

db

BIBLIOTHEEK
PROEFSTATION VOOR TUINBOUW
ONDER GLAS TE NAALDWIJK

Bibliotheek
Proefstation
Naaldwijk

582

A
T
V
78

PROEFSTATION VOOR TUINBOUW ONDER GLAS TE NAALDWIJK

Voedingsoplossingen voor paprika geteeld in een
recirculerend systeem.

Praktijkonderzoek 1980 en 1981

W. Voogt

Naaldwijk, maart 1982

Internverslagnr. 10.

14480 : 54

A
—
I
V
78

BIBLIOTHEEK
PROEFSTATION VOOR TUINBOUW
ONDER GLAS TE NAALDWIJK

Stamboeknr.: 3151

PROEFSTATION VOOR TUINBOUW ONDER GLAS TE NAALDWIJK

Voedingsoplossingen voor paprika geteeld in een
recirculerend systeem.

Praktijkonderzoek 1980 en 1981

W. Voogt

Naaldwijk, maart 1982

Internverslagnr. 10.

2232099

Inleiding.

In 1979 is op beperkte schaal ervaring opgedaan met het telen van paprika in voedingsfilm. Voor deze teeltwijze is op het proefstation te Naaldwijk een voedingsoplossing berekend. Om na te gaan of deze voedingsoplossing voor de praktijk geschikt is, zijn in 1980 en in 1981 op twee praktijkbedrijven de samenstellingen van de recirculerende voedingsoplossingen systematisch gecontroleerd. De resultaten zijn in dit verslag opgenomen.

Opzet en verloop van het onderzoek.

Het onderzoek is het eerste jaar uitgevoerd op het bedrijf van de heer T. Strik, Oosteinde 106^a, Wateringen (bedrijf A).

Op dit bedrijf van 1½ ha glas werd in 1980 voor het eerst 1100 m² geteeld in voedingsfilm. De planten stonden in p.v.c. goten van 30 cm breed, met een helling van 1%. Het tweede jaar is het onderzoek vervolgd op het bedrijf van de firma Vollebregt-Oudshoorn, Albert van 't Hartweg 22, Bleiswijk (bedrijf B). Op dit bedrijf werd geteeld in steenwol met recirculatie.

Op beide bedrijven werd iedere twee weken de recirculerende voedingsoplossing bemonsterd. Verder werd aantekening gehouden van de hoeveelheden verbruikte meststoffen. Op beide bedrijven werd gebruik gemaakt van regenwater. Op bedrijf A was in juni een tekort aan water.

Er is toen bijgemengd met leidingwater. Op bedrijf B was in augustus tekort aan water. Ook hier is toen bijgemengd met leidingwater.

Voor bedrijf A was de voedingsoplossing aanvankelijk als volgt samengesteld:

| | | | |
|---|---------------------------|----|-------------------------|
| NO ₃ ⁻ | 11,0 mmol.l ⁻¹ | Fe | 35 μmol.l ⁻¹ |
| H ₂ PO ₄ ⁻ | 1,5 " | Mn | 20 " |
| SO ₄ ⁻⁻ | 1,75 " | Zn | 4 " |
| K ⁺ | 7,0 " | B | 20 " |
| Ca ⁺⁺ | 3,25 " | Cu | 0.5 " |
| Mg ⁺⁺ | 1,25 " | Mo | 0.5 " |

Bovenomschreven oplossing heeft een EC van ± 1,8 m S. cm⁻¹.

Meestal werd in lagere concentraties gedoseerd. De verhoudingen tussen de voedingsstoffen bleven echter bestaan.

Tijdens de teelt heeft de samenstelling van de voedingsoplossing enige wijzigingen ondergaan. Dit gebeurde aan de hand van de analyseresultaten van het recirculerende water. Zo is gedurende de gehele teelt geen zink aan de voedingsoplossing toegediend, omdat het regenwater ruim voldoende zink bevatte. Het systeem is tweemaal in z'n geheel ververst, omdat de gehalten aan chloride en zink te veel waren opgelopen.

Op grond van de resultaten bij bedrijf A, is de standaardvoedingsoplossing voor paprika gewijzigd. Dit resulteerde in de navolgende voedingsoplossing, welke op bedrijf B is gebruikt.

| | | | | | |
|---------------------------|-------|----------------------|----|-----|------------------------|
| NO_3^- | 12.25 | mmol.l^{-1} | Fe | 30 | $\mu\text{mol.l}^{-1}$ |
| H_2PO_4^- | 1.25 | " | Mn | 20 | " |
| SO_4^{--} | 1.25 | " | Zn | - | " |
| K^+ | 6.5 | " | B | 25 | " |
| Ca^{++} | 3.5 | " | Cu | 0.5 | " |
| Mg^{++} | 1.25 | " | Mo | 0.5 | " |

Tijdens de teelt zijn hierin nog enkele wijzigingen aangebracht op grond van de analyseresultaten van het recirculerende water.

Tijdens de periode dat bijgemengd werd met leidingwater, heeft men continu een hoeveelheid water weg laten lopen, zodat een zekere mate van doorspoeling bereikt werd.

Op beide bedrijven omvatte de proef de gehele teeltperiode, resp. van 7-12-'79 tot 1-10-'80 en van 13-12-'80 tot 1-11-'81.

Analyseresultaten.

Elke twee weken werd de recirculerende voedingsoplossing bemonsterd en onderzocht op hoofd- en sporelementen. De gemiddelde waarden van de EC en de pH en de hoofdelementen zijn in de tabellen 1 en 2 weergegeven. De cijfers zijn per maand gemiddeld.

Bedrijf A:

| maand | EC | PH | K^+ | Na^+ | Ca^{++} | Mg^{++} | NO_3^- | Cl^- | SO_4^{--} | HCO_3^- | H_2PO_4^- |
|------------|-----|-----|--------------|---------------|------------------|------------------|-----------------|---------------|--------------------|------------------|---------------------------|
| december | 1.6 | 5.8 | 2.9 | 1.6 | 4.8 | 1.0 | 10.3 | 1.6 | - | 0.8 | 0.6 |
| januari | 2.0 | 6.3 | 6.5 | 1.5 | 4.0 | 1.6 | 9.6 | 1.9 | 3.8 | 0.5 | 1.0 |
| februari | 1.9 | 6.2 | 4.8 | 1.8 | 4.2 | 1.6 | 8.8 | 1.4 | 2.2 | 0.8 | 1.4 |
| maart | 1.8 | 5.9 | 4.2 | 1.5 | 5.0 | 2.0 | 9.3 | 1.8 | 3.2 | 0.1 | 2.0 |
| april | 1.8 | 6.1 | 4.1 | 1.8 | 5.8 | 1.8 | 8.0 | 1.6 | 3.7 | 0.1 | 1.8 |
| mei | 1.9 | 5.9 | 4.1 | 2.8 | 5.6 | 2.0 | 6.2 | 2.6 | 4.3 | 0.1 | 3.2 |
| juni | 1.8 | 6.0 | 4.4 | 2.6 | 5.3 | 2.1 | 6.9 | 2.0 | 3.7 | 0.2 | 2.6 |
| juli | 1.8 | 5.4 | 4.2 | 2.1 | 5.4 | 2.0 | 9.8 | 2.8 | 3.2 | 0.1 | 1.2 |
| augustus | 1.9 | 5.6 | 6.2 | 2.0 | 5.6 | 1.0 | 10.0 | 1.8 | 3.6 | 0.3 | 2.6 |
| septem-ber | 1.7 | 5.8 | 4.8 | 2.8 | 4.5 | 1.1 | 5.6 | 2.4 | 4.2 | 0.1 | 2.6 |
| totaal | 1.8 | 5.9 | 4.8 | 2.0 | 5.0 | 1.9 | 8.8 | 1.9 | 3.5 | - | 1.9 |

