

cb  
Bibliotheek  
Proefstation  
Naaldwijk

A  
2  
S  
74

BIBLIOTHEEK  
PROEFSTATION VOOR TUINBOUW  
ONDER GLAS TE NAALDWIJK

PROEFSTATION VOOR TUINBOUW ONDER GLAS TE NAALDWIJK

Kationen verhoudingen in de voedingsoplossing bij de teelt  
van sla in water. (Onderzoek 1984-1985)

C. Sonneveld

Naaldwijk, 30 juli 1985

Intern verslagno. 45

2232902

A  
2  
5  
74

## I N H O U D

|                                     | <u>pag.</u> |
|-------------------------------------|-------------|
| Samenvatting                        | 1           |
| Doel                                | 1           |
| Proefopzet                          | 1           |
| Verloop van de proef                | 3           |
| Waarnemingen                        | 4           |
| Water en mestoplossingen            | 4           |
| Opbrengsten                         | 5           |
| Voedingsoplossing                   | 7           |
| Gewasonderzoek                      | 11          |
| Conclusies en discussie             | 13          |
| Aanbevelingen voor verder onderzoek | 13          |
| <br>Bijlagen                        |             |

### Samenvatting

In een onderzoek naar de effecten van de voedingsconcentratie en de kationen verhoudingen in de voedingsoplossing voor sla zijn drie proeven uitgevoerd. In deze proeven werd het effect van de EC, de Ca/Mg en de K/Ca verhouding bestudeerd.

De resultaten vertoonden geen duidelijke effecten voor wat het kropgewicht betreft. Ten aanzien van rand was een duidelijk effect aanwezig. Een gemiddelde EC van 3,2 gaf duidelijk meer rand dan een waarde van 2,2. Ook de Ca/Mg verhouding had invloed op het randen. Een verhouding van 7,0 gaf duidelijk minder rand dan een verhouding van 0,3. De K/Ca verhouding had een zeer beperkt effect op het randen.

Het kaligehalte in het gewas werd doorgaans weinig beïnvloed door de toegepaste ionen verhoudingen. Voor calcium, maar vooral voor magnesium was dit wel duidelijk het geval.

### Doel

Het telen van sla in recirculerend water biedt mogelijk perspectieven in combinatie met een tomate- of komkommerteelt in steenwol. Ervaringen leerden tot heden dat sla, geteeld in recirculerend water, gevoeliger is voor het optreden van rand dan wanneer deze geteeld wordt in grond. Rand kan beïnvloed worden door de onderlinge verhoudingen van de kationen. In de proeven die in dit verslag worden beschreven, is vooral aandacht besteed aan het effect van verschillende kationen verhoudingen op het optreden van rand.

### Proefopzet

Voor het uitvoeren van het onderzoek is een speciale kasruimte ingericht. De ruimte is 19,5 m lang en 8,2 m breed. De oppervlakte is dus 160 m<sup>2</sup>. In de ruimte kunnen 8 behandelingen in viervoud worden aangelegd. Elk proefvak bestaat uit twee goten van 20 cm breed en 3,9 m lengte. De goten liggen horizontaal en de afvoer is zodanig aangebracht dat altijd 1 à 2 cm water in de goot blijft staan. Het water wordt rondgepompt vanuit ondergrondse basins van 600 l inhoud. De watervoorraad in de goten is 50 l per behandeling. De stroomsnelheid is ongeveer 45 l per uur per goot. De goten zijn afgedekt met platen, waarin gaten aanwezig zijn om de planten in te zetten. Per goot kunnen op deze wijze 17 planten worden gezet.

In het winter-voorjaar seizoen van 1984-1985 zijn de volgende proeven uitgevoerd.

Proef 1 Ca/Mg bij 2 EC-niveaus.

| Behan-<br>deling | Ca<br>mmol.l <sup>-1</sup> | Mg<br>mmol.l <sup>-1</sup> | EC<br>dS.m <sup>-1</sup> |
|------------------|----------------------------|----------------------------|--------------------------|
| 1                | 2.625                      | 0.375                      | 2-2.5                    |
| 2                | 2.25                       | 0.75                       | 2-2.5                    |
| 3                | 1.5                        | 1.5                        | 2-2.5                    |
| 4                | 0.75                       | 2.25                       | 2-2.5                    |
| 5                | 2.625                      | 0.375                      | 3-3.5                    |
| 6                | 2.25                       | 0.75                       | 3-3.5                    |
| 7                | 1.5                        | 1.5                        | 3-3.5                    |
| 8                | 0.75                       | 2.25                       | 3-3.5                    |

Proef 2 K/Ca bij 2 Mg-niveaus.

| Behan-<br>deling | K<br>mmol.l <sup>-1</sup> | Ca<br>mmol.l <sup>-1</sup> | Mg<br>mmol.l <sup>-1</sup> |
|------------------|---------------------------|----------------------------|----------------------------|
| 1                | 4                         | 2.75                       | 0.75                       |
| 2                | 5                         | 2.25                       | 0.75                       |
| 3                | 6                         | 1.75                       | 0.75                       |
| 4                | 7                         | 1.25                       | 0.75                       |
| 5                | 4.25                      | 3.0                        | 0.375                      |
| 6                | 5.45                      | 2.4                        | 0.375                      |
| 7                | 6.55                      | 1.85                       | 0.375                      |
| 8                | 7.55                      | 1.35                       | 0.375                      |



