

cb

Bibliotheek
Proefstation
Naaldwijk

A
2
B
96

BIBLIOTHEEK
PROEFSTATION VOOR TUINBOUW
ONDER GLAS TE NAALDWIJK

zdbiv32/mvh

PROEFSTATION VOOR TUINBOUW ONDER GLAS TE NAALDWIJK

Invloed NaCl en EC op produktie en kwaliteit bij komkommer

A.M.M. van der Burg

Naaldwijk, mei 1990

Intern verslag nr. 32

224 3530

4
21
2
B
76

INHOUD

	Pagina
1. Doel	1
2. Inleiding	1
3. Proefopzet	1
4. Verloop van de proef	2
5. Chlorose tijdens de stookteelt	3
6. Waterverbruik	
7. Analyse voedingsoplossing en mat	4
8. Gewasanalyse	7
9. Na- en Cl-opname door het gewas berekend via toevoer en verandering in de berging	8
10. Produktie	10
11. Vruchtkwaliteit	13
12. Samenvatting en conclusies	14
Literatuur	15
Bijlagen	



1. Doel

Het doel van het onderzoek was het effect nagaan van keukenzout in de voedingsoplossing op produktie en kwaliteit bij komkommer. Tevens werd de Na- en Cl-opname door een komkommengewas nagegaan.

2. Inleiding

Na twee tomatenteelten in 1985 en 1986 en een paprikateelt in 1987 vond in dezelfde kasafdeling (2.11.10) een zelfde onderzoek plaats bij twee teelten van het gewas komkommer. Voor wat betreft de motivatie van het onderzoek wordt verwezen naar "Invloed NaCl en EC op produktie en kwaliteit bij tomaat" (Van der Burg, 1989).

De zaaidatum van de vroege stookteelt was 7 december 1987 en het ras was Ventura. De herfstteelt, cv Corona, werd op 13 juli gezaaid.

De eerste teelt werd geplant op 7 januari en de tweede teelt ging op 3 augustus van start. De oogstperioden van de twee teelten waren respectievelijk van 22 februari tot 26 mei en van 24 augustus tot 27 oktober. In beide teelten werden 9 planten per veldje geteeld.

Naast waarnemingen aan de produktie (aantal en gewicht) werd ook waarneming gedaan aan kwaliteitsaspecten als krom, stek, kleur en houdbaarheid. Ook werden gegevens verzameld over het waterverbruik en Na- en Cl-toevoeging aan de voedingsoplossing.

Het jonge blad werd in beide teelten eenmaal bemonsterd. De vruchten werden alleen in de stookteelt eenmaal bemonsterd. De bovenbak en de circulerende voedingsoplossing werden regelmatig bemonsterd. Van de behandelingen met keukenzout werd ook de steenwolmat bemonsterd. De bemonsteringswijze wordt meer gedetailleerd bij de hoofdstukken beschreven.

3. Proefopzet

De proefopzet kwam in grote lijnen overeen met de opzet bij de voorgaande proeven met tomaat en paprika. ~~In bijlage 1 staat het proefschema.~~ De inrichting van de proef is al eerder besproken (C. Sonneveld, 1981). De belangrijkste gegevens omtrent de toerusting zijn:

- de oppervlakte van de veldjes van behandeling is $5,5 \text{ m}^2$; (In de stookteelt na 31 maart $7/9 \times 5,5 = 4,3 \text{ m}^2$);
- de proef was geblokt en lag in vier herhalingen;
- de goten zijn 6,9 m lang;
- in de goten werd bevoeiingsmat (Klavermat) gelegd;
- per goot werden 6 steenwolmatten (1,00 x 0,15 x 0,100 m) en in de herfstteelt 6 matten (1,00 x 0,15 x 0,075 m) gelegd;
- de watertoevoer vond plaats via een centrale inlaat en werd continu rondgepompt;
- de steenwol opkweekpotten werden op de steenwolmat gezet;
- het basiswater bestond voornamelijk uit regenwater aangevuld met ontzout leidingwater.

In tabel 1 staan de behandelingen met de systeemnummers in beide teelten.

Tabel 1: Gegevens over de behandelingen en de systeemnummers.

Behan- deling	Systeemnummer		NaCl mmol/l	EC (mS/cm)		Verversen
	stook- teelt	herfst- teelt		Voeding	Totaal	
1	4	6	< 5	2,2	2,5	niet
2	3	5	< 5	2,2	2,5	wel
3	1	4	12,5	2,2	3,7	niet
4	2	3	25	2,2	5,2	niet
5	5	2	< 5	3,4	3,7	niet
6	6	1	< 5	4,9	5,2	niet

De NaCl-concentraties bij de behandelingen 1, 2, 5 en 6 werd in principe beneden 5 mmol per liter gehouden. De voedingsoplossing van behandeling 2 werd 2-wekelijks ververst. Van de overige behandelingen werd de voedingsoplossing niet ververst. In de toegediende en circulerende voedingsoplossing werden de streefwaarden aangehouden zoals beschreven in brochure 8 (Sonneveld, 1986). De in deze brochure aangegeven waarden voor de concentraties van de elementen werden per behandeling aan de vereiste EC-waarde aangepast. De toediening van verschillende ionen werd afhankelijk van de concentratie in de circulerende oplossing aangepast.

4. Verloop van de proeven

De eerste weken van de beide teelten werd de EC voor alle behandelingen op circa 3,0 m S per cm gehouden en werd nog geen keukenzout toegevoegd. Bij de eerste teelt werd vanaf 8 februari keukenzout toegevoegd en de EC stapsgewijs op peil gebracht (zie bijlage 2). Op 23 februari waren de behandelingen op niveau zoals aangegeven in tabel 1. Bij de herfstteelt werden de zouttrappen vanaf 10 augustus ingesteld. Op 22 augustus waren de behandelingen ingesteld zoals aangegeven in tabel 1.

Eind februari begin maart trad chlorose op (zie hoofdstuk 4). In mei trad botrytus op. De proef werd hierdoor niet noemenswaardig beïnvloed. Door accumulatie van Na in de circulerende voedingsoplossing bij vooral behandelingen 5 en 6 moest de voedingsoplossing van de behandeling 1 en 3 tot en met 6 eind mei worden ververst. Door een sterke tripsaantasting moest de teelt eind mei vroegtijdig worden beëindigd.