Tabel 1. Gemiddelde waarden van EC, pH en de hoofdelementen.
 EC in m S. cm^{-1} en hoofdelementen in mmol. l^{-1}
 bij bedrijf A.

Uit de tabel blijkt dat de EC vrij constant is. Deze werd namelijk continu geregeld. De pH werd niet continu geregeld maar werd op gezette tijden gecontroleerd en gecorrigeerd. Wat de hoofdelementen betreft komen nogal wat schommelingen voor. Kali is in december erg laag. De oorzaak was een foutieve dosering van meststoffen.

Natrium en chloride zijn vanaf mei wat hoger als gevolg van het bijmengen met leidingwater. De gehalten aan calcium en magnesium lopen op, tot een bepaald niveau wordt bereikt.

Dit geldt in mindere mate ook voor sulfaat. Er is echter vanaf februari minder zwavelzure kali aan de voedingsoplossing toegediend.

Het fosfaat- en ook het nitraatgehalte schommelen vrij sterk.

Dit houdt mogelijk verband met de ook opgetreden wisselende groei- en vruchtdracht.

Bedrijf B:

| maand | EC | PH | K ⁺ | Na ⁺ | Ca ⁺⁺ | Mg ⁺⁺ | NO ₃ ⁻ | Cl ⁻ | SO ₄ ⁻⁻ | HCO ₃ ⁻ | H ₂ PO ₄ ⁻ |
|-----------|-----|-----|----------------|-----------------|------------------|------------------|------------------------------|-----------------|-------------------------------|-------------------------------|---|
| december | 2.0 | 5.4 | 8.4 | 0.9 | 3.4 | 1.4 | 13.8 | 1.0 | 0.8 | 0.2 | 1.6 |
| januari | 2.0 | 5.9 | 5.3 | 1.6 | 4.2 | 1.4 | 14.4 | 1.3 | 0.9 | 0.3 | 1.3 |
| februari | 1.7 | 5.8 | 4.5 | 1.7 | 3.8 | 1.4 | 9.9 | 1.5 | 1.2 | 0.1 | 1.3 |
| maart | 2.1 | 5.5 | 5.3 | 1.4 | 4.4 | 2.0 | 11.7 | 1.4 | 0.9 | 0.2 | 1.7 |
| april | 1.7 | 5.9 | 4.6 | 1.3 | 3.7 | 1.4 | 10.5 | 1.2 | 1.5 | 0.1 | 1.0 |
| mei | 2.2 | 5.8 | 5.0 | 1.5 | 6.0 | 1.8 | 13.6 | 1.0 | 2.6 | 0.3 | 1.2 |
| juni | 2.3 | 5.8 | 5.6 | 1.8 | 5.5 | 1.5 | 13.0 | 1.1 | 2.9 | 0.3 | 1.4 |
| juli | 2.3 | 5.4 | 5.0 | 1.3 | 5.9 | 2.1 | 14.3 | 1.3 | 2.6 | 0.1 | 1.3 |
| augustus | 2.2 | 6.1 | 5.0 | 3.1 | 5.3 | 2.5 | 12.3 | 3.3 | 3.5 | 0.6 | 1.1 |
| september | 2.0 | 6.1 | 4.9 | 2.6 | 3.9 | 1.4 | 9.8 | 2.6 | 1.9 | 0.6 | 1.1 |
| oktober | 1.8 | 5.6 | 4.8 | 1.5 | 3.6 | 2.1 | 10.2 | 1.2 | - | - | 1.4 |
| totaal | 2.0 | 5.8 | 5.5 | 1.7 | 4.6 | 1.8 | 12.1 | 1.6 | 1.9 | 0.3 | 1.3 |

Tabel 2. Gemiddelde waarden van EC, pH en de hoofdelementen.
EC in m S. cm⁻¹ en de hoofdelementen in mmol.l⁻¹.

De EC is op bedrijf B gemiddeld wat hoger geweest dan op bedrijf A en de pH wat lager. Verder is over het geheel genomen de accumulatie van de tweewaardige ionen minder dan op bedrijf A en zijn de gehalten aan kali en nitraat gemiddeld hoger. In de maanden augustus en september loopt het natrium en chloride gehalte flink op door het gebruik van leidingwater. Het verloop van enkele grootheden in de tijd is weergegeven in de figuren 1 t/m 6.

Teneinde na te gaan in welke mate accumulatie is opgetreden, is van elk element berekend hoeveel in werkelijkheid is toegediend. Dit is berekend aan de hand van het waterverbruik en het verbruik aan geconcentreerde moederoplossing. In tabel 3 is het waterverbruik tijdens de teelt weergegeven. Van bedrijf A ontbraken de gegevens van juli gedeeltelijk. Het waterverbruik is hier voor een deel geschat, op basis van de straling. Van september ontbraken alle gegevens, zodat geen schatting gemaakt kon worden. Van bedrijf B waren wel alle gegevens bekend. Tevens zijn in de tabel de stralingscijfers vermeld, gemeten op het proefstation.

| Bedrijf A | | | Bedrijf B | |
|-----------|---|---|---|---|
| maand | waterverbruik | straling | waterverbruik | straling |
| januari | 0,67 l.m ⁻² .dag ⁻¹ | 257 J.cm ⁻² .dag ⁻¹ | 0,80 l.m ⁻² .dag ⁻¹ | 252 J.cm ⁻² .dag ⁻¹ |
| februari | 1,00 | 432 | 1,50 | 503 |
| maart | 1,50 | 728 | 1,32 | 640 |
| april | 2,42 | 1383 | 2,29 | 1281 |
| mei | 3,63 | 2090 | 2,94 | 1852 |
| juni | 3,49 | 1882 | 2,90 | 1646 |
| juli | 2,84 | 1629 | 2,79 | 1827 |
| augustus | 3,46 | 1503 | 2,81 | 1526 |
| september | - | - | 2,36 | 1157 |
| oktober | - | - | 1,65 | 495 |

Tabel 3. Het gemiddeld waterverbruik in l. m² dag⁻¹ en de hoeveelheid instraling in J. cm⁻². dag⁻¹.

