

Bib.

db  
Bibliotheek  
Proefstation  
Naaldwijk

A  
1  
S  
74

Voedingsoplossingen voor komkommer geteeld in steenwol.  
Praktijkonderzoek 1976.

BIBLIOTHEEK  
PROEFSTATION voor de GROENTEN- en  
FRUITTEELT onder GLAS te NAALDWIJK

C. Sonneveld

intern verslag no. 38

Naaldwijk juli 1977

2231603

14480-50  
74

14480 : 50

Stamboek nr.  
8892

Voedingsoplossingen voor komkommer geteeld in steenwol.  
Praktijkonderzoek 1976.

C. Sonneveld

Inhoud.

	blz.
Inleiding	1
Opzet en verloop van het onderzoek	1
Resultaten	3
Gewasonderzoek	7
Conclusies	9
Bijlagen	11 enz.
Aanhangsels	17 enz.

### Inleiding.

In 1976 is voor het eerst op enkele bedrijven op grote schaal gestart met het telen van komkommer en tomaat in steenwol. In het voorgaande jaar was op kleinere schaal reeds enige ervaring opgedaan. Op het Proefstation te Naaldwijk waren voedingsoplossingen berekend voor deze teelten. Teneinde na te gaan in hoeverre deze oplossingen geschikt waren, is op twee bedrijven de samenstelling van de gedoseerde oplossing en van de voedingsoplossing in de steenwolmat systematisch gecontroleerd. De resultaten zijn in dit verslag samengevat.

### Opzet en verloop van het onderzoek.

Het onderzoek is op de volgende bedrijven uitgevoerd.

A. W. Haket, Strikkade, Pijnacker.

B. J. Bijl, Tuindersweg 119, Maasdijk.

Op eerstgenoemd bedrijf werden komkommers en op laatstgenoemd bedrijf tomaten op steenwol geteeld. De planten stonden op steenwolmatten van 30 cm breed en  $7\frac{1}{2}$  cm dik.

Op beide bedrijven werd regenwater gebruikt. Als gevolg van de aanhoudende droogte moest al spoedig op oppervlaktewater worden overgeschakeld: Op bedrijf A was dit begin mei het geval en op bedrijf B moest in maart reeds oppervlaktewater worden gebruikt. Periodiek konden kleine hoeveelheden regenwater worden benut.

De voedingsoplossing werd in principe als volgt samengesteld.

$\text{NO}_3^-$	12 me/l	Fe	2,0 mg/l
$\text{H}_2\text{PO}_4^-$	1 me	Mn	1,0 mg
$\text{SO}_4^{--}$	6 me	Zn	0,5 mg
$\text{K}^+$	7 me	B	0,3 mg
$\text{Ca}^{++}$	8 me	Cu	20 ppb
$\text{Mg}^{++}$	3 me	Mo	50 ppb

Zie voor de wijze van samenstelling de voorschriften die hiervoor zijn gemaakt.

Bovenomschreven oplossing heeft een E.C. van 2.2. Veelal wordt niet in deze concentratie gedoseerd. De onderlinge verhoudingen zullen echter blijven bestaan.

Tijdens de teelt is de samenstelling van de voedingsoplossingen zo nodig aangepast. Dit gebeurde aan de hand van de analyseresultaten van de oplossing in de steenwolmat.

De volgende aanpassingen waren nodig.

Bedrijf A. In het begin werd de  $Mg^{++}$  concentratie gehalveerd en later werd slechts  $\frac{1}{4}$  gedoseerd. Voorts werden extra  $KNO_3$  en  $HNO_3$  gedoseerd. Cu werd vrijwel niet gegeven en van Fe  $\frac{1}{4}$  van de hoeveelheid.

Bedrijf B. Magnesium is doorgaans in halve concentratie gedoseerd. Regelmatig is extra  $HNO_3$  gegeven. Fe is in  $\frac{1}{4}$  van de concentratie gedoseerd. Cu werd veelal niet gegeven en B en Zn werden vaak in halve concentratie gedoseerd.

Het onderzoek vond plaats door gedurende de gehele periode het druppelwater te verzamelen. Dit werd iedere twee weken bemonsterd. De ene maal werden E.C., Cl, N, P, K, Mg en pH bepaald en de andere maal tevens Fe, Mn, Zn, B en Cu. Incidenteel is ook Ca bepaald. Tegelijkertijd als over een periode van twee weken het voedingswater werd bemonsterd, werd ook een monster uit de steenwolmat genomen. De zelfde bepalingen werden in dit monster uitgevoerd.

In het gietwater dat werd gebruikt kwamen soms aanzienlijke hoeveelheden voedingselementen voor. Vooral als met oppervlaktewater wordt gewerkt kan dit het geval zijn. In regenwater kunnen echter ook verschillende componenten worden aangetroffen. Het bassin bij bedrijf A is in maart een keer onderzocht. De analyseresultaten zijn in tabel 1 opgenomen. Tevens zijn in deze tabel gemiddelde waarden van het oppervlaktewater opgenomen. De resultaten van de macro-elementen zijn gemiddelde waarden ontleend aan een vroegere publicatie<sup>2)</sup>. De resultaten van de micro-elementen zijn ontleend aan een oriënterend onderzoek uit 1974.

	bassin	oppervlaktewater	eenheid
EC	0.4	1.5	mS
pH	5.6	8.0	
Cl	0.3	5.7	me/l
N	0.4	0.4	me
P	0.1	0.9	me
K	0.2	0.5	me
Mg	0.2	2.1	me
Fe	0.10	0.2	ppm
Mn	<0.05	0.2	ppm
Zn	0.96	0.1	ppm
B	<0,05	0.2	ppm
Cu	8	-	ppb

Tabel 1: Analyseresultaten van het gebruikte gietwater (zie tekst).