Bij de herfstteelt trad eind augustus chlorose op, waarschijnlijk ten gevolge van ijzeregbrek. Aan de voedingsoplossing werd extra ammonium toegediend waarna de chlorose-verschijnselen snel verdwenen. Er werd daarom geen waarneming gedaan aan de mate van aantasting. Op 21 september trad bij behandeling 4 lekkage op. De berekening van de Na-opname vertoond daarom een hiaat.

Bij de stookteelt viel op 28 maart een plant uit door beschadiging tijdens de verzorging (veldje 14, behandeling 3). Op 15 september viel een plant uit met sclerotinea. Bij de verwerking van de oogstgegevens werden de resultaten van alle veldjes gebruikt en er werd niet op uitval gecorrigeerd. Verder verliep de teelt voorspoedig.

5. Chlorose tijdens de stookteelt

Eind februari trad in het blad van de jonge scheuten chlorose op. Dit was waarschijnlijk een gevolg van ijzergebrek. In bijlage 3 staat een foto van het beeld (alleen het originele verslag). Op 9 maart werd het gewas visueel beoordeeld. In tabel 2 staan de resultaten. Uit de tabel blijkt een EC-effect aanwezig. Keukenzout had geen effect op de chlorose-aantasting.

Tabel 2: De resultaten van de beoordeling op chlorose op 9 maart 1988. 0 is geen aantasting 10 is zeer ernstig chlorose.

Behandeling	Chlorose (1 - 10)
1 (2.5/zonder)	5.5
2 (2.5/met)	7.6
3 (3.7/12.5)	5.5
4 (5.2/25)	4.1
5 (3.7/-)	6.3
6 (5.2/-)	3.7
	**
LSD = 5%	0.9

6. Waterverbruik

Het waterverbruik kon voor beide periode worden berekend aan de hand van gegevens over de watertoevoer via de bovenbakken. Voor de stookteelt waren van 16 februari tot 16 mei de gegevens betrouwbaar en in de herfstteelt werden gegevens verkregen van 15 augustus tot 24 oktober.

In tabel 3 is een overzicht gegeven van het waterverbruik per periode en het totaal. Bij de stookteelt was het waterverbruik bij laagste EC het hoogst; Gemiddeld: 2.35 mm per dag bij behandeling 1 en 2. Bij behandeling 4 (5.2/25) was het waterverbruik 2.00 l/m² : 13% lager in vergelijking tot behandeling 1 en 2. De beide behandelingen met 3.7 mS.cm⁻¹ lagen wat betreft het waterverbruik daar ongeveer middentussen. Behandeling 6 heeft vanaf 21 maart een duidelijk hoger waterverbruik in vergelijking tot behandeling 4. Een mogelijke verklaring is als volgt. De ranken van het buiten het proefveldje van behandeling 6 werden vanaf half maart over de draden boven de kunstmestbakken geleid. De hoge verdamping van dit jonge en actieve gewas kan mogelijk de oorzaak zijn geweest van het relatief hoge waterverbruik.

Bij de herfstteelt is ook een EC-effect op het waterverbruik te zien. Hier blijft behandeling 2 achter. Dit is mogelijk een gevolg van een onnauwkeurigheid in de bepaling van het waterverbruik door het twee wekelijks versen van de voedingsoplossing. Ook kan het verbruik bij behandeling 1 (systeemnummer 6) wat hoog zijn uitgevallen om dezelfde reden als bij behandeling 6 bij de stookteelt. Het waterverbruik bij de lage EC (behandeling 2) en de midden EC (behandeling 3 en 5) komen dan overeen. In dat geval treed bij deze teelt alleen bij de hoogste EC vermindering van het waterverbruik op.

Tabel 3a en 3b: Het waterverbruik per periode, het gemiddelde en het totaal van de stookteelt (van 16 februari tot 16 mei) en van de herfstteelt (van 15 augustus tot 24 oktober).

Periode	Aantal dagen	Waterverbruik (mm/dag)					
		1 (2,5/niet)	2 (2,5/wel)	3 (3,7/12,5)	4 (5,2/25)	5 (3,7/-)	6 (5,2/-)
Stookteelt							
16/2 - 22/2	6	1,27	0,92	1,15	1,63	1,03	1,12
22/2 - 29/2	7	1,61	1,97	1,30	1,66	1,56	1,61
29/2 - 7/3	7	1,56	1,77	1,61	1,50	1,56	1,51
7/3 - 14/3	7	1,81	1,77	1,61	1,40	1,50	1,51
14/3 - 21/3	7	1,50	1,61	1,50	1,50	1,45	1,45
21/3 - 28/3	7	1,81	1,56	1,50	1,46	1,71	1,74
28/3 - 5/4	8	2,22	2,14	2,05	1,81	2,00	2,25
5/4 - 11/4	6	2,55	2,37	2,30	2,18	2,48	2,81
11/4 - 18/4	7	2,91	2,91	2,64	2,44	2,75	3,20
18/4 - 25/4	7	3,21	3,01	2,91	2,62	2,80	3,58
25/4 - 2/5	7	3,01	2,90	2,96	2,44	2,70	3,14
2/5 - 9/5	7	3,52	3,02	2,75	2,44	2,70	3,52
9/5 - 16/5	7	4,00	3,79	3,68	2,91	3,59	3,92
	*	****	****	****	****	****	****
Gem. per dag		2,30	2,39	2,16	2,00	2,15	2,42
Totaal	90	207	216	195	181	194	218
Herfstteelt							
15/8 - 22/8	7	2,74	2,70	2,64	2,39	2,59	2,70
22/8 - 29/8	7	2,35	2,18	2,29	1,77	2,18	2,18
29/8 - 5/9	7	2,85	2,33	2,12	2,07	2,07	2,29
5/9 - 12/9	7	2,91	2,49	2,59	1,81	2,44	2,13
12/9 - 19/9	7	1,96	1,71	1,77	1,56	1,44	1,40
19/9 - 26/9	7	1,51	1,40	1,25	1,04	1,25	1,09
26/9 - 3/10	7	1,79	1,71	1,82	1,92	1,61	1,40
3/10 - 10/10	7	1,56	1,30	1,50	1,35	1,45	1,14
10/10 - 17/10	7	1,51	1,30	1,40	1,25	1,50	0,98
17/10 - 24/10	7	1,12	0,94	0,80	1,04	0,77	0,83
	*	****	****	****	****	****	****
Gem. per dag		2,03	1,81	1,81	1,62	1,73	1,61
Totaal	70	142	127	127	113	121	113

