

PROEFSTATION VOOR TUINBOUW ONDER GLAS

Oriënterend onderzoek naar het effect van de dagelijkse
stikstoftoediening op het nitraatgehalte in sla.

A. L. van den Bos

Naaldwijk, september 1990.

Intern verslag nr. 52

2221892

A
2
B
75

Deel 1
Deel 2
Deel 3
Deel 4
Deel 5
Deel 6
Deel 7
Deel 8
Deel 9
Deel 10
Deel 11
Deel 12
Deel 13
Deel 14
Deel 15
Deel 16
Deel 17
Deel 18
Deel 19
Deel 20
Deel 21
Deel 22
Deel 23
Deel 24
Deel 25
Deel 26
Deel 27
Deel 28
Deel 29
Deel 30
Deel 31
Deel 32
Deel 33
Deel 34
Deel 35
Deel 36
Deel 37
Deel 38
Deel 39
Deel 40
Deel 41
Deel 42
Deel 43
Deel 44
Deel 45
Deel 46
Deel 47
Deel 48
Deel 49
Deel 50
Deel 51
Deel 52
Deel 53
Deel 54
Deel 55
Deel 56
Deel 57
Deel 58
Deel 59
Deel 60
Deel 61
Deel 62
Deel 63
Deel 64
Deel 65
Deel 66
Deel 67
Deel 68
Deel 69
Deel 70
Deel 71
Deel 72
Deel 73
Deel 74
Deel 75
Deel 76
Deel 77
Deel 78
Deel 79
Deel 80
Deel 81
Deel 82
Deel 83
Deel 84
Deel 85
Deel 86
Deel 87
Deel 88
Deel 89
Deel 90
Deel 91
Deel 92
Deel 93
Deel 94
Deel 95
Deel 96
Deel 97
Deel 98
Deel 99
Deel 100

INHOUD

pagina

1. Inleiding	1
2. Proefopzet	1
3. Verloop en resultaten 1e proef	
3.1 Algemene gegevens	1
3.2 Proefbehandelingen	1
3.3 Resultaten	2
3.4 Conclusie	2
4. Verloop en resultaten 2e proef	
4.1 Algemene gegevens	3
4.2 Proefbehandelingen	3
4.3 Resultaten	3
4.4 Conclusie	4
5. Verloop en resultaten 3e proef	
5.1 Algemene gegevens	4
5.2 Proefbehandelingen	4
5.3 Resultaten	4
5.4 Conclusie	5
Bijlage 1 t/m 15	

1. INLEIDING

Aan de huidige norm voor nitraat in sla in de winter van 4500 mg/kg is onder sommige omstandigheden moeilijk te voldoen. Ook is verscherping van de norm, o.a. in verband met de export, niet uitgesloten. Dit is de reden dat ondanks het vele onderzoek dat in het verleden aan nitraat in bladgroenten gedaan werd, het onderwerp opnieuw in onderzoek genomen is.

Hoge nitraatgehalten worden in gewassen vooral gevonden als licht en assimilaten beperkend worden. De plant blijkt dan nitraat als osmoticum te gebruiken. In het sub-optimale voorzieningsgebied van de plant blijkt dit echter niet meer te gebeuren. Dit vormde een reden om het onderzoek op dit gebied te richten en na te gaan of op deze wijze blad- en knolgewassen geteeld kunnen worden. De proeven zijn er dus op gericht om niet meer nitraat toe te voegen als de plant op een bepaald ogenblik kan verwerken.

Belangrijk is wel dat reductie van het nitraatgehalte in sla plaats vindt met een minimale derving aan opbrengst of groeisnelheid.

In de perioden nov.-mrt. 1988/'89 en nov.-febr. 1989/'90 werden een drietal oriënterende proeven uitgevoerd, waarbij de standaardvoedingsoplossing voor sla werd vergeleken met objecten waarin dagelijks maar een geringe nitraatgift werd gegeven.

2. PROEFOPZET

De proeven vonden plaats op het Proefstation voor Tuinbouw onder Glas te Naaldwijk. Voor het uitvoeren is gebruik gemaakt van een bestaand recirculatie systeem in een venlo warenhuis. In deze ruimte waren 48 goten aanwezig. De goten zijn 20 cm breed en hebben een lengte van 5 meter. De goten zijn afgedekt met platen, waarin gaten aanwezig zijn om de planten in te zetten. Per goot waren 20 planten aanwezig. De proef bestond uit 6 behandelingen in achttvoud.

Tijdens de teelt werden de voedingselementen regelmatig in het recirculatiewater bepaald. Aan het einde van de teelt werd het gewicht van de slakroppen bepaald. Per behandeling werden 16 slakroppen geoogst en gedroogd voor de bepaling van het N-totaal- en NO₃-gehalte. Bij 2 van de 3 proeven werd sla weggezet in de koelcel bij 12°C om de houdbaarheid te bepalen.

De gebruikte voedingsoplossingen, de behandelingen en de resultaten van de 3 proeven zullen hieronder per proef worden behandeld.

3. VERLOOP EN RESULTATEN 1e PROEF

3.1 Algemene gegevens

Plantdatum: 26-10-1988

Oogstdatum: 12-1-1989

Rassen: Parvit, Saffier

3.2 Proefbehandelingen

1. Standaardvoedingsoplossing voor sla op water (EC=2.3 mS.cm⁻¹). *
 2. Laag N doseren. Dagelijks 0.1 mmol NO₃ per plant bij weinig en 0.2 mmol bij veel licht *
 3. Dezelfde behandeling als 2. Alleen 10% meer N gedoseerd.
 4. N uit de voedingsoplossing weggelaten en vervangen door Cl en SO₄ (EC als beh.1). N gedoseerd als beh.2.*
 5. Standaardvoedingsoplossing. Twee weken voor oogst vervangen door beh.2.
 6. Standaardvoedingsoplossing. Vier weken voor de oogst vervangen door beh.2.
- * zie bijlagen 1 en 2.

