

A
I
V
78

14483 + 2619:50
Stambuch nr. 2504

PROEFSTATION VOOR TUINBOUW ONDER GLAS TE NAALDWIJK

Onderzoek naar de kopervoorziening van komkommers geteelt
in steenwol (1977).

door:

S.J. Voogt

en

C. Sonneveld

Naaldwijk, juni 1980.

Intern rapport nr. 24.

2234093

<u>INHOUD</u>	<u>PAGINA</u>
Doel	3
Proefopzet	3
Verloop van de proef	3
Waterverbruik en dosering van voedingsstoffen	4
Resultaten	5
Gewasonderzoek	10
Conclusies	11

Doel

Vaststellen van het optimaal kopergehalte van de voedingsoplossing voor de teelt van komkommers in steenwol.

Proefopzet

De proef is genomen in steenwolmatten van 30 cm breed, 90 cm lang en 7½ cm hoog. Aan de voedingsoplossingen waarmee werd gegoten werden verschillende hoeveelheden koper toegediend. De behandelingen waren als volgt:

- 0 - geen toediening van koper aan het gietwater
- 1 - toediening van 25 ppb Cu als $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$
- 2 - toediening van 50 ppb Cu als $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$
- 3 - toediening van 100 ppb Cu als $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$
- 4 - toediening van 200 ppb Ca als $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$

De behandelingen werden in viervoud aangelegd. Als gietwater werd in de proef water uit het bassin van de tuin gebruikt. Dit is water verkregen via omgekeerder osmose, eventueel vermengd met regenwater. Aan het gietwater werden behoudens koper de normaal gebruikelijke meststoffen toegevoegd. De bovengenoemde kopertoedieningen berusten op dosering bij een EC van 2,2 mS/cm. Bij lagere dosering was de kopertoediening evenredig lager.

Verloop van de proef

Op 20 mei werden de komkommers gezaaid; ras Farbio. Op 23 mei werden ze opgepot in steenwolblokken (1/4 l) en op 9 juni geplant.

Op 8 juli werd bij alle vakken van behandeling 0 kopergebrek geconstateerd. Het blad kreeg aanvankelijk een grauwe kleur en daarna begon van onder af het blad vanaf de randen af te sterven. Zie ook de foto's achterin dit verslag.

De eerste komkommers werden geoogst op 11 juli en de laatste op 10 november, waarna de proef werd beëindigd.

Waterverbruik en dosering van voedingsstoffen

De voedingsstoffen die via een druppelbevloeiingssysteem bij de planten werden gebracht werden in polyester vaten met een inhoud van 260 liter vooraf klaargemaakt. De voedingsoplossing die werd gebruikt was aanvankelijk samengesteld als volgt:

NO_3^-	11½ me/l	Fe	0,5 mg/l
H_2PO_4^-	1½ me/l	Mn	0,5 mg/l
$\text{SO}_4^{=}$	4 me/l	Zn	0,25 mg/l
NH_4^+	½ me/l	B	0,2 mg/l
K^+	7 me/l	Cu	zie behandeling
Ca^{++}	7 me/l	Mo	0,05 mg/l
Mg^{++}	1½ me/l		

Weergegeven oplossing werd in 200 maal geconcentreerde oplossing bereid uit de gebruikelijke meststoffen zoals is weergegeven op bijlage 3.

Tijdens de proef werd vanaf 28 juli tot 7 september gewerkt met de samenstelling "pH- te laag" weergegeven op bijlage 3. De overige perioden werd gewerkt met de samenstelling "pH-normaal".

Eerstgenoemde oplossing is wat minder zuur dan laatstgenoemde.

Voorts werd een paar maal gewerkt met de halve hoeveelheid borium en zink omdat deze wat te hoog werden.

Het geleidingsvermogen van de bovengenoemde voedingsoplossing was $\pm 2,2$ mS/cm.

In tabel 1 is het waterverbruik voor de verschillende maanden weergegeven in l per dag per plant.

Maand	liter/plant/dag.
juni	3,15
juli	4,24
augustus	2,74
september	2,01
oktober/november	1,44

Tabel 1. De gemiddelde watergift tijdens de proef.

