

db

BIBLIOTHEEK
PROEFSTATION VOOR TUINBOUW
ONDER GLAS TE NAALDWIJK

Bibliotheek
Proefstation
Naaldwijk

A
2
K
89

PROEFSTATION VOOR TUINBOUW ONDER GLAS TE NAALDWIJK

Luchtvochtigheid, calcium en fosfaat bij tomaat

C. de Kreij

1991

Intern verslag nr 35

2217384.

A
2
K
89

INHOUDSOPGAVE

Pagina

1. Inleiding	1
2. Methode	1
3. Resultaten	2
3.1 Waterverbruik en samenstelling retourwater	2
3.2 Klimaat	3
3.3 Bladoppervlak, bladlengte, bladgewicht en drogestofgehalten	8
3.4 Uitval	9
3.5 Mg- en Ca-gebrek in blad	10
3.6 Productie en neusrot	10
3.7 Houdbaarheid, smaak en goudspikkels	13
3.8 Gewasanalyse	15
3.9 Kort blad	18
4. Conclusies en samenvatting	20

1. INLEIDING

's Zomers kan de luchtvochtigheid erg laag worden, wat dan samen met hoge instraling, een grote verdamping geeft. Door deze hoge verdamping kan er vochtgebrek in het gewas ontstaan. Al het xyleemvocht wordt dan naar de bladeren getransporteerd. De vruchten krijgen vrijwel geen of zeer weinig xyleemvocht, en omdat alleen xyleemvocht Ca bevat, ontvangen de vruchten weinig Ca. Verlagen van de verdamping verhoogt dus de Ca voorziening van de vruchten. Deze theorie werd getoetst in de hierna te beschrijven proef.

In 1989 werd voor tomaat een lager P gehalte aangehouden dan voorgaande jaren, namelijk respectievelijk 1 en 0,5 mmol/l in de standaardvoedingsoplossing en in het steenwolvocht.

Ook in voorgaande jaren was het P-gehalte in de standaard voedingsoplossing verlaagd: van 2 mmol/l in 1987 naar 1,5 mmol/l in 1988. In het steenwolvocht werd in 1987 1,5 mmol/l en in 1988 1 mmol/l aangehouden. De verlagingen werden doorgevoerd omdat in proeven negatieve effecten van hoog P werden gevonden, zoals lagere Mg- en Zn-opname en meer goudspikkels. Ook werd het P-gehalte verlaagd om het milieu minder met P te belasten. In 1989 klaagden de tuinders echter over veel neusrot, waarbij het lage P-gehalte als oorzaak werd genoemd. Inderdaad was bekend, dat laag P de Ca-opname vermindert. Zodoende zijn vanaf 1990 weer gehalten in de standaard voedingsoplossing en het steenwolvocht van respectievelijk 1,25 en 0,7 mmol/l aangehouden.

Gezien het grote belang van het optreden van neusrot, mogelijkwerwijs veroorzaakt door laag P en de nadelen van hoog P, was meer gedetailleerde informatie nodig over het effect van P op het optreden van neusrot, goudspikkels, Mg-gebrek en dergelijke.

Neusrot wordt bevorderd door laag Ca in de voedingsoplossing.

Misschien, dat de combinatie van laag Ca en laag P extra neusrot geeft. Om dit uit te testen werd in de faktoriële proef de invloed van Ca en P onderzocht, in combinatie met luchtvochtigheid.

2. METHODE

Zaaidatum was 1 november 1989 en op 12 december 1989 werden de tomateplanten, ras Calypso, geplant ($2,5 \text{ planten.m}^{-2}$), op steenwol in een gesloten systeem met een hoge draadteelt. De voedingen (tabel 1) werden in 16-voud en de luchtvochtigheid in 2-voud aangehouden. Fosfaat werd steeds in éénzelfde concentratie toegevoegd, die dus niet veranderde als de EC veranderde.

Tabel 1. Ca- en P-niveaus.

Ca-niveau	Streefwaarde in lekwater, mmol/l (bij EC=3 mS/cm)		
	Ca	K	Mg
1	3	12	3,5
2	8	4	2,5

P-niveau	P-toevoeging aan het systeem, onafhankelijk van EC mmol/l
1	0,75
2	1,25
3	1,75

Bij P-niveau 2 en 3 werd halverwege en aan het eind van de proef enkele weken geen P toegediend, omdat het P-gehalte in het gesloten systeem te veel opliep. De Ca- en P-voedingen werden direct vanaf planten aangehouden. Het verhoogde luchtvochtigheidsniveau werd aangehouden vanaf 2 februari 1990. Bij het verhoogde luchtvochtigheidsniveau werd bevochtigd wanneer het vochtdeficit groter was dan 0,2 kPa, met 10 nozzles per afdeling (153,6 m²) van het type Air Fog Fadia/R met een capaciteit van 2,9 liter water per sproeier per uur, bij een luchtverbruik van 3 m³ lucht per sproeier per uur. Het bleek niet mogelijk om alle 20 sproeiers (2 afdelingen met ieder 10 sproeiers) tegelijk continue te laten werken omdat de capaciteit van de compressor te klein was. Zodoende werden de 10 sproeiers in de ene afdeling afwisselend met de 10 in de andere afdeling ingeschakeld. Het klimaat met de luchtbevochtiging werd 'nat' genoemd. Het klimaat zonder luchtbevochtiging werd 'droog' genoemd; daarin werd de luchtvochtigheid alleen gemeten, er werd niet op geregeld.

Waterverbruik kon voor iedere combinatie van voeding en klimaat apart worden bepaald uit de aan het gesloten systeem toegediende hoeveelheid voedingsoplossing.

De eerste oogstdatum was 22 februari 1990 en de proef werd afgesloten op 30 juli 1990. De proef moest eerder dan gepland worden afgesloten wegens ernstige uitval door Fusarium in een enkele behandeling. Productie, neusrot, houdbaarheid, smaak en goudspikkels werden bepaald. In gewas werden K, Ca en zetmeel bepaald.

3. RESULTATEN

3.1. Waterverbruik en samenstelling retourwater

Het waterverbruik bij nat en droog klimaat staat in bijlage 1. Bij nat klimaat was het waterverbruik 10,6% lager dan bij droog klimaat. P-niveau had geen invloed op het waterverbruik. Bij laag Ca werd 4% meer water verbruikt dan bij hoog Ca.

De samenstelling van het retourwater staat in bijlage 2. Bij droog

klimaat liep het P-gehalte bij P-niveau 2 en 3 sneller op dan bij nat klimaat. Bij zeer hoge P-niveau's werd geen P meer gedoseerd (bijlage 2). Voor de drie P-niveau's was het P-gehalte gemiddeld 0,30; 1,69 en 4,17 mmol/l voor respectievelijk P-niveau 1, 2 en 3. Het verloop staat in figuur 1 en bijlage 3. Voor de twee Ca-niveau's was het gemiddeld Ca-gehalte 4,0 en 11,2 mmol/l voor respectievelijk Ca-niveau 1 en 2. Bij deze twee niveau's waren de K-gehalten 11,9 en 3,3 mmol/l en de Mg-gehalten 4,0 en 2,8 mmol/l. Bij laag P liep de pH meer op dan bij hoog P. Daarom werd bij laag P meer NH_4 toegediend. De NH_4 -toediening was gemiddeld 1,24; 0,92 en 0,76 mmol/l⁴ bij respectievelijk P-niveau 1, 2 en 3. Na accumuleerde in het gesloten systeem; chloride niet. Zo was in week 4 het Na-gehalte 1,2 en in week 31 7,0 mmol/l. Chloride bleef 0,4 à 0,5 mmol/l. Het Fe-gehalte was gemiddeld voor alle behandelingen 72 $\mu\text{mol/l}$. Bij laag Ca was het Mn-gehalte 4,9 en bij hoog Ca 7,9 $\mu\text{mol/l}$. Voor de P-niveau's 1, 2 en 3 was het Zn-gehalte 14, 22 en 25 $\mu\text{mol/l}$. Het B-gehalte was gemiddeld 120 $\mu\text{mol/l}$. Bij P-niveau's 1, 2 en 3 was het Cu-gehalte 1,4; 2,7 en 3,1 $\mu\text{mol/l}$.

