



Bibliotheek  
Proefstation  
Naaldwijk

A  
2  
V  
78

BIBLIOTHEEK  
PROEFSTATION VOOR TUINBOUW  
ONDER GLAS TE NAALDWIJK

PROEFSTATION VOOR TUINBOUW ONDER GLAS

Silicium in de voedingsoplossing bij komkommers geteeld in  
steenwol met recirculerende voedingsoplossing. (teelt 1986)

W. Voogt

augustus 1990

Intern verslag nr. 45

2233 003

A  
2  
V  
78

**INHOUD**

	<b>pagina</b>
Samenvatting	2
Inleiding	2
Doel	2
Proefopzet	3
Verloop van de proef	3
Verbruik water en meststoffen	4
Analyseresultaten	4
Gewaswaarnemingen	4
Oogstgegevens	5
Bewaarkwaliteit	5
Gewasanalyses	5
Conclusies	5
Figuren	6
Bijlagen	

## Samenvatting

In een proef werden de effecten bestudeerd van de toevoeging van Si aan de voedingsoplossing bij komkommer geteeld in steenwol met recirculerende voedingsoplossing, in een reeks van 0 - 4 mmol Si/l. De gemiddelde concentratie in het wortelmilieu liep uiteen van 0 tot ca. 2.5 mmol Si/l. De produktie werd positief beïnvloed door Si, echter de concentratie bleek niet duidelijk van invloed. Bij beeindiging van de proef (begin juli) was de produktie bij de behandelingen met Si ca 15 % hoger dan de controle. Er werden geen duidelijke effecten op de bewaarkwaliteit waargenomen. De aantasting door meeldauw was bij de Si-behandelingen wat minder. Si werd in relatief grote hoeveelheden opgenomen en vooral in het oude blad opgehoopt. Naarmate de concentratie in het wortelmilieu toenam trad verzadiging van het gehalte op.

## Inleiding

In een aantal voorgaande proeven was reeds gekeken naar de effecten van de toediening van silicium in de voedingsoplossing bij komkommers geteeld in steenwol (zie intern verslag nr 31, 1985 en nr 30, 1986) De aanleiding voor dit onderzoek waren publicaties van o.a. Miyake )\*, die vond dat Si bij komkommer een positief effect had op de groei en produktie. Uit eigen onderzoek was gebleken dat komkommers geteeld in substraat een veel lager gewasgehalte aan silicium hadden dan die in de grond werden geteeld (intern verslag nr. 31/1985). Op grond hiervan zou verwacht kunnen worden dat indien er bij komkommers een positief effect bestaat van silicium, bij teelten in substraat een positieve reactie zichtbaar moet optreden zodra silicium wordt toegediend. In de voorgaande proeven werd dit effect niet of nauwelijks waargenomen. Echter in de eerste proef (1983) werd gebruik gemaakt van een kolloïdale kiezelzuuroplossing (een silica sol) Hierbij is hoogstwaarschijnlijk onvoldoende silicium voor de plant opneembaar. In de tweede proef (1985) werd als Si-bron kaliwaterglas gebruikt. Hierbij trad ernstige verstopping op van de druppelaars die de proef verstoorden. Wel werd uit het gewasonderzoek duidelijk dat bij deze Si-bron een hoog gehalte in het gewas kon worden bereikt. Bij een volgende proef met Si dosering werd daarom een teeltsysteem gekozen waarbij verstoppingen geen problemen zouden opleveren.

## Doel

Het doel van de proef was nagaan wat het effect is van de toediening van silicium aan de voedingsoplossing op de groei, produktie, kwaliteit en gewasontwikkeling van komkommers geteeld in steenwol, alsmede de effecten van de Si concentratie.

)\* (Miyake Y, Takahashi E, Effect of silicon on the growth of solution-cultured cucumber plant. Soil Sci. Plant Nutr., 29 (1), 71-83, 1983 )

## Proefopzet

In de proef werden 5 behandelingen opgenomen, in viervoud (zie bijlage 1). De behandelingen waren als volgt:

<u>Behandeling</u>	<u>Si concentratie</u>
1	0
2	0.5 mmol/l
3	1.0 mmol/l
4	2.0 mmol/l
5	4.0 mmol/l

---

Bovengenoemde Si concentraties werden als zodanig aan het water dat aan het systeem werd toegevoegd meegegeven, dus onafhankelijk van de concentratie in het wortelmilieu of de EC-waarde.