3.3 Resultaten

Het totale waterverbruik per behandeling was gedurende de teelt als volgt: 760,610,1010,1060,630 en 995 liter. Opvallend waren de grote verschillen tussen de behandelingen. Deze verschillen zijn waarschijnlijk veroorzaakt door boven- of ondergrondse lekkage. Ook is het niet uitgesloten dat vocht via de platen, waarmee de goten waren afgedekt, van de ene goot naar de andere is gelopen.

Daar in week 52 ernstig smeul optrad moest de proef, om toch enige resultaten te verkrijgen, eerder worden beëindigd. Dat had consequenties voor de behandelingen 5 en 6. Deze voedingsoplossingen werden niet 2 en 4 weken voor de oogst vervangen door behandeling 2, maar resp. 5 en 19 dagen. Het waterverbruik in deze dagen was resp. 30 en 160 liter.

De totale straling gedurende de teelt bedroeg 17655 joule/cm². Gedurende de teelt werd het recirculatiewater 4 keer onderzocht. De resultaten van dat onderzoek staan vermeld in bijlage 3. Elke week werd het water bij de behandelingen 2 t/m 4 onderzocht op NO₃, dat werd later ook gedaan bij de behandelingen 5 en 6. De resultaten staan vermeld in bijlage 4.

De groei van de sla bleef bij de lage dagelijkse N-dosering (beh.2 en 3) op een gegeven moment achter. De sla was donkerder van kleur, had een hoger drogestofgehalte en was beter houdbaar dan bij de overige behandelingen.

Tijdens de teelt trad glazigheid op, dit was het ergst bij de behandelingen met een lage EC (beh.2 en 3). Aan het einde van de teelt trad vooral bij deze behandelingen droogrand op.

In tabel 1 worden per ras; het kropgewicht in g/stuk, het percentage droge stof, het N-totaalgehalte in mmol/kg, het NO₃-gehalte in mmol/kg, en het NO₃-gehalte per kg vers product weergegeven.

Tabel 1

Beh.	kropgewicht in g/stuk	Ras Panvit			
		% droge stof	N-totaal mmol.kg-1	NO ₃ mmol.kg-1	NO ₃ mg kg-1 vers produkt
1.	131	4.0	4366	2057	5103
2.	83	4.5	3209	920	2567
3.	86	4.4	3192	896	2443
4.	84	4.1	3002	582	1482
5.	134	4.1	4412	1966	4997
6.	120	4.2	4182	1710	4452

Beh.	kropgewicht in g/stuk	Ras Saffier			
		% droge stof	N-totaal mmol.kg-1	NO ₃ mmol.kg-1	NO ₃ mg kg-1 vers produkt
1.	120	3.5	3988	2094	4545
2.	78	4.2	2806	692	1804
3.	81	4.2	2980	760	1978
4.	88	3.8	2801	562	1327
5.	118	3.5	4050	1930	4191
6.	113	3.7	3779	1608	3689

3.4 Conclusie

Het kropgewicht lag bij de behandelingen 2t/m4 beduidend lager(32%) dan bij de standaarddosering(beh.1). Het vervangen van de standaardvoedingsoplossing enige tijd voor de oogst door een lage N-dosering gaf in deze proef geen noemenswaardige verlaging van het kropgewicht. Het percentage droge stof was het hoogst bij lage N-dosering en was het laagst bij de standaarddosering. Bij lage N-dosering lag het nitraatgehalte bij ras Panvit 50% en bij ras Saffier 60% lager dan bij de standaarddosering. Opmerkelijk was het lage nitraatgehalte waar de stikstof in de voedingsoplossing was vervangen door Cl en SO₄(beh.4). Vervanging van de standaardvoedingsoplossing door lage N-dosering 19 dagen voor de oogst gaf gemiddeld ongeveer 16% lager

nitraatgehalte in de sla.

4. VERLOOP EN RESULTATEN 2E PROEF.

4.1 Algemene gegevens

Plantdatum: 19-1-1989

Oogstdatum: 20-3-1989

Rassen: Plaza, Norden

4.2 Proefbehandelingen

1. Standaardvoedingsoplossing voor sla op water (EC2.3 mS.cm-1)*
 2. Laag N doseren. Eerste 25 dagen 0.2 mmol NO₃ per plant/dag.*
Daarna om de 7 dagen verhoogd met 0.1 mmol.
 3. Als behandeling 2, alleen wordt 20% meer N gedoseerd.
 4. Als behandeling 2, alleen wordt 40% meer N gedoseerd.
 5. Als behandeling 2, alleen wordt 60% meer N gedoseerd.
 6. Als behandeling 2, alleen wordt 80% meer N gedoseerd.
- * zie bijlagen 5 en 6.

4.3 Resultaten

Het totale waterverbruik per behandeling was gedurende de teelt als volgt: 620,620,1030,1060,480 en 550 liter. Eveneens als bij de 1e proef waren de verschillen tussen de behandelingen groot. Wederom werd bij de behandelingen 3 en 4 het meeste water verbruikt. Gesteld kan worden dat de bestaande proefopstelling voor dit soort proeven minder geschikt is. Gedurende de teelt werd het recirculatiewater 3 keer onderzocht. De resultaten van dit onderzoek staan vermeld in bijlage 7. Elke week werd het water van de behandelingen 2 t/m 6 onderzocht op NO₃. De resultaten staan in bijlage 8.

De totale straling gedurende de teelt bedroeg 32481 joule/cm².

De groei van de sla bij behandeling 2 bleef halverwege de teelt achter. De sla was donker van kleur en de vorm was erg compact. Begin maart trad bij beide rassen droogrand op. Bij ras Plaza was dit erger dan bij ras Norden. Bij de behandeling 1 met de meeste stikstof in het water trad droogrand het minst op.