Voor wat betreft het water in het bassin van bedrijf A valt vooral het hoge zinkgehalte op. Dit zal veroorzaakt zijn door het verzinkte kasdek. De resultaten van het oppervlaktewater moeten gezien worden als een indicatie. Grote schommelingen in zoutensamenstelling zijn mogelijk.

Naast het onderzoek van de voedingsoplossingen is op beide bedrijven ook twee maal het blad bemonsterd en geanalyseerd.

#### Resultaten.

In de bijlage 1 tot en met 6 zijn de analyseresultaten van het druppelwater en de voedingsoplossing in de mat weergegeven. De gemiddelden van EC, pH en macro-elementen zijn voor bedrijf A in tabel 2 opgenomen. Voor dit bedrijf is onderscheid gemaakt voor de periode voor 1 mei (regenwater) en de periode na 1 mei (gemengd met oppervlaktewater).

bepaling	voor 1 mei		na 1 mei	
	druppel	mat	druppel	mat
EC	2.2	2.1	2.4	3.5
pH	3.5	6.6	6.1	6.9
Cl	0.7	1.0	4.7	12.3
N	12.6	8.5	10.0	10.8
P	26	11	28	13
K	6.7	4.5	5.0	5.0
Mg	2.2	3.6	2.4	5.0

Tabel 2: De gemiddelde waarden van analyseresultaten van bedrijf A.

Teneinde een goede vergelijking mogelijk te maken, zijn voor bedrijf B ook de analyseresultaten gesplitst in twee groepen en wel voor en na 1 mei. De analyseresultaten van de mat op 21 januari zijn echter niet in de berekening opgenomen omdat deze nog niet door het druppelen waren beïnvloed. In tabel 3 zijn de gemiddelden opgenomen.

bepaling	voor 1 mei		na 1 mei	
	druppel	mat	druppel	mat
EC	2.1	2.7	2.4	3.4
pH	5.3	6.9	6.3	6.8
Cl	2.9	4.0	6.4	12.4
N	9.6	11.1	9.2	12.1
P	12	8	25	19
K	4.0	3.0	4.9	5.5
Mg	2.2	5.8	2.6	4.9

Tabel 3: De gemiddelde waarden van de analyseresultaten van bedrijf B.

In de tabellen 2 en 3 is het vooral interessant de samenstelling van het druppelwater en de voedingsoplossing in de mat te vergelijken. Bij een goede onderlinge verhouding van de voedings-elementen mogen in de mat geen sterke accumulaties voorkomen.

Zoals blijkt is de EC van het druppelwater op beide bedrijven vrijwel gelijk. De EC in de mat is bij bedrijf B in de periode vóór 1 mei hoger dan bij bedrijf A. Dit is vooral veroorzaakt door de hoge EC-waarde die aan het begin van de teelt reeds was aangebracht in de mat. Dit is dus niet veroorzaakt door het druppelwater dat tijdens de teelt was gegeven.

De pH in de mat was belangrijk hoger dan van het druppelwater. Vooral bij een lage pH van het druppelwater was het verschil groot. Blijkbaar buffert de mat de pH bij een vrij hoge waarde. Chloor wordt geaccumuleerd; vooral in perioden als het chloor van het druppelwater hoog is. Vooral op bedrijf A werden periodiek hoge waarden aangetroffen.

De verhouding tussen stikstof in het druppelwater en in de mat ligt gunstig. Bij bedrijf B treedt enige accumulatie op; bij bedrijf A duidelijk niet.

Het fosfaat is in de mat algemeen lager dan in het druppelwater. Naast een grote opname kan precipitatie bij de hoge pH in de mat een rol spelen.

Kali is in de beginperiode in de mat lager dan in het druppelwater. Dit is een gevolg van een periodiek grote kaliopname (zie figuur 1). Later bestaat een goed evenwicht. Het moet niet uitgesloten worden geacht dat het natriumgehalte hierbij een rol heeft gespeeld. Bij een hoog natriumgehalte kan namelijk minder kali worden opgenomen.

Magnesium wordt vrij sterk geaccumuleerd in de mat. Een hoeveelheid van 2 à  $2\frac{1}{2}$  mval in de voedingsoplossing is blijkbaar meer dan voldoende. Ondanks het feit dat magnesium reeds sterk werd gereduceerd bij de toediening, is het gehalte in het druppelwater nog vrij hoog. Dit is gedeeltelijk veroorzaakt door het gebruik van oppervlaktewater dat reeds vrij veel magnesium bevat.

De magnesiumaccumulatie in de mat zal ook zijn beïnvloed door het vrijkomen van dit element uit de steenwol. Uit de steenwol kunnen namelijk flinke hoeveelheden magnesium vrijkomen (zie aanhangsel 1).



De resultaten van het onderzoek van de spoorelementen zijn samengevat in tabel 4.

bepaling	bedrijf A		bedrijf B	
	druppel	mat	druppel	mat
B	0,25	0,56	0,41	0,66
Fe	0,77	0,90	0,53	0,98
Mn	0,77	0,94	0,49	0,78
Zn	0,79	1,25	0,62	0,62
Cu	66	120	71	89

Tabel 4: De gemiddelde waarden van de analyseresultaten van het spoorelementen-onderzoek.

Bij het berekenen van de gemiddelden zijn de uitkomsten van de ijzerbepaling vóór 12 april buiten beschouwing gelaten.

