

A  
8  
5  
74

PROEFSTATION VOOR TUINBOUW ONDER GLAS TE NAALDWIJK

Ontwerp voor automatisering van het bemestingsadvies voor het regelen van de voedingsoplossing voor komkommers geteeld in steenwol.

C. Sonneveld  
L. Spaans  
A.v.d. Wees  
A.v.d. Bos

Naaldwijk,  
Juli 1983

Intern verslag:35

2214321

<u>INHOUD</u>	<u>PAGINA</u>
Inleiding	2
Standaard voedingsoplossing	2
Concentratieregeling	2
pH	3
Kationen	3
Anionen	4
Spoorelementen	5
Aanpassingen	5
Opmerkingen	6
Literatuur	6

## Inleiding

Het telen in substraten ondervindt de laatste jaren een toenemende belangstelling. Het is te verwachten dat deze belangstelling de komende jaren zal groeien. Het aantal monsters van substraten dat voor analyse en advisering wordt aangeboden is de laatste jaren sterk toegenomen. Automatisering van het advies dat aan de hand van de analysecijfers moet worden gegeven is daarom van belang. In dit verslag zal worden getracht een schema voor automatisering op te stellen. Als voorbeeld zal de komkommerteelt in steenwol worden genomen.

## Standaardvoedingsoplossing

Als standaardvoedingsoplossing wordt uitgegaan van de gebruikelijke samenstelling van deze oplossing voor komkommers (Sonneveld en van der Wees, 1982). In tabel 1 is de basissamenstelling vermeld.

Tabel 1: Basissamenstelling van de standaardvoedingsoplossing voor komkommer.

Hoofdelementen		Spoorelementen	
$\text{NO}_3^-$	11.75 mmol.l <sup>-1</sup>	Fe	10 $\mu\text{mol.l}^{-1}$
$\text{H}_2\text{PO}_4^-$	1.25	Mn	10
$\text{SO}_4^{2-}$	1.0	Zn	4
$\text{NH}_4^+$	0.5	B	20
$\text{K}^+$	5.5	Cu	0.5
$\text{Ca}^{++}$	3.5	Mo	0.5
$\text{Mg}^{++}$	1.0		

## Concentratieregeling

De regeling van de concentratie aan voedingsstoffen moet worden gedaan aan de hand van de EC van de voedingsoplossing in de steenwolmat. Het zal niet nodig zijn advies uit te brengen over de toe te dienen concentratie voedingsstoffen in het gietwater, omreden dat de regeling daarvan geheel geschiedt door de kweker zelf aan de hand van de dagelijkse metingen op het bedrijf zelf. In principe moet worden volstaan met het geven van aanwijzingen dat de concentratie van de voedingsoplossing in de steenwolmat te hoog of te laag is en dat de concentratie in het gietwater respectievelijk verlaagd of verhoogd moet worden.

Bij waardering van de EC moet rekening worden gehouden met het gehalte aan  $\text{Na}^+$  en  $\text{Cl}^-$ . Genoemde ionen dragen wel bij aan de EC van de voedingsoplossing, maar zijn in geen betekende mate voedingsionen. Het is daarom niet juist ze bij de beoordeling van het voedingsniveau in rekening te brengen. Indien  $\text{Na}^+$  en  $\text{Cl}^-$  in gehalte min of meer gelijk zijn, wat in het overgrote deel van de gevallen zo is, kan de EC gecorrigeerd worden door correctie van  $\text{Cl}^-$ .

In die gevallen dat geen voldoende overéénstemming is tussen  $\text{Na}^+$  en  $\text{Cl}^-$ , moet de analyse nader worden bezien.

Correctie kan plaats vinden door toepassing van de volgende berekening

$$\text{EC(V)} = \text{EC} - 0,1 \text{ Cl}^-.$$

Als waardering voor EC(V) kunnen de volgende richtlijnen worden aangehouden

- < 1.8 te laag, dosering verhogen
- 1.8 - 2.3 goed
- > 2.3 te hoog, dosering verlagen

### pH

Voor wat betreft de pH kunnen geen strak omlijnde adviezen worden gegeven. De volgende waardering kan worden aangehouden

<u>pH-waarde</u>	<u>waardering</u>
$\leq 5.0$	te laag
> 5.0 - $\leq 6.0$	goed
> 6 - $\leq 6.5$	vrij hoog
> 6.5	hoog

Maatregelen die geadviseerd kunnen worden zijn de volgende.

1. Aanpassingen van de pH van de voedingsoplossing die wordt toegediend. De pH moet echter tussen 5.0 en 6.0 blijven in verband met de oplosbaarheid van fosfaat en aantasting van de steenwolmat.
2. Toediening van meer of minder ammoniumnitraat. Opname van ammoniumstikstof geeft pH verlaging. In de standaardvoedingsoplossing is 0.5 mmol  $\text{NH}_4^+$  aanwezig. Deze kan ofwel worden weggelaten of ten hoogste worden verdubbeld.