Het gebruik aan chemicaliën is weergegeven in tabel 2. Het is uitgedrukt in ml geconcentreerde mestoplossing per plant per dag.

Maand	ml/plant/dag
juni	15,9
juli	22,2
augustus	11,4
september	7,1
oktober/november	5,6

Tabel 2. De toegediende voedingsoplossing in ml per plant per dag (oplossing 200 x geconcentreerd).

In tabel 3 is een overzicht gegeven van de hoeveelheid kopersulfaat ($\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$) die per plant per dag werd gegeven. Het kopersulfaat bevatte 26% Cu.

Maand	Behandeling	0	1	2	3	4
juni		-	0,30	0,60	1,21	2,42
juli		0,04	0,36	0,72	1,46	2,92
augustus		0,05	0,22	0,43	0,89	1,74
september		0,04	0,19	0,38	0,76	1,52
oktober/november		0,02	0,11	0,21	0,42	0,84

Tabel 3. De toegediende hoeveelheden kopersulfaat ($\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$) (26% Cu) in mg per plant per dag.

Zoals blijkt werd in juli bij behandeling 0 eveneens wat kopersulfaat aan het water toegevoegd. Hiermee werd op 19 juli begonnen omdat het kopergebrek dat bij deze behandeling optrad volledige afsterving van het gewas tot gevolg zou hebben gehad.

Resultaten

Opbrengst. Bij het oogsten werden de komkomers per vak geteld en gewogen. In tabel 4 zijn de opbrengstresultaten weergegeven.

Behandeling	Aantal vruchten per m ²	kg per m ²	gemiddeld vruchtgewicht in g
0	38,9	19,82	509
1	62,6	32,25	514
2	63,0	32,33	515
3	62,0	32,57	525
4	62,5	32,01	512

Tabel 4. De opbrengst van de komkommers.

De verschillen in aantal en kg per m² tussen de behandelingen zijn zeer betrouwbaar ($P < 0,01$). De verschillen in gemiddeld vruchtgewicht zijn niet betrouwbaar. De opbrengst blijkt bij behandeling 0 duidelijk achter te blijven ten opzichte van de overige behandelingen. Tussen de behandelingen 1,2,3 en 4 zijn geen duidelijke verschillen aanwezig.

Analyse voedingsoplossing

Tijdens de proef werd regelmatig de voedingsoplossing in de mat bemonsterd en geanalyseerd. In tabel 5 is de gemiddelde pH per maand voor de verschillende behandelingen weergegeven.

Maand	Behandelingen				
	0	1	2	3	4
juni	5,7	6,2	4,3	5,0	5,8
juli	4,2	4,8	5,8	4,1	4,4
augustus	4,6	5,8	6,2	5,8	6,6
september	7,1	7,0	6,8	6,8	6,4
oktober/november	5,1	5,0	4,9	5,1	6,0

Tabel 5. De gemiddelde pH-waarden van de voedingsoplossing in de steenwolmat.

Tussen de behandelingen bestaan geen duidelijke verschillen; de pH fluctueert vrij sterk. In juli is de pH gedaald; later is deze echter weer gestegen. Vanaf 28 juli tot 7 september is gewerkt met een minder zure voedingsoplossing. In tabel 6 is de gemiddelde EC-waarde voor de verschillende behandelingen weergegeven.

Maand	Behandelingen					
	0	1	2	3	4	
juni	1,5	1,3	1,6	1,6	1,6	
juli	2,2	1,8	1,9	2,0	2,1	
augustus	2,6	2,7	2,6	2,6	2,6	
september	2,1	2,2	2,1	1,9	2,6	
oktober/november	3,2	3,6	3,4	3,2	3,4	
Gemiddeld	2,3	2,3	2,3	2,3	2,5	2,3

Tabel 6. De gemiddelde EC-waarden van de voedingsoplossing in de steenwolmat.

Tussen de behandelingen zijn de verschillen in EC-waarde gering. Aan het einde van de proef is de EC nogal hoog opgelopen. In tabel 7 zijn de gemiddelde gehalten aan stikstof, fosfaat, kali en magnesium opgenomen. De gehalten zijn gemiddeld over de diverse behandelingen, omdat de verschillen onderling niet groot waren.