Voor beide bedrijven is het verband berekend tussen de hoeveelheid instraling en het waterverbruik. Dit leverde de volgende regressievergelijkingen op.

$$\text{Bedrijf A } y = 1,7 \cdot 10^{-3} x + 0,29 \quad r = 0,973$$

$$\text{B } y = 1,2 \cdot 10^{-3} x + 0,76 \quad r = 0,966$$

In figuur 1 zijn de spreidingsdiagrammen weergegeven en in figuur 2 het verloop van het waterverbruik tijdens de teelt. Figuur 2 vertoont duidelijk dat er een samenhang bestaat tussen de toename en afname van de straling tijdens de teelt en de verdamping.

In tabel 4 is het totale verbruik aan meststoffen weergegeven, evenals het totale waterverbruik.

Alle hoeveelheden zijn uitgedrukt per 100 m².

| | | |
|--------------------|---------------------|---------------------|
| kalksalpeter | 23,17 kg | 34,32 kg |
| kalisalpeter | 19,52 " | 26,73 " |
| bitterzout | 11,50 " | 16,45 " |
| monokalifosfaat | 6,48 " | 8,76 " |
| zwavelzure kali | 1,94 " | 0,02 " |
| ammoniumnitraat | 0 " | 0,75 " |
| fosforzuur 37% | 0 " | 0,87 l |
| salpeterzuur 37% | 4,59 l | 0,20 " |
| ijzerchelaat Fe-Lo | 572,6 g | 615,0 g |
| mangaansulfaat | 123,1 " | 179,1 " |
| borax | 67,3 " | 107,6 " |
| zinksulfaat | 0 " | 12,0 " |
| kopersulfaat | 4,4 " | 6,5 " |
| natriummolybdaat | 4,4 " | 6,5 " |
| water | 51,6 m ³ | 62,7 m ³ |

Tabel 4. Verbruik aan meststoffen en water op beide bedrijven tijdens de teelt.

De cijfers van bedrijf A hebben betrekking op een kortere periode (jan. t/m aug.) dan die van bedrijf B (jan. - okt.).

Aan de hand van deze gegevens is berekend welke concentraties gemiddeld zijn toegediend. In tabel 5 zijn weergegeven: de concentraties die werkelijk toegediend zijn en de concentraties die gemiddeld gevonden zijn, in vergelijking met de standaardvoedingsoplossing.

| | Bedrijf A | | | | | Bedrijf B | | | | |
|---|------------------------|------------|------|----------|------|------------------------|------------|------|----------|------|
| | standaard voed.opl. | toegediend | | gevonden | | standaard voed.opl. | toegediend | | gevonden | |
| | | 1 | 2 | 1 | 2 | | 1 | 2 | 1 | 2 |
| H ⁺ mmol.l ⁻¹ | 0 | 0.5 | 0,7 | - | - | 0 | 0.1 | 0.1 | - | - |
| NH ₄ ⁺ " | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.2 | 0.2 | 0 | 0 |
| K ⁺ " | 7.0 | 5.1 | 6.6 | 4.7 | 4.1 | 6.5 | 5.2 | 6.1 | 5.5 | 4.8 |
| Ca ⁺⁺ " | 3.25 | 2.45 | 3.2 | 5.0 | 4.3 | 3.5 | 3.0 | 3.5 | 4.6 | 4.0 |
| Mg ⁺⁺ " | 1.25 | 0.9 | 1.2 | 1.9 | 1.6 | 1.25 | 1.1 | 1.3 | 1.8 | 1.6 |
| C ⁺ meq.l ⁻¹ | 16.0 | 12.3 | 16.1 | 18.5 | 15.9 | 16.0 | 13.7 | 16.0 | 18.3 | 16.0 |
| NO ₃ ⁻ mmol.l ⁻¹ | 11.0 | 9.2 | 12.0 | 8.7 | 8.0 | 12.25 | 10.4 | 12.1 | 12.1 | 11.3 |
| H ₂ PO ₄ ⁻ " | 1.5 | 0.9 | 1.2 | 1.8 | 1.6 | 1.25 | 1.1 | 1.3 | 1.3 | 1.2 |
| SO ₄ ⁻ " | 1.75 | 1.1 | 1.4 | 3.5 | 3.2 | 1.25 | 1.1 | 1.3 | 1.9 | 1.8 |
| A ⁻ meq. l ⁻¹ | 16.0 | 12.3 | 16.0 | 17.5 | 16.0 | 16.0 | 13.7 | 16.0 | 17.2 | 16.1 |
| Fe μmol. l ⁻¹ | 35 | 26 | 34 | 58 | 50 | 30 | 23 | 24 | 35 | 32 |
| Mn " | 20 | 14 | 18 | 9 | 8 | 20 | 17 | 18 | 11 | 10 |
| Zn " | 4 | 0 | 0 | 51 | 44 | 4 | 0.7 | 0.7 | 4 | 4 |
| B " | 20 | 14 | 18 | 32 | 28 | 25 | 18 | 19 | 39 | 35 |
| Cu " | 0.5 | 0.3 | 0.4 | 1.3 | 1.1 | 0.5 | 0.4 | 0.4 | 0.8 | 0.7 |
| MO " | 0.5 | 0.4 | 0.5 | - | - | 0.5 | 0.4 | 0.5 | - | - |

Tabel 5. Voedingsoplossingen zoals deze gemiddeld zijn toegediend en gevonden, in vergelijking met de standaardvoedingsoplossing.
 1 = werkelijke concentraties
 2 = concentraties op basis van dezelfde ionensom van de standaardvoedingsoplossing.

Het valt op dat de werkelijk toegediende concentraties lager zijn dan die van de standaardvoedingsoplossing, hoewel de EC waarde die gehandhaafd werd, (zie tabel 1 en 2 en ook de gevonden concentraties) hoger was dan de berekende EC waarde van de standaardvoedingsoplossing (+1.6). Dit betekent dat relatief meer water verbruikt wordt, dan meststoffen opgenomen worden. Vergelijken we de toegediende hoeveelheden met de standaardvoedingsoplossing, op basis van dezelfde ionensom, dan blijkt dat er bij bedrijf A gemiddeld minder kali, fosfaat en sulfaat, meer nitraat en bovendien wat zuur (H₃O⁺) is toegediend. Deze wijzigingen zijn aan gebracht, omdat uit de analysecijfers bleek dat bepaalde voedingsionen teveel afweken van de gewenste waarden. De toediening van gemiddeld 0.5 mmol zuur bleek noodzakelijk om de pH tussen de 5.5 en 6.0 te handhaven. Mogelijk is de tendens van een pH stijging het gevolg van een gemiddeld grotere anionenopname dan kationenopname. In fig. 4 is het verloop van de toegediende hoeveelheid zuur en de pH weergegeven.

Beschouwen we de gemiddelde concentraties van de wateranalyses (de gevonden concentraties) dan zien we dat op basis van gelijke ionensom, de concentraties aan kali en nitraat, lager zijn dan wat in werkelijkheid is toegediend.

