

db

Bibliotheek  
Proefstation  
Naaldwijk

A  
1  
5  
74

BIBLIOTHEEK  
PROEFSTATION VOOR TUINBOUW  
ONDER GLAS TE NAALDWIJK

582

Voedingsoplossingen voor de tomateteelt in  
recirculerend water (teelt 1981).

C. Sonneveld.

Naaldwijk, maart 1982

Intern Verslag nr. 11

14480: 53

BIBLIOTHEEK  
PROEFSTATION VOOR TUINBOUW  
ONDER GLAS TE NAALDWIJK

Stamboeknr: 3148

Voedingsoplossingen voor de tomateteelt in  
recirculerend water (teelt 1981).

C. Sonneveld.

Naaldwijk, maart 1982

Intern Verslag nr. 11

223 1515

A  
—  
I  
S  
74

INHOUD.

BLZ.

Doel	1
Proefopzet	1
Verloop van de proef	2
Water en voeding	2
Opbrengst	4
Gewasonderzoek	5
Conclusies	8

### Doel.

In de afgelopen jaren zijn studies gemaakt naar de optimale ionenverhoudingen voor tomaat. In aansluiting hierop zijn in deze proef nog enkele voedingsoplossingen getoetst waarvan verwacht werd dat ze een mogelijke verbetering zouden betekenen van de voedingsoplossing zoals deze uit het voorgaande onderzoek naar voren is gekomen.

### Proefopzet.

In de proef worden de volgende voedingsoplossingen vergeleken.

1. standaardvoedingsoplossing
2. als 1; de eerste 2 maanden echter extra  $\text{Ca}^{++}$  en  $\text{NO}_3^-$
3. als 2; met extra  $\text{Mg}^{++}$
4. als 2; met minder  $\text{H}_2\text{PO}_4^-$
5. hoog  $\text{K}^+$  laag  $\text{Ca}^{++}$
6. als 5; de eerste 2 maanden echter extra  $\text{Ca}^{++}$  en  $\text{NO}_3^-$

Schematisch weergegeven zijn de voedingsoplossingen samengesteld als in tabel 1.

Ionen	Behandelingen											
	1		2		3		4		5		6	
	a	b	a	b	a	b	a	b	a	b		
$\text{NO}_3^-$	10.5	13.5	10.5	13.5	10.5	13.5	10.5	10.5	13.5	10.5	13.5	
$\text{H}_2\text{PO}_4^-$	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.25	1.25	1.5	1.5	1.5	1.5	
$\text{SO}_4^{--}$	2.25	2.25	2.25	2.25	2.25	2.375	2.375	2.25	2.25	2.25	2.25	
$\text{NH}_4^+$	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	
$\text{K}^+$	7.0	7.0	7.0	6.5	6.5	7.0	7.0	9.0	9.0	9.0	9.0	
$\text{Ca}^{++}$	3.5	5.0	3.5	4.75	3.25	5.0	3.5	2.5	4.0	2.5	4.0	
$\text{Mg}^{++}$	1.0	1.0	1.0	1.5	1.5	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	

Tabel 1. De ionensamenstelling van de voedingsoplossingen, a - eerste twee maanden, b - rest van de teelt.

Aan de sporelementen werden de in tabel 2 vermelde hoeveelheden toegediend.

<u>Element</u>	<u>Hoeveelheid</u>
Fe	20
Mn	20
Zn	geen
B	20
Cu	0,5
Mo	0,5

Tabel 2. De sporelementen toediening in de proef.

Het ijzer werd toegediend als EDDHA in verband met het vrij hoge zinkgehalte van het water dat in deze proef wordt gebruikt.

De behandelingen komen voor in 4 herhalingen. Bijlage 1 bevat de plattegrond.

Verloop van de proef.