In tabel 2 worden per ras; het kropgewicht in g/stuk, het percentage droge stof, het N-totaalgehalte in mmol/kg, het NO₃-gehalte in mmol/kg en het NO₃-gehalte per kg vers product weergegeven.

tabel 2

Beh.	kropgewicht in g/stuk	% droge stof	Ras Plaza		
			N-totaal mmol/kg	NO ₃ mmol/kg	NO ₃ mg/kg vers product
1.	266	4.6	3779	1136	3243
2.	148	5.6	2642	174	601
3.	159	5.2	2735	260	837
4.	186	5.0	2905	384	1190
5.	193	5.0	2935	375	1160
6.	200	4.8	3144	488	1451

Beh.	kropgewicht in g/stuk	% droge stof	Ras Norden		
			N-totaal mmol/kg	NO ₃ mmol/kg	NO ₃ mg/kg vers product
1.	256	4.2	4080	1284	3344
2.	123	5.6	2466	139	483
3.	142	5.4	2786	244	817
4.	189	4.8	3247	470	1399
5.	190	4.5	3204	546	1523
6.	189	4.5	3386	649	1810

Behalve de stikstof werd in het gewas ook nog kalium, calcium en

magnesium bepaald. De gevonden gehalten staan per ras vermeld in bijlage 9.

In deze proef werden ook de wortels bekeken. Op het oog waren tussen het aantal wortels van beh.1 en de overige behandelingen duidelijke verschillen te zien. Om dit in cijfers uit te drukken werden tussen de slapotjes wortels weggesneden. De oppervlakte van de stukjes weggesneden wortels bedroeg 400 cm². Dit kwam ongeveer overeen met de wortels van een plant. Het gemiddeld gewicht was bij beh.1 12.2 gram en bij de overige behandelingen liep het uiteen van 21 tot 23.8 gram. De wortels werden gedroogd om het drogestofgehalte, het N-totaal- en het NO₃-gehalte te bepalen. De gevonden gehalten staan vermeld in bijlage 10.

4.4 Conclusie

Het kropgewicht van de sla bij de laagste dagelijkse N-dosering (beh.2) was ongeveer 48% lager dan bij de standaarddosering (beh.1). Bij de hoogste dagelijkse dosering (beh.6) was dat ongeveer 25%. Het NO₃-gehalte was bij de laagste N-dosering ongeveer 84% lager dan bij de standaarddosering en bij de hoogste dagelijkse dosering ongeveer 51%. Evenals in de voorgaande proef was het percentage droge stof het hoogst bij de laagste N-dosering. Tevens was de houdbaarheid beter.

5. VERLOOP EN RESULTATEN VAN 3e PROEF.

5.1 Algemene gegevens

Plantdatum: 17-11-1989

Oogstdatum: 28- 2-1990

Ras: Norden

5.2 Proefbehandelingen

1. Standaardvoedingsoplossing voor sla op water (EC=2.3 mS.cm-1).*
 2. Laag N doseren. Dagelijks 0.2 mmol N per plant gedoseerd.*
 3. Laag N doseren. Uit voedingsoplossing 1 is de stikstof weggelaten en vervangen door Cl en SO₄ (EC als beh.1). Dagelijks 0.2 mmol N per plant gedoseerd.*
 4. Dezelfde behandeling als 2. Echter dagelijks 0.4 mmol N per plant gedoseerd.
 5. Dezelfde behandeling als 3. Echter dagelijks 0.4 mmol N per plant gedoseerd.
 6. Standaard wordt 10 mmol N in de voedingsoplossing gegeven. De overige N is vervangen door Cl en SO₄ (EC als beh.1).*
- * zie bijlagen 11 en 12.

5.2 Resultaten

Het waterverbruik per behandeling was gedurende de teelt als volgt: 566, 359, 410, 441, 406 en 565 liter. De verschillen tussen de behandelingen waren minder groot dan bij voorgaande teelten. Gedurende de teelt werd het recirculatiewater 8 keer onderzocht. De resultaten staan in bijlagen 13 en 13a. Wekelijks werd het water van alle behandelingen onderzocht op NO₃. De resultaten staan in bijlage 14. De totale straling gedurende de teelt bedroeg 28963 joule/cm². Tijdens de teelt trad vooral bij behandelingen 2 en 4 (lage EC) ernstige glazigheid op, bij de andere behandelingen was dat minder ernstig. Droogrand werd ook bij deze teelt weer waargenomen, vooral bij behandelingen met weinig stikstof in het water (beh.2 en 3). De laatste week voor de oogst trad rand in het hart van de krop op. Dit was vooral het geval bij behandelingen 3 en 5. Droogrand zowel rand

in het hart van de krop kwam het minst voor bij behandeling 1. In tabel 4 wordt het kropgewicht in g/stuk, het percentage droge stof, het N-totaalgehalte in mmol/kg, het NO₃-gehalte in mmol/kg en het NO₃-gehalte per kg vers product weergegeven.

Tabel 4

Ras Norden

Beh.	kropgewicht in g/stuk	% droge stof	N-totaal mmol/kg	NO ₃ mmol/kg	NO ₃ mg/kg vers product
1.	245	4.5	3563	1358	3788
2.	125	6.0	2193	77	286
3.	132	6.0	2096	33	123
4.	189	5.1	2911	497	1572
5.	199	5.3	2832	507	1666
6.	193	4.7	3240	672	1958

Behalve de stikstof werden nog natrium, kalium, calcium, magnesium, fosfaat, chloride, S-totaal en SO₄ bepaald. De gevonden gehalten staan vermeld in bijlage 15. Uit de analysecijfers blijkt dat het gewas chloride opneemt bij een laag stikstofaanbod en dat de opname afneemt bij een toenemend stikstofaanbod. Extra toediening van van sulfaat leidt niet tot meer opname van dit element, maar geeft een sterke stijging van het gehalte in het recirculatiewater.

