

cb

Bibliotheek
Proefstation
Naaldwijk

A
I
K
88

dkiv49

PROEFSTATION VOOR TUINBOUW ONDER GLAS TE NAALDWIJK

Luchtvochtigheid en calcium/kalium bij tomaat; een proef uitgevoerd in de
Energiekas in het voorjaar van 1989

C. de Kreij
G.W.H. Welles
J.C. Bakker
K. Buitelaar
J. Janse

September 1990

Intern verslag nr 49

2243272

7
7
K
88

INHOUDSOPGAVE

Pagina

1.	Inleiding	1
2.	Methode	1
3.	Resultaten	2
3.1.	Klimaat en wateropname	2
3.2.	Samenstelling recirculatiewater	3
3.3.	Samenstelling gewas, totaal-analyse en plantsap	5
3.4.	Neusrot	9
3.5.	Ca- en Mg-gebrek in blad, bladoppervlak en geleidbaarheid van blad	10
3.6.	Bloei en zetting bij tros 1 t/m 7	13
3.7.	Productie en kniktrossen	14
3.8.	Houdbaarheid en smaak	15
3.9.	Goudspikkels en zwelscheurtjes	15
4.	Samenvatting en conclusies	16
	Literatuur	18

1. INLEIDING

Uit vorige proeven met tomaat was gebleken, dat bij continu hoge luchtvochtigheid Ca-gebrek in het blad ontstond. Een hoge luchtvochtigheid is in het begin wel positief (sterkere vegetatieve ontwikkeling), maar later niet meer, vanwege necrose als gevolg van Ca-gebrek in het blad. De veronderstelling was, dat een zeer hoog Ca-gehalte in het wortelmilieu Ca-gebrek in het blad zou kunnen verminderen. Het doel van de hier beschreven proef was, dit na te gaan. Verder werd de invloed van luchtvochtigheid en Ca nagegaan op produktie en kwaliteit. Resultaten van deze proef zijn gepubliceerd door Janse en de Kreij (1989), Bakker (1989 en 1990) en de Kreij en van Elderen (1990).

2. METHODE

Zaaidatum was 8 november 1988 en op 21 december 1988 werden de tomatenplanten ras no. 669 geplant (2,5 planten.m⁻²). De Ca/K-niveaus (tabel 1) werden in 16-voud en de klimaatniveaus in 2-voud aangehouden.

Tabel 1. De behandelingen

Ca/K-niveau Gewenste concentratie in recirculatiewater bij EC=3,5 mS/cm

	Ca mmol/l	K mmol/l
1	3,5	14
2	7,0	7
3	8,75	3,5
4	9,625	1,75

Klimaat

hh continu hoge luchtvochtigheid
lh overdag lage, 's nachts hoge luchtvochtigheid
hl overdag hoge, 's nachts lage luchtvochtigheid
ll continu lage luchtvochtigheid

De eerste oogstdatum was 31 maart 1989 en de proef werd op 2 juni 1989 afgesloten. Er werd geteeld in steenwol met hergebruik van drainwater. In weeknummer 0, 6, 10, 16 en 23 werden gewasmonsters genomen. Toen werden de gehele planten bemonsterd. Voor analyse van plantsap werden monsters eerst ingevroren bij -18°C. Na ontdooien werden de monsters uitgeperst. Ca- en Mg-gebrek in blad werden

visueel beoordeeld door twee of drie beoordelaars; daarna werden de gemiddelden van deze beoordelingen genomen. Geleidbaarheid van blad werd met een porometer gemeten.

Bloei en zetting, opbrengst, houdbaarheid en andere kwaliteitskenmerken werden bepaald.

Verdamping werd gemeten aan 2 veldjes per afdeling (2 x 6 planten) door het niveau in een aan het recirculatiesysteem gekoppelde voorraadtank regelmatig te meten.

3. RESULTATEN

3.1. Klimaat en wateropname

In tabel 2 worden de temperatuur en het vochtdeficit gegeven.

Tabel 2. Temperatuur en vochtdeficit

Klimaat	Periode 22-12-88 t/m 20-3-89					
	temperatuur			Vochtdeficit		
	dag	nacht	24h	dag	nacht	24 h
hh	20,6	17,6	18,6	0,51	0,27	0,35
lh	20,5	17,6	18,7	0,93	0,38	0,39
hl	20,6	17,6	18,6	0,54	0,63	0,62
ll	20,5	17,5	18,6	1,01	0,71	0,80

Klimaat	Periode 22-12-88 t/m 1-6-89					
	Temperatuur			Vochtdeficit		
	dag	nacht	24h	dag	nacht	24h
hh	21,2	17,4	18,9	0,64	0,29	0,43
lh	21,2	17,4	18,9	0,80	0,33	0,51
hl	21,2	17,4	18,9	0,62	0,49	0,54
ll	21,2	17,4	18,9	0,92	0,55	0,68

In tabel 3 wordt het waterverbruik (voor groei en verdamping) gegeven.

Tabel 3. Waterverbruik

Klimaat	Waterverbruik l. m ⁻² . week ⁻¹										
	Weeknummer in 1989										Cum.
	4	5	6	7	8	9	10	11	12		
hh	1,2	1,7	1,7	3,3	3,3	4,5	4,9	5,4	7,3	33,2	
lh	1,0	1,8	2,2	4,5	5,6	7,0	8,5	10,8	11,4	52,7	
hl	1,2	1,7	2,2	4,1	3,9	5,7	5,8	7,3	8,7	40,5	
ll	1,5	2,6	2,7	5,2	5,2	7,8	8,7	11,9	10,7	56,4	

Bij de continu hoge luchtvochtigheid was gedurende de periode 22-12-88 t/m 20-3-89 het vochtdeficit overdag 0,51 kPa en 's nachts 0,27 kPa. Bij de heersende temperatuur betekent dit een relatieve luchtvochtigheid (RV) van respectievelijk 79 en 87%. Over dezelfde periode was bij continu lage luchtvochtigheid het vochtdeficit overdag 1,01 kPa (RV = 58%) en 's nachts 0,71 kPa (RV = 65%). De klimaatbehandelingen hadden een grote invloed op het waterverbruik. Bij continu hoge luchtvochtigheid was het waterverbruik 41% lager dan bij continu lage luchtvochtigheid.