Proef 3 K-niveau en groeistadium

| Behandeling | Aanpassing mmol.l <sup>-1</sup> | Periode        |
|-------------|---------------------------------|----------------|
| 1           | +1K - 0,25 Ca - 0,25 Mg         | vanaf planten  |
| 2           | idem                            | vanaf 1 april  |
| 3           | idem                            | vanaf 8 april  |
| 4           | idem                            | vanaf 15 april |
| 5           | +2K - 0,5 Ca - 0,5 Mg           | vanaf planten  |
| 6           | idem                            | vanaf 1 april  |
| 7           | idem                            | vanaf 8 april  |
| 8           | idem                            | vanaf 15 april |

De gehalten zoals weergegeven in de proefopzet zijn afwijkingen ten opzichte van de standaard voedingsoplossing. De samenstelling van de standaard voedingsoplossing is weergegeven in tabel 1.

Tabel 1. Standaard voedingsoplossing voor sla.

|                                |          |                                    |          |
|--------------------------------|----------|------------------------------------|----------|
| NO <sub>3</sub>                | 9.5 mmol | Fe                                 | 35 umol  |
| H <sub>2</sub> PO <sub>4</sub> | 1.0      | Mn                                 | 0        |
| SO <sub>4</sub>                | 0.5      | Zn                                 | 3        |
| NH <sub>4</sub>                | 0.5      | B                                  | 20       |
| K                              | 5.0      | Cu                                 | 0.5      |
| Ca                             | 2.25     | Mo                                 | 0.5      |
| Mg                             | 0.75     | K <sub>0.65</sub> SiO <sub>3</sub> | 0.5 mmol |

In de proef zijn steeds twee rassen opgenomen; één rand resistent en één randgevoelig ras. In elk proefvak werd één goot met elk ras beplant.

Verloop van de proef

Plant- en oogstdata : Proef 1 4 okt. en 26 nov.  
: Proef 2 7 dec. en 5 mrt.  
: Proef 3 14 mrt. en 25 apr.  
Gebruikte rassen : Proef 1 Pascal en Panvit  
: Proef 2 Norden en Miranda  
: Proef 3 Salina en Sitonia  
Opmerking : Bij proef 1 was de temperatuur in het begin vrij hoog, waardoor de groei te welig was en uiteindelijk een matige kwaliteit werd geoogst. Bij proef 2 werd met een erg kleine plant gestart, waardoor de teeltduur is verlengd.

### Waarnemingen

Aantal en gewicht van de kroppen bij de oogst.

Rand. Beoordeling van verschillende soorten rand. Cijfers van 0-3 per krop. 0 - geen, 1 - licht, 2 - matig en 3 - ernstige aantasting.

Bemonsteren voedingsoplossing. Iedere één à twee weken wordt de re-circulerende voedingsoplossing bemonsterd.

Bemonstering gewas. Bij de oogst werden per behandeling gewasmonsters verzameld. Twee kroppen per ras per vak. De kroppen werden zodanig gevierendeeld dat oud en jong blad evenredig waren vertegenwoordigd. Per monster werden 8 vierde gedeelten gedroogd.

### Water en mestoplossingen

Bij proef 1 is abusievelijk aan het einde van de teelt niet de waterstand opgenomen, het waterverbruik bij deze teelt is geschat.

Tabel 1. Het verbruik aan water en meststoffen in resp. l en ml 200 maal geconcentreerde oplossing.

| Proef       | l water<br>per behandeling | ml mest-<br>oplossing | ver-<br>houding |
|-------------|----------------------------|-----------------------|-----------------|
| 1 (EC laag) | 225*                       | 2640                  | 85              |
| 1 (EC hoog) | 225*                       | 3490                  | 64              |
| 2           | 275                        | 3430                  | 80              |
| 3           | 488                        | 4460                  | 109             |

\* geschat

Tabel 2. Verbruik aan loog en zuur uitgedrukt in mmol per l opgenomen water.

| Proef | behandelingen | KHCO <sub>3</sub><br>of KOH | Ca(OH) <sub>2</sub> | H NO <sub>3</sub> |
|-------|---------------|-----------------------------|---------------------|-------------------|
| 1     | 1-4           | 1.04                        |                     | 3.25              |
|       | 5-8           | 1.70                        |                     | 1.86              |
| 2     | alle          | 0.72                        | 0.36                | 2.98              |
| 3     | alle          | 0.06                        | 0.03                | 0.41              |

Loog werd vooral in het begin van de teelt gebruikt en zuur aan het einde.

### Opbrengsten

Tabel 3. Kropgewichten in g per stuk van de goede slakroppen.

| Behan-<br>deling | Proef 1 |        | Proef 2 |         | Proef 3 |         |
|------------------|---------|--------|---------|---------|---------|---------|
|                  | Pascal  | Panvit | Norden  | Miranda | Salina  | Sitonia |
| 1                | 193     | 156    | 227     | 277     | 273     | 271     |
| 2                | 164     | 151    | 213     | 250     | 276     | 271     |
| 3                | 169     | 145    | 218     | 278     | 278     | 269     |
| 4                | 182     | 148    | 221     | 259     | 278     | 275     |
| 5                | 181     | 146    | 221     | 259     | 271     | 269     |
| 6                | 180     | 142    | 225     | 269     | 273     | 280     |
| 7                | 172     | 154    | 218     | 267     | 272     | 272     |
| 8                | 162     | 149    | 219     | 269     | 275     | 272     |

In proef 1 trad veel smeul op. De aangetaste kroppen zijn niet meege-  
wogen. Duidelijke verschillen in kropgewichten doen zich niet voor.