Fosfaat is ongeveer hetzelfde en calcium, magnesium en sulfaat liggen hoger. Kennelijk worden de eenwaardige ionen (behalve fosfaat) sneller opgenomen dan de tweewaardige. Bij calcium en magnesium vindt 34% accumulatie plaats en bij sulfaat zelfs 150%. (op basis van gelijke ionensom). Bij de sporelementen accumuleren ijzer (45%), borium (56%) en koper (175%). Mangaan is lager dan toegediend, mogelijk een gevolg van biologische oxidatie. Voorts blijkt het zinkgehalte gemiddeld vrij hoog te zijn. Uit een analyse van het bassinwater bleek dat er ongeveer 9 $\mu\text{mol Zn/l}$ in het water aanwezig was. Als dit de gemiddeld toegediende concentratie was, is er flinke accumulatie van zink opgetreden.

Het blijkt ook uit figuur 6 dat het zinkgehalte tijdens de teelt geleidelijk aan oploopt. Op basis van deze resultaten is de standaardvoedingsoplossing voor paprika in recirculatie aangepast.

Wat de kationen betreft is kali wat minder en is hiervoor in de plaats wat calcium extra gegeven. Bij de anionen is het sulfaat gehalte flink verlaagd en ook fosfaat wordt minder toegediend. Hiervoor in de plaats is extra nitraat gegeven. Bij de sporelementen is de ijzergift verlaagd en borium verhoogd. Deze gewijzigde voedingsoplossing is op bedrijf B gebruikt. Uit tabel 5 blijkt dat de toegediende voedingsoplossing overeenkomt met de standaardvoedingsoplossing. Er is alleen wat minder kali toegediend. Verder is er wat ammonium en wat zuur extra gegeven. Doordat er wat ammonium extra en kali minder is toegediend is de hoeveelheid gebruikt zuur in vergelijking tot bedrijf A minder. De kationen opname is wat meer in evenwicht geweest met de anionen opname. Verder is er wat minder nitraat toegediend. Van de sporelementen is ijzer wat minder gegeven. Op bedrijf B is in tegenstelling tot bedrijf A wel wat zink gegeven. Dit houdt verband met het feit dat er in bepaalde perioden leidingwater gebruikt en er toen wat zink toegediend is.

Bij de gevonden concentraties b lijkt ook hier weer dat de eenwaardige ionen lager zijn dan toegediend, terwijl de tweewaardige accumuleren. De verschillen tussen toegediend en gevonden zijn hier echter minder groot. Bij calcium en magnesium is de accumulatie resp. 6 en 8% en bij sulfaat 20%, op basis van gelijke ionensom. Uit fig. 5 blijkt dat de kali- en calciumcijfers tijdens de teelt vrij sterk schommelen. Het blijkt ook dat het calciumgehalte tijdens de teelt oploopt en dat het kaligehalte gemiddeld daalt.

Bij de sporelementen vindt enige accumulatie plaats, behalve bij mangaan, Mogelijk dat bij mangaan sprake is van biologische oxidatie. Uit fig. 6 blijkt dat op bedrijf B geen zinkaccumulatie optreedt, in tegenstelling tot bedrijf A.

De reden dat hier over het geheel genomen minder accumulatie heeft plaats-gevonden dan op bedrijf A, is voor het grootste deel gelegen in het feit dat hier meer lekkage optrad, door het overlopen van de goten. Ook is hier een tijdlang met opzet doorgespoeld, toen er leidingwater gebruikt is. Dat er meer doorgespoeld is op bedrijf B blijkt ook wel uit de gemiddelde verdunning. Deze was op bedrijf A: gemiddeld 1.21 g/l en op bedrijf B 1.39 g/l.

Gewasonderzoek.

Op beide bedrijven is enkele malen een gewasmonster genomen. Op bedrijf A is op 3 juni en op 22 september jong volgroeid blad gemonsterd. Op bedrijf B is op 26 augustus jong volgroeid blad gemonsterd. Verder zijn op 22 september (rode) vruchten gemonsterd op bedrijf A. In tabel 6 zijn de gemiddelde droge stof gehalten weergegeven.

| monster | droge stof % |
|------------------|--------------|
| blad bedrijf A | 16.9 |
| blad bedrijf B | 16.7 |
| vrucht bedrijf A | 8.7 |

Tabel 6. Gemiddelde droge stof percentages

In tabel 7 zijn de resultaten van de macro-elementen analyses weergegeven.

| | Na | K | Ca | Mg | P | Cl | N-tot | NO ₃ -N | SO ₄ -S |
|-------------|----|------|-----|-----|-----|----|-------|--------------------|--------------------|
| blad 3-6 A | 22 | 1486 | 606 | 235 | 106 | 17 | 2157 | 314 | 78 |
| blad 22-9 A | 11 | 1558 | 534 | 248 | 129 | 8 | 3622 | 368 | - |
| blad 26-8 B | 9 | 1439 | 606 | 238 | 173 | 15 | 3198 | - | - |
| vrucht A | 9 | 727 | 15 | 74 | 125 | 4 | 1450 | 6.7 | 52 |

Tabel 7. Resultaten van het gewasonderzoek, alle gehalten in mmol.kg⁻¹ droge stof.

Over het algemeen komen de cijfers onderling redelijk overeen. Het natrium en het chloor gehalte op 22-9 zijn lager dan op 3 juni. Het kaligehalte en vooral het totaal stikstof gehalte zijn bij de tweede bemonstering hoger dan bij die van 3 juni. Bij bedrijf B liggen de gehalten op hetzelfde niveau als bij bedrijf A. Alleen fosfor is hoger en kali is lager. De gehalten in de vrucht zijn over het geheel genomen lager dan in het blad. Kali en stikstof zijn ongeveer de helft van de concentratie, fosfor ligt op hetzelfde niveau. Magnesium en calcium liggen op resp. 30 en 2.5% van de gehalten in het blad.

In voorgaande proeven, waarbij paprika's in de grond geteeld werden, zijn ook verschillende malen gewasmonsters genomen. Vergelijken we de gegevens hiervan met de resultaten van dit onderzoek, dan blijkt dat het calcium gehalte in het blad hier 30% lager en het magnesiumgehalte zelfs 60% lager ligt dan bij voorgaande proeven. De overige gehalten liggen op hetzelfde niveau. In de vrucht is het kali- en het stikstofgehalte hier wat lager, calcium ligt op hetzelfde niveau en magnesium is ook wat lager. Aan de hand van deze gewasanalyseresultaten, de produktiegegevens en de toegediende hoeveelheid voeding, is berekend welk percentage van een element in de vruchten terecht komt. Op bedrijf A bedroeg de produktie 15,8 kg. m⁻² en op bedrijf B 16.0 kg. m⁻².

Verder is ervan uitgegaan dat alle toegediende meststoffen ook werkelijk door het gewas opgenomen zijn. De aan het eind van de teelt aanwezige hoeveelheden zijn van de toegediende hoeveelheden afgetrokken.