7. Analyse voedingsoplossing en mat

De EC en pH van de recirculerende voedingsoplossing werden per behandeling driemaal per week bepaald en zonodig gecorrigeerd. Eénmaal per twee weken

werd de circulerende voedingsoplossing onderzocht op hoofdelementen. De behandeling 3 en 4 werden ook tussentijds, om de twee weken, bemonsterd en geanalyseerd op Na en Cl. Daar de komkommerplant evenals de paprika's op een steenwolmat werd geteeld (de tomaten in de voorgaande proeven stonden op NFT) werd ook de steenwolmat van behandeling 3 en 4 wekelijks bemonsterd. Eenmaal per 14 dagen voor analyse op alle hoofdelementen en tussentijds voor analyse op Na en Cl. In de monsters van circulerende voedingsoplossing werd eenmaal in de vier weken de spoorelementen bepaald. In tabel 4a en 4b zijn de gemiddelde analysecijfers gegeven. In bijlage 2a en 2b staan de nominale Na- en Cl-cijfers van de circulerende voedingsoplossing.

Tabel 4a en 4b: Gemiddelde analyseresultaten van de circulerende voedingsoplossing.

pH, EC (in mS per cm) en NO_3 , Cl, SO_4 , HCO_3 , P, NH_4 , K, Na, Ca en Mg (in mmol per liter) en Fe, Mn, Zn, B en Cu (in μmol per liter).

Analysecijfers (mS per cm, mmol/l of $\mu\text{mol/l}$)								
	1	2	3	4	5	6		
	2.5/ (niet) rec.opl.	2.5 (wel) rec.opl.	3.7/12.5 ----- rec.opl. mat	5.2/25 ----- rec.opl. mat	3.7/- rec.opl.	5.2/- rec.opl.		
Stoekteelt								
pH	5,8	5,9	5,9	5,9	5,8	5,9	5,4	5,5
EC	2,63	2,59	3,75	3,79	5,21	5,25	3,79	5,17
NO_3	15,2	16,3	16,8	15,9	18,2	17,5	23,4	>30,2
Cl	2,6	2,2	11,4	11,8	23,1	23,6	3,0	3,4
SO_4	3,9	3,2	3,9	3,8	4,2	4,1	4,7	6,1
HCO_3	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
P	0,57	0,55	0,54	0,54	0,46	0,46	1,76	2,14
NH_4	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
K	4,1	4,3	5,9	5,9	9,1	8,3	9,8	15,5
Na	3,6	3,0	11,9	12,2	23,1	23,6	4,0	4,5
Ca	6,4	6,4	6,3	6,1	6,3	6,1	8,3	10,5
Mg	2,7	2,5	2,9	2,8	2,7	2,7	3,5	4,6
Fe	32	25	29	-	25	-	3,4	4,3
Mn	7,0	7,4	7,0	-	7,6	-	10,0	12,6
Zn	16,4	13,4	19,6	-	18,8	-	18,2	16,8
B	50	47	44	-	49	-	60	67
Cu	1,4	1,2	1,2	-	1,2	-	1,9	2,5

Analysecijfers (mS per cm, mmol/l of umol/l)								
	1	2	3	4	5	6		
	2.5/ (niet)	2.5 (wel)	3.7/12.5	5.2/25	3.7/-	5.2/-		
	rec.opl.	rec.opl.	rec.opl.	mat	rec.opl.	mat	rec.opl.	rec.opl.
Herfstteelt								
pH	5,6	5,7	6,0	6,0	5,9	5,9	5,4	5,2
EC	2,65	2,72	3,84	3,83	5,29	5,28	3,80	5,2
NO ₃	15,9	16,1	16,8	16,3	19,8	19,5	23,5	>31
Cl ³	2,0	2,0	11,3	11,5	22,8	22,9	2,5	2,6
SO ₄	2,4	2,4	3,1	2,9	2,9	2,4	4,8	5,4
HCO ₃ ⁴	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
P	0,50	0,56	0,27	0,29	0,71	0,61	1,71	3,36
NH ₄	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
K ⁴	6,7	8,2	7,8	7,7	9,6	9,4	11,5	17,1
Na	3,4	3,2	11,9	12,0	22,8	22,6	3,9	3,7
Ca	5,1	4,6	5,2	5,1	5,5	5,4	7,6	10,8
Mg	2,1	2,1	2,3	2,3	2,2	2,3	3,4	4,5
Fe	30	26	29	-	25	-	29	32
Mn	3,0	3,1	2,5		2,4		4,6	6,3
Zn	6,4	6,7	6,3		5,7		7,7	8,3
B	44	47	61		47		59	67
Cu	1,2	1,2	1,3		1,0		1,2	1,2

De EC streefwaarden in de mat zowel als in de circulerende voedingsoplossing werden vrij goed gerealiseerd. De afwijking van de streefwaarden op de bemonsteringsdata bedroeg in beide teelten maximaal slechts 0.3 mS.cm⁻¹. Ook de NaCl-concentratie in behandeling 3 en 4 benaderde redelijk de streefwaarden (zie bijlage 2a en 2b). De Na- en Cl-concentratie in de circulerende voedingsoplossing werd steeds in de onderbak bijgestuurd. Indien uit bemonstering bleek dat de Na- of Cl- concentratie te laag was, werden deze stoffen in de vorm van NaCl, KCl, MgCl₂, CaCl₂ of NaNO₃ in de onderbak aangevuld. De werkelijke concentraties aan Na en vooral Cl zullen daarom wat hoger zijn geweest dan de in de tabel aangegeven waarden, aangezien deze analysecijfers betrekking hebben op bemonstering direct vóór correctie. Uit de bijlage 2a en 2b blijkt verder dat Na- en Cl-concentratie in de circulerende voedingsoplossing goed overeenkwam met de gehalten in de steenwolmat. Opmerkelijk is dat bij de start bij het op peil brengen van de Na en Cl-concentratie de concentratie in de mat nagenoeg overeenkomt met de concentratie in de circulerende oplossing. Ook vond geen accumulatie van Na en Cl plaats in de mat in de loop van de teelt. Blijkbaar vindt voldoende uitwisseling van voedingsoplossing naar de mat plaats. Dit werd ook in de voorgaande proef met paprika's geconstateerd. In het verslag van deze proef (van der Burg, 1989) wordt een mogelijke verklaring voor dit verschijnsel gegeven.