Als Si-bron werd kaliwaterglas (zie bijlage 2) gebruikt. Bij de diverse behandelingen werd de voedingsoplossing gecorrigeerd voor de base en kali inbreng die hiermee gepaard ging. Gegevens hierover staan vermeld in bijlage 2.

Als water werd bassinwater gebruikt, dat voor het grootste gedeelte uit regenwater bestond, aangevuld met ontzout water in de zomerperiode. Dit water bevatte geen Si van betekenis.

Ten einde verstoppingsproblemen tegen te gaan werd uitgegaan van een recirculatiesysteem, waarbij de voedingsoplossing door middel van een vrij wijde cappillair ( $\varnothing$  5 mm) toegediend werd. De komkommers werden geteeld in steenwolmatten van 7.5 x 15 cm, in een slurf van black and white PE folie, met een breedte van 25-30 cm. De slurven lagen in houten goten van 2.25 m lengte per proefvak. Hierop stonden 5 planten. De voedingsoplossing werd gerecirculeerd. De totale watergift liep uiteen van 10 - 15 l/plant/d tot 75 l/plant/d in de zomer.

Overige gegevens:

Ras: Lucinde

Zaaidatum: 131285

Plantdatum: 090186

Einde proef: 070786

Plantdichtheid: 1.7 pl/m<sup>2</sup>

## Verloop van de proef

In de loop van april bleek dat de waterafgifte van de pompen bij behandeling 4 en 5 verminderde. Het bleek dat de aanvoerslangetjes naar de goten, ondanks de grote doorlaat verstopt raakten en moesten daarom regelmatig schoongemaakt worden. Bij behandeling 5 zette zich na verloop van tijd tussen de wortels die in het water lagen (naast de steenwolmat) een gel-achtige massa af. Op de plaats waar de voedingsoplossing op de steenwolmat werd aangevoerd, zette zich in de steenwolmat een substantie af, waardoor de aangevoerde voedingsoplossing niet meer door de mat werd opgenomen. Door de

verminderde waterafgifte en door de verminderde doorstroming in de matten, is de EC in de mat bij deze behandelingen tijdelijk wat hoger geweest. Dit heeft de proef waarschijnlijk niet beïnvloed, aangezien zich zeer veel wortels buiten de steenwolmatten, in de circulerende voedingsoplossing bevonden.

Er werden geen duidelijke verschillen in gewasontwikkeling waargenomen. In de loop van mei/juni deed zich een lichte meeldauwaantasting voor, deze is echter volgens de normale procedure bestreden. Een aantal keren zijn wel beoordelingen op meeldauw aantasting verricht, zie bijlage 5.

#### **Water en meststoffen**

In Bijlage 3 zijn de gegevens vermeld betreffende het water en meststoffenverbruik. Uit deze cijfers blijkt dat de controlebehandeling gemiddeld ca 10 % minder water en meststoffen heeft verbruikt in vergelijking met de behandelingen waar Si is toegediend. Dit zal samenhangen met de lagere produktie bij deze behandeling.

De gemiddelde gedoseerde Si concentratie komt goed overeen met wat in de proefopzet werd beoogd. Het blijkt dat bij de hogere Si doseringen gemiddeld meer pH corrigerende stoffen nodig zijn. Klaarblijkelijk komt de vastgestelde base-inbreng van kaliwaterglas (zie bijlage 2), waar de zuurtoediening op was afgestemd, niet overeen met de werkelijkheid.

#### **Analyseresultaten**

De EC en de pH waarden werden regelmatig gemeten in het recirculerende water. Eenmaal per maand werden analyses verricht op hoofd- en spoorelementen. Silicium werd elke twee weken bepaald. (Methode: AAS) In bijlage 4 staan de gemiddelden vermeld. Uit de metingen blijkt dat geen grote verschillen in pH waarden zijn opgetreden tussen de behandelingen. Wat de EC betreft, deze is bij de behandelingen 4 en 5 flink opgelopen in de matten, als gevolg van de verminderde waterafgifte.