In tabel 8 zijn weergegeven: de opgenomen (=netto toegediende) hoeveelheden, de in de vruchten aanwezige hoeveelheid en het percentage.

| | Opgenomen hoeveelheid | Hoeveelheid in de vruchten | % |
|----|-----------------------|----------------------------|-----|
| K | 2630 | 1042 | 40 |
| Ca | 1277 | 21 | 1.6 |
| Mg | 465 | 106 | 23 |
| P | 472 | 179 | 38 |
| N | 4832 | 2077 | 43 |

Tabel 8. De globaal opgenomen hoeveelheid van K, Ca, Mg, P en N en het deel dat hiervan in de vrucht komt, bij₂bedrijf A. De gehalten zijn uitgedrukt in mmol. m⁻².

De uitkomsten van tabel 8 zijn uitsluitend een grove schatting, omdat de vruchten maar eenmaal bemonsterd zijn, niet precies is na te gaan hoeveel lekkage is opgetreden en een deel van de vruchten niet is gewogen. (knopen, neusrutte vruchten). Uit de tabel blijkt dat slechts een klein deel van de opgenomen hoeveelheid calcium in de vrucht terecht komt, slechts 1.6%. Bij magnesium is dit heel wat meer, zo'n 20% en bij stikstof, kali en fosfor is dit 35-40%. Omdat niet bepaald is wat er aan bladeren en stengels geproduceerd is, kan niet berekend worden of de door de stengels en bladeren opgenomen hoeveelheden overeenkomen met de uit tabel 8 af te leiden percentages. In tabel 9 zijn de resultaten van de microëlementen analyses weergegeven.

| | Fe | Mn | Zn | B | Cu |
|-------------------|------|------|------|------|----|
| blad 3-6 bedr. A | 1.65 | 3.64 | 2.00 | 2.50 | 65 |
| blad 22-9 bedr. A | 3.01 | 4.07 | 2.59 | 3.44 | - |
| blad 26-8 bedr. B | 2.57 | 3.57 | 1.17 | 3.43 | 91 |
| vrucht bedr. A | 1.51 | 0.41 | 0.62 | 1.51 | |

Tabel 9. Gehalten aan spooelementen in de gewasmonsters, Fe, Mn, Zn en B in mmol. kg⁻¹ dr. st. en Cu in μmol. kg⁻¹ dr. st.

Ook van de spooelementen is berekend welk percentage in de vruchten wordt opgenomen.

In tabel 10 zijn deze gegevens weergegeven.

| | Opgenomen hoeveelheid | Hoeveelheid in de vruchten | % |
|----|-----------------------|----------------------------|----|
| Fe | 14517 | 2380 | 16 |
| Mn | 8035 | 646 | 8 |
| B | 7674 | 2380 | 31 |

Tabel 10. De globaal opgenomen hoeveelheid van Fe, Mn en B en het deel dat hiervan in de vruchten komt, bij bedrijf A. De gehalten zijn uitgedrukt in μmol. m⁻².

Het blijkt dat het element borium in de vrucht goed vertegenwoordigd is. Ijzer komt meer in de andere plantedelen terecht. Mangaan is in de vrucht slecht vertegenwoordigd. Echter de berekende opgenomen hoeveelheid kan hier fout zijn omdat zeer waarschijnlijk een deel van het mangaan neergeslagen is als mangaanoxiden en daardoor niet door de plant is opgenomen.

Conclusie.

De voedingsoplossing die op bedrijf A werd getest, bleek na enkele wijzigingen in de samenstelling, goed bruikbaar te zijn. Bij de tweewaardige ionen vindt accumulatie plaats, hetgeen gewenst is.

Bij een te hoog zinkgehalte in het gietwater kan het zinkgehalte in het recirculerende water flink oplopen. Doordat de kat- en anionenopname niet goed in balans zijn, loopt de pH op en is een bepaalde hoeveelheid zuur nodig om de pH op het gewenste niveau te houden. Door toevoeging van wat ammoniumnitraat, is de pH stijging minder. Gemiddeld werden meststoffen en water opgenomen in de verhouding van 1,2 à 1,3 gram per liter.

Van de (berekende) opgenomen hoeveelheden, komt + 30-40% van kali, fosfor en stikstof in de vrucht terecht. Van magnesium is dit ongeveer 20% en van calcium minder dan 2%. Van de spooelementen komt van ijzer 16% en van borium 31% in de vruchten terecht.

