

INSTITUUT VOOR BODEMVRUCHTBAARHEID

RAPPORT 5 - 1972

DE SPOORELEMENTENBEHOEFTE VAN SLA EN TOMAAT OP
VEENSUBSTRATEN

with a summary:

Trace element requirements of plants on peat substrates

door

K. W. SMILDE en B. VAN LUIT

1972

Instituut voor Bodemvruchtbaarheid, Oosterweg 92, Haren (Gr.)

Inst. Bodemvruchtbaarheid, Rapp. 5-1972

INHOUD

1. Inleiding	3
2. Materiaal en methoden	5
3. Resultaten	12
4. Bespreking	55
5. Samenvatting en conclusies	58
6. Summary	59
7. Literatuur	60

INLEIDING

Veen wordt op grote schaal gebruikt in de glastuinbouw voor het opkweken van zaailingen in perspotten (Roorda van Eysinga, 1965). Voorts is het de belangrijkste grondstof bij de bereiding van potgronden voor kamerplanten en, sinds kort, boomkwekerijgewassen (containerteelt).

Er bestaan grote verschillen in fysische en chemische eigenschappen van veen, al naar gelang het milieu waarin de vorming heeft plaats gevonden. Voedselrijk (eutroof) veen is onderhevig geweest aan de invloeden van zee- en rivierwater, en kan sterk variëren in klei- en basengehalte. Voedselarm (oligotroof) veen, dat bij de vorming alleen was blootgesteld aan regenwater, bestaat grotendeels uit organische stof (minstens 90% van de droge stof), bevat vrijwel geen plantenvoedende stoffen en is zuur.

In Nederland worden twee typen oligotroof veen onderscheiden, nl. bolster- en zwartveen. Bolsterveen bestaat uit weinig verteerd jong mosveen (*Sphagnum*) dat in gemalen toestand (turfstrooisel), al of niet geperst (turfmolm), wordt verhandeld. Zwartveen bestaat uit sterker verteerd, oud mosveen met resten zeggeveen (*Carex*), lokveen (*Eriophorum*) en rietveen (*Phragmites*), en wordt op grotere diepte aangetroffen. Het is in verse toestand ongeschikt als potgrond door zijn dichte structuur en irreversibele krimp bij indroging. Na voldoende doorvriezen ontstaat echter een poreus, niet smerend produkt dat water kan opnemen en weer afstaan, de zgn. tuinturf (Van Dijk en Boekel, 1965).

Hoewel tekorten aan spoorelementen in veensubstraten tot grote verliezen kunnen leiden, bestaat er nog maar weinig systematisch onder-

zoek op dit gebied. Het in dit rapport vermelde onderzoek heeft betrekking op de eisen die tomaat en sla op oligotroof veen aan de voorziening met spoorelementen stellen. In een ander rapport (Smilde, 1971) wordt de toediening van spoorelementen in de vorm van mengfritten bij chrysant, sla en tomaat behandeld.

2. MATERIAAL EN METHODEN

Het onderzoek werd uitgevoerd in polyethyleen 1,2-literpotten in vaste kassen, die zonodig verwarmd werden.

Het gebruikte bolsterveen was afkomstig uit Klazinaveen (Drenthe) en het doorgevroren zwartveen uit De Peel. Er werd naar gestreefd de substraten in het begin van de proef op 60% en bij verdere ontwikkeling van het gewas op 70-80% van de watercapaciteit te houden (pF traject 1,2-0,4).

In de eerste proeven bestonden de variabelen slechts uit drie spoorelementen (vier hoeveelheden), in de latere uit zes spoorelementen (vier hoeveelheden) en kalk (twee tot vier hoeveelheden). De reactie op elk spoorelement werd nagegaan in aanwezigheid van "optimaal" geachte niveau's van de andere (spoor)elementen. De spoorelementmeststoffen werden in gewichtsverhoudingen overeenkomend met Penningsfeld en Heussler (1964/65) gedoseerd, maar de absolute hoeveelheden verschilden. Hoofdelementen en kalk werden steeds in de vorm van pro analysi chemicaliën gegeven en evenals de spoorelementen, grondig door de substraten gemengd.

Kort na afloop van elke proef werd de pH-KCl, en in verschillende gevallen ook de pH-H₂O van de substraten bepaald. Daar het verband tussen pH-KCl en pH-H₂O rechtlijnig bleek te zijn, kon de pH-H₂O, voor zover niet bepaald, nauwkeurig worden afgeleid. In enkele gevallen werden de substraten onderzocht op Cu (0,4 N HNO₃) of B (heet water) in een 1:40 extractieverhouding.

De bovengrondse delen van het gewas werden na drogen gewogen en geanalyseerd op Cu (spectrofotometer - natriumdibenzylthiocarbamaat), B (spectrofotometer - karmijnreagens), Mo (spectrofotometer - dithiol), Mn (spectrofotometer - formaldoxin), Zn (atoomabsorptiespectrofotometer) of Fe (spectrofotometer - orthophenantroline), voor zover behandeld met de betreffende elementen.

De drogestofopbrengstgegevens werden numeriek bewerkt volgens een variantieanalyse, waarna een F-toets werd uitgevoerd. Om na te gaan welke gemiddelden betrouwbaar van elkaar verschillen, werd de "multipiele-range test" van Duncan toegepast.

Bovendien werden de gegevens grafisch bewerkt, waarbij in de proeven met vier hoeveelheden van de verschillende spoor-elementmeststoffen en vier hoeveelheden kalk wederzijdse ver-effening werd toegepast.

Details voor de verschillende proeven volgen hieronder. In elke proef werden de potten gevuld met vers veensubstraat waarop nog geen gewas had gegroeid.

VP 868, 1967 (tomaat; variabelen Cu, B, Mo)

Toetsgewas

tomaat (cv. Moneymaker), gezaaid 12 mei, geoogst 14 juni; 3 planten per pot (1,2 liter).

Substraten

bolsterveen (pH-KCl 3,1, pH-H₂O 3,5; Cu 3,3 dpm, B 7 dpm, Mo 1 dpm, Mn 18 dpm, Zn 44 dpm, Fe 930 dpm - totaalgehalten), drooggewicht 120 g per pot, volumegewicht (g droge stof per liter vochtig veen) 68, watercapaciteit (g water per 100 g droge stof) 1210;

zwartveen (pH-KCl 2,8, pH-H₂O 3,3; Cu 4,1 dpm, B 6 dpm, Mo 1 dpm, Mn 6 dpm, Zn 68 dpm, Fe 1130 dpm - totaalgehalten), drooggewicht 230 g per pot, volumegewicht 148 g droge stof per liter, watercapaciteit 570 g.

Basisbemesting per pot

1,0 g NH_4NO_3 , 0,7 g $\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, 0,65 g K_2SO_4 , 0,5 g $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$, 6 mg $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$, 1,2 mg $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$, 2,4 mg $\text{Na}_2\text{MoO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, 3 mg $\text{MnSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$, 3 mg $\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$, 18 mg Fe-EDTA; 3,6 g CaCO_3 gaf pH-KCl 4,2 (pH- H_2O 4,6) op bolsterveen en pH-KCl 3,3 (pH- H_2O 3,8) op zwartveen.

Variabele bemesting per pot

0, 3, 6, 12 mg $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ (basisbemesting zonder Cu);
0, 0,6, 1,2, 2,4 mg $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ (basisbemesting zonder B);
0, 1,2, 2,4, 4,8 mg $\text{Na}_2\text{MoO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ (basisbemesting zonder Mo).

Schema

3 gewarde blokken met sub-blokken voor behandelingen, 9 herhalingen.

Vp 907, 1968 (snijsla; variabelen Cu, B, Mo, FTE 27)

Toetsgewas

snijsla ("witte dunsel"), gezaaid 2 april, geoogst 14 mei; 3 planten per pot (1,2 liter).

Substraten

als bij Vp 868.

Basisbemesting per pot

als bij Vp 868.

Variabele bemesting per pot

als bij Vp 868; voorts 0, 3, 5, 7, 14, 28, 42 mg frit FTE 27 (10,3% Cu, 0,9% B, 7,2% Mo, 5,8% Mn, 9,7% Zn), basisbemesting zonder Cu, B, Mo, Mn, Zn.

Schema

3 gewarde blokken (=herhalingen), met sub-blokken voor behandelingen.

Vp 906, 1968 (tomaat; variabelen Cu, B, Mo, CaCO_3
(4 hoeveelheden)

Toetsgewas

tomaat (cv. Moneymaker), gezaaid 5 juni, geoogst 3 juli (zwartveen) en 8 juli (bolsterveen); 4 planten per pot (1,2 liter).

Substraten

als bij Vp 868.

Basisbemesting per pot

als bij Vp 868, maar geen CaCO_3 ;
een overbemesting met 2,4 mg $\text{Na}_2\text{MoO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ op 24 juni (zwartveen) en 1 juli (bolsterveen).

Variabele bemesting per pot

spoorelementen als bij Vp 868;
0, 3, 6, 9 g CaCO_3 op bolsterveen gaf pH-KCl resp. 3,0, 3,8, 5,0, 6,3 (pH- H_2O resp. 3,6, 4,4, 5,4, 6,5);
3, 6, 9, 12 g CaCO_3 op zwartveen gaf pH-KCl resp. 3,1, 3,6, 4,2, 4,7 (pH- H_2O resp. 3,7, 4,2, 4,6, 5,1).

Schema

3 (spoorelementen) x 8 (substraten x kalkhoeveelheden) blokken
in drievoud.

Vp 959, 1969 (tomaat; variabelen Cu, B, Mo, Mn, Zn, Fe, CaCO_3 (2 hoeveelheden)

Toetsgewas

tomaat (cv. Yelvic), gezaaid 14 mei, geoogst 19 juni; 3 planten per pot (1,2 liter).

Substraten

als bij Vp 868.

Basisbemesting per pot

hoofdelementen als bij Vp 868, maar geen CaCO_3 ;
12 mg $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$, 2,4 mg $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$, 4,8 mg $\text{Na}_2\text{MoO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, 3,0 mg $\text{MnSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$, 6,0 mg $\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$, 18 mg Fe EDTA.

Variabele bemesting per pot

0, 3, 6, 12 mg $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ (basisbemesting zonder Cu);
0, 0,6, 1,2, 2,4 mg $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ (basisbemesting zonder B);
0, 1,2, 2,4, 4,8 mg $\text{Na}_2\text{MoO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ (basisbemesting zonder Mo);
0, 15, 30, 60 mg $\text{MnSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ (basisbemesting zonder Mn);
0, 30, 60, 120 mg $\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ (basisbemesting zonder Zn);
0, 9, 18, 36 mg FeEDTA (basisbemesting zonder Fe);
5, 10 g CaCO_3 op bolsterveen gaf pH-KCl resp. 4,5 en 6,4
(pH- H_2O resp. 4,9 en 6,5);
10, 20 g CaCO_3 op zwartveen gaf pH-KCl resp. 4,5 en 5,8
(pH- H_2O resp. 4,9 en 6,0).

Schema

3 gewarde blokken (= herhalingen), met sub-blokken voor spoor-
elementen, voor elk substraat.

Vp 962, 1969 (snijsla; variabelen Cu, B, Mo, Mn, Zn,
Fe, CaCO_3 (2 hoeveelheden))

Toetsgewas

snijsla ("witte dunsel"), gezaaid 18 maart, geoogst 28 april;
6 planten per pot (1,2 liter).

Substraten

als bij Vp 868.

Basisbemesting per pot

als bij Vp 959.

Variabele bemesting per pot

als bij Vp 959.

Schema

als bij Vp 959.

Vp 984, 1969 (sla; variabelen Cu, B, Mo, Mn, Zn, Fe, CaCO_3 (4 hoeveelheden)

Toetsgewas

sla (cv. Deciso), gezaaid 24 september, verspeend 10 oktober, geoogst 6 november; 5 planten per pot (1,2 liter).

Substraten

bolsterveen als bij Vp 868;

zwartveen (pH-KCl 2,8; pH- H_2O 3,3), drooggewicht 220 g per pot, volume gewicht 126 g droge stof per liter, watercapaciteit 660 g.

Basisbemesting per pot

1,0 g NH_4NO_3 , 0,76 g KH_2PO_4 , 0,19 g K_2SO_4 , 0,5 g $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$; spoorelementen als Vp 959.

Variabele bemesting per pot

spoorelementen als bij Vp 959;

0, 2,5, 5, 10 g CaCO_3 op bolsterveen gaf pH-KCl resp. 3,1,

4,2, 5,4, 6,2 (pH- H_2O resp. 3,5, 4,6, 5,6, 6,2);

2,5, 5, 10, 20 g CaCO_3 op zwartveen gaf pH-KCl resp. 3,1

3,7, 4,7, 6,0 (pH- H_2O resp. 3,6, 4,1, 5,0, 6,1).

Schema

als bij Vp 959.

Vp 999, 1970 (sla; variabelen Cu, B, Mo, Mn, Zn, Fe, CaCO_3 (4 hoeveelheden)

Toetsgewas

sla (cv. Noran), gezaaid 25 maart, verspeend 2 april, geoogst 27 april; 3 planten per pot (1,2 liter).

Substraten

bolsterveen (pH-KCl 2,8; pH- H_2O 3,3), drooggewicht 120 g per pot, watercapaciteit 1250 g;

zwartveen als bij Vp 984.

Basisbemesting per pot

als bij Vp 984.

Variabele bemesting per pot

spoorelementen als bij Vp 959;

0, 2, 5, 5, 10 g CaCO_3 op bolsterveen gaf pH-KCl resp. 2, 8,

3, 6, 4, 8, 5, 6, (pH- H_2O resp. 3, 3, 4, 1, 5, 1, 5, 8);

2, 5, 5, 10, 20 g CaCO_3 op zwartveen gaf pH-KCl resp. 3, 1

3, 7, 4, 9, 5, 9 (pH- H_2O resp. 3, 6, 4, 1, 5, 0, 6, 1).

Schema

als bij Vp 959.

Vp 1000, 1970 (tomaat; variabelen Cu, B, Mo, Mn, Zn, Fe, CaCO_3 (4 hoeveelheden)

Toetsgewas

tomaat (cv. Eurocross), gezaaid 10 augustus, geoogst 9 september; 4 planten per pot.

Substraten

bolsterveen als bij Vp 999;

zwartveen (pH-KCl 2, 5; pH- H_2O 3, 0), drooggewicht 200 g per pot, watercapaciteit 680 g.

Basisbemesting per pot

als bij Vp 984; de potten ontvingen eenmaal een overbemesting met 0,25 g NH_4NO_3 .

Variabele bemesting per pot

spoorelementen als bij Vp 959;

0, 2, 5, 5, 10 g CaCO_3 op bolsterveen gaf pH-KCl resp. 2, 8,

3, 6, 4, 6, 6, 0 (pH- H_2O resp. 3, 2, 4, 1, 5, 0, 6, 2);

2, 5, 5, 10, 20 g CaCO_3 op zwartveen gaf pH-KCl resp. 3, 3

3, 8, 4, 9, 6, 1 (pH- H_2O resp. 3, 9, 4, 3, 5, 3, 6, 3).

Schema

als bij Vp 959.

3. RESULTATEN

Vp 868 (tomaat; Cu, B, Mo)

W a a r n e m i n g e n . De planten die geen koper hadden ontvangen, vertoonden lichte symptomen van kopergebrek (blauw-groene bladeren, de jongere met sterk omkrullende randen), met name op zwartveen. Ernstig molybdeengebrek (bleekgroene verkleuring tussen de nerven, gevolgd door necrose) werd waargenomen bij de planten op zwartveen waaraan geen molybdeen was toegediend. Op bolsterveen waren de symptomen minder ernstig, waarschijnlijk dank zij de hogere pH van dit substraat. Bij toediening van eenzelfde hoeveelheid calciumcarbonaat (3,6 g per pot) steeg namelijk de pH-KCl van bolsterveen tot 4,2 (pH-H₂O 4,6), maar van het soortelijk veel zwaardere zwartveen (zie blz. 6) tot slechts 3,3 (pH-H₂O 3,8).

O p b r e n g s t e n . De drogestofopbrengsten van de bovengrondse delen werden zowel op bolster- als op zwartveen door koper significant verhoogd (tabel 1). Verhoging van de meststofgift van 3 tot 6, resp. 12 mg kopersulfaat per pot gaf geen betrouwbare stijging van de opbrengst.

Het effect van molybdeen was alleen significant op zwartveen. Er konden geen betrouwbare verschillen in opbrengst tussen 1,2 mg natriummolybdaat en de hogere giften worden aangetoond.

Borium had geen significante invloed op de opbrengst.

TABEL 1. Vp 868. Drogestofopbrengsten (g) van tomaat (cv. Moneymaker) op veensubstraten bij variabele bemesting met kopersulfaat, borax of natriummolybdaat (gemiddelden van 3 herhalingen).

TABLE 1. Vp 868. Dry matter yields (g) of tomato plants (cv. Moneymaker) on peat substrates ("bolsterveen" = mosspeat; "zwartveen" = "black peat") treated with copper sulphate, borax or sodium molybdate (means of 3 replications).

$\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$			$\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$			$\text{Na}_2\text{MoO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$		
mg/pot	substraat		mg/pot	substraat		mg/pot	substraat	
	bolster-veen	zwart-veen		bolster-veen	zwart-veen		bolster-veen	zwart-veen
0	1,4	1,3	0	1,6	1,5	0	1,4	0,5
3	1,8	1,7	0,6	1,6	1,6	1,2	1,5	1,6
6	2,0	1,7	1,2	1,4	1,6	2,4	1,6	1,7
12	1,8	1,8	2,4	1,6	1,6	4,8	1,4	1,6

TABEL 2. Vp 868. Cu-, B- en Mo-gehalten (dpm) in de droge stof van tomaat (cv. Moneymaker) bij variabele bemesting met deze voedingsstoffen op veensubstraten.

TABLE 2. Vp 868. Cu, B and Mo concentrations (ppm) in dry matter of tomato plants (cv. Moneymaker) on peat substrates following addition of these nutrients.

$\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$			$\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$			$\text{Na}_2\text{MoO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$		
mg/pot	substraat		mg/pot	substraat		mg/pot	substraat	
	bolster-veen	zwart-veen		bolster-veen	zwart-veen		bolster-veen	zwart-veen
0	2,1	1,2	0	17	12	0	0,06	0,23
3	4,9	2,6	0,6	19	14	1,2	0,42	0,11
6	7,5	3,2	1,2	22	17	2,4	0,80	0,15
12	12,5	4,0	2,4	26	20	4,8	1,23	0,23

Gehalten in gewas. De resultaten van gewasanalyse zijn vermeld in tabel 2. Symptomen van kopergebrek bleken op te treden in planten met 2,1 dpm Cu of minder in de droge stof. Voor een optimale groei van jonge planten lijkt een gehalte van minstens 2,6 dpm Cu vereist. Planten met symptomen van molybdeengebrek bevatten minder dan 0,11 dpm Mo in de droge stof. Aangezien bij ernstig gebrek (zwartveen) het zgn. verdunningseffect (Steenbjerg, 1952, 1954) optreedt, is een nauwkeurige grens echter moeilijk te trekken. Een gehalte van minstens 0,15 dpm Mo lijkt nodig te zijn voor een goede groei. De stijging van het koper- en molybdeengehalte van het gewas onder invloed van de bemesting was groter op bolster- dan op zwartveen.