5.4 Conclusie

Evenals in de twee voorgaande proeven werd de hoogste opbrengst en het hoogste nitraatgehalte verkregen bij de behandeling met de standaardvoedingsoplossing (beh.1). Het kropgewicht van de behandelingen 2 en 3 met de laagste dagelijkse stikstofdosering was ongeveer 48% lager dan bij de standaarddosering. Het nitraatgehalte was resp. 92 en 97% lager. Opmerkelijk was het zeer lage nitraatgehalte bij behandeling 3 waar de stikstof was weggelaten en vervangen door chloride en sulfaat. Bij behandelingen 4 en 5 met de hoogste dagelijkse stikstofdosering was de opbrengst ongeveer 21% en het nitraatgehalte ongeveer 58% lager dan bij de standaarddosering. Bij behandeling 5 waar de stikstof was weggelaten en vervangen door chloride en sulfaat werd een hoger nitraatgehalte aangetroffen dan bij behandeling 4, dit in tegenstelling met de behandelingen 2 en 3. Bij behandeling 6 werd gestart met de voedingsoplossing van behandeling 3. Elke liter water, dat tijdens de groei werd verbruikt, werd aangevuld met water dat 10 mmol N per liter bevatte. De opbrengst was bij deze behandeling 21% en het nitraatgehalte ongeveer 49% lager dan bij de standaarddosering.

BIJLAGE 1

GEBRUIKTE VOEDINGSOPLOSSINGEN BIJ 1e PROEF

		BEH.1	BEH.2 EN 3	BEH.4	BEH.5 EN 6
NO3	mmol/l	18.5	-	-	18.5
H2PO4	"	2.0	2.0	2.0	2.0
SO4	"	1.0	1.0	5.5	1.0
Cl	"	-	-	9.5	-
K	"	11.0	4.0	11.0	11.0
Ca	"	4.75	-	4.75	4.75
Mg	"	1.0	-	1.0	1.0
Fe	umol/l	40.	40.	40.	40.
B	"	30.	30.	30.	30.
Cu	"	0.75	0.75	0.75	0.75
Mo	"	0.5	0.5	0.5	0.5
Si	"	0.5	0.5	0.5	0.5

Voedingsoplossing waaruit dagelijks werd gedoseerd.

NO3	1000	mmol/l
K	378	"
CA	257	"
MG	54	"

BIJLAGE 2

OPLOSSING 1A

Calciumnitraat(vlb)	5065 ml/50 liter	100xgecon.
Magnesiumnitraat(vlb)	1480 "	"

OPLOSSING 1B

Kalifosforcarbonaat(vlb)	2945 "	"
Kalizwavelzuur(vlb)	1575 "	"
Kalisalpeterzuur(NO3)(vlb)	3525 "	"
Kalicarbonaat(vlb)	2460 "	"

OPLOSSING 2

Kalizwavelzuur(vlb)	1575 "	"
Kalifosforcarbonaat(vlb)	1355 "	"
Monokalifosfaat	735 g/50 liter	"

OPLOSSING 3A

Calciunchloride	3500 g/50 liter	"
-----------------	-----------------	---

OPLOSSING 3B

Kalifosforcarbonaat(vlb)	2945 ml/50 liter	"
Kalizwavelzuur(vlb)	7085 "	"
Kalicarbonaat(vlb)	1610 "	"
Bitterzout	1230 g/50 liter	"

SPOORELEMENTEN

IJzerchelaat DTPA 6%	186 g/50 liter	"
Borax	14.3 "	"
Kopersulfaat	0.95 "	"
Natriummolybdaat	0.6 "	"

OPLOSSING 1000 mmol NO3 per liter

Calciumnitraat(vlb)	1096 ml/20 liter
Magnesiumnitraat(vlb)	320 "
Kalisalpeterzuur(NO3)(vlb)	762 "
Kalicarbonaat(vlb)	712 "

ANALYSERESULTATEN VOEDINGSOPLOSSINGEN 1e TEELT

BEHANDELING 1 hoofdelementen

Datum	NH4	K	Na	Ca	Mg	NO3	Cl	SO4	HCO3	P	EC	pH
14/11	0.2	9.4	1.4	3.5	1.0	14.4	0.6	1.0	0.1	1.53	2.4	6.9
29/11	0.1	9.3	1.5	4.3	1.3	16.5	0.3	1.2	0.1	1.89	2.4	6.6
12/12	0.1	7.4	1.3	4.0	1.2	14.6	0.4	1.0	0.1	1.72	2.2	6.8
3/1	0.1	7.4	1.3	4.3	1.1	15.6	0.3	1.3	0.1	1.73	2.3	6.8

BEHANDELING 2

14/11	0.1	4.2	1.2	0.6	0.3	0.7	0.6	1.1	0.2	1.84	0.8	7.2
29/11	0.1	3.8	1.4	0.9	0.3	0.6	0.3	1.4	0.2	2.16	0.8	7.0
12/12	0.1	2.7	1.0	0.8	0.3	0.4	0.3	1.1	0.1	1.85	0.7	6.7
3/1	0.1	2.3	0.9	0.7	0.4	0.3	0.3	1.2	0.1	1.85	0.6	5.4

BEHANDELING 3

14/11	0.2	4.1	1.4	0.4	0.2	0.3	0.8	1.1	0.4	1.84	0.8	7.4
29/11	0.1	3.7	1.4	0.6	0.3	0.3	0.3	1.2	0.2	2.13	0.8	7.1
12/12	0.1	2.6	0.9	0.6	0.3	0.1	0.3	0.9	0.1	1.68	0.6	6.4
3/1	0.1	2.8	1.0	0.3	0.1	0.1	0.3	1.3	0.1	2.10	0.6	5.3

BEHANDELING 4

14/11	0.1	11.1	1.6	4.1	1.3	0.1	9.8	4.5	0.3	1.78	2.6	7.0
29/11	0.3	10.7	2.0	5.3	1.5	0.7	10.3	5.8	0.1	1.83	2.6	6.6
12/12	0.1	8.7	1.1	4.6	1.2	0.1	9.0	4.1	0.1	1.72	2.3	6.2
3/1	0.1	9.3	1.3	4.9	1.2	0.3	9.7	5.4	0.1	1.80	2.6	6.0