3.2. Klimaat

In tabel 2 worden gemiddelde temperatuur en vochtdeficit gegeven. Bij nat klimaat was het vochtdeficit aanzienlijk lager dan bij droog klimaat.

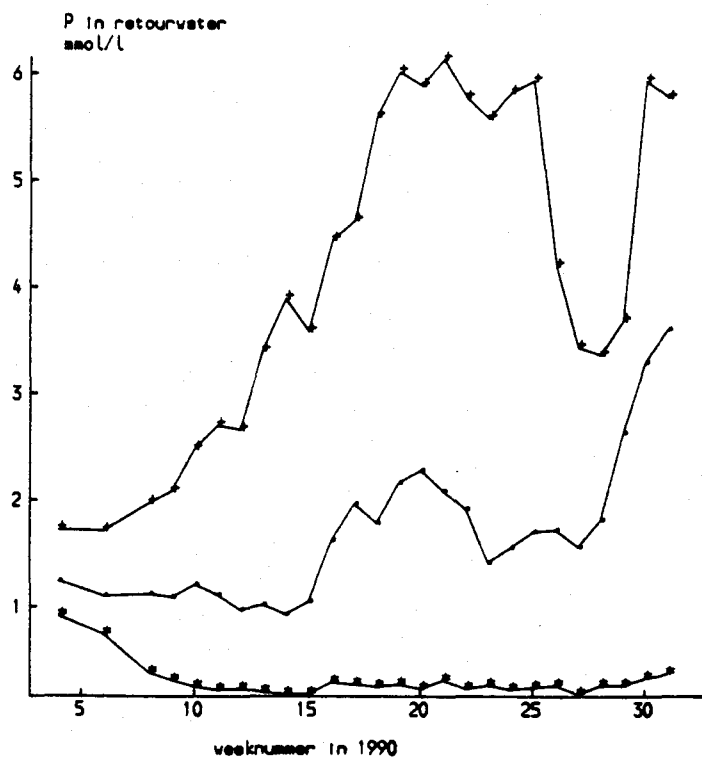
Tabel 2. Temperatuur en vochtdeficit gedurende

periode I : 1 februari - 31 mei
 II : 1 juni - 30 juli
 III : 1 februari - 30 juli
 dag: 10.00 - 16.00 uur nacht: 22.00 - 04.00 uur

Klim.	Temperatuur °C						Vochtdeficit kPa					
	Dag			Nacht			Dag			Nacht		
	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III
Nat	22,2	23,9	22,8	18,0	18,8	18,3	0,27	0,45	0,33	0,19	0,19	0,19
Droog	22,4	24,4	23,0	18,1	19,1	18,4	0,68	0,93	0,76	0,56	0,52	0,55

Gemiddeld was de temperatuur tussen nat en droog klimaat nauwelijks verschillend (0,1 à 0,2 °C). Bij veel gewas was dit vooral het geval. Een voorbeeld daarvan staat in figuur 2, de situatie van 25 maart 1990. In het natte klimaat (+ nevel) is de luchttemperatuur gemiddeld slechts 0,1 °C lager en de groeibuistemperatuur 2 °C hoger dan in droog klimaat (controle). Bij weinig gewas was in het vochtige klimaat de temperatuur wel wat lager dan bij droog klimaat. Een voorbeeld daarvan is 27 februari 1990 (figuur 2), met een verschil in luchttemperatuur van 0,3 °C, een verschil in buistemperatuur van 12 °C voor de groeibuis en 9 °C voor het hoofdnet.

Figuur 1. P-gehalte in retourwater bij P1 = dosering 0,75 mmol/l
 P2 = dosering 1,25 mmol/l
 P3 = dosering 1,75 mmol/l



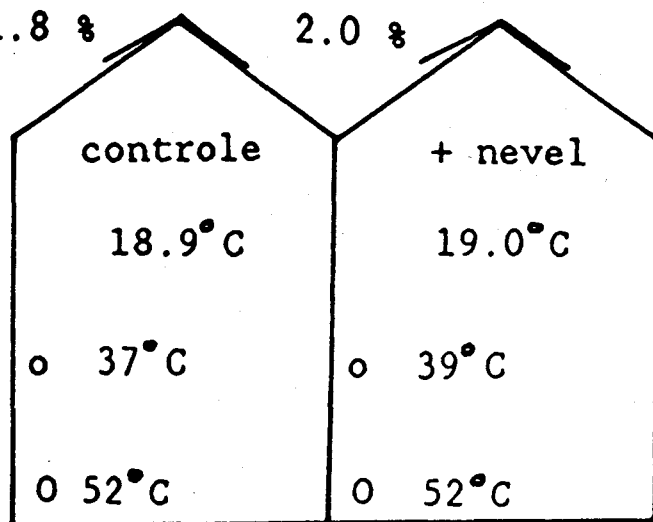
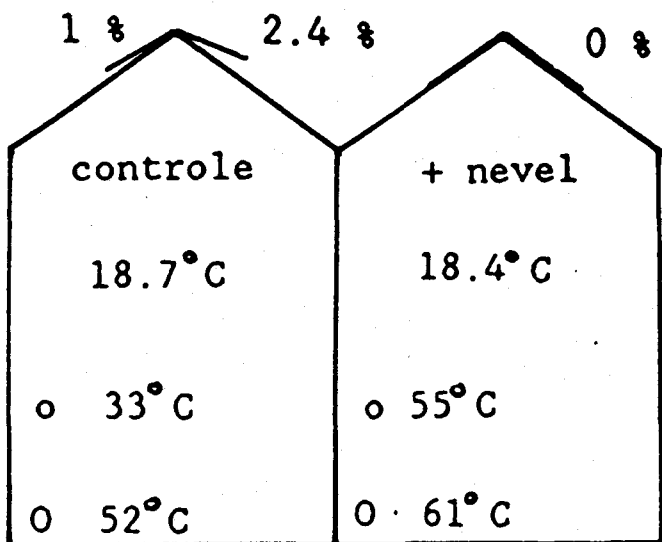
Figuur 2. Gemiddelde raamstand, lucht- en buistemperaturen op 27 februari 1990 en 25 maart 1990 bij nat (+ nevel) en droog (controle) klimaat.

27 FEBRUARI 1990

(gemidd. 0.00-24.00 uur)

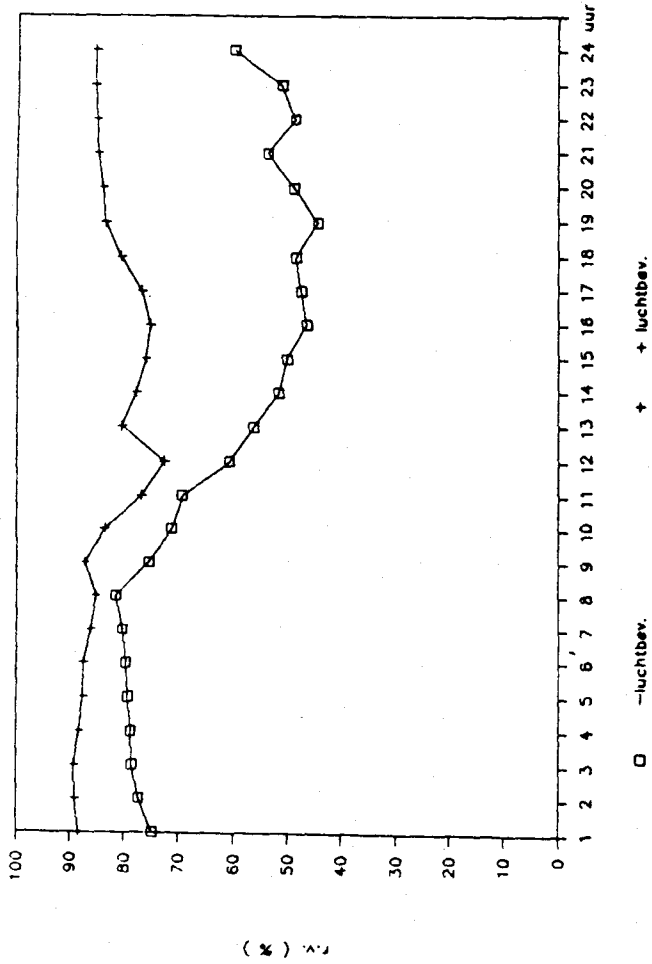
25 MAART 1990

(gemidd. 0.00- 24.00 uur)