Vp 907 (snijsla; Cu, B, Mo, FTE 27)

Het doel van deze proef was de werking van de spoorelementenfrit FTE 27 te analyseren door vergelijking met enkelvoudige spoor-elementmeststoffen. Daar dit onderzoek reeds is beschreven (Smilde, 1971), wordt hier alleen de werking van de laatste behandeld.

Waarnemingen en opbrengsten. Op bolsterveen werden symptomen van molybdeengebrek (bleekgroene, vanaf de top en randen verwelkende, en daarna grijsgeel verkleurende bladeren met transparante vlekjes) waargenomen bij de planten die geen molybdeen hadden ontvangen. Toediening van natriummolybdaat verhoogde de drogestofopbrengst zeer significant, waarbij de laagste gift (1,2 mg per pot) reeds optimaal was (tabel 3). Op zwartveen was het molybdeengebrek veel ernstiger, waarschijnlijk door de lagere pH (vgl. Vp 868). Een hoeveelheid van 2,4 mg natriummolybdaat was nodig om de symptomen te onderdrukken, maar 4,8 mg was waarschijnlijk nog onvoldoende om de maximale opbrengst te bereiken.

TABEL 3. Vp 907. Drogestofopbrengsten (g) van snijsla op veensubstraten bij variabele bemesting met kopersulfaat, borax of natriummolybdaat (gemiddelden van 3 herhalingen).

TABLE 3. Vp 907. Dry matter yields (g) of lettuce on peat substrates treated with copper sulphate, borax or sodiummolybdate (means of 3 replications).

$\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$			$\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$			$\text{Na}_2\text{MoO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$		
mg/pot	substraat		mg/pot	substraat		mg/pot	substraat	
	bolster-veen	zwart-veen		bolster-veen	zwart-veen		bolster-veen	zwart-veen
0	4,7	0,3	0	6,3	2,3	0	0,2	0,1
3	6,0	3,3	0,6	6,2	3,1	1,2	6,5	1,1
6	6,1	2,8	1,2	6,4	2,8	2,4	6,0	3,2
12	5,9	2,8	2,4	6,4	2,8	4,8	6,1	4,8

Zowel op bolster- als op zwartveen verhoogde koper de drogestofopbrengst significant, waarbij met de laagste gift kopersulfaat (3 mg) reeds het maximale effect werd verkregen. De planten vertoonden geen symptomen die specifiek zijn voor koper- of boriumgebrek. Borium had geen significante invloed op de opbrengst. De lage opbrengsten in de behandelingen met kopersulfaat en borax op zwartveen moeten aan een tekort aan molybdeen in de basisbemesting (2,4 mg natriummolybdaat) worden toegeschreven.

Gehalten in gewas. Blijkens gewasanalyse bevatten de jonge planten die op molybdeen, resp. koper reageerden 0,01-0,07 dpm Mo, resp. 1,5 dpm Cu in de droge stof. Bemesting met kopersulfaat verhoogde het kopergehalte tot 7,1 dpm Cu op bolsterveen en 3,3 dpm Cu op zwartveen. Bij een voldoende voorziening met koper bevatte het gewas minstens 2,5 dpm Cu. Het molybdeengehalte bereikte geen waarden hoger dan 0,1 dpm Mo.

Vp 906 (tomaat; Cu, B, Mo, CaCO_3)

Een bezwaar van de beide voorafgaande proeven is dat de reacties op de spoorelementen werden bestudeerd bij een pH die, althans op zwartveen, sub-optimaal moet worden geacht. In Vp 906 werden daarom kalktrappen toegepast, waardoor op bolsterveen een pH-KCl-traject werd verkregen van 3,0-6,3 (pH- H_2O 3,6-6,5) en op zwartveen van 3,1-4,7 (pH- H_2O 3,7-5,1). Om een bepaalde stijging van de pH te verkrijgen, moest op zwartveen ongeveer twee maal zo veel kalk worden gegeven als op bolsterveen.

W a a r n e m i n g e n . Lichte symptomen van kopergebrek (beschrijving bij Vp 868) werden waargenomen bij de niet met kopersulfaat bemeste planten, zowel op bolster- als op zwartveen. De symptomen van molybdeengebrek, die aanvankelijk alleen bij de niet met natriummolybdaat bemeste planten optraden, waren het ernstigst bij de lage pH-waarden (pH-KCl 3,0-3,8; pH- H_2O 3,6-4,4), vooral op zwartveen. In een later stadium begonnen ook planten bij de lagere giften natriummolybdaat verschijnselen van molybdeengebrek te vertonen, het eerst op zwartveen. Om het optreden van molybdeengebrek in de behandelingen met kopersulfaat en borax (basisbemesting 2,4 mg natriummolybdaat per pot) tegen te gaan, werd daarom een overbemesting met natriummolybdaat (2,4 mg) gegeven. Symptomen van boriumgebrek werden niet waargenomen.

O p b r e n g s t e n . De op bolsterveen verkregen drogestofopbrengsten van de bovengrondse delen zijn vermeld in tabel 4. Het gewas reageerde duidelijk op koper, het sterkst op het bekalkte veen. Een gift van 6 mg kopersulfaat per pot was in alle gevallen voldoende om de maximale opbrengst te bereiken. Omgekeerd was het effect van kalk het grootst bij de met kopersulfaat bemeste planten. Verhoging van de pH-KCl van 5,0 tot 6,3 (pH- H_2O 5,4-6,5) gaf geen verdere opbrengstverhoging bij de met 6 en 12 mg kopersulfaat bemeste planten en leidde tot een zwakke opbrengstdepressie bij de lagere giften.

TABEL 4. Vp 906. Gemiddelde drogestofopbrengsten (g) van tomaat (cv. Moneymaker) op bolsterveen bij variabele bemesting met koper-sulfaat, borax of natriummolybdaat en verschillende kalkgiften (na wederzijdse grafische vereffening van de meststof/kalkeffecten; 3 herhalingen).

TABLE 4. Vp 906. Mean dry matter yields (g) of tomato plants (cv. Moneymaker) on moss peat treated with copper sulphate, borax or sodium molybdate and various lime additions (after two-way graphical adjustment of the nutrient/lime effects; 3 replications).

CaCO ₃ *	CuSO ₄ ·5H ₂ O				Na ₂ B ₄ O ₇ ·10H ₂ O				Na ₂ MoO ₄ ·2H ₂ O			
g/pot	mg/pot				mg/pot				mg/pot			
	0	3	6	12	0	0,6	1,2	2,4	0	1,2	2,4	4,8
0	0,5	1,3	1,3	1,3	0,9	0,9	1,0	0,9	0,2	0,6	1,0	1,7
3	2,5	6,8	8,5	8,5	9,0	9,0	8,9	9,0	1,5	8,5	8,5	8,5
6	6,0	9,8	9,9	9,9	8,4	9,3	9,8	9,8	4,9	9,4	9,5	9,5
9	5,3	9,6	10,1	10,1	4,2	8,2	9,9	10,0	9,3	9,6	9,7	9,8

* bereikte pH-KCl resp. 3,0, 3,8, 5,0, 6,3 (pH-H₂O 3,6, 4,4, 5,4, 6,5).

Borium had alleen een duidelijk (positief) effect op de opbrengst bij de hoogste kalkgiften (pH-KCl 5,0 en 6,3). Een hoeveelheid van 1,2 mg borax was voldoende om de maximale opbrengst te verkrijgen. Omgekeerd was de werking van kalk het grootst bij de hoogste boriumgiften, waarbij geen verschillen werden gevonden tussen pH-KCl 5,0 en 6,3. Bij de lagere boriumniveau's werden duidelijke pH-optima gevonden: pH-KCl 5,0 bij 0,6 mg borax en pH-KCl 3,8 (pH-H₂O 4,4) bij 0 mg borax. In het super-optimale pH-traject was de opbrengstdepressie het grootst bij de niet bemeste planten.

Molybdeen had een duidelijk (positief) effect op de opbrengst, dat afnam bij stijgende pH. Op het bekalkte veen was 1,2-2,4 mg natriummolybdaat voldoende, op het niet bekalkte veen was 4,8 mg nog duidelijk onvoldoende voor de maximale opbrengst. Het kalkeffect nam af bij stijgende molybdeengiften. De met natriummolybdaat bemeste planten reageerden op een stijging van de pH tot pH-KCl 5,0; de optimale pH-KCl voor de onbehandelde planten was minstens 6,3.

De op zwartveen verkregen drogestofopbrengsten zijn vermeld in tabel 5. Het opbrengstniveau was gemiddeld lager dan op bolsterveen, wat ongetwijfeld samenhangt met de iets vroegere oogstdatum.

TABEL 5. Vp 906. Als tabel 4, maar voor zwartveen.

TABLE 5. Vp 906. As table 4, but for "black peat".

CaCO ₃ g/pot *	CuSO ₄ ·5H ₂ O				Na ₂ B ₄ O ₇ ·10H ₂ O				Na ₂ MoO ₄ ·2H ₂ O			
	mg/pot				mg/pot				mg/pot			
	0	3	6	12	0	0,6	1,2	2,4	0	1,2	2,4	4,8
3	1,7	2,0	2,1	2,1	2,2	2,2	2,2	2,2	0,2	1,3	2,1	2,2
6	4,0	4,4	4,6	4,6	4,9	4,9	4,9	4,9	0,9	4,6	4,7	4,7
9	4,0	4,9	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	1,5	5,1	5,1	5,1
12	3,1	4,3	5,0	5,0	3,1	4,3	4,9	5,0	2,8	5,1	5,1	5,1

* bereikte pH-KCl resp. 3,1, 3,6, 4,2, 4,7 (pH-H₂O 3,7, 4,2, 4,6, 5,1).

Wat ten aanzien van koper en kalk is opgemerkt voor bolsterveen, geldt ook voor zwartveen. Het pH-traject was echter korter. Verhoging van de pH-KCl van 4,2 tot 4,7 (pH-H₂O 4,6 tot 5,1) verhoogde de opbrengst van de met 6 en 12 mg kopersulfaat bemeste planten niet verder en verlaagde deze duidelijk bij de lagere giften.

Borium had alleen een duidelijk effect bij de hoogste kalkgift (pH-KCl 4,7), waarbij 1,2 mg borax voldoende was voor de maximale opbrengst. Kalk had een gunstige werking tot pH-KCl 4,2 bij alle boriumniveau's. Verdere verhoging van de pH leidde tot opbrengstdepressies bij planten die minder dan 1,2 mg borax ontvingen.

Als op bolsterveen nam het effect van molybdeen af bij stijgende pH. Bij de laagste kalkgift (pH-KCl 3,1 ; pH-H₂O 3,7) was 2,4, bij de hogere kalkgiften 1,2 mg natriummolybdaat voldoende voor de maximale opbrengst. De met natrium molybdaat bemeste planten, reageerden tot pH-KCl 4,2 op een stijging van de pH; bij de onbehandelde planten werd de optimale pH niet bereikt (hoger dan pH-KCl 4,7).

Gehalten in gewas. De resultaten van gewasanalyse zijn opgenomen in tabel 6. Vergelijking met de tabellen 4 en 5 laat zien dat voor een goede groei van het jonge gewas minstens 3,0 dpm Cu en 0,05 dpm Mo in de droge stof is vereist. Bij lagere waarden kunnen symptomen van koper- resp. molybdeengebrek optreden. Het kopergehalte van het gewas nam toe met stijgende giften kopersulfaat en, in mindere mate, kalk. Het molybdeengehalte steeg over het algemeen bij stijgende giften natriummolybdaat en kalk, maar de invloeden worden enigszins vertroebeld door de, tengevolge van sterke opbrengstreacties, optredende "verdunningseffecten" (zie ook blz. 14). De behandeling met borax kwam niet duidelijk tot uiting in de boriumgehalten, terwijl kalk een negatieve invloed had. De gehalten liggen aanzienlijk hoger dan op grond van de reactie op borium verwacht mag worden. Een verklaring is hiervoor niet te geven.

TABEL 6. Vp 906. Cu-, B- en Mo-gehalten (dpm) in de droge stof van tomaat (cv. Moneymaker) bij variabele bemesting met deze voedingsstoffen en verschillende kalkgiften op veensubstraten;

TABLE 6. Vp 906. Cu, B and Mo concentrations (ppm) in dry matter of tomato plants (cv. Moneymaker) on peat substrates following addition of these nutrients and lime.

CaCO ₃ g/pot*	CuSO ₄ ·5H ₂ O				Na ₂ B ₄ O ₇ ·10H ₂ O				Na ₂ MoO ₄ ·2H ₂ O			
	mg/pot				mg/pot				mg/pot			
	0	3	6	12	0	0,6	1,2	2,4	0	1,2	2,4	4,8
Bolsterveen												
0	3,1	2,0	3,1	3,7	**	-	-	-	-	0,20	0,20	0,10
3	0,8	2,3	4,2	5,5	45	49	61	63	0,08	0,08	0,07	0,01
6	1,1	2,9	4,3	6,5	42	45	44	53	-	0,04	0,13	0,18
9	1,0	2,9	4,8	6,4	47	43	48	37	-	0,31	0,96	2,05
Zwartveen												
3	1,9	2,5	3,5	3,8	85	98	-	120	0,04	0,04	0,17	0,14
6	2,5	3,6	3,5	5,2	72	72	93	75	0,08	0,04	0,08	0,16
9	2,9	3,1	3,4	5,7	72	68	89	58	0,05	0,05	0,16	0,21
12	2,7	3,0	3,8	6,0	60	67	74	60	0,03	0,11	0,17	0,36

* pH-waarden als in tabel 4 en 5 / pH values as in tables 4 and 5.

** onvoldoende stof of verloren gegaan / too little material or lost.

Vp 959 (tomaat; Cu, B, Mo, Mn, Zn, Fe, CaCO_3)

In de hieronder te bespreken proeven werden ook de elementen mangaan, zink, en ijzer als variabelen ingevoerd. De trajecten voor mangaan en zink werden ruim gekozen om een eventueel schadelijke werking te kunnen vaststellen. De basisbemesting met koper, borium en molybdeen was hoger dan in vorige proeven om tekorten (vgl. blz. 16) geheel uit te sluiten.

W a a r n e m i n g e n . In de hier te bespreken proef Vp 959 werden bij de niet met molybdeen bemeste planten zowel op bolster- als op zwartveen lichte symptomen van molybdeengebrek aangetroffen. Op bolsterveen verdwenen deze weer in een later stadium. Symptomen van andere voedingsziekten traden niet op.

O p b r e n g s t e n . De drogestofopbrengsten van de bovengrondse delen op bolsterveen zijn opgenomen in tabel 7. Bij de hoogste kalkgift (pH-KCl 6,4; pH- H_2O 6,5) waren de opbrengsten zeer significant lager dan bij de lagere kalkgift (pH-KCl 4,5; pH- H_2O 4,9).

Koper verhoogde alleen bij pH-KCl 6,4 de opbrengst significant, waarbij alleen tussen de onbehandelde en de met de hoogste kopergift (12 mg kopersulfaat per pot) behandelde planten een betrouwbaar verschil kon worden aangetoond.

Borium, molybdeen, mangaan, zink en ijzer hadden geen significant effect op de opbrengst.

Op zwartveen (tabel 8) waren de drogestofopbrengsten bij de hoogste kalkgift (pH-KCl 5,8; pH- H_2O 6,0) eveneens zeer significant lager dan bij de lagere kalkgift (pH-KCl 4,5; pH- H_2O 4,9).

Borium verhoogde alleen bij pH-KCl 5,8 de opbrengst significant (significante borium-kalkinteractie), maar de opbrengsten bij de verschillende giften borax weken niet betrouwbaar van elkaar af.

De effecten van koper, molybdeen, mangaan, zink en ijzer waren niet significant.

TABEL 7. Vp 959. Drogestofopbrengsten van tomaat (g), cv. Yelvic, op bolsterveen bij variabele bemesting met kopersulfaat, borax, natriummolybdaat, mangaansulfaat, zinksulfaat of ijzer-EDTA en verschillende kalkgiften (gemiddelden van 3 herhalingen).

TABLE 7. Vp 959. Dry matter yields of tomato plants (g), cv. Yelvic, on moss peat treated with various trace nutrient fertilizers and lime (means of 3 replications).

CaCO ₃ g/pot*	CuSO ₄ ·5H ₂ O				Na ₂ B ₄ O ₇ ·10H ₂ O				Na ₂ MoO ₄ ·2H ₂ O			
	mg/pot				mg/pot				mg/pot			
	0	3	6	12	0	0,6	1,2	2,4	0	1,2	2,4	4,8
5	4,5	5,0	4,1	4,9	4,8	4,6	5,2	5,2	4,7	4,4	4,5	4,8
10	3,2	3,6	3,9	4,0	3,9	4,1	4,0	4,1	3,7	4,1	4,5	4,2

CaCO ₃ g/pot*	MnSO ₄ ·H ₂ O				ZnSO ₄ ·7H ₂ O				Fe-EDTA (15% Fe)			
	mg/pot				mg/pot				mg/pot			
	0	15	30	60	0	30	60	120	0	9	18	36
5	5,0	4,8	5,7	5,0	4,5	5,0	4,9	4,6	4,9	4,8	4,9	4,9
10	4,5	4,3	4,5	4,1	4,1	4,2	4,6	4,6	4,0	4,0	4,2	4,0

* bereikte pH-KCl resp. 4,5 en 6,4 (pH-H₂O 4,9 en 6,5).

TABEL 8. Vp 959. Als tabel 7, maar voor zwartveen.

TABLE 8. Vp 959. As table 7, but for "black peat".

