

cb

Bibliotheek
Proefstation
Naaldwijk

A
1
V
78

PROEFSTATION VOOR TUINBOUW ONDER GLAS TE NAALDWIJK

619

Voedingsoplossing voor de teelt van aardbeien in een recirculerend systeem.
Praktijkonderzoek 1982.

BIBLIOTHEEK
PROEFSTATION VOOR TUINBOUW
ONDER GLAS TE NAALDWIJK

W. Voogt

Naaldwijk, december 1982

Intern verslag no. 69

Stamboeknr.: 3629

14481 + 261 : 56

PROEFSTATION VOOR TUINBOUW ONDER GLAS TE NAALDWIJK

Voedingsoplossing voor de teelt van aardbeien in een recirculerend systeem.
Praktijkonderzoek 1982.

BIBLIOTHEEK
PROEFSTATION VOOR TUINBOUW
ONDER GLAS TE NAALDWIJK

W. Voogt

Naaldwijk, december 1982

Intern verslag no. 69

2232096

INHOUDSOPGAVE;

	Pag.:
Inleiding	1
Opzet en verloop van het onderzoek	1
Analyse-resultaten	2
Verbruik aan water en meststoffen	3
Gewasonderzoek	5
Conclusie	6
Figuren	

Inleiding

Sinds 1981 heeft de teelt van aardbeien op stromend water zich snel uitgebreid als gevolg van de komst van de watergoot. Voor die tijd was er al op beperkte schaal ervaring opgedaan met de teelt in steenwol.

Voor deze teeltwijzen was op het Proefstation te Naaldwijk een voedingsoplossing berekend. Teneinde de geschiktheid van deze voedingsoplossing voor de praktijk te toetsen, is in 1982 op een praktijkbedrijf de samenstelling van de voedingsoplossing systematisch gecontroleerd.

Opzet en verloop van het onderzoek

Het onderzoek is uitgevoerd op het bedrijf van C. van der Meer, Leursebaan 450, Breda. Op dit bedrijf is men in 1982 gedeeltelijk overgeschakeld op substraat-teelt. Het systeem bestond hieruit, dat in de paden tussen de bedden met normaal in de grond geteelde aardbeien, goten geplaatst werden. In deze goten, die op 0,5 % helling lagen werden aardbeien geplant. De aardbeiplanten waren opgepot in mandjes met steenwolgranulaat. In een paar goten werden de aardbeiplanten direct, zonder steenwol geplant. De goten bleven van het begin van de teelt tot het moment dat de eerste vruchten gingen rijpen in de paden staan. Daarna werden de goten omhoog gebracht en aan de poten gehangen, boven de bedden. Het water in de goten werd continu gerecirculeerd, per goot van ± 15 m lengte werd op twee plaatsen water ingelaten.

De oppervlakte aan substraat-teelt aardbeien bedroeg naar schatting 1670 m^2 ($1/3$ van de oppervlakte). Hierbij is uitgegaan van een plantafstand van 30 cm tussen de rijen in de grond. Als beschikbare breedte voor de goten is dan 50 cm aangehouden.

Elke twee weken werd de recirculerende voedingsoplossing onderzocht op hoofd- en spoorelementen. Verder werd aantekening gehouden van de hoeveelheden verbruikte meststoffen en water. Ook is tweemaal een gewasmonster genomen.

Voedingsoplossing

Op 7 januari is gestart met de standaard-voedingsoplossing zoals die door "Naaldwijk" is berekend. Daar er gebruik werd gemaakt van ontijzerd bronwater, wat enige zouten bevatte, moest er op bepaalde elementen gecorrigeerd worden, zie tabel 1. Al vrij snel werd op verzoek van de heer Van der Meer de voedingsoplossing aangepast, omdat naar zijn mening de vegetatieve groei te sterk was. Het stikstofgehalte is toen verlaagd en het sulfaatgehalte verhoogd. De EC-waarde die gehandhaafd werd was laag, aanvankelijk $0,8 \text{ mS.cm}^{-1}$ en later $1,5 \text{ mS.cm}^{-1}$. Dit is gelijk aan de berekende EC-waarde van de voedingsoplossing. Omdat er echter ook andere ionen (natrium en chloride) in het gietwater aanwezig zijn, die ook hun bijdrage hebben aan de geleidbaarheid, wordt in zijn geheel minder voeding meegegeven als bij de standaardvoedingsoplossing. Derhalve wordt bij deze EC-waarden ook te weinig zuur meegegeven. In het begin bleef de pH dan ook te hoog, daarom is wat extra zuur aan de voedingsoplossing toegevoegd. In tabel 1 is een overzicht gegeven van de verschillende voedingsoplossingen, zoals die tijdens de teelt zijn toegepast. Tevens is in de tabel een analyse van het bronwater gegeven.

