

cb

Bibliotheek
Proefstation
Naaldwijk

A
—
2
V
78

BIBLIOTHEEK
PROEFSTATION VOOR TUINBOUW
ONDER GLAS TE NAALDWIJK

PROEFSTATION VOOR TUINBOUW ONDER GLAS

Verslag van een aantal kortlopende proeven verband houdend met onderzoek naar silicium bij komkommer.

W. Voogt

september 1990

Intern verslag nr 55

2233004

A
2
V
78

Inhoud

Proef 1 Rijstkaf als siliciumhoudend substraat	2
Doel	
Proefopzet	
Resultaten	
Conclusie	
Proef 2 Mogelijkheden om steenwolmatten te impregneren met Si	5
Doel	
Proefopzet	
Resultaten	
Conclusie	
Proef 3 Onderzoek naar de opneembaarheid van enkele Si-verbindingen ('87)	6
Doel	
Proefopzet	
Resultaten	
Conclusie	
Proef 4 Onderzoek naar de opneembaarheid van enkele Si-verbindingen ('89)	8
Inleiding	
Doel	
Proefopzet	
Resultaten	
Conclusie	
Geraadpleegde literatuur	10

Proef 1

Rijstkaf als Siliciumhoudend substraat

Doel

Nagaan of bij rijstkaf als substraat voldoende Si voor de plant vrijkomt.

Proefopzet

Rijstkaf werd in onderzoek genomen als puur materiaal en gemengd met veenmosveen (50%-50%). Voorts als ongestoomd, 1 uur gestoomd en 5 uur gestoomd en verder zowel puur als gemengd met veen. Verder werd nog vergeleken gemalen en niet gemalen rijstkaf. Op het chemisch lab werd door middel van extractie het vrijkomen van mineralen bepaald. Ook werden totaal analyses verricht.

Vervolgens werd op semi-praktijkschaal getest in welke mate mineralen vrijkwamen bij het gebruik van voedingsoplossing. Hiertoe werden 5 l potten gevuld met 2 liter materiaal en daarna dagelijks begoten met overmaat voedingsoplossing, zodat uitspoeling plaatsvond. Behandeling 1 bestond uit 6 potten met elk 2 liter rijstkaf, totaal 220 gram. Na verzadiging bleek het materiaal 200 gram water vast te houden. Per keer werd 200 ml voedingsoplossing langzaam op de pot gegoten. Behandeling 2 bestond uit 6 potten met elk 2 liter van een mengsel 50 % rijstkaf, 50 % veenmosveen. Dit hield in 110 gram rijstkaf per pot. Na verzadiging bleek het mengsel 500 gram water te bevatten. Per keer werd 480 ml voedingsoplossing op de potten gegoten. Alle potten werden afgedekt met folie.

Anlyses werden verricht in het uitgelekte water.

Resultaten

1. laboratorium analyses

In bijlage 1 zijn de uitslagen van de bepalingen op het chemisch lab. vermeld. Hier zijn ook vermeld de gegevens omgerekend naar de droge stof als extraheerbare hoeveelheden. Het blijkt dat rijstkaf (Risano) gemiddeld 2540 mmol Si per kg droge stof bevat. Door waterextractie 1:10 komt uit het pure materiaal maximaal 1.9 mmol/l vrij. Omgerekend naar de droge stof is dit ca 20 - 25 mmol, ongeveer 1 % van het totaal aanwezige Si. Bij extractie met voedingsoplossing kwam iets meer vrij dan met demi-water en bij hoge pH iets meer dan bij lage pH.

Opmerkelijk is dat door het stomen eerder minder dan meer Si vrijkomt. Bij mengen met veen is de concentratie meer dan gehalveerd, terwijl de hoeveelheid aanwezig Si op gewichtsbasis ca. 2/3 bedraagt van puur rijstkaf. Dit kan erop duiden dat door het veen fixatie optreedt.

Bij extratie met voedingsoplossing en een hoge pH komt meer Si vrij.

Betreffende de overige mineralen is opvallend dat er grote hoeveelheden Mn vrijkomen. Door het stomen en ook door het malen van het rijstkaf neemt de extraheerbaarheid toe. Verder zijn vooral bij

extractie met voedingsoplossing en speciaal bij lage pH de concentraties in het extract zeer hoog. Door toevoeging van veen aan het rijstkaf wordt een groot gedeelte van de Mn weer gefixeerd.

Voorts komen alle micro-elementen in flinke hoeveelheden in de extracten voor. Door stomen of malen komt soms meer, soms minder vrij.

2. uitspoelproef

In bijlage 2 zijn de gegevens betreffende de concentraties in het lekwater weergegeven.

In tabel 1 staan de gegevens betreffende het vrijkomen van Si vermeld.