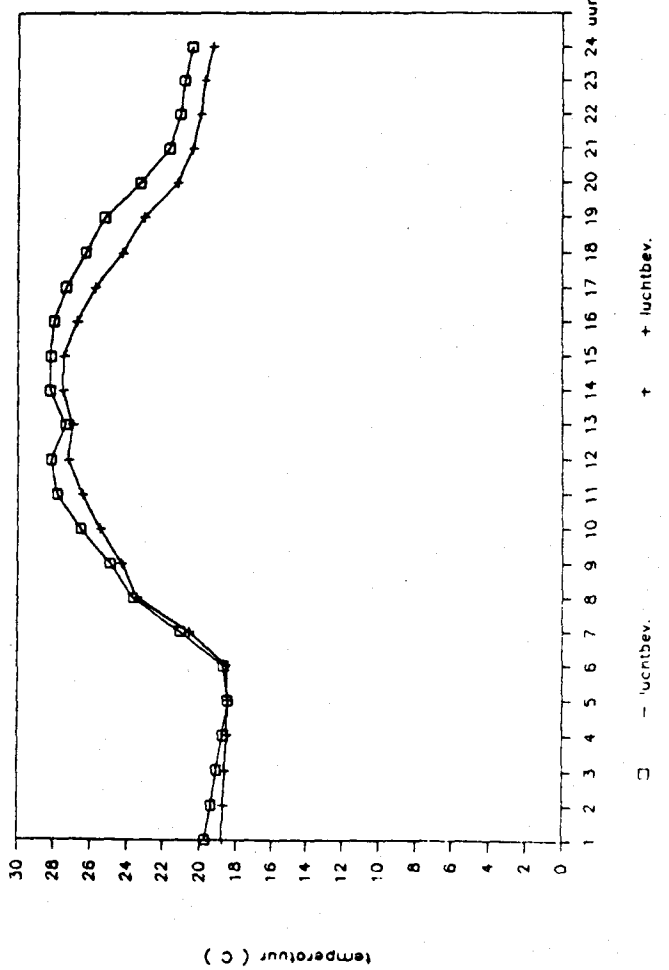
In figuur 3 wordt het verloop van de relatieve luchtvochtigheid, de luchttemperatuur, vochtgehalte van de kaslucht en de luchtraamopening bij nat (+ luchtbevochtiging) en droog (geen luchtbevochtiging) klimaat gegeven, alsmede de sproeitijd bij nat klimaat en de straling, temperatuur en vochtgehalte gemeten buiten de kas op de zeer zomerse dag 5 mei 1990. In droog klimaat daalde de relatieve luchtvochtigheid in de kaslucht tot 45%, terwijl in het natte klimaat de r.v. steeds boven 74% bleef.

RELATIEVE LUCHTVOCHTIGHEID.

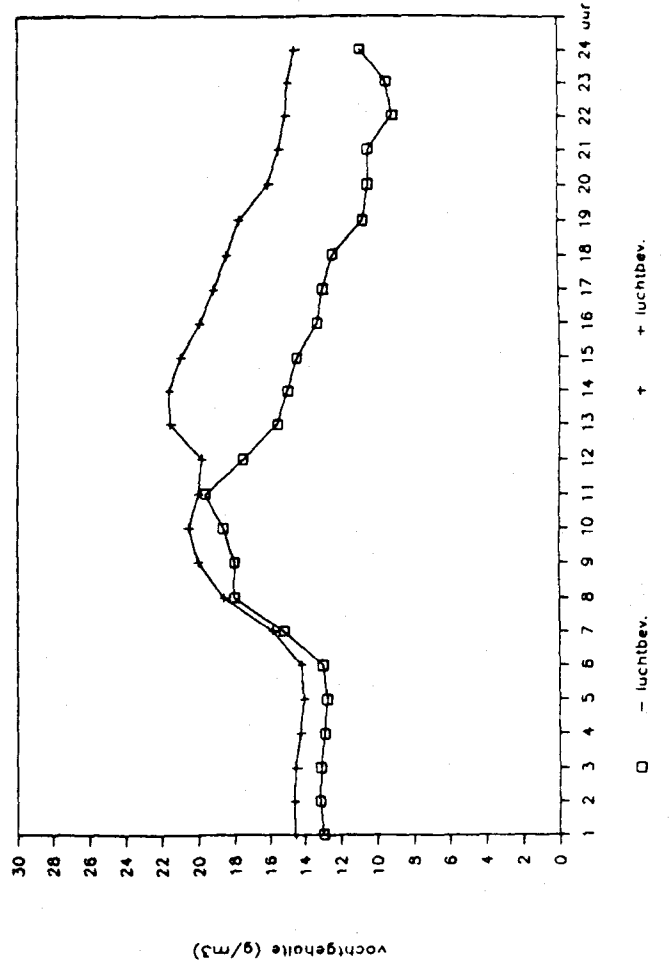


Figuur 3. Verloop van buitenklimaat en van kasklimaat bij nat en droog klimaat op 5 mei 1990.

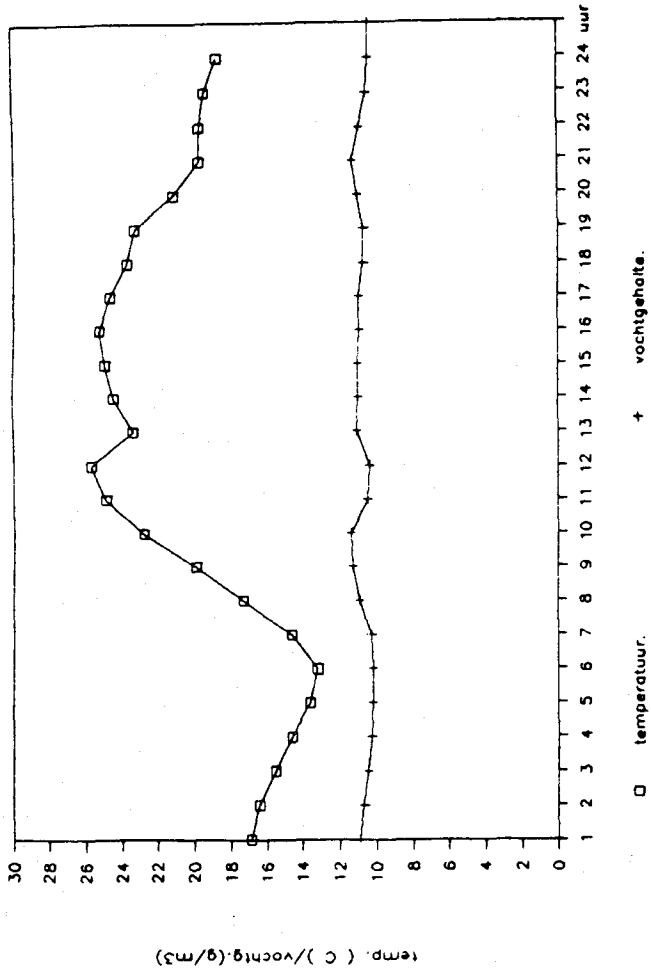
LUCHTTEMPERATUUR.