Tabel 1. Samenstelling van de standaardvoedingsoplossing, het bronwater en de toegediende voedingsoplossingen.

	Standaard voed. opl.	Bron water	Opl.1	Opl. 2	Opl. 3
NH ₄ ⁺ mmol.l ⁻¹	0.5	0	0.5	0.5	0.5
H ⁺ "	0	-	4.5	4.5	4.75
K ⁺ "	4.5	0.3	4.5	4.5	4.5
Na ⁺ "	0	0.6	-	-	-
Ca ⁺⁺ "	2.75	2.1	0.75	0.75	0.75
Mg ⁺⁺ "	1.0	0.6	0.5	0.5	0.5
NO ₃ ⁻ "	9.25	0.3	9.25	7.25	7.25
Cl ³⁻ "	0	0.6	-	-	-
SO ₄ ²⁻ "	1.0	0.2	0.75	1.75	1.75
HCO ₃ ⁻ "	0	5.0	-	-	-
P "	1.25	0	1.25	1.25	1.5
EC mS.cm ⁻¹	-	0.6	-	-	-
pH	-	7.5	-	-	-
Fe μmol.l ⁻¹	20	5.7	20	20	20
Mn "	10	0.6	10	10	10
Zn "	4	1.0	3	3	3
B "	20	6	15	15	15
Cu "	0.5	0.2	0.2	0.2	0.2
Mo "	0.5	-	0.5	0.2	0.5

Analyseresultaten

Tijdens de teelt werd elke twee weken de recirculerende voedingsoplossing bemonsterd en onderzocht op hoofd- en sporelementen. De gemiddelde waarden van EC, de pH en de sporelementen zijn in tabel 2 weergegeven.

Tabel 2. Gemiddelde analyseresultaten per maand.

Maand	EC	pH	K	Na	Ca	Mg	NO ₃	Cl	SO ₄	HCO ₃	P
m mol.l ⁻¹											
januari	1.0	7.5	2.5	0.5	2.2	0.5	4.2	1.1	0.6	3.0	0.6
februari	1.4	6.3	3.2	1.2	3.8	1.1	5.5	1.3	2.2	0.1	1.9
maart	1.4	6.2	2.6	1.6	4.2	1.3	4.1	1.4	2.8	0.2	2.6
april	1.4	6.6	2.6	1.4	3.8	0.9	3.8	0.9	2.2	0.7	1.8
Gemiddeld	1.3	6.7	2.7	1.1	3.4	0.9	4.4	1.2	1.8	1.2	1.6

Uit bovenstaande tabel blijkt, dat de EC-waarde in het begin vrij laag is geweest. Het gevolg is dat ook de overige gehalten aan de lage kant zijn. Wegens de lage EC in het begin is ook de pH hoog geweest, omdat naar verhouding te weinig zuur is meegegeven, zie ook het hoge bicarbonaatgehalte in januari.

In de rest van de teelt is de pH toch ook aan de hoge kant, waarschijnlijk omdat de EC van de voedingsoplossing die werd toegediend, naar verhouding vrij laag was, zodat relatief toch te weinig zuur werd toegediend. (zie ook tabel 6). Uit het overzicht blijkt dat de concentraties van sommige elementen nogal schommelen. Dit is vooral het geval bij nitraat en kali. In figuur 1 is het verloop van de concentratie van een aantal waarnemingen uitgezet. In tabel 3 zijn de gemiddelde waarden van de spoorelementen weergegeven.

