol	mmol	mmol	mmol	mmol	mmol	%	%	%
2	2277	683	536	0.2	127	51.2	663	146	118						
2	2291	2062	1448	0.7	544	64	1992	124	90						
2	2349	2114	1622	0.8	412	166.4	2034	108	86						
2	2136	2553	1931	1.2	502	192	2433	95	75						
2	2267	3401	2247	1.9	964	281.6	3211	75	52						
3.2	2211	3316	2162	2.1	944	268.8	3106	67	47						



Figuur 3 - Verloop van de Na-concentratie (3A), de Cl-concentratie (3B) en de EC (3C) in de behandelingen gedurende de proef in 1995.

3.7 Wortelmilieu 1995

In Figuur 3 staan de gerealiseerde Na-, Cl -concentraties en de EC in de voorraadbakken weergegeven. Hieruit blijkt dat het in eerste instantie niet lukte de 10 mmol/l behandelingen te realiseren (fig. 3A), dat de Cl-concentraties lager waren dan de Na-concentraties (fig. 3B), en dat de EC-verschillen redelijk goed gerealiseerd werden (fig. 3C).

3.8 Produktiegegevens 1995

In tabel 5 staan het aantal geproduceerde bloemen per plant en het gemiddelde bloemgewicht per periode en gesommeerd over de proefperiode in 1995 en ook over 1994 en 1995 gezamenlijk. In geen van de gevallen werden betrouwbare verschillen tussen de behandelingen gevonden.

Tabel 5 - Produktie per plant per periode en gesommeerd over de proefperiode 1995 en inclusief 1994 (boven); gemiddeld bloemgewicht (gram) per periode en gesommeerd over de proefperiode 1995 en inclusief 1994 (onder).

Aantal geproduceerde bloemen per plant per periode

Na/EC	w9- w12	w13- w16	w17- w20	w21- w24	0	w9/94- w25/95
0/2	2,7	3,7	5,0	4,8	17,4	59,4
5/2,6	2,6	3,4	4,6	4,8	16,6	58,7
5/2	2,7	4,1	5,4	5,3	18,7	61,3
5/2	2,4	3,5	4,6	4,8	16,3	57,2
10/2	2,6	3,4	4,4	4,8	16,4	58,7
10/3,2	2,5	3,1	4,3	4,5	15,6	58,2
sign.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.

Gemiddeld bloemgewicht per plant per periode

Na/EC	w9- w12	w13- w16	w17- w20	w21- w24	w9/95-- w25/95	w9/94- w25/95
0/2	24,2	24,7	23,8	24,1	24,2	22,8
5/2,6	24,5	24,4	23,5	23,7	24,0	23,0
5/2	24,3	24,5	23,5	24,5	24,3	23,3
5/2	24,9	24,9	23,9	24,2	24,5	23,2
10/2	23,2	24,8	24,1	23,9	24,1	23,3
10/3,2	24,3	23,5	23,4	23,4	23,5	22,7
sign.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.

Tabel 6 - Gewasanalyse week 26 1995. Gehalten zijn in mmol/kg droge stof

totaal blad

Na/EC	Ntot	P	K	Ca	Mg	NO ₃	Cl	Na	% dr.st.
0/2	1654	67	1201	421	123	459	90	47	19,3
5/2,6	1804	64	1238	453	181	613	304	196	17,3
5/2	1659	65	1211	456	166	498	350	146	18,2
5/2	1641	72	1084	479	152	482	313	224	19,0
10/2	1618	68	1128	412	146	392	586	307	19,3
10/ 3,2	1618	69	1164	374	134	502	459	238	20,0
sign.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	***	***	n.s.
LSD							66	70	

steel

Na/EC	Ntot	P	K	Ca	Mg	NO ₃	Cl	Na	% dr.st.
0/2	1572	94	929	183	53	191	45	21	12,6
5/2,6	1571	90	1029	188	50	181	172	47	12,2
5/2	1588	90	986	224	36	176	177	47	12,0
5/2	1476	82	897	147	44	149	177	58	12,1
10/2	1448	78	889	187	32	136	248	110	12,0
10/ 3,2	1643	93	1063	180	54	171	207	97	12,4
sign.	n.s.	n.s.	*	n.s.	n.s.	n.s.	***	***	n.s.
LSD			94				44	19	

bloem

Na/EC	Ntot	P	K	Ca	Mg	NO ₃	Cl	Na	% dr.st.
0/2	1387	100	516	132	85	0	52	0	17,7
5/2,6	1311	93	512	123	78	0	89	0	17,0
5/2	1372	97	528	135	80	0	94	0	17,2
5/2	1318	92	503	119	78	0	98	0	17,2
10/2	1343	95	520	130	75	0	130	0	17,1
10/ 3,2	1384	94	558	137	80	0	107	0	17,2
sign.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	***	n.s.	n.s.
LSD							16		

3.9 Gewasanalyse 1995

In tabel 6 staan de gewasanalyses van week 26 1995 gegeven. De behandelingen zijn terug te vinden in de gehalten van Cl en in mindere mate van Na. In de bloemen werd zelfs geheel geen Na gevonden. Behalve een wat hoger K-gehalte in de steel in de behandelingen met hogere EC werden geen betrouwbare verschillen tussen de behandelingen in andere elementen gevonden. In drogestof-percentages werden eveneens geen betrouwbare verschillen gevonden.