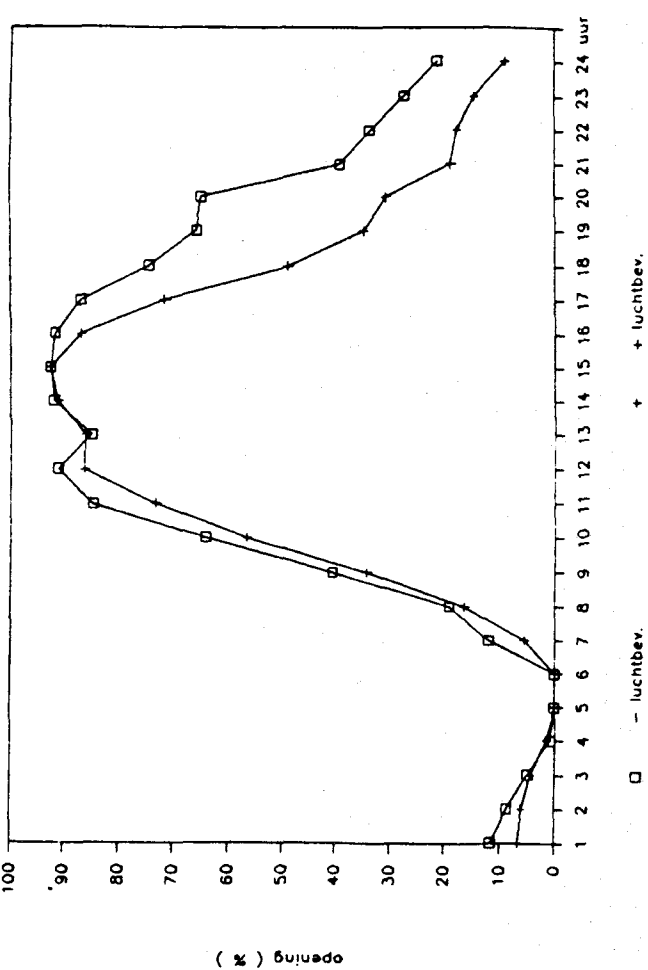
VOCHTGEHALTE KASLUCHT



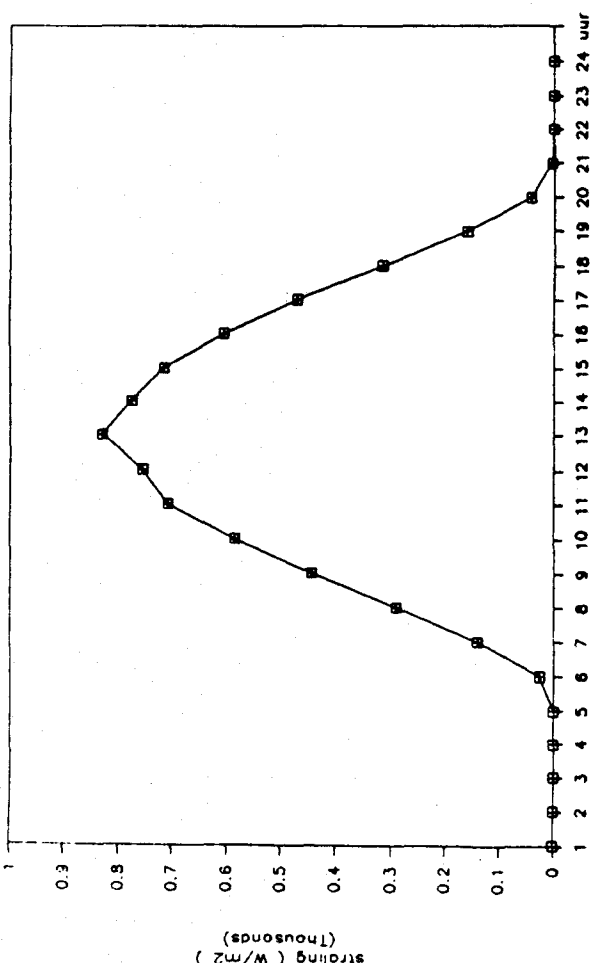
BUITENTEMP. EN VOCHTGEHALTE



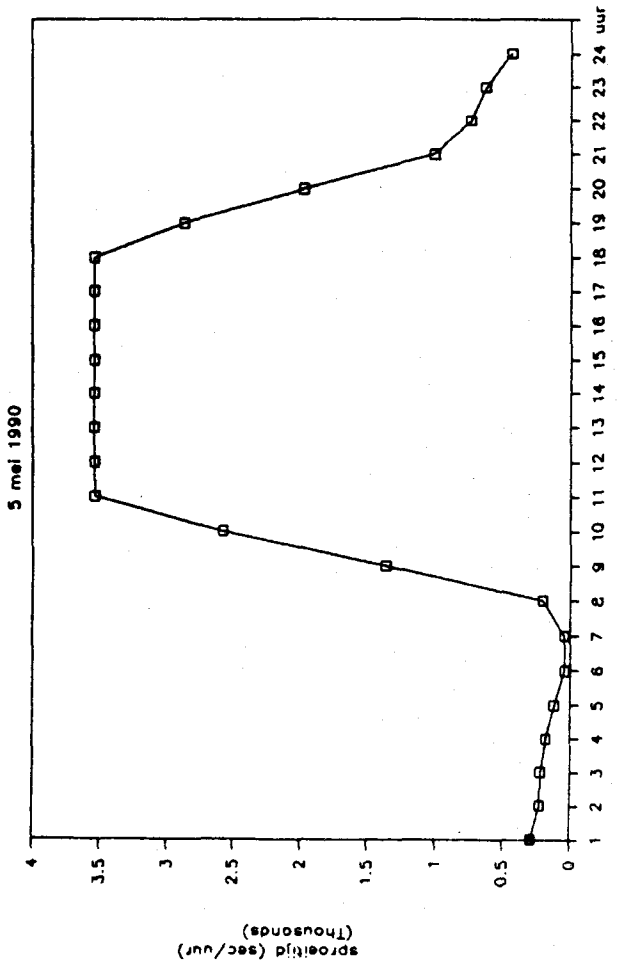
LUCHTRAAMOPENING



STRALING



SPROEITIJD



3.3. Bladoppervlak, bladlengte, bladgewicht en drogestofgehalten

Op 22 maart 1990 was er geen betrouwbaar verschil in bladoppervlak van bladeren tussen tros 2 en 3; gemiddeld was het 1991 cm² per plant. Tussen 25 april 1990 en 12 juni 1990 werden bladgewichten van bladeren tussen individuele trossen 4 tot en met 12 gemeten. De behandelingen hadden geen betrouwbaar effect. Gesommeerd over de trossen 4 tot en met 12 was er wel een betrouwbaar effect ($p = 0,01$) van P. Voor respectievelijk P-niveau 1 tot en met 3 was het vers bladgewicht tussen tros 4 - 12 646, 647 en 682 g per plant ($LSD(p=0,05)=25$). Klimaat en Ca hadden geen betrouwbaar effect.

In juli traden bij de combinatie laag Ca * laag P zeer ernstige groeistoornissen op. De indruk bestond, dat het bij het droog klimaat ernstiger was dan bij nat klimaat. Het groeipunt stierf af. Bladeren werden stug en kort, ze waren sterk gekruld. De stengels waren dik en op sommige plekken op de stengel trad wortelvorming op; op bladeren ontstonden dieven.

In tabel 3 wordt de bladlengte gegeven. Droog klimaat gaf korter blad dan nat klimaat. Laag P gaf korter blad dan midden en hoog P. Hoog P gaf korter blad dan midden P.

In tabel 4 worden vers en droog gewicht, en droge stofgehalten gegeven van blad ter hoogte van oogstbare tros aan het eind van de proef. Klimaat had geen betrouwbaar effect behalve op vers gewicht van bladschijf: bij nat klimaat 20,2 g en bij droog klimaat 17,3 g per bladschijf. Laag Ca gaf een zwaardere bladsteel, bladschijf en stengel met een lager drogestof gehalte dan hoog Ca. Des te lager het P-niveau des te zwaarder bladsteel, bladschijf en stengel waren. Laag P gaf in bladschijf een lager drogestof gehalte, dan hoog P.

Tabel 3. Bladlengte inclusief bladsteel van blad ter hoogte van oogstbare tros aan het einde van de proef.