In beide teelten trad accumulatie aan Cl en vooral Na in de behandelingen met laag NaCl op. De oorzaak was betrekkelijk hoge Na- en Cl-concentratie in het basiswater en de lage opname door het gewas. De Na- en Cl-concentratie van een van de bovenbakken (systeemnummer 1) werd steeds bemonsterd. De gemiddelde cijfers voor de EC en de Na- en Cl-concentratie voor de stookteelt waren respectievelijk 1,62 mS per cm en 0,63 en 0,58 mmol

per liter en voor de herfstteelt 1,51 mS per cm en 0,63 en 0,60 mmol per liter. Tijdens de stookteelt werd in verband met het oplopen van het Na-cijfer de voedingsoplossing van behandeling 1, 5 en 6 maar ook van behandeling 3 en 4 (om zoveel mogelijk gelijkheid in behandeling na te streven) op 17 mei ververst. De Na-concentratie liep in de behandelingen met laag Na en Cl niet hoger op dan 6,7 mmol per liter. Gedurende de herfstteelt behoefde niet te worden ververst.

De concentratie van de overige voedingselementen bleven redelijk binnen de voor komkommer gestelde grenzen. Hiertoe moest de concentratie van een aantal voedingselementen aan de hand van de analyse-resultaten van de circulerende voedingsoplossing regelmatig worden bijgestuurd.

8. Gewasanalyse

Tijdens de stookteelt werd op 2 mei het jonge blad en de vrucht bemonsterd. Gedurende de herfstteelt werd op 27 september het jonge blad bemonsterd. Voor analyse werd steeds van het jonge volgroeide blad de bladschijf genomen. In tabel 5 staan de resultaten van de chemische analyse van de droge stof en het droge-stofpercentage. De resultaten worden hierna besproken.

Tabel 5: Analyseresultaten en het droge-stofgehalte van het jonge blad (2/5/88 en 27/9/88) en de vrucht (2/5/88).

	Gehalten (mmol/kg) en droge stof (%)					
	1 2,5/niet	2 2,5/wel	3 12,5/3,7	4 25/5,2	5 -/3,7	6 -/5,2
Jong blad 2/5/88						
Na	45	26	116	211	30	28
K	822	871	764	771	878	854
Ca	1212	1142	1228	1262	1112	1120
Mg	374	414	415	414	430	404
P	260	252	238	207	286	244
Cl	38	32	154	327	36	28
N-tot	3680	3416	3480	3386	3775	3926
NO ₃	285	334	210	154	288	324
S-tot	150	142	138	122	139	132
SO ₄	96	72	88	44	75	65
Dr.st.	12,9	12,1	12,8	12,8	12,6	12,8

Gehalten (mmol/kg) en droge stof (%)						
	1	2	3	4	5	6
	2,5/niet	2,5/wel	12,5/3,7	25/5,2	-/3,7	-/5,2
Jong blad 27/9/88						
Na	23	20	70	120	12	12
K	824	842	827	744	786	859
Ca	1119	1200	1103	1254	1269	1303
Mg	402	412	406	403	386	360
P	343	358	309	261	254	240
Cl	41	48	153	372	30	20
N-tot	3686	3844	3838	3612	3734	3754
NO ₃	494	507	416	370	558	566
S-tot	232	212	196	158	253	234
SO ₄	158	143	122	88	204	190
dr.st.	10,0	10,2	10,1	10,7	10,5	11,1
Vrucht 2/5/88						
Na	78	47	172	336	50	56
K	1508	1426	1490	1262	1481	1441
Ca	125	112	110	84	108	108
Mg	128	121	127	114	130	128
P	372	341	380	316	351	326
Cl	87	62	197	286	62	55
N-tot	2773	2691	2703	2422	2902	2769
NO ₃	144	158	87	148	198	202
S-tot	98	81	95	74	90	80
SO ₄	54	40	99	30	33	36
dr.st.	3,23	2,88	2,98	3,67	3,40	3,71

De gehalte aan Na en Cl in het blad waren in de monsters van beide teelten hoog bij NaCl-toevoeging. De K-, NO₃-, S-tot- en de SO₄-gehalten in het blad was bij hoog keukenzout in het bladmonster juist laag. Uit de analyse van de vruchtmonsters blijken de behandelingen met keukenzouttoevoeging ook hoge gehalten aan Na en Cl te hebben. Naast de wat lagere gehalten aan K, NO₃ en SO₄ bij keukenzouttoevoeging valt ook het wat lager Ca-gehalte in vruchten op bij behandeling 4.

9. Na- en Cl-opname door het gewas berekend via toevoer en verandering in de berging

In paragraaf 7 bleek dat vooral de Na-concentratie in de circulerende oplossing bij de behandeling met laag keukenzout zonder verversing vrij sterk opliep. De oorzaak was enerzijds de vrij hoge NaCl-concentratie in het basiswater en anderzijds de lage opname van vooral natrium. De bovenbak van een van de behandelingen (systeemnummer 1 die als representatief kan worden beschouwd) werd voor bepaling van NaCl-concentratie regelmatig bemonsterd. De bemonstering vond plaats nadat de geconcentreerde voedingsoplossing aan de bovenbak was toegevoegd. Ook werd de toevoer aan Na

en Cl via dosering van Na- en Cl-zouten voor het op peil houden van de concentratie in de circulerende oplossing geregistreerd. Aan de hand van deze gegevens over de Na- en Cl-toevoer en de verandering in de berging in het systeem, kon de door de plant opgenomen Na en Cl worden berekend. Echter niet gedurende de hele teelt. In stookteelt moest de voedingsoplossing worden ververst (zie par. 7) en in de herfstteelt trad éénmaal lekkage op. De resultaten uitgedrukt als concentraties Na en Cl in het opgenomen water staan in tabel 6.