Tabel 3. Gemiddelde waarden van de spoorelementen.

Maand	Fe	Mn	Zn	B	Cu
januari	3.7 $\mu\text{mol.l}^{-1}$	1.2 $\mu\text{mol.l}^{-1}$	3.3 $\mu\text{mol.l}^{-1}$	19 $\mu\text{mol.l}^{-1}$	0.3 $\mu\text{mol.l}^{-1}$
februari	22.5 "	3.0 "	5.1 "	7 "	0.7 "
maart	26.2 "	1.7 "	4.6 "	6 "	0.7 "
april	19.5 "	4.5 "	4.7 "	12 "	0.5 "
gemid.	16.9 "	2.4 "	3.9 "	12 "	0.6 "

Het blijkt dat de spoorelementen concentraties met de EC meelopen. Dit element vertoont meer verband met de pH, bij toenemende pH neemt de oplosbaarheid af. Het verloop van de Borium concentratie is niet duidelijk, deze houdt geen verband met de EC en ook niet met de pH. Mogelijk is er sprake van een grote opname halverwege de teelt (zie ook tabel 8).

Verbruik water en meststoffen

Teneinde na te gaan in welke mate accumulatie is opgetreden, is berekend welke hoeveelheden in werkelijkheid zijn toegediend. Dit is berekend aan de hand van het waterverbruik en het verbruik aan geconcentreerde moederoplossing. In tabel 4 is het waterverbruik tijdens de teelt weergegeven. Van de maand januari ontbreken de gegevens, omdat toen de watermeter nog niet aangesloten was.

Tabel 4. Het gemiddelde waterverbruik en de gemiddelde verdunning van de geconcentreerde moederoplossing.

Week	Waterverbruik $\text{l.m}^2.\text{dag}^{-1}$	Verdunning l water per 1 moederopl.
6	1.1	53
7	1.5	85
8	1.5	150
9	1.6	70
10	2.1	120
11	2.5	125
12	2.7	100
13	3.5	117
14	3.2	160
15	3.3	195
16	5.7	152
17,18	5.4	198
gem.	3.0	158

/- Dit geldt niet voor mangaan.

Fig. 1 Het verloop van de Ec en de kali en nitraat concentratie.