3.10 Kleikorrelanalyse 1995

Uit tabel 7 blijkt dat de gehalten in de extracties van de kleikorrels gemiddeld hoger waren dan een jaar eerder. Bij de kationen waren de concentraties Ca, K en Na het hoogst, bij de anionen was dit NO_3 en in mindere mate SO_4 ; de kationensom klopte goed met de anionensom.

Tabel 7 - Kleikorrelanalyse week 20 1995. Concentraties in extract in mmol/l.

Na/EC	Na	Cl	NO_3	H_2PO_4	SO_4	K	Ca	Mg
0/2	11,8	1,1	52,3	1,2	14,0	18,7	17,3	10,0
5/2,6	16,3	1,8	51,9	1,1	13,6	17,3	15,4	9,2
5/2	16,1	1,9	43,5	1,1	12,4	13,9	14,1	7,3
5/2	16,9	2,5	41,1	0,6	12,7	14,8	13,8	6,8
10/2	19,1	4,9	46,2	0,9	13,0	14,5	15,1	8,5
10/ 3,2	21,7	6,4	51,5	0,5	14,0	19,1	16,1	8,7

3.11 Berekeningen Na-accumulatie 1995

Analoog aan de berekeningen van 1994 werd een Na- en Cl-balans opgesteld (tabel 9). Hieruit bleek dat de Na-opname zowel absoluut als relatief hoger lag dan in 1994 (tabel 4). Oorzaken hiervoor kunnen zijn dat

- 1) in 1995 de volledige plant bemonsterd is, en
- 2) de in 1994 gevormde bladeren al Na bevatten van 1994.

Bovendien werden hogere Na-concentraties opgelegd in 1995. De berekende Na-accumulatie in de kleikorrels stemde niet zo goed overeen met die zoals die berekend was aan de hand van de kleikorrelanalyse. Hierbij moet bedacht worden dat de kleikorrels ook een 'erfenis' hadden van 1994.

Uitgedrukt als percentage van de uitwendige concentratie was de Na-opnameconcentratie van kleikorrels + planten 25-35%, hetgeen vergelijkbaar was met 1994.

Tabel 8 - Berekeningen betrekking hebbend op de gift en de opname van Na (boven) en Cl (onder) door gewas en kleikorrels van week 9 tot week 25 1995. Voor verklaringen zie tekst 3.11.

w9-w25 1995 berekening per veld																
Beh. Na/EC	verd.	Na-toev. bak		regen+voeding		totaal	geschatte opname Na-bak (bloem+blad)		Na-opn. gereal.		Na in kleik w20 1995		Na-opname kleik+plant		Na-opn. conc. kleik+pla plant	
		liter	mmol	mmol	mmol		mmol	mM	mmol	mmol	mmol	mmol	mmol	mmol	%	%
0/2	1424	0	570	570	221	1.5	349	1536	570	26.7	10.3					
5/2.6	1340	1056	536	1592	791	4.6	801	2086	1592	25.8	12.8					
5/2	1408	1136	563	1699	616	4.3	1083	2061	1699	28.1	10.2					
5/2	1256	1065	502	1567	863	4.5	704	2163	1567	27.7	15.3					
10/2	1411	3219	564	3783	1493	7.6	2291	2445	3783	35.3	13.9					
10/3.2	1279	2970	512	3482	1037	9.3	2445	2778	3482	29.3	8.7					

Beh. Na/EC	verd.	Cl-toev. bak		regen+voeding		totaal	geschatte opname Cl-bak (bloem+blad)		Cl-opn. gereal.		Cl in kleik w20 1995		Cl-opname kleik+plant		Cl-opn. conc. kleik+pla plant	
		liter	mmol	mmol	mmol		mmol	mM	mmol	mmol	mmol	mmol	mmol	mmol	%	%
0/2	1424	0	427	427	513	0.3	-86	141	427	100.0	120.0					
5/2.6	1340	1056	402	1458	1497	1.6	-39	230	1458	68.0	69.8					
5/2	1408	1136	422	1558	1739	1.6	-181	243	1558	69.2	77.2					
5/2	1256	1065	377	1442	1487	1.7	-45	320	1442	67.5	69.7					
10/2	1411	3219	423	3642	3095	5.0	547	627	3642	51.6	43.9					
10/3.2	1279	2970	384	3354	2173	5.7	1181	819	3354	46.0	29.8					