Tabel 4. Het aantal geoogste kroppen per behandeling.

| Behan-<br>deling | Proef 1 |        | Proef 2 |         | Proef 3 |         |
|------------------|---------|--------|---------|---------|---------|---------|
|                  | Pascal  | Panvit | Norden  | Miranda | Salina  | Sitonia |
| 1                | 21      | 59     | 62      | 64      | 66      | 68      |
| 2                | 25      | 62     | 65      | 67      | 65      | 68      |
| 3                | 15      | 52     | 64      | 66      | 66      | 64      |
| 4                | 17      | 59     | 63      | 68      | 65      | 64      |
| 5                | 28      | 48     | 59      | 66      | 53      | 60      |
| 6                | 27      | 48     | 65      | 65      | 59      | 54      |
| 7                | 25      | 50     | 63      | 64      | 65      | 64      |
| 8                | 25      | 48     | 63      | 67      | 67      | 66      |

Als gevolg van smeul aantasting is het aantal geoogste kroppen in de  
eerste proef laag. Bij Pascal is de aantasting het ernstigste ge-  
weest. Per behandeling konden 68 kroppen worden geoogst. Gemiddeld  
waren er bij dit ras slechts 23 oogstbaar.

Tabel 5. Gemiddelde randaantasting per krop.  
0 - geen en 3 ernstig

| Behan-<br>deling | Proef 1 |        | Proef 2 |         | Proef 3 |         |
|------------------|---------|--------|---------|---------|---------|---------|
|                  | Pascal  | Panvit | Norden  | Miranda | Salina  | Sitonia |
| 1                | 0.0     | 0.2    | 0.1     | 1.6     | 0.1     | 0.2     |
| 2                | 0.0     | 0.5    | 0.2     | 2.2     | 0.1     | 0.2     |
| 3                | 0.1     | 0.5    | 0.1     | 1.7     | 0.2     | 0.1     |
| 4                | 0.2     | 0.9    | 0.3     | 2.3     | 0.0     | 0.0     |
| 5                | 0.4     | 0.9    | 0.2     | 1.9     | 0.1     | 0.1     |
| 6                | 0.8     | 1.2    | 0.1     | 1.8     | 0.3     | 0.3     |
| 7                | 0.8     | 1.2    | 0.5     | 2.1     | 0.1     | 0.1     |
| 8                | 1.8     | 1.4    | 1.0     | 2.2     | 0.0     | 0.1     |

In proef 1 blijkt een duidelijk effect van zowel de EC als de Ca-Mg verhouding op het randen aanwezig te zijn. De invloed van een hogere kalibemesting op het randen komt in de proeven 2 en 3 niet of nauwelijks naar voren.

Tabel 6. Het optreden van droogrand in de proeven 1 en 2.  
0 - geen aantasting en 3 ernstig

| Behandeling | Proef 1<br>Droogrand |        | Proef 2<br>Droogrand |         |
|-------------|----------------------|--------|----------------------|---------|
|             | Pascal               | Panvit | Norden               | Miranda |
| 1           | 0.3                  | 0.7    | 1.2                  | 1.3     |
| 2           | 0.3                  | 0.4    | 1.2                  | 1.5     |
| 3           | 0.2                  | 0.3    | 1.0                  | 1.3     |
| 4           | 0.1                  | 0.3    | 1.0                  | 0.9     |
| 5           | 0.5                  | 0.6    | 1.0                  | 1.4     |
| 6           | 0.2                  | 1.0    | 1.0                  | 1.4     |
| 7           | 0.0                  | 0.2    | 1.2                  | 1.3     |
| 8           | 0.1                  | 0.3    | 0.9                  | 1.5     |



Het droogrand vertoonde overeenkomende verschijnselen met mangaan-overmaat symptomen en was als zodanig niet te onderscheiden. De verschijnselen nemen in proef 1 af met afnemende Ca/Mg verhouding. In proef 2 zijn de verschillen minimaal.

Tabel 7. Het optreden van smeul in proef 1.

| Behandeling | % aangetaste planten |        |
|-------------|----------------------|--------|
|             | Pascal               | Panvit |
| 1           | 69                   | 12     |
| 2           | 63                   | 8      |
| 3           | 78                   | 31     |
| 4           | 75                   | 12     |
| 5           | 58                   | 27     |
| 6           | 60                   | 29     |
| 7           | 62                   | 32     |
| 8           | 66                   | 28     |

Pascal was sterker aangetast dan Panvit. Een duidelijk effect van de behandelingen is niet aanwezig.