De Si-concentraties komen bij de behandelingen 1 t/m 3 overeen met de toegediende concentraties. Bij beh. 4 en vooral beh. 5 zijn de concentraties lager. Dit zal waarschijnlijk veroorzaakt zijn doordat een gedeelte van de Si neergeslagen is. De maximale oplosbaarheid van kiezelzuur is ca. 2 mmol/l.

Wat betreft de overige analyseresultaten zijn er geen opvallende verschillen tussen de behandelingen.

#### **Gewaswaarnemingen**

In april was er sprake van flinke wortelafsterving, enkele weken daarna gevolgd door flinke nieuwe wortelgroei. Van de mate van wortelafsterving en de mate van hergroei is een visuele beoordeling gemaakt. Verder trad in mei meeldauwaantasting op, de mate van aantasting is beoordeeld. De gegevens zijn weergegeven in bijlage 5.

De resultaten van beoordeling van het wortelstelsel geven de indruk dat het wortelstelsel zich meer ontwikkeld heeft en ook meer jonge wortels geeft, naarmate de Si-concentratie hoger is. Verder lijkt er minder meeldauw op te treden bij de behandelingen met Si.

## Oogstgegevens

In bijlage 6 zijn de gegevens betreffende de oogstwaarnemingen opgenomen. Op 1 april zijn er nog geen verschillen waar te nemen, echter later blijkt de produktie bij behandeling 1 betrouwbaar te verschillen van de overige behandelingen. Tussen de verschillende Si-niveau's zijn geen duidelijke verschillen waarneembaar. Het maximale effect wordt derhalve al bij 0.5 mmol/l Si bereikt. Bij behandeling 1 lijken minder vruchten met binnenland-kwaliteit voor te komen, echter dit verschil is niet significant.

## Bewaarkwaliteit

In bijlage 7 zijn de uitkomsten van het bewaaronderzoek van de vruchten opgenomen. Uit de gegevens blijkt dat de kleur bij inzet niet duidelijk verschilt bij de verschillende behandelingen. De kleur na 14 dagen lijkt bij behandeling 1 iets beter te zijn. Het kleurverlies is zodoende bij de behandelingen met Si iets groter. Dit verschil is niet significant.

## Gewasonderzoek

In bijlage 8 zijn de analyseresultaten van het gewasonderzoek weergegeven. Daaruit blijkt een duidelijk verband tussen het Si-gehalte in het wortelmilieu en in het gewas. In fig. 1 is een en ander zichtbaar gemaakt. De resultaten zijn uitgezet tegen de gemiddelde geanalyseerde concentraties in de voedingsoplossing. Er treedt vanaf ca. 1.5 mmol/l verzadiging op. Bij de bemonstering in april is ook het P-gehalte bepaald. Een duidelijk effect van Si is niet waarneembaar.