Tabel 6. De Na- en Cl-concentratie in de mat en in het opgenomen water (mmol per liter) van twee perioden in de vroege stookteelt en twee perioden in de herfstteelt.

	Behandeling 1 2,5 (zonder)		Behandeling 3 (12,5/3,7)		Behandeling 4 (25/5,2)			
	Na	Cl	opname		opname			
	mat	opname	mat	opname	Na	Cl	Na	Cl
Stookteelt								
29/2 - 11/4	3,0	0,21	2,2	0,29				
7/3 - 11/4					1,46	1,76	1,96	2,08
11/4 - 9/5	4,4	0,29	3,2	0,43				
11/4 - 16/5					1,03	1,38	2,09	2,72
Gemiddeld	3,7	0,25	2,7	0,36	1,25	1,57	2,03	2,40
Herfstteelt								
6/9 - 19/9	3,0	0,48	1,7	0,37				
30/8 - 19/9					1,46	2,27	2,94	4,09
3/10 - 17/10	3,8	0,38	2,3	0,13				
26/9 - 17/10					1,30	1,84	3,46	5,89
Gemiddeld	3,4	0,43	2,0	0,25	1,38	2,06	3,20	4,99

Bekijken we de tabel dan zien we dat de Na-opname vrijwel steeds aanzienlijk lager was dan de Cl-opname. De opname aan beide elementen lag in vergelijking tot de toevoeging via de bovenbakken op een redelijk niveau. Bij 12,5 mmol keukenzout in de voedingsoplossing was de Na-opname in de stookteelt 1,25 mmol per liter en in de herfstteelt 1,38 mmol per liter. Naarmate de concentratie in de circulerende voedingsoplossing toenam, nam ook de concentratie in de opname stroom toe. Bij de stookteelt bleek de opname in de eerste periode hoger te zijn dan in de latere perioden. Dit is mogelijk een seizoenseffect. In het voorjaar is zoals bekend voor alle elementen de opname vrij groot. Mogelijk neemt komkommer in die periode van het jaar ook relatief veel NaCl op. In de herfstteelt is geen duidelijke lijn zichtbaar voor wat betreft de opname aan keukenzout in de eerste en tweede periode.

Voor berekening van de Na- en Cl-opname via droge-stofproductie en de gehalten in het gewas bleken onvoldoende gegevens verzameld. Dergelijke berekeningen zijn derhalve niet opgenomen in dit verslag.

10. Produktie

In tabel 7 staan de produktieresultaten samen met de gegevens over de statistische betrouwbaarheid. Tot 31 maart werd de produktie bepaald van 9 planten per veldje na die datum werden van 7 planten per veldje gegevens verzameld. Door het teeltsysteem werden twee planten van het ene veldje naar het andere veldje geleid waardoor oogstgegevens van deze planten niet konden worden gebruikt. De oogstresultaten van de herfststeelt heeft steeds betrekking op 9 planten per veldje.

Tabel 7a: Produktiegegevens van de stookteelt, met de statistische betrouwbaarheid.

Betrouwbaarheid * = $P < 0,05$, ** = $P < 0,01$, *** = $P < 0,001$, N.S. is niet significant, indien P is groter dan 0,05. Het betrouwbaarheidsinterval wordt gegeven door $P = 0,05$ indien $P \leq 0,05$. Indien $P > 0,05$ wordt het betrouwbaarheidsinterval gegeven tot $P < 0,30$.

Tussen haakjes is dan vermeld bij welke P -waarde het betrouwbaarheidsinterval dan geldt.

Behandeling	22 februari tot en met 31 maart				
	Goede vruchten 1) aantal	kg/m ²	g/vrucht	krom %	stek %
1. 2,5/niet	15,0	7,5	502	-	-
2. 2,5/wel	14,4	7,3	507	-	-
3. 3,7/12,5	13,5	6,8	506	-	-
4. 5,2/25	13,4	6,6	489	-	-
5. 3,7/-	15,2	7,7	504	-	-
6. 5,2/-	12,9	6,3	490	-	-
	***	***	n.s.		
LSD 5%	1,03	0,59	-	-	-
			15,2 (P = 0,08)		
22 februari tot en met 28 april					
1. 2,5/niet	28,2	14,6	517	4,9	< 0,1
2. 2,5/wel	27,0	14,0	519	1,9	< 0,1
3. 3,7/12,5	25,6	13,4	523	1,2	< 0,1
4. 5,2/25	25,2	13,1	518	3,2	< 0,1
5. 3,7/-	28,5	14,7	516	4,6	< 0,1
6. 5,2/-	24,7	12,3	500	3,7	< 0,1
	**	**	n.s.	*	
LSD 5%	2,14	1,22	-	2,19	
			(P > 0,3)		

Behandeling	22 februari tot en met 26 mei				
	Goede vruchten 1) aantal	kg/m ²	g/vrucht	krom %	stek %
1. 2,5/niet	49,6	24,7	498	10,2	< 0,1
2. 2,5/wel	45,8	22,7	495	7,7	< 0,1
3. 3,7/12,5	45,0	22,3	496	7,5	< 0,1
4. 5,2/25	41,0	20,3	495	8,5	< 0,1
5. 3,7/-	46,6	23,0	494	9,2	< 0,1
6. 5,2/-	42,6	20,7	486	8,2	< 0,1
	***	***	n.s.	n.s.	
LSD 5%	2,69	1,47	-	-	
		(P > 0,3)	(P > 0,3)		

1) Goede vruchten inclusief krom exclusief stek.