Klim	Bladlengte in cm										
	Ca laag			Ca hoog			Gemiddeld			Gem.	
	P1	P2	P3	P1	P2	P3	P1	P2	P3		
nat	35,1	35,0	35,1	35,5	36,6	33,4	35,1	35,8	34,2	35,1	
droog	29,1	35,6	35,9	33,2	33,8	33,6	31,1	34,7	34,8	33,5	
gemiddeld	35,3	35,8	34,2	31,1	34,7	34,8	33,2	35,3	34,5	34,3	
Betrouwbaarheid:	Klim		p = 0,04; LSD(0,05) = 1,1								
	Ca		n.s.								
	P		p < 0,001; LSD(0,05) = 0,7								
	Klim*Ca		n.s.								
	Klim*P		p < 0,001								
	Ca*P		p < 0,001								
	Klim*Ca*P		p < 0,001								

Tabel 4. Vers en droog gewicht en droge stofgehalte van bladschijf, bladsteel en stengel ter hoogte van oogstbare tros aan einde van de proef.

Ca	P	bladsteel			bladschijf			stengel		
		vers	droog	ds	vers	droog	ds	vers	droog	ds
		g	g	%	g	g	%	g.cm ⁻¹	g.cm ⁻¹	%
laag	1	6,9	0,90	13,1	24,8	3,4	13,9	3,0	0,46	15,3
laag	2	5,5	0,72	13,1	18,6	2,7	14,5	1,7	0,26	15,4
laag	3	5,2	0,65	12,6	17,7	2,6	14,6	1,6	0,24	15,3
hoog	1	5,7	0,77	13,4	17,9	2,6	14,8	1,7	0,27	15,5
hoog	2	5,2	0,67	13,0	17,5	2,7	15,4	1,4	0,22	15,4
hoog	3	4,7	0,63	13,4	15,8	2,4	15,2	1,3	0,21	16,1
Betrouwbaarheid										
Klim		n.s.	n.s.	n.s.	**	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
	LSD(0,05)	-	-	-	0,4	-	-	-	-	-
Ca		***	***	*	***	***	***	***	***	n.s.
	LSD(0,05)	0,3	0,04	0,2	1,1	0,2	0,2	0,1	0,02	-
P		***	***	n.s.	***	***	***	***	***	n.s.
	LSD(0,05)	0,3	0,05	-	1,4	0,2	0,3	0,1	0,02	-
Klim*Ca		n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	**	***	n.s.
Klim*P		*	*	***	**	n.s.	***	***	***	***
Ca*P		*	n.s.	*	***	***	n.s.	***	***	n.s.
Klim*Ca*P		n.s.	n.s.	***	n.s.	n.s.	***	**	***	n.s.

3.4. Uitval

Vanaf half juni werden planten aangetast door Fusarium. Dit kwam vooral voor bij combinatie nat klimaat, hoog Ca en hoog P en bij de combinatie droog klimaat, hoog Ca en midden P.

Half juli (week 29) werden veel planten weggehaald wegens zeer ernstige aantasting. Deze uitval staat in tabel 5.

Bij berekening van neusrot, productie en verdamping is gecorrigeerd voor de uitval.

Tabel 5. Uitval in %.

Klim	Uitval					
	Ca laag			Ca hoog		
	P1	P2	P3	P1	P2	P3
nat	2	1	3	2	5	10
droog	4	1	1	2	22	2

Per behandeling werd zonder ontsmetting van drainwater gerecirculeerd op een apart recirculatiesysteem. Een besmetting die in een bepaalde behandeling ontstond zou zodoende verspreid kunnen zijn over alle velden van een betreffende behandeling.

3.5. Mg- en Ca-gebrek in blad

In maart kwam in oud blad, vooral tussen tros 3 en 4, bladvergeling (= Mg-gebrek) voor. Droog klimaat, hoog Ca en hoog P gaven meer Mg-gebrek dan nat klimaat, laag Ca en laag P (tabel 6). In één afdeling met nat klimaat kwam in maart in zeer lichte mate bladpunchchlorose voor (= Ca-gebrek). In de andere afdeling met nat klimaat kwam het niet voor. De afdelingen verschilden ook iets in luchtvochtigheid. De natste afdeling vertoonde het Ca-gebrek. Er bestond geen betrouwbare relatie tussen voeding en Ca-gebrek.

Tabel 6. Mg-gebrek, visuele beoordeling 19 maart 1990.
0 = geen gebrek, 3 = zeer ernstig gebrek.

Klim	Mg gebrek					
	Ca laag			Ca hoog		
	P1	P2	P3	P1	P2	P3
nat	0,0	0,0	0,0	0,0	0,7	0,5
droog	0,0	0,0	0,0	0,3	1,2	1,5

Betrouwbaarheid:

Klim	p = 0,02	LSD = 0,1
Ca	p < 0,001	LSD = 0,1
P	p < 0,001	LSD = 0,2
Klim*Ca	p < 0,001	
Klim*P	n.s.	
Ca*P	p < 0,001	
Klim*Ca*P	n.s.	

3.6 Productie en neusrot

In tabel 7 worden voor de perioden 22 februari 1990 tot en met 30 mei 1990, 1 juni 1990 tot en met 30 juli 1990 en voor de gehele proefperiode productie en neusrot gegeven. Een nat klimaat gaf in juni en juli een hogere opbrengst goede vruchten ten opzichte van een droog klimaat. Een nat klimaat gaf, gerekend over de gehele periode, minder massa neusrot dat een droog klimaat. Verder waren er geen betrouwbare effecten van het klimaat.

Laag Ca gaf betrouwbaar minder goede en meer neusrotte vruchten dan hoog Ca.

P-niveau 1 gaf betrouwbaar minder goede en meer neusrotte vruchten dan P-niveau 2 en 3. Tussen P-niveau 2 en 3 was geen verschil in productie goede vruchten. P-niveau 3 gaf wel betrouwbaar minder neusrot dan P-niveau 2. Er waren veel betrouwbare interacties. Ze waren meestal eenduidig.

In tabellen 8 en 9 worden interacties gegeven voor neusrot en productie goede vruchten. Voor neusrot gold het volgende: de interactie tussen Ca*klim: bij hoog Ca in combinatie met respectievelijk nat en droog klimaat 0,9 (10% van het aantal vruchten) en 1,4 kg.m⁻² (16% van het aantal vruchten), maar bij laag Ca voor nat en droog klimaat 2,8 (29% van de vruchten) en 2,8 kg.m⁻² (32% van de vruchten), dus bij laag Ca had klimaat geen effect, maar bij hoog Ca gaf droog klimaat meer neusrot dan nat klimaat.

Voor de interactie tussen Ca*P gold het volgende: gemiddeld gaf laag Ca 2,4 maal zoveel (massa) neusrot dan bij hoog Ca, bij P-niveau 1, respectievelijk 2 en 3 was het verschil tussen laag en hoog Ca 2,0; 4,4 en 2,7 keer, dus bij het middelste P-niveau was het effect van Ca het sterkst. Anders gezegd: bij hoog Ca was er geen verschil tussen P-niveau 2 en 3 (respectievelijk 0,5 en 0,5 kg.m⁻² neusrot), maar bij laag Ca gaf P-niveau 2 nog meer neusrot dan P-niveau 3 (respectievelijk 2,2 en 1,4 kg.m⁻²). De interacties die bij neusrot aanwezig waren, waren ook aanwezig bij productie goede vruchten; in die zin, dat door neusrot de opbrengst goede vruchten daalde. Zo was bij hoog Ca geen verschil tussen P-niveau 2 (28,4 kg.m⁻²) en P-niveau 3 (28,1 kg.m⁻²), maar bij laag Ca was er tussen P-niveau 2 en 3 een groter verschil in opbrengst; respectievelijk 26,6 en 27,2 kg.m⁻². De combinatie, droog klimaat, laag Ca, laag P gaf de laagste opbrengst (16,0 kg.m⁻²). De hoogste opbrengsten werden gehaald bij hoog Ca samen met P-niveau 2 en 3 (27,7 tot 28,7 kg.m⁻²). In juli hadden de planten met laag Ca en laag P zeer veel neusrot; er waren nauwelijks meer gezonde vruchten. De planten groeiden slecht; het groeipunt stierf ook af.