## Conclusie

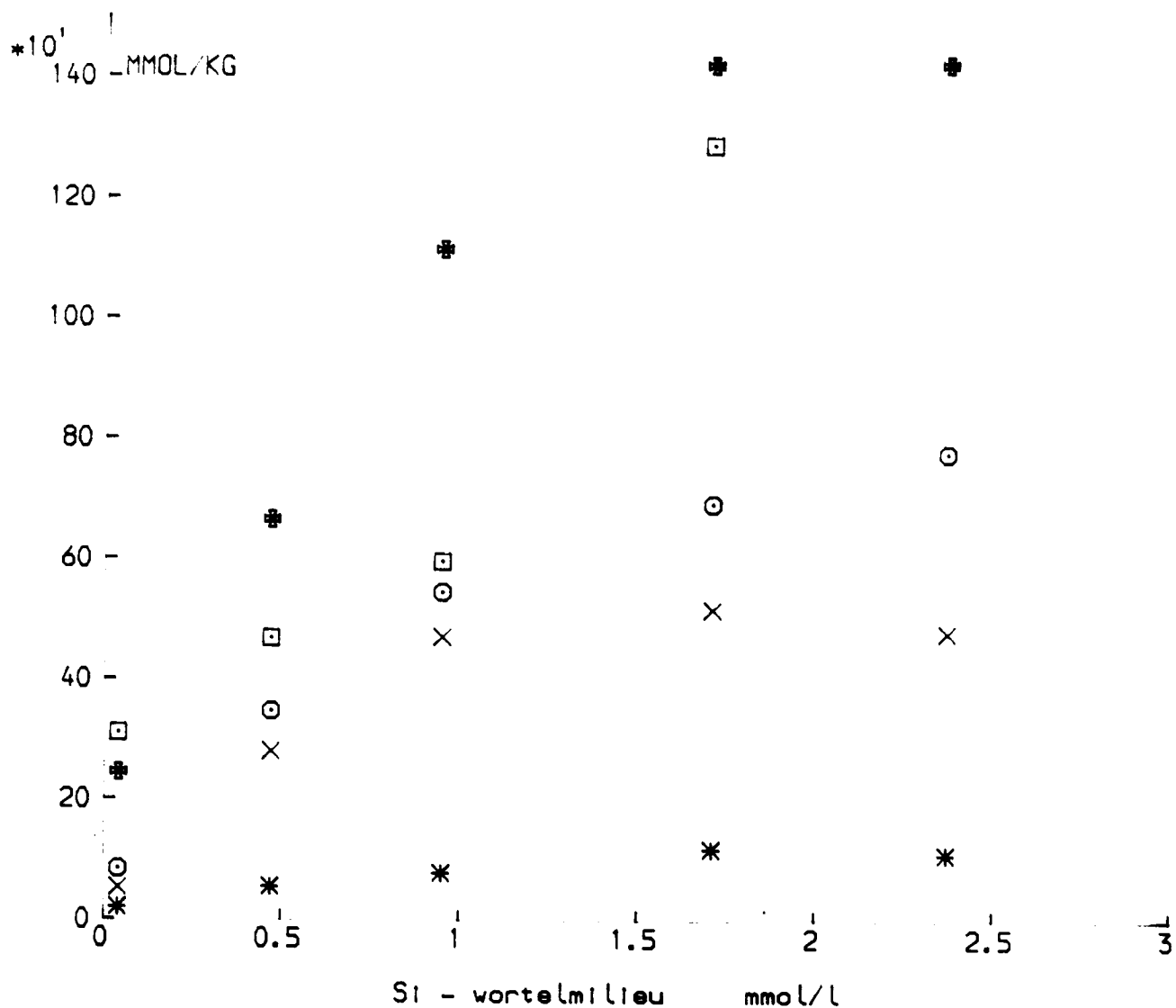
Het toedienen van Si aan de voedingsoplossing gaf een duidelijke produktieverhoging. Een effect van de concentratie kon niet worden aangetoond. Bij 0.5 mmol/l werd het maximale effect reeds bereikt. Uiteindelijk bedroeg het produktieverschil tussen onbehandeld en gemiddeld over alle Si trappen 16.3 % voor het aantal vruchten en 17.8 % voor het totaal gewicht.

De vruchtkwaliteit werd niet duidelijk beïnvloed. Toediening van Si leek wat minder meeldauw aantasting te geven.

Het gevaar van uitvlokking van silicaten blijft reël, vooral bij hogere concentraties.

Uit het gewasonderzoek blijkt dat Si in grote hoeveelheden wordt opgenomen. Dit is ook op te maken uit de gemiddelde analysecijfers: er vindt geen ophoping plaats, eerder uitputting. Naarmate de concentratie in het wortelmilieu hoger wordt, is de toename in Si-gehalte minder, er treedt verzadiging op. In het oude blad hoopt zich sterk Si op, waarschijnlijk als gevolg van de voortgaande verdamping.

Figuur 1. De relatie tussen Si in het wortelmilieu en het gewas.



- x Jong blad meer
- o Jong blad mei
- oud blad mei
- ✱ vrucht
- wortel

\* Ontbrekende waarde: bij behandeling 5 werd in de wortels een gehalte van 3835 mmol/kg gevonden.