Deze zijn namelijk te hoog. Dit werd veroorzaakt door de voorbehandeling van de monsters op het laboratorium (zie hiervoor aanhangsel 2). Voorts is op bedrijf B de uitkomst van de ijzerbepaling in de mat van 9 juni eveneens niet meegerekend. Deze uitkomst lijkt onwaarschijnlijk hoog.

Bij borium is de dosering redelijk in overeenstemming met de voorgeschreven concentratie geweest. In de mat is de concentratie wat hoger dan in het druppelwater.

IJzer is doorgaans in  $\frac{1}{4}$  van de voorgeschreven 2.0 ppm gedoseerd. Dit klopt redelijk met de gevonden hoeveelheden in het druppelwater. In de mat is het gehalte rond 1.0 ppm geweest, hetgeen blijkbaar voldoende hoog is geweest daar op de bedrijven geen ijzergebrek is gevonden.

Mangaan is lager gedoseerd dan voorgeschreven. De concentratie in de mat is redelijk goed.

Zink is in het druppelwater hoog, wat vooral op bedrijf A nogal wat accumulatie in de mat heeft gegeven. Het hoge zinkgehalte van regenwater van het kasdek zal hieraan bijgedragen hebben. Koper is bijna niet gedoseerd. Desondanks is de concentratie in het druppelwater en in de mat hoog. De aanwezigheid van koperen kranen en pompinstallaties in de watervoorzieningsystemen zullen dit veroorzaakt hebben.

Gewasonderzoek:

Op 25 mei en op 11 september werd op beide bedrijven het gewas bemonsterd. Hiertoe werden jonge volgroeide bladeren verzameld. In tabel 5 zijn de resultaten opgenomen.

Bepaling	bedrijf A		Komkommer kasgrond	Bedrijf B		Tomaat kasgrond
	25/5	11/9		25/5	11/9	
Na	0,21	0,24	0,16	0,62	0,46	0,38
K	4,34	3,47	2,41	2,51	4,15	3,58
Ca	6,15	3,70	6,18	4,89	3,78	6,93
Mg	0,43	0,65	0,68	0,75	0,45	0,76
P	0,43	0,61	0,49	0,33	0,37	0,62
Cl	1,44	1,55	1,90	2,14	2,93	2,58
N	4,55	5,53	4,57	3,77	3,54	3,02
NO <sub>3</sub> -N	0,56	0,40	0,10	0,10	0,13	1,10
SO <sub>4</sub> -S	0,50	0,46	0,24	1,52	1,28	2,05
Fe	166	176	-	202	108	-
Mn	166	272	-	171	126	-
Zn	131	78	-	162	78	-
B	82	53	-	29	52	-
droge stof	7,3	9,5	12,4	14,3	10,1	9,5