Tabel 1. Uitgespoelde hoeveelheden Si uit rijstkaf en veen met rijstkaf.

Ver- zadiging	Rijstkaf puur			veenmengsel		
	uitlek vocht ml	Si mmol/l lekvocht	Si mmol/kg rijstkaf	uitlek vocht ml	Si mmol/l lekvocht	Si mmol/kg rijstkaf
0	0	-	-	0	-	-
1	107	0.64	0.31	307	0.42	1.18
2	230	1.05	1.09	478	0.52	2.27
3	169	0.86	0.66	441	0.55	2.18
4	187	0.80	0.68	470	0.48	2.09
5	167	0.94	0.71	460	0.74	3.09
6	160	1.04	0.75	450	1.19	4.90
7	160	1.05	0.75	442	1.03	4.10

totaal

uitgelekt: Rijstkaf puur 1180 ml 0.93 mmol/pot = 4.22 mmol/kg Si
 Veenmengsel 3048 ml 2.19 mmol/pot = 19.81 mmol/kg Si

Uit de tabel blijkt dat de concentratie in het lekwater bij puur rijstkaf, bij 8 keer verzadigen vrij constant blijft. Bij het mengsel lijkt de concentratie iets op te lopen. Het lijkt erop dat bij het mengsel met veen, per keer meer Si wordt vrijgemaakt. Hierbij moet echter bedacht worden dat de doorspoelhoeveelheden berekend zijn op het vochtgehalte (na verzadiging) van het mengsel. Per gram rijstkaf is er dus bij het veenmengsel veel meer doorgespoeld. Bij rijstkaf puur 200 ml op 220 g materiaal, bij het veenmengsel 480 op 110 g materiaal. Het vochtgehalte bij verzadiging van het rijstkaf is 200 ml/220 g = 0.91 g/g.

Met deze gegevens kan berekend worden hoeveel Si er bij elke keer verversing van de "bodem"-oplossing vrijkomt. Bij het rijstkaf puur is dit:

$(4.22 \text{ mmol/kg} : 7) : 0.91 = 0.66 \text{ mmol Si/kg.}$

Bij het veenmengsel:

$(19.81 \text{ mmol/kg} : 7) : (480/110) = 0.65 \text{ mmol Si/kg}$

Daaruit volgt dat uit beide behandelingen verhoudingsgewijs evenveel Si vrijkomt. Er vanuit gaande dat geen Si vrijkomt uit het veen en geen Si wordt geadsorbeerd.

In tabel 2 zijn de hoeveelheden van de overige elementen weergegeven die uit het materiaal vrijkomen na 7 x verzadigen. De gegevens zijn gecorrigeerd voor de via de voedingsoplossing ingebrachte concentraties

Tabel 2 Hoeveelheden vrijgekomen mineralen uit rijstkaf na 7 x verzadigen, hoofdelementen in mmol/l en mmol/kg, spoorelementen in umol/l en umol/kg.

	Rijstkaf		Rijstkaf met veen	
	mmol/l extract	mmol kg rijstkaf	mmol/l extract	mmol per kg rijstkaf
NH ₄	0.33	1.8	0	0
K	8.7	46.6	1.2	34.0
Na	1.0	5.0	0.25	7.1
Ca	-0.95	-5.1	-0.64	-17.8
Mg	0.45	2.4	0.17	4.8
NO ₃	-1.0	-4.5	-1.23	-34.1
Cl ³	0.87	4.6	0.3	8.3
SO ₄	0.7	4.1	0.2	5.5
P ⁴	1.0	6.9	0.23	6.4
Fe	3.2	12	0	0
Mn	66.3	355	8.1	226
B	18.	96.5	1.4	40
Zn	4.7	25.3	0	0
Cu	0.5	19.0	0	0
Mo	0.1	2.7	0	0

Ook hier blijkt dat vooral K en Mn vrijkomen uit het rijstkaf. Bij Mn gaat het om zodanige concentraties dat eventueel vergiftiging op zou kunnen treden. Door het toevoegen van veen dalen de uitgespoelde hoeveelheden van alle elementen. Van Mn zijn de concentraties aanvaardbaar laag geworden. Overigens blijkt uit de gegevens op bijlage 2 dat na 3 a 4 keer spoelen de Mn concentraties sterk dalen. Ook van P, B en Zn komen nog hoeveelheden vrij die belangrijk genoeg zijn om rekening mee te houden.

Van Ca en NO₃ vindt fixatie plaats, zowel in het veen als in het rijstkaf, zij het dat dit in het veen sterker is.