A 3 - 12

5 2	10 1	15 5	20 3
4 4	9 5	14 2	19 1
3 1	8 4	13 3	18 2
2 3	7 2	12 4	17 5
1 5	6 3	4 1	16 4

41

<



## Bijlage 2

Voedingsoplossing 103 - 12 1986

Komkommer Si-proef 200 maal geconcentreerd  
per 50 liter

### A

Kalksalpeter	8640 g
Ammoniumnitraat vlb	700
IJzerchelaat 6% DTPA	140

### B

kalksalpeter	4145
Monokalifosfaat	170
Bitterzout	350
Mangaansulfaat	17
Borax	24
Zinksulfaat	(15)
Kopersulfaat	1.9
Natriummolybdaat	1.2

### Oplossing C

	Kalisalpeter	Salpeterzuur (38%)
<u>1</u>	2730	0
<u>2</u>	2390	585
<u>3</u>	2052	1170
<u>4</u>	1365	2340
<u>5</u>	-	4680

### Dosering:

Per 100 liter water, voor een EC stijging van 1.0:

<u>Behandeling</u>	<u>A/B ml</u>	<u>C ml</u>	<u>Kaliwaterglas ml)*</u>
1	250	100	0
2	250	100	10.3
3	250	100	20.5
4	250	100	41
5	250	100	82

)\* in vaste verhouding tot de waterhoeveelheid

**Kaliwaterglas:** volgens opgave leverancier: 10.5 %  $K_2O$ , 23.6 %  $SiO_2$ , sm-  
1.318 kg/dm<sup>3</sup>

Analyse van het PTG lab: K 2.4 mol/kg, Si 3.70 mol/kg, Na 0.04 mol/kg.  
Als uitgangspunt is gerekend met een molgewicht van 270 voor 1 mol Si  
en 0.65 mol K. Empirisch werd vastgesteld dat voor 1 mmol Si/l in een  
voedingsoplossing met een EC van ca 2.0 mS/cm,  
0.7 mmol  $H^+$  nodig is.

### Bijlage 3

Waterverbruik en hoeveelheden toegediende A/B oplossing  
(200 x geconcentreerd)

Behan- deling	Water totaal l	1/m <sup>2</sup>	A/B oplossing totaal l	verdunning l water/l A-B
1	4539	227	16.775	270
2	5140	257	19.565	263
3	5215	261	18.130	289
4	5190	260	18.225	284
5	5185	259	18.950	274

Toegediende hoeveelheden kaliwaterglas en pH corrigerende middelen (extra, naast die in de a/b bak), kaliwaterglas en zuur en loog in absolute hoeveelheden en uitgedrukt per liter toegediend water. Zuuroplossing = 2 normaal HNO<sub>3</sub>, loogopl = 1 normaal, K/Ca 2:1

Behan- deling	Kaliwater- glas		Loog		Zuur	
	totaal ml	mmol Si/l	ml	mmol/l	ml	mmol/l
1	0	0	250	.06	150	.07
2	545.6	0.52	250	.05	190	.07
3	1081.5	1.01	650	0.12	380	0.15
4	2161.3	2.03	2010	0.39	550	0.21
5	4398.7	4.14	3650	0.70	1165	0.40

**Bijlage 4 1**

Resultaten van EC en pH metingen in de recirculatiebak en in de steenwolmat.