Aanvankelijk werd met een vroege teelt tomaten gestart van het ras Sonatine. De zaaidatum was 22 oktober en de plantdatum 12 december. Begin april ging dit gewas echter verloren door een verkeerde calcid behandeling. Toen is op 13 april opnieuw geplant. Dit waren planten van een plantekweker, naar later bleek een mengsel van Sonatine en Rianto. Dit gewas ontwikkelde zwaar en was erg vruchtbaar. Regelmatig kwam in dit gewas neusrot voor. In bijlage 2 is vermeld hoeveel planten van elk ras in de proefvakken stonden. In de vakken aan de noordzijde stonden in totaal 12 planten en aan de zuidzijde 11.

De eerste vruchten werden op 29 mei geoogst en de laatsten op 5 november. In totaal is 58 maal geoogst.

Om de 6 à 8 weken werd wat AA-Terra toegevoegd aan de recirculerende voedingsoplossing; 20 mg l<sup>-1</sup>. De meststoffen werden toegediend volgens de schema's in bijlage 3. Tot 21 mei is gewerkt met de onder a genoemde schema's en daarna is overgegaan op de onder b genoemde. Voorts zijn tijdens de teelt correcties voor pH en EC doorgevoerd, evenals enkele aanpassingen in de voeding. In de tweede teelt is altijd gewerkt met de halve ijzerhoeveelheid, omdat EDDHA werd gebruikt en deze verbinding zeer stabiel is.

Water en voeding.

In tabel 2 is een overzicht gegeven van de hoeveelheid water die werd gebruikt met de hoeveelheden mest die werden toegediend.

Behandeling	apr.	mei	juni	juli	aug.	sept.	okt.
1 water	1.05	2.09	2.23	2.42	2.65	1.74	1.06
mest	10.3	12.2	12.2	15.3	3.4	13.7	5.7
2 water	1.11	2.22	2.45	2.57	2.56	1.63	1.03
mest	11.2	13.7	11.5	16.2	3.4	13.3	3.8
3 water	1.11	2.12	2.31	2.39	2.60	1.69	1.01
mest	11.1	16.7	11.0	14.8	3.4	13.3	3.8
4 water	1.05	2.23	2.55	2.79	3.03	2.06	1.15
mest	10.4	14.5	11.5	17.6	8.5	16.9	5.7
5 water	1.05	2.02	2.33	2.61	2.60	1.71	0.98
mest	10.3	11.4	12.7	16.3	3.4	13.3	3.8
6 water	1.01	2.16	2.60	2.78	2.82	1.95	1.24
mest	10.4	10.6	13.1	17.7	1.8	16.2	6.2

Tabel 2. De hoeveelheid water in l per m<sup>2</sup> per dag verbruikt en de hoeveelheid geconcentreerde (200 maal) mestoplossing in ml per m<sup>2</sup> per dag.

In augustus is erg weinig mest verbruikt. Toen is echter vrij veel kalisalpeter toegediend omdat de kalitoestand zeer laagwerd.

In tabel 3 is een totaal overzicht per behandeling gegeven.

Behandeling	water	mest	verhouding
1	2.05	10.8	190
2	2.09	10.9	192
3	2.05	11.1	185
4	2.30	12.8	180
5	2.05	10.7	192
6	2.25	11.2	201

Tabel 3. Totale hoeveelheden water en mest die per behandeling zijn verbruikt. Hoeveelheden in l resp. ml per m<sup>2</sup>.

In tabel 4 is een overzicht gegeven van de extra toedieningen aan meststoffen en zuren.

Meststoffen	Behandelingen					
	1	2	3	4	5	6
HNO <sub>3</sub> mmol	0.55	0.58	0.52	0.60	0.78	0.71
H <sub>3</sub> PO <sub>4</sub> mmol	0.25	0.26	0.25	0.23	0.26	0.25
KNO <sub>3</sub> mmol	0.89	0.85	0.87	0.77	0.87	0.85
ZnSO <sub>4</sub> μmol	0.33	overal				
CuSO <sub>4</sub> μmol	0.019	overal				

Tabel 4. De extra toevoegingen uitgedrukt in mmol/μmol per liter toegevoegd water tijdens de gehele teelt.

De behandelingen 5 en 6 hebben wat meer zuur ontvangen dan de andere behandelingen.