#### Voedingsoplossing

Iedere twee weken werd de voedingsoplossing onderzocht op hoofdelementen en iedere maand op spoorelementen. De volgende aantallen bemonsteringen werden verkregen.

|         | <u>Hoofdelementen</u> | <u>Spoorelementen</u> |
|---------|-----------------------|-----------------------|
| Proef 1 | 7                     | 3                     |
| Proef 2 | 6                     | 3                     |
| Proef 3 | 5                     | 2                     |

Tabel 8. Analyseresultaten van elementen die geen proeffactor waren.  
Gemiddelden per groep behandelingen of over alle behandel-  
lingen.

| Bepaling         | Proef 1 |        | Proef 2 | Proef 3 |
|------------------|---------|--------|---------|---------|
|                  | EC 2.2  | EC 3.2 |         |         |
| EC               | 2.2     | 3.2    | 2.1     | 2.4     |
| pH               | 6.4     | 6.0    | 5.9     | 6.4     |
| NH <sub>4</sub>  | 0.2     | 0.4    | 0.3     | 0.6     |
| K                | 6.3     | 10.4   | -       | -       |
| Na               | 1.0     | 1.2    | 1.1     | 0.9     |
| Ca               | -       | -      | -       | -       |
| Mg               | -       | -      | -       | -       |
| NO <sub>3</sub>  | 15.2    | 24.3   | 14.2    | 15.7    |
| Cl               | 0.6     | 0.8    | 1.1     | 1.2     |
| SO <sub>4</sub>  | 1.3     | 1.7    | 1.5     | 1.7     |
| HCO <sub>3</sub> | 0.2     | 0.1    | 0.1     | 0.1     |
| P                | 1.4     | 2.2    | 1.2     | 1.6     |
| Fe               | 46      | 67     | 44      | 56      |
| Mn               | 0.8     | 1.1    | 1.3     | 1.0     |
| Zn               | 16      | 19     | 15      | 2.9     |
| B                | 43      | 64     | 35      | 49      |
| Cu               | 1.6     | 2.0    | 1.0     | 1.0     |

Tabel 9. Gemiddelde gehalten aan K, Ca en Mg per behandeling.

| Elementen | Behandelingen |      |      |      |      |      |      |      |
|-----------|---------------|------|------|------|------|------|------|------|
|           | 1             | 2    | 3    | 4    | 5    | 6    | 7    | 8    |
| Proef 1   |               |      |      |      |      |      |      |      |
| Ca        | 4.3           | 3.9  | 3.2  | 2.4  | 6.3  | 6.5  | 4.4  | 2.9  |
| Mg        | 1.3           | 1.6  | 2.9  | 3.8  | 1.9  | 2.6  | 4.0  | 5.9  |
| Proef 2   |               |      |      |      |      |      |      |      |
| K         | 3.8           | 5.6  | 6.7  | 8.6  | 4.8  | 6.8  | 9.3  | 11.6 |
| Ca        | 4.7           | 4.0  | 3.2  | 2.6  | 4.6  | 4.1  | 2.5  | 2.4  |
| Mg        | 1.4           | 1.4  | 1.4  | 1.4  | 1.1  | 1.0  | 0.8  | 0.8  |
| P         | 0.95          | 0.98 | 0.96 | 1.02 | 1.05 | 1.19 | 1.60 | 2.07 |
| Proef 3   |               |      |      |      |      |      |      |      |
| K         | 6.7           | 7.2  | 7.5  | 7.7  | 8.7  | 8.9  | 8.3  | 8.1  |
| Ca        | 4.1           | 4.2  | 4.7  | 4.4  | 3.4  | 4.3  | 4.6  | 4.5  |
| Mg        | 1.3           | 1.6  | 1.6  | 1.7  | 0.9  | 1.2  | 1.3  | 1.5  |

In proef 2 trad een opvallend verloop op in het fosfaatgehalte, zoals is weergegeven in tabel 9. Het kaligehalte in proef 3 verliep met het moment van de extra kalitoediening, zoals blijkt uit figuur 1.

Ook is de mate van accumulatie van de elementen die proeffactor waren berekend. Dit werd als volgt gedaan.

De gemiddelde dosering van het element werd berekend door de totaal toegediende hoeveelheid te delen op de totaal toegediende hoeveelheid water. Het gehalte aan het element in de recirculerende voedingsoplossing bij de laatste bemonstering werd daarna gedeeld op de gemiddelde dosering. De resultaten zijn voor de proeven 1 en 2 samengevat in tabel 10. Voor proef 3 werd de berekening niet uitgevoerd, omdat de wisselende dosering zich daarvoor minder leent.