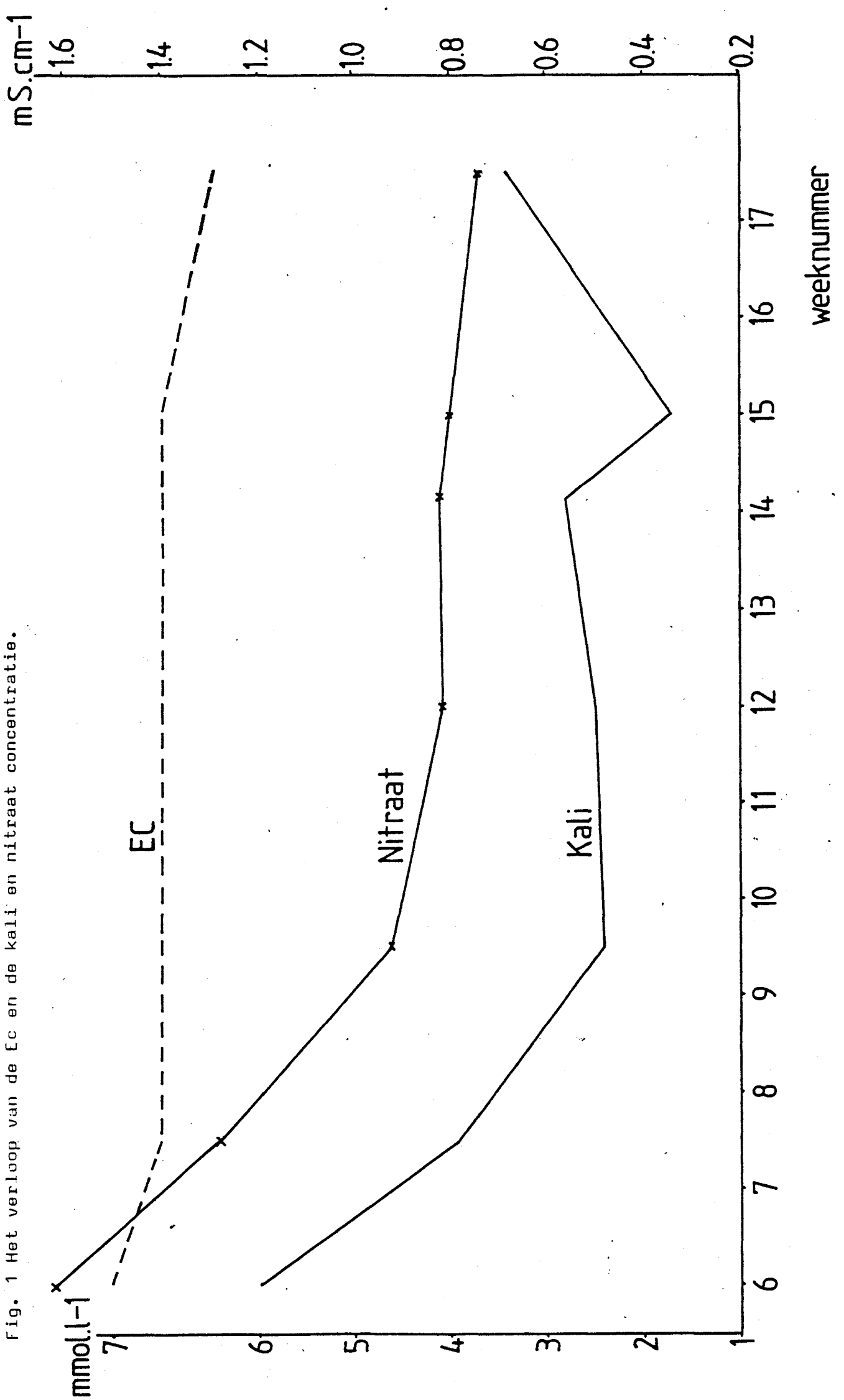
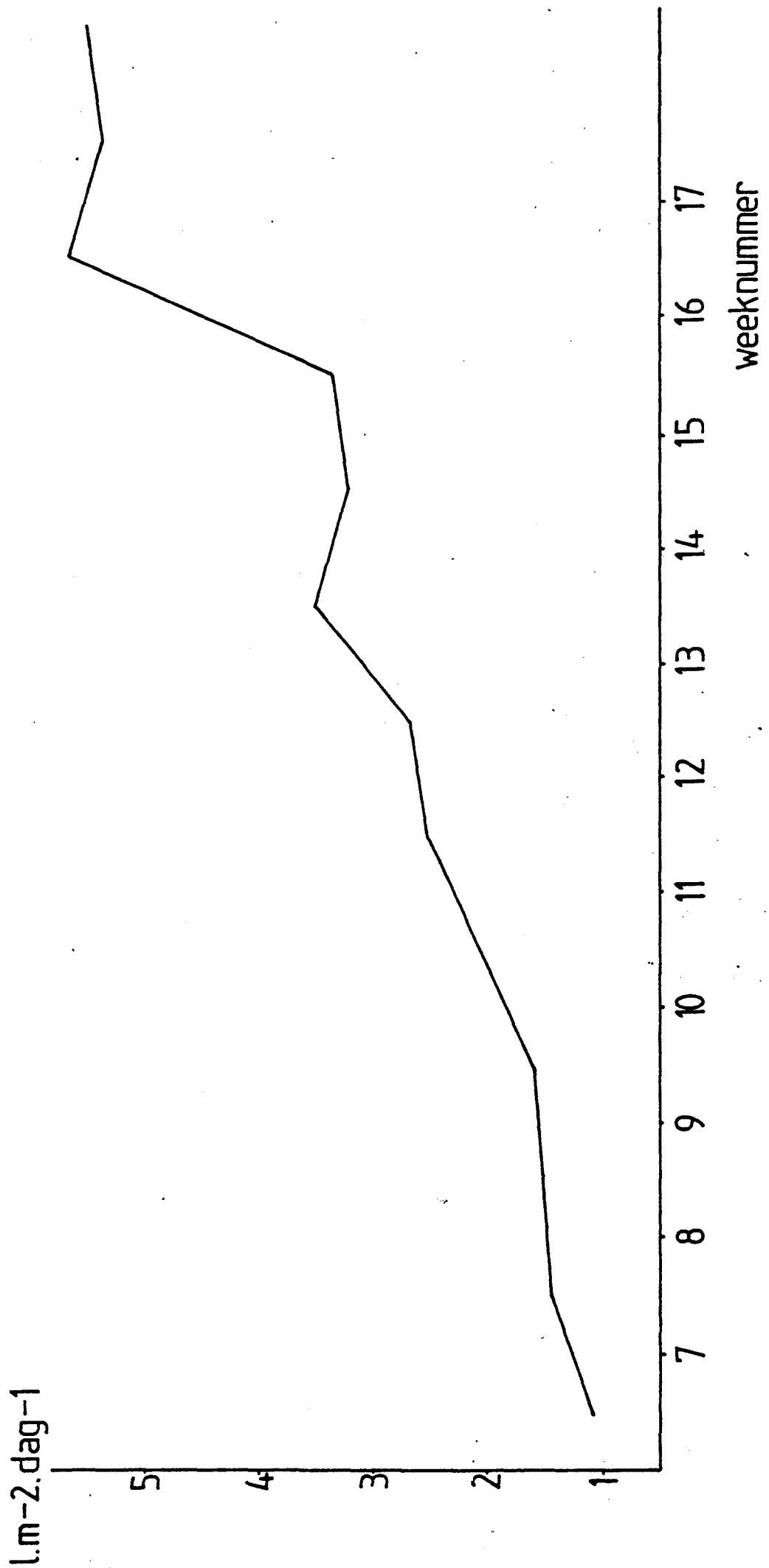