Conclusie

Rijstkaf als substraat geeft Si in voldoende mate af, om voor komkommers te kunnen dienen als Si-bron. De concentraties in het geëxtraheerde vocht lijken tamelijk stabiel rond 1 mmol/l. Per keer verdringing van het vocht in het substraat blijken in puur rijstkaf en in veen gelijke hoeveelheden vrij te komen nl ca. 0.6 mmol/kg. Er komt daarnaast een grote hoeveelheid Mn vrij. Menging van rijstkaf met veen geeft enige verlaging van de Si concentratie in het extract, maar vooral ook vastlegging van het uit de rijstkaf vrijgekomen Mn.

Derhalve is een mengsel van Rijstkaf met veenmosveen aan te bevelen om eventueel Mn-overmaat te voorkomen.

Proef 2

Mogelijkheden om steenwolmatten te impregneren met Si.

Doel

Nagaan of steenwolmatten die met gezeleerd kaliwaterglas ingespoten zijn voldoende Si vrijgeven.

Proefopzet

Een Si oplossing werd bereid door aan 250 ml water 20 ml kaliwaterglas toe te voegen. Deze oplossing werd vervolgens aangezuurd tot een pH van 4.0. Hiervoor bleek 30 ml salpeterzuur 2 M nodig te zijn. Dit mengsel vormt na enige tijd te laten staan een geleï.

Steenwolblokken van 30 x 15 x 7.5 cm (3.4 l) werden ingespoten met dit Si-mengsel, 2 blokken met bovengenoemd mengsel voordat een geleï gevormd was, = behandeling A en 2 blokken met de geleï, = behandeling B.

Vervolgens werd na 24 uur voedingsoplossing toegevoegd. Dit werd enkele keren herhaald en in het lekwater werd Si bepaald.

Resultaten

In tabel 3 staan de resultaten van de analyses in het uitgelekte water.

Tabel 3 Resultaten van de metingen van Si in het lekwater.

	Toegevoegd ml	uitgelekt ml	Si mmol/l		K NO ₃)* mmol/l	
			Controle	Behandeling A	Behandeling B	
1	2000	-				
2	400	360	0.06	0.44	0.37	20.3 *
3	400	420	*	0.92	0.82	18.4 *
4	400	370	0.06	1.44	1.36	21.2 *
5	400	330	0.17	1.37	1.32	16.5 20.3
6	200	190	0.21	1.68	1.71	14.2 18.2
totaal		1670 ml		gem. 1.85	1.74	

)* Concentratie aan K en NO₃ in de toegevoegde oplossing resp 8 en 14 mmol/l.

Uit de tabel blijkt dat er een stijging zit in de concentraties aan Si in het uitgelekte water. Waarschijnlijk is er op het laatst sprake van een verzadigde kiezelzuur oplossing (Maximaal 100 ppm SiO₂, dit is 1.7 mmol Si/l, volgens Iler) Er is geen duidelijk

verschil tussen beide behandelingen.

Bij aanvang is er in totaal 97.5 mmol Si per steenwolblok toegevoegd. Hieruit is na 6 keer watergeven, waarbij telkens 20 % van de oplossing werd ververst ca 1.8 mmol in het lekwater terechtgekomen. Dit is ca. 2 % van het totaal.

Door het toevoegen van kaliwaterglas en gebruik van salpeterzuur is er ook een flinke hoeveelheid K en NO₃ in de steenwolmatten terecht gekomen. De gehalten in het lekwater zijn in het begin dan ook nog vrij hoog, maar dit spoelt vrij snel uit.

Conclusie

Injecteren van een Si-suspensie van een aangezuurde kaliwaterglas oplossing, die daarna gaat geleren biedt mogelijkheden om een voorraad Si in een steenwolmat aan te brengen, die daarna Si langzaam weer vrijgeeft. Wel is de concentratie in het lekwater hoog, in de buurt van het verzadigingspunt voor kiezelzuur. De aangebrachte Si kan daardoor gemakkelijk uitspoelen.

Proef 3

Onderzoek naar de opneembaarheid van enkele Si meststoffen ('87)

Doel

Nagaan of en in welke mate een aantal nieuwe Si-verbindingen opneembaar zijn voor komkommer.

Proefopzet

Komkommerplanten werden geteeld in watercultuur, waaraan Si werd toegevoegd in een concentratie van 2 mmol/l. De inhoud van de emmers bedroeg 15 liter. Gedurende de proefperiode werden de emmers enkele keren bijgevuld met water en voedingsoplossing. Er werd geen Si extra toegevoegd.

De volgende verbindingen werden vergeleken:

1	Controle			
2	Kaliwaterglas	3.7 mol Si/kg	8	g/emmer
3	Silica-sol)*	6.5 "	4.5	"
4	Natriummetasilicaat	4.8 "	6.3	"

)* Herkomst AKZO; s.g 1.307 kg/dm³, spec. oppervl: 160 m²/g.
deeltjesgrootte 20 - 25 nm.