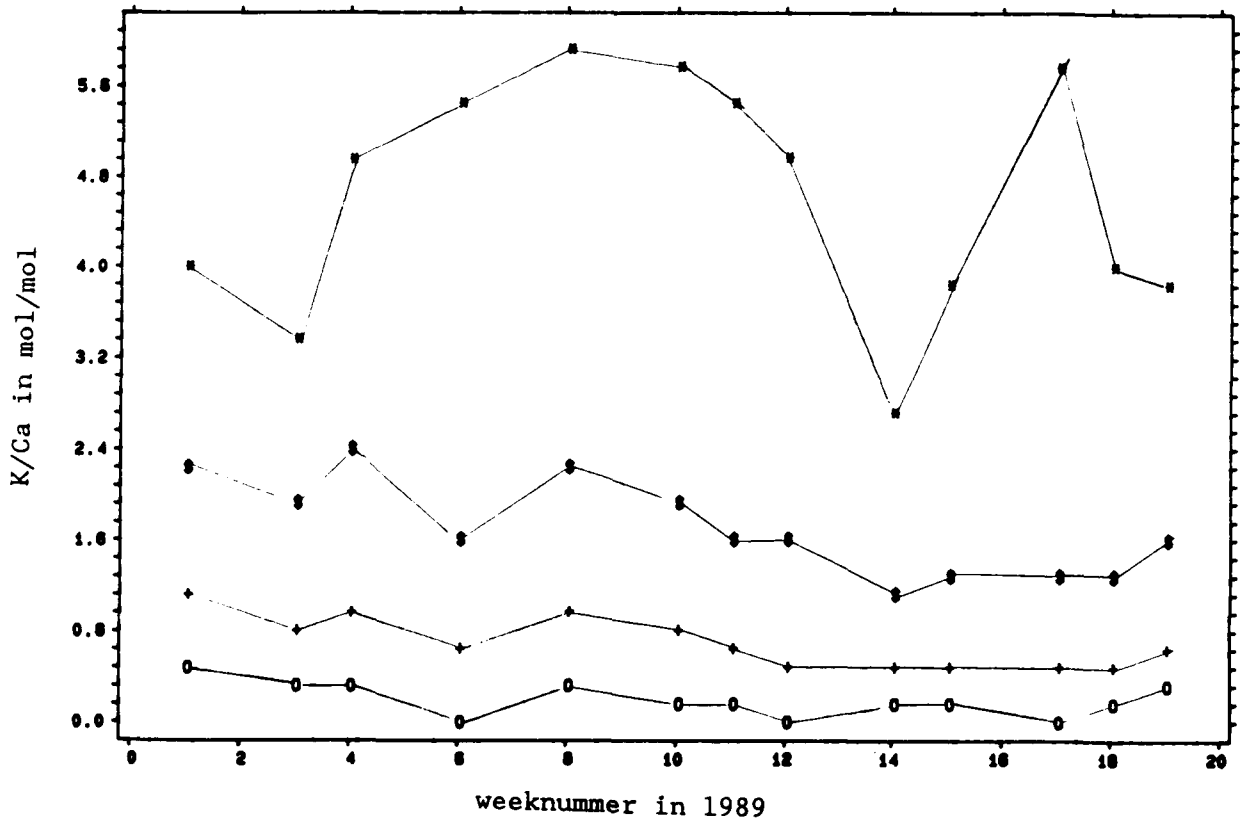
3.2 Samenstelling recirculatiewater

In tabel 4 wordt de samenstelling van het recirculatiewater gegeven, gemiddeld voor de bemonstering in weeknummer (1989) 1, 3, 4, 5, 8, 10, 11, 12, 14, 15, 17, 18, 19.

Tabel 4. Gemiddelde (n = 13) samenstelling recirculatiewater.

Analyse	Ca/K-niveau			
	1	2	3	4
pH	5,6	5,4	5,2	5,3
EC, mS/cm	5,0	4,8	4,5	4,7
NH ₄ , mmol/l	0,2	0,3	0,3	0,3
K, "	25,4	17,2	9,9	3,7
Na, "	2,1	2,0	1,7	1,8
Ca, "	5,7	9,8	13,6	18,7
Mg, "	3,2	3,7	3,7	4,1
NO ₃ , "	33,7	34,1	34,2	37,1
Cl, "	0,7	0,6	0,6	0,7
SO ₄ , "	4,4	4,2	3,9	4,0
HCO ₃ , "	0,1	0,1	0,1	0,1
P, "	2,2	2,2	2,3	2,3
Fe, umol/l	14	16	16	17
Mn, "	9	9	10	10
Zn, "	20	21	19	21
B, "	49	50	45	50
Cu, "	1,6	1,7	1,7	1,8
K/Ca mol/mol	4,6	1,7	0,7	0,2
Standaardafw.	± 1,0	± 0,4	± 0,2	± 0,1

Gedurende de weken 1 t/m 8 werd een hoge EC aangehouden; de EC-waarden liepen uiteen van 4,6 tot 9,9 mS/cm. Daarna werd een EC aangehouden van 3,0-3,5 mS/cm. In tabel 4 staan ook de gemiddelde K/Ca verhoudingen. Het verloop wordt weergegeven in figuur 1.



Figuur 1. Verloop K/Ca in mol/mol tegen de tijd (weeknummer in 1989), Ca/K-niveaus: * = 1; § = 2; + = 3; 0 = 4.

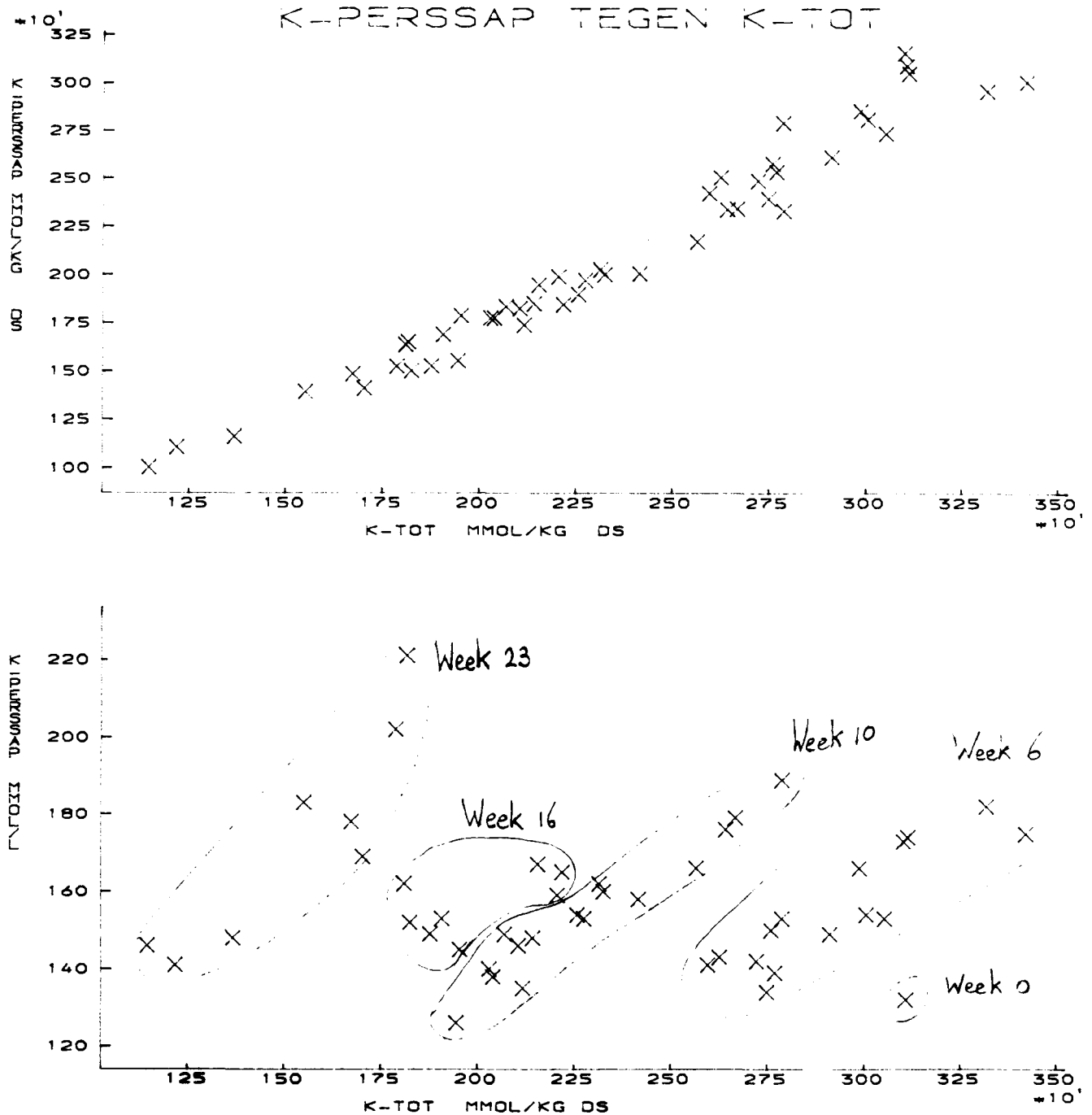
3.3 Samenstelling gewas, totaal-analyse en plantsap

In bijlagen 1 t/m 4 worden K- en Ca-gehalten gegeven, apart voor steel, bladsteel (blst), bladschijf (blsch), vruchtsteel (vrst) en vrucht; en in bijlage 5 staan de droge stof gehalten. Een hoog Ca/K-niveau gaf een hoog Ca-gehalte en een laag K-gehalte in het gewas. De behandelingen hadden geen effect op de droge stofgehalten. Wel nam het droge stofgehalte in de tijd sterk toe.