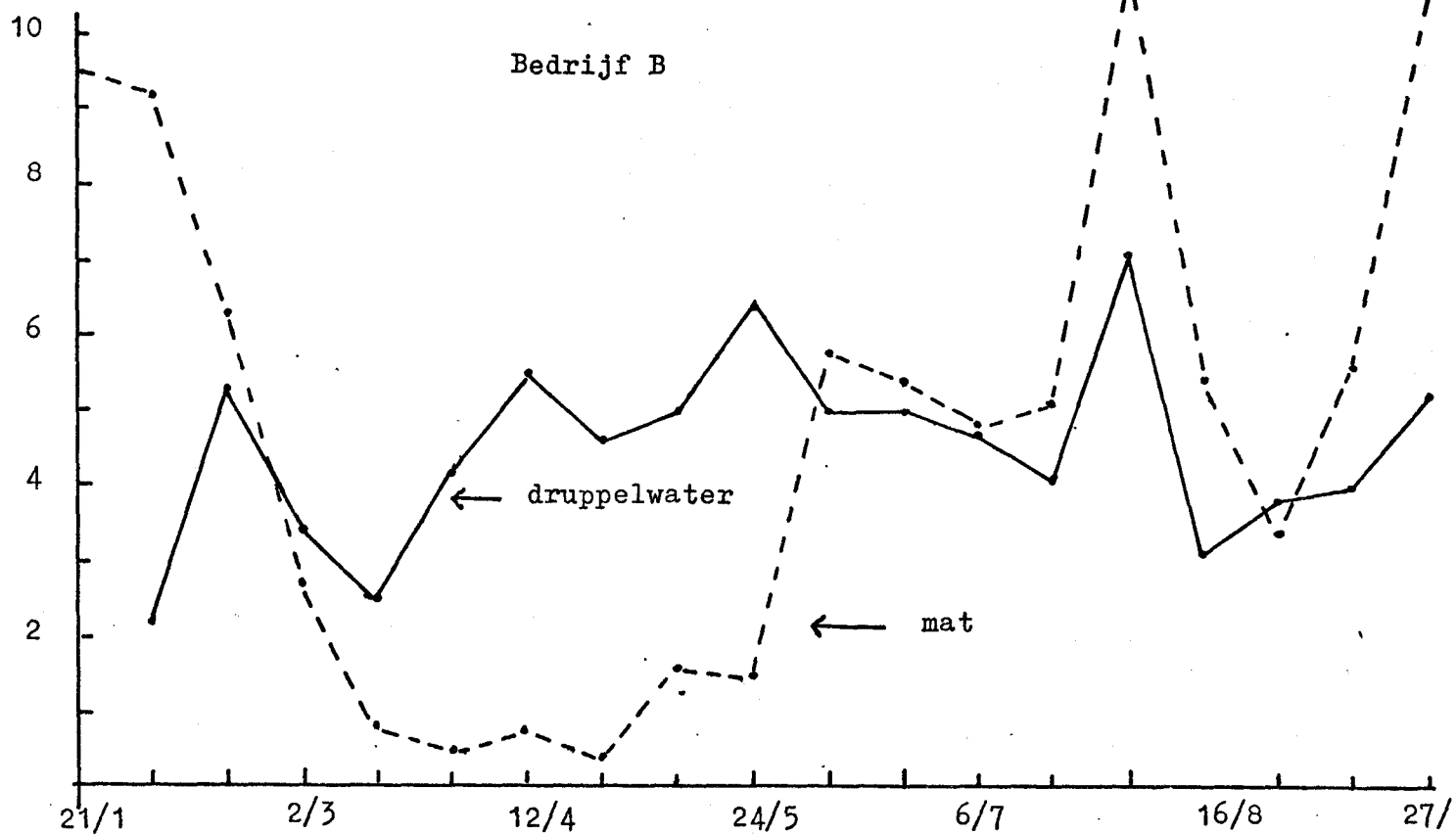
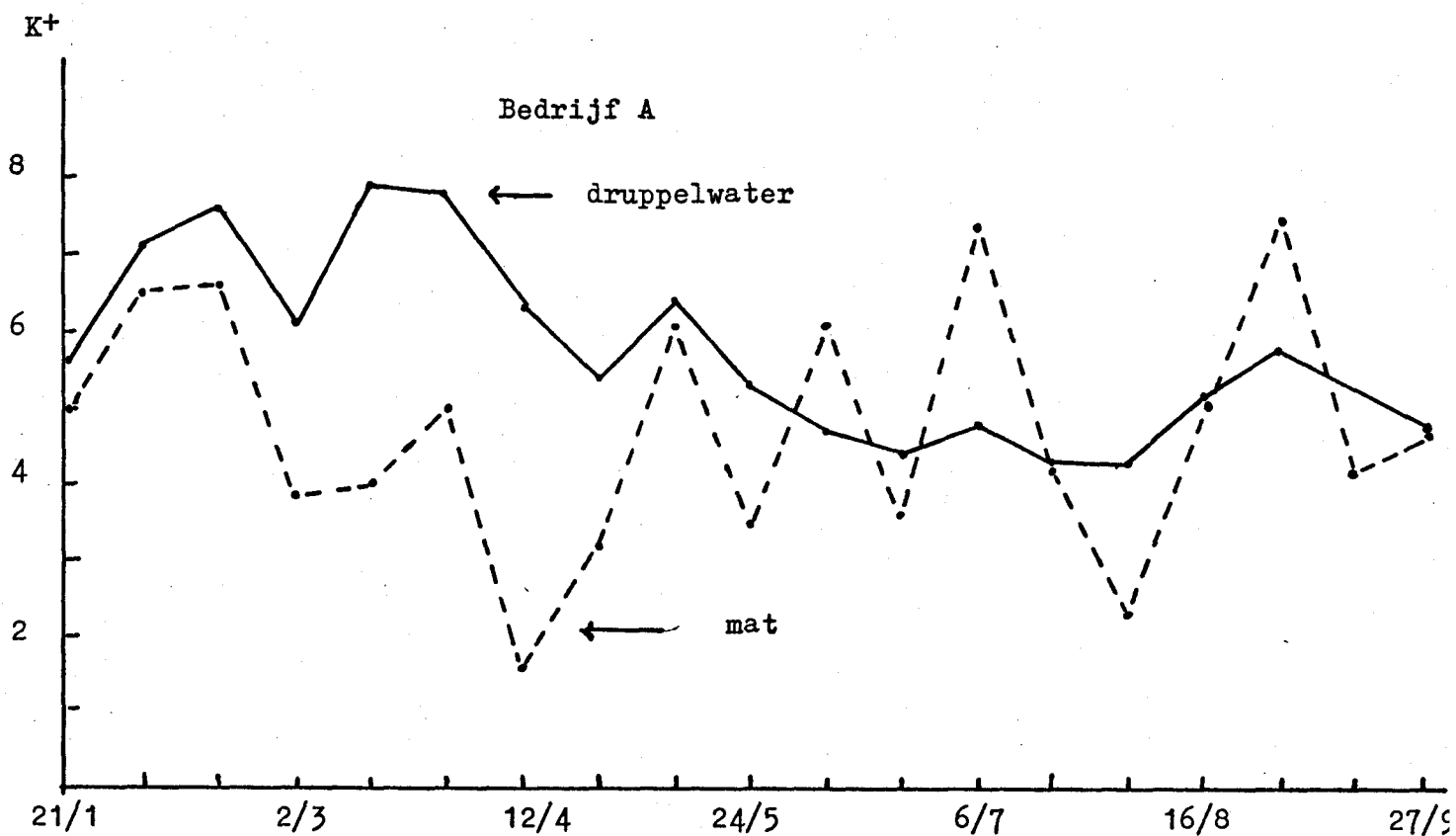
Tabel 5: De resultaten van het gewasonderzoek.

De gehalten van de macro-elementen zijn uitgedrukt in procenten van de droge stof en de gehalten van de micro-elementen in ppm. De droge-stofgehalten zijn uitgedrukt in procenten van het verse materiaal.

Ter vergelijking zijn in tabel 5 de resultaten van het gewasonderzoek opgenomen uit proeven genomen in de kasgrond op het Proefstation te Naaldwijk<sup>3,4)</sup>. De cijfers zijn verkregen bij de behandeling waarbij met Naaldwijks leidingwater werd gegoten. Voor verdere vergelijking wordt verwezen naar de boekjes over voedingsziekten bij tomaat en komkommer<sup>5,6)</sup>.