Uitgebreidere richtlijnen over regeling van de pH zijn voor de kweker beschikbaar, maar kunnen niet op iedere analyse worden verstrekt, omdat niet beschikt wordt over bijvoorbeeld de pH van het druppelwater en dus niet exact de te nemen maatregelen kunnen worden voorgeschreven.

### Kationen

Bij de waardering van de kationen wordt uitgegaan van de hiervoor bestaande streefcijfers. De waardering vindt plaats door het vergelijken van de onderlinge verhoudingen, teneinde de invloed van het EC-niveau te elimineren. Afwijkingen van 15% naar boven en naar beneden worden toegelaten. Het uitdrukken in procenten gebeurt ten opzichte van de ionensom van K, Ca en Mg, dus ten opzichte van  $\text{K} + 2 \text{Ca} + 2 \text{Mg}$ . In tabel 2 is een overzicht gegeven van streefwaarden, procentuele streefwaarden en procentuele grenzen.

Tabel 2: Normen voor kationen. Procenten uitgedrukt ten opzichte van  $\text{K} + 2 \text{Ca} + 2 \text{Mg}$ .

Kationen	Streefwaarden		Grenzen	
	absoluut *	%	absoluut *	%
$\text{K}^+$	4.5	24	3.8 - 5.2	21-28
$\text{Ca}^{++}$	5.0	27	4.2 - 5.8	23-31
$\text{Mg}^{++}$	2.0	11	1.7 - 2.3	9-13
$\text{K}^+ + 2 \text{Ca}^{++} + 2 \text{Mg}^{++}$	18.5		15.6 - 21.4	

\* bij een EC(V) van 2.0

Bij overschrijding van de grenzen wordt de voedingsoplossing aangepast door ongeveer 25% meer of minder van het betreffende kation toe te dienen. Bij extreme waarden van calcium en magnesium wordt een correctie van ongeveer 50% meer of minder toegepast. Dergelijke extreme ingrepen in de voedingsoplossing mogen niet voor kali worden toegepast en bij calcium en magnesium slechts als de waarden in het wortelmilieu meer dan 50% afwijken. Voorts valt te overwegen een dergelijk afwijkende voedingsoplossing slechts voor een beperkte tijdsduur te adviseren, bijvoorbeeld één of twee weken. In tabel 3 is een overzicht gegeven van de waarden.

Tabel 3: Normen van extreem afwijkende waarden voor calcium en magnesium.

Kationen	Extreme waarden	
	absoluut *	Procenten
Ca	<2.5 en >7.5	<14 en >41
Mg	<1.0 en >3.0	<5 en >16

\* bij een EC(V) van 2.0

Over de wijze waarop de aanpassingen worden aangebracht in de voedingsoplossing wordt verwezen naar een volgende paragraaf van dit rapport.

#### Anionen

Evenals bij de kationen wordt bij de anionen uitgegaan van de bestaande streefcijfers en vindt de waardering plaats door het vergelijken van de onderlinge verhoudingen. Als afwijkingen worden weer grenzen van 15% naar boven en beneden toegelaten. In tabel 4 zijn streefwaarden en grenzen opgenomen.

Tabel 4: Normen voor anionen. Procenten uitgedrukt ten opzichte van  $\text{NO}_3^- + 2 \text{SO}_4^{2-} + \text{P}$ .

Anionen	Streefwaarden		Grenzen	
	absoluut*	%	absoluut*	%
$\text{NO}_3^-$	10.0	67	8.5-11.5	57-77
$\text{SO}_4^{2-}$	2.0	13	1.7- 2.3	11-15
P	1.0	7	0.8- 1.2	5- 8
$\text{NO}_3^- + 2 \text{SO}_4^{2-} + \text{P}$	15.0			

\* bij een EC(V) van 2.0

Bij overschrijding van de grenzen wordt de voedingsoplossing aangepast door ongeveer 25% van het betreffende anion meer of minder toe te dienen. Voor sulfaat wordt bij extreme overschrijding een correctie van 50% toegepast. Evenals bij enkele kationen wordt dit gedaan bij overschrijdingen van sulfaat in het wortelmilieu van 50%. Ook dit zou dan voor een beperkte tijdsduur geadviseerd dienen te worden. In tabel 5 is een overzicht gegeven van de waarden.

Tabel 5: Normen voor extreem afwijkende waarden voor sulfaat.

	Extreme waarden	
	absoluut*	procenten
SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	< 1.0 en > 4.0	< 7 en > 27

\* bij een EC(V) van 2.0

### Spoorelementen

Voor wat betreft de spoorelementen worden bij een EC(V)-waarde van 2.0 de in tabel 6 vermelde streefwaarden en grenzen gehanteerd. Bij hogere of lagere EC(V)-waarden dienen evenredig hogere of lagere waarden te worden gehandhaafd. De streefwaarden en grenzen worden dan gevonden door de volgende berekening toe te passen.

Streefwaarde EC(X) =  $\frac{EC(V)}{2} \times$  streefwaarde EC(2.0), waarin EC(X) de EC-waarde is gevonden in de betreffende voedingsoplossing.