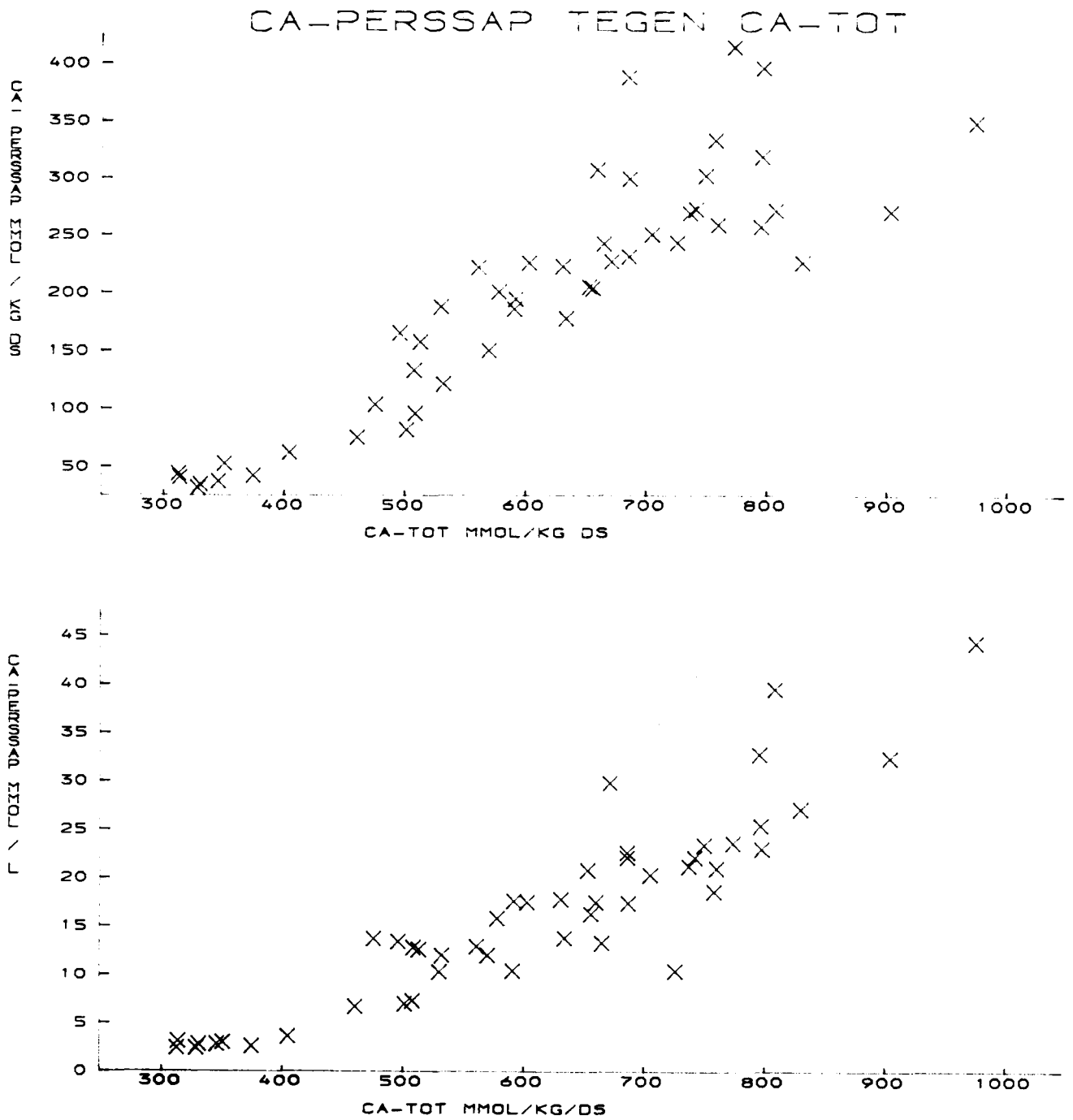
In tabel 5 worden de relaties gegeven tussen K- en Ca-gehalten volgens totaal-analyse en plantsap. De gehalten in perssap werden met behulp van de droge stofgehalten omgerekend in een gehalte ten opzichte van de droge stof. Voor Ca werden hoge correlatie coëfficiënten gevonden, behalve bij vrucht en vruchtsteel. Voor K werden alleen hoge correlaties gevonden als het droge stof gehalte erbij betrokken werd (zie ook figuren 2 en 3). De K-totaalgehalten "uitgedrukt" ten opzichte van droge stof daalden gedurende de tijd, maar dit hing samen met een stijgend droge stof gehalte. Zodoende daalde het K-gehalte per eenheid droge stof, terwijl het K-gehalte in de plant vermoedelijk vrij konstant bleef.

Tabel 5. Relatie tussen gehalten volgens totaal-analyse en gehalte in plantsap. Bij totaal-analyse in mmol/kg ds. Voor bladschijf, bladsteel en stengel is n= 49 en voor vruchtsteel en vrucht is n = 32.

Plantdeel	x-waarde	y-waarde		relatie	r
		grootheid	eenheid		
Bladschijf	K-totaal	K-perssap	mmol/l	$y = 84 + 0,04x$	0,63
	K-totaal	K-perssap	mmol/kg ds	$y = 111 + 0,74x$	0,95
	Ca-totaal	Ca-perssap	mmol/l	$y = - 38,5 + 0,10x$	0,94
	Ca-totaal	Ca-perssap	mmol/kg ds	$y = - 105,8 + 0,57x$	0,95
Bladsteel	K-totaal	K-perssap	mmol/l	n.v.t.	0,00
	K-totaal	K-perssap	mmol/kg ds	$y = - 236 + 1,00x$	0,98
	Ca-totaal	Ca-perssap	mmol/l	$y = - 16,6 + 0,05x$	0,91
	Ca-totaal	Ca-perssap	mmol/kg ds	$y = -143,3 + 0,56x$	0,89
Stengel	K-totaal	K-perssap	mmol/l	$y = 123,7 + 0,01x$	0,43
	K-totaal	K-perssap	mmol/kg ds	$y = - 256 + 1,04x$	0,98
	Ca-totaal	Ca-perssap	mmol/l	$y = 5,3 + 0,028x$	0,91
	Ca-totaal	Ca-perssap	mmol/kg ds	$y = - 57,3 + 0,30x$	0,81
Vruchtsteel	K-totaal	K-perssap	mmol/l	n.v.t.	0,00
	K-totaal	K-perssap	mmol/kg ds	$y = 87,8 + 0,709x$	0,97
	Ca-totaal	Ca-perssap	mmol/l	$y = - 6,4 + 0,062x$	0,51
	Ca-totaal	Ca-perssap	mmol/kg ds	$y = - 29,8 + 0,310x$	0,65
Vrucht	K-totaal	K-perssap	mmol/l	$y = 8,7 + 0,05x$	0,93
	K-totaal	K-perssap	mmol/kg ds	$y = 20,0 + 0,86x$	0,94
	Ca-totaal	Ca-perssap	mmol/l	$y = 0,11 + 0,01x$	0,46
	Ca-totaal	Ca-perssap	mmol/kg ds	$y = 0,61 + 0,19x$	0,58



Figuur 2. Bladstelen. K-gehalte in perssap, omgerekend in een gehalte op droge stof (boven) en werkelijk gehalte in perssap (onder) tegen K-totaal. Omcirkelingen geven weeknummer in 1989 van monstername.



Figuur 3. Bladstelen Ca-gehalte in perssap, omgerekend in een gehalte op droge stof (boven) en werkelijk gehalte in perssap (onder) tegen Ca-totaal.

In tabel 6 worden de K- en Ca- gehalten gegeven van vruchten (verdeeld in drie delen) van een kniktros en een niet geknikte tros.