CaCO ₃ g/pot*	CuSO ₄ ·5H ₂ O				Na ₂ B ₄ O ₇ ·10H ₂ O				Na ₂ MoO ₄ ·2H ₂ O			
	mg/pot				mg/pot				mg/pot			
	0	3	6	12	0	0,6	1,2	2,4	0	1,2	2,4	4,8
10	5,0	4,9	4,5	4,5	4,9	4,7	4,5	5,0	4,7	4,8	5,3	5,3
20	4,0	4,7	4,2	3,8	2,5	3,6	3,6	4,5	3,8	4,7	4,0	4,4

CaCO ₃ g/pot*	MnSO ₄ ·H ₂ O				ZnSO ₄ ·7H ₂ O				Fe-EDTA (15% Fe)			
	mg/pot				mg/pot				mg/pot			
	0	15	30	60	0	30	60	120	0	9	18	36
10	5,2	5,4	6,0	5,3	5,2	4,4	5,5	5,2	4,8	5,5	5,1	5,4
20	4,5	4,0	4,2	4,8	4,5	4,3	3,7	4,5	4,1	4,0	4,1	3,7

* bereikte pH-KCl resp. 4,5 en 5,8 (pH-H₂O 4,9 en 6,0).

Gehalten in gewas. Volgens de resultaten van gewas-analyse (tabel 9) kan bij een kopergehalte lager dan 3,4 dpm Cu in de droge stof een reactie op deze voedingsstof worden verwacht. De verhoging van het kopergehalte door bemesting met kopersulfaat was groter op bolsterveen dan op zwartveen. Het kopergehalte nam af bij stijging van de kalkgift.

TABEL 9. Vp 959. Cu-, B- en Mo-gehalten (dpm) in de droge stof van tomaat (cv. Yelvic) bij variabele bemesting met deze voedingsstoffen en verschillende kalkgiften op veensubstraten.

TABLE 9. Vp 959. Cu, B and Mo concentrations (ppm) in dry matter of tomato plants (cv. Yelvic) on peat substrates following addition of these nutrients and lime.

CaCO ₃ g/pot*	CuSO ₄ ·5H ₂ O mg/pot				Na ₂ B ₄ O ₇ ·10H ₂ O mg/pot				Na ₂ MoO ₄ ·2H ₂ O mg/pot			
	0	3	6	12	0	0,6	1,2	2,4	0	1,2	2,4	4,8
Bolsterveen												
5	2,2	3,4	4,9	6,1	10	30	26	22	0,08	0,79	1,64	4,32
10	1,7	3,2	4,3	5,6	23	14	24	18	0,39	4,97	4,30	7,84
Zwartveen												
10	5,9	4,8	5,7	6,8	21	29	26	31	0,07	0,65	1,15	2,56
20	4,3	4,2	3,7	4,8	28	17	28	21	0,09	2,15	3,52	7,93

* pH-waarden als in tabel 7 en 8 / pH values as in tables 7 and 8.

Het verloop van de boriumgehalten bij stijgende giften borax was tamelijk onregelmatig. Een kritische grens voor een goede voorziening met borium is daarom moeilijk te geven.

Lichte symptomen van molybdeengebrek werden waargenomen bij planten die 0,07-0,09 dpm Mo in de droge stof bevatten. Ondanks deze lage gehalten traden geen significante reacties op molybdeen op. Het molybdeengehalte van het gewas nam toe met stijgende giften natriummolybdaat, welk effect nog werd versterkt door de hogere kalkgift.

De bemesting met mangaansulfaat kwam duidelijk tot uiting in het mangaangehalte van het gewas (tabel 10). Verhoging van de kalkgift verlaagde het mangaangehalte echter aanzienlijk, waardoor het effect van bemesting (grotendeels) verdween.

TABEL 10. Vp 959. Mn-, Zn- en Fe-gehalten (dpm) in de droge stof van tomaat (cv. Yelvic) bij variabele bemesting met deze voedingsstoffen en verschillende kalkgiften op veensubstraten.

TABLE 10. Vp 959. Mn, Zn and Fe concentrations (ppm) in dry matter of tomato plants (cv. Yelvic) on peat substrates following addition of these nutrients and lime.

CaCO ₃ [*] g/pot	MnSO ₄ ·H ₂ O				ZnSO ₄ ·7H ₂ O				Fe-EDTA			
	mg/pot				mg/pot				mg/pot			
	0	15	30	60	0	30	60	120	0	9	18	36
Bolsterveen												
5	40	73	74	81	44	75	124	222	69	73	107	76
10	26	19	18	19	47	75	90	152	54	60	61	56
Zwartveen												
10	36	59	53	67	91	111	108	168	63	66	82	78
20	27	30	36	34	66	94	93	139	58	60	60	65

* pH-waarden als in tabel 7 en 8 / pH values as in tables 7 and 8.

Het zinkgehalte steeg zeer sterk onder invloed van stijgende giften zinksulfaat, waarbij de hoogste waarden werden bereikt bij de laagste kalkgift.

Het ijzergehalte werd iets verhoogd door toediening van ijzer-EDTA, maar verlaagd door de hogere kalkgift, waardoor het effect van bemesting grotendeels teniet werd gedaan.

Vp 962 (snijsla; Cu, B, Mo, Mn, Zn, Fe, CaCO_3)

Deze proef is analoog aan Vp 959, maar snijsla werd als toetsgewas genomen.

Waarnemingen en opbrengsten. In het gewas werden in het geheel geen symptomen van voedingsziekten waargenomen. De drogestofopbrengsten van de bovengrondse delen op bolsterveen zijn opgenomen in tabel 11. Behalve in de behandelingen met zinksulfaat waren de opbrengsten bij de hoogste kalkgift (pH-KCl 6,4; pH- H_2O 6,5) zeer significant hoger dan bij de lagere kalkgift (pH-KCl 4,5; pH- H_2O 4,9).

TABEL 11. Vp 962. Drogestofopbrengsten van snijsla (g) op bolsterveen bij variabele bemesting met spooorelementmeststoffen en verschillende kalkgiften (gemiddelden van 3 herhalingen).

TABLE 11. Vp 962. Dry matter yields of lettuce (g) on moss peat treated with various trace nutrient-fertilizers and lime (means of 3 replications).

CaCO_3^* g/pot	$\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ mg/pot				$\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ mg/pot				$\text{Na}_2\text{MoO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ mg/pot			
	0	3	6	12	0	0,6	1,2	2,4	0	1,2	2,4	4,8
5	1,2	1,6	1,7	1,8	1,7	1,9	1,8	1,8	1,4	1,5	1,8	1,8
10	1,7	2,2	2,1	2,4	2,2	2,2	2,4	2,3	1,9	2,0	1,9	2,4
CaCO_3^* g/pot	$\text{MnSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ mg/pot				$\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ mg/pot				Fe-EDTA mg/pot			
	0	15	30	60	0	30	60	120	0	9	18	36
5	1,7	1,8	1,8	2,2	1,7	1,8	1,8	1,8	1,9	1,7	1,9	1,7
10	2,3	2,1	2,4	2,4	1,9	2,0	1,7	1,3	2,2	2,4	2,1	2,3

* bereikte pH-KCl resp. 4,5 en 6,4 (pH- H_2O 4,9 en 6,5).

Koper verhoogde bij beide pH-waarden de opbrengst zeer significant; alleen het verschil in opbrengst tussen de niet en wel met kopersulfaat bemeste planten kon betrouwbaar worden aangetoond.

Molybdeen verhoogde eveneens bij beide pH-waarden de opbrengst zeer significant. Bij pH-KCl 4,5 waren de verschillen tussen onbehandeld en de hogere giften natriummolybdaat (2,4 en 4,8 mg) significant, bij pH-KCl 6,4 gaf alleen de hoogste gift natriummolybdaat een betrouwbare stijging van de opbrengst.

Mangaan beïnvloedde de opbrengst significant in positieve zin, maar alleen de hoogste gift mangaansulfaat (60 mg) gaf bij pH-KCl 4,5 een betrouwbare opbrengststijging.

Zink had alleen bij pH-KCl 6,4 een betrouwbaar negatief effect op de opbrengst, waarbij de hoogste gift zinksulfaat (120 mg) betrouwbaar verschilde van de andere zinkgiften en onbehandeld.

Borium en ijzer hadden geen betrouwbare invloed op de opbrengst.

Op zwartveen (tabel 12) waren de opbrengsten bij de hoogste kalkgift (pH-KCl 5,8; pH-H₂O 6,0) eveneens hoger dan bij de lagere kalkgift (pH-KCl 4,5; pH-H₂O 4,9), behalve in de behandeling met natriummolybdaat, terwijl het effect alleen in de behandelingen met koper-, mangaan- en zinksulfaat (zeer) betrouwbaar kon worden vastgesteld.

TABEL 12. Vp 962. Als tabel 11, maar voor zwartveen.

TABLE 12, Vp 962. As table 11, but for "black peat".

CaCO ₃ [*] g/pot	CuSO ₄ ·5H ₂ O mg/pot				Na ₂ B ₄ O ₇ ·10H ₂ O mg/pot				Na ₂ MoO ₄ ·2H ₂ O mg/pot			
	0	3	6	12	0	0,6	1,2	2,4	0	1,2	2,4	4,8
10	1,9	1,9	1,9	2,0	2,1	2,1	2,0	1,7	2,0	2,0	2,1	2,0
20	2,3	2,1	2,5	2,5	2,2	2,1	2,1	2,2	2,2	1,8	1,7	2,5
CaCO ₃ [*] g/pot	MnSO ₄ ·H ₂ O mg/pot				ZnSO ₄ ·7H ₂ O mg/pot				Fe-EDTA mg/pot			
	0	15	30	60	0	30	60	120	0	9	18	36
10	1,6	2,1	2,1	2,0	2,1	1,9	1,9	2,0	2,0	1,8	2,1	1,8
20	2,2	2,3	2,4	2,8	2,4	2,4	2,5	1,9	2,2	2,2	2,3	1,9

* bereikte pH-KCl resp. 4,5 en 5,8 (pH-H₂O 4,9 en 6,0).

Mangaan verhoogde de opbrengst significant, maar alleen bij de hoge pH kon een betrouwbaar verschil tussen onbehandeld en de hoogste gift mangaansulfaat worden vastgesteld.

De overige spoorelementen hadden geen betrouwbaar effect op de opbrengst.

V p 984 (kropsla; Cu, B, Mo, Mn, Zn, Fe, CaCO_3)

In de hier te bespreken proef werd kropsla (cv. Deciso) als proefgewas gekozen, terwijl de reacties op de spoorelementen bij meer dan twee kalkgiften werden nagegaan. Zo werd op bolsterveen een pH-KCl-traject verkregen van 3,1 tot 6,2 (pH- H_2O 3,5-6,2) en op zwartveen van 3,1 tot 6,0 (pH- H_2O 3,6-6,1). Bij toediening van 2,5 en 5 g kalk op bolsterveen werden, in vergelijking met resultaten van vorige proeven (tabel 4 en 7), tamelijk hoge pH-waarden gevonden (resp. pH-KCl 4,2 en 5,4) gevonden. Een verklaring kan hiervoor niet worden gegeven.

W a a r n e m i n g e n . De symptomen van kopergebrek (bladeren met vergelende, daarna verwelkende en naar beneden omvouwende randen en rood verkleurende nerven, waargenomen bij de niet met kopersulfaat bemeste planten op bolsterveen, waren vooral bij de lagere pH-waarden (pH-KCl 3,1-4,2) ernstig. Op zwartveen traden alleen lichte verschijnselen op bij de laagste kalkgift (pH-KCl 3,1; pH- H_2O 3,6) en pas tegen het einde van de proef. Zowel op bolster- als op zwartveen deden zich symptomen van molybdeengebrek (beschrijving bij Vp 907, blz. 14) voor bij de niet met natriummolybdaat bemeste planten bij de lagere pH-waarden. Op zwartveen, waar de verschijnselen ernstiger waren dan op bolsterveen, bleven bij de laagste pH ook de planten bij toediening van 1,2 of 2,4 mg natriummolybdaat per pot niet gezond. Symptomen van andere voedingsziekten werden niet waargenomen.

Opbrengsten. De op bolsterveen verkregen drogestofopbrengsten van de bovengrondse delen zijn vermeld in tabel 13. Er werd een zeer significante reactie op koper gevonden die het grootst was op het bekalkte veen (significante koper-kalkinteractie). Bij de verschillende kalkgiften werd de maximale opbrengst reeds bereikt bij 3 mg kopersulfaat per pot; toediening van hogere giften leidde niet tot een verdere stijging van de opbrengst. Omgekeerd was het (zeer significante) kalk-effect het grootst bij de met kopersulfaat bemeste planten. De opbrengsten werden verhoogd tot aan pH-KCl 5,4, maar alleen bij de behandeling 3 mg kopersulfaat stond het verschil tussen pH-KCl 4,2 en 5,4 (pH-H₂O 4,6 - 5,6) betrouwbaar vast.

TABEL 13. Vp 984. Drogestofopbrengsten van kropsla (g), cv. Deciso, op bolsterveen bij variabele bemesting met spoorelementmeststoffen en kalk (gemiddelden van 3 herhalingen).

TABLE 13. Vp 984. Dry matter yields of lettuce (g), cv. Deciso, on moss peat treated with various trace nutrient fertilizers and lime (means of 3 replications).

CaCO ₃ * g/pot	CuSO ₄ ·5H ₂ O mg/pot				Na ₂ B ₄ O ₇ ·10H ₂ O mg/pot				Na ₂ MoO ₄ ·2H ₂ O mg/pot			
	0	3	6	12	0	0,6	1,2	2,4	0	1,2	2,4	4,8
0	0,1	0,6	0,6	0,5	0,6	0,8	0,7	0,6	0,2	0,3	0,5	0,5
2,5	0,3	1,3	1,5	1,4	1,2	1,3	1,5	1,2	0,6	1,1	1,4	1,3
5	0,5	2,0	1,9	1,6	1,7	1,9	1,8	1,7	1,2	1,5	1,7	1,5
10	0,6	1,9	1,8	1,9	1,8	1,8	1,9	2,0	1,6	1,8	2,0	1,7

CaCO ₃ * g/pot	MnSO ₄ ·H ₂ O mg/pot				ZnSO ₄ ·7H ₂ O mg/pot				Fe-EDTA mg/pot			
	0	15	30	60	0	30	60	120	0	9	18	36
0	0,8	0,6	0,8	0,9	1,0	0,8	0,6	0,6	0,9	0,6	0,7	0,5
2,5	1,7	1,4	1,5	1,5	1,3	1,5	1,3	1,2	1,5	1,4	1,2	1,2
5	1,7	1,8	1,8	1,8	1,7	2,1	1,7	1,6	1,9	2,0	1,8	1,4
10	1,9	1,6	1,8	1,8	1,8	1,7	1,9	1,1	1,5	1,8	1,6	1,8

* bereikte pH-KCl resp. 3,1, 4,2, 5,4, 6,2 (pH-H₂O resp. 3,5, 4,6, 5,6, 6,2).

Het gewas reageerde zeer significant op molybdeen, behalve op het onbekalkte veen (pH-KCl 3, 1) en bij de hoogste kalkgift (pH-KCl 6, 2). Er werd geen significante molybdeen-kalkinteractie gevonden. Een hoeveelheid van 2,4 mg natriummolybdaat was voldoende om de maximale opbrengst te behalen; de verschillen tussen 1, 2 en 2,4 mg natriummolybdaat waren echter niet significant. De werking van kalk was gunstig in het gehele traject tot pH-KCl 6, 2. Tussen pH-KCl 5, 4 en 6, 2 werden echter geen betrouwbare verschillen in opbrengst gevonden (bij 0 mg natriummolybdaat vrijwel significant).

Giften van 120 mg zinksulfaat brachten in vergelijking tot de giften 0 en 30 mg zinksulfaat een opbrengstdepressie teweeg, die echter alleen bij de hogere pH-waarden significant was. Kalk verhoogde bij elke zinkgift de opbrengst zeer significant, maar had boven pH-KCl 5, 4 weinig invloed meer.

Borium, mangaan en ijzer hadden bij geen van de kalkgiftten een betrouwbaar effect op de opbrengst. Kalk werkte zeer significant bij elk van de giftten van deze voedingsstoffen, maar had boven pH-KCl 5, 4 geen duidelijke invloed meer. De verschillen in opbrengst tussen pH-KCl 4, 2 en 5, 4 waren in de behandelingen met borium en ijzer over het algemeen wel, en in de behandelingen met mangaan niet significant.

Tabel 14 toont de op zwaartveen verkregen drogestofopbrengsten. Het gewas reageerde significant op koper, behalve bij de laagste kalkgift (pH-KCl 3, 1). Een hoeveelheid van 6 mg kopersulfaat was bij elke kalkgift voldoende om de maximale opbrengst te verkrijgen. De verschillen in opbrengst tussen de lagere kopergiftten waren echter niet significant. Kalk had een significant effect tot pH-KCl 4, 7 (pH-H₂O 5, 0), daarboven niet meer, behalve in de behandeling 3 mg kopersulfaat.

De reactie op molybdeen was zeer significant en nam af bij stijgende kalkgiftten (significante molybdeen-kalkinteractie). Bij de middelste kalkgiftten (pH-KCl 3, 7 en 4, 7) gaven hoeveelheden tot 2,4 mg natriummolybdaat een significante stijging, en grotere hoeveelheden een kleine daling van de opbrengst (alleen bij pH-KCl 4, 7 significant).

TABEL 14. Vp 984. Als tabel 13, maar voor zwartveen.

TABLE 14. Vp 984. As table 13, but for "black peat".

CaCO ₃ [*] g/pot	CuSO ₄ ·5H ₂ O				Na ₂ B ₄ O ₇ ·10H ₂ O				Na ₂ MoO ₄ ·2H ₂ O			
	mg/pot				mg/pot				mg/pot			
	0	3	6	12	0	0,6	1,2	2,4	0	1,2	2,4	4,8
2,5	0,4	0,4	0,7	0,6	0,4	0,4	0,6	0,5	0,3	0,3	0,4	0,8
5	1,1	1,3	1,4	1,2	1,4	1,4	1,3	1,5	0,5	1,1	1,6	1,4
10	1,7	1,8	2,0	2,1	1,9	1,9	1,9	1,9	1,1	1,8	2,3	1,8
20	1,8	2,2	2,1	2,0	1,6	2,0	2,0	1,9	1,8	2,2	2,2	2,1

CaCO ₃ [*] g/pot	MnSO ₄ ·H ₂ O				ZnSO ₄ ·7H ₂ O				Fe-EDTA			
	mg/pot				mg/pot				mg/pot			
	0	15	30	60	0	30	60	120	0	9	18	36
2,5	0,8	0,7	0,6	0,7	0,6	0,7	0,7	0,7	0,6	0,8	0,7	0,5
5	1,5	1,4	1,6	1,4	1,4	1,6	1,5	1,4	1,6	1,6	1,5	1,4
10	1,9	1,8	1,9	1,9	2,0	1,9	1,9	1,8	1,9	2,0	2,0	1,7
20	2,1	2,2	1,9	1,9	2,0	2,2	2,1	1,8	1,9	2,0	2,0	2,0

* bereikte pH-KCl resp. 3,1, 3,7, 4,7, 6,0 (pH-H₂O resp. 3,6, 4,1, 5,0, 6,1).