Tabel 7. Productie en neusrot voor periode I: 22-2-90 t/m 30-5-90
 II: 1-6-90 t/m 30-7-90
 III: 22-2-90 t/m 30-7-90

Beh.	Goede vruchten						Neusrot					
	I	II ⁻² kg.m ⁻²	III	I	II ⁻² stuks.m ⁻²	III	I	II ⁻² kg.m ⁻²	III	I	II ⁻² stuks.m ⁻²	III
Klim												
nat	13,0	12,9	25,9	217	177	394	0,6	1,2	1,8	15	30	45
droog	13,1	12,1	25,2	217	165	382	0,9	1,2	2,1	27	34	60
p-val	n.s.	0,03	n.s.	n.s.	n.s.	0,01	n.s.	n.s.	0,04	0,02	n.s.	n.s.
LSD(0,05)	-	0,4	-	-	-	2	-	-	0,2	5	-	-
Ca												
laag	12,6	11,4	24,0	210	153	363	1,1	1,7	2,8	32	43	75
hoog	13,5	13,6	27,1	224	188	413	0,4	0,8	1,1	10	21	31
p-val	0,003	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
LSD(0,05)	0,6	0,5	0,9	5	5	8	0,1	0,1	0,2	3	3	5
P												
1	11,9	9,6	21,5	200	129	329	1,4	2,1	3,5	44	56	100
2	13,6	13,9	27,5	226	190	416	0,4	0,9	1,3	11	23	34
3	13,6	14,1	27,6	226	193	418	0,3	0,7	1,0	8	16	25
p-val	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
LSD(0,05)	0,7	0,6	1,1	6	6	10	0,1	0,2	0,2	4	4	6
betr.												
Klim*Ca	*	n.s.	n.s.	*	n.s.	n.s.	***	***	**	***	***	**
Klim*P	n.s.	***	**	n.s.	***	***	**	***	***	***	***	***
Ca*P	n.s.	***	***	***	***	***	***	*	***	***	*	***
Klim*Ca*P	n.s.	*	n.s.	**	*	**	**	**	n.s.	***	**	n.s.

Tabel 8. Neusrot gedurende gehele proefperiode

Klim	Neusrot											
	Ca laag			Ca hoog			Ca laag			Ca hoog		
	P1	P2	P3	P1	P2	P3	P1	P2	P3	P1	P2	P3
	kg.m^{-2}						(aantal neusrot). (totaal aantal) ⁻¹ *100					
nat	4,3	2,6	1,4	1,9	0,3	0,4	47	25	15	20	3	4
droog	4,9	1,8	1,5	2,9	0,6	0,7	59	21	15	35	7	8
gem.	4,6	2,2	1,4	2,4	0,5	0,5	53	23	15	27	5	6

Voor betrouwbaarheid bij massa.m⁻²: zie tabel 7.

Betrouwbaarheid fractie neusrot:

Klim:	p=0,09
Ca:	p<0,001
P:	p<0,001
Klim*Ca	p=0,002
Klim*P	p<0,001
Ca*P	p<0,001
Klim*Ca*P	p=0,43

Tabel 9. Productie goede vruchten gedurende gehele proefperiode.
Voor betrouwbaarheid: zie tabel 7.

Klim	Productie								
	Ca laag			Ca hoog			gemiddeld		
	P1	P2	P3	P1	P2	P3	P1	P2	P3
	kg.m^{-2}								
nat	20,5	25,8	27,3	25,3	28,1	28,4	22,9	27,0	27,8
droog	16,0	27,4	27,1	24,3	28,7	27,7	20,1	28,0	27,4
gem.	18,2	26,6	27,2	24,8	28,4	28,1			

3.7. Houdbaarheid, smaak en goudspikkels

De behandelingen hadden geen betrouwbaar effect op de doorkleuring (gemiddeld 2,1 dag). Laag Ca en laag P gaven een korter uitstalleven dan hoog Ca en hoog P (tabel 10). Er was ook een betrouwbare interactie: bij P-niveau 1 was hoog Ca beter dan laag Ca, maar bij P-niveau 3 was het omgekeerd. In een smaakproef met een paarsgewijze vergelijking tussen de drie P-niveau's waren er geen verschillen in aangenaamheid. In tabel 11 worden de fracties vruchten gegeven die een lichte of een zware aantasting van goudspikkels hebben. Een nat

klimaat gaf meer vruchten met een sterke aantasting dan een droog klimaat. Hoog Ca en hoog P gaven meer vruchten met een lichte en zware aantasting dan laag Ca en laag P.

Tabel 10. Uitstalleven; inzet: 23-7-1990.

Ca	Uitstalleven in dagen			
	P1	P2	P3	gem.
laag	7,0	9,5	9,5	8,6
hoog	9,4	9,8	8,8	9,3
gem.	8,2	9,6	9,2	9,0

Betrouwbaarheid:

Klim:	n.s.
Ca:	p=),003; LSD (0,05)= 0,3
P:	p <0,001; LSD (0,05)= 0,4
Klim*Ca:	n.s.
Klim*P:	n.s.
Ca*P:	p <0,001
Klim*Ca*P:	n.s.

Tabel 11. Fractie vruchten met goudspikkels gedurende 19-3-1990 t/m 26-3-1990 en 11-6-1990 t/m 18-6-1990 en score.

Klim	Vruchten met lichte aantasting, %									
	Ca laag			Ca hoog			Gemiddeld			
	P1	P2	P3	P1	P2	P3	P1	P2	P3	gem.
nat	13	10	20	20	36	34	17	23	27	22
droog	5	10	16	14	36	31	9	23	24	19
gem.	9	10	18	17	36	33	13	23	25	20

Vruchten met sterke aantasting, %										
nat	3	2	6	7	14	21	5	8	14	9
droog	2	2	2	2	8	8	2	5	5	4
gem.	2	2	4	5	11	15	3	7	9	6

Betrouwbaarheid	lichte aantasting	sterke aantasting
Klim p	n.s.	0,005
LSD(0,05)	-	1
Ca	<0,001	<0,001
LSD(0,05)	4	2
P p	<0,001	<0,001
LSD(0,05)	4	3
Klim*Ca	n.s.	*
Klim*P	n.s.	n.s.
Ca*P	***	*
Klim*Ca*P	n.s.	n.s.

Score goudspikkels
 0 = geen aantasting
 3 = zeer ernstige aantasting

Ca	Score			Gem.
	P1	P2	P3	
laag	0,136	0,143	0,263	0,181
hoog	0,264	0,579	0,623	0,489
gem.	0,200	0,361	0,443	

Betr. Ca p<0,001; LSD(0,05)=0,08
 P p<0,001; LSD(0,05)=0,11
 Ca*P p=0,003

3.8 Gewasanalyse

In de tabellen 12 tot en met 16 worden K-, Ca-, Mg-, P- en zetmeelgehalten gegeven. Blad tussen tros 3-4 en 5-6 werd verzameld op 3 april 1991. De top van de plant, jong en oud blad en vruchten werden verzameld op 30 juli 1990. Vruchten waren oogstrijp en hadden geen neusrot.

Tabel 12. K-gehalten in mmol/kg ds (blad tros 3-4 en 5-6) en in mmol/l (top, jong blad, oud blad en vrucht).

Beh.	K-gehalte					
	Blad tros 3-4	Blad tros 4-5	Top	Jong blad	Oud blad	Vrucht
Klim						
nat	1562	1637	147	170	150	56,6
droog	2065	2036	157	179	173	62,8
P						
1	1841	1908	145	177	188	60,5
2	1796	1945	153	177	156	60,1
3	1802	1654	159	170	142	58,5
Ca						
laag	1914	1976	156	195	183	62,7
hoog	1712	1696	148	154	140	56,7

Tabel 13. Ca-gehalten in mmol/kg ds.

Beh.	Ca-gehalten					
	Blad tros 3-4	Blad tros 4-5	Top	Jong blad	Oud blad	Vrucht
Klim						
nat	1147	977	138	460	955	23,3
droog	948	978	129	406	884	20,2
P						
1	955	887	88	278	730	21,1
2	1036	973	141	467	976	21,5
3	1152	1073	173	554	1053	22,5
Ca						
laag	908	863	88	261	763	19,5
hoog	1187	1092	198	606	1076	24,0

Tabel 14. Mg-gehalten in mmol/kg ds.