Geplant werd op 061087 en op 161187 werd de proef beëindigd.

Resultaten

In tabel 4 staan de resultaten van de analyses op Si in het wortelmilieu. Bepaling vindt plaats door middel van AAS.

Tabel 4 Analyseresultaten van Si in het wortelmilieu.

Datum	behandeling			
	contr.	watergl.	sol	metasil.
1210	<0.2	1.55	1.76	1.70
2610	<0.20	1.46	1.03	1.67
0911	0.14	1.32	0.90	1.52
1611	0.04	1.00	0.68	1.17

In tabel 5 zijn de resultaten van de bladanalyses weergegeven. Ter vergelijking werden de bladeren gespoeld volgens de normale procedure en niet gespoeld.

Proef 4

Onderzoek naar de opneembaarheid van enkele Si meststoffen ('88/'89)

Inleiding

Naar aanleiding van vorige proeven, waarbij bleek dat kaliwaterglas verstopping van het watergeefstelsel veroorzaakt en dat silica-solen weinig voor de plant opneembaar Si vrijgeven, is overleg gevoerd met een aantal producenten van silicaten. Hieruit zijn een aantal suggesties naar voren gekomen voor Si-verbindingen, waarbij zich bovengenoemde problemen mogelijk niet zouden voordoen. Beschikt werd over Lithiumsilicaat (*herkomst: Crossfield Chemie, Eysden*) Li verhoogt zeer sterk de stabiliteit van kiezelzuur en oligomere silicaten. Voorts een verbeterd silica sol (*herkomst: AKZO Amsterdam*). Dit bestond uit kleinere soldeeltjes, hierbij is het specifieke oppervlak aanmerkelijk vergroot daardoor komt waarschijnlijk meer kiezelzuur ter beschikking voor de plantewortel (Iler, van Goor). Tenslotte Kalimetasilicaat (*herkomst: AKZO Winschoten*.) Hierbij is de gedachte dat kaliwaterglas naast kiezelzuur ook veel oligomere silicaten bevat, die in hoge mate instabiel zijn (Iler). Door uit te gaan van een sterk basische kalisilicaat, waarbij de molverhouding K : Si oploopt tot 2 : 1, (kalimetasilicaat), wordt vrijwel zuiver monokiezelzuur verkregen.

Doel

Nagaan of en in welke mate een aantal nieuwe Si-verbindingen opneembaar zijn voor komkommer.

Proefopzet

Als bij proef 3, echter nu 1 mmol Si/l
De behandelingen waren als volgt:

1 Controle		
2 Lithiumsilicaat	2.9 mol Si/kg,	1.5 mol Li/kg
3 Silica-sol oud)*	6.5 mol Si/kg	
4 Silica-sol nieuw)*	1.7 mol Si/kg	
5 Kalimetasilicaat	2.9 mol Si/kg	
6 Controle (demi-water)		

)* oud = dezelfde als in proef 3 deeltjesgrootte 20 nm, nieuw = een sol met kleinere deeltjes, 15 nm.

De proef werd gestart op 120189 en beëindigd op 150289.

Tabel 5 Gewasanalyseresultaten van jong volgroeid blad
in mmol/kg droge stof.

	Si mmol/kg		
	% droge stof	gespoeld	niet gespoeld
Controle	8.1	60	46
Kaliwaterglas	8.7	421	467
Silica-sol	8.4	86	74
Natriummetasilicaat	8.8	392	508

Conclusie

Kaliwaterglas en Natriummetasilicaat worden goed opgenomen, silica-sol niet, de opname is hierbij nauwelijks hoger dan bij de controle.

Tussen gespoeld en niet gespoeld zitten geen duidelijke verschillen. Het is niet duidelijk waardoor het grote verschil is veroorzaakt tussen gespoeld en niet gespoeld bij metasilicaat. Mogelijk is bij niet gespoeld een hoeveelheid silicaat op het blad (zand ?) meebepaald.

Resultaten

In tabel 5 staan de analysecijfers weergegeven. (analyse met AAS)

Tabel 5. Analysecijfers in het wortelmilieu

	Behandeling					Contr. 2
	Contr. 1	Li-sil.	Sol oud	Sol nieuw	Metasilic	
18-1	0.06	0.89	0.60	0.84	0.92	0.06
2-2	0.12	0.74	0.14	0.64	0.80	0.12
15-2	0.04	0.46	0.04	0.07	0.46	0.04

Enkele malen werd bij de behandeling met Li-silicaat ook Li bepaald. De concentraties daarvan waren resp. 0.57, 0.57 en 0.51 mmol/l. Bij de overige behandelingen is eenmaal een bepaling gedaan maar er kon geen Li worden aangetoond.