In tabel 5 is een overzicht gegeven van de analyseresultaten van de bemonsteringen van de recirculerende voedingsoplossing.

Bepaling	Behandelingen											
	1		2		3		4		5		6	
	a	b	a	b	a	b	a	b	a	b	a	b
PH	6.4	5.8	6.3	6.1	6.1	6.1	6.4	6.3	6.5	6.5	6.5	6.3
EC	3.1	2.5	3.5	2.8	3.3	2.7	3.4	2.7	3.2	2.7	3.5	2.8
NH <sub>4</sub>	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
K	6.0	2.3	4.2	2.1	2.7	3.0	4.9	4.5	12.9	13.6	9.0	14.5
Na	4.4	4.6	4.4	5.1	3.7	3.7	4.4	4.1	5.6	6.9	5.5	4.2
Ca	10.8	9.3	14.4	11.4	12.0	7.9	12.9	9.3	5.9	3.0	10.0	3.1
Mg	3.0	2.6	3.5	3.1	5.0	4.9	3.7	3.3	2.5	1.4	2.8	1.7
NO <sub>3</sub>	11.9	6.9	19.0	9.5	20.0	11.3	15.7	6.9	7.7	1.4	14.9	9.2
Cl	4.3	3.3	4.3	3.8	3.0	2.1	3.3	2.0	4.3	1.8	5.5	3.2
SO <sub>4</sub>	7.3	6.6	7.5	7.1	6.3	6.3	8.4	8.2	8.2	8.8	7.3	5.5
HCO <sub>3</sub>	0.5	0.2	0.5	0.4	0.5	0.4	0.7	0.6	0.6	0.7	0.7	0.4
P	0.60	0.96	0.65	0.66	0.68	1.06	0.41	1.86	0.56	0.78	0.41	0.62

Tabel 5. De analyseresultaten van de bemonstering van de recirculerende voedingsoplossing. a - tot 15 juli en b - na 15 juli.

Het kalicijfer bij de behandelingen 5 en 6 is relatief hoog en de calciumcijfers relatief laag, wat in overeenstemming is met de behandeling. Bij behandeling 3 is het magnesiumcijfer hoog, zoals is te verwachten. Bij behandeling 4 is in het laatste deel van de teelt het fosfaatcijfer hoog. Dit is tegen de verwachting en kan voor een deel worden verklaard uit het feit dat door lekkage de voedingsoplossing een keer is verversd op 17 augustus. Het gehalte was toen zeer laag en steeg plotseling door de toediening van nieuwe voedingsoplossing. Daarna is het relatief hoog gebleven. Storing door verversing is ook opgetreden bij behandeling 6.

Dit gebeurde op 20 juli. Tengevolge daarvan werden natrium en fosfaat beïnvloed.

In tabel 6 is een overzicht gegeven van de analyseresultaten van de sporelementen.

Behandeling	Fe	Mn	Zn	B	Cu
1	183	3.9	6.7	75	0.94
2	188	7.3	8.6	68	1.01
3	168	7.5	7.2	66	1.10
4	121	8.7	6.0	75	1.23
5	184	2.6	4.7	79	1.14
6	108	3.9	5.2	59	0.83

Tabel 6. Analyseresultaten van de sporelementen in het recirculerende water. Gehalten in  $\mu\text{mol l}^{-1}$ .

De lagere ijzergehalten bij de behandelingen 4 en 6 zijn te verklaren uit de verversing bij deze voedingsoplossingen. De overige gehalten vertonen geen bijzondere afwijkingen.

Opbrengst.

Zoals reeds is opgemerkt, waren twee rassen door elkaar in de proef terecht gekomen. In tabel 7 is het aantal van elk ras per behandeling vermeld.

Behandeling	Sonatine	Rianto
1	30	16
2	13	33
3	28	18
4	39	7
5	27	19
6	21	25

Tabel 7. Aantal planten per behandeling van de verschillende rassen.

Zoals blijkt, zijn bij behandeling 4 weinig planten van het ras Rianto aanwezig en bij de behandelingen 2 en 6 veel.