Beh.	Mg-gehalten					
	Blad tros 3-4	Blad tros 4-5	Top	Jong blad	Oud blad	Vrucht
Klim						
nat	349	385	140	207	386	55,8
droog	268	298	129	190	356	54,2
P						
1	357	393	125	187	369	58,2
2	299	332	138	197	374	54,0
3	270	300	142	211	370	52,7
Ca						
laag	401	434	147	236	487	60,7
hoog	216	250	123	161	255	49,3

Tabel 15. P-gehalte in mmol/kg ds.

Beh.	P-gehalte					
	Blad tros 3-4	Blad tros 4-5	Top	Jong blad	Oud blad	Vrucht
Klim						
nat	231	226	163	133	149	123
droog	259	253	151	129	144	121
P						
1	174	156	150	120	115	108
2	276	292	157	131	155	130
3	284	271	163	141	170	129
Ca						
laag	252	248	160	141	151	126
hoog	238	231	153	120	142	118

Tabel 16. Zetmeelgehalte in %.

Beh.	Zetmeelgehalte				
	Blad tros 3-4	Blad tros 4-5	Top	Jong blad	Oud blad
Klim					
nat	1,5	0,3	6,8	6,0	0,6
droog	0,5	0,5	13,2	7,8	1,3
P					
1	1,0	0,3	9,2	7,8	0,8
2	1,3	0,4	9,4	6,7	1,1
3	0,8	0,5	10,0	6,2	0,9
Ca					
laag	0,7	0,4	9,6	8,1	0,9
hoog	1,3	0,5	9,4	5,7	1,0

De K-gehalten waren bij nat klimaat lager dan bij droog klimaat; ze werden niet beïnvloed door P-niveau's, maar wel door Ca-niveau. Bij laag Ca waren de K-gehalten hoger dan bij hoog Ca.

De Ca-gehalten waren in nat klimaat hoger dan in droog klimaat. Hoog P gaf hogere Ca-gehalten dan laag P en hoog Ca gaf hogere gehalten dan laag Ca.

De Mg-gehalten waren in nat klimaat hoger dan in droog klimaat. Hoog P gaf lagere Mg-gehalten in blad tussen tros 3-4 en tros 5-6; bij de overige bemonsterde plantedelen was er geen effect.

De P-gehalten werden niet beïnvloed door klimaat. P niveau 1 gaf lagere P-gehalten dan P2 en P3. Tussen P2 en P3 was weinig verschil. Hoog Ca gaf lagere P-gehalten dan laag Ca.

De zetmeelgehalten waren in droog klimaat hoger dan in nat klimaat.

Tabel 17. Droge stof gehalte in %.

Beh.	Droge stofgehalte			
	Top	Jong blad	Oud blad	Vrucht
Klim				
nat	13,9	14,2	13,2	6,0
droog	15,5	14,4	14,7	6,6
P				
1	14,4	14,3	13,6	6,8
2	14,9	14,4	14,1	6,8
3	14,9	14,2	14,1	6,2
Ca				
laag	14,4	14,4	13,7	6,3
hoog	15,0	14,3	14,1	6,8

In tabel 17 worden droge stofgehalten gegeven. In nat klimaat waren de gehalten lager dan in droog klimaat. P had weinig effect. Laag Ca gaf lagere droge stofgehalten dan hoog Ca, met uitzondering van jong blad.

Van vruchten met neusrot van behandeling 1, 2, 3, 4, 7, 8, 9, 10, 11 en 12 werden aan het eind van de proef ook K-, Ca-, Mg-, P- en drogestofgehalten bepaald. Gemiddeld waren het K-gehalte 69,7 mmol/l sap, het Ca-gehalte 16,3 mmol/kg ds, het Mg-gehalte 60,3 mmol/kg ds, het P-gehalte 132,2 mmol/kg ds en het droge stofgehalte 6,7%. Van deze neusrotte vruchten waren het Ca-gehalte lager en het Mg-gehalte hoger dan van gezonde vruchten.

3.9

Kort blad

In juni en juli kwamen bij sommige behandelingen korte, gekrulde bladeren voor. Bladstelen en de stengel werden dik en zwaar. Op de stengel kwamen wortelpunten en op de bladeren dieven. Het verschijnsel was te karakteriseren met het vers of droog gewicht van de bladstelen of de stengel. Hoe meer neusrot een bepaalde behandeling had des te meer het verschijnsel voorkwam (figuur 4).

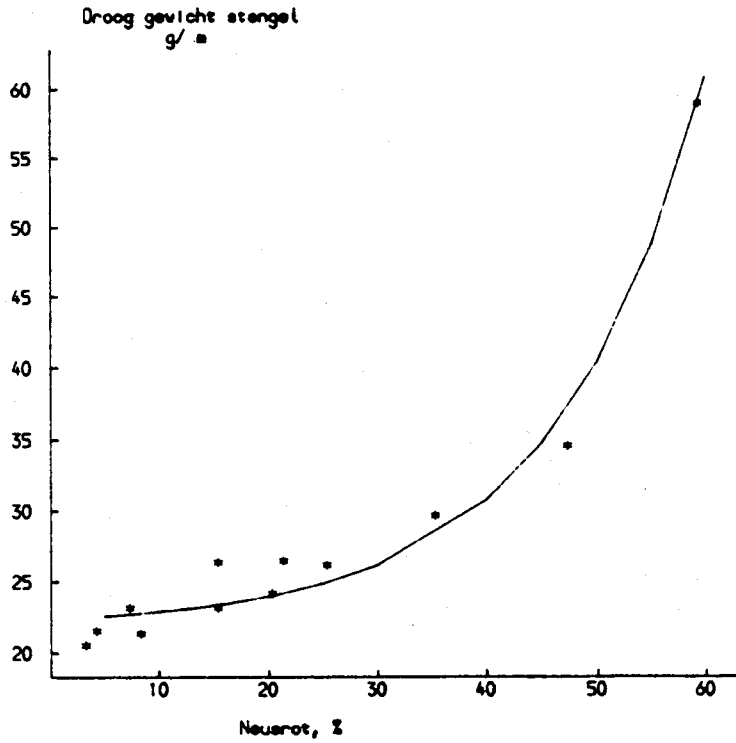
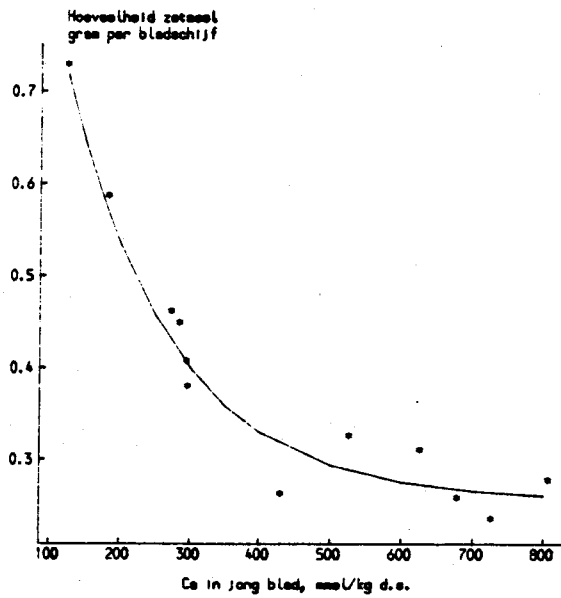


Fig. 4 Relatie tussen droog gewicht van de stengel en neusrat
De behandelingen met hoge stengelgewichten hadden ook hoge zetmeelgehalten. Dit waren de behandelingen met lage Ca-gehalten in het blad (figuur 5).



Figuur 5. Relatie tussen zetmeelhoeveelheid in de bladschijf en het Ca-gehalte in jong blad.