Hoewel zich verschillen voordoen ten opzichte van kasgrond zijn de gehalten aan voedingselementen in de in steenwol geteelde gewassen niet systematisch afwijkend van de gehalten in gewassen die in kasgrond worden geteeld.

Fig. 1 Het verloop van het kaligehalte in het druppelwater en in de steenwolmat



Conclusies.

Uit het onderzoek is duidelijk geworden dat ten aanzien van magnesium en ijzer de voedingsoplossing moet worden aangepast.

Dit is in de voorschriften voor 1977 ook gerealiseerd. In plaats van 3 me wordt voor magnesium  $1\frac{1}{2}$  me gedoseerd bij een EC-waarde van 2.2. Voor ijzer is de norm voor de dosering teruggebracht van 2,0 ppm naar 0,5 ppm.

Voorts is gebleken dat in de beginperiode naar verhouding meer kali wordt opgenomen dan wordt gedoseerd met de standaardoplossing. Het moet in verder onderzoek nog worden gezien of hierop in de toekomst kan worden ingespeeld met aanpassing van de voedingsoplossing.

Gebruik van water met een hoog chloride-gehalte kan zeer snel leiden tot grote accumulaties van chloride in de voedingsoplossing in de steenwolmat indien niet zeer regelmatig flink wordt doorgespoeld.

Gebleken is dat steenwol bij lage pH flinke hoeveelheden calcium en magnesium af kan geven.

Literatuur.

1. Sonneveld, C en S.J. Voogt. Voedingsoplossingen voor het telen in steenwol. Intern verslag Proefstation Naaldwijk, 1975.
2. Sonneveld, C en J. van den Ende. De samenstelling van de zouten in het oppervlaktewater in het Zuidhollands Glasdistrict. Meded. Dir. Tuinbouw, 30 (1967) 411-416.
3. Sonneveld, C. De invloed van zout gietwater bij teelten onder glas (teeltjaar 1968). Intern verslag Proefstation Naaldwijk (1970).
4. Sonneveld, C. De invloed van zout gietwater bij teelten onder glas (teeltjaar 1969). Intern verslag Proefstation Naaldwijk (1971).
5. Smilde, K.W. en J.P.N.L. Roorda van Eysinga. Voedingsziekten bij tomaat, geteeld onder glas. IB, Groningen en Proefstation, Naaldwijk.
6. Roorda van Eysinga, J.P.N.L. en K.W. Smilde. Voedingsziekten bij komkommer en augurk onder glas. I.B., Groningen en Proefstation Naaldwijk.
7. Voogt, S.J. Onderzoek naar de ijzervoorziening van komkommers geteeld in steenwol (1976). Intern verslag Proefstation Naaldwijk (1977).

## Haket - druppelwater

Data	EC	Cl	N	P	K	Mg	pH	Ca
21-1	2.0	0.6	11.6	20	5.6	2.0	3.6	
4-2	2.5	0.8	12.6	36	7.1	3.6	3.6	
18-2	2.1	0.7	12.2	19	7.6	2.5	3.8	6.7
2-3	2.0	0.7	10.6	23	6.1	1.8	3.8	
16-3	2.2	0.7	13.0	24	7.9	2.5	3.6	6.7
30-3	2.4	0.8	16.9	25	7.8	2.2	3.5	
12-4	2.4	0.6	13.8	30	6.3	1.8	3.3	
26-4	2.2	0.6	10.3	29	5.4	1.3	3.0	
10-5	2.6	2.9	11.2	30	6.4	2.6	4.5	
24-5	2.6	5.2	9.4	22	5.3	2.7	7.5	
9-6	2.7	5.2	12.5	38	4.7	2.2	6.5	9.8
24-6	2.4	6.6	8.7	44	4.4	1.7	7.0	
6-7	2.5	6.9	9.2	21	4.8	2.9	6.5	
19-7	2.5	6.6	9.6	27	4.3	3.1	6.7	
2-8	1.8	3.0	9.4	23	4.3	1.9	4.6	
16-8	2.3	4.2	9.7	24	5.2	2.8	6.4	
30-8	2.6	5.3	12.2	23	5.8	2.4	6.5	
14-9								
27-9	1.6	1.3	8.4	23	4.8	2.1	4.8	

Haket - mat

Data	EC	Cl	N	P	K	Mg	pH	Ca
21-1	1.8	0.6	10.0	18	5.0	2.2	6.0	
4-2	2.1	1.0	11.3	19	6.5	3.0	6.2	
18-2	2.3	1.3	10.8	9	6.6	4.6	6.8	9.8
2-3	1.8	1.1	6.9	6	3.8	2.7	6.8	
16-3	2.1	1.3	4.5	2	4.0	4.8	7.0	10.3
30-3	2.3	1.0	10.6	12	5.0	3.6	6.6	
12-4	2.1	1.1	7.0	4	1.6	4.2	7.0	
26-4	2.1	1.0	7.0	15	3.2	3.5	6.5	
10-5	5.4	10.0	11.0	2	6.1	10.0	7.2	
24-5	3.4	11.8	4.9	8	3.5	4.9	7.8	
9-6	4.8	19.0	11.3	9	6.1	5.9	7.6	25.5
24-6	2.6	9.1	7.3	7	3.6	2.1	7.5	
6-7	6.0	28.0	15.0	7	7.4	8.3	7.2	
19-7	3.2	12.1	9.8	22	4.2	4.4	7.0	
2-8	1.8	3.8	7.8	21	2.3	3.0	6.6	
16-8	3.8	14.4	13.6	14	5.2	6.3	7.0	
30-8	3.6	22.0	20.0	17	7.5	3.5	6.4	
14-9	1.7	2.3	8.9	14	4.2	2.0	5.4	
27-9	2.0	2.5	9.1	23	4.7	4.4	5.7	