De aanwezigheid van twee rassen in de proef die toevalligerwijs verdeeld waren over de proefvakken heeft de resultaten van de proef wat verstoord. Teneinde deze storing te vereffenen is een correctie toegepast aan de hand van een covariantie analyse. Hierbij bleek, dat gewicht en aantal vruchten duidelijk door het ras waren beïnvloed.

In tabel 8 is een overzicht gegeven van de opbrengsten, te weten op twee data, 17 juli en 13 november.

Behandeling	17 juli				13 november			
	aantal		gewicht		aantal		gewicht	
	tot.	goed	tot.	goed	tot.	goed	tot.	goed
1	87	64	7.9	6.3	315	291	23.4	22.0
2	83	51	7.2	5.1	310	277	22.3	19.8
3	80	65	7.5	6.4	303	286	22.2	21.1
4	86	74	8.4	7.3	315	300	24.2	23.3
5	93	45	5.9	3.4	313	260	21.4	17.8
6	96	48	6.6	3.9	332	277	23.6	20.4

Tabel 8. Opbrengsten, gecorrigeerd voor rasverschillen op twee oogstdata (aantal en  $\text{kg. m}^{-2}$ ).

De verschillen tussen de behandelingen zijn doorgaans zeer betrouwbaar ( $p < 0.01$ ). Voor wat het aantal vruchten betreft, treden in juli vooral verschillen op bij de behandelingen 5 en 6: een hoog totaal aantal en een laag aantal gezonde vruchten. Aan het einde van de teelt is het totaal aantal bij behandeling 6 hoog en bij de behandeling 2, 5 en 6 is het aantal gezonde vruchten wat lager.

In juli is het gewicht vooral bij de behandelingen 5 en 6 laag. Het gewicht aan goede vruchten bij behandeling 2 is echter ook laag.

Aan het einde van de teelt is het totaalgewicht van de behandelingen 2, 3 en 5 lager dan van de overige. Aan goede vruchten is vooral bij behandeling 5 de opbrengst laag. De behandelingen 1 en 4 hebben een hoog gewicht aan goede vruchten.

In tabel 9 is een overzicht gegeven van het neusrot dat in de proef werd geoogst.

Behandeling	17 juli		13 november	
	aantal	gewicht	aantal	gewicht
1	26.1	19.9	7.5	6.8
2	38.5	30.3	10.8	10.1
3	19.4	13.8	5.7	4.9
4	14.5	11.7	5.3	4.8
5	52.1	43.9	17.3	13.2
6	50.6	42.0	16.8	12.8

Tabel 9. Aantal en gewicht van de neusrotte vruchten, gecorrigeerd voor rasverschillen, als percentage van het totaal.

De behandelingen 1, 3 en 4 hebben duidelijk minder neusrot dan de andere. Het gewichtspercentage is duidelijk lager dan het aantal als percentage. De oorzaak hiervan is het lage vruchtgewicht van de neusrotte vruchten. Een overzicht van de vruchtgewichten is gegeven in tabel 9.

Behandeling	17 juli		13 november	
	ziek	gezond	ziek	gezond
1	70	98	58	76
2	66	100	76	71
3	73	98	65	74
4	92	99	60	78
5	52	76	68	68
6	56	81	58	74

Tabel 9. Vruchtgewichten (g per stuk) van zieke en gezonde vruchten.

Het vruchtgewicht van de zieke vruchten geeft voor een deel de ernst van de aantasting weer, omdat ernstig aangetaste vruchten niet uitgroeien en dus een laag vruchtgewicht hebben. Dit is opvallend bij de vroege oogst van de behandelingen 5 en 6. Over de gehele teelt genomen is bij behandeling 2 het vruchtgewicht van de zieke vruchten hoog en van de gezonde vruchten laag.

#### Gewasonderzoek.

In de eerste teelt was reeds gewasonderzoek uitgevoerd voordat dit gewas beschadigd was. De bemonstering was op 10 maart gedaan. Bij de tweede teelt is op 7 juli bemonsterd. Bladeren en stelen werden gescheiden en de monsters van 10 maart werden ook onderzocht door middel van perssap.