BEHANDELING 5

14/11	0.1	10.2	1.3	3.8	1.3	14.9	0.7	1.2	0.2	1.75	2.5	6.8
29/11	0.1	8.4	1.5	4.0	1.1	15.1	0.2	0.9	0.1	1.89	2.4	6.5
12/12	0.1	7.5	1.3	4.2	1.1	13.5	0.9	1.1	0.1	1.63	2.2	7.1
3/1	0.1	6.2	1.4	3.9	1.2	12.9	0.4	1.5	0.2	1.40	2.1	7.2

BEHANDELING 6

14/11	0.1	9.6	1.4	3.6	1.2	15.3	0.6	1.1	0.2	1.77	2.4	6.9
29/11	0.1	9.5	1.4	4.3	1.2	15.9	0.4	1.0	0.1	1.96	2.5	6.6
12/12	0.1	7.5	1.1	3.8	1.0	13.9	0.4	0.7	0.1	1.60	2.1	6.6
3/1	0.1	2.1	0.7	0.5	0.2	0.2	0.3	1.2	0.1	1.46	0.5	6.9

BEHANDELING 1 spoorelementen

Datum	Fe	Mn	Zn	B	Cu
14/11	24	4.2	7.5	32	1.3
12/12	24	1.5	8.0	32	0.9

BEHANDELING 2

14/11	29	0.2	8.0	36	1.3
12/12	33	0.2	8.5	34	1.0

BEHANDELING 3

14/11	27	0.2	7.9	36	1.4
12/12	33	0.2	8.1	33	1.0

BEHANDELING 4

14/11	24	1.6	9.2	38	1.4
12/12	23	1.1	7.3	31	0.8

BEHANDELING 5

14/11	22	1.9	11.	35	1.5
12/12	22	0.6	14.	28	0.8

BEHANDELING 6

14/11	26	1.0	7.3	35	1.4
12/12	23	0.4	7.5	29	0.8

Analyseresultaten van de wekelijkse NO₃-bemonstering in het recirculatie-water. Gegevens over de periode 26-10-1988 t/m 12-1-1989.

1e teelt

Datum	Behandelingen					
	1	2	3	4	5	6
31-10	12.4	0.42	0.34	0.42	13.8	14.0
15-11	--	0.41	0.08	<0.01	--	--
17-11	--	0.50	0.22	0.16	--	--
21-11	--	0.74	0.58	0.43	--	--
24-11	--	0.47	0.40	0.32	--	--
28-11	--	0.06	0.01	<0.01	--	--
1-12	--	0.04	0.01	<0.01	--	--
5-12	--	0.02	<0.01	<0.01	--	--
8-12	--	0.02	<0.01	<0.01	--	--
15-12	--	0.07	0.05	0.02	--	--
19-12	--	0.10	0.11	0.01	--	--
22-12	--	<0.01	<0.01	<0.01	--	--
27-12	--	0.09	0.05	0.01	--	1.37
30-12	--	0.01	0.01	<0.01	--	0.06
3-1	--	0.03	0.02	<0.01	--	0.01
4-1	--	--	--	--	2.05	--
6-1	--	0.01	0.01	0.01	1.68	0.01
9-1	--	0.09	0.10	<0.01	0.68	0.01
12-1	--	0.04	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01

GEBRUIKTE VOEDINGSOPLOSSINGEN BIJ 2e PROEF

		BEH.1	BEH. 2 T/M 6
NO3	mmol/l	18.5	-
H2PO4	"	2.0	2.0
SO4	"	1.0	1.0
K	"	11.0	4.0
Ca	"	4.75	-
Mg	"	1.0	-
Fe	umol/l	40.	40.
B	"	30.	30.
Cu	"	0.75	0.75
Mo	"	0.5	0.5
Si	"	0.5	0.5

Voedingsoplossing waaruit dagelijks werd gedoseerd.

NO3	1000	mmol/l
K	378	"
Ca	257	"
Mg	54	"

OPLOSSING 1A

Calciumnitraat(vlb)	5065 ml/50 liter	100xgecon.
Magnesiumnitraat(vlb)	1480 "	"

OPLOSSING 1B

Kalifosforcarbonaat(vlb)	2945 "	"
Kalizwavelzuur(vlb)	1575 "	"
Kalisalpeterzuur(NO3)(vlb)	3525 "	"
Kalicarbonaat(vlb)	2460 "	"

OPLOSSING 2

Kalizwavelzuur(vlb)	1575 "	"
Kalifosforcarbonaat(vlb)	1355 "	"
Monokalifosfaat	735 g/50 liter	"

SPOORELEMENTEN

IJzerchelaat DTPA 6%	186 g/50 liter	"
Borax	14.3 "	"
Kopersulfaat	0.95 "	"
Natriummolybdaat	0.6 "	"

OPLOSSING 1000 mmol NO3 per liter

Calciumnitraat(vlb)	1096 ml/20 liter
Magnesiumnitraat(vlb)	320 "
Kalisalpeterzuur(NO3)(vlb)	762 "
Kalicarbonaat(vlb)	712 "

ANALYSERESULTATEN VOEDINGSOPLOSSINGEN 2e TEELT

BEHANDELING 1 hoofdelementen

Datum	NH4	K	Na	Ca	Mg	NO3	Cl	SO4	HCO3	P	EC	pH
15/2	0.1	9.6	1.4	4.7	1.3	15.5	1.0	1.7	0.1	1.92	2.5	6.7
8/3	0.1	5.8	1.8	5.0	1.4	8.5	0.3	3.7	0.2	1.40	2.0	7.0
22/3	0.1	5.1	1.5	4.6	1.2	7.3	0.1	4.5	0.3	0.85	1.9	7.4