In tabel 6 zijn de resultaten van de gewasanalyses weergegeven.

Tabel 6. Analyseresultaten van het gewasonderzoek, Si in mmol/kg

	Behandeling					Contr. 2
	Contr. 1	Li-sil.	Sol oud	Sol nieuw	Metasilic	
Blad	66	308	68	177	368	72
Stengel	14	46	12	22	40	10
Wortel	66	82	170	175	26	8

Tabel 7. Droge stof percentages van bovengenoemde monsters

	Behandeling					Contr. 2
	Contr. 1	Li-sil.	Sol oud	Sol nieuw	Metasilic	
Blad	8.7	8.1	8.3	8.4	8.5	8.0
Stengel	5.2	5.3	5.4	5.3	5.2	5.0
Wortel	2.2	2.4	2.4	2.4	2.4	2.1

Conclusie

De Si concentratie bij het silica-sol oud is bij de eerste bepaling lager dan de rest. Ook bij de vervolganalyses is de concentratie telkens lager. Niet duidelijk is of dit komt door instabiliteit van de sol of door onjuiste dosering bij de start. Echter gezien de sterke daling bij de tweede bemonsteringsdatum ligt het voor de hand te denken aan instabiliteit.

Uit de gewasanalyses blijkt dat de Si gehalten in het blad bij de beide behandelingen met silica sol beduidend lager liggen dan die

bij Li- en bij K silicaat. Wel is de opname verbeterd door kleinere deeltjes toe te passen (silica sol nieuw). De gehalten in de wortel zijn bij de solen wel hoger dan bij de rest. Uit de analyses is niet zichtbaar of de Si zich hier in de wortel dan wel geadsorbeerd aan het worteloppervlak of anderszins buiten het weefsel bevindt. De gehalten in de wortel en in de stengel zijn beduidend lager dan in het blad. Niet duidelijk is de oorzaak van het verhoudingsgewijs hoge gehalte in de wortel bij controle 1.

De gehalten bij Li-silicaat en Kalimetasilicaat zijn vergelijkbaar en liggen op een niveau dat vaker gevonden werd bij behandelingen met kaliwaterglas, bij jong blad, rekening houdend met de tijd van het jaar.

Li-silicaat en kalimetasilicaat lijken derhalve perspectief te bieden voor toepassing, silica-sol nieuw zal mogelijk in hogere concentraties toegepast wel voldoende opname geven.

Geraadpleegde literatuur

Iler, R.K.: The chemistry of silica. Solubility, Polymerization, Colloid and Surface properties, and Biochemistry. John Wiley & Sons, New York (1979)

Goor, B. van: Silicium, enige gegevens over de chemie in verband met de voeding van gewassen. Proefstation Naaldwijk, Intern verslag 10 (1989).

Bijlage 1 - 1

Analyseresultaten van verschillende extractiemethoden en bij verschillende voorbehandelingen van rijstkaf.

Lab.nr.	codering	droge stof %	Si-totaal mmol/kg ds.	ANALYSES IN 1:10 GEWICHTSEXTRAKT met ged. H ₂ O na 16 uur schudden											
				Si-AAS mmol/l	pH susp	EC µS/cm	Fe µmol/l	Mn µmol/l	Zn µmol/l	Cu µmol/l	B µmol/l	Mo µmol/l	Si-col mmol/l		
8711															
	RISANO														
009	puur - 1h st	91.2	2450	1.89	5.9	0.64	3.4	34.5	2.0	1.8	16	0.3	1.63		
010	gemalen - 1h st	91.7	2530	1.12	6.0	0.67	6.0	60.0	2.2	1.7	17	0.0	1.11		
011	veen - 1h st	62.5	1680	0.53	4.8	0.99	5.5	16.3	3.1	1.8	16	0.1	0.40		
012	puur - 5h st	90.4	2630	1.64	5.2	0.76	8.4	100.2	3.9	1.6	13	0.3	1.24		
013	gemalen - 5h st	90.8	2570	0.57	5.0	0.83	13.7	116.7	3.9	1.8	26	0.1	0.47		
014	veen - 5h st	56.3	1460	0.64	4.8	1.08	5.8	29.9	3.2	2.1	26	0.0	0.51		
015	puur	91.6	2560	1.90	5.8	0.56	1.7	48.9	2.1	1.8	15	0.1	1.77		
016	gemalen	92.9	2520	1.32	6.1	0.62	2.7	57.9	2.8	1.8	12	0.3	1.27		
017	+ veen	46.7	1660	0.39	5.3	0.50	4.9	5.9	1.0	1.0	9	0.2	0.29		
extractionmiddel				0.00	6.9	0.027	0.1	0.4	0.0	0.0	0	0.0	0.02		