## Haket - druppelwater

Data	B	Fe	Mn	Zn	Cu
21-1	0.23	3.15	0.50	1.34	46
18-2	0.18	2.59	0.78	1.31	151
16-3	0.18	3.75	0.40	1.48	68
12-4	0.28	1.62	0.78	1.34	76
10-5	0.48	1.25	0.80	0.66	82
9-6	0.30	0.49	0.76	0.28	34
6-7	0.26	0.20	0.67	0.16	20
2-8	0.25	0.75	0.81	0.62	60
30-8	0.28	0.83	1.00	0.18	91
27-9	0.09	0.23	0.41	0.54	37

## Haket - mat

21-1	0.34	4.96	0.56	1.26	32
18-2	0.52	4.39	1.00	2.50	335
16-3	0.42	12.66	0.60	3.32	279
12-4	0.57	1.50	1.03	1.56	102
10-5	1.24	1.56	1.22	1.08	104
9-6	0.67	1.06	0.92	0.15	38
6-7	0.79	0.43	0.15	0.05	30
2-8	0.33	0.40	1.34	1.43	80
30-8	0.46	1.04	1.78	0.76	172
27-9	0.26	0.34	0.77	0.42	25



## Bijl - druppelwater

Data	EC	Cl	N	P	K	Mg	pH	Ca	
21-1									
4-2	1.6	1.0	8.8	4	2.2	0.8	3.2		
18-2	2.3	2.0	13.6	12	5.3	1.6	7.4	10.0	
2-3	3.0	7.1	6.2	6	3.4	4.7	8.2		
16-3	1.9	2.1	8.8	12	2.5	2.0	3.2	6.8	
30-3	1.7	1.4	9.9	15	4.2	1.4	3.7		
12-4	1.9	2.0	10.2	24	5.5	2.2	5.0		
26-4	2.2	4.4	9.4	11	4.6	3.0	6.4		
10-5	2.4	4.8	10.0	17	5.0	3.6	6.7		
24-5	2.5	4.6	8.2	30	6.4	2.7	7.1		
9-6	2.9	5.0	14.2	36	5.0	2.9	3.0	9.5	
24-6	2.5	7.3	8.7	25	5.0	2.6	7.2		
6-7	2.1	5.5	7.9	40	4.7	2.5	5.9		
19-7	2.6	7.6	9.4	17	4.1	2.7	7.5		
2-8	3.0	7.6	12.6	22	7.1	2.6	7.2		
16-8	2.1	7.7	5.9	15	3.1	2.6	7.2		
30-8	2.4	9.5	6.1	20	3.8	2.4	7.5		
14-9	2.0	5.8	7.7	22	4.0	1.8	6.6		
27-9	2.2	4.6	10.3	29	5.2	1.8	3.3		

## Bijl - mat

Data	EC	Cl	N	P	K	Mg	pH	Ca
21-1	4.2	1.8	23.2	28	9.5	8.4	5.6	
4-2	4.0	1.8	22.0	28	9.2	9.7	5.4	
18-2	2.9	1.9	18.5	13	6.3	6.5	6.5	12.8
2-3	3.3	6.8	9.5	4	2.7	8.0	8.0	
16-3	2.5	5.2	7.6	2	0.8	5.6	7.1	13.9
30-3	1.9	3.2	6.2	2	0.5	3.6	7.1	
12-4	1.7	1.9	6.6	3	0.8	2.1	7.2	
26-4	2.8	7.4	7.1	2	0.4	5.2	6.7	
10-5	3.5	10.0	8.7	4	1.6	7.4	7.4	
24-5	3.8	14.6	5.5	7	1.5	7.2	7.5	
9-6	3.5	10.6	12.6	9	5.8	5.4	7.2	14.6
24-6	3.5	12.2	10.0	16	5.4	4.3	7.4	
6-7	2.1	16.0	4.8	21	4.8	4.2	6.5	
19-7	3.7	13.4	11.8	17	5.1	4.2	6.7	
2-8	4.7	15.2	19.6	20	10.8	6.5	6.9	
16-8	3.9	19.5	15.0	33	5.4	4.4	6.7	
30-8	3.4	17.0	7.6	13	3.4	4.1	7.5	
14-9	2.5	5.0	17.0	24	5.6	2.3	6.5	
27-9	3.2	2.9	20.0	44	10.6	3.5	4.5	

## Bijl - druppelwater

Data	B	Fe	Mn	Zn	Cu
21-1					
18-2	0.52	0.86	0.55	0.80	50
16-3	0.18	3.75	0.40	1.48	68
12-4	0.42	1.32	0.40	0.92	118
10-5	0.48	0.58	0.74	0.90	86
9-6	0.92	0.78	0.82	0.42	78
6-7	0.18	0.36	0.45	0.34	40
2-8	0.46	0.13	0.26	0.06	90
30-8	0.44	0.16	0.21	0.09	64
27-9	0.10	0.39	0.55	0.60	113

## Bijl - mat

21-1	0.64	3.45	1.34	0.62	57
18-2	0.57	3.56	1.02	0.96	33
16-3	0.79	9.94	0.56	0.65	52
12-4	0.48	0.56	0.22	0.31	26
10-5	1.14	1.55	0.36	0.43	65
9-6	0.44	4.85	0.67	0.80	136
6-7	0.51	0.92	0.24	0.10	110
2-8	1.06	0.47	0.60	0.08	130
30-8	0.74	0.30	0.22	0.10	57
27-9	0.28	2.09	2.52	2.15	225

Aanhangsel 1.