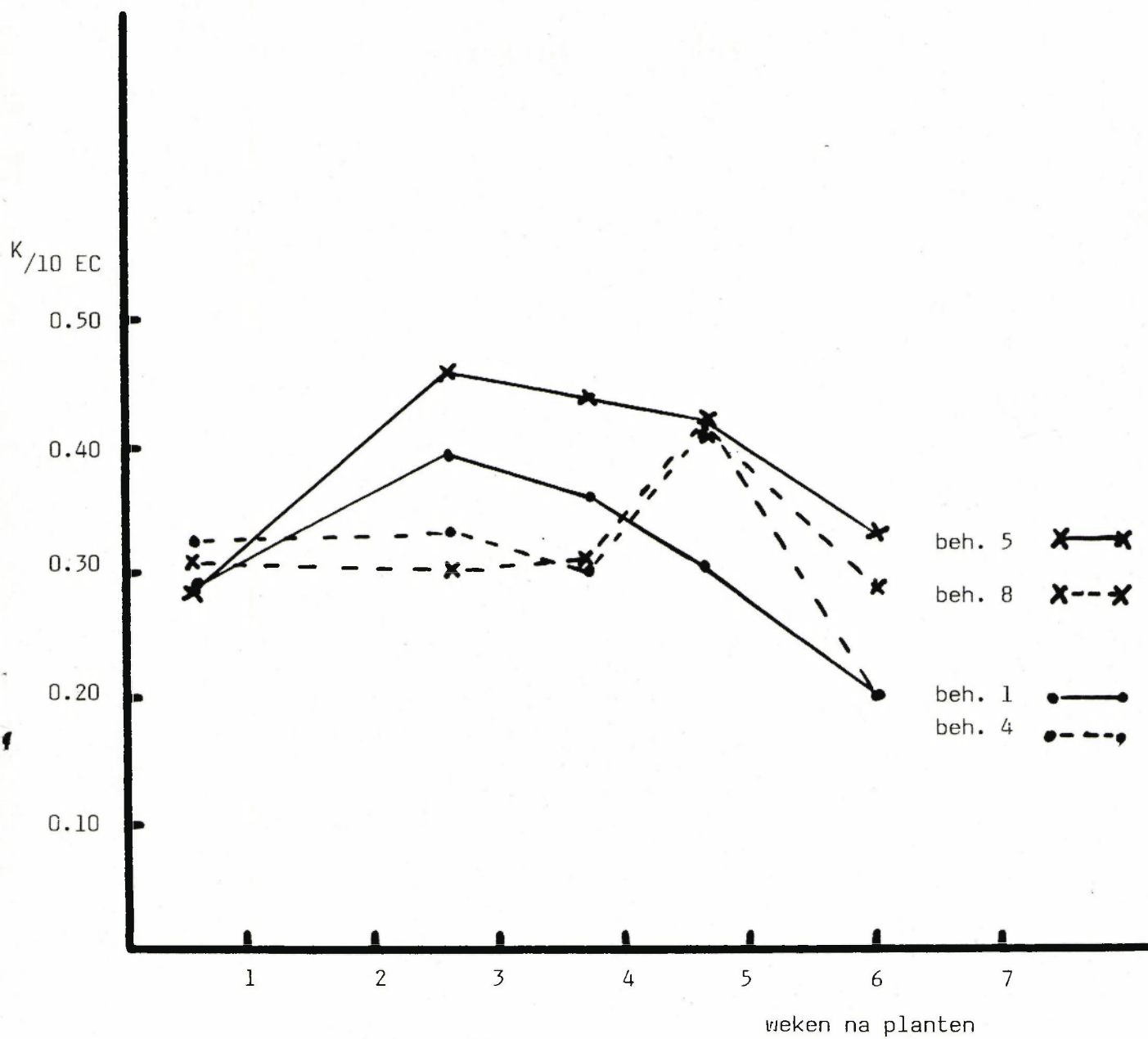


fig. 1. Het verloop van het relatieve kaligehalte bij enkele behandelingen in proef 3.



Tabel 10. Accumulatie van K, Ca en Mg in de proeven 1 en 2.

| Proef 1          |                             |     |                          |     |                  |      |  |  |  |
|------------------|-----------------------------|-----|--------------------------|-----|------------------|------|--|--|--|
| Behan-<br>deling | Toegediende<br>concentratie |     | Gevonden<br>concentratie |     | Accumu-<br>latie |      |  |  |  |
|                  | Ca                          | Mg  | Ca                       | Mg  | Ca               | Mg   |  |  |  |
| 1                | 5.2                         | 0.7 | 4.6                      | 1.1 | 0.88             | 1.57 |  |  |  |
| 2                | 4.5                         | 1.5 | 4.4                      | 1.7 | 0.98             | 1.13 |  |  |  |
| 3                | 3.0                         | 3.0 | 3.5                      | 3.0 | 1.17             | 1.00 |  |  |  |
| 4                | 1.4                         | 4.3 | 2.4                      | 4.0 | 1.71             | 0.93 |  |  |  |
| 5                | 7.4                         | 1.1 | 6.7                      | 2.2 | 0.91             | 2.00 |  |  |  |
| 6                | 6.3                         | 2.1 | 7.2                      | 3.0 | 1.14             | 1.43 |  |  |  |
| 7                | 4.3                         | 4.3 | 4.9                      | 4.3 | 1.14             | 1.00 |  |  |  |
| 8                | 2.2                         | 6.4 | 3.2                      | 6.3 | 1.45             | 0.98 |  |  |  |

| Proef 2          |                             |     |     |                          |     |     |                  |      |      |
|------------------|-----------------------------|-----|-----|--------------------------|-----|-----|------------------|------|------|
| Behan-<br>deling | Toegediende<br>concentratie |     |     | Gevonden<br>concentratie |     |     | Accumu-<br>latie |      |      |
|                  | K                           | Ca  | Mg  | K                        | Ca  | Mg  | K                | Ca   | Mg   |
| 1                | 9.2                         | 6.3 | 1.7 | 2.5                      | 6.8 | 2.1 | 0.27             | 1.08 | 1.24 |
| 2                | 10.8                        | 4.8 | 1.6 | 5.1                      | 5.4 | 1.9 | 0.47             | 1.12 | 1.19 |
| 3                | 13.1                        | 3.8 | 1.6 | 6.8                      | 4.2 | 1.9 | 0.52             | 1.11 | 1.19 |
| 4                | 14.6                        | 2.6 | 1.6 | 9.4                      | 3.2 | 1.9 | 0.64             | 1.23 | 1.19 |
| 5                | 9.3                         | 6.6 | 0.8 | 3.5                      | 6.9 | 1.2 | 0.38             | 1.05 | 1.50 |
| 6                | 11.2                        | 5.0 | 0.8 | 6.0                      | 5.6 | 1.1 | 0.54             | 1.12 | 1.38 |
| 7                | 14.6                        | 4.1 | 0.8 | 11.7                     | 2.9 | 0.9 | 0.80             | 0.71 | 1.12 |
| 8                | 13.5                        | 2.4 | 0.7 | 9.4                      | 3.5 | 1.0 | 0.70             | 1.46 | 1.43 |

Zoals blijkt, wordt kali relatief sterk opgenomen. De accumulatie neemt toe met het niveau, maar zelfs bij het hoogste niveau is de accumulatie nog negatief. Voor calcium en magnesium blijkt de accumulatie toe te nemen met een lagere toediening. In de tweede proef vertoont behandeling 7 een onregelmatigheid. Een verklaring kan niet worden gevonden.