Lab.nr.	codering	droge stof %	Si-totaal mmol/kg ds.	ANALYSES IN 1:10 GEWICHTSEXTRAKT met voedingszout-pH5 na 16 uur schudden											
				Si-AAS mmol/l	pH susp	EC µS/cm	Fe µmol/l	Mn µmol/l	Zn µmol/l	Cu µmol/l	B µmol/l	Mo µmol/l	Si-col mmol/l		
8711															
	RISANO														
009	puur - 1h st	91.2	2450	1.66	5.3	2.37	24.1	139.8	12.9	1.4	4	0.1	1.63		
010	gemalen - 1h st	91.7	2530	1.08	5.4	2.38	27.5	154.1	10.6	1.1	12	0.1	1.10		
011	veen - 1h st	62.5	1680	0.50	4.7	2.68	33.0	52.0	10.4	2.2	26	0.1	0.43		
012	puur - 5h st	90.4	2630	1.21	5.0	2.48	30.6	212.7	12.5	0.6	36	0.3	1.22		
013	gemalen - 5h st	90.8	2570	0.60	4.8	2.55	36.4	257.2	12.4	0.6	34	0.0	0.36		
014	veen - 5h st	56.3	1460	0.60	4.5	2.70	32.6	68.4	10.8	1.5	44	0.7	0.51		
015	puur	91.6	2560	1.74	5.4	2.26	16.1	131.8	11.4	0.7	0	0.2	1.78		
016	gemalen	92.9	2520	1.30	5.5	2.40	27.3	171.7	11.4	1.4	20	0.2	1.31		
017	+ veen	46.7	1660	0.36	5.0	2.19	30.3	36.0	7.8	2.0	27	0.0	0.30		
extractionmiddel				0.00	4.9	1.84	24.7	10.6	2.2	1.1	24	0.5	0.04		

Billage 1 - 2

ANALYSES IN 1:10 GEWICHTSEXTRAKT met voedingspH na 16 uur schudden													
Lab.nr.	codering	droge stof %	Si-totaal mmol/kg ds.	Si-ARS mmol.l ⁻¹	pH susp	EC mS/cm	Fe µmol.l ⁻¹	Mn µmol.l ⁻¹	Zn µmol.l ⁻¹	Cu µmol.l ⁻¹	B µmol.l ⁻¹	Mo µmol.l ⁻¹	Si-col mmol.l ⁻¹
8711	RISANO												
009	puur - 1h st	91.2	2450	2.18	6.0	2.38	16.7	98.4	10.5	1.6	0	0.5	2.27
010	gemalen - 1h st	91.7	2530	1.85	6.0	2.41	19.2	109.8	12.2	2.1	9	0.4	1.80
011	+veen - 1h st	62.5	1680	0.57	4.9	2.72	32.5	45.2	13.4	3.4	34	0.1	0.62
012	puur - 5h st	90.4	2630	1.53	5.5	2.52	23.8	138.0	13.6	1.9	40	0.2	1.58
013	gemalen - 5h st	90.8	2570	0.64	5.4	2.58	29.0	172.9	15.0	1.8	44	0.0	0.91
014	+veen - 5h st	56.3	1460	0.71	4.9	2.78	29.5	57.9	15.9	3.7	51	0.1	0.78
015	puur	91.6	2560	2.32	6.0	2.29	19.1	108.4	10.6	0.9	0	0.2	2.39
016	gemalen	92.9	2520	2.19	5.9	2.28	19.7	124.1	10.3	1.1	0	0.4	2.30
017	+veen	46.7	1660	0.38	5.2	2.28	20.1	29.1	10.4	2.5	26	0.0	0.42
	exaktiemiddel	—	—	0.00	7.8	1.84	15.8	10.5	2.3	0.8	21	0.6	0.05

EXTRAHEERBAAR HOEVEELHEIDEN via 1:10 GEWICHTSEXTRACTIE met ged. H ₂ O																				
CODERING	droge stof %	Si-totaal mmol/kg ds	pH-susp 1:10 H ₂ O	EC 1:10 mS/cm	Si-ops mmol/kg ds	in mmol/kg ds										in mmol/kg ds				
						NH ₄	K	Na	Ca	Mg	Cl	SO ₄	NO ₃	P	Fe	Mn	Zn	Cu	B	Mo
- puur	91.6	2560	5.8	0.56	20	0	45	1	1	1	4	1	0	8.1	18	491	23	20	164	1
- puur - 1 uur stomen	91.2	2450	5.9	0.64	19	0	49	0	2	2	4	4	0	9.2	36	592	22	19	175	3
- puur - 5 uur stomen	90.4	2630	5.3	0.76	16	0	59	1	2	4	4	3	0	13.8	92	1106	43	18	144	3
- gemalen	92.9	2520	6.1	0.62	14	0	48	1	1	1	4	1	0	8.3	39	624	30	19	129	3
- gemalen - 1 uur stomen	91.7	2530	6.0	0.67	12	0	52	1	1	1	4	3	0	9.5	65	655	24	18	185	0
- gemalen - 5 uur stomen	90.8	2570	5.0	0.83	6	0	65	0	2	4	4	2	0	13.2	150	1277	43	20	286	1
- +veen	46.7	1660	5.3	0.50	7	13	32	11	6	4	4	4	21	19.7	104	118	21	21	193	4
- +veen - 1 uur stomen	62.5	1680	4.8	0.99	7	22	48	14	13	8	8	18	27	27.2	86	256	50	29	256	2
- +veen - 5 uur stomen	56.3	1460	4.8	1.08	10	20	59	18	27	18	11	18	27	22.3	101	533	57	37	462	0