Bij pH-KCl 6,0 (pH-H₂O 6,1) was 1,2 mg natriummolybdaat voldoende, bij pH-KCl 3,1 (pH-H₂O 3,6) 4,8 mg onvoldoende om de maximale opbrengst te behalen. Kalk verhoogde de opbrengsten significant tot aan pH-KCl 4,7 bij 2,4 en 4,8, en tot pH-KCl 6,0 bij 1,2 mg natriummolybdaat, terwijl in de behandeling zonder molybdeen de optimale pH niet werd bereikt (hoger dan pH-KCl 6,0).

Hoeveelheden van 36 mg ijzer-EDTA veroorzaakten een lichte opbrengstdepressie (bij pH-KCl 3,1 en 4,7 significante verschillen met 9 mg Fe-EDTA). Kalk werkte significant bij elk ijzerniveau maar had boven pH-KCl 4,7 geen betrouwbare invloed meer, behalve bij de hoogste ijzergift.

Het kwadratische zinkeffect was juist significant. De opbrengst liep bij giften van 120 mg zinksulfaat iets terug (verschil met 30 mg zinksulfaat bij pH-KCl 6,0 betrouwbaar). Kalk verhoogde de opbrengst bij elke hoeveelheid zink significant, maar had boven pH-KCl 4,7 weinig invloed meer.

Borium en mangaan hadden bij geen van de kalkhoeveelheden een betrouwbaar effect op de opbrengst. De kalkwerking was bij elk niveau van deze elementen significant tot pH-KCl 4,7. Boven deze waarde was er geen duidelijke invloed meer, behalve in de behandeling 15 mg mangaansulfaat; de opbrengstdepressie bij 0 mg borax is niet significant.

Gehalten in gewas. Uit het voorgaande en de gegevens van tabel 15 is te concluderen dat in het jonge gewas symptomen van kopergebrek optraden bij een gehalte van minder dan 4 dpm Cu in de droge stof; voor een goede groei lijkt minstens 5 dpm Cu nodig te zijn. Scherpe grenzen zijn evenwel niet te trekken. De verhoging van het kopergehalte door bemesting met kopersulfaat was groter op bolster- dan op zwartveen, terwijl ook kalk een positief effect had, althans bij de hogere giften kopersulfaat.

TABEL 15. Vp 984. Cu-, B- en Mo-gehalten (dpm) in de droge stof van kropsla (cv. Deciso) bij variabele bemesting met deze voedingsstoffen en kalk op veensubstraten.

TABLE 15. Vp 984. Cu, B and Mo concentrations (ppm) in dry matter of lettuce (cv. Deciso) on peat substrates following addition of these nutrients and lime.

CaCO ₃ [*] g/pot	CuSO ₄ ·5H ₂ O mg/pot				Na ₂ B ₄ O ₇ ·10H ₂ O mg/pot				Na ₂ MoO ₄ ·2H ₂ O mg/pot			
	0	3	6	12	0	0,6	1,2	2,4	0	1,2	2,4	4,8
Bolsterveen												
0	5,1	6,7	5,7	8,0	24	28	25	31	0,16	**	0,06	0,31
2,5	3,9	6,7	9,0	11,3	26	25	30	32	0,04	0,75	1,00	3,63
5	3,6	4,5	6,6	11,2	22	20	25	28	0,09	2,59	1,83	5,53
10	4,8	5,3	7,4	9,3	13	16	18	22	0,04	1,91	3,96	8,03
Zwartveen												
2,5	3,9	5,7	4,1	4,6	-	-	-	-	0,30	0,03	0,04	0,10
5	4,9	6,1	6,8	7,5	8	25	25	28	0,02	0,16	0,17	0,29
10	4,6	6,0	5,8	6,5	14	17	21	24	0,01	0,20	0,63	1,21
20	3,7	5,1	7,7	6,7	6	7	13	15	0,09	1,04	2,69	4,93

* pH-waarden als in tabel 13 en 14 / pH values as in tables 13 and 14.

** onvoldoende stof of verloren gegaan / too little material or lost.

Het boriumgehalte van het gewas nam iets toe bij toediening van borax en daalde bij de hogere kalkgiften. Deze effecten waren het sterkst op zwartveen. Hoewel bij de hoogste kalkgiften op zwartveen een minimum waarde van 6 dpm B in het niet bemeste gewas werd bereikt, leidde dit niet tot een significante opbrengstdepressie (zie ook blz. 30).

Het gewas dat symptomen van molybdeengebrek vertoonde, bevatte over het algemeen minder dan 0,06 dpm Mo in de droge stof. Door het zgn. verdunningseffect (zie ook blz. 14 en 19) zijn deze verschijnselen echter ook bij hogere molybdeengehalten niet uitgesloten. Een goed groeiend, niet meer op molybdeen reagerend gewas had een gehalte van minstens 0,20-0,60 dpm Mo. Het molybdeengehalte steeg zeer sterk onder invloed van de toenemende giften natriummolybdaat, vooral op bolsterveen, terwijl dit effect nog toenam bij de opklimmende hoeveelheden kalk.

Toediening van mangaansulfaat kwam zeer duidelijk tot uiting in een stijging van het mangaangehalte van het gewas (tabel 16). De hoogste gehalten werden verkregen op het onbekalkte bolster- en het met de laagste kalkgift behandelde zwartveen (pH-KCl in beide gevallen 3,1) bij de hoogste gift mangaansulfaat.

TABEL 16. Vp 984. Mn-, Zn- en Fe-gehalten (dpm) in de droge stof van kropsla (cv. Deciso) bij variabele bemesting met deze voedingsstoffen en kalk op veensubstraten.

TABLE 16. Vp 984. Mn, Zn and Fe concentrations (ppm) in dry matter of lettuce (cv. Deciso) on peat substrates following addition of these nutrients and lime.

CaCO ₃ g/pot	MnSO ₄ ·H ₂ O mg/pot				ZnSO ₄ ·7H ₂ O mg/pot				Fe-EDTA mg/pot			
	0	15	30	60	0	30	60	120	0	9	18	36
Bolsterveen												
0	78	204	268	388	256	240	299	468	149	193	203	352
2,5	66	176	240	298	114	179	281	461	162	199	208	245
5	69	195	260	328	68	145	268	435	119	164	164	181
10	76	180	265	326	50	129	237	-	102	107	119	135
Zwartveen												
2,5	136	124	265	358	111	160	205	292	137	152	160	146
5	133	216	294	310	147	159	210	284	140	174	183	192
10	116	188	254	301	124	118	157	204	128	141	139	162
20	101	195	241	313	116	122	142	200	97	106	111	115

* pH-waarden als in tabel 13 en 14 / pH values as in tables 13 and 14.

Het zinkgehalte van het gewas steeg ongeveer lineair met de toegediende hoeveelheid zinksulfaat, waarbij op bolsterveen de hoogste waarden werden bereikt. Kalk verlaagde het zinkgehalte duidelijk, behalve bij de niet met zinksulfaat bemeste planten op zwartveen.

Het ijzergehalte van het gewas steeg met stijgende giften ijzer-EDTA, het sterkst op bolsterveen, terwijl de hogere kalkgiften het gehalte duidelijk verlaagden.

Vp 999 (kropsla; Cu, B, Mo, Mn, Zn, Fe, CaCO_3)

Deze proef komt qua opzet geheel overeen met de vorige (Vp 984), maar werd met een ander ras (cv. Noran) en in een ander jaargetijde (vroeg in het voorjaar) uitgevoerd.

W a a r n e m i n g e n . Op het niet bekalkte bolsterveen (pH-KCl 2,8; pH- H_2O 3,3) bleven de planten erg klein. Bij pH-KCl 4,8 (pH- H_2O 5,1) en lager vertoonden de niet met kopersulfaat bemeste planten tegen het einde van de proef symptomen van kopergebrek; deze werden op zwartveen niet(meer)waargenomen. Zowel op bolster- als op zwartveen kwam molybdeengebrek voor in de niet met natriummolybdaat bemeste planten bij pH-KCl 4,9 (pH- H_2O 5,0) en lager. Op zwartveen waren de verschijnselen ernstiger dan op bolsterveen en ook de met 1,2 en, bij de laagste kalkgift (pH-KCl 3,1; pH- H_2O 3,6), 2,4 mg natriummolybdaat per pot bemeste planten bleven niet gezond. Symptomen van ijzergebrek werden aangetroffen in de niet met ijzer-EDTA behandelde planten op het onbekalkte bolsterveen; op zwartveen kwamen deze verschijnselen niet voor.

O p b r e n g s t e n . De drogestofopbrengsten van de bovengrondse delen op bolsterveen zijn opgenomen in tabel 17*. Het gewas reageerde significant op koper, behalve op het onbekalkte veen, waar de planten, ongeacht de behandeling met spoorelementen, sterk in ontwikkeling achterbleven. Bij de verschillende kalkgiften was 3 mg kopersulfaat reeds voldoende om de maximale op-

* Fig. 1-6 (links) voor bolsterveen illustreren de opbrengsten voor Cu (fig. 1), B (fig. 3), Mo (fig. 5) en kalk (fig. 2, 4, 6).

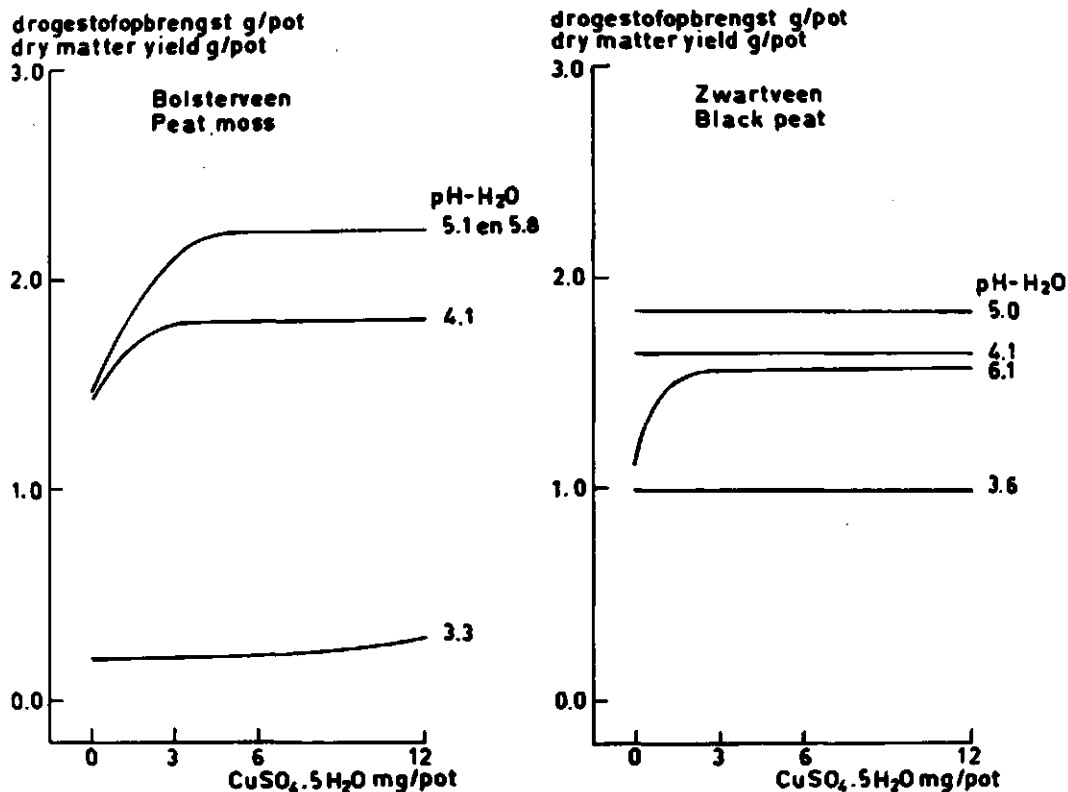


Fig. 1. Vp 999. Gemiddelde drogestofopbrengsten van kropala (cv. Noran) op veensubstraten bij verschillende giften kopersulfaat en verschillende pH-waarden (na wederzijdse grafische vereffening).

Fig. 1. Vp 999. Mean dry matter yields of lettuce (cv. Noran) on peat substrates as affected by added copper sulphate and pH (after two-way graphical adjustment).

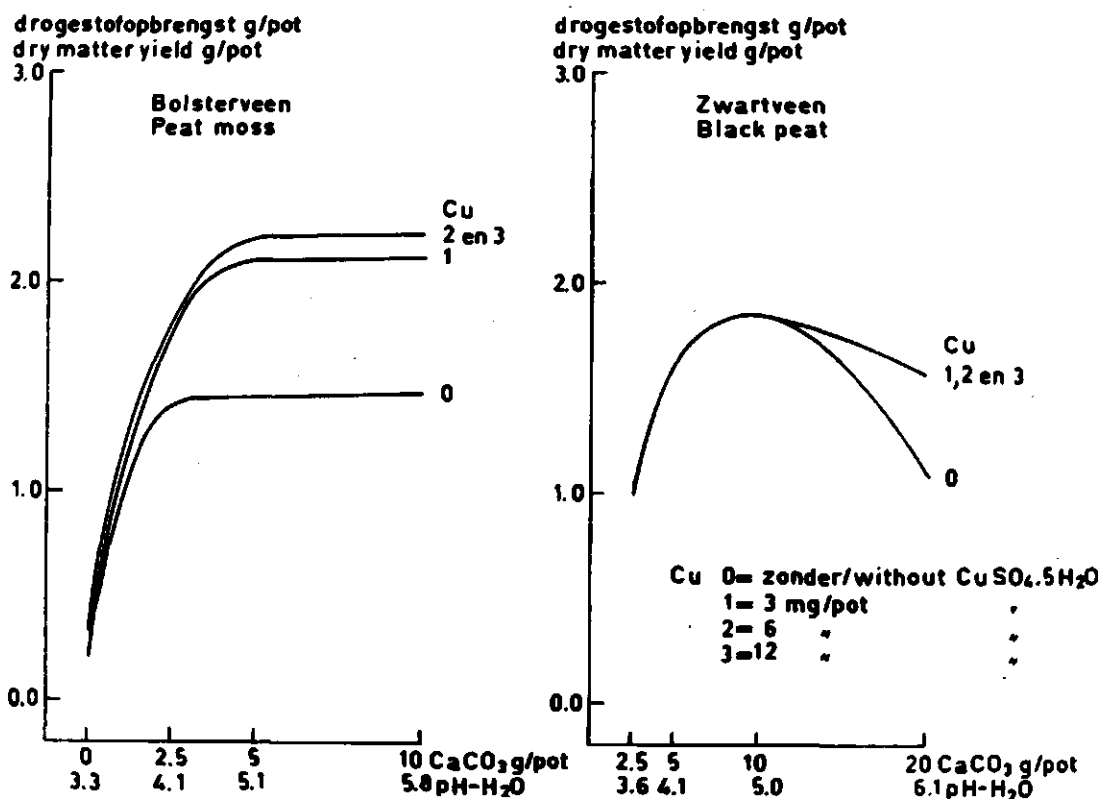


Fig. 2. Vp 999. Als fig. 1, maar opbrengsten uitgezet tegen pH (kalkgiften).

Fig. 2. Vp 999. As fig. 1, but yields plotted against pH (lime additions).

brengst te bereiken. Kalk verhoogde eveneens de opbrengsten significant. Hoewel het effect het grootst was bij de met koper-sulfaat bemeste planten, kon geen betrouwbare koper-kalkinteractie worden aangetoond. De opbrengsten stegen, althans bij de hogere kopergiften, tot aan pH-KCl 4,8, maar de verschillen tussen pH-KCl 3,6 en 4,8 waren niet betrouwbaar.

TABEL 17. Vp 999. Drogestofopbrengsten van kropsla (g), cv. Noran, op bolsterveen bij variabele bemesting met spoorelementmeststoffen en kalk (gemiddelden van 3 herhalingen).

TABLE 17. Vp 999. Dry matter yields of lettuce (g), cv. Noran, on moss peat treated with various trace nutrient fertilizers and lime (means of 3 replications).

CaCO ₃ [*] g/pot	CuSO ₄ ·5H ₂ O mg/pot				Na ₂ B ₄ O ₇ ·10H ₂ O mg/pot				Na ₂ MoO ₄ ·2H ₂ O mg/pot			
	0	3	6	12	0	0,6	1,2	2,4	0	1,2	2,4	4,8
0	0,2	0,2	0,2	0,3	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
2,5	1,5	2,0	1,9	1,8	1,6	1,5	1,5	1,7	0,4	1,4	1,6	1,8
5	1,4	2,1	2,3	2,2	1,3	1,8	1,8	1,9	0,7	2,1	1,8	1,9
10	1,5	2,2	2,1	2,3	1,6	1,6	2,0	1,8	1,6	2,0	2,4	2,2

CaCO ₃ [*] g/pot	MnSO ₄ ·H ₂ O mg/pot				ZnSO ₄ ·7H ₂ O mg/pot				Fe-EDTA mg/pot			
	0	15	30	60	0	30	60	120	0	9	18	36
0	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,2	0,1	0,1
2,5	1,6	1,8	1,8	1,9	1,8	1,8	1,7	1,6	1,6	2,0	1,8	1,7
5	2,1	2,3	1,8	2,2	1,9	1,9	1,8	1,7	2,1	2,1	2,2	2,2
10	2,2	2,0	2,2	2,1	2,1	1,9	2,2	2,3	2,2	2,4	2,5	2,2

* bereikte pH-KCl resp. 2,8, 3,6, 4,8, 5,6 (pH-H₂O resp. 3,3, 4,1, 5,1, 5,8).