Gewasonderzoek

Tabel 11. Analyseresultaten gewasonderzoek eerste proef.

| Behan-<br>deling | Pascal |      |     |     |     | Panvit |      |     |     |     |
|------------------|--------|------|-----|-----|-----|--------|------|-----|-----|-----|
|                  | Na     | K    | Ca  | Mg  | %ds | Na     | K    | Ca  | Mg  | %ds |
| 1                | 47     | 2810 | 281 | 128 | 3.3 | 49     | 2810 | 299 | 127 | 4.1 |
| 2                | 53     | 3010 | 301 | 149 | 3.4 | 50     | 2800 | 278 | 123 | 4.1 |
| 3                | 54     | 2990 | 256 | 177 | 3.5 | 43     | 2650 | 223 | 143 | 4.2 |
| 4                | 57     | 3030 | 223 | 240 | 3.4 | 52     | 2720 | 201 | 195 | 4.0 |
| 5                | 47     | 3170 | 262 | 121 | 3.6 | 42     | 2760 | 234 | 106 | 4.3 |
| 6                | 53     | 3060 | 266 | 138 | 3.6 | 53     | 2790 | 235 | 116 | 4.3 |
| 7                | 55     | 3010 | 244 | 170 | 3.6 | 44     | 2640 | 216 | 140 | 4.3 |
| 8                | 49     | 3130 | 176 | 211 | 3.5 | 43     | 2610 | 174 | 192 | 4.3 |

Tabel 12. Analyseresultaten gewasonderzoek tweede proef.

| Behan-<br>deling | Norden |      |     |     |     | Miranda |      |     |     |     |
|------------------|--------|------|-----|-----|-----|---------|------|-----|-----|-----|
|                  | Na     | K    | Ca  | Mg  | %ds | Na      | K    | Ca  | Mg  | %ds |
| 1                | 47     | 2761 | 297 | 136 | 4.0 | 42      | 2979 | 247 | 111 | 4.2 |
| 2                | 48     | 2890 | 254 | 123 | 4.0 | 51      | 3148 | 221 | 103 | 4.1 |
| 3                | 57     | 2996 | 277 | 129 | 4.0 | 49      | 3074 | 212 | 101 | 4.1 |
| 4                | 61     | 2983 | 237 | 122 | 4.0 | 56      | 3094 | 213 | 102 | 4.4 |
| 5                | 42     | 2860 | 258 | 134 | 3.9 | 41      | 3002 | 223 | 102 | 4.2 |
| 6                | 51     | 2870 | 252 | 122 | 4.0 | 49      | 3175 | 219 | 100 | 4.0 |
| 7                | 55     | 2972 | 224 | 120 | 4.1 | 57      | 3176 | 208 | 96  | 4.1 |
| 8                | 66     | 3115 | 219 | 119 | 4.0 | 59      | 3375 | 186 | 90  | 4.1 |

Tabel 13. Analyseresultaten gewasonderzoek derde proef.

| Behan-<br>deling | Salina |     |    |     | Sitonia |     |    |     |
|------------------|--------|-----|----|-----|---------|-----|----|-----|
|                  | K      | Ca  | Mg | %ds | K       | Ca  | Mg | %ds |
| 1                | 2840   | 209 | 83 | 4.9 | 2820    | 188 | 77 | 4.8 |
| 2                | 2880   | 201 | 86 | 4.6 | 2960    | 197 | 83 | 4.8 |
| 3                | 2920   | 211 | 84 | 4.6 | 2810    | 186 | 80 | 4.8 |
| 4                | 2810   | 229 | 91 | 4.6 | 2810    | 215 | 85 | 4.8 |
| 5                | 2770   | 187 | 77 | 4.8 | 2910    | 180 | 73 | 4.9 |
| 6                | 2790   | 195 | 77 | 5.0 | 2950    | 181 | 73 | 4.9 |
| 7                | 2770   | 204 | 85 | 4.8 | 2840    | 184 | 80 | 4.9 |
| 8                | 2750   | 211 | 82 | 4.8 | 2850    | 196 | 78 | 4.8 |

Het natriumgehalte in proef 1 is voor alle behandelingen min of meer hetzelfde; gemiddeld  $49 \text{ mmol.kg}^{-1}$ . In de tweede proef is een duidelijk verloop met de K/Ca verhouding aanwezig. Bij de laagste K/Ca is het  $43 \text{ mmol.kg}^{-1}$  en bij de hoogste K/Ca is het 60.