BEHANDELING 2

15/2	0.1	3.8	1.0	1.1	0.3	0.4	0.8	1.6	0.1	1.92	0.9	6.9
8/3	0.1	2.1	1.5	1.6	0.4	0.3	0.1	2.5	0.1	1.53	0.7	6.4
22/3	0.1	1.0	1.3	1.6	0.4	0.2	0.1	2.0	0.1	1.21	0.7	6.5

BEHANDELING 3

15/2	0.1	3.9	1.0	0.8	0.2	0.1	1.0	1.5	0.1	2.09	0.8	6.7
8/3	0.1	3.0	1.5	1.0	0.3	0.1	0.1	2.0	0.1	1.91	0.7	6.6
22/3	0.1	1.9	1.3	1.5	0.4	0.4	0.1	2.1	0.1	1.39	0.7	6.6

BEHANDELING 4

15/2	0.1	0.6	1.0	1.7	0.2	0.8	1.0	1.1	0.2	0.92	0.6	7.1
8/3	0.1	1.0	1.2	2.1	0.3	0.4	0.1	2.5	0.1	1.25	0.7	6.7
22/3	0.1	3.0	1.2	1.2	0.3	0.4	0.1	1.9	0.1	1.74	0.8	6.6

BEHANDELING 5

15/2	0.1	3.6	1.1	1.7	0.2	0.5	0.9	2.0	0.2	1.76	1.0	7.1
8/3	0.1	1.1	1.5	2.8	0.6	0.1	0.1	3.9	0.1	1.22	0.9	6.6
22/3	0.1	0.9	1.6	3.0	0.6	0.2	0.1	3.5	0.2	0.89	1.0	7.2

BEHANDELING 6

15/2	0.1	4.1	1.2	1.7	0.4	1.4	1.1	1.8	0.2	1.83	1.1	7.1
8/3	0.1	1.5	1.4	2.6	0.5	0.1	0.1	3.8	0.1	1.24	0.9	6.8
22/3	0.1	0.6	1.5	3.1	0.6	0.2	0.1	3.6	0.2	0.65	0.9	7.3

BEHANDELING 1 spoorelementen

Datum	Fe	Mn	Zn	B	Cu
15/2	20	2.1	10.0	34	1.4
8/3	24	1.1	15.0	35	1.2

BEHANDELING 2

15/2	24	0.8	11.0	33	1.3
8/3	30	0.5	15.0	35	1.2

BEHANDELING 3

15/2	29	0.7	11.0	24	1.3
8/3	32	0.6	15.0	28	1.5

BEHANDELING 4

15/2	9.6	0.7	9.8	6.0	1.0
8/3	27	0.8	15.0	23	1.3

BEHANDELING 5

15/2	22	1.3	12.	9.0	1.4
8/3	33	0.9	16.	17	1.4

BEHANDELING 6

15/2	21	1.2	12.	8.0	1.3
8/3	31	0.8	16.	22	1.7

BIJLAGE 8

Analyseresultaten van de wekelijkse NO3 bemonstering in het recirculatie-
water in de periode 19-1-1989 t/m 20-3-1989.

2e teelt

Datum	Behandelingen					
	1	2	3	4	5	6
26/1	-	0.02	0.12	3.43	1.26	0.58
2/2	-	0.46	0.36	3.60	1.12	1.32
9/2	-	0.48	0.47	3.24	1.86	2.03
16/2	-	0.05	>0.01	0.58	0.44	1.29
23/2	-	0.11	>0.01	>0.01	>0.01	>0.01
2/3	-	>0.01	>0.01	>0.01	>0.01	>0.01
9/3	-	0.01	0.01	>0.01	>0.01	>0.01
16/3	-	0.01	>0.01	>0.01	>0.01	>0.01

Analyseresultaten voor kalium, calcium en magnesium in sla behorende bij de 2e teelt. De gehalten staan per ras vermeld in de tabel.

Tabel: Gehalten aan kalium, calcium en magnesium uitgedrukt in mmol/kg droge stof.

Beh	Ras Plaza			Ras Norden		
	K	Ca	Mg	K	Ca	Mg
1.	2160	208	102	2494	258	116
2.	2042	200	68	2052	206	65
3.	2004	186	68	2056	206	65
4.	2082	190	79	2064	198	88
5.	2040	194	78	2196	236	96
6.	2228	200	89	2266	214	102

Analyseresultaten van wortels uit de 2e proef. Gehalten in mmol/kg droge stof.

Beh.	Ras Plaza			Ras Norden		
	% droge stof	N-totaal	NO3	% droge stof	N-totaal	NO3
1.	4.1	4025	1801	3.3	3910	1640
2.	4.1	1800	83	4.0	1695	59
3.	4.0	1902	167	3.8	1831	72
4.	3.6	2248	380	3.9	2039	243
5.	3.8	2414	444	3.6	2336	352
6.	3.9	2516	526	3.5	2524	570

GEBRUIKTE VOEDINGSOPLOSSINGEN BIJ DE 3e PROEF.

		Beh.1	Beh.2 en 4	Beh.3 en 5	Beh.6
NO3	mmol/l	18.5	-	-	10.
H2PO4	"	2.0	2.0	2.0	2.0
SO4	"	1.0	1.0	5.5	3.0
Cl	"	-	-	9.5	4.5
K	"	11.0	4.0	11.0	11.0
Ca	"	4.75	-	4.75	4.75
Mg	"	1.0	-	1.0	1.0
Fe	umol/l	40.	40.	40.	40.
B	"	30.	30.	30.	30.
Cu	"	0.75	0.75	0.75	0.75
Mo	"	0.5	0.5	0.5	0.5
Si	"	0.5	0.5	0.5	0.5

Voedingsoplossing waaruit dagelijks werd gedoseerd.