Molybdeen had een significante werking, behalve op het onbekalkte veen, die afnam bij stijgende kalkgiften. De molybdeen-kalkinteractie was zeer betrouwbaar. Hoeveelheden tot 2,4 mg natriummolybdaat gaven over het algemeen een stijging van de opbrengst, maar

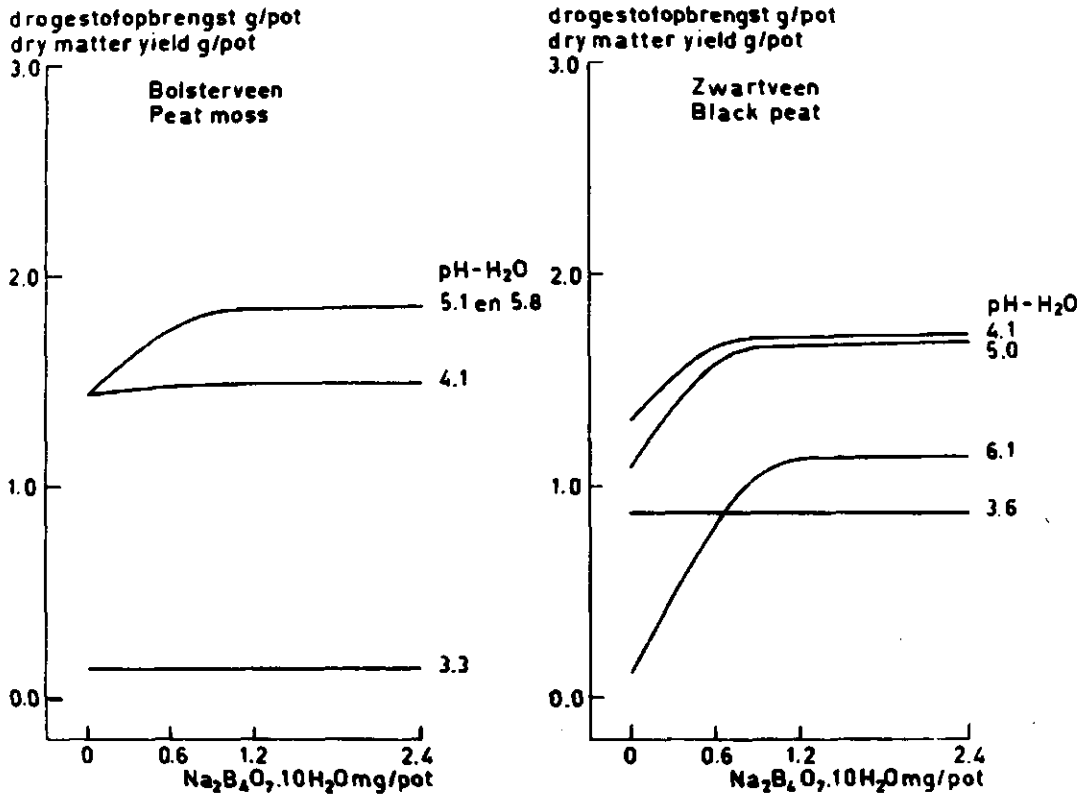


Fig. 3. Vp 999. Gemiddelde drogestofopbrengsten van kropsla (cv. Noran) op veensubstraten bij verschillende giften borax en verschillende pH-waarden (na wederzijdse grafische vereffening).

Fig. 3. Vp 999. Mean dry matter yields of lettuce (cv. Noran) on peat substrates as affected by added borax and pH (after two-way graphical adjustment).

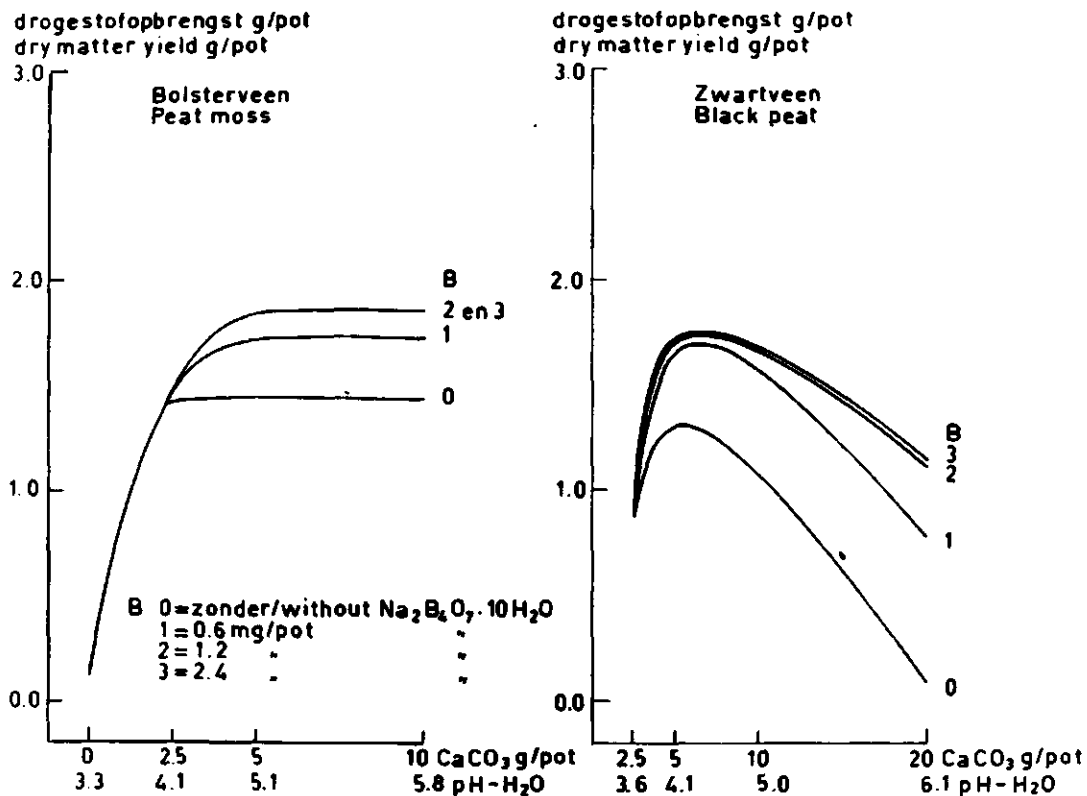


Fig. 4. Vp 999. Als fig. 3, maar opbrengsten uitgezet tegen pH (kalkgiften).

Fig. 4. Vp 999. As fig. 3, but yields plotted against pH (lime additions).

de verschillen tussen 1,2 en 2,4 mg natriummolybdaat waren niet significant. Kalk verhoogde de opbrengst tot aan pH-KCl 5,6, maar (betrouwbare) verschillen tussen pH-KCl 4,8 en 5,6 ontbraken in de behandelingen 1,2 en 4,8 mg natriummolybdaat. Bij het niet met molybdeen bemeste gewas werd de optimale pH niet bereikt (hoger dan pH-KCl 5,6).

Borium, mangaan, zink en ijzer beïnvloedden de opbrengst niet significant. Kalk verhoogde de opbrengst bij elk van de hoeveelheden van deze elementen, over het algemeen tot aan pH-KCl 4,8, maar de verschillen tussen pH-KCl 3,6 en 4,8 waren overwegend niet significant. Dit laatste geldt niet voor de behandelingen 0 en 36 mg ijzer-EDTA, terwijl bij 18 mg ijzer-EDTA een betrouwbaar verschil tussen pH-KCl 3,6 en 5,6 kon worden aangetoond.

Tabel 18* toont de drogestofopbrengsten verkregen op zwartveen. De opbrengsten werden zeer significant verhoogd door borium, hoewel geen gebreksverschijnselen optraden. Het effect was nihil bij de laagste kalkgift (pH-KCl 3,1; pH-H₂O 3,6) en nam toe met de opklimmende kalkgiften (significante borium-kalkinteractie). De hoeveelheid borax benodigd voor de maximale opbrengst nam daarbij eveneens toe, en wel van 0 mg bij de laagste, tot 1,2 mg bij de hoogste kalkgift (pH-KCl 5,9; pH-H₂O 6,1). Kalk had tot pH-KCl 3,7 (pH-H₂O 4,1) een significant positief, maar boven pH-KCl 4,9 (pH-H₂O 5,0) een significant negatief effect, het sterkst bij de niet met borax bemeste planten.

Het gewas reageerde zeer significant op molybdeen. De reactie nam af bij de opklimmende giften kalk en was onbetekenend bij de hoogste kalkgift (pH-KCl 5,9). De hoeveelheid natriummolybdaat benodigd voor de maximale opbrengst nam toe van 0 bij pH-KCl 5,9, tot ongeveer 4,8 mg bij pH-KCl 3,7, en kon bij de laagste pH niet worden vastgesteld (meer dan 4,8 mg). Omgekeerd nam het (zeer significante) kalkeffect af bij de stijgende giften natriummolybdaat. De optimale pH-KCl was ongeveer 4,9 bij toediening van natriummolybdaat. Bij de niet met natriummolybdaat bemeste planten was pH-KCl 5,9 nog onvoldoende voor de maximale opbrengst.

* Fig. 1-6 (rechts) voor zwartveen illustreren de opbrengsten voor Cu (fig. 1), B (fig. 3), Mo (fig. 5) en kalk (fig. 2, 4, 6).

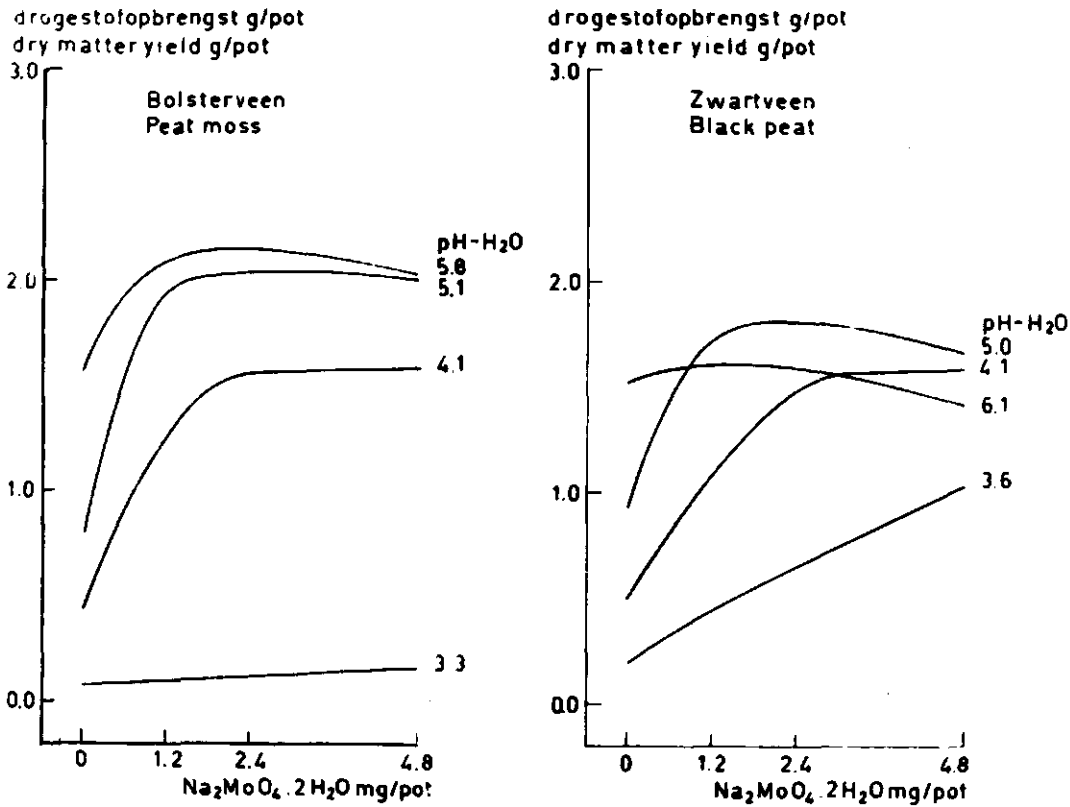


Fig. 5. Vp 999. Gemiddelde drogestofopbrengsten van kropsla (cv. Noran) op veensubstraten bij verschillende giften natriummolybdaat en verschillende pH-waarden (na wederzijdse grafische vereffening).

Fig. 5. Vp 999. Mean dry matter yields of lettuce (cv. Noran) on peat substrates as affected by added sodium molybdate and pH (after two-way graphical adjustment).

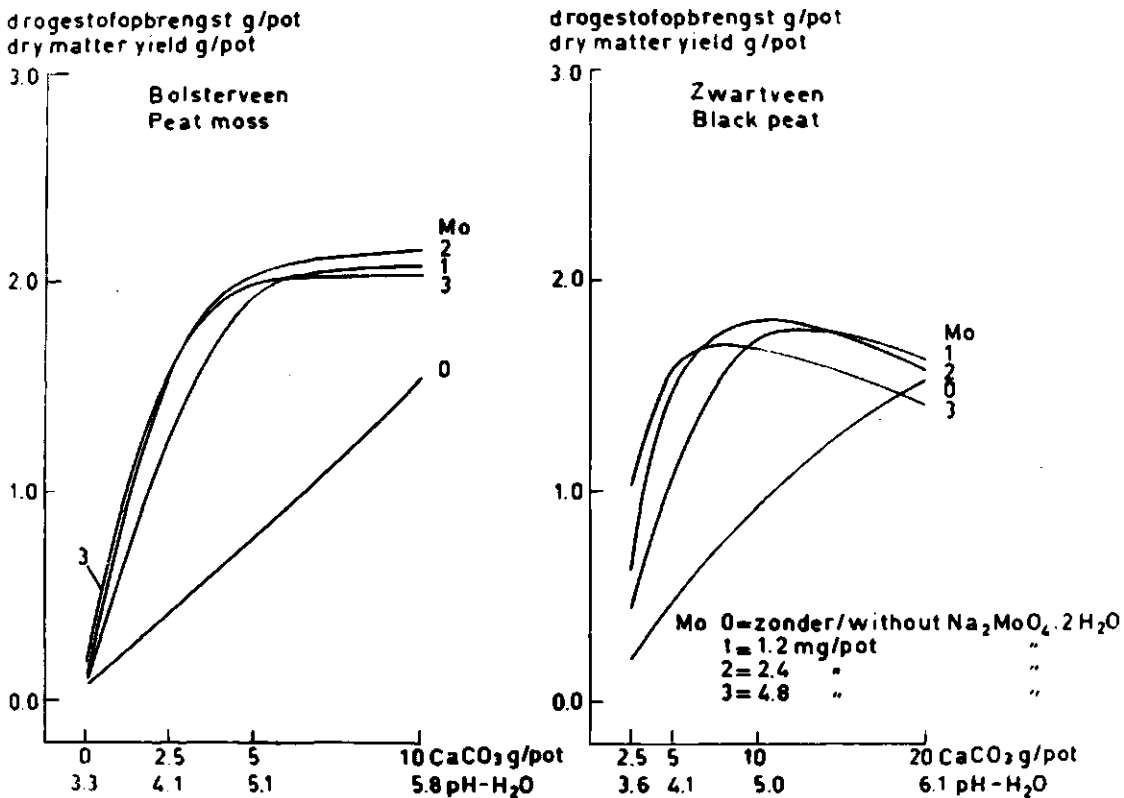


Fig. 6. Vp 999. Als fig. 5, maar opbrengsten uitgezet tegen pH (kalkgiften).

Fig. 6. Vp 999. As fig. 5, but yields plotted against pH (lime additions).

TABEL 18. Vp 999. Als tabel 17, maar voor zwartveen.

TABLE 18. Vp 999. As table 17, but for "black peat".

CaCO ₃ [*] g/pot	CuSO ₄ ·5H ₂ O				Na ₂ B ₄ O ₇ ·10H ₂ O				Na ₂ MoO ₄ ·2H ₂ O			
	mg/pot				mg/pot				mg/pot			
	0	3	6	12	0	0,6	1,2	2,4	0	1,2	2,4	4,8
2,5	1,0	0,8	1,1	0,9	0,9	0,9	1,0	0,7	0,2	0,5	0,6	1,0
5	1,6	1,7	1,7	1,7	1,3	1,7	1,7	1,7	0,4	1,2	1,4	1,9
10	2,0	1,6	2,0	1,9	1,0	1,6	1,6	1,7	1,0	1,9	1,8	1,6
20	1,0	1,7	1,4	1,6	0,1	0,7	1,2	1,2	1,4	1,6	1,6	1,5

CaCO ₃ [*] g/pot	MnSO ₄ ·H ₂ O				ZnSO ₄ ·7H ₂ O				Fe-EDTA			
	mg/pot				mg/pot				mg/pot			
	0	15	30	60	0	30	60	120	0	9	18	36
2,5	0,9	1,1	1,1	1,1	1,0	1,2	1,2	1,0	0,7	1,1	0,9	0,9
5	1,7	1,5	1,6	1,9	1,7	2,0	1,8	1,7	1,5	1,4	1,7	1,4
10	1,6	2,0	2,0	1,6	2,0	1,8	1,9	1,9	1,9	2,0	1,6	1,8
20	1,5	1,7	1,7	1,6	1,7	1,7	1,9	1,9	1,4	1,2	1,9	1,6

* bereikte pH-KCl resp. 3,1, 3,7, 4,9, 5,9, (pH-H₂O resp. 3,6, 4,1, 5,0, 6,1).

Koper, mangaan, zink en ijzer hadden geen significante invloed op de opbrengst. De werking van kalk was zeer significant bij elk van de giften van deze elementen; in de meeste gevallen was pH-KCl 4,9 optimaal. De verschillen tussen pH-KCl 3,7 en 4,9 stonden echter niet betrouwbaar vast. Bij verdere verhoging van de pH daalde de opbrengst over het algemeen. De opbrengstdepressies in de behandelingen 0 en 6 mg kopersulfaat, en 0 en 9 mg ijzer-EDTA waren significant. Ook de opbrengsten aan verse massa werden bewerkt volgens een variantieanalyse. De effecten waren geheel gelijk aan die voor de drogestofopbrengsten en worden hier daarom niet vermeld.

Gehalten in gewas. Blijkens gewasanalyse (tabel 19) bevatte het op koper reagerende gewas op bolsterveen 3,6 dpm Cu of minder in de droge stof. Hoewel, bij overeenkomstige behandeling, de kopergehalten van het gewas op zwartveen lager waren, traden tijdens de duur van de proef geen gebrekssymptomen op, terwijl evenmin

een significante reactie op koper werd gevonden. Grenswaarden voor het optreden van kopergebrek, al of niet gepaard gaande met visuele symptomen, zijn daarom op grond van deze gegevens niet aan te geven. Het kopergehalte steeg onder invloed van de bemesting met kopersulfaat en daalde over het algemeen bij opklimmende hoeveelheden kalk; op zwartveen waren deze effecten echter niet duidelijk.

TABEL 19. Vp 999. Cu-, B- en Mo-gehalten (dpm) in de droge stof van kropsla (cv. Noran) bij variabele bemesting met deze voedingsstoffen en kalk op veensubstraten.

TABLE 19. Vp 999. Cu, B and Mo concentrations (ppm) in dry matter of lettuce (cv. Noran) on peat substrates following addition of these nutrients and lime.