De kaliegehalten blijken onafhankelijk van de behandelingen vrij constant te zijn. Gemiddeld werden voor de diverse teelten de volgende gehalten gevonden:

|                  |      |         |      |
|------------------|------|---------|------|
| teelt 1 : Pascal | 2901 | Panvit  | 2722 |
| teelt 2 : Norden | 2931 | Miranda | 3128 |
| teelt 3 : Salina | 2816 | Sitonia | 2869 |

Het calciumgehalte wordt duidelijk beïnvloed door de Ca/Mg verhouding in de eerste proef. Het varieert van  $290 \text{ mmol.kg}^{-1}$  tot  $212 \text{ mmol.kg}^{-1}$  bij de normale EC en van 248 tot  $175 \text{ mmol.kg}^{-1}$  bij de hoge EC. In proef 2 neemt calcium af bij toenemende K/Ca verhouding. Bij laag magnesium zijn de calciumgehalten lager dan bij hoog magnesium. Dit zou eerder tegengesteld verwacht mogen worden. Gemiddeld zijn de gehalten bij laag K/Ca 256 en bij hoog K/Ca 214  $\text{mmol.kg}^{-1}$ . In de derde proef blijkt calcium samen te hangen met het moment van wijziging van de verhouding en het kaliniveau waarbij gestart is.

Magnesium wordt erg sterk beïnvloed door de Ca/Mg verhoudingen en door de EC in de eerste proef. Bij normale EC loopt het uiteen van 128 tot  $218 \text{ mmol.kg}^{-1}$  en bij de hoge EC van 114 tot  $201 \text{ mmol.kg}^{-1}$ . Het Mg niveau in de tweede proef heeft weinig invloed op de opname. De K/Ca verhouding iets. Het daalt van 121 bij laag K/Ca naar 108 bij hoog K/Ca. In de derde proef wordt magnesium slechts weinig beïnvloed. In beperkte mate komen het magnesium niveau en het moment van omschakelen in de cijfers tot uitdrukking.

Alleen in de eerste proef is het droge-stofgehalte beïnvloed door de toegepaste behandelingen. Het is hoger bij een hoge EC.

### Conclusies en discussie

In een onderzoek werden in verschillende proeven effecten van EC en kationen verhoudingen op groei en kationenopname van sla geteeld in water bestudeerd.

De volgende conclusies kunnen worden getrokken.

- Het kropgewicht wordt niet of nauwelijks beïnvloed door een verhoging van de EC van 2.2 naar 3.2 en ook niet door uiteenlopende verhoudingen van K, Ca en Mg.
- Het randen van de sla werd bevorderd door een hoge EC en door een lage Ca/Mg verhouding. De K/Ca verhouding heeft waarschijnlijk slechts weinig invloed op het randen van sla.
- Gewasonderzoek toonde aan dat de K/Ca verhouding in de voedingsoplossing een duidelijke invloed heeft op de natriumopname. Het kaligehalte blijkt vrij onafhankelijk van de samenstelling van de voedingsoplossing op te lopen naar een gehalte van ongeveer  $3000 \text{ mmol.kg}^{-1}$ . Gemiddeld over de verschillende teelten was het  $2900 \text{ mmol.kg}^{-1}$ . Calcium en magnesium blijken zeer duidelijk te worden beïnvloed door het niveau van deze elementen in de voedingsoplossing. Ook de EC had een duidelijke invloed; vooral bij calcium. De hogere EC in de eerste proef verminderde de opname met 30%.
- Uit de proef kunnen nog de volgende gegevens worden berekend: De hoeveelheid water die per krop sla nodig was, bedroeg in proef 1 - 1,7 l, in proef 2 - 2,0 l en in proef 3 - 3,6 l.

De toediening van voedingsoplossing aan het water was ongeveer twee maal zo hoog als in de standaardvoedingsoplossing voorgeschreven. De standaard voedingsoplossing kan dus tenminste worden berekend op basis van een EC van 2.0.

Met de huidige voedingsoplossing voor sla worden in het gewas ongeveer gehalten aan K, Ca en Mg verkregen van resp. 3000, 260 en  $125 \text{ mmol.kg}^{-1}$  droge stof. Deze gehalten verschillen duidelijk van die welke gewoonlijk in grond worden verkregen namelijk 2000, 300 en 175. Opvallend hierbij is vooral het hoge K gehalte dat wordt verkregen in watercultures.

- Voor wat betreft het optreden van rand, zouden in de voedingsoplossing de volgende aanpassingen aan te bevelen zijn. Het magnesiumgehalte zoveel als mogelijk verlagen.

Geen hoge EC-waarden handhaven.

Indien dit toch nodig is, het calciumgehalte relatief verhogen, teneinde de vermindering van de calciumopname bij de hoge EC zoveel als mogelijk te beperken.

### Aanbevelingen voor verder onderzoek

In het kader van het optreden van rand bij sla in watercultures verdienen de volgende punten aandacht in het onderzoek.