Tabel 10 bevat de analyses op basis van de droge stof.

Behan- deling	Na		K		Ca		Mg		P		N-tot.	
	10/3	7/7	10/3	7/7	10/3	7/7	10/3	7/7	10/3	7/7	10/3	7/7
blad												
1	21	116	1019	923	536	643	203	157	361	213	3898	3292
2	23	97	953	902	604	786	169	173	298	203	3947	3349
3	23	95	997	734	530	807	202	200	321	219	3984	3392
4	27	105	1015	906	502	768	152	158	280	174	4347	3512
5	22	164	1149	937	533	644	215	161	348	199	3856	3138
6	25	116	1059	886	510	779	187	179	351	226	3901	3418
steel												
1	39	290	1775	1907	600	497	281	156	358	328	2207	1470
2	45	216	1844	1663	700	552	218	208	313	310	2530	1397
3	44	195	1834	1651	638	546	269	211	326	313	2458	1418
4	61	239	2028	1743	680	549	215	209	299	206	2820	1617
5	37	236	2097	1766	500	393	288	151	338	280	2341	1218
6	46	193	2034	1621	536	521	241	226	328	316	2419	1330

Tabel 10. Gehalten aan hoofdelementen in blad en steel, uitgedrukt in mmol. kg<sup>-1</sup> droge stof. Onderzoek van het gedroogde materiaal.

De natriumgehalten zijn in de tweede teelt aanzienlijk hoger dan in de eerste teelt. De verschillen in kaligehalte zijn relatief gering, evenals bij calcium en magnesium. Het fosfaatgehalte is bij behandeling 4 in het algemeen het laagst en het stikstofgehalte is het hoogst bij deze behandeling. Hoewel de verschillen relatief gering zijn voor de kationen is het kaligehalte gemiddeld over de behandelingen 1 plus 2 en 5 plus 6 duidelijk verschillend, evenals calcium. Dit blijkt uit de volgende cijfers.

		1 + 2	5 + 6
kali	blad	949	1008
	steel	1797	1880
calcium	blad	642	616
	steel	587	488

De resultaten van de perssap-analyse van de monsters op 10 maart zijn in tabel 11 samengevat. De gehalten zijn uitgedrukt op het perssap en op de droge stof

Behan- deling blad	mmol.l <sup>-1</sup> perssap					mmol. kg <sup>-1</sup> droge stof				
	Na	K	Ca	Mg	P	Na	K	Ca	Mg	P
1	2.6	104	34.6	19.2	30.0	25	1019	339	188	294
2	2.9	108	30.4	14.6	21.6	26	972	274	131	194
3	3.2	108	24.0	17.7	25.4	29	986	219	162	232
4	3.7	111	33.0	13.6	19.9	33	988	294	121	177
5	2.4	112	23.0	18.3	28.2	22	1046	215	171	263
6	3.6	118	34.6	18.0	26.3	31	1021	299	156	228
steel										
1	2.8	118	16.9	19.3	23.5	41	1726	247	282	344
2	3.0	118	18.1	12.2	17.8	46	1810	278	187	273
3	3.3	120	14.7	15.2	19.2	50	1815	222	230	290
4	4.0	126	23.6	15.0	16.8	63	1988	372	237	265
5	2.4	132	8.2	15.4	22.8	35	1908	119	223	330
6	3.2	137	17.3	18.2	19.6	46	1977	250	263	283

Tabel 11. Analyseresultaten van de monsters op 10 maart, verkregen door perssap bereiding.

De analyseresultaten van het perssap komen in grote lijnen wel overeen met die van de droge stof. Gemiddeld werden de volgende hoeveelheden gevonden bij beide analysemethoden.

	blad	droge stof	perssap	verhouding
	Na	24	28	117
	K	1032	1005	97
	Ca	536	273	51
	Mg	188	155	82
	P	326	231	71
steel				
	Na	45	47	104
	K	1935	1871	97
	Ca	609	248	41
	Mg	252	237	94
	P	327	298	91

De gevonden verhoudingen stemmen goed overeen met eerder gevonden resultaten. In de gewasmonsters is ook het droge-stofgehalte bepaald. In tabel 12 is een overzicht gegeven.