Fig. 2 Het verloop van het waterverbruik tijdens de teelt.



Het waterverbruik over de gemeten periode bedroeg 275 mm. Tijdens de teelt trad nogal wat lekkage op zodat het waterverbruik niet alleen de verdamping is. In figuur 2 is het verloop van het waterverbruik tijdens de teelt weergegeven. In tabel 5 is het totale mestverbruik tijdens de teelt weergegeven.

Tabel 5. Verbruik aan meststoffen tijdens de teelt.

Kalksalpeter		39.4 kg
Kalialpeter		64.0 "
Salpeterzuur	37%	162.4 "
Fosforzuur	37%	136.3 "
Ammoniumnitraat		11.6 "
Bitterzout		34.8 "
Zwavelzure kali		63.8 "
Ijzerchelaat Fe DP 6%		5.4 "
Mangaansulfaat		476 g
Zinksulfaat		238 "
Borax		426 "
Kopersulfaat		14 "
Natriummolybdaat		34 "

Aan de hand van bovenstaande gegevens en het waterverbruik is berekend welke concentraties gemiddeld zijn toegediend. In tabel 6 zijn weergegeven de toegediende en gevonden concentraties, gemiddeld over de gehele teelt en de aan het gietwater aangepaste standaardvoedingsoplossing. Weergegeven zijn de werkelijke concentraties en de concentraties berekend op basis van dezelfde ionensom als de standaardvoedingsoplossing.

Tabel 6. Gemiddeld toegediende en gevonden concentraties.