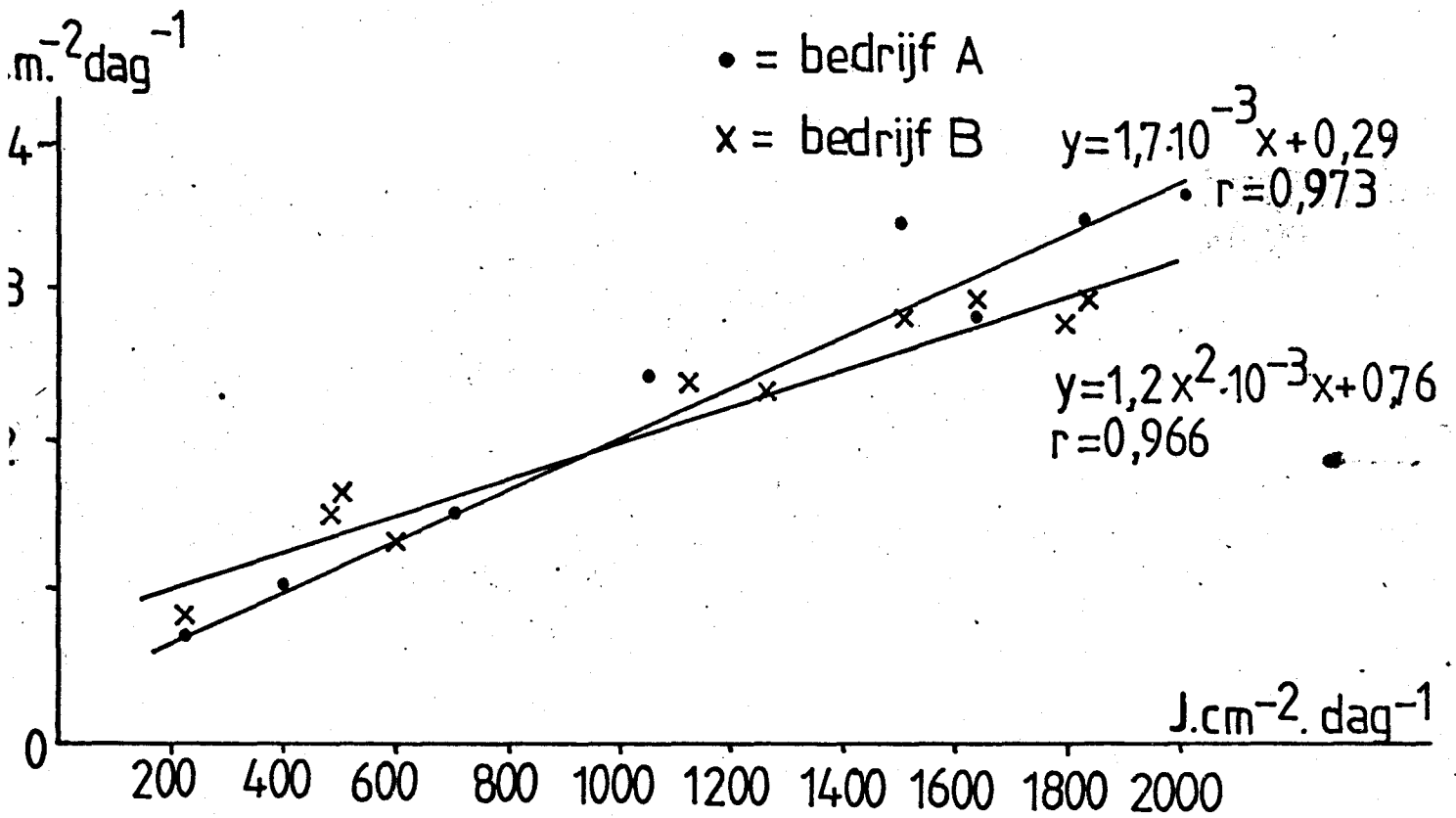


Fig. 1. Het verband tussen het waterverbruik en de straling.

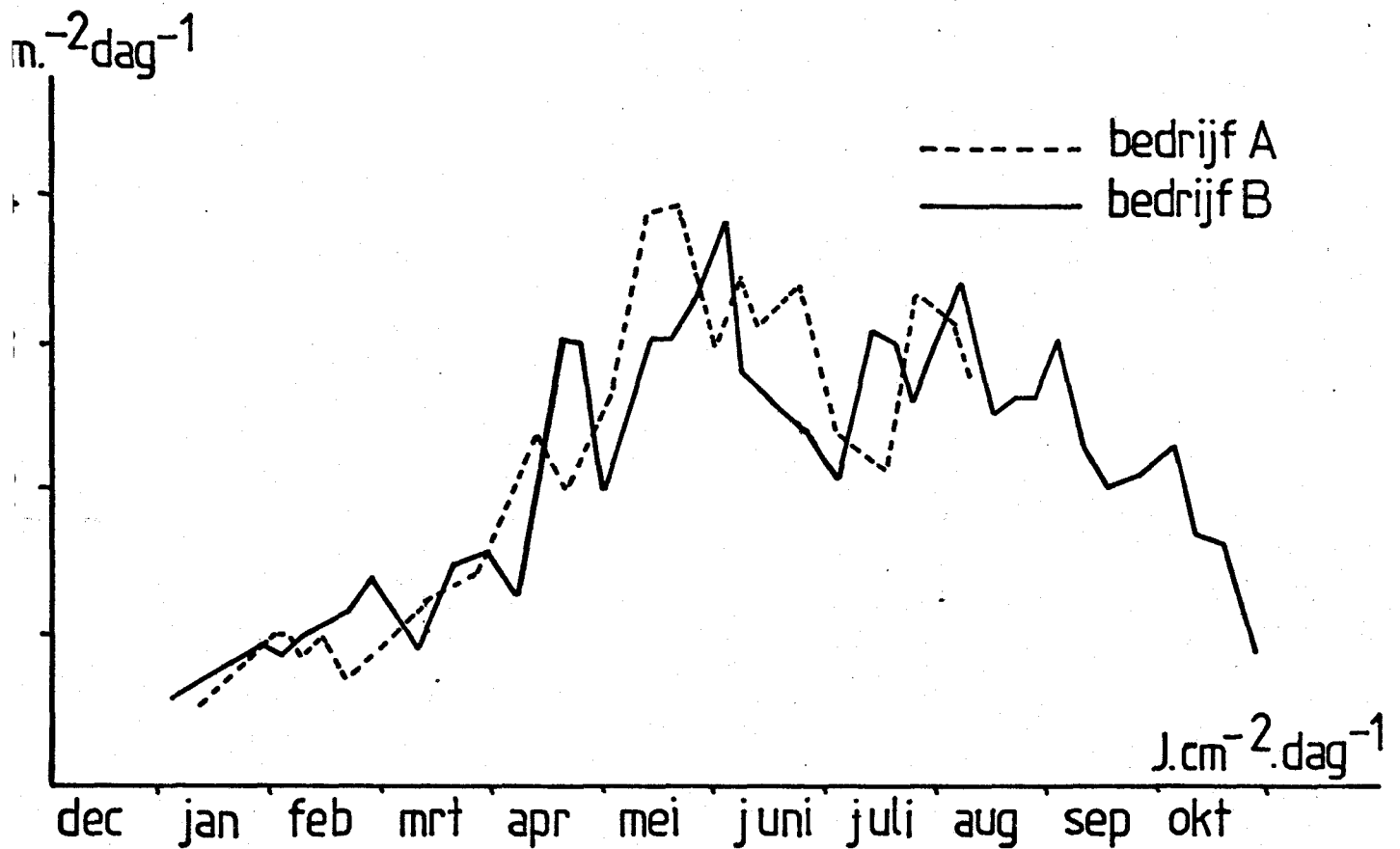


Fig. 2. Het verloop van het waterverbruik tijdens de teelt.