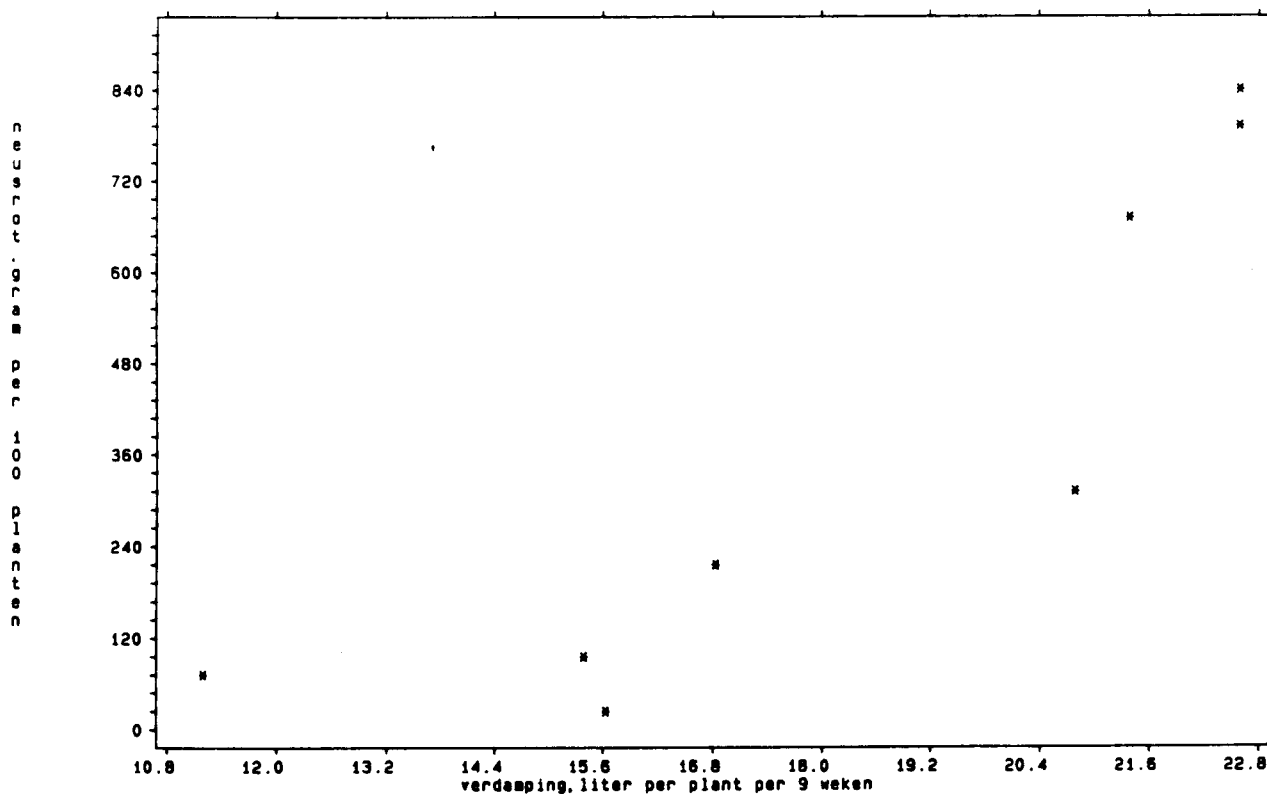
Tabel 6. K- en Ca-gehalte (totaal-analyse) van vruchten van kniktros en van een niet geknikte tros (gezond), in mmol/kg ds.

Deel van vrucht	K		Ca	
	kniktros	gezond	kniktros	gezond
boven	1032	1186	43	38
midden	975	1083	23	17
neus	1070	1127	19	16

Bij een gezonde trossteel werd in de vrucht een hoger K- en een lager Ca-gehalte gevonden dan bij een kniktros.

3.4 Neusrot

Er kwam weinig neusrot voor. In het begin van de proef werden neusrotte vruchten voor aanvang van de eerste oogstdatum van de planten geplukt. Tussen deze hoeveelheid neusrot en de verdamping werd een goede correlatie gevonden (figuur 4).



Figuur 4. Relatie tussen de hoeveelheid neusrot, die voor aanvang van de eerste oogstdatum werden geplukt en de verdamping.

Hoe hoger de verdamping des te meer neusrot. Cumulatief over de gehele oogstperiode werd geen betrouwbaar effect van het klimaat gevonden. Het Ca/K-niveau had een betrouwbaar effect op het aantal vruchten met neusrot en het totaalgewicht neusrotte vruchten in de maand mei (tabel 7).

Tabel 7. Neusrot, Periode I = tot en met 28 april 1989
" II = tot en met 2 juni 1989

Ca/K-niveau	Neusrot			
	Aantal (stuks/m ²)		Gewicht (kg/m ²)	
	I	II	I	II
1	0,53	1,12	0,03	0,06
2	0,04	0,14	0,00	0,01
3	0,04	0,07	0,00	0,00
4	0,01	0,03	0,03	0,03
p-val.	<0,001	<0,001	0,25	0,03
LSD (0,05)	0,18	0,19	-	0,04

3.5 Ca- en Mg-gebrek in blad, bladoppervlak en geleidbaarheid van blad

In tabel 8 wordt de visuele beoordeling voor Mg-gebrek in blad gegeven. Het Ca/K-niveau had een betrouwbaar (p < 0,001) effect. Hoe hoger het Ca/K-niveau hoe meer Mg-gebrek. Klimaat had geen betrouwbaar effect.

Tabel 8. Visuele beoordeling van Mg-gebrek, 0 = geen gebrek 3 = zeer ernstig gebrek; datum: 26-4-89.

Ca/K-niv.	Mg-gebrek
1	0,22
2	0,76
3	0,68
4	0,97
LSD (0,05)	0,32

In februari kregen bladeren witte, chlorotische punten, wat zich eerst aan de rand van het blad en later ook in mindere mate naar het midden van het blad uitbreidde. Dit was Ca-gebrek.

In tabel 9 wordt de visuele beoordeling gegeven voor Ca-gebrek in het blad. Het Ca/K-niveau had geen betrouwbaar effect. Klimaat had een betrouwbaar (p = 0,075) effect; LSD (0,05) = 1,3.

Tabel 9. Ca-gebrek in blad; visuele beoordeling, datum: 2 maart 1989.
0 = geen gebrek; 3 = zeer ernstig gebrek.

Ca/K-niveau	Luchtvochtigheidsniveau			
	hh	lh	hl	ll
1	2,0	0,0	0,0	0,0
2	1,3	0,0	0,0	0,0
3	1,3	0,0	0,0	0,0
4	1,4	0,0	0,0	0,0

Van het betreffende blad (alleen bladschijf, geen bladsteel) werd ook K en Ca in plantsap en met totaal-analyse bepaald (tabel 10).

Tabel 10. Samenstelling van bladschijf met Ca-gebrek (luchtvochtigheid hh) en van overeenkomende leeftijd zonder Ca-gebrek (luchtvochtigheid ll). Datum: 9-3-89 (week 10).

Ca/K niveau	K-totaal		K-plantsap		Ca-totaal		Ca-plantsap		Droge stof gehalte	
	hh	ll	hh	ll	hh	ll	hh	ll	hh	ll
	mmol/kg ds		mmol/l		mmol/kg ds		mmol/l		%	
1	740	1278	84,3	156,5	106	384	2,3	19,6	13,9	13,3
2	750	1144	96,5	153,5	118	432	5,5	27,2	13,0	14,0
3	708	1320	85,8	158,8	113	619	3,5	35,1	13,4	12,1
4	717	1160	91,0	154,5	144	550	8,2	50,7	12,9	13,1

Een hoger Ca/K-niveau in het wortelmilieu verhoogde het Ca-gehalte in het blad, het luchtvochtigheidsniveau had een groter effect: bij hoge vochtigheid lage K- en Ca-gehalten.