Biilage 1 - 3

CODERING			EXTRAHEERBAAR VOEFELHEDEN* via 1:10 GEWICHTSEXTRACTIE met 1% voedingszout - pH 5																		
droge stof	Si-stof mmol/kg droge stof	pH extractie 1:10	FC 1:10 -5cm	Si-gepl. mmol/kg droge stof	In mmol per kg droge stof										In mmol/kg droge stof						
%		1:10	1:10	mmol/kg	NH ₄	K	Na	Ca	Mg	Cl	SO ₄	NO ₃	P	Fe	Mn	Zn	Cu	B	Mo		
- RISANO -																					
concentraties in extractiemiddel in mmol/liter		7.8	1.84	0.02	0.3	6.8	2.0	1.8	1.0	0.1	1.4	1.4	0.40	15.8	10.5	2.3	0.8	2.1	0.6		
- puur	91.6	2560	6.0	0.45	26	0	60	-1	3	6	3	6	-9	19.4	-8	1070	90	1	229	-4	
- puur - 1 uur stomen	91.2	2450	6.0	0.54	24	-2	57	0	3	4	4	7	-1	19.4	-10	964	90	9	230	-1	
- puur - 5 uur stomen	90.4	2630	5.5	0.68	17	2	65	1	4	8	4	7	2	24.7	88	1416	125	12	354	-4	
- gemalen	92.9	2520	5.9	0.44	24	2	65	-1	2	4	4	6	-5	18.6	42	1227	86	3	226	-3	
- gemalen - 1 uur stomen	91.7	2530	6.0	0.57	20	-2	64	0	1	2	4	8	1	20.0	27	1080	110	14	142	-2	
- gemalen - 5 uur stomen	90.8	2570	5.4	0.74	9	2	72	1	6	8	6	7	2	25.1	145	1784	118	11	253	-7	
- +veen	46.7	1660	5.2	0.44	9	17	26	6	19	9	6	17	26	45.4	206	398	173	36	85	-13	
- +veen - 1 uur stomen	62.5	1680	4.9	0.88	10	34	35	13	22	15	8	24	32	45.6	267	560	178	42	192	-8	
- +veen - 5 uur stomen	56.3	1460	4.9	0.94	13	21	48	21	39	21	11	28	32	53.1	243	835	242	53	533	-9	

• berekend uit verschillen in concentraties tussen extractiemiddel en extract.

CODERING			EXTRAHEERBAAR VOEFELHEDEN* via 1:10 GEWICHTSEXTRACTIE met 1% voedingszout - pH 5																		
droge stof	Si-stof mmol/kg droge stof	pH extractie 1:10	FC 1:10 -5cm	Si-gepl. mmol/kg droge stof	In mmol per kg droge stof										In mmol/kg droge stof						
%		1:10	1:10	mmol/kg	NH ₄	K	Na	Ca	Mg	Cl	SO ₄	NO ₃	P	Fe	Mn	Zn	Cu	B	Mo		
- RISANO -																					
concentraties in extractiemiddel in mmol/liter		4.9	1.84	0.02	0.6	6.4	0.6	3.0	1.3	0.8	1.3	10.8	1.44	24.7	10.6	2.2	1.1	2.4	0.5		
- puur	91.6	2560	5.4	0.42	19	0	60	0	-13	6	4	6	-2	7.9	-9.4	1321	100	-4	262	-4	
- puur - 1 uur stomen	91.2	2450	5.3	0.53	18	2	62	1	-11	6	4	4	3	10.4	-6	1414	107	3	330	-4	
- puur - 5 uur stomen	90.4	2630	5.0	0.64	14	2	64	0	-7	9	4	5	2	13.6	65	2234	125	-4	133	-3	
- gemalen	92.9	2520	5.5	0.56	14	1	67	0	-12	5	5	4	0	9.0	28	1732	99	3	254	-4	
- gemalen - 1 uur stomen	91.7	2530	5.4	0.54	12	2	68	0	-13	4	5	5	2	10.0	20	1571	92	0	142	-5	
- gemalen - 5 uur stomen	90.8	2570	4.8	0.71	6	2	73	0	-8	9	6	1	2	13.5	129	2719	112	-4	110	-6	
- +veen	46.7	1660	4.9	0.35	7	21	26	9	0	11	9	15	19	17.3	120	544	120	19	64	-11	
- +veen - 1 uur stomen	62.5	1680	4.7	0.84	7	37	40	16	8	14	10	36	35	27.4	133	656	131	18	32	-8	
- +veen - 5 uur stomen	56.3	1460	4.5	0.86	10	16	52	21	28	25	11	25	32	32.0	140	941	153	7	355	-4	