Tabel 7b: Produktiegegevens van de herfstteelt, met de statistische betrouwbaarheid (zie voor de verklaring de stookteelt)

Behandeling	24 augustus tot en met 12 september				
	Goede vruchten 1) aantal	kg/m ²	g/vrucht	krom %	stek %
1. 2,5/niet	6,6	3,5	530	0,0	27,9
2. 2,5/wel	7,5	3,9	520	0,0	19,9
3. 3,7/12,5	7,9	4,0	506	0,9	18,2
4. 5,2/25	8,4	3,9	464	0,4	16,0
5. 3,7/-	7,5	3,8	507	0,0	17,7
6. 5,2/-	8,8	4,2	477	0,4	16,6
	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
LSD 5%	-	-	-	-	-
	(P > 0,3)	(P > 0,3)	35,8 (P = 0,19)	(P > 0,3)	8,7 (P = 0,10)
Behandeling	24 augustus tot en met 6 oktober				
	Goede vruchten 1) aantal	kg/m ²	g/vrucht	krom %	stek %
1. 2,5/niet	16,2	8,8	543	0,7	19,4
2. 2,5/wel	17,9	9,6	536	1,3	16,2
3. 3,7/12,5	17,4	9,0	518	2,5	13,8
4. 5,2/25	14,8	7,6	514	1,3	14,8
5. 3,7/-	17,3	9,1	526	0,9	14,0
6. 5,2/-	17,4	8,8	506	1,9	13,9
	*	**	n.s.	n.s.	n.s.
LSD 5%	1,70	0,89	-	-	-
			(P > 0,3)	1,7 (P = 0,29)	(P 0,3)

24 augustus tot en met 27 oktober					
Behandeling	Goede vruchten 1)		g/vrucht	krom %	stek %
	aantal	kg/m ²			
1. 2,5/niet	19,5	10,2	523	3,8	21,2
2. 2,5/niet	21,0	10,9	519	3,6	20,6
3. 3,7/12,5	20,0	10,2	510	3,6	19,8
4. 5,2/25	16,8	8,6	512	4,1	22,0
5. 3,7/-	19,5	10,0	513	4,1	22,6
6. 5,2/-	19,6	9,9	506	3,4	19,5
	*	**	n.s.	n.s.	n.s.
LSD 5%	1,99	0,96	-	-	-
			(P > 0,3)	(P > 0,3)	(P > 0,3)

1) Goede vruchten inclusief krom exclusief stek.

Uit de tabel blijkt dat het verversen van de voedingsoplossing in de stookteelt een betrouwbare lager produktie gaf. Vooral in de periode van 28 april tot 26 mei was de produktie bij behandeling 2 aanzienlijk lager dan bij behandeling 1. In die periode werd bij behandeling 2, 2,5 vrucht (1,4 kg) minder geoogst. In de herfstteelt was geen betrouwbaar verschil te zien bij het al of niet verversen. Bekijken we de invloed van de EC dan zien we dat de produktie in de stookteelt het hoogst was bij de laagste EC; 24,7 kg per m² (bij niet verversen). Bij een EC van 3,7 en 5,2 mS per cm (zonder keukenzout) daalde de produktie met respectievelijk 1,7 en 4,0 kg per m² - 6,8 en - 14,5%. Bij een EC van 3,7 mS per cm werd de produktiedaling pas in de laatste 4 weken van de teelt gevonden. Het produktieverschil is in die periode 1,8 kg per m² (18%) ten opzichte van behandeling 1. Bij de hoge EC was de achterstand vrij gelijkmatig over de 3 oogstperioden verdeeld. De verschillen werden vooral veroorzaakt door vruchtaantal en in veel mindere mate door het vruchtgewicht. Gedurende de herfstteelt was nagenoeg géén EC-effect zichtbaar.

Toevoeging van keukenzout in de stookteelt gaf bij beide EC-niveaus aan het eind van de teelt geen specifiek effect op de produktie. Tot 28 april gaf 12,5 mmol NaCl in de voedingsoplossing nog wel een statisch betrouwbaar lagere produktie ten opzichte van de behandelingen met alleen voeding. De verschillen in produktie ten opzichte van de behandelingen waarbij geen keukenzout werd toegevoegd waren aan het eind van de teelt echter klein en statistisch niet betrouwbaar. Dit was een zeer opmerkelijk resultaat gezien de hoge NaCl-concentraties in de voedingsoplossing. In de herfstteelt was bij de behandeling met 25 mmol wel een keukenzouteffect zichtbaar. Bij produktie 1,3 kg per m² (10 %) lager ten opzichte van geen keukenzouttoevoeging. Bij 12,5 mmol keukenzout was nagenoeg geen lagere produktie zichtbaar.

In beide teelten was een klein deel van de vruchten krom. De resultaten in de tabel laten geen behandelingseffect zien. In de herfstteelt werden vrij veel stekvruchten geoogst. Ook hier was geen behandelingseffect zichtbaar.

11. Vruchtkwaliteit

In tabel 8 staan de resultaten van het onderzoek naar de kleur en de houdbaarheid van de vruchten. Beide kwaliteitskenmerken werden gedurende de stookteelt tweemaal en tijdens de herfstteelt eenmaal bepaald.

Tabel 8a en 8b: Resultaten met betrekking tot de vruchtkwaliteit van de 3 beoordelingsdata.

Behandeling	Kleur bij inzet (0-10)			
	Stookteelt	Herfstteelt	Gemiddeld	
	7/3	18/4	12/9	
1. 2,5/niet	6,5	6,9	6,6	6,6
2. 2,5/wel	6,6	6,7	6,9	6,7
3. 3,7/12,5	6,6	6,5	7,0	6,7
4. 5,2/25	7,0	7,6	7,5	7,4
5. 3,7/-	6,8	6,9	6,9	6,9
6. 5,2/-	7,2	7,4	7,6	7,4
	*	***	*	***
LSD 5%	0,48	0,42	0,58	0,26
	Uitstalleven (dagen) 1)			
1. 2,5/niet	13,9	11,5	11,4	12,3
2. 2,5/wel	14,1	12,4	12,3	12,9
3. 3,7/12,5	13,3	9,8	14,4	12,5
4. 5,2/25	16,6	15,1	14,4	15,4
5. 3,7/-	14,6	12,8	13,3	13,6
6. 5,2/-	16,5	15,4	16,1	16,0
	n.s.	n.s.	**	**
LSD 5%	-	-	2,1	1,8
	2,7	4,2		
	(P = 0,08)	(P = 0,09)		

1) Tot het bereiken van kleurstadium 5.