Maand	Behandeling					Behandeling				
	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
	EC		Bak			EC		Mat		
jan	2.7	2.7	2.8	2.8	2.8	2.8	2.9	3.0	2.9	3.2
feb	2.6	2.6	2.7	2.6	2.6	2.9	2.9	3.1	3.3	3.4
mrt	2.7	2.6	2.6	2.5	2.5	3.1	3.2	3.2	3.1	3.3
apr	2.7	2.6	2.5	2.6	2.4	3.2	3.2	3.3	3.4	3.6
mei	2.7	2.6	2.5	2.3	2.4	3.4	3.4	4.1	4.1	4.4
jun	2.6	2.6	2.5	2.3	2.4	3.1	3.3	3.4	3.6	3.4
jul	2.8	3.0	2.3	2.3	2.1	3.2	3.3	3.7	5.0	4.6
	pH Bak					pH Mat				
jan	5.7	5.7	5.6	5.4	5.6	5.8	5.6	5.6	5.6	5.5
feb	5.6	5.6	5.6	5.7	5.8	5.2	5.1	5.4	5.3	5.2
mrt	5.8	5.8	5.9	6.0	5.9	5.2	5.4	5.6	5.5	5.7
apr	5.9	6.0	6.0	5.9	5.9	5.5	5.5	5.7	5.7	5.9
mei	5.9	5.9	5.9	5.8	5.9	5.8	5.9	5.6	6.1	6.6
jun	5.9	6.0	5.9	5.8	5.9	6.1	6.2	6.3	6.2	6.4
jul	5.6	5.7	5.7	5.6	5.8	5.8	5.4	5.5	5.6	6.2

Silicium concentraties, gemiddeld over drie perioden, uitgedrukt in mmol/l.

periode	behandeling				
	1	2	3	4	5
1/1 - 3/3	0.06	0.68	1.30	1.89	2.22
3/3- 12/5	0.04	0.35	0.86	1.63	2.15
12/5- 7/7	0.02	0.37	0.70	1.62	2.75
gem.	0.04	0.47	0.95	1.71	2.37

Bijlage 4 2

Gemiddelde analyseresultaten maandelijks bemonsteringen

		Behandelingen				
EC	mS/cm	2.9	3.0	2.8	2.8	2.8
pH		5.8	5.7	5.9	6.0	5.7
K	mmol/l	7.1	7.6	6.7	6.4	8.5
Na		2.2	2.4	3.0	3.0	2.3
Ca		5.9	6.5	6.4	5.9	5.0
Mg		2.6	2.5	2.6	2.5	1.8
NO <sub>3</sub>		16.2	17.2	15.4	14.7	15.7
Cl <sup>3</sup>		2.2	2.2	2.5	2.0	1.5
SO <sub>4</sub>		3.6	3.8	4.2	4.7	3.0
P <sup>4</sup>		1.20	1.21	0.81	1.00	1.23
Fe	umol/l	36	43	52	49	26
Mn		9.5	8.5	6.3	8.5	7.6
Zn		7.9	7.1	8.3	8.2	6.9
B		54.	58.	55.	56.	48.
Cu		2.3	3.1	3.0	3.5	2.6

Bijlage 5

Beoordeling wortelontwikkeling op 24/4 en 2/6

Index 0 - slecht ontwikkeld (veel afsterving)

10 - goed ontwikkeld en gezond

---

Beh.	24/4		2/6	
	oude wortels	nieuwe wortels	oude wortels	nieuwe wortels
1	6.5	3.2	6.9	5.9
2	5.8	4.0	6.9	6.1
3	6.5	4.5	6.5	6.5
4	8.5	5.8	6.9	7.0
5	7.5	6.0	6.2	6.9

---

Beoordeling meeldauw op 13/5

Index 0 - geen , 10 zeer ernstige aantasting

---

Behandeling	Index
1	6.8
2	5.1
3	5.1
4	4.8
5	5.1

---

## Bijlage 6

### Oogstwaarnemingen t/m 1-4

Beh.	Aantal <sub>2</sub> per m <sup>2</sup>	Gewicht <sub>2</sub> kg/m <sup>2</sup>	Gem. vr. gew.	aantal binnenl.	gewicht binnenl.
1	19.87	9.67	485	0.2	0.1
2	21.22	10.16	478	0.3	0.2
3	20.98	10.01	477	0.3	0.2
4	21.47	9.93	462	0.3	0.2
5	20.47	9.84	479	0.3	0.2
p	> 0.1	> 0.1	> 0.1	> 0.1	> 0.1

### Oogstwaarnemingen t/m 15 - 5

Beh.	Aantal <sub>2</sub> per m <sup>2</sup>	Gewicht <sub>2</sub> kg/m <sup>2</sup>	Gem. vr. gew.	aantal binnenl.	gewicht binnenl.
1	45.3	21.5	474	1.6	.7
2	49.9	23.3	468	3.2	1.4
3	49.4	24.0	489	2.1	1.2
4	50.5	23.9	471	2.2	1.0
5	47.1	22.6	477	2.5	1.1
p	0.05	0.07	> 0.1	>0.1	>0.1