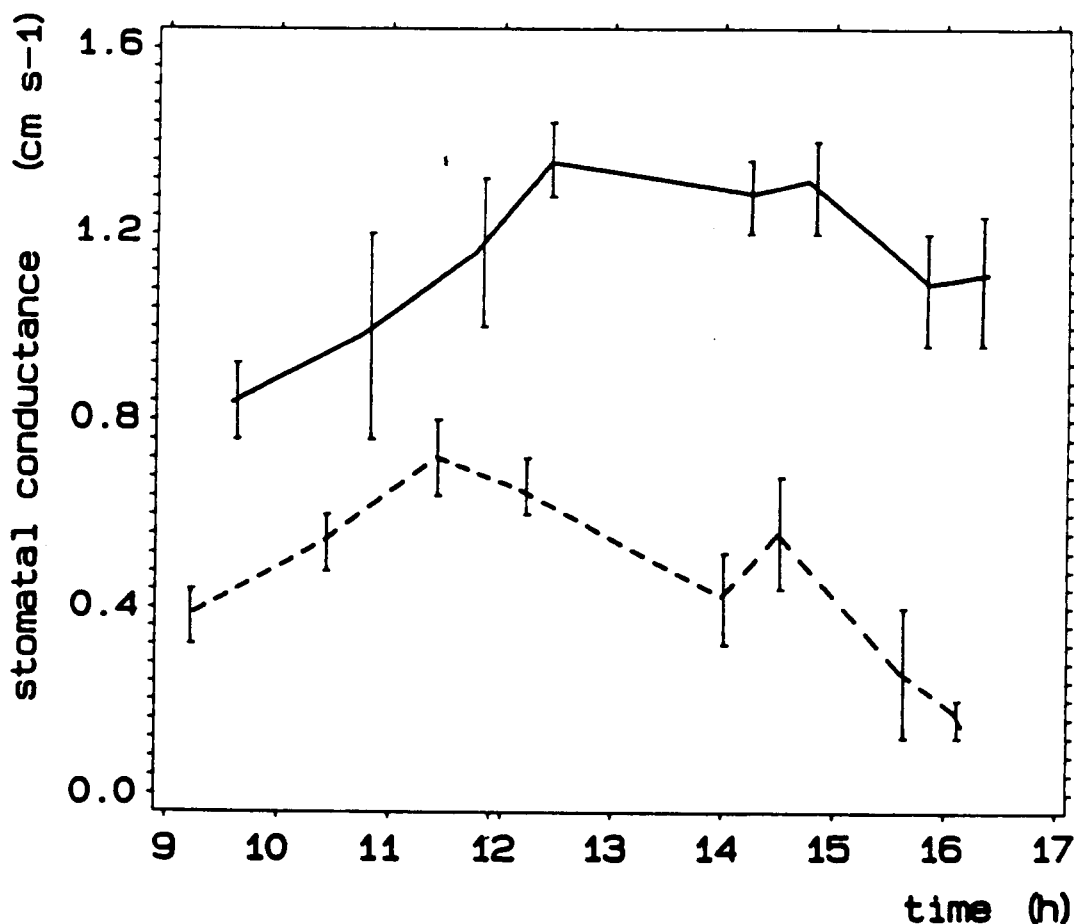
In tabel 11 wordt het bladoppervlak gegeven voor de verschillende klimaten, gemeten bij Ca/K-niveau 2.

Tabel 11. Bladoppervlak tussen individuele trossen.

Tros	Bladoppervlak, cm ² /plant				LSD (0,05)
	hh	lh	hl	ll	
9-10	1427	1395	1396	1381	n.s.
8-9	1398	1551	1500	1520	n.s.
7-8	1118	1513	1427	1703	n.s.
6-7	809	1656	1414	1600	286
5-6	897	1599	1425	1590	391
4-5	1124	2018	1797	1902	442
3-4	1524	2146	1907	1931	617
2-3	1775	2095	1875	1860	n.s.
1-2	1984	1870	2084	1973	n.s.
0-1	1769	1586	1441	1731	n.s.
0-8	11000	14483	13370	14290	2612

Bij klimaat hh was tussen tros 3 en 7 het bladoppervlak lager dan bij de andere klimaten.

In figuur 5 wordt de geleidbaarheid van "huidmondjes" gegeven. De geleidbaarheid bij continu hoge luchtvochtigheid is groter dan bij continu lage luchtvochtigheid.



Figuur 5. De geleidbaarheid van "huidmondjes", bij klimaat hh (—) en ll (- - - -). Vertikalen lijnen geven 95% betrouwbaarheidsinterval.

3.6 Bloei en zetting bij tros 1 t/m 7

Bloei en zetting werden bij Ca/K-niveau 2 bepaald. Klimaat had geen betrouwbaar effect op aantal bloemen (gemiddeld 65,3 bloemen per plant). De bloemabortie (gemiddeld 9,9%), de zetting (gemiddeld 90,1% van de bloemen). Het klimaat had een betrouwbaar effect ($p < 0,05$) op fractie niet uitgroeiende vruchten (<15 mm) en het aantal zaden per vrucht

(tabel 12). Bij klimaat hh groeiden minder vruchten uit. De vruchten bevatten ook minder zaden dan bij de andere klimaten.

Tabel 12. Fractie niet uitgegroeide vruchten (<15 mm) en het aantal zaden per vrucht.

Klimaat	Fractie niet uitgegroeide vruchten %	Zaden stuks per vrucht
hh	24,2	138
lh	8,2	165
hl	14,1	159
ll	7,5	162
LSD (0,05)	9,6	18

3.7 Produktie en kniktrossen

Van de trossen 1 t/m 8 was 48% geknikt. De behandelingen hadden geen betrouwbaar effect op het aantal kniktrossen. In tabel 13 worden opbrengsten en vruchtgewichten gegeven. Het Ca/K-niveau had geen betrouwbaar effect op totaal aantal en totaal gewicht, aantal en gewicht goede vruchten en op vruchtgewicht. Wel was er een betrouwbaar effect op neusrot (zie paragraaf 3.4). Er waren geen betrouwbare interacties tussen klimaat en Ca/K-niveau.

Tabel 13. Opbrengst, periode I = t/m 28 april 1989.
II = 29 april t/m 2 juni 1989.
III = t/m 2 juni 1989.

Klimaat	Totaal gewicht			Totaal aantal			Goede vruchten			Vruchtgewicht goede vruchten		
	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III
	kg/m ²			stuks/m ²			kg.m ⁻²			gram/vrucht		
hh	2,34	6,12	8,45	33,2	106	139	2,30	6,11	8,41	69,5	57,4	60,3
lh	2,02	7,19	9,21	30,6	110	141	2,00	7,18	9,18	66,2	65,1	65,3
hl	2,18	7,33	9,51	32,9	114	147	2,18	7,33	9,50	66,4	64,1	64,6
ll	2,07	7,41	9,48	32,4	109	141	2,06	7,40	9,47	63,4	68,2	67,1
p-val.	0,87	0,03	0,29	0,96	0,40	0,41	0,88	0,03	0,27	0,12	0,04	0,13

Continu hoge luchtvochtigheid gaf tot en met 28 april 1989 een hogere opbrengst (weliswaar niet significant), echter in de periode 29 april t/m 2 juni een significant lagere produktie dan bij de andere klimaten.

Dit hangt samen met een lager vruchtgewicht.

3.8 Houdbaarheid en smaak

Klimaat had geen betrouwbaar effect op doorkleuring en uitstalleven. Er was alleen een tendens ($p = 0,06$) dat bij klimaat hh het uitstalleven korter was dan bij de andere klimaten; 16,8 dagen bij hh en 18,4 - 18,7 dagen bij de andere klimaten. Het Ca/K-niveau had betrouwbare effecten (tabel 14).

Tabel 14. Doorkleuring, houdbaarheid en smaak. Score = het aantal personen (totaal 21 x 2) dat per aangeboden paar, het monster meer van die eigenschap vond hebben.