De hoogste EC-trap gaf nagenoeg steeds de donkerste vruchten. Verhoging van de EC van 2,5 naar 3,7 mS per cm had nagenoeg geen effect op de kleur. -Keukenzout had geen specifiek effect op de kleur van de vruchten. Uit tabel 8b blijkt verhoging van de EC de houdbaarheid verbeterd. Ver- vanging van voeding door keukenzout gaf een kleine, statistisch niet be- trouwbare daling van de houdbaarheid. Uit de tabel blijkt dat er grote va- riatie in houdbaarheid tussen de veldjes bestond; tijdens de stookteelt bij beide beoordelingen werd niet eens een betrouwbaar verschil gevonden. De waarneming van behandeling 3 op 18 april is hiervan een duidelijk voor- beeld. De houdbaarheid van de vier veldjes was respectievelijk 11,9, 5,6 (!), 10,9 en 10,8 dagen. Mogelijk is het oogststadium van de vruchten hiervan het gevolg. De indruk bestaat dat wanneer wat oudere vruchten wor- den ingezet de houdbaarheid sterk wordt bekort.

12. Samenvatting en conclusies

In 1988 werden in twee proeven de zoutgevoeligheid van komkommer nagegaan. Het doel was de invloed na te gaan van de NaCl-concentratie bij verschillende EC-niveaus op de produktie en kwaliteit. Tevens werd de opname aan Na en Cl door het gewas nagegaan. Er werd geteeld op een strook steenwol in een goot welke op helling lag. De circulerende voedingsoplossing werd toegevoerd via een centrale inlaat. De komkommers werden geteeld bij drie EC-niveaus, namelijk 2,5; 3,7 en 5,2 mS per cm. Bij de hoogste twee EC-trappen waren behandelingen opgenomen met nagenoeg alleen voeding en behandelingen waarbij een deel van de voeding was vervangen door respectievelijk 12,5 en 25 mmol NaCl per liter. Ook was een behandeling opgenomen waarbij de voedingsoplossing om de 14 dagen werd verversst. De proeven verliepen zonder grote problemen.

In de stookteelt werd wel en in de herfstteelt werd géén effect van de EC op de produktie gevonden. In de stookteelt was de produktie het hoogst bij de laagste EC (2,5 mS per cm zonder keukenzout zonder verversen); 24,7 kg per m². Bij 3,7 en 5,2 mS per cm, zonder keukenzout lag de produktie respectievelijk 1,7 (6,8%) en 4,0 kg per m² (16,1%) lager. Deze achterstand ontstond bij de EC van 3,7 mS per cm pas aan het eind van de teelt en bij de hoogste EC geleidelijk direct vanaf het begin. Blijkbaar heeft komkommer minder problemen met een hoge EC in perioden met lage instraling, gelet op het voorgaande en de resultaten van de herfstteelt. Voor wat betreft keukenzout was in de stookteelt tot 28 april effect te zien bij 12,5 mmol toediening (- 1,3 kg per m²/8,8%). In de 4 weken daarna werd het verschil weer goed gemaakt. Zeer opmerkelijk was dat de behandeling met 25 mmol keukenzouttoediening niet achter bleef bij de behandeling met de zelfde EC zonder keukenzout. In de herfstteelt bleef de behandeling met 25 mmol wel achter₂ in produktie. Aan het eind van de teelt was de produktie 1,3 kg per m² (13%) achter ten opzichte van geen keukenzouttoediening.

EC noch keukenzout had effect op het percentage kromme- en stekvruchten. Een hogere EC gaf donkerdere vruchten die beter houdbaar waren. Keukenzout had nagenoeg geen effect op kleur en houdbaarheid.

Bij het verversen van de voedingsoplossing werd in de stookteelt een statistisch betrouwbaar lagere produktie gevonden (- 2,0 kg per m², - 8,1%) in vergelijking met niet-verversen bij dezelfde EC. Tijdens de herfstteelt werd de produktie door het al of niet verversen niet beïnvloed.

Verhoging van de EC van 2,5 naar 5,2 mS per cm had een verlaging van het waterverbruik van 12 tot 20% tot gevolg.

De Na- en Cl-opname door het gewas werd bepaald via de toevoer en verandering via de berging. De Na-opname was vrijwel steeds lager dan de Cl-opname. Bij 12,5 mmol NaCl in de circulerende oplossing was de Na- en Cl-opname respectievelijk circa 1,3 en 1,8 mmol per liter.

Uit de resultaten van de gewasanalyse bleek dat verhoogde concentraties aan Na en Cl in de circulerende voedingsoplossing ook hogere gehalten aan deze elementen in het blad en de vruchten geven.

Voor wat betreft de teelt van komkommer in steenwol kan aan de hand van de proefresultaten het volgende advies worden gegeven. De Na- en Cl-concentratie in de voedingsoplossing mag niet te hoog oplopen in verband met het optreden van produktieverlies. Als maximum kan de grens van 8,0 mmol per liter worden gehanteerd. Voorwaarde is dat er voldoende concentratie aan voeding in de oplossing aanwezig moet zijn. Bij een teeltsysteem met druppelaars zonder hergebruik van drainwater mag de concentratie (gemiddeld in de mat) wat hoger oplopen omdat er rond de druppelaar altijd voedingsoplossing met een lage Na- en Cl-concentratie aanwezig is. Loopt de concen-

tratie tot boven de grenswaarde op dan moet de voedingsoplossing worden ververst c.q. moet extra worden doorgespoeld.

Gezien de vragen die dit onderzoek heeft opgeroepen, zijn de volgende aanbevelingen voor vervolgonderzoek te doen. De invloed van keukenzout bij komkommerteelt in de zomertijd zal in een aparte proef moeten worden nagegaan. Gedacht kan worden aan een opzet met een behandeling van 2 tot 15 mmol NaCl per liter bij een gelijke EC. Verder is het gewenst de invloed van het verversen van de voedingsoplossing nogmaals in een aparte proef na te gaan.