CaCO ₃ [*] g/pot	CuSO ₄ ·5H ₂ O				Na ₂ B ₄ O ₇ ·10H ₂ O				Na ₂ MoO ₄ ·2H ₂ O			
	mg/pot				mg/pot				mg/pot			
	0	3	6	12	0	0,6	1,2	2,4	0	1,2	2,4	4,8
Bolsterveen												
0	3,3	3,3	8,0	9,4	-**	-	-	-	-	-	-	-
2,5	2,9	4,0	6,6	6,4	21	-	20	-	0,02	0,26	0,28	0,61
5	3,6	-	5,9	7,7	14	22	25	28	0,06	0,68	2,24	5,08
10	1,6	3,3	4,5	6,4	8	14	17	24	0,06	2,42	2,74	10,03
Zwartveen												
2,5	1,9	3,1	2,3	-	20	31	28	30	-	0,09	0,03	0,03
5	1,8	3,8	3,0	4,6	16	19	22	24	0,01	0,04	0,07	0,12
10	4,1	2,3	-	3,8	9	12	16	21	0,01	0,07	0,19	0,68
20	2,9	2,5	3,1	3,7	-	10	13	16	0,02	0,31	0,71	1,67

* pH-waarden als in tabel 17 en 18 / pH values as in tables 17 and 18.

** onvoldoende stof of verloren gegaan / too little material or lost.

Het boriumgehalte van het gewas steeg bij toediening van borax en daalde bij de opklimmende hoeveelheden kalk. Het op borium reagerende gewas op zwartveen bevatte 16 dpm B of minder in de droge

stof. Daarentegen werd op bolsterveen geen significante reactie op borium gevonden, hoewel het gehalte in het gewas bij de hoogste kalkgift daalde tot 8 dpm B.

Planten met symptomen van molybdeengebrek bevatten over het algemeen minder dan 0,07 dpm Mo in de droge stof. Het niet meer op molybdeen reagerende gewas had een gehalte van minstens 0,12-0,19 dpm Mo. Het molybdeengehalte steeg zeer sterk met de opklimmende giften natriummolybdaat, vooral op bolsterveen, terwijl dit effect nog werd versterkt door kalk.

Het mangaangehalte van het gewas nam duidelijk toe ten gevolge van de bemesting met mangaansulfaat (tabel 20). De hoogste gehalten werden bereikt bij de hoogste gift mangaansulfaat in combinatie met de lagere pH-waarden, en omgekeerd, maar op bolsterveen was er geen negatief kalkeffect.

TABEL 20. Vp 999. Mn-, Zn- en Fe-gehalten (dpm) in de droge stof van kropsla (cv. Noran) bij variabele bemesting met deze voedingsstoffen en kalk op veensubstraten.

TABLE 20. Vp 999. Mn, Zn and Fe concentrations in dry matter of lettuce (cv. Noran) on peat substrates following addition of these nutrients and lime.

CaCO ₃ [*] g/pot	MnSO ₄ ·H ₂ O				ZnSO ₄ ·7H ₂ O				Fe-EDTA			
	mg/pot				mg/pot				mg/pot			
	0	15	30	60	0	30	60	120	0	9	18	36
Bolsterveen												
0	-**	-	-	-	121	185	211	297	80	125	100	198
2,5	45	82	117	171	81	124	146	200	113	160	154	147
5	27	75	103	176	76	104	126	188	109	155	140	153
10	39	116	142	196	86	108	143	221	96	112	108	119
Zwartveen												
2,5	58	101	132	195	-	100	142	187	80	117	112	111
5	42	118	130	189	98	107	122	161	93	132	131	146
10	38	62	88	88	82	93	139	-	73	104	115	125
20	37	98	124	137	104	125	137	166	75	86	78	99

* pH-waarden als in tabel 17 en 18 / pH values as in tables 17 and 18.

** onvoldoende stof of verloren gegaan / too little material or lost.

Toediening van zinksulfaat kwam duidelijk tot uiting in een stijging van het zinkgehalte van het gewas. Kalk verlaagde het zinkgehalte wel duidelijk op bolster-, maar niet op zwartveen.

Het ijzergehalte van het gewas werd duidelijk verhoogd door toediening van ijzer-EDTA, maar de verschillen tussen de verschillende giften waren klein. Bij de opklimmende kalkgiften trad eerst een stijging, daarna een daling van het ijzergehalte op.

Gehalten in substraat. De resultaten van de substraat analyse zijn vermeld in tabel 21. Het kopergehalte van bolsterveen, bepaald door extractie in verdund salpeterzuur, steeg duidelijk met de opklimmende giften kopersulfaat. Kalk beïnvloedde de kopergehalten niet. Bij toediening van 3 mg kopersulfaat per pot, wat voldoende was om aan de behoefte van het gewas te voldoen, steeg het kopergehalte van bolsterveen tot gemiddeld 6,0 mg Cu/kg, of 0,6 mg Cu/l (bij 120 g droog veen per pot van 1,2 l). Bij lagere gehalten kan blijkbaar een reactie op koper worden verwacht. Dit was ook het geval in de vorige proef (Vp 984) waarin een andere partij bolsterveen werd gebruikt.

Het op analoge wijze bepaalde kopergehalte van zwartveen steeg ook duidelijk door toediening van kopersulfaat, maar minder dan op bolsterveen. Bij omrekening op volumebasis (220 g droog veen per pot van 1,2 l) blijken de kopergehalten van beide veensoorten, bij overeenkomstige behandeling met kopersulfaat, beter met elkaar overeen te stemmen. Het niet met kopersulfaat behandelde zwartveen bleek gemiddeld 0,5 mg Cu/l te bevatten, waarbij geen significante reactie op koper optrad. Nader onderzoek zal moeten uitwijzen of het volgens de huidige methodieken (blz. 5) bepaalde kopergehalte van veen een goede indicatie is voor de kopervoorziening van het gewas.

De boriumgehalten van bolster- en zwartveen, bepaald door extractie in heet water, namen toe met stijgende giften borax en daalden met opklimmende kalkgiften, het duidelijkst op bolsterveen. Op volumebasis berekend, zijn de boriumgehalten van zwartveen gemiddeld nog iets hoger dan van bolsterveen, bij overeenkomstige behandeling met borax en kalk, terwijl juist op zwartveen het gewas significant op borium reageerde. Vergelijking

TABEL 21. Vp 999. Cu (salpeterzuur)- en B(water)-gehalten (mg/kg) van veensubstraten bij variabele bemesting met kopersulfaat, borax en kalk. De gehalten in mg/l zijn 0,10 (bolsterveen) en 0,18 (zwartveen) maal zo groot.

TABLE 21. Vp 999. Cu (nitric acid) and B(water) contents (mg/kg) in peat substrates following addition of copper sulphate, borax and lime. For contents in mg/l multiply by 0.10 (moss peat) and 0.18 ("black peat").

CaCO_3^* g/pot	$\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ mg/pot				$\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ mg/pot			
	0	3	6	12	0	0,6	1,2	2,4
Bolsterveen								
0	1,7	5,8	9,3	15,8	1,86	2,31	2,32	3,61
2,5	2,3	6,0	8,3	16,8	1,45	1,72	2,11	2,84
5	2,8	5,5	8,0	14,4	1,10	1,28	1,65	2,22
10	2,6	6,4	8,4	14,6	0,83	1,13	1,25	1,70
Zwartveen								
2,5	3,5	4,6	4,8	10,4	1,19	1,15	1,47	1,96
5	2,8	3,8	5,8	9,2	0,99	1,25	1,46	2,07
10	2,1	4,0	6,1	9,8	1,16	1,03	1,32	1,60
20	3,2	4,5	6,2	10,5	0,73	1,10	1,12	1,62

* pH-waarden als in tabel 17 en 18 / pH values as in tables 17 and 18.

van tabel 18 en 21 laat zien dat op zwartveen een reactie kan worden verwacht bij een gehalte lager dan 1,2 mg B/kg, overeenkomend met 0,2 mg B/l. De betekenis van het boriumgehalte van veensubstraten, bepaald door extractie in heet water, als maat voor de boriumvoorziening van het gewas zal echter nog nader moeten worden getoetst.

Vp 1000 (tomaat; Cu, B, Mo, Mn, Zn, Fe, CaCO_3)

Deze proef is een uitbreiding van voorafgaande proeven met tomat (Vp 906 en Vp 959) en omvat een variabele bemesting met elk van de spoorelementen bij vier kalktoestanden, geheel overeenkomstig Vp 999 (toetstgewas kropsla).

W a a r n e m i n g e n . Op bolsterveen werden symptomen van molybdeengebrek waargenomen in het niet met natriummolybdaat bemeste gewas, behalve bij de hoogste kalkgift (pH-KCl 6,0; pH- H_2O 6,2). De planten op het niet bekalkte veen (pH-KCl 2,8; pH- H_2O 3,3) bleven sterk in ontwikkeling achter, waardoor symptomen van molybdeengebrek niet tot uiting kwamen. Verschijnselen van ijzergebrek (geel verkleurende bladeren met een fijn patroon van groene nerven) kwamen alleen op het niet bekalkte veen voor, bij planten die geen ijzer-EDTA hadden ontvangen. Symptomen van andere voedingsziekten werden niet aangetroffen.

Op zwartveen deden zich duidelijke symptomen van kopergebrek voor in het niet met kopersulfaat bemeste gewas, vooral bij de laagste kalkgift (pH-KCl 3,3; pH- H_2O 3,9). De niet, en met de laagste gift (0,6 mg) borax behandelde planten vertoonden bij de hoogste kalkgift (pH-KCl 6,1; pH- H_2O 6,3) symptomen van boriumgebrek (blaadjes klein, naar binnen omkrullend en afstervend; steeltjes zeer bros waardoor blaadjes gemakkelijk afbreken). In het niet met natriummolybdaat bemeste gewas traden verschijnselen van molybdeengebrek op die des te heviger waren naarmate de pH van het substraat lager was. Bij pH-KCl 3,3 was 2,4 mg natriummolybdaat niet voldoende om molybdeengebrek te voorkomen, en zelfs bij een gift van 4,8 mg vertoonden de planten gedurende enige tijd lichte gebrekssymptomen. Bij pH-KCl 6,1 werden alleen in de niet met natriummolybdaat bemeste planten tijdelijk lichte gebreksverschijnselen waargenomen. Bij de tussenliggende pH-waarden was 1,2 tot 2,4 mg natriummolybdaat voldoende om molybdeengebrek te voorkomen. In tegenstelling tot bolsterveen kwam op zwartveen ijzergebrek alleen voor bij de hoogste pH, in de behandelingen 0 en 9 mg ijzer-EDTA.

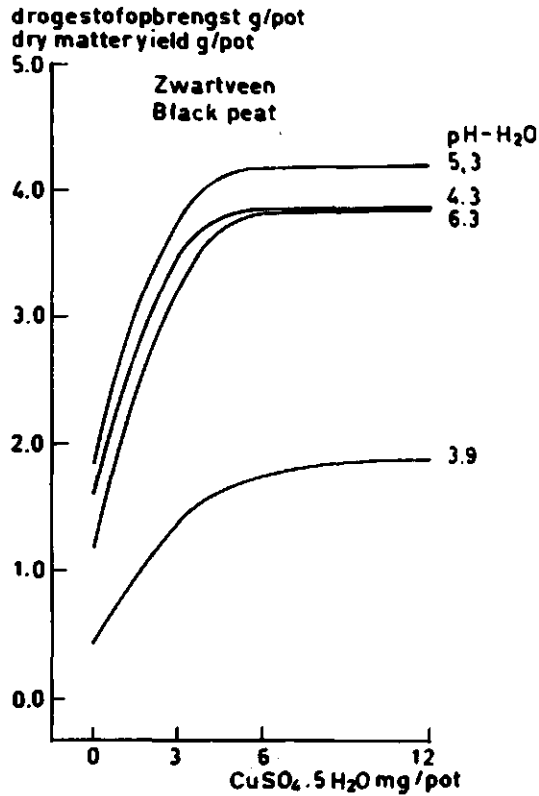
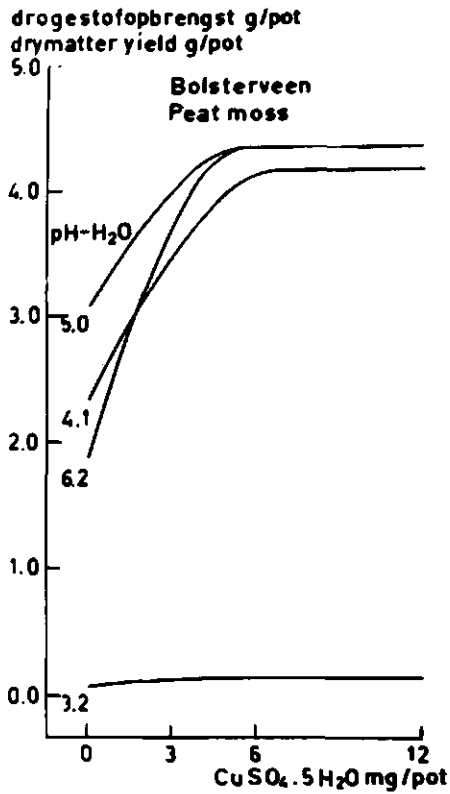


Fig. 7. Vp 1000. Gemiddelde drogestofopbrengsten van tomaat (cv. Eurocross) op veensubstraten bij verschillende hoeveelheden kopersulfaat en verschillende pH-waarden (na wederzijdse grafische vereffening).

Fig. 7. Vp 1000. Mean dry matter yields of tomato plants (cv. Eurocross) on peat substrates as affected by added copper sulphate and pH (after two-way graphical adjustment).

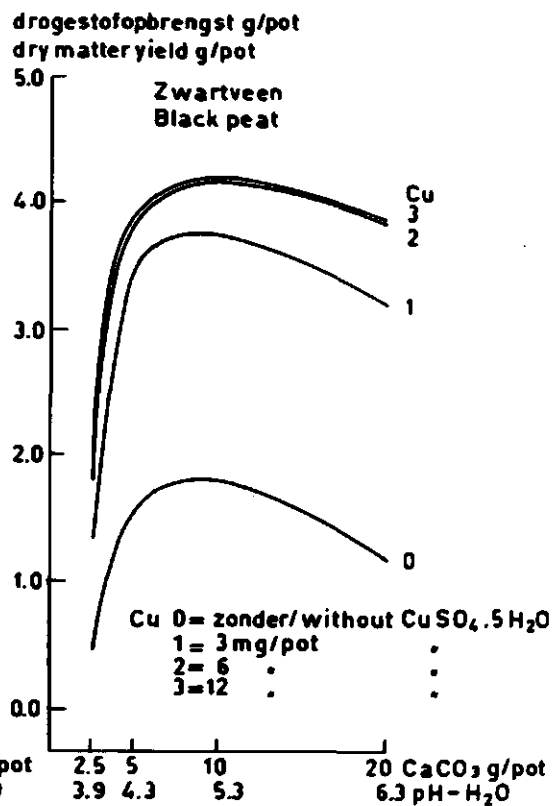
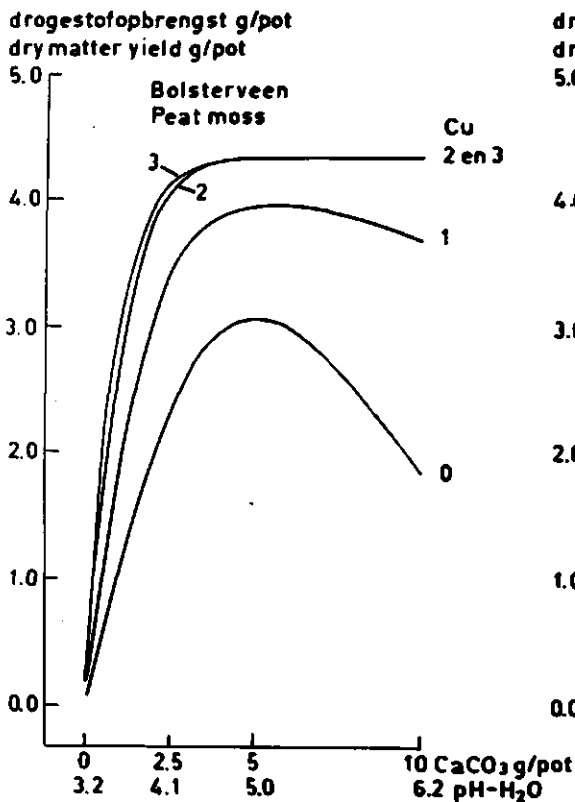


Fig. 8. Vp 1000. Als fig. 7, maar opbrengsten uitgezet tegen pH (kalkgiften).

Fig. 8. Vp 1000. As fig. 7, but yields plotted against pH (lime additions).

Opbrengsten. De drogestofopbrengsten van de bovengrondse delen op bolsterveen zijn vermeld in tabel 22.⁺ De opbrengsten werden zeer significant verhoogd door koper, behalve op het onbekalkte veen waar de planten, ongeacht de behandeling met spoorelementen, sterk in ontwikkeling achterbleven. Het effect van koper was het grootst bij de hoogste kalkgift (pH-KCl 6,0) en de koper-kalkinteractie stond zeer betrouwbaar vast. Hoeveelheden tot 6 mg kopersulfaat per pot gaven een stijging van de opbrengst, maar bij pH-KCl 4,6 (pH-H₂O 5,0) was het verschil tussen 3 en 6 mg kopersulfaat niet betrouwbaar. Bij elke kopergift, maar het sterkst bij de lagere doseringen, had kalk een positieve werking tot aan pH-KCl 4,6. De verschillen in opbrengst tussen pH-KCl 3,6 en 4,6 waren evenwel niet betrouwbaar. Een verdere stijging van de pH veroorzaakte een opbrengstdepressie bij een onvoldoende kopervoorziening (significant bij 0 mg kopersulfaat).

TABEL 22. Vp 1000. Drogestofopbrengsten van tomaat (g), cv. Eurocross, op bolsterveen bij variabele bemesting met spoorelementmeststoffen en kalk op veensubstraten (gemiddelden van 3 herhalingen).

TABLE 22. Vp 1000. Dry matter yields of tomato plants (g), cv. Eurocross, on moss peat treated with various trace nutrient fertilizers and lime (means of 3 replications).

CaCO ₃ [*] g/pot	CuSO ₄ ·5H ₂ O mg/pot				Na ₂ B ₄ O ₇ ·10H ₂ O mg/pot				Na ₂ MoO ₄ ·2H ₂ O mg/pot			
	0	3	6	12	0	0,6	1,2	2,4	0	1,2	2,4	4,8
0	0,1	0,2	0,2	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
2,5	2,5	3,3	4,1	4,2	3,6	3,4	4,0	3,7	1,0	3,4	3,2	3,8
5	3,2	3,9	4,5	4,1	3,6	3,7	4,0	4,3	2,8	3,7	4,0	4,3
10	2,0	3,6	4,5	4,5	2,1	4,5	3,9	3,9	4,0	3,8	3,8	4,0
CaCO ₃ [*] g/pot	MnSO ₄ ·H ₂ O mg/pot				ZnSO ₄ ·7H ₂ O mg/pot				Fe-EDTA mg/pot			
	0	15	30	60	0	30	60	120	0	9	18	36
0	0,3	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
2,5	3,8	3,7	3,7	4,3	3,5	3,4	3,8	3,8	3,7	3,4	3,7	3,9
5	4,4	4,1	4,1	4,3	3,6	4,3	4,4	3,8	4,6	4,8	4,3	4,9
10	5,1	4,6	4,8	4,9	5,1	4,3	4,8	3,9	4,5	5,0	4,6	4,8

* bereikte pH-KCl resp. 2,8, 3,6, 4,6, 6,0 (pH-H₂O resp. 3,2, 4,1, 5,0, 6,2).