• berekend uit verschillen in concentraties tussen extractiemiddel en extract.

S. S. de Boer
chem. lab., PTG
december 1987

Biljage 2

Analyseresultaten van lekwater van Rijstkaf en Rijstkaf met veen.

Rijstkaf

labnr.	datum	EC	pH	Si	MMn	K	Na	Ca	Mg	NO ₃	Cl	SO ₄	HCO ₃	P	Te	Mn	Zn	Cu	B	Mo
283	wedagsep	226	5,2	0,05	0,6	6,8	0,8	3,3	1,2	12,8	0,3	1,3	0,1	1,56	25	11	18	0,8	24	0,5
273	11/12	279	5,9	0,64	1,2	31,5	1,3	3,9	2,5	13,4	2,3	3,2	0,1	4,06	31	11,8	27	1,8	45	0,5
275	16/12	290	2,9	1,05	1,4	24,8	1,1	2,5	2,5	13,6	2,1	2,9	0,1	4,06	32	15,3	38	3,1	62	0,7
277	17/12	208	6,1	0,36	0,5	18,1	0,9	2,4	2,1	12,0	1,3	1,7	0,3	3,6	20	14,9	27	1,0	44	0,3
279	19/12	220	5,0	0,80	0,5	12,3	0,8	1,6	1,3	10,9	0,7	1,1	0,1	2,06	24	6,2	20	1,1	48	0,3
281	20/12	226	6,8	0,94	1,3	15,3	0,9	1,9	1,1	10,0	0,7	1,5	0,5	2,04	25	3,5	16	0,7	34	0,3
283	21/12	246	6,9	1,04	1,2	11,7	0,8	2,2	0,7	10,8	0,5	1,7	0,3	2,58	27	2,3	15	0,8	34	0,4
026	6/1	227	6,7	1,04	0,5	9,9	0,9	2,7	1,4	11,0	0,6	2,3	0,7	1,98	29	1	16	0,7	27	0,5
024	26/1	232	6,6	0,89	0,5	12,7	1,0	2,8	1,4	11,0	0,6	1,6	0,6	1,94	34	1,0	20	0,8	27	0,8

Rijstkaf met veen

labnr.	datum	EC	pH	Si	MMn	K	Na	Ca	Mg	NO ₃	Cl	SO ₄	HCO ₃	P	Te	Mn	Zn	Cu	B	Mo
282	wedagsep	226	5,2	0,05	0,6	6,8	0,8	3,3	1,2	12,8	0,3	1,3	0,1	1,56	25	11	18	0,8	24	0,5
274	19/12	210	5,8	0,42	0,3	9,1	1,3	2,5	1,4	10,8	1,0	1,8	0,1	1,99	24	20	16	0,9	36	0,4
276	11/12	206	6,3	0,52	0,6	8,4	1,2	2,6	1,4	9,6	0,8	1,7	0,6	1,74	23	22	13	0,6	32	0,2
278	17/12	208	5,9	0,55	0,6	8,1	1,3	2,5	1,4	10,9	0,9	1,5	0,1	1,71	25	21	12	0,4	29	0,1
280	15/12	208	5,9	0,48	0,8	7,9	1,0	2,6	1,4	11,8	0,5	1,1	0,1	1,77	26	21	12	0,4	20	0,3
282	21/12	209	6,0	0,74	0,9	7,7	0,9	2,9	1,4	11,9	0,4	1,4	0,1	1,77	28	20	12	0,3	16	0,1
290	30/12	214	6,1	1,19	1,3	7,5	0,8	2,6	1,1	11,6	0,3	1,4	0,1	1,77	24	17	14	0,6	28	0,2
007	6/1	210	5,8	1,03	1,1	7,5	0,9	2,9	1,5	12,3	0,5	1,6	0,1	1,82	25	13	14	0,4	17	0,2
025	26/1	198	6,0	1,21	0,2	7,5	0,9	2,3	1,5	12,3	0,4	1,4	0,1	1,96	26	7	14	0,4	16	0,1