Literatuur

- Burg, A.M.M. van der, 1989. Invloed NaCl en EC op produktie en kwaliteit bij tomaat. Intern verslag nr. 42. Proefstation voor Tuinbouw onder glas te Naaldwijk (PTG).
- Burg, A.M.M. van der, 1989. Invloed NaCl en EC op produktie en kwaliteit bij paprika. Intern verslag nr. 51, PTG.
- Sonneveld, C., 1981. Kationenverhouding bij tomaat in recirculerend water (teelt 1980). Intern verslag nr. 22. PTG.
- Sonneveld, C. en C. de Krey, 1986. Voedingsoplossingen voor groenten en bloemen, geteeld in water of substraten. Brochure 8. PTG.

Bijlage 2a

De Na-concentratie in de circulerende voedingsoplossing (alle behandelingen) en in de mat (behandeling 3 en 4) per bemonsteringsdatum en gemiddeld.

Datum	Na-concentratie (mmol/l)					
	1	2	3	4	5	6
	2,5/niet cir.opl.	2,5/wel cir.opl.	3,7/12,5 cir.opl. mat	5,2/25 cir.opl. mat	3,7/- cir.opl.	5,2/- cir.opl.

Stookteelt 1988

1/2	1,4	1,4	1,4	-	1,7	-	1,5	1,4
16/2	1,3	1,5	8,7	8,7	12,8	12,8	1,6	2,0

22/2	-	-	10,7	10,6	21,5	22,1	-	-
29/2	1,9	2,2	11,5	11,8	21,9	24,6	2,0	2,4
7/3	-	-	12,5	12,6	21,4	21,7	-	-
14/3	2,7	2,7	12,3	12,3	24,0	23,7	2,9	-
3,521/3	-	-	11,9	12,0	23,6	24,0	-	-
28/3	3,6	2,9	11,7	11,4	23,2	23,3	3,4	3,8
5/4	-	-	13,2	13,3	25,8	25,9	-	-
11/4	3,7	3,3	12,0	12,3	24,6	23,7	4,2	4,7
18/4	-	-	13,5	13,6	25,2	25,2	-	-
25/4	4,4	3,2	11,6	12,0	23,3	24,1	5,1	5,6
2/5	-	-	12,1	12,9	23,4	22,9	-	-
9/5	5,0	3,4	11,9	12,4	23,8	24,0	5,9	6,7
16/5	-	-	11,0	11,7	21,0	22,3	-	-
24/5	3,7	3,2	11,0	11,9	20,6	22,3	4,5	4,7

gem. van- af 22/2	3,6	3,0	11,9	12,2	23,1	23,6	4,0	4,5

Herfstteelt 1988

22/8	5,5	4,9	11,8	12,2	25,3	25,6	2,0	2,2
23/8			-	-	20,5	20,6		

30/8			12,8	12,6	23,6	23,6		
6/9	2,8	3,1	13,9	13,4	26,0	25,2	3,2	3,2
12/9			10,8	10,8	21,8	22,1		
19/9	3,1	3,4	10,9	10,7	20,7	20,2	3,6	3,4
26/9			11,4	11,6	23,6	23,6		
3/10	3,7	3,3	12,5	12,8	22,6	21,4	4,2	3,7
10/10		2,9	11,2	11,5	21,5	21,5		
17/10	3,9	3,2	12,0	12,4	24,0	24,2	4,6	4,3
24/10			-	-	21,4	21,5		

gem. van- af 30/8	3,4	3,2	11,9	12,0	22,8	22,6	3,9	3,7

Bijlage 2b

De Cl-concentratie in de circulerende voedingsoplossing (alle behandelingen) en in de mat (behandeling 3 en 4) per bemonsteringsdatum en gemiddeld.

Datum	Cl-concentratie (mmol/l)							
	1 2,5/niet cir.opl.	2 2,5/wel cir.opl.	3 3,7/12,5 cir.opl. mat	4 5,2/25 cir.opl. mat	5 3,7/- cir.opl.	6 5,2/- cir.opl.		
Stookteelt 1988								
1/2	0,9	0,9	0,9	-	1,0	-	0,9	0,9
16/2	0,8	1,0	8,3	8,5	13,1	13,2	1,1	1,4

22/2			10,9	11,0	23,5	23,8		
29/2	1,3	1,5	10,8	11,1	22,2	22,3	1,4	1,7
8/3			12,8	13,1	23,1	23,5		
14/3	2,0	2,0	11,7	11,7	22,9	22,9	2,1	2,5
21/3			11,3	11,7	22,2	22,5		
28/3	2,5	2,3	11,5	11,4	22,9	22,8	2,5	3,0
5/4			12,4	12,7	23,5	23,5		
11/4	2,9	2,5	11,9	11,6	25,1	26,8	3,2	3,7
18/4			11,5	12,0	23,4	24,0		
25/4	3,3	2,6	11,7	11,9	23,5	23,3	3,9	4,5
2/5			11,9	12,4	23,8	23,2		
9/5	3,4	2,3	10,8	11,2	24,5	25,6	4,4	5,0
16/5			10,9	11,5	22,1	23,2		
24/5	2,6	2,3	10,1	11,9	20,1	22,3	3,4	3,6

gem. van- af 22/2	2,6	2,2	11,4	11,8	23,1	23,6	3,0	3,4
Herfstteelt 1988								
22/8	1,2	1,1	10,8	10,9	24,7	24,8	1,5	1,7
23/8			-	-	21,0	20,9		

30/8			10,9	11,0	22,6	22,8		
6/9	1,4	1,6	11,7	11,8	23,0	23,3	1,7	2,0
12/9			10,6	10,6	23,0	23,1		
19/9	1,9	2,0	9,3	9,5	19,7	20,4	2,3	2,6
26/9			11,9	11,9	26,4	26,6		
3/10	2,0	1,8	11,0	11,5	19,8	19,2	2,8	2,4
10/10		2,0	12,7	13,0	25,5	25,2		
17/10	2,5	2,6	12,0	12,4	22,1	22,6	3,0	3,3
24/10			-	-	23,5	23,2		

gem. van- af 30/8	2,0	2,0	11,3	11,5	22,8	22,9	2,5	2,6