Maand	Stikstof me/l	Fosfaat mg/l	Kali me/l	Magnesium me/l
juni	8,6	24,3	4,7	1,6
juli	12,0	28,1	6,3	2,1
augustus	12,8	16,6	8,4	2,7
september	7,9	8,3	4,6	3,4
oktober/november	14,7	18,7	7,8	3,6
Gemiddeld	11,2	19,2	6,4	2,7

Tabel 7. Het gemiddelde stikstof, fosfaat, kali en magnesiumniveau in de steenwolmat tijdens de teelt.

Het stikstofniveau is gemiddeld juist geweest. Fosfaat is in de maand september wat laag als gevolg van het oplopen van de pH in die periode. Kali en magnesium zijn gemiddeld voldoende hoog geweest.

In tabel 8 zijn de gemiddelde gehalten voor calcium, ijzer, mangaan, zink en borium weergegeven.

Maand	Calcium me/l	Ijzer ppm	Mangaan ppm	Zink ppm	Borium ppm
juni	6,0	0,49	0,90	0,53	0,40
juli	9,6	0,85	0,96	0,72	0,38
augustus	10,4	0,80	1,14	0,96	0,62
september	9,3	0,99	0,71	1,32	0,72
oktober/november	11,0	1,38	1,31	0,89	0,60
Gemiddeld	9,2	0,90	1,00	0,88	0,54

Tabel 8. De gemiddelde gehalten voor calcium en de sporelementen ijzer, mangaan, zink en borium in de steenwolmat tijdens de teelt.

In juni is het calciumgehalte gemiddeld wat laag geweest als gevolg van de lage EC-waarden die gedurende deze maand zijn voorgekomen. Het gemiddelde calciumniveau over de gehele teelt was echter goed. Het sporelementniveau was gemiddeld vrij hoog.

In tabel 9 zijn de gemiddelde gehalten aan koper voor de verschillende behandelingen weergegeven.

Maand	Behandelingen	0	1	2	3	4
juni		< 5	16	35	71	150
juli		< 5	14	42	117	260
augustus		< 5	16	67	112	340
september		< 5	16	29	140	335
oktober/november		19	25	43	123	302
Gemiddeld		-	17	43	112	277

Tabel 9. De gemiddelde kopergehalten (p.p.b.) in de mat voor de verschillende behandelingen.

Inverband met het optreden van verschijnselen van kopergebrek is vanaf juli wat kopersulfaat aan het voedingswater van behandeling 0, toegevoegd. Aan het eind wordt zoals blijkt wat koper in de mat teruggevonden. Bij de overige behandelingen werden de in de proefopzet weergegeven kopergehalten niet altijd bereikt. De gehalten van behandeling 1 en 2 lagen doorgaans wat te laag. Het gehalte van behandeling 3 was juist en van behandeling 4 veel te hoog. Bij behandeling 4 heeft duidelijk accumulatie plaatsgevonden. Een en ander is goed te verklaren uit de opname door het gewas.

Samenstelling bijgedruppelde voedingsoplossing

Met behulp van de gegevens van tabel 1 en 2 kon de samenstelling van de voedingsoplossing worden berekend die bij de planten werd gedruppeld. In tabel 10 is deze samenstelling weergegeven.

Macro-elementen	me/l	Micro-elementen	p.p.m.
NO_3^-	10,1	Fe	0,44
H_2PO_4^-	1,3	Mn	0,44
$\text{SO}_4^{=}$	3,5	Zn	0,19
NH_4^+	0,4	B	0,14
K^+	6,2	Cu zie tabel 11	
Ca^{++}	6,1	Mo	0,04
Mg^{++}	1,3		

Tabel 10. De samenstelling van de voedingsoplossing in me/l per plant zoals deze tijdens de proef werd bijgedruppeld.

Zoals blijkt liggen de gehalten van de voedingsoplossing, die in werkelijkheid is bijgedruppeld wat lager dan van de voedingsoplossing zoals deze aanvankelijk was samengesteld.

Met behulp van tabel 1 en 3 is berekend hoeveel koper per liter water is gedoseerd. In tabel 11 zijn de hoeveelheden weergegeven.