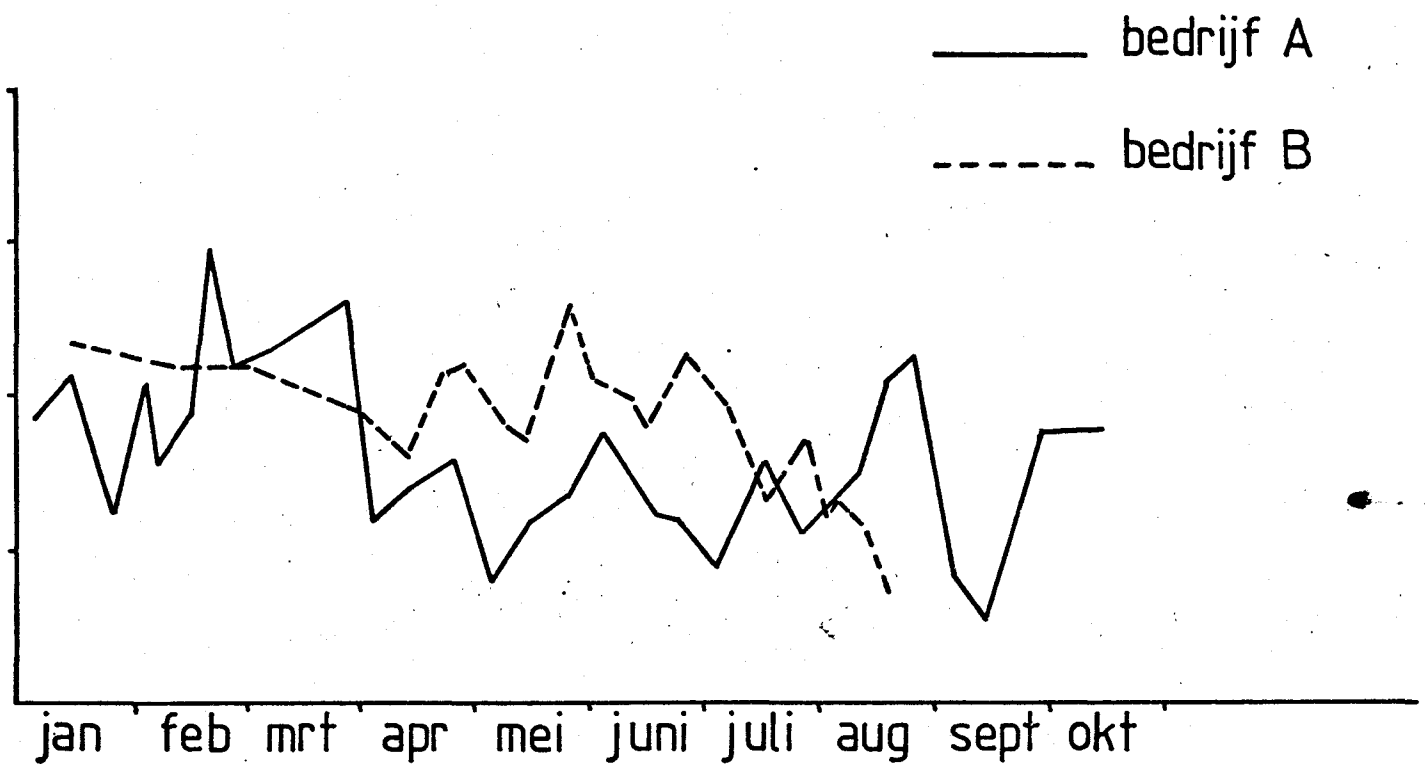


Fig. 3. Het verloop van de toegediende concentratiemeststoffen tijdens de teelt, in grammen per liter.

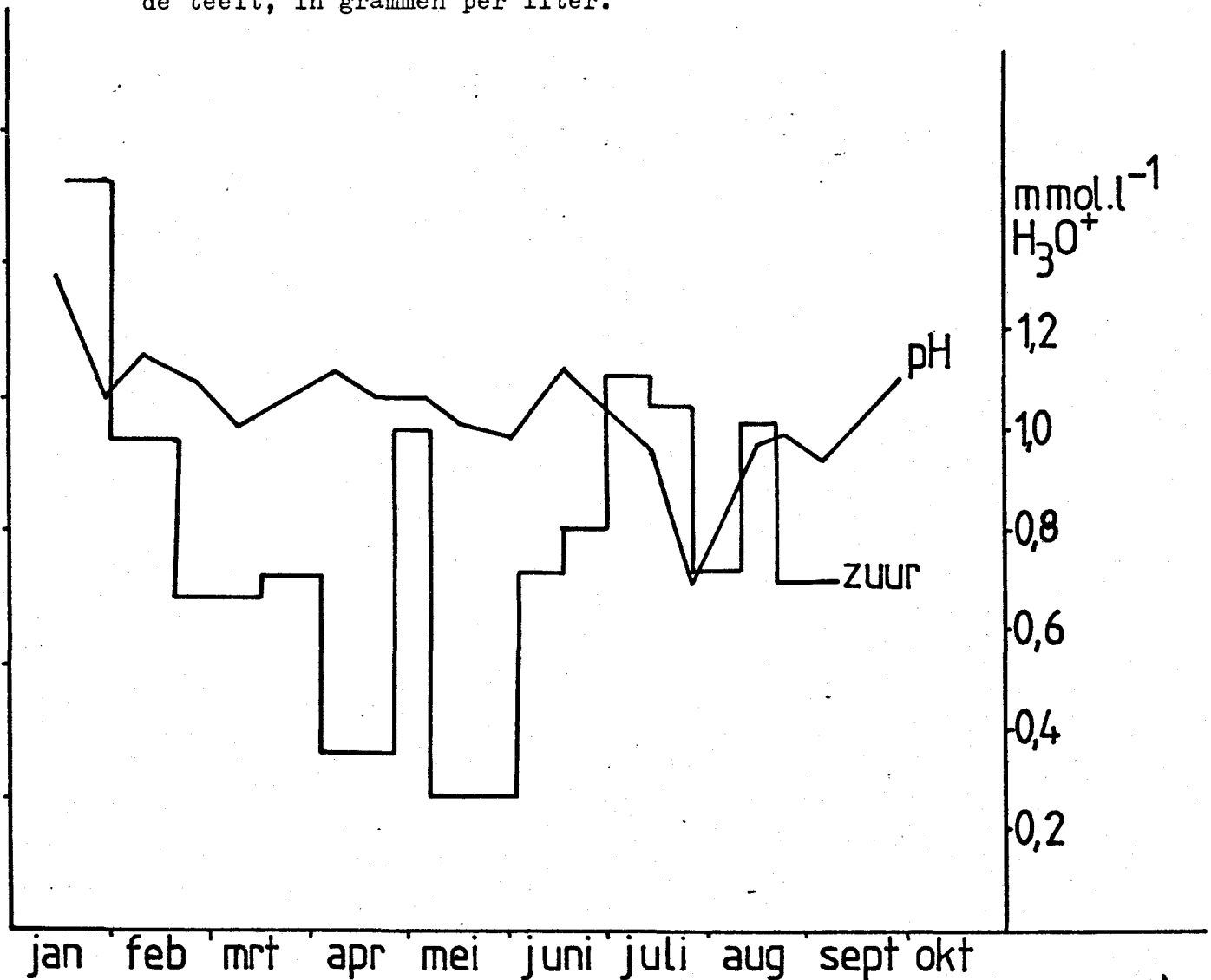


Fig. 4. Het verloop van de pH op bedrijf A en de gemiddeld toegediende hoeveelheid zuur.