Ca/K-niveau	Doorkleuring	Houdbaarheid	Smaak Score		
			meligheid	zuurheid	aangenaamheid
1	3,0	19,4	9	27	32
2	3,0	18,6	-	-	-
3	3,3	17,3	-	-	-
4	3,4	17,4	33	15	10
p-val.	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001
LSD (0,05)	0,1	0,9			

Een laag Ca/K-niveau gaf een snellere doorkleuring en een langer uitstalleven dan een hoog Ca/K-niveau.

Bij de smaakproef waarbij 21 proevers ieder twee keer vruchten van Ca/K-niveau 1 en 4 vergeleken, werden 33 keer vruchten van Ca/K-niveau 1 minder melig bevonden dan van niveau 4 ($p < 0,001$). Vruchten van Ca/K-niveau 1 werden betrouwbaar ($< 0,001$) vaker (27 keer) zuur bevonden dan van niveau 4, en vruchten van Ca/K-niveau 1 werden vaker (32 keer; $p < 0,001$) aangenamer bevonden dan van niveau 4. Bij een laag Ca/K-niveau werden de vruchten dus minder melig, meer zuur en aangenamer gevonden dan bij hoog Ca/K-niveau.

3.9 Goudspikkels en zwelscheurtjes

Klimaat en Ca/K-niveau hadden geen betrouwbaar effect op zwelscheurtjes. De invloed van de behandelingen op goudspikkels staat in tabel 15. Er waren geen betrouwbare interacties.

Tabel 15. Goudspikkels, periode week 14 t/m 20.

Score 0 = geen goudspikkels
3 = ernstige aantasting

Klimaat	Fractie vruchten met goudspikkels %	Score	Ca/K-niveau	Fractie vruchten met goudspikkels %	Score
hh	74	1,19	1	25	0,30
lh	52	0,72	2	55	0,71
hl	58	0,78	3	74	1,10
ll	48	0,62	4	79	1,20
p-val.	< 0,001	0,03		< 0,001	< 0,001
LSD (0,05)	11	0,39		9	0,24

Klimaat hh gaf meer goudspikkels dan de andere klimaten. Een hoog Ca/K-niveau gaf meer goudspikkels dan een laag Ca/K-niveau. Zowel in vruchten van diameter 2; 3,5 en 5 cm waren onder een licht-microscopie zichtbaar met kristalgruis, echter zeer veel minder in het jongste stadium (2 cm). Een groot aantal cellen met kristalgruis werd afgescheiden van cellen, die geen gruis bevatten, en het gruis werd met röntgendiffractie-analyse onderzocht op kristalvorm. De kristalfijne verbindingen bleken calciumoxalaat-monohydraat ($\text{CaC}_2\text{O}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$) en een kleine hoeveelheid calcium oxalaat-dihydraat ($\text{CaC}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) te zijn.

4. SAMENVATTING EN CONCLUSIES

Tussen 21 december 1988 en 2 juni 1989 werd een proef gedaan met tomaat, ras no. 669. Er werden, gecombineerd met elkaar, vier luchtvochtigheidsniveaus en vier Ca/K-niveaus in het wortelmilieu aangehouden. De luchtvochtigheidsniveaus waren voor dag respectievelijk nacht: hoog hoog (hh), lh (laag hoog), hl en ll. Bij hh was het vochtdeficit 0,43 kPa (24h) en bij ll was het 0,68 kPa (24h). De Ca -niveaus waren 3,4; 6,1; 9,1 en 11,9 mmol/l (omgerekend naar EC = 3 mS/cm). Ca werd omgewisseld tegen K.

Het continue hoge luchtvochtigheidsniveau gaf in het begin van de proef een (weliswaar niet betrouwbare) hogere produktie dan de andere klimaten. Mogelijk werd dit veroorzaakt doordat bij dit klimaat de geleidbaarheid van het blad hoger was. Later ontstond bij dit klimaat ernstig Ca-gebrek in het blad. Tussen tros 3 en 7 was het bladoppervlak daardoor veel kleiner dan bij de andere klimaten. Dit veroorzaakte een lagere produktie; kleine weliswaar gezette vruchten groeiden soms niet uit, en de vruchten die wel uitgroeiden bleken lichter te zijn.

Een hoog Ca/K-niveau in het wortelmilieu kon Ca-gebrek in het blad niet voorkomen. Hoger Ca gaf wel hogere Ca-gehalten in het blad. Bij Ca-gehalten in de bladschijf van minder dan 150 mmol/kg ds (totaal-analyse) of lager dan 10 mmol/l in plantsap (perssap) komt Ca-gebrek voor.

Neusrot kwam weinig voor. In het begin werd meer neusrot gevonden bij die klimaten waar de verdamping hoog was dan bij de klimaten met een lage verdamping. Later werd geen effect gevonden van klimaat. Weinig Ca

in de voedingsoplossing gaf meer neusrot dan veel Ca.
Een laag Ca/K-niveau, samenhangend met hoog K, gaf een betere kwaliteit:
bij laag Ca was de doorkleuring sneller, het uitstalleven langer en de
smaak was minder melig en aangenamer dan bij hoog Ca.
Hoge luchtvochtigheid gaf veel goudspikkels, evenals een hoog
Ca/K-niveau. Goudspikkels bleken cellen te zijn, gevuld met kristallen
van calciumoxalaat.
K-totaal gehalten in gewas werden uitgedrukt per eenheid droge stof.
Gedurende de proef bleef het K-gehalte in plantsap vrij konstant, maar
het droge stofgehalte nam sterk toe. De K-gehalten per eenheid droge
stof daalden daardoor. Het is beter om voortaan K-gehalten van gewas uit
te drukken per eenheid vers gewicht.

Literatuur

- Bakker, J.C., 1989a. Tomaat. Hoge luchtvochtigheid niet aan te bevelen. *Groenten en Fruit* 45(17): 49.
- Bakker, J.C., 1989b. Tomaat. Minder wortels bij hoge luchtvochtigheid. *Groenten en Fruit* 45(17): 51.
- Bakker, J.C., 1990. Effects of day and night humidity on yield and fruit quality of glasshouse tomatoes (*Lycopersicon esculentum* Mill.). *Journal of Horticultural Science* 65(3)323-331.
- Janse J. en C. de Kreij, 1989. Tomaat. Veel calcium in vrucht geeft goudspikkels, *Groenten en Fruit* 45 (22): 34, 35.
- Kreij, C. de en C. van Elderen, 1990. Tomaat. Aanvoer via houtvaten, niet door zeefvaten. Calciumverdeling in de plant. *Groenten en Fruit* 45(51): 32, 33.

Bijlage 1. K in plantsap - = niet bepaald, W0 = Week 0
 * = sterk afwijkende waarde