4. CONCLUSIES

De volgende conclusies kunnen naar aanleiding van de uitgevoerde proef getrokken worden:

- regenwater bevat 0,2 mmol/l Na en Cl; met regenwater aangemaakte voeding (EC 1,5 mS/cm) bevat 0,45 mmol/l Na en 0,3 mmol/l Cl; gemiddeld werd aangevuld met circa 0,4 mmol/l Na in de controlebehandeling
- de accumulatie van Na in een gesloten systeem met kleikorrels verliep langzamer dan verwacht op grond van simulaties
- een groot deel van de toegevoegde Na wordt in de kleikorrels vastgelegd c.q. slaat neer als zout, waarschijnlijk op het oppervlak van de kleikorrels; in vergelijking met de geschatte plantopname was dit 3-6 keer zo veel in 1994.
- afgezien van een tijdelijk lager bloemgewicht in de hoge EC-behandeling in 1994 zijn geen productiever verschillen opgetreden tussen de verschillende behandeling en.
- in 1995 was de vastlegging van Na in kleikorrels ca. 2-3 keer zo veel als de plantopname. Dit verschil met 1994 is waarschijnlijk deels het gevolg van een totale bemonstering (inclusief oud blad) in 1995.
- in 1995 werd ook geen verschil in productie of in bloemgewicht tussen de behandelingen gevonden.
- de opname van Cl was vele malen groter dan die van Na, waardoor Cl-accumulatie niet of nauwelijks optreedt
- accumulatie van Na tot in ieder geval 6 mmol/l Na blijkt zonder productie- en kwaliteitsverlies te kunnen; in een kleikorrelstelsel kan dan met een waterkwaliteit van 1,0 mmol/l Na worden volstaan.

LITERATUUR

Anoniem 1994. Lozingenbesluit WVO Glastuinbouw

Baas, R. en T.J.M. van den Berg 1992. Invloed van NaCl en EC op Gerbera 'Beauty' in een recirculatiesysteem. PBN Rapport 148.

Burg, A.M.M. van der 1992. Invloed NaCl en EC op productie en kwaliteit bij Gerbera cv. 'Terra fame' en cv. 'Delphi' bij teelt op steenwol. PTG Intern verslag 70.

Kreij C. de, C. Sonneveld, M.G. Warmenhoven en N.A. Straver 1992. Normen voor gehalten aan voedingselementen van groenten en bloemen onder glas. Serie: Voedingsoplossingen glastuinbouw no. 15.

Vernooij C.J.M. 1992. Op weg naar een schonere glastuinbouw 1. Het verbruik van water en meststoffen op praktijkbedrijven. L.E.I.-publicatie 4.131.

BIJLAGE 1

Ligging van de behandelingen in de kas.

veld 2 beh.5	veld 4 beh.1	veld 6 beh.2	veld 8 beh.3	veld 10 beh.4	veld 12 beh.1	veld 14 beh.5	veld 16 beh.2	veld 18 beh.3
veld 1 beh. 4	veld 3 beh.3	veld 5 beh.6	veld 7 beh.5	veld 9 beh.6	veld 11 beh.2	veld 13 beh.6	veld 15 beh.4	veld 17 beh.1
Blok 1			Blok 2			Blok 3		

Bijlage 2

Richtwaarden voor gewasanalyse volgroeid blad Gerbera. Bron: Normen voor gehalten aan voedingselementen van groenten en bloemen onder glas. Kreij, Sonneveld, Warmenhoven, Straver 1992

	Richtwaarde Guide value	Gebrek Deficient	Overmaat Excess
K-sap, mmol/l	150 - 190		
K	1000 - 1280	< 500	
Ca	250 - 600		
Mg	100 - 260		
N-totaal	1800 - 3500		
NO ₃			
S-totaal			
SO ₄			
P	80 - 200		
Cl			
Na	4 - 15		
Fe	1.0 - 2.0		> 10**
Mn	0.7 - 2.7		> 4*
Zn	0.50 - 0.80		
B	2.8 - 3.7		
Cu, umol/kg ds	60 - 200		
Mo, umol/kg ds			

Gehalten in mmol per kg droge stof, behalve K-sap, Cu en Mo.
Contents as mmol per kg dry matter, except K-sap, Cu and Mo.

* Afhankelijk van het ras/Dependent on the cultivar

** In lintbloemen/In petals