Behan- deling	blad		steel	
	10/3	7/7	10/3	7/7
1	9.26	11.21	6.40	7.55
2	10.00	11.83	6.12	8.24
3	9.87	12.12	6.20	7.93
4	10.10	11.54	5.96	8.06
5	9.67	11.60	6.47	8.59
6	10.36	11.94	6.48	8.96

Tabel 12. Droge-stofgehalten als percentage van het verse materiaal.

Duidelijke verschillen in droge-stofgehalten komen niet voor. In juli zijn de gehalten echter hoger dan in maart.

Conclusies.

In een proef werd nagegaan of enkele aanpassingen in de standaardvoedingsoplossing voor tomaten een gunstige invloed hadden op de opbrengst. De in deze proef opgenomen aanpassingen waren als volgt.

extra calciumnitraat in de eerste groeiperiode  
extra magnesium  
minder fosfaat  
meer kali - minder calcium

De proef heeft voor wat de conclusies betreft wat beperkingen. Doordat de eerste vroege teelt verloren ging moest in april met een nieuw gewas worden gestart. Dit gewas werd zeer vruchtbaar, zodat zelfs bij de standaardvoedingsoplossing extra kali moest worden ge- doseerd om kaligebrek te voorkomen. Gemiddeld was dit  $0,85 \text{ mmol. l}^{-1}$ . Ook bleken extra zuurdoseringen nodig. Gemiddeld  $0,87 \text{ mmol. l}^{-1}$ .

In deze proef gaf dosering van kali-calcium in de verhouding 7.85 : 3.5 in de recirculerende voedingsoplossing een gemiddelde verhouding 4.2 : 10.0 (behandeling 1). Een dosering in de verhouding 9.85 : 2.5 gaf in de recirculerende voedingsoplossing 13.2 : 4.4 (behandeling 5).

Schematisch

dosering K : Ca = 1 : 0.45 geeft 1 : 2.38

dosering K : Ca = 1 : 0.25 geeft 1 : 0.33

In het tweede geval zijn dosering en opname blijkbaar enigszins met elkaar in evenwicht. Toch is dit blijkbaar niet gewenst, want de extra kalidosering gaf een lagere opbrengst en meer neusrot.

De extra calciumnitraat dosering in de eerste periode had geen duidelijke voordelen. Bij de standaardvoedingsoplossing leek zelfs een wat ongunstige invloed aanwezig door extra neusrot.

Het moet niet uitgesloten worden geacht dat dit een invloed van de EC is. Bij behandeling 2 is deze periodiek wat hoger geweest dan bij behandeling 1. Dit deed zich bijvoorbeeld voor in juni; bij behandeling 1 was over deze maand de EC gemiddeld 3.0 en bij behandeling 2 gemiddeld 3.7 in de recirculerende voedingsoplossing.

De extra magnesiumtoediening gaf geen verschil in opbrengst. De wat lagere fosfaattoediening gaf een hogere opbrengst. Bij deze laatstgenoemde behandeling blijven wat moeilijk te verklaren zaken. In de recirculerende voedingsoplossing is het fosfaatgehalte de eerste periode inderdaad laag, zoals op grond van de toediening was te verwachten. Later is het gehalte echter aanzienlijk hoger. Alvorens conclusies te trekken over de fosfaattoediening lijkt het verstandig de zaak in een afzonderlijke proef nog eens te bestuderen.



Bijlage 2.

Aantal planten per proefvak van beide rassen.

vak nr.	Sonatine	Rianto
1	2	10
2	2	9
3	5	7
4	3	8
5	3	9
6	6	5
7	6	6
8	5	6
9	7	5
10	6	5
11	11	1
12	11	0
13	11	1
14	11	0
15	11	1
16	11	0
17	10	2
18	11	0
19	5	7
20	6	5
21	3	9
22	8	3
23	4	8
24	0	11