1. Het effect van natrium op het randen van sla.
2. De oorzaak te vinden van de grote kaliopname.
3. Mogelijkheden om de calciumopname te stimuleren, bestuderen.  
Hierbij kan gedacht worden aan kationen verhoudingen met extreem veel calcium of aan toevoeging van middelen die de calciumopname stimuleren, zoals chelaten, humuszuur e.d.



|       |   |
|-------|---|
| 4     | 8 |
| 7     | 2 |
| <hr/> |   |
| 3     | 7 |
| 2     | 1 |
| 2     | 6 |
| 4     | 8 |
| 1     | 5 |
| 5     | 3 |

|       |    |
|-------|----|
| 12    | 16 |
| 1     | 4  |
| <hr/> |    |
| 11    | 15 |
| 8     | 7  |
| 10    | 14 |
| 3     | 6  |
| 9     | 13 |
| 4     | 1  |

|       |    |
|-------|----|
| 20    | 24 |
| 6     | 5  |
| <hr/> |    |
| 19    | 23 |
| 5     | 3  |
| 18    | 22 |
| 1     | 7  |
| 17    | 21 |
| 2     | 8  |

|       |    |
|-------|----|
| 28    | 32 |
| 8     | 3  |
| <hr/> |    |
| 27    | 31 |
| 6     | 4  |
| 26    | 30 |
| 2     | 5  |
| 25    | 21 |
| 7     | 6  |

Voedingsoplossing A 2-1 Sla  
200 maal geconcentreerd

|                       |       |
|-----------------------|-------|
| <u>Oplossing A</u>    | 75 l. |
| ammoniumnitraat       | 600 g |
| monokalifosfaat       | 2040  |
| kalisalpeter          | 4550  |
| zwavelzure kali       | 1300  |
| ijzerchelaat EDTA 13% | 226   |
| borax                 | 29    |
| kopersulfaat          | 1,9   |
| natriummolybdaat      | 1,9   |

Oplossing B1

|              |      |
|--------------|------|
| kalksalpeter | 4070 |
|--------------|------|

Oplossing B2

|                  |      |
|------------------|------|
| magnesiumnitraat | 5770 |
|------------------|------|

Dosering: voor elk liter A oplossing:

|    | <u>Behandeling</u> |               |               |               |
|----|--------------------|---------------|---------------|---------------|
|    | <u>1 en 5</u>      | <u>2 en 6</u> | <u>3 en 7</u> | <u>4 en 8</u> |
| B1 | 1750               | 1500          | 1000          | 500           |
| B2 | 250                | 500           | 1000          | 1500          |

Kaliwaterglas oplossing: alle behandelingen 20 ml/100 l. toegediend water.

$\frac{1}{2}$  l. A + bijbehorende B1 en B2 geven een EC van  $\pm 1.3 \text{ mS.cm}^{-1}$ .

Voedingsoplossing sla 102-1

Tweede teelt dec. '84 - maart '85

200 maal geconcentreerd.

| <u>Oplossing A</u>    | <u>25</u> | <u>l.</u> |
|-----------------------|-----------|-----------|
| ammoniumnitraat       | 200       | g.        |
| monokalifosfaat       | 680       | g.        |
| bitterzout            | 462       | g.        |
| kalisalpeter          | 1390      | g.        |
| kalisulfaat           | 109       | g.        |
| ijzerchelaat EDTA 13% | 75        | g.        |
| borax                 | 9.7       | g.        |
| kopersulfaat          | 0.6       | g.        |
| natriummolybdaat      | 0.6       | g.        |

| <u>Oplossing B1</u> | <u>75</u> | <u>l.</u> |
|---------------------|-----------|-----------|
| kalisalpeter        | 4070      | g.        |
| B2                  | <u>75</u> | <u>l.</u> |
| magnesiumnitraat    | 5770      | g.        |
| B3                  | <u>25</u> | <u>l.</u> |
| kalisalpeter        | 1517      | g.        |

## Dosering behandeling per 100 liter water

|    | 1   | 2   | 3   | 4   | 5    | 6   | 7   | 8   |
|----|-----|-----|-----|-----|------|-----|-----|-----|
| A  | 500 | 500 | 500 | 500 | 500  | 500 | 500 | 500 |
| B1 | 915 | 750 | 580 | 415 | 1000 | 800 | 615 | 450 |
| B2 | 125 | 125 | 125 | 125 | -    | -   | -   | -   |
| B3 | 0   | 170 | 330 | 500 | 40   | 240 | 425 | 590 |

Voedingsoplossing A2-1 1985 2<sup>e</sup> teelt  
400 maal geconcentreerd

|                  |                  |
|------------------|------------------|
| Oplossing A      | 30 liter water   |
| calciumnitraat   | 3800 g           |
| magnesiumnitraat | 1200 g = 890 ml. |
| kaliumnitraat    | 1213 g           |
| ammoniumnitraat  | 480 g            |
| ijzerchelaat 13% | 181 g            |

|                  |        |
|------------------|--------|
| Oplossing B      |        |
| kaliumsulfaat    | 1046 g |
| monokalifosfaat  | 1633 g |
| borax            | 23 g   |
| kopersulfaat     | 1.5 g  |
| natriummolybdaat | 1.5 g  |

|                  |                  |
|------------------|------------------|
| Oplossing C      |                  |
| calciumnitraat   | 1086 g           |
| magnesiumnitraat | 2400 g = 1780 ml |
| kaliumnitraat    | 2426 g           |

|               |        |
|---------------|--------|
| Oplossing D   |        |
| kaliumnitraat | 4853 g |

Dosering:

Voor standaardsamenstelling: 1 l. A-opl./1 l. B-opl./1 l. C-opl. per 200 l.

Voor aanpassing beh. 1 + 4 : 1 l. A-opl/ 1 l. B-opl/  $\frac{1}{2}$  l. C-opl./ $\frac{1}{2}$  l. D-opl. per 200 l.

Voor aanpassing beh. 5 + 8 : 1 l. A-opl/ 1 l. B-opl/1 l. D-opl. per 200 l.