plant deel	Ca/K W0	K A L I U M												m mol/l				
		Week 6			Week 10			Week 16			Week 23							
		hh	lh	hl	hh	lh	hl	hh	lh	hl	hh	lh	hl		gem			
steel	1	-	162	168	172	165	167	148	148	148	156	150	140	140	140	160	168	164
	2	142	144	154	152	160	153	138	143	145	145	143	136	132	134	145	146	146
	3	-	142	147	146	*	145	125	134	134	136	132	142	132	137	136	144	140
	4	-	134	140	139	143	139	125	132	128	132	129	128	129	129	127	114	121
	gem	142	146	152	152	156	151	134	139	139	142	139	137	133	135	142	143	143
blst	1	-	173	174	182	175	176	166	179	176	189	178	165	167	166	202	221	212
	2	132	153	154	153	166	157	149	160	162	158	157	162	153	158	178	169	174
	3	-	139	149	146	150	146	135	153	148	154	148	152	159	156	148	183	166
	4	-	134	142	141	143	140	126	138	140	146	138	149	145	147	146	141	144
	gem	132	150	155	156	159	155	144	158	157	162	155	157	156	157	169	179	174
blsch	1	-	138	157	155	158	152	130	159	147	166	151	140	136	138	158	164	161
	2	142	129	137	140	146	138	125	146	143	144	140	132	118	125	124	134	129
	3	-	131	142	134	135	136	112	136	127	134	127	129	134	132	120	131	126
	4	-	121	136	126	134	129	106	120	120	134	120	135	117	126	119	104	112
	gem	142	130	143	139	143	139	118	140	134	145	134	134	126	130	130	133	132
vrst	1	-	-	-	-	-	-	140	148	142	153	146	145	130	138	153	180	167
	2	-	-	-	-	-	-	130	130	134	136	133	132	123	128	158	169	164
	3	-	-	-	-	-	-	127	138	136	142	136	140	124	132	144	150	147
	4	-	-	-	-	-	-	124	130	132	139	131	128	115	122	140	118	129
	gem	-	-	-	-	-	-	130	137	136	143	136	136	123	130	149	154	152
vrucht	1	-	-	-	-	-	-	79	88	78	93	85	60	68	64	66	74	70
	2	-	-	-	-	-	-	74	77	78	84	78	56	73	65	62	58	60
	3	-	-	-	-	-	-	77	76	74	80	77	58	65	62	52	57	55
	4	-	-	-	-	-	-	76	76	76	82	78	56	59	58	49	52	51
	gem	-	-	-	-	-	-	77	79	77	85	79	57	66	62	57	60	59

Bijlage 2. Ca in plantsap.

plant deel	Ca/K niv.	m mol/l																		
		Week 6			Week 10			Week 16			Week 23									
		hh	lh	hl	hh	lh	hl	hh	lh	hl	hh	lh	hl							
steel	1	-	0.5	0.8	0.8	0.9	0.8	1.4	1.4	1.4	1.6	1.5	1.5	2.9	3.0	3.0	3.0	2.8	2.6	2.7
	2	1.2	3.1	3.4	3.9	4.2	3.7	3.5	4.8	4.4	4.4	4.9	4.4	4.8	6.2	5.5	6.6	6.6	7.7	7.2
	3	-	5.5	6.4	6.4	6.4	6.2	4.8	6.3	6.7	7.3	7.3	6.3	6.8	6.0	6.4	8.0	8.0	9.6	8.8
	4	-	7.3	8.7	7.8	9.7	8.4	6.5	7.8	7.8	7.5	9.1	7.7	7.5	9.5	8.5	11.5	11.5	11.1	11.3
	gem	1.2	4.1	4.8	4.7	5.3	4.7	4.1	5.1	5.1	5.1	5.7	5.0	5.5	6.2	5.8	7.2	7.2	7.8	7.5
blst	1	-	2.4	3.0	2.6	3.6	2.9	2.4	3.1	2.8	2.8	2.8	2.8	6.7	7.0	6.9	13.7	12.8	13.3	
	2	10.4	7.3	10.3	10.4	12.9	10.2	13.4	12.6	12.0	15.8	13.5	13.5	12.0	17.6	14.8	32.4	27.1	29.8	
	3	-	13.3	17.5	17.3	17.4	16.4	13.8	17.5	16.3	20.3	17.0	20.8	17.8	19.3	32.8	29.8	31.3		
	4	-	18.6	22.1	23.0	23.6	21.8	21.0	23.4	21.2	25.4	22.8	22.6	22.1	22.4	39.5	44.3	41.9		
	gem	10.4	10.4	13.2	13.3	14.4	12.8	12.7	14.2	13.1	16.1	14.0	15.5	16.1	15.8	29.6	28.5	29.1		
blsch	1	-	18.1	21.1	18.1	19.1	19.1	21.7	21.0	24.8	24.4	23.0	54.0	57.1	55.6	102.0	104.1	103.1		
	2	24.7	29.3	28.8	33.4	39.1	32.7	37.4	42.2	42.8	45.3	41.9	67.2	71.7	69.5	121.5	124.7	123.1		
	3	-	32.9	44.1	34.2	45.6	39.2	38.9	42.8	48.1	50.7	45.1	63.5	50.1	56.8	148.2	129.0	138.6		
	4	-	41.2	45.9	53.2	49.6	47.5	55.0	59.9	57.4	56.9	57.3	64.8	75.0	69.9	132.6	140.6	136.6		
	gem	24.7	30.3	35.0	34.7	38.4	34.6	38.3	41.5	43.3	44.3	41.8	62.4	63.5	62.9	126.1	124.6	125.3		
vrst	1	-	-	-	-	-	-	0.6	0.6	0.9	1.1	0.8	4.3	3.6	4.0	6.2	8.2	7.2		
	2	-	-	-	-	-	-	1.2	1.0	1.8	2.4	1.6	7.2	3.7	5.5	12.2	8.8	10.5		
	3	-	-	-	-	-	-	1.2	2.0	1.9	3.4	2.1	9.3	5.1	7.2	13.8	10.0	11.9		
	4	-	-	-	-	-	-	1.4	2.1	3.3	3.1	2.5	8.2	4.6	6.4	14.8	12.1	13.5		
	gem	-	-	-	-	-	-	1.1	1.4	2.0	2.5	1.8	7.3	4.3	5.8	11.8	9.8	10.8		
vr	1	-	-	-	-	-	-	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.4	0.6	0.5	0.4	0.4	0.4		
	2	-	-	-	-	-	-	0.2	0.3	0.3	0.3	0.3	0.4	0.4	0.4	0.6	0.6	0.6		
	3	-	-	-	-	-	-	0.2	0.4	0.3	0.4	0.3	0.5	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6		
	4	-	-	-	-	-	-	0.3	0.4	0.4	0.4	0.4	0.6	0.7	0.7	0.8	0.9	0.9		
	gem	-	-	-	-	-	-	0.2	0.3	0.3	0.3	0.3	0.5	0.6	0.5	0.6	0.6	0.6		

Bijlage 3. K-totaal.

plant deel	Ca/K niv.	m mol/kg d.s.																
		Week 6				Week 10				Week 16				Week 23				
		hh	lh	hl	ll	hh	lh	hl	ll	gem	hh	ll	gem	hh	ll	gem	ll	
steel	1	-	2714	2796	2790	2846	2787	1954	2034	2090	2121	2050	1415	1514	1465	1131	1116	1124
	2	3362	2423	2452	2746	2680	2575	1815	2002	1926	1934	1919	1272	1276	1274	1062	992	1027
	3	-	2428	2640	2586	2301	2489	1656	1856	1820	1858	1798	1406	1452	1429	1077	990	1034
	4	-	2490	2512	2234	2504	2435	1738	1768	1694	1852	1763	1312	1378	1345	781	806	794
	gem	3362	2514	2600	2589	2583	2571	1791	1915	1883	1941	1882	1351	1405	1378	1013	976	994
blst	1	-	3102	3114	3317	3421	3239	2564	2667	2642	2788	2665	2218	2155	2187	1786	1817	1802
	2	3108	2786	3005	3052	2986	2957	2068	2324	2312	2415	2280	1809	1906	1858	1672	1702	1687
	3	-	2768	2910	*	2758	2812	2116	2274	2141	2256	2197	1824	2206	2015	1366	1550	1458
	4	-	2747	2720	2594	2624	2671	1944	2038	2028	2104	2029	1876	1952	1914	1145	1217	1181
	gem	3108	2851	2937	2988	2947	2920	2173	2326	2281	2391	2293	1932	2055	1993	1492	1572	1532
blsch	1	-	1486	1606	1780	1804	1669	1473	1862	1763	1761	1715	1335	1232	1284	1121	1198	1160
	2	1484	1344	1569	1544	1513	1493	1467	1398	1403	1581	1462	1314	1134	1224	1012	988	1000
	3	-	1409	1454	1488	1416	1442	1222	1528	1438	1444	1408	1245	1266	1256	870	1066	968
	4	-	1336	1457	1359	1408	1390	1180	1402	1320	1340	1311	1311	1168	1240	770	747	759
	gem	1484	1394	1522	1543	1535	1498	1336	1548	1481	1532	1474	1301	1200	1251	943	1000	972
vrst	1	-	-	-	-	-	-	1384	1572	1484	1462	1476	1082	1050	1066	889	874	882
	2	-	-	-	-	-	-	1354	1357	1520	1428	1415	985	1008	997	858	858	858
	3	-	-	-	-	-	-	1288	1361	1395	1477	1380	990	988	989	814	649	732
	4	-	-	-	-	-	-	1303	1452	1334	1390	1370	926	906	916	584	741	663
	gem	-	-	-	-	-	-	1332	1436	1433	1439	1419	996	988	992	786	781	783
vr	1	-	-	-	-	-	-	1332	1494	1430	1504	1440	1214	1154	1184	1036	1162	1099
	2	-	-	-	-	-	-	1245	1426	1357	1496	1381	1050	1146	1098	995	1004	1000
	3	-	-	-	-	-	-	1208	1312	1314	1386	1305	970	1250	1110	826	889	858
	4	-	-	-	-	-	-	1255	1264	1378	1308	1301	959	1014	987	829	810	820
	gem	-	-	-	-	-	-	1260	1374	1370	1424	1357	1048	1141	1095	922	966	944