⁺ Fig. 7-12 (links) voor bolsterveen illustreren de opbrengsten voor Cu (fig. 7), B (fig. 9), Mo (fig. 11) en kalk (fig. 8, 10, 12).

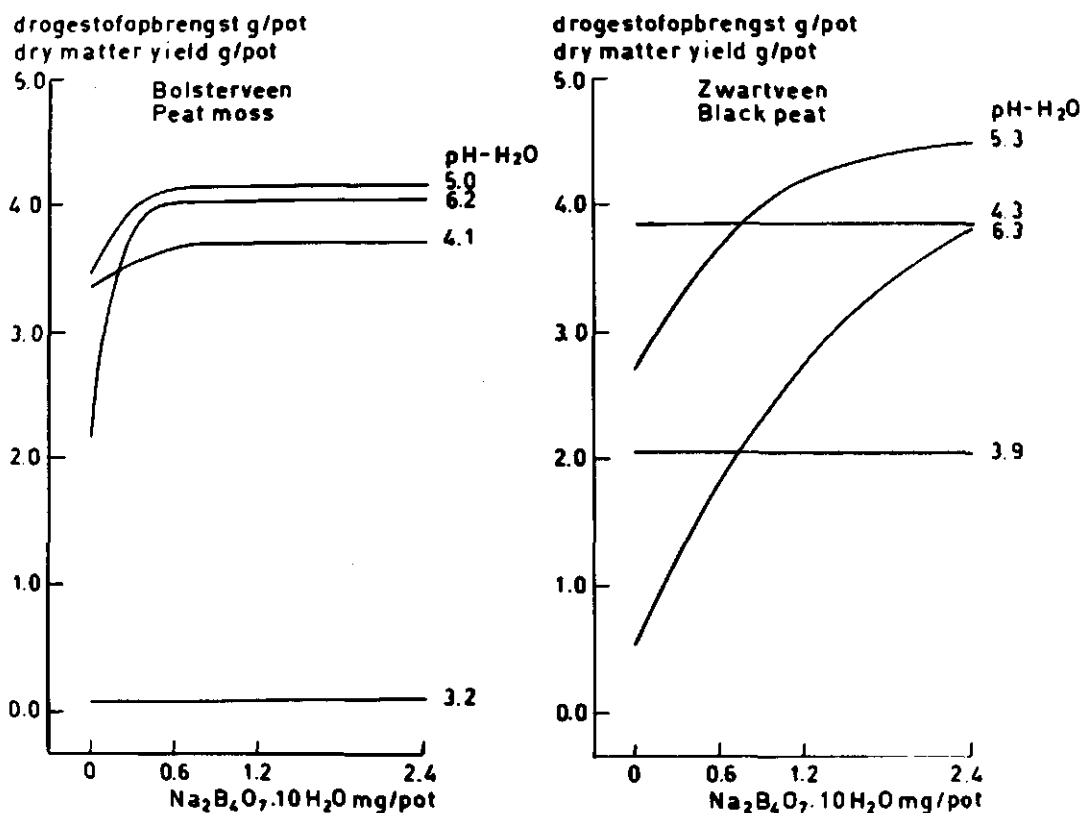


Fig. 9. Vp 1000. Gemiddelde drogestofopbrengsten van tomaat (cv. Eurocross) op veensubstraten bij verschillende hoeveelheden borax en verschillende pH-waarden (na wederzijdse grafische vereffening).

Fig. 9. Vp 1000. Mean dry matter yields of tomato plants (cv. Eurocross) on peat substrates as affected by added borax and pH (after two-way graphical adjustment).

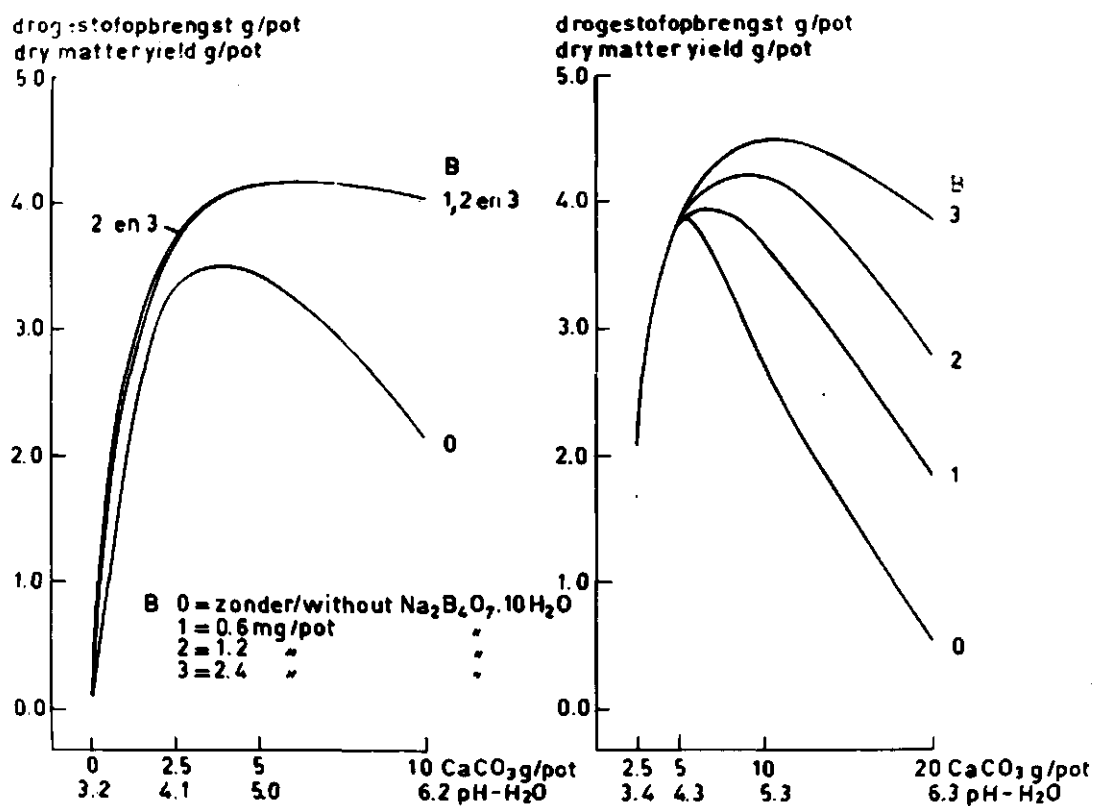


Fig. 10. Vp 1000. Als fig. 9, maar opbrengsten uitgezet tegen pH (kalkgiften).

Fig. 10. Vp 1000. As fig. 9, but yields plotted against pH (lime additions).

De werking van borium nam toe met de opklimmende kalkgiften en stond alleen betrouwbaar vast bij pH-KCl 4,6 en hoger (zeer significante borium-kalkinteractie). De maximale opbrengst werd bij een gift van 1,2 mg borax bij de verschillende kalkgiften gemiddeld wel bereikt. Kalk verhoogde de opbrengst tot aan ongeveer pH-KCl 4,6, maar (betrouwbare) verschillen tussen pH-KCl 3,6 en 4,6 ontbraken. Verdere verhoging van de pH gaf alleen in de behandeling 0,6 mg borax nog een significante opbrengst stijging, in de behandeling zonder borax daarentegen een significante opbrengstdaling.

Het gewas reageerde zeer significant op molybdeen, behalve op het onbekalkte veen, maar het effect nam af met de opklimmende kalkgiften en verdween bij pH-KCl 6,0 (zeer betrouwbare molybdeen-kalkinteractie). In het pH-traject waar het gewas op molybdeen reageerde, was 2,4 mg natriummolybdaat voldoende om opbrengstdepressies te voorkomen; tussen de giften 1,2 en 2,4 mg natriummolybdaat werden geen significante verschillen in opbrengst gevonden. In de behandelingen met molybdeen reageerde het gewas op kalk tot pH-KCl 4,6, maar de verschillen in opbrengst tussen pH-KCl 3,6 en 4,6 waren niet betrouwbaar. In de behandeling zonder molybdeen werd de optimale pH niet bereikt (hoger dan pH-KCl 6,0).

Mangaan, zink en ijzer beïnvloedden het gewas niet duidelijk. De werking van kalk was zeer significant bij elk van de toegediende hoeveelheden van deze elementen. In de behandelingen met ijzer (inclusief 0 mg ijzer-EDTA) werd het opbrengstmaximum bereikt bij pH-KCl 4,6. In de behandelingen met mangaan en zink stegen de opbrengsten met de opklimmende kalkgiften tot aan pH-KCl 6,0, maar de verschillen tussen pH-KCl 4,6 en 6,0 waren in de meeste gevallen niet betrouwbaar.

Tabel 23^{*} vermeldt de op zwartveen verkregen drogestofopbrengsten. Koper had een zeer significante werking die toenam met de opklimmende kalkgiften (significante koper-kalkinteractie). Een hoeveelheid van 6 mg kopersulfaat was ongeveer voldoende om de maximale opbrengst te bereiken, maar de verschillen tussen 3 en 6 mg kopersulfaat stonden niet betrouwbaar vast. Bij de hoogste kalkgift (pH-KCl 6,1; pH-H₂O 6,3) kon evenwel nog een betrouwbaar verschil in opbrengst worden vastgesteld

^{*} Fig. 7-12 (rechts) voor zwartveen illustreren de opbrengsten voor Cu (fig. 7), B (fig. 9), Mo (fig. 11) en kalk (fig. 8, 10, 12).

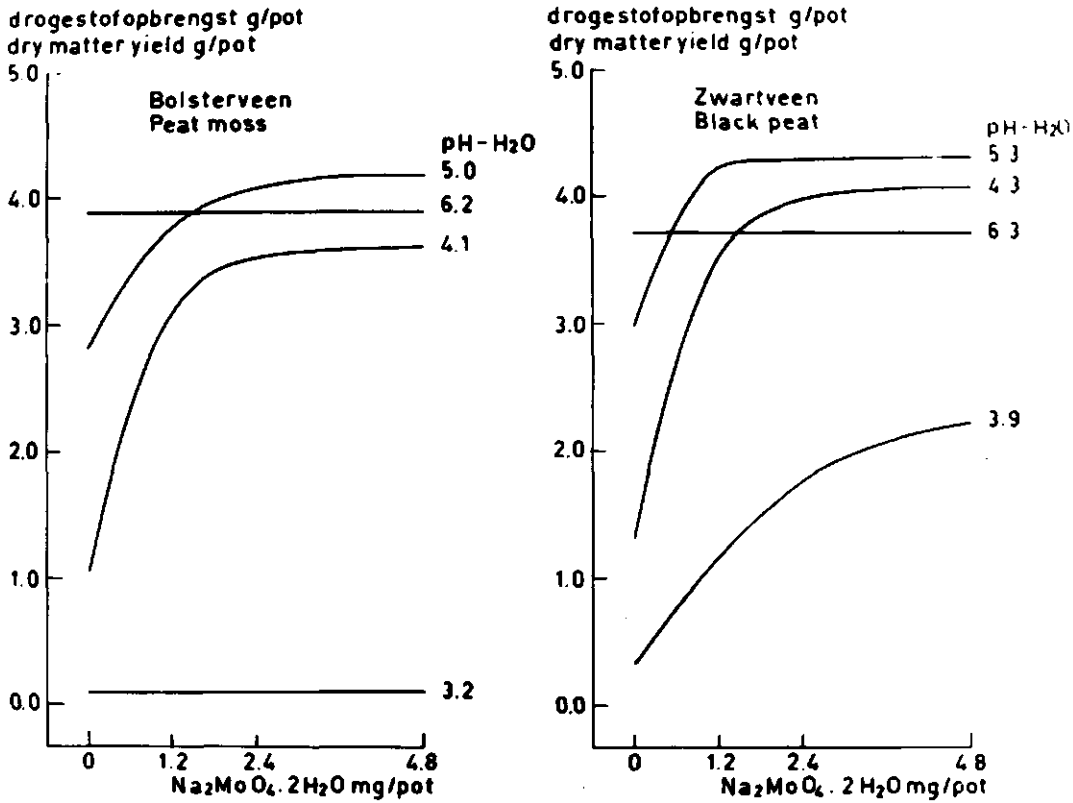


Fig. 11. Vp 1000. Gemiddelde drogestofopbrengsten van tomaat (cv. Eurocross) op veensubstraten bij verschillende giften natriummolybdaat en verschillende pH-waarden (na wederzijdse grafische vereffening).

Fig. 11. Vp 1000. Mean dry matter yields of tomato plants (cv. Eurocross) on peat substrates as affected by added sodium molybdate and pH (after two-way graphical adjustment).

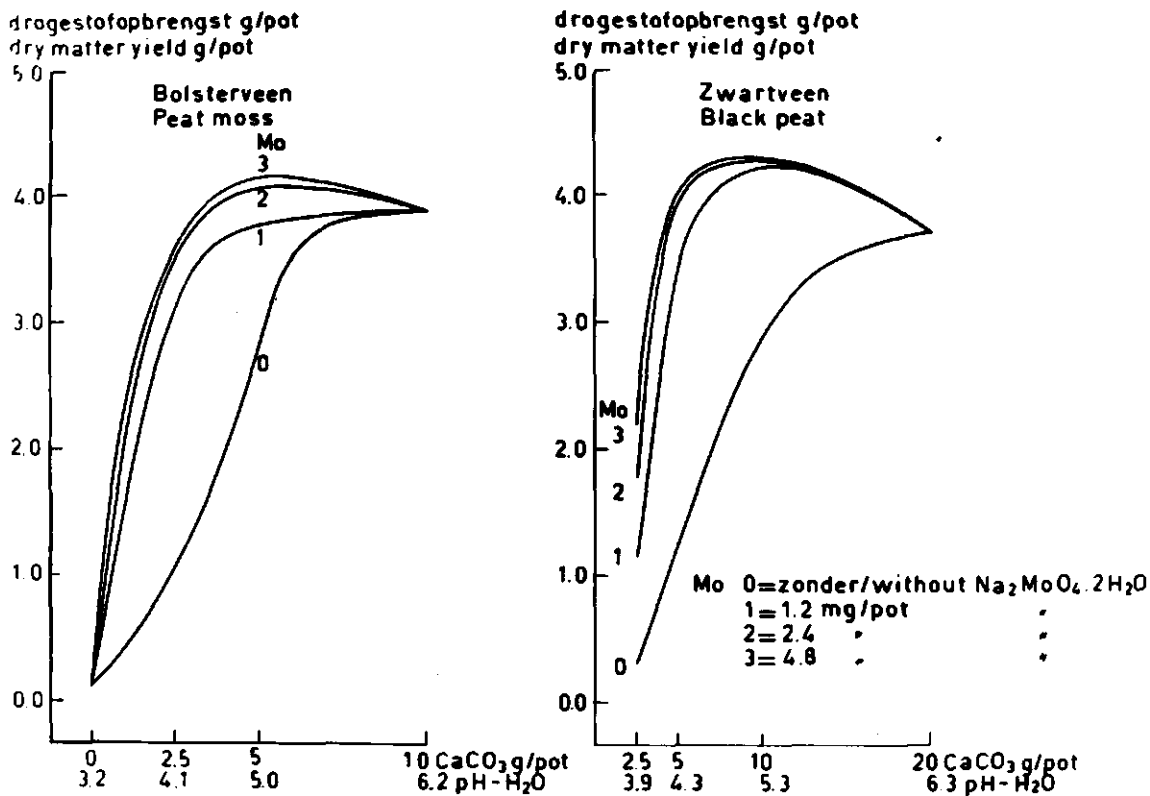


Fig. 12. Vp 1000. Als fig. 11, maar opbrengsten uitgezet tegen pH (kalkgiften).

Fig. 12. Vp 1000. As fig. 11, but yields plotted against pH (lime additions).

tussen 3 en 12 mg kopersulfaat. Kalk verhoogde bij elke kopergift de opbrengst tot aan pH-KCl 4,9 (pH-H₂O 5,3), maar de verschillen tussen pH-KCl 3,8 en 4,9 waren niet betrouwbaar. Verdere verhoging van de pH bracht een opbrengstdaling teweeg die significant was bij de niet met koper bemeste planten.

TABEL 23. Vp 1000. Als tabel 22, maar voor zwartveen.

TABLE 23. Vp 1000. As table 22, but for "black peat".

CaCO ₃ [*] g/pot	CuSO ₄ ·5H ₂ O mg/pot				Na ₂ B ₄ O ₇ ·10H ₂ O mg/pot				Na ₂ MoO ₄ ·2H ₂ O mg/pot			
	0	3	6	12	0	0,6	1,2	2,4	0	1,2	2,4	4,8
2,5	0,4	1,5	1,5	2,1	2,2	2,3	1,9	1,9	0,3	1,2	1,8	2,2
5	1,6	3,5	3,9	3,9	3,9	3,8	3,7	4,0	1,3	3,5	4,0	4,1
10	1,8	3,8	4,1	4,2	2,7	3,7	4,2	4,5	3,0	4,2	4,3	4,3
20	1,1	3,3	3,6	4,1	0,5	1,9	2,8	3,8	3,6	3,9	4,0	3,5

CaCO ₃ [*] g/pot	MnSO ₄ ·H ₂ O mg/pot				ZnSO ₄ ·7H ₂ O mg/pot				Fe-EDTA mg/pot			
	0	15	30	60	0	30	60	120	0	9	18	36
2,5	2,3	2,2	2,3	2,6	2,2	2,5	2,5	2,3	2,0	1,9	2,2	2,0
5	3,6	4,2	4,2	4,3	3,9	3,9	4,3	4,4	3,8	4,0	4,0	3,9
10	3,9	4,0	4,1	4,3	4,1	4,6	4,2	4,2	3,9	4,3	4,3	4,1
20	3,6	3,8	3,6	3,9	3,9	3,7	4,2	3,4	3,0	3,6	4,1	3,9

* bereikte pH-KCl resp. 3,3, 3,8, 4,9, 6,1 (pH-H₂O resp. 3,9, 4,3, 5,3, 6,3).