Calcium- en magnesium afgifte van steenwol.

Ervaringen hadden geleerd dat steenwol wat calcium en magnesium leverde als het gebruikt werd als groeimedium. Dit is ook te verwachten, omdat bij de bereiding mergel wordt toegevoegd. Teneinde dit na te gaan is een proef uitgevoerd. In deze proef werden steenwolmatten verzadigd met verschillende oplossingen. Na verloop van 1, 7, 14 en 21 dagen werd wat oplossing uit de matten gezogen en onderzocht. De volgende oplossingen werden vergeleken.

1. gedemineraliseerd water.
2. voedingsoplossing voor lage pH in de mat.
3. voedingsoplossing voor hoge pH in de mat.
4. voedingsoplossing voor lage pH in de mat + 1 % citroenzuur.
5. gedemineraliseerd water met 1 % citroenzuur.

Voor de samenstelling van de voedingsoplossingen wordt verwezen naar het voorschrift hiervoor 1). Opgemerkt dient te worden dat de sporelementen niet werden toegevoegd, omdat dit voor deze proef niet van belang was. Het verschil tussen de behandelingen 2 en 3 is de wijze van toediening van het fosfaat. Bij behandeling 2 is dit fosmagnit en bij behandeling 3 fosforzuur. Het citroenzuur is toegevoegd om een oplossing te verkrijgen met een lage pH-buffer. Bovendien complexeerd citroenzuur calcium. Dit voorkomt het neerslaan van calciumsulfaat.

De voedingsoplossing werd vooraf onderzocht. De resultaten worden hieronder met de resultaten van de oplossingen uit de mat weergegeven. Ze worden aangeduid als verkregen bij nul dagen.

aantal dagen	EC	pH	Ca me/l	Mg me/l
<u>behandeling 1</u>				
0	0.01	6.6	0.0	0.0
1	0.08	7.1	0.0	0.0
7	0.06	7.5	0.0	0.0
14	0.10	6.6	0.3	0.2
21	0.12	8.1	0.4	0.2

aantal dagen	EC	pH	Ca me/l	Mg me/l
<u>behandeling 2</u>				
0	2.12	3.7	6.7	4.5
1	2.08	5.7	7.1	4.8
7	2.14	6.2	6.6	5.1
14	2.14	6.2	6.7	5.1
21	2.09	6.2	7.1	4.9
<u>behandeling 3</u>				
0	2.36	3.0	6.6	3.2
1	2.06	4.7	7.1	(0.4)
7	2.10	5.7	6.8	3.9
14	2.12	5.9	6.9	4.1
21	2.12	6.1	7.4	4.0
<u>behandeling 4</u>				
0	4.16	2.2	6.1	4.4
1	4.32	5.0	41.4	50.2
7	4.18	6.5	38.3	50.4
14	4.70	7.2	(15.7)	42.6
21	4.70	6.9	26.9	40.2
<u>behandeling 5</u>				
0	2.25	2.2	0.0	0.0
1	2.78	5.3	20.6	46.3
7	3.37	5.9	35.3	48.2
14	4.54	8.0	33.0	42.4
21	4.12	7.5	(7.8)	39.0

De volgende conclusies kunnen worden getrokken ten aanzien van de steenwol.

Verzadiging met water van niet te lage pH (behandeling 1) brengt weinig calcium en magnesium in oplossing, hoewel de pH wel stijgt. Bij verzadiging met voedingsoplossing van een lage pH wordt de pH van de oplossing wel sterk verhoogd, maar de calcium en de magnesium nemen slechts weinig toe.

Verzadiging met een gebufferde oplossing van een lage pH doet niet alleen de pH sterk stijgen, maar brengt ook veel calcium en magnesium in oplossing.

De aandacht wordt nog gevestigd op een te lage uitkomst van de magnesiumbepaling op dag 1 van behandeling 3 en op te lage uitkomsten van de calciumbepaling op dag 14 van behandeling 4 en dag 21 van behandeling 5. Mogelijk is de analyse- of monsterfout oorzaak hiervan. Een andere verklaring is althans niet voorhanden.

Samenvattend kan worden geconcludeerd dat steenwol aanzienlijke hoeveelheden extraheerbaar calcium en magnesium bevat. Deze zullen niet direct bij een eenmalige bevochtiging met een voedingsoplossing in oplossing worden gebracht. Bij regelmatig toedienen van een voedingsoplossing van lage pH zullen zeer geleidelijk calcium en magnesium vrij gemaakt worden, omdat daardoor dezelfde effecten ontstaan als bij toediening van een bufferoplossing.

Aanhangsel 2.Voorbehandeling voedingsoplossingen op het laboratorium.

Op het laboratorium worden monsters van voedingsoplossingen voor onderzoek op spoorelementen aangezuurd en gefiltreerd alvorens de bepalingen worden uitgevoerd. Aanzuren gebeurt door 2 ml salpeterzuur (65 %) per liter voedingsoplossing toe te dienen. Filtratie vindt plaats door een membraamfilter van 45 micron. Aanvankelijk werd eerst aangezuurd en daarna gefiltreerd. Dit gaf echter merkwaardig hoge uitkomsten van de ijzerbepaling. Vermoed werd dat door het aanzuren ijzeroxiden werden opgelost uit verontreinigingen in het monster, zoals stofdeeltjes, steenwolvlakken enz. Daarom werd besloten een onderzoek in te stellen naar de volgorde van werken bij filtreren en aanzuren.