4. CONCLUSIES EN SAMENVATTING

Vanaf 1 november 1989 tot en met 30 juli 1990 werd een proef gedaan met tomaat c.v. Calypso, geteeld in steenwol met hergebruik van drainwater. In de recirculerende voedingsoplossing werden gemiddeld Ca-gehalten aangehouden van 4,0 en 11,2 mmol/l, uitgewisseld tegen K en Mg. Aan het recirculerend systeem werden 0,75; 1,25 en 1,75 mmol/l P toegediend, resulterend in gemiddelde P-gehalten in het systeem van respectievelijk 0,3; 1,7 en 4,2 mmol/l. De voedingsniveau's werden gecombineerd met droog (geen verneveling) en nat klimaat. Bij nat klimaat werd water verneveld als het vochtdeficit groter dan 0,2 kPa was. Dit resulteerde in een gemiddeld vochtdeficit van 0,33 kPa in nat klimaat en 0,76 kPa in droog klimaat.

In maart kwam tussen tros 3 en 4 Mg-gebrek voor. Dit gebrek kwam betrouwbaar meer voor bij hoog Ca (tegenover laag Ca) bij midden en hoog P (tegenover laag P) en bij droog klimaat (tegenover nat klimaat). In zeer lichte mate werd in één herhaling van nat klimaat Ca-gebrek in blad gevonden. Hoog Ca gaf evenveel Ca-gebrek als laag Ca.

Klimaat had geen effect op productie. Laag Ca gaf $24,0 \text{ kg.m}^{-2}$ goede vruchten en hoog Ca $27,1 \text{ kg.m}^{-2}$. Voor P-niveau 1, 2 en 3 was het respectievelijk 21,5; 27,5 en $27,6 \text{ kg.m}^{-2}$. Vooral de combinatie laag Ca*laag P gaf een lage productie, namelijk $18,2 \text{ kg.m}^{-2}$.

Neusrot kwam betrouwbaar meer voor bij droog klimaat ($2,1 \text{ kg.m}^{-2}$) tegenover nat klimaat ($1,8 \text{ kg.m}^{-2}$), bij laag Ca ($2,8 \text{ kg.m}^{-2}$) tegenover hoog Ca ($1,1 \text{ kg.m}^{-2}$) en bij laag P ($3,5 \text{ kg.m}^{-2}$) tegenover midden ($1,3 \text{ kg.m}^{-2}$) en hoog P ($3,5 \text{ kg.m}^{-2}$). Vooral de combinatie droog klimaat, laag Ca en laag P gaf zeer veel neusrot ($4,6 \text{ kg.m}^{-2}$) tegenover slechts $0,4 \text{ kg.m}^{-2}$ neusrot bij nat klimaat, hoog Ca en hoog P. Het aantal aangetaste vruchten was bij deze laatste twee genoemde behandelingen respectievelijk 59% en 4%.

Goudspikkels kwamen betrouwbaar meer voor bij de behandelingen met minder neusrot.

In juli kwamen bij bepaalde behandelingen ernstige groeiwijkingen voor. Het groeipunt stierf af, baderen werden stug en kort, zogenoemd kort blad. Bladstelen en stengel werden zwaarder. Bladsteel en bladschijf waren betrouwbaar zwaarder bij laag Ca (tegenover hoog Ca) en bij laag P (tegenover midden en hoog P). De lengte van blad (inclusief bladsteel) was bij droog klimaat minder dan bij nat klimaat. Ook gaf laag en hoog P korter blad dan midden P.

De groeiwijkingen ontstonden door lage Ca-voorziening van groeipunten en vruchten. Zodoende konden naar deze plantedelen geen assimilaten afgevoerd worden en werden de assimilaten, in de vorm van zetmeel, opgeslagen in de stengel en de bladdelen.

Bijlage 1

Waterverbruik bij nat en droog klimaat, gemiddeld voor de voedingen.

Weeknummer 1990	Waterverbruik	
	<u>nat</u>	<u>droog</u>
	1.m-2.week-1	
4	3,9	5,9
5	3,9	5,9
6	6,1	7,4
7	6,1	7,4
8	9,1	10,2
9	8,4	9,6
10	10,5	11,4
11	14,6	17,5
12	13,2	14,9
13	17,0	19,3
14	18,6	23,0
15	19,7	21,3
16	21,0	24,0
17	24,3	27,5
18	31,6	35,0
19	21,9	23,7
20	27,0	30,6
21	29,0	33,8
22	26,6	28,9
23	17,8	18,5
24	22,2	23,9
25	22,6	23,4
26	21,8	24,6
27	19,0	20,1
28	26,3	28,0
29	27,9	29,2
30	28,5	31,4
Cumulatief	498	557

Bijlage 2

Gemiddelde gehalten in drainwater.

<u>Behandeling</u>		Gemiddelde (n=26) gehalten in drainwater, EC in mS/cm (25°C), Klimaat Ca P elementen in mmol/l												
		pH	EC	NH ₄	K	Na	Ca	Mg	NO ₃	Cl	SO ₄	HCO ₃	P	
nat	1 1	5,8	3,4	0,3	10,4	5,4	4,0	3,7	22,3	0,8	4,0	0,1	0,25	
nat	1 2	5,4	3,7	0,3	12,2	6,2	4,0	4,1	25,8	1,0	3,2	0,1	1,13	
nat	1 3	5,4	3,5	0,3	12,4	6,3	3,8	3,6	22,3	1,0	3,3	0,1	3,81	
nat	2 1	5,5	3,5	0,3	3,5	4,7	11,0	2,7	27,4	0,5	3,2	0,1	0,33	
nat	2 2	5,3	3,6	0,3	3,2	5,5	11,1	2,7	26,9	0,5	3,2	0,1	1,47	
nat	2 3	5,1	3,3	0,3	3,6	5,8	9,9	2,7	24,2	0,6	2,7	0,1	3,77	
droog	1 1	5,7	3,5	0,3	10,9	5,6	4,2	3,8	23,7	0,7	3,7	0,1	0,28	
droog	1 2	5,3	3,7	0,3	12,3	6,5	4,0	4,3	24,9	0,9	3,6	0,1	2,32	
droog	1 3	5,3	3,7	0,3	13,3	6,3	3,9	4,2	23,6	0,9	3,5	0,1	4,33	
droog	2 1	5,6	3,7	0,4	2,6	4,8	12,9	2,5	28,5	0,5	3,9	0,1	0,34	
droog	2 2	5,2	3,6	0,3	3,3	5,9	10,9	2,8	26,5	0,6	3,1	0,1	1,83	
droog	2 3	5,1	3,7	0,3	3,6	6,4	11,4	3,2	25,9	0,6	3,1	0,1	4,75	

Bijlage 3

Fosfaatgehalte in lekwater bij P-niveau 1, 2 en 3 gemiddeld voor klimaat en Ca niveau

Codes: * geen P dosering bij nat klimaat en laag Ca
 + geen P dosering bij nat klimaat en hoog Ca
 - geen P dosering bij droog klimaat en laag Ca
 x geen P dosering bij droog klimaat en hoog Ca

Weeknummer 1990	Fosfaat			
	P = 1	P = 2	P = 3	
	mmol/l			
4	0,91	1,24	1,72	
6	0,74	1,10	1,71	
8	0,38	1,12	1,97	
9	0,31	1,09	2,08	
10	0,25	1,21	2,48	
11	0,22	1,11	2,70	
12	0,23	0,97	2,66	
13	0,20	1,02	3,40	
14	0,18	0,93	3,89	
15	0,18	1,05	3,58	
16	0,29	1,62	4,44	
17	0,27	1,96	4,62	
18	0,25	1,78	5,59	
19	0,27	2,16	6,01	
20	0,23	2,28	5,88	- x
21	0,31	2,08	6,13	- x
22	0,23	1,91	5,77	- x
23	0,26	1,41	5,57	* - x
24	0,22	1,55	5,82	* + - x
25	0,24	1,70	5,93	* +
26	0,26	1,72	4,20	
27	0,18	1,56	3,43	*
28	0,26	1,81	3,36	*
29	0,26	2,63	3,68	
30	0,33	3,29	5,93	- x
31	0,37	3,60	5,77	
gemiddeld (n = 26)	0,30	1,69	4,17	