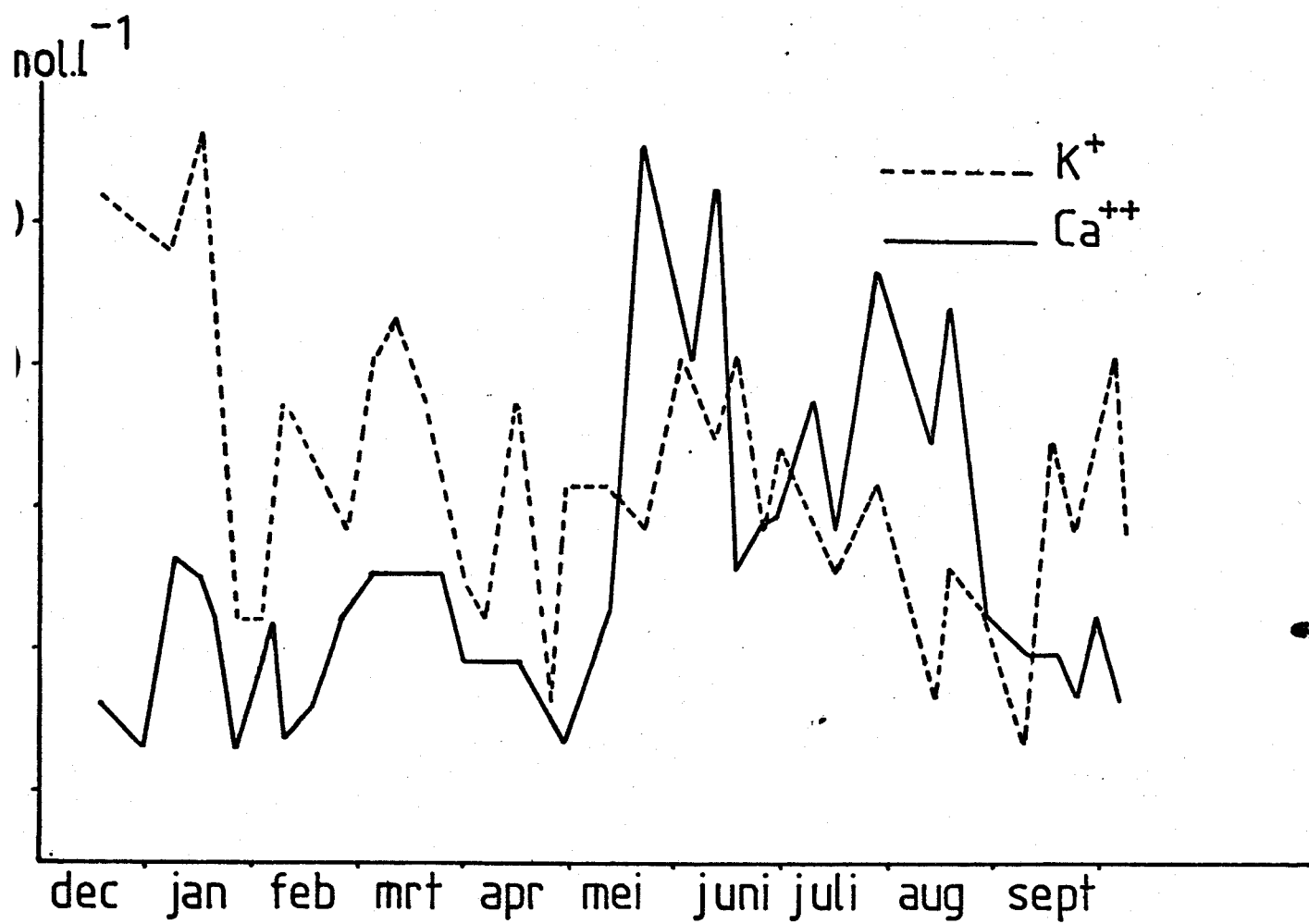


Fig. 5. Verloop van de calcium en de kaliconcentratie in de recirculerende voedingsoplossing tijdens de teelt, op bedrijf B.

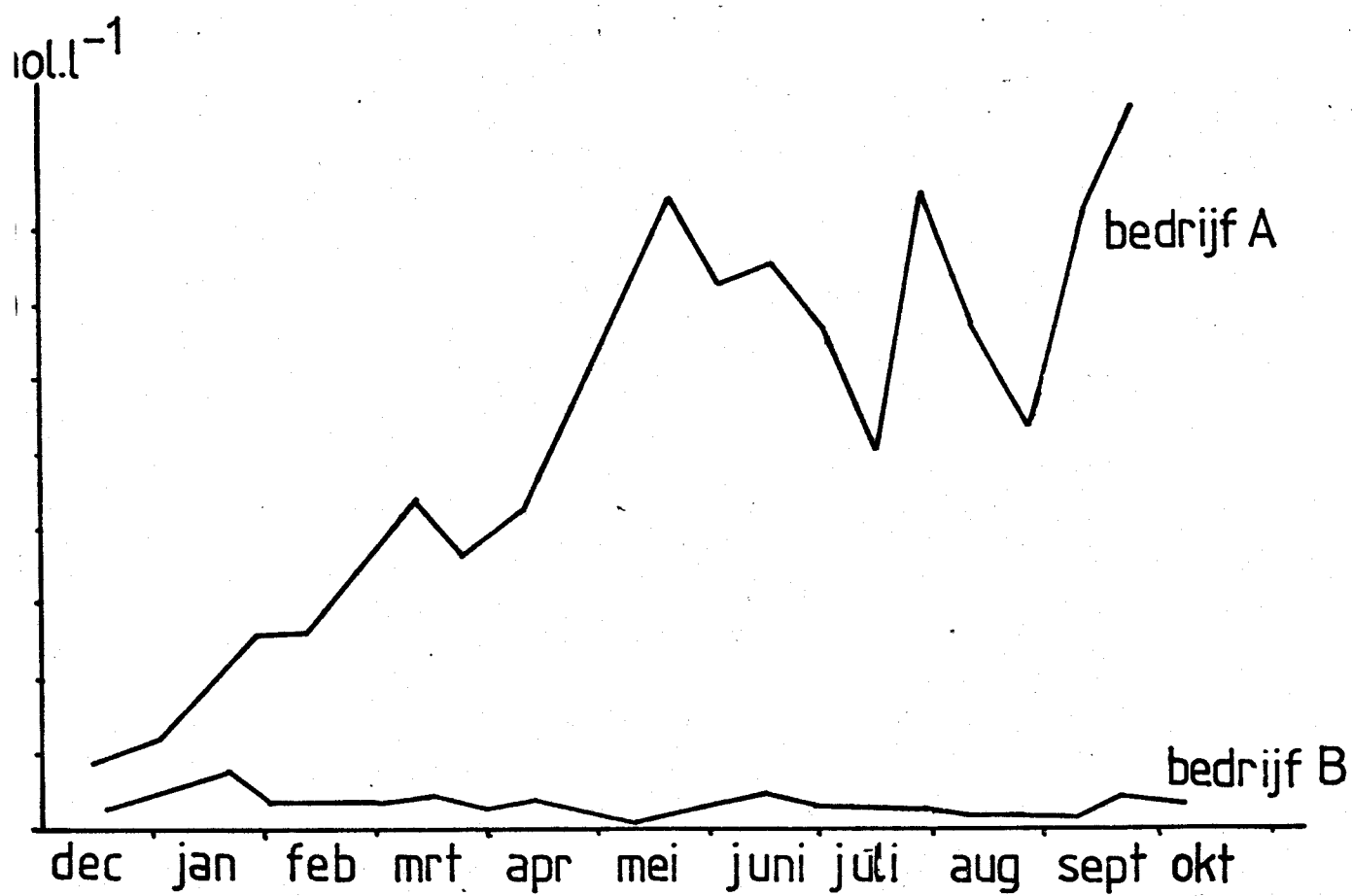


Fig. 6. Het verloop van het zinkgehalte tijdens de teelt op beide bedrijven.