### Oogstwaarnemingen t/m 6 - 7 = totaal

Beh.	Aantal <sub>2</sub> per m <sup>2</sup>	Gewicht <sub>2</sub> kg/m <sup>2</sup>	Gem. vr. gew.	aantal binnenl.	gewicht binnenl.	% stek aant.	%stek gew.
1	75.3	33.4	444	3.5	1.2	8.7	5.4
2	89.7	40.1	448	6.9	2.5	6.9	4.7
3	86.8	39.4	455	5.4	2.0	6.7	4.6
4	88.0	39.6	450	4.7	1.9	8.0	5.1
5	85.7	38.4	448	5.3	2.0	7.8	4.9
p	0.05	0.04	>0.1	>0.1	>0.1	>0.1	>0.1

Bijlage 7

Resultaten bewaarproeven komkommers Si-proef '86

mmol/l	24/2			27/2			17/3			20/3			1/4		
	K <sub>0</sub>	K <sub>7</sub>	K <sub>14</sub>	K <sub>0</sub>	K <sub>7</sub>	K <sub>14</sub>	K <sub>0</sub>	K <sub>7</sub>	K <sub>14</sub>	K <sub>0</sub>	K <sub>7</sub>	K <sub>14</sub>	K <sub>0</sub>	K <sub>7</sub>	K <sub>14</sub>
0	6.3	5.8	4.7	6.0	5.4	5.0	8.0	7.4	6.3	8.1	7.7	6.1	8.1	7.8	6.9
0.5	6.4	6.0	4.5	6.0	6.6	5.3	7.5	6.9	5.2	8.3	7.6	5.6	8.9	8.1	6.9
1.0	6.0	5.7	4.3	6.1	6.0	5.3	8.0	7.9	5.7	8.0	7.7	5.5	8.4	7.8	6.3
2.0	6.5	6.1	4.7	6.0	5.8	5.3	7.9	7.4	6.4	8.2	7.8	5.7	8.1	7.9	6.5
4.0	6.7	6.4	5.0	6.2	6.0	5.5	8.0	7.4	6.2	7.9	7.5	5.5	7.9	7.9	6.1

i	21/4			20/5			gemiddeld		
	K <sub>0</sub>	K <sub>7</sub>	K <sub>14</sub>	K <sub>0</sub>	K <sub>7</sub>	K <sub>14</sub>	K <sub>0</sub>	K <sub>7</sub>	K <sub>14</sub>
0	7.9	7.6	6.2	7.6	7.0	5.7	7.4	7.0	5.8
0.5	7.5	7.2	5.4	6.7	6.4	5.3	7.3	6.9	5.4
1.0	6.9	6.8	5.0	7.5	6.8	5.7	7.3	7.0	5.4
2.0	7.1	7.0	5.6	6.7	6.3	5.4	7.2	6.9	5.7
4.0	7.1	6.3	4.6	7.0	6.2	5.1	7.3	6.8	5.4

### Bijlage 8

Resultaten gewasonderzoek, gehalten in mmol/kg droge stof.

Bemonstering 12 maart: jong volgroeid blad

Behandeling	% dr. stof	Si	P
1	11.3	53	305
2	11.7	280	273
3	11.8	470	238
4	11.8	516	248
5	11.7	478	276

Bemonstering 16 mei: jong blad, oud blad, vruchten

Behandeling	jong		oud		vrucht	
	% d.s	Si	% d.s.	Si	%d.s.	Si
1	14.7	84	21.0	244	2.3	20
2	14.0	347	20.8	665	2.0	55
3	13.3	544	20.5	1114	2.1	78
4	14.7	691	23.8	1419	1.9	118
5	13.6	776	22.3	1421	2.6	110

Bemonstering 6 juli: wortels (gespoeld in 1 N salpeterzuur)

Behandeling	% d.s	Si
1	11.0	310
2	10.5	468
3	8.9	595
4	9.3	1288
5	12.4	3835