NO3	1000	mmol/l
K	378	"
Ca	257	"
Mg	54	"

BIJLAGE 12

OPLOSSING 1A

Calciumnitraat(vlb)	2532 ml/25 liter	100x gecon.
Magnesiumnitraat(vlb)	740 "	"

OPLOSSING 1B

Kalifosforcarbonaat(vlb)	1472 "	"
Kalizwavelzuur(vlb)	740 "	"
Kalisalpeterzuur(NO3)(vlb)	1762 "	"
Kalicarbonaat(vlb)	1247 "	"

OPLOSSING 2

Kalizwavelzuur(vlb)	788 "	"
Kalifosforcarbonaat(vlb)	678 "	"
Monokalifosfaat	367 g/25 liter	"

OPLOSSING 3A

Calciumchloride	1750 g/25 liter	"
-----------------	-----------------	---

OPLOSSING 3B

Kalifosforcarbonaat(vlb)	1472 ml/25 liter	"
Kalizwavelzuur(vlb)	3542 "	"
Kalicarbonaat(vlb)	802 "	"
Bitterzout	615 g/25 liter	"

OPLOSSING 4A

Calciumchloride	828 g/25 liter	"
Calciumnitraat(vlb)	1332 ml/25 liter	"

OPLOSSING 4B

Kalifosforcarbonaat(vlb)	1472 ml/25 liter	"
Kalisalpeterzuur(NO3)(vlb)	1260 "	"
Kalizwavelzuur(vlb)	1575 "	"
Kalicarbonaat(vlb)	1120 "	"
Bitterzout	615 g/25 liter	"

SPOORELEMENTEN

Ijzerchelaat DTPA 6%	93 g/25 liter	"
Borax	7.15 "	"
Kopersulfaat	0.475 "	"
Natriummolybdaat	0.3 "	"

OPLOSSING 1000 mmol NO3 per liter

Calciumnitraat(vlb)	1095 ml/20 liter
Magnesiumnitraat(vlb)	320 "
Kalisalpeterzuur(NO3)(vlb)	764 "
Kalicarbonaat(vlb)	713 "

ANALYSERESULTATEN VOEDINGSOPLOSSINGEN 3e TEELT

BEHANDELING 1 hoofdelementen

Datum	NH4	K	Na	Ca	Mg	NO3	Cl	SO4	HCO3	P	EC	pH
20/11	0.1	8.6	1.3	3.7	1.0	14.8	0.5	1.2	0.1	1.39	2.1	6.2
4/12	0.1	10.5	1.4	4.5	1.2	16.7	0.6	1.8	0.1	1.41	2.4	6.4
15/12	0.5	12.0	1.5	5.0	1.6	20.4	0.5	1.8	0.1	1.44	2.8	6.8
8/1	0.6	10.9	1.5	5.6	1.7	20.5	0.3	2.3	0.1	1.71	2.9	6.3
23/1	0.1	9.7	1.1	5.3	1.8	19.4	0.1	1.4	0.1	1.57	2.7	6.5
2/2	0.1	8.1	1.4	5.9	1.7	17.0	0.3	2.0	0.1	1.25	2.4	6.4
19/2	0.1	5.8	1.7	4.9	1.5	11.5	0.3	3.0	0.1	1.15	2.1	6.8
1/3	0.1	5.1	1.8	5.4	1.4	8.4	0.3	4.9	0.4	0.75	2.1	7.2

BEHANDELING 2

20/11	0.1	2.8	0.7	0.2	0.1	0.4	0.5	1.1	0.1	1.40	0.5	6.6
5/12	0.1	4.3	1.2	1.0	0.3	1.3	0.5	1.8	0.3	1.55	0.9	6.4
15/12	0.1	5.4	1.3	1.6	0.6	2.8	0.5	1.7	0.1	1.87	1.1	6.9
8/1	0.4	4.6	1.4	1.8	0.6	3.4	0.4	2.4	0.2	2.06	1.1	6.8
23/1	0.1	3.2	1.0	1.9	0.5	0.9	0.7	1.8	0.1	1.81	0.9	6.7
2/2	0.1	2.0	1.3	1.8	0.5	0.6	0.3	2.1	0.1	1.29	0.8	6.0
19/2	0.1	1.1	1.5	2.1	0.5	0.3	0.2	2.4	0.1	1.16	0.8	5.2
1/3	0.1	1.3	1.9	1.8	0.6	0.3	0.2	3.0	0.1	0.77	0.8	5.3

BEHANDELING 3

20/11	0.1	8.3	1.0	4.0	0.8	0.1	8.0	4.2	0.1	1.52	2.1	6.2
4/12	0.1	11.2	1.1	5.2	1.2	1.6	9.4	5.0	0.2	1.59	2.5	6.6
15/12	0.1	11.2	1.5	4.8	1.4	3.6	8.7	4.2	0.1	2.01	2.5	6.8
8/1	0.4	11.2	1.5	6.3	1.7	3.5	9.3	5.8	0.1	2.03	2.9	6.4
23/1	0.1	10.5	1.2	6.7	1.8	1.2	10.5	6.3	0.1	1.88	2.9	6.5
2/2	0.1	10.4	1.9	7.5	2.1	0.3	11.9	6.8	0.1	1.37	3.0	6.4
19/2	0.1	9.4	1.8	8.2	2.0	0.2	11.9	7.5	0.1	1.20	3.1	6.0
1/3	0.1	10.8	2.0	8.8	2.1	0.1	11.9	10.7	0.1	0.79	3.6	5.9

BEHANDELING 4

20/11	0.1	3.0	0.7	0.2	0.1	0.1	0.5	1.1	0.1	1.54	0.5	6.6
4/12	0.1	5.6	1.3	1.6	0.4	2.9	0.7	2.2	0.2	1.60	1.2	6.5
15/12	0.1	6.5	1.0	1.8	0.5	5.2	0.4	1.6	0.1	1.95	1.3	6.7
8/1	0.1	6.2	1.2	2.7	0.9	8.3	0.5	2.0	0.1	1.91	1.6	6.6
23/1	0.1	5.2	1.1	2.8	0.7	6.3	0.2	1.7	0.1	1.76	1.5	6.6
2/2	0.1	2.9	1.3	2.6	0.7	1.9	0.4	2.3	0.1	1.32	1.1	6.9
19/2	0.1	0.8	1.5	2.8	0.6	0.1	0.4	3.1	0.1	0.87	0.8	6.4
1/3	0.1	0.2	1.8	2.4	0.7	0.4	0.3	3.2	0.1	0.31	0.8	6.0