Tabel 6: Streefwaarden en grenzen voor spoorelementen bij een EC-waarde in de steenwolmat van 2.0

Element	Streefwaarde	Grenzen
Fe	12	7 - 20 (40)
Mn	7	3 - 15 (20)
Zn	5	3 - 10 (20)
B	40	30 - 70 (100)
Cu	0,6	0,3 - 1.5 (3)

Berekening van de grenzen vindt op dezelfde wijze plaats aan de hand van de EC(V) waarde als de streefwaarde. Bij overschrijding van de grenzen wordt 25% van het betreffende element meer of minder gegeven. Bij sterke overschrijding van de bovengrens is voor korte perioden een reductie van 50% aan te bevelen. De waarden waarbij dit wordt gedaan zijn tussen haakjes weergegeven in tabel 6.

Het adviseren van hoeveelheden spoorelementen is in zoverre problematisch dat sommige elementen niet worden toegediend, omdat ze in voldoende mate in het gietwater aanwezig zijn. Dit geldt bijvoorbeeld vaak voor zink in regenwater. In het schanummer is dit niet terug te vinden, dus wordt bij advisering van hoeveelheden, 75% van de zinksulfaat geadviseerd, die standaard worden voorgeschreven. Dit zou onjuist zijn. Minder fout is advisering van 25% minder van het betreffende element. In het advies blijft dan wel de merkwaardigheid aanwezig dat in bepaalde gevallen de kweker wordt geadviseerd 25% minder dan niets te geven. Een wat elegantere oplossing zou wenselijk zijn en dient nader te worden bestudeerd.

### Aanpassingen

Een overzicht van de toe te passen aanpassingen is voor de hoofdelementen weergegeven in tabel 7.

Tabel 7: Aanpassingen in de voedingsoplossing bij overschrijding van de grenswaarden in  $\text{mmol.l}^{-1}$ .

Aanpassingen	Elementen					
	K	Ca	Mg	$\text{NO}_3$	$\text{SO}_4$	P
25%	1,5	1,0	0,25	3,0	0,25	0,25
50%	-	2,0	0,50	-	0,50	-

Voor de spoorelementen zijn de aanpassingen in vorige paragraaf reeds vermeld. Deze behoeven geen verdere toelichting en kunnen dus als percentage van de standaardhoeveelheid worden gecorrigeerd. Correcties van anionen en kationen dienen te worden verzameld en aan het einde tegelijk te worden vereffend. Indien anionen en kationen met elkaar equivalent zijn, kan de vereffening als regel gemakkelijk verlopen. Als dit niet het geval is, moet een extra aanpassing plaats vinden om de ionenbalans kloppend te maken. Mogelijk zal deze extra aanpassing plaats moeten vinden op de nitraat. Dit is namelijk in hoeveelheid het grootste element en relatief zijn de veranderingen dan het geringste. Aan de hand van enkele voorbeelden zal nu worden duidelijk gemaakt hoe de aanpassingen verlopen.

Voorbeeld 1. extra kali en minder calcium (25%). 1.5 mmol  $\text{KNO}_3$  extra en 1.0 mmol  $(\text{Ca}(\text{NO}_3)_2)$  minder. Extra correctie 0,5 mmol  $\text{NO}_3^-$ .

Voorbeeld 2. fosfaat en magnesium minder. In dit geval moet rekening worden gehouden met het al of niet aanwezig zijn van  $\text{KH}_2\text{PO}_4$ . De oplossing kan zijn 0.25 mmol  $\text{KH}_2\text{PO}_4$  minder, 0.25 mmol  $\text{MgSO}_4$  minder en 0.25  $\text{K}_2\text{SO}_4$  extra en 0.25  $\text{KNO}_3$  minder. Extra correctie 0.25  $\text{NO}_3^-$  minder. De andere oplossing is 0.25  $\text{H}_2\text{P}^{3-}_4$  minder, 0.25  $\text{MgSO}_4$  minder 0.25  $\text{HNO}_3$  extra, 0.25  $\text{K}_2\text{SO}_4$  extra en 0.5  $\text{KNO}_3$  minder. Extra correctie eveneens 0.25  $\text{NO}_3^-$  minder.

Van belang is de correcties in de juiste volgorde af te werken, omdat bepaalde elementen slechts te corrigeren zijn in combinatie met bepaalde andere elementen. Kali en nitraat hebben de meeste combinatie mogelijkheden en dienen daarom als sluitpost te worden gebruikt. Het gebruiken van  $\text{NO}_3^-$  als extra correctie dient te worden begrensd, op bijvoorbeeld 1 à 1.5 mmol.

#### Opmerkingen

In dit ontwerp zijn een aantal zaken nog niet aan de orde gesteld. Zaken die later nog opgenomen dienen te worden zijn.

- Waardering te hoog chloor en natrium.
- Advisering bij gewenste hoge voedingstoestand in de winter
- Grenzen voor verhoudingen van elementen waarbij de computer geen advies mag uitbrengen.
- Algemene waardering van de analysecijfers.

#### Literatuur

Sonneveld, C en A van der Wees, 1982. Voedingsoplossingen voor de teelt van konkommers in steenwol. Proefstation voor Tuinbouw onder Glas, Informatiereeks no. 44.