1. Werkelijke concentratie.
2. Concentratie op basis van dezelfde ionensom van de standaardvoedingsoplossing.

	Standaard-voedingsoplossing (gecorrigeerd)	Toegediend		Gevonden	
		1	2	1	2
H ⁺ mmol.l ⁻¹	4.5	3.20	4.76	-	
NH ₄ ⁺ "	0.5	0.32	0.48	0.1	0.1
K ⁺ "	4.5	2.98	4.44	2.7	2.8
Ca ⁺⁺ "	0.75	0.47	0.70	3.4	3.6
Mg ⁺⁺ "	0.5	0.31	0.46	0.9	0.9
C ⁺ meg.l ⁻¹	12.0	8.06	12.0	11.4	11.9
NO ₃ ⁻ mmol.l ⁻¹	9.25	4.72	7.03	4.4	5.5
H ₂ PO ₄ ⁻ "	1.25	1.12	1.67	1.6	2.0
SO ₄ ⁻ "	0.75	1.11	1.65	1.8	2.25
A ⁻ meg.l ⁻¹	12.0	8.06	12.0	9.6	12.0

vervolg tabel 6.	Standaard-voedingsoplossing (gecorrigeerd)	Toegediend		Gevonden	
		1	2	1	2
Fe $\mu\text{mol.l}^{-1}$	20	12.6	18.8	16.9	19.3
Mn "	10	6.2	9.2	2.4	2.7
Zn "	3	1.8	2.7	3.9	4.5
B "	15	9.6	14.3	11.8	13.5
Cu "	0.2	0.1	0.1	0.6	0.7
Mo "	0.5	0.3	0.4	-	-

De werkelijk toegediende concentraties zijn lager dan die van de standaardvoedingsoplossing, terwijl toch de EC-waarde die gehandhaafd werd, (zie tabel 2) ongeveer gelijk of zelfs hoger is dan de berekende EC-waarde van de toegediende voedingsoplossing ($+ 1.2 \text{ mS.cm}^{-1}$). Enerzijds houdt dit verband met de aanwezigheid van wat natrium, chloride en wat andere ionen, waardoor bij de EC van de toegediende voedingsoplossing nog ongeveer $0,1 \text{ mS.cm}^{-1}$ moet opgeteld worden. De rest van het verschil in geleidbaarheid zal dan veroorzaakt zijn door accumulatie van zouten. Relatief wordt meer water opgenomen dan voedingsionen. Voor elke liter water die wordt toegediend, wordt $+ 8$ me aan voedingsionen opgenomen. Doordat er ook lekkage heeft plaatsgevonden, is de opname aan voedingsionen lager dan totaal aan meststoffen is toegediend. Vergeleken met de standaardvoedingsoplossing is er in werkelijkheid wat meer zuur toegediend en in verband daarmee relatief wat minder van alle kationen. Verder is er meer sulfaat en fosfaat en minder nitraat gegeven. De sporelementen zijn allen ongeveer gelijk aan de standaardvoedingsoplossing gegeven. De berekende EC-waarde van de voedingsoplossing zoals die gemiddeld gevonden is, is lager dan de werkelijke EC-waarde (tabel 2). Hier moet echter de bijdrage van chloride, natrium nog bij opgeteld worden. Op basis van dezelfde EC als de standaardvoedingsoplossing blijkt bij de kationen dat kali behoorlijk lager is dan toegediend. Calcium accumuleert en magnesium blijft ongeveer gelijk. Uitgaande van het feit dat gemiddeld 2.0 mmol Ca in het gietwater zit, accumuleert calcium voor 33%. Bij de anionen accumuleren sulfaat en fosfaat, terwijl nitraat lager is dan toegediend. Bij fosfaat bedraagt de accumulatie 20% en bij sulfaat (gem. 0.2 in gietwater) 24%. Wat de sporelementen betreft, komen de gevonden concentraties goed overeen met de toegediende. Alleen mangaan is lager, waarschijnlijk het gevolg van microbiologische oxidatie die gemakkelijk optreedt bij een wat hoge pH.

Gewasonderzoek

Tijdens de teelt is twee keer een gewasmonster genomen en onderzocht op hoofd- en sporelementen. Op beide data bestond het monster uit jong volgroeid blad en beide keren is een monster genomen van in de grond geteelde en in water geteelde planten. In tabel 7 zijn de resultaten van de macro-elementen analyses weergegeven.

Tabel 7. Resultaten van het gewasonderzoek.