Bijlage 4. Ca-totaal.

plant deel	Ca/K niv. -	m mol/kg d.s.																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
		Week 6			Week 10			Week 16			Week 23																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
		hh	lh	hl	hh	lh	hl	hh	lh	ll	gem	ll	hh	gem	ll	hh	gem	ll	hh																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																											
steel	1	-	234	234	229	226	234	226	239	214	228	285	351	318	274	304	289	2	485	342	340	391	326	350	320	326	328	358	333	367	379	373	467	407	437	3	-	415	437	434	386	399	463	403	454	435	445	460	434	447	4	-	526	522	536	449	456	442	486	458	408	456	432	462	494	478	gem	485	379	383	398	341	349	352	380	356	379	405	392	416	410	413	blst	1	-	312	350	374	313	345	330	329	460	501	481	475	508	492	2	726	508	530	591	513	570	532	592	562	904	830	867	3	-	665	660	*	634	603	656	650	631	642	795	671	733	4	-	758	686	798	760	750	737	761	742	714	808	975	892	gem	726	561	557	587	555	545	603	570	583	617	600	746	746	746	blsch	1	-	494	513	486	582	574	558	590	996	1053	1025	1132	1161	1147	2	537	690	738	747	740	736	844	761	1084	1044	1064	1586	1590	1588	3	-	820	762	890	958	938	916	942	1106	948	1027	1536	1566	1551	4	-	887	946	978	1010	1021	1042	1028	956	1158	1772	1760	1766	gem	537	723	740	775	834	820	817	849	830	1137	1000	1069	1507	1519	1513	vrst	1	-	-	-	-	126	115	120	123	182	184	183	158	169	2	-	-	-	147	164	168	172	163	218	204	211	174	215	195	3	-	-	-	158	172	172	242	186	252	180	216	242	172	207	4	-	-	-	154	247	189	202	198	202	204	203	198	214	226	gem	-	-	-	-	146	175	165	184	168	214	193	203	193	195	194	vr	1	-	-	-	-	24	18	22	20	36	36	36	26	24	2	-	-	-	32	30	28	24	29	34	38	36	28	32	30	3	-	-	-	28	26	24	28	27	54	27	41	34	32	33	4	-	-	-	34	30	30	28	31	58	32	45	32	38	35	gem	-	-	-	-	30	26	26	24	26	46	33	39	30	31	31

Bijlage 5. Droge stof gehalten.

		D R O G E S T O F G E H A L T E §																
plant deel	Ca/K WO n.v.	Week 6			Week 10			Week 16			Week 23							
		hh	lh	hl	hh	lh	hl	hh	lh	hl	hh	lh	hl	gem				
steel	1	-	5.9	5.7	6.2	5.8	5.9	8.1	8.0	7.9	8.3	8.1	9.6	9.6	9.6	14.3	15.1	14.7
	2	3.9	5.8	5.7	5.8	6.0	5.8	8.1	7.6	7.7	7.7	7.8	11.0	10.3	10.7	14.1	14.7	14.4
	3	-	5.6	5.6	5.8	6.5	5.9	8.2	7.9	7.9	8.4	8.1	10.6	9.8	10.2	13.7	14.3	14.0
	4	-	5.8	6.0	6.2	5.9	6.0	8.2	7.8	8.1	8.0	8.0	10.2	9.8	10.0	15.7	14.9	15.3
	gem	-	5.8	5.8	6.0	6.1	5.9	8.2	7.8	7.9	8.1	8.0	10.4	9.9	10.1	14.5	14.8	14.6
blst	1	-	5.2	5.4	5.8	5.5	5.5	7.1	7.1	7.0	7.5	7.2	8.2	7.9	8.1	11.7	11.8	11.8
	2	4.1	5.2	5.2	5.3	5.5	5.3	7.5	7.4	7.4	7.3	7.4	9.0	8.3	8.7	10.7	10.7	10.7
	3	-	5.2	5.4	5.5	5.5	5.4	7.2	7.2	7.4	7.5	7.3	9.2	7.4	8.3	11.3	11.6	13.5
	4	-	5.3	5.4	5.5	5.4	5.4	7.5	7.2	7.3	7.4	7.4	8.9	7.5	8.2	12.7	11.3	12.0
	gem	-	5.3	5.4	5.5	5.5	5.4	7.3	7.2	7.3	7.4	7.3	8.8	7.7	8.3	11.6	11.4	12.0
blsch	1	-	9.4	9.9	10.2	9.7	9.8	10.2	9.7	9.8	11.2	10.2	10.7	11.1	10.9	14.1	13.4	13.8
	2	10.6	10.0	9.5	10.1	10.5	10.0	10.0	10.6	10.6	10.2	10.4	11.0	11.2	11.1	13.6	13.4	13.5
	3	-	9.5	10.6	9.7	10.2	10.0	10.3	9.8	10.1	11.2	10.4	10.9	10.7	10.8	14.2	13.2	13.7
	4	-	9.8	10.1	10.2	9.9	10.0	11.0	10.1	10.0	11.1	10.6	10.8	11.0	10.9	14.9	13.6	14.3
	gem	-	9.7	10.0	10.1	10.1	10.0	10.8	10.1	10.1	10.9	10.4	10.9	11.0	10.9	14.2	13.4	13.8
vrst	1	-	-	-	-	-	-	11.8	10.8	10.6	12.6	11.5	14.7	13.3	14.0	18.3	17.6	18.0
	2	-	-	-	-	-	-	10.7	10.9	10.5	10.6	10.7	15.1	14.5	14.8	18.5	19.4	19.0
	3	-	-	-	-	-	-	11.4	11.3	10.7	11.2	11.2	14.9	13.8	14.4	18.4	20.0	19.2
	4	-	-	-	-	-	-	11.6	11.1	10.7	11.6	11.3	14.0	13.7	13.9	21.0	18.8	19.9
	gem	-	-	-	-	-	-	11.4	11.1	10.6	11.5	11.2	14.7	13.8	10.8	19.0	19.0	19.0
vr	1	-	-	-	-	-	-	6.2	6.2	6.0	6.8	6.3	5.4	5.7	5.6	7.5	7.7	7.6
	2	-	-	-	-	-	-	6.1	6.0	5.9	6.1	6.0	5.7	6.6	6.2	6.9	7.1	7.0
	3	-	-	-	-	-	-	6.1	6.3	6.3	6.2	6.2	5.5	5.7	5.6	6.6	7.3	7.0
	4	-	-	-	-	-	-	6.2	6.4	6.0	6.4	6.3	5.5	5.9	5.7	6.8	6.7	6.8
	gem	-	-	-	-	-	-	6.2	6.2	6.1	6.4	6.2	5.5	5.9	5.8	7.0	6.8	7.1