Maand	Behandelingen	0	1	2	3	4
juni		-	25	50	100	200
juli		3	22	44	90	179
augustus		3	21	41	84	165
september		5	25	49	98	197
oktober/november		4	20	38	76	152
Gemiddeld		4	23	44	90	179

Tabel 11. De gemiddelde kopergehalten (p.p.b.) uitgedrukt op de hoeveelheid water die werd bijgedruppeld.

Zoals blijkt zijn de kopergehalten van de voedingsoplossingen lager dan aanvankelijk in de proefopzet zijn weergegeven.

Gewasonderzoek

Het gewas is enkele malen bemonsterd en onderzocht op koper. Op 15 juli werden jong volgroeide bladeren, oude bladeren en vruchten bemonsterd. Op 27 september jonge volgroeide en oude bladeren en op 3 november vruchten. De resultaten van de behandelingen zijn opgenomen in tabel 12.

Behandeling	jong blad		oud blad		vrucht	
	15/7	27/9	15/7	27/9	15/7	3/11
0	2,9	5,5	3,3	3,2	2,9	5,9
1	8,0	7,4	6,9	3,4	8,2	8,1
2	9,8	9,5	7,8	6,0	9,4	9,2
3	9,7	10,1	9,9	6,7	9,4	12,4
4	10,9	10,5	8,8	7,4	10,0	13,4

Tabel 12. Het kopergehalte in het gewas, uitgedrukt in mg per kg droge stof.

Zoals blijkt, is het kopergehalte bij behandeling 0 het laagst. Over het algemeen neemt het bij behandeling 1 snel toe en stijgt daarna bij de andere behandelingen slechts geleidelijk. Blijkbaar heeft de komkommer een goed selectief vermogen tegen te grote hoeveelheden koper.

Het droge-stofgehalte van de gewasmonsters van de beide bemonsteringen is weergegeven in tabel 13.

Behandeling	jong blad		oud blad		vrucht	
	15/7	27/9	15/7	27/9	15/7	3/11
0	9,1	9,1	7,1	9,0	2,87	2,32
1	9,1	9,0	7,6	10,5	2,98	2,51
2	8,8	9,1	7,8	10,5	2,89	2,52
3	10,0	9,8	7,3	10,9	3,04	2,44
4	9,9	9,1	8,1	9,9	2,94	2,57

Tabel 13. De droge- stofgehalten bij de beide bemonsteringen.

Conclusies

In een proef met komkommers geteeld in steenwol werd de voorziening van koper nagegaan. Er werd met vijf voedingsoplossingen gewerkt, waarin de kopergehalten uitéén liepen van aanvankelijk 0 tot gemiddeld 179 p.p.b. Omdat bij behandeling 0, ongeveer na een maand, kopergebrek optrad werd bij deze behandeling eveneens wat koper toegevoegd. Gemiddeld werd vanaf 19 juli bij deze behandeling 4 p.p.b. Cu toegevoegd, wat voldoende bleek te zijn om kopergebrek te voorkomen. In de mat varieerden de kopergehalten van gemiddeld 8 p.p.b. tot 277 p.p.b.

De opbrengst van behandeling 0 bleef in vergelijking met de andere behandelingen sterk achter. Tussen de behandelingen 1, 2, 3 en 4 bleken geen grote opbrengstverschillen te bestaan. Een kopergehalte van 25 p.p.b. in de voedingsoplossing blijkt voldoende te zijn voor een optimale opbrengst.

Bij een dergelijk Cu gehalte in de voedingsoplossing wordt in het blad en de vrucht een kopergehalte gevonden tussen 7 en 10 mg Cu. kg⁻¹ droge stof.

Samenstelling voedingsoplossingen mg/l.

Meststof	pH normaal	pH te laag
Kalksalpeter	637	637
Ammoniumnitraat	40	40
Kalisalpeter	404	404
Fosforzuur	98	49
Fosmagnit	125	250
Zwavelzure kali	261	261
Bitterzout	128	64
IJzerchelaat 330 Fe	5,6	5,6
Mangaansulfaat	1,6	1,6
Zinksulfaat	1,1	1,1
Borax	1,8	1,8
Natriummolybdaat	0,12	0,12

Kopergebrek in drie stadia.