	Monster- datum	% droge stof	Na	K	Ca	Mg mmol.kg ⁻¹	P droge stof	Cl droge stof	N-tot
grond	24-2	18.5	5	885	197	182	150	47	2441
water	24-2	17.7	5	869	152	134	200	23	2526
grond	21-4	25.5	5	589	218	157	138	44	2004
water	21-4	28.7	5	574	210	128	163	21	2117

Het droge stofgehalte is zoals te verwachten in februari veel lager dan in april. Tussen "grond" en "water" bestaan geen duidelijke verschillen. Het kali gehalte is bij "grond" telkens wat hoger dan bij "water". Dit geldt ook voor calcium en vooral voor magnesium. Het fosfaatgehalte is daarentegen bij "water" hoger dan bij "grond" evenals het totaal stikstofgehalte.

In tabel 8 zijn de resultaten van de micro-elementen analyses weergegeven.

Tabel 8. Resultaten van de micro-elementen analyses.

	Monster- datum	Fe mmol.kg ⁻¹	Mn mmol.kg ⁻¹	Zn mmol.kg ⁻¹	B mmol.kg ⁻¹	Cu µmol.kg ⁻¹
grond	24-2	1.37	0.44	0.57	3.72	82
water	24-2	1.49	1.27	0.58	3.24	72
grond	21-4	1.15	0.40	0.56	3.64	57
water	21-4	1.07	1.79	0.46	5.04	40

De gehalten aan ijzer, zink en borium liggen bij "grond" en "water" ongeveer op hetzelfde niveau. Alleen op 21-4 ligt het boriumgehalte bij "water" veel hoger. Het kopergehalte ligt bij "grond" wat hoger dan bij "water". Het mangaan gehalte ligt bij "water" veel hoger dan bij "grond". Waarschijnlijk houdt dit laatste verband met een hoge pH in de grond vanwege het hoge bicarbonaat gehal in het bronwater.

Conclusie

Tijdens een vroege stookteelt van aardbeien die geteeld werden in watercultuur werd de standaardvoedingsoplossing voor aardbeien in de praktijk getest. Tijdens de teelt waren nauwelijks aanpassingen nodig. Aanvankelijk werd een lage EC-waarde aangehouden en werd daardoor niet alle bicarbonaat geneutraliseerd. Het gevolg was een hoge pH. Later tijdens de teelt is een wat hogere EC aangehouden bovendien is wat extra zuur toegediend, zodat de pH gemiddeld daalde. Door de hoge pH is het mangaangehalte in de voedingsoplossing laag. Het gehalte in het blad is echter niet laag, kennelijk is de opname toch voldoende geweest. Het mangaan gehalte bij in de grond geteelde aardbeien is echter wel laag. Uit literatuurgegevens is bekend dat bij 400 µmol gebrek op kan treden. Uit het verloop van de voedingsoplossing blijkt dat kali en in mindere mate nitraat vrij laag worden. Het kali gehalte in het gewas is bij in water geteelde planten lager dan bij in grond geteelde aardbeien. In de voedingsoplossing vindt geen accumulatie plaats van magnesium, hetgeen bij andere teelten een voorwaarde is voor voldoende opname. Het gehalte aan magnesium is lager bij in water geteelde aardbeien.

Accumulatie vindt wel plaats van calcium, fosfaat en sulfaat, resp. 33%, 20% en 24%. Opvallend is het hogere fosforgehalte bij in water geteelde planten, wat duidt op een betere beschikbaarheid van fosfaat in water dan in grond. Tijdens de teelt neemt het boriumgehalte in de voedingsoplossing plotseling af. Deze uitputting aan borium kan teruggevonden worden als een hoog boriumgehalte in het blad bij de tweede bemonstering. Op grond van de resultaten van dit onderzoek is de standaardvoedingsoplossing aangepast en deze wordt als volgt:

Aardbei

	Steenwol in recirculatie	
NO_3^-	9.5	mmol.l^{-1}
H_2PO_4^-	1.25	
SO_4^{--}	1.0	
NH_4^+	0.5	
K^+	4.5	
Ca^{++}	2.75	
Mg^{++}	1.125	
Fe	20	$\mu\text{mol.l}^{-1}$
Mn	10	
Zn	4	
B	20	
Cu	0.5	
Mo	0.5	

Classificatie B