BEHANDELING 5

20/11	0.1	8.4	0.8	4.1	0.8	0.1	8.3	4.2	0.1	1.54	2.2	6.1
4/12	0.1	11.4	1.5	5.8	1.4	2.8	10.0	4.4	0.1	1.39	2.8	6.4
15/12	0.1	16.5	1.5	6.9	2.1	7.2	12.9	6.0	0.1	1.56	3.6	6.8
8/1	0.1	15.5	1.5	9.3	2.5	10.5	12.8	6.7	0.1	1.59	4.1	6.3
23/1	0.1	15.7	1.4	9.9	2.5	8.7	13.9	7.3	0.1	1.39	4.2	6.4
2/2	0.1	13.7	1.8	9.8	2.8	3.8	15.7	8.4	0.1	0.90	4.0	6.2
19/2	0.1	12.0	2.0	12.0	2.7	0.4	15.5	10.5	0.1	0.70	3.9	6.3
1/3	0.1	15.7	3.1	14.2	3.4	0.3	21.0	15.6	0.1	0.64	4.5	6.2

BEHANDELING 6

20/11	0.1	8.4	0.8	4.0	0.8	0.4	8.0	4.2	0.1	1.54	2.1	6.1
4/12	0.1	9.7	1.5	4.9	0.9	0.7	8.9	4.1	0.1	1.77	2.4	6.5
15/12	0.1	12.0	1.3	5.2	1.6	2.0	9.5	5.1	0.1	1.95	2.7	6.5
8/1	0.1	10.7	1.4	5.9	1.7	3.1	9.2	5.2	0.1	2.10	2.7	6.6
23/1	0.1	9.4	1.1	5.7	1.6	2.1	8.5	5.4	0.1	1.69	2.5	6.4
2/2	0.1	7.7	1.6	5.8	1.6	0.1	7.9	5.6	0.1	1.36	2.3	6.2
19/2	0.1	6.0	1.6	5.9	1.6	0.1	6.9	6.6	0.1	1.16	2.2	6.6
1/3	0.1	6.9	1.9	7.2	1.7	0.1	7.0	7.8	0.1	1.14	2.3	6.8

BIJLAGE 13A

BEHANDELING 1 spoorelementen

Datum	Fe	Mn	Zn	B	Cu
20/11	27	1.2	4.5	33	0.8
15/12	25	1.9	8.1	31	1.1
23/1	32	1.0	8.8	35	1.2
1/3	29	0.3	13.0	37	1.4

BEHANDELING 2

20/11	26	0.3	4.0	32	0.6
15/12	27	1.1	8.1	29	1.0
23/1	34	0.9	10.0	32	1.1
1/3	55	0.2	13.0	49	1.3

BEHANDELING 3

20/11	27	0.8	4.1	35	0.8
15/12	26	1.8	7.8	30	1.0
23/1	30	1.3	9.2	36	1.1
1/3	44	0.7	13.0	49	1.5

BEHANDELING 4

20/11	28	0.2	5.0	31	0.8
15/12	28	0.8	7.8	30	1.1
23/1	31	1.3	15.0	34	1.3
1/3	33	0.2	18.0	47	1.2

BEHANDELING 5

20/11	28	0.7	4.4	34	0.8
15/12	25	1.4	8.0	29	1.4
23/1	31	1.4	8.8	33	1.1
1/3	41	0.5	12.0	51	1.6

BEHANDELING 6

20/11	28	0.7	4.9	32	0.9
15/12	26	2.1	7.9	32	1.7
23/1	27	1.0	9.2	32	1.1
1/3	27	0.3	13.0	48	1.2

Analyseresultaten van de wekelijkse NO₃ bemonstering in het recirculatie-water in de periode 17-11-1989 t/m 28-2-1990.

3e teelt

Datum	Behandelingen					
	1	2	3	4	5	6
24/11	14.4	<0.01	0.20	0.41	1.42	1.62
1/12	14.3	0.54	0.54	2.07	2.63	0.74
8/12	16.8	1.50	2.14	2.60	4.36	1.30
15/12	18.0	2.36	2.84	4.80	6.24	1.98
22/12	18.8	3.20	3.54	6.44	7.84	2.57
29/12	19.5	2.72	3.30	6.71	9.10	2.58
5/1	20.1	2.72	3.20	7.03	9.10	2.91
12/1	18.9	2.12	2.49	7.18	9.36	2.37
19/1	18.8	0.90	1.02	6.84	9.05	1.50
26/1	17.2	0.01	0.01	5.75	7.70	3.01
2/2	15.8	0.01	0.01	2.04	3.98	0.21
9/2	13.8	<0.01	<0.01	<0.01	0.33	<0.01
16/2	11.6	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
23/2	8.9	0.06	0.01	<0.01	<0.01	0.02
28/2	8.2	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01

Analyseresultaten voor natrium, kalium, calcium, magnesium, chloride, S-totaal, sulfaat en fosfaat in sla behorende bij de 3e teelt.

Tabel: Gehalten aan natrium, kalium, calcium, magnesium, chloride, S-totaal, sulfaat en fosfaat uitgedrukt in mmol/kg droge stof.

Beh.	Na	K	Ca	Mg	Cl	S_tot.	SO4	P
1.	50	2380	267	119	126	90	41	392
2.	74	2059	230	96	204	76	36	397
3.	50	2210	231	96	838	64	31	372
4.	52	2027	234	105	150	82	38	426
5.	39	2276	198	108	591	72	31	364
6.	42	2288	223	113	567	82	37	376