Voor het onderzoek werden twee series watermonsters genomen van een proef met verschillende ijzerbehandelingen die op dat moment op het Proefstation liep 7). Zowel het druppelwater als het voedingswater in de steenwolmat werden in het onderzoek betrokken. De volgende behandelingen werden per monster uitgevoerd: AF-aanzuren en daarna filtreren en FA-filtreren en daarna aanzuren. De resultaten zijn hieronder weergegeven.

Druppelwater

behandeling ppm Fe	ppm B		ppb Cu		ppm Fe		ppm Mn		ppm Zn	
	A.F.	F.A.	A.F.	F.A.	A.F.	F.A.	A.F.	F.A.	A.F.	F.A.
0	0.29	0.41	74	56	0.29	0.16	0.70	0.71	1.12	1.08
1 <sup>1</sup> / <sub>3</sub>	0.29	0.34	121	125	2.46	1.40	0.75	0.75	1.41	1.38
2/3	0.29	0.34	80	74	1.22	0.86	0.95	0.92	0.92	0.88
0	0.32	0.31	88	77	0.36	0.21	0.77	0.77	0.70	0.67
2/3	0.28	0.32	130	131	1.45	0.78	0.86	0.87	0.86	0.83
gemiddeld	0.29	0.34	99	93	1.16	0.68	0.81	0.80	1.00	0.97

De hoeveelheden ijzer die in het druppelwater werden gedoseerd waren volgens proefplan resp., 0 - 2 - 1 - 0 en 1 ppm Fe. Op het moment van bemonsteren werd echter 2/3 van deze concentratie gegeven, evenals van alle andere voedingselementen.

Voedingswater mat

behandeling ppm Fe	ppm B		ppb Cu		ppm Fe		ppm Mn		ppm Zn	
	A.F.	F.A.	A.F.	F.A.	A.F.	F.A.	A.F.	F.A.	A.F.	F.A.
0	0.77	0.74	46	33	5.50	0.13	1.10	0.93	1.56	1.40
1 <sup>1</sup> / <sub>3</sub>	0.88	0.87	156	174	11.88	6.74	0.86	0.67	1.36	1.20
2 <sup>1</sup> / <sub>3</sub>	0.88	0.91	132	102	12.89	3.09	1.39	1.07	0.78	0.60
0	0.86	0.84	56	44	8.40	0.13	1.28	1.04	1.05	0.88
2/3	1.05	0.94	174	174	15.12	3.63	1.25	0.89	0.66	0.52
gemiddeld	0.89	0.86	113	105	10.76	2.74	1.18	0.92	1.08	0.92

Uit deze resultaten kunnen de volgende conclusies worden getrokken. Ten aanzien van borium, koper, mangaan en zink doen zich geen grote verschillen voor bij wisseling van de volgorde aanzuren en filtreren. Bij ijzer is dit zeer duidelijk wel het geval; vooral bij het voedingswater uit de mat. De veronderstelling dat bij het aanzuren vóór filtratie ijzer uit de verontreinigingen wordt opgelost wordt hiermede bevestigd. Dit doet zich vooral voor bij het voedingswater uit de mat omdat dit aanzienlijk meer verontreinigd was dan het druppelwater.

Het feit dat in het druppelwater het gehalte aan bepaalde spoorelementen aanzienlijk hoger is dan op grond van de dosering mag worden verwacht laat zich verklaren uit verontreiniging van het uitgangswater, dat via leidingen wordt getransporteerd waarin verzinkte of koperen onderdelen aanwezig zijn. Voorts kunnen verontreinigingen in meststoffen een rol spelen. Zie aanhangsel 3.



Aanhangsel 3.Spoorelementen in kunstmeststoffen.

Teneinde geïnformeerd te zijn over de aanwezigheid van spoorelementen in kunstmeststoffen die worden gebruikt voor het samenstellen van voedingsoplossingen is een onderzoek ingesteld. De meest gebruikelijke meststoffen werden in het onderzoek betrokken. Deze werden opgelost in water, waarna werd aangezuurd tot een pH van ongeveer 1.8. De volgende resultaten zijn verkregen.

meststof	B mg/g	Cu ug/g	Fe mg/g	Mn mg/g	Zn mg/g
kalksalpeter	<0.05	<5	<0.10	<0.05	<0.05
kalisalpeter	<0.05	<5	<0.10	<0.05	<0.05
fosforzuur	<0.05	<5	<0.10	<0.05	<0.05
fosmagnit	<0.03	<4	0.16	<0.03	<0.03
zwavelzure kali	<0.05	16	0.14	<0.05	<0.05
bitterzout	<0.05	<5	<0.10	<0.05	<0.05

Bij samenstelling van een voedingsoplossing voor komkommer volgens de gegeven voorschriften 1) zouden de volgende gehalten aan spoorelementen door de verontreinigingen aanwezig kunnen zijn.

borium	< 0.11 ppm
koper	< 13 ppb
ijzer	< 0.22 ppm
mangaan	< 0.11 ppm
zink	< 0.11 ppm

De gegeven waarden moeten als een oriëntatie worden gezien. Slechts een willekeurige partij van de in het onderzoek betrokken meststoffen is bemonsterd. De resultaten geven echter geen aanleiding sterke correcties toe te passen op de spoorelementen toediening aan de voedingsoplossingen.