Borium had een zeer significante werking, maar alleen bij de hogere kalkgiften (pH-KCl 4,9 en hoger). Ook de borium-kalkinteractie was zeer significant. Het effect van borium was het grootst bij pH-KCl 6,1, waar de hoogste boriumgift (2,4 mg borax) nog duidelijk sub-optimaal was. Dit laatste was niet het geval bij pH-KCl 4,9. Kalk had bij de lagere doseringen een significant positieve, maar bij de hogere giften een significant negatieve werking. De optimale pH-KCl steeg van 3,8 in de behandeling zonder borax tot 4,9 bij toediening van 1,2 of 2,4 mg borax. Het negatieve kalkeffect nam af met de opklimmende boriumgiften en was net niet meer significant bij 2,4 mg borax.

Molybdeen verhoogde de opbrengst zeer significant, behalve bij de hoogste kalkgift (pH-KCl 6,1). Ook de molybdeen-kalkinteractie stond zeer betrouwbaar vast. Het effect van molybdeen was het grootst bij de lagere kalkgiften. Bij pH-KCl 4,9, 3,8 en 3,3 was resp. 1,2, 2,4 en meer dan 4,8 mg natriummolybdaat nodig om de maximale opbrengst te verkrijgen. Het (zeer significante) kalkeffect nam af met stijgende giften natriummolybdaat. In de behandelingen met molybdeen was pH-KCl 4,9 optimaal, maar het verschil in opbrengst tussen pH-KCl 3,8 en 4,9 was alleen bij 1,2 mg natriummolybdaat betrouwbaar. Verhoging van de pH-KCl tot 6,1 leidde tot een daling van de opbrengst die bij de hoogste molybdeengift ook betrouwbaar vaststond. In de behandeling zonder molybdeen werd daarentegen de maximale opbrengst nog niet bereikt bij pH-KCl 6,1.

De opbrengst werd iets verhoogd door mangaan, maar alleen bij pH-KCl 3,8 kon een betrouwbaar verschil, tussen onbehandeld en de hoogste gift mangaansulfaat (60 mg), worden aangetoond. Kalk had een zeer significant effect bij elk van de giften mangaansulfaat tot aan pH-KCl 3,8. Boven pH-KCl 4,9 trad een opbrengstdepressie op, die evenwel niet betrouwbaar vaststond.

Zink beïnvloedde de opbrengst van het gewas niet duidelijk. Kalk had, althans in de behandelingen 0 en 30 mg zinksulfaat, een positieve werking tot pH-KCl 4,9; de verschillen in opbrengst tussen pH-KCl 3,8 en 4,9 waren echter niet significant. Boven pH-KCl 4,9 werd een opbrengstdaling gevonden, die in de behandelingen 30 en 120 mg zinksulfaat betrouwbaar was.

Toediening van ijzer had weinig invloed op het gewas. Alleen bij de hoogste kalkgift (pH-KCl 6,1) kon een betrouwbaar verschil in opbrengst worden vastgesteld tussen de behandelingen met en zonder ijzer-EDTA. Kalk verhoogde de opbrengst bij elk van de giften ijzer-EDTA tot aan pH-KCl 4,9, maar de verschillen tussen pH-KCl 3,8 en 4,9 waren niet betrouwbaar. Verhoging van de pH-KCl tot 6,1 veroorzaakte een opbrengstdepressie, die in de behandelingen 0 en 9 mg ijzer-EDTA betrouwbaar vaststond.

Ook de opbrengsten van de verse massa werden getoetst volgens een variantieanalyse. De effecten waren gelijk aan die voor de drogestofopbrengsten en worden daarom niet vermeld.

Gehalten in gewas. Blijkens gewasanalyse (tabel 24) bevatten de planten (op zwartveen) die symptomen van kopergebrek vertoonden, 2,5 dpm Cu of minder in de droge stof. Op bolsterveen werden echter bij ongeveer overeenkomstige gehalten in het gewas geen gebrekssymptomen aangetroffen. Vergelijking met tabel 22 en 23 toont aan dat een goed groeiend, niet meer op koper reagerend, jong gewas een kopergehalte had van minstens 5,2 dpm Cu. Het kopergehalte van het gewas steeg met de opklimmende giften kopersulfaat, het sterkst op bolsterveen. De laagste gehalten kwamen voor bij de planten op het onbekalkte bolster-, en het met de laagste kalkgift behandelde zwartveen.

TABEL 24. Vp 1000. Cu-, B- en Mo-gehalten (dpm) in de droge stof van tomaat (cv. Eurocross) bij variabele bemesting met deze voedingsstoffen en kalk op veensubstraten.

TABLE 24. Vp 1000. Cu, B and Mo concentrations (ppm) in dry matter of tomato plants (cv. Eurocross) on peat substrates following addition of these nutrients and lime.

CaCO ₃ [*] g/pot	CuSO ₄ ·5H ₂ O mg/pot				Na ₂ B ₄ O ₇ ·10H ₂ O mg/pot				Na ₂ MoO ₄ ·2H ₂ O mg/pot			
	0	3	6	12	0	0,6	1,2	2,4	0	1,2	2,4	4,8
Bolsterveen												
0	-	1,7	3,9	6,0	***	-	-	-	-	-	-	-
2,5	1,9	5,2	8,4	12,8	21	30	34	43	0,07	0,97	2,02	3,75
5	2,6	6,0	8,5	13,1	12	20	26	34	0,06	2,41	5,24	9,75
10	2,0	5,2	6,9	9,3	9	10	15	24	0,15	5,59	12,90	19,60
Zwartveen												
2,5	1,3	2,0	2,0	3,1	24	31	34	40	-	0,14	0,21	0,25
5	2,2	2,5	4,4	6,7	20	25	31	38	0,03	0,20	0,22	0,60
10	1,3	2,7	4,8	7,0	11	14	17	25	0,04	0,27	1,51	2,53
20	2,5	2,7	3,1	6,4	5	6	8	12	0,09	1,11	3,30	7,78

* pH waarden als in tabel 22 en 23 / pH values as in tables 22 and 23.

** onvoldoende stof of verloren gegaan / too little material or lost.

De planten (op zwartveen) die symptomen van boriumgebrek vertoonden, hadden een boriumgehalte van 6 dpm B of lager in de droge stof. Bij een goede boriumvoorziening bevatte het gewas minstens 25 dpm B. Het boriumgehalte nam toe met de stijgende giften borax en daalde met opklimmende kalkgiften.

Het gewas dat symptomen van molybdeengebrek vertoonde, bleek 0,21 dpm Mo of minder in de droge stof te bevatten. Het niet meer op molybdeenreagerende gewas had een molybdeengehalte van minstens 0,27 dpm Mo. Het molybdeengehalte steeg zeer sterk met de opklimmende giften natriummolybdaat en kalk, het sterkst op bolsterveen.

Het mangaangehalte van het gewas (tabel 25) nam duidelijk toe met de stijgende hoeveelheden mangaansulfaat die werden toegediend. Kalk had op bolsterveen wel, op zwartveen geen negatief effect op het mangaangehalte.

TABEL 25. Vp 1000. Mn-, Zn- en Fe-gehalten (dpm) in de droge stof van tomaat (cv. Eurocross) bij variabele bemesting met deze voedingsstoffen en kalk op veensubstraten.

TABLE 25. Vp 1000. Mn, Zn and Fe concentrations (ppm) in dry matter of tomato plants (cv. Eurocross) on peat substrates following addition of these nutrients and lime.

CaCO ₃ [*] g/pot	MnSO ₄ ·H ₂ O				ZnSO ₄ ·7H ₂ O				Fe-EDTA			
	mg/pot				mg/pot				mg/pot			
	0	15	30	60	0	30	60	120	0	9	18	36
Bolsterveen												
0	-**	162	258	447	67	174	275	375	110	137	153	231
2,5	36	96	147	321	106	163	199	346	124	-	220	159
5	38	92	130	196	117	166	220	354	127	145	155	146
10	29	89	118	217	111	163	197	337	105	112	124	145
Zwartveen												
2,5	32	76	128	237	85	98	141	207	121	148	147	150
5	36	83	116	233	120	145	171	238	121	157	143	150
10	40	75	98	183	117	149	165	245	113	122	130	131
20	43	125	179	265	149	160	186	202	105	89	88	93

* pH waarden als in tabel 22 en 23 / pH values as in tables 22 and 23.

** onvoldoende stof of verloren gegaan / too little material or lost.

De zinkgehalten van het gewas vertoonden zeer duidelijk de invloed van de bemesting met zinksulfaat, vooral op bolsterveen. De werking van kalk was op bolsterveen negatief, behalve in de behandeling zonder zink, op zwartveen daarentegen overwegend positief.

Toediening van ijzer-EDTA had een duidelijk effect op het ijzergehalte van het gewas, maar de verschillen tussen de verschillende giften waren over het algemeen klein. Het ijzergehalte daalde over het algemeen bij de hogere kalkgiften, met name op zwartveen, waar bij pH-KCl 6,1 ijzer-EDTA geen invloed meer had.

Gehalten in substraat. De resultaten van de substraatanalyse zijn vermeld in tabel 26. Het kopergehalte van bolster- en zwartveen, bepaald door extractie in verdund salpeterzuur, steeg duidelijk met de opklimmende giften kopersulfaat, maar kalk had geen invloed. De verhoging van het kopergehalte, bij overeenkomstige behandeling met kopersulfaat, was het grootst op bolsterveen, wat valt te verklaren uit het verschil in volumegewicht. Per gewichtseenheid substraat wordt op bolsterveen 1,7 maal zo veel kopersulfaat toegediend als op zwartveen. Bij toediening van 6 mg kopersulfaat per pot, wat voldoende was voor een voldoende kopervoorziening, steeg het kopergehalte van bolsterveen tot gemiddeld 8,9 en van zwartveen tot gemiddeld 6,4 mg Cu/kg. Op volumebasis berekend, komen de gehalten veel beter met elkaar overeen: 0,9 mg Cu/l (bolsterveen) en 1,1 mg Cu/l (zwartveen). Indien het kopergehalte van deze substraten lager is, kan volgens deze gegevens bij tomaat een reactie op koper worden verwacht.

De boriumgehalten van de substraten, bepaald door extractie in heet water, namen toe met de opklimmende giften borax en daalden met de stijgende kalkgiften. Op volumebasis berekend, komen de boriumgehalten van de substraten, bij overeenkomstige behandeling met borax en kalk, tamelijk goed met elkaar overeen, hoewel de gehalten van zwartveen gemiddeld iets hoger waren. Vergelijking met tabel 22 en 23 laat zien, dat op bolsterveen met een boriumgehalte lager dan ongeveer 0,8-1,1 mg B/kg (0,1 mg B/l), en op zwartveen met minder dan ongeveer 0,9 mg B/kg (0,15 mg B/l), een reactie van tomaat op borium kan worden verwacht.

TABEL 26. Vp 1000. Cu (salpeterzuur)- en B(water)-gehalten (mg/kg) van veensubstraten bij variabele bemesting met kopersulfaat, borax en kalk. De gehalten in mg/l zijn 0,10 (bolsterveen) en 0,17 (zwartveen) maal zo groot.

TABLE 26. Vp 1000. Cu (nitric acid) and B(water) contents (mg/kg) in peat substrates following addition of copper sulphate, borax and lime. For contents in mg/l multiply by 0.10 (moss peat) and 0.17 ("black peat").

CaCO_3^* g/pot	$\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ mg/pot					$\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ mg/pot			
Bolsterveen									
0	2,2	4,4	9,9	17,4	1,51	1,85	2,50	3,09	
2,5	2,2	8,6	6,5	11,5	1,22	1,37	1,56	2,26	
5	2,3	5,4	9,2	16,2	1,01	1,10	0,92	1,52	
10	2,7	5,6	9,8	16,2	0,29	0,51	0,84	0,83	
Zwartveen									
2,5	2,1	4,7	6,8	10,3	0,93	1,06	1,21	1,69	
5	1,5	3,3	5,9	10,4	0,76	1,03	1,30	1,45	
10	2,1	3,9	5,8	9,5	0,97	0,73	0,96	1,23	
20	2,6	3,9	6,8	10,2	0,52	0,48	0,82	0,90	

* pH-waarden als in tabel 22 en 23 / pH values as in tables 22 and 23.

4. BESPREKING

De hier gevonden optimale spoorelementgiften voor jonge sla- en tomateplanten, geteeld op oligotroof veen, komen tamelijk goed overeen met de door Roorda van Eysinga (1965) aanbevolen hoeveelheden, nl. 1,25 g Crescal (een samengestelde meststof met 0,10% Cu, 0,05% B, 0,15% Mn) en 5 mg natriummolybdaat per liter.

Penningsfeld (1959/60; 1963) adviseert behalve 1,5 g Crescal nog 5 mg kopersulfaat en 15 mg ijzer-EDTA per liter veensubstraat (bij pH-KCl 5,5).

Roll-Hansen (1966) en Woods and Kenny (1968) adviseren hogere giften van de verschillende spoorelementen, behalve voor molybdeen. Spithorst (1969) vermeldt voor jonge tomateplanten zelfs optimale giften van 40 mg kopersulfaat, 18 mg borax en 24 mg natriummolybdaat.

Blijkens het voorgaande is het optimale traject voor de dosering met spoorelementen op veensubstraten nogal breed, wellicht met uitzondering van borium. Penningsfeld und Heussler (1964/65) vermelden voor sla en tomaat opbrengstdepressies bij giften van 30 mg borax per liter veensubstraat. Volgens Smilde en Van Luit (niet gepubliceerde gegevens) vallen giften hoger dan 8,0 mg borax per liter veensubstraat (pH-KCl 4,6) buiten het optimale traject. De uitspraak van Spithorst (1969) dat tomaat hoeveelheden tot 90 mg borax per liter kan verdragen, lijkt daarom gevaarlijk. Dergelijke hoge boriumgiften worden volgens Bunt (1965) en Adams et al. (1971) wel door het gewas getolereerd indien het element als silicaat, in de vorm van een frit (FTE), wordt toegediend.

Dank zij de bufferende werking van veensubstraten bezitten hierop geteelde gewassen een hoge tolerantie voor toediening van metalen. Mac Kay et al. (1966) namen bij sla pas schade waar bij toediening van meer dan 170 mg kopersulfaat per liter sphagnum. In ons onderzoek hadden giften tot 60 mg mangaansulfaat per pot (1,2 liter) geen nadelige, en soms zelfs een duidelijk gunstige werking. Hoeveelheden tot 60 mg zinksulfaat per pot hadden geen duidelijk effect, maar 120 mg leidde in verschillende gevallen tot (significante) opbrengstdepressies, merkwaardig genoeg vooral

bij de hogere pH-waarden. Indien geen koper wordt toegediend, ligt de toxische grens voor zink waarschijnlijk lager (Lucas, 1945; Spithorst, 1969). Volgens Smilde en Van Luit (niet gepubliceerde gegevens) waren giften van 32,0 mg natriummolybdaat per liter veensubstraat (pH-KCl 4,6) niet nadelig voor sla en tomaat. MacKay et al. (1966) constateerden bij een gift van 190 mg natriummolybdaat per liter sphagnum geen significante vermindering van de opbrengst bij sla. Bij andere groentegewassen (ui, peen, bloemkool, spinazie) was dit wel het geval, met name in afwezigheid van koper.

MacKay et al. (1966) vonden in hun onderzoek met groentegewassen op sphagnum in het algemeen geen reactie op toegediend mangaan, zink en ijzer. Gallagher and O'Sullivan (1969) observeerden zinkgebrek in uien op zwaar bekalkt sphagnum (pH-H₂O 6,5). In ons onderzoek traden bij tomaat (Vp 1000) bij hoge pH (pH-KCl 6,1) op zwartveen symptomen van ijzergebrek op en verhoogde ijzer-EDTA de opbrengst significant. Ook bij zeer lage pH (niet bekalkt bolsterveen; pH-KCl 2,8) kan ijzergebrek optreden. Dit op zure veengronden ("Saureschäden") voorkomende verschijnsel wordt ook beschreven door Brandenburg (1961), Lucas and Davis (1961) en Ødelien (1964).

Uit het onderzoek is duidelijk gebleken dat aanzienlijke opbrengstdepressies door een tekort of overmaat aan spoorelementen kunnen optreden zonder dat het gewas uiterlijk kenmerken van voedingsziekten vertoont. Ook Penningsfeld und Heussler (1964/65) wijzen op het latente voorkomen van deze voedingsziekten. Analyse van het gewas kan in zulke gevallen wel bijdragen tot een juiste diagnose, hoewel rekening moet worden gehouden met zgn. verdunningseffecten (blz. 14, 19, 31). Bij gehalten hoger dan ca. 5 dpm Cu (sla, tomaat), 20 dpm B (sla, tomaat), 0,60 dpm Mo (sla) en 0,30 dpm Mo (tomaat) in de droge stof van jonge planten zijn reacties op deze elementen onwaarschijnlijk. Men raadplege voorts de literatuuroverzichten van Smilde en Roorda van Eysinga (1968) en Roorda van Eysinga en Smilde (1971).

De betekenis van substraatanalyse voor de diagnostiek en het opstellen van meststofadviezen dient nog nader te worden onderzocht. De hier gevonden minimaal vereiste koperconcentratie (0,5-0,6 mg Cu/liter voor sla en 0,9-1,1 mg Cu/liter voor tomaat) komt goed overeen met de door Penningsfeld en Forchthammer (1968) opgegeven normen voor snijbloemen op Styromull/veen mengsels, maar de minimale waarde voor borium (0,1-0,2 mg B per liter voor beide gewassen) is lager. MacKay et al. (1962) vermelden voor sla een minimaal benodigde concentratie van 2,8 dpm wateroplosbaar B in sphagnum, wat volgens de in tabel 21 en 26 aangegeven omrekening zou overeenkomen met 0,28 mg B per liter.

5. SAMENVATTING EN CONCLUSIES

In potproeven met bolsterveen en doorgevroren zwartveen werden bij sla en tomaat de reacties op spoorelementen en kalk bestudeerd. De reacties op ieder spoorelement werden bepaald bij "optimale niveau's" van alle andere spoorelementen en een voldoende basisbemesting met de hoofdelementen.

De hoofdeffecten waren kalk, koper, borium en molybdeen. Positieve interacties werden gevonden voor kalk x koper en kalk x borium, en negatieve voor kalk x molybdeen. Gemiddeld werden bij sla de hoogste drogestofopbrengsten verkregen bij toediening (per 1,2 liter pot) van 3 mg kopersulfaat, 1,2 mg borax en 2,4 mg natriummolybdaat bij pH-KCl 4,6-5,0 (pH-H₂O 5,0-5,4), waarvoor giften van resp. 5-6 en 10-12 g calciumcarbonaat op bolster- en zwartveen nodig waren. Voor tomaat waren de optimale giften: 6 mg kopersulfaat, 0,6-1,2 en 1,2-2,4 mg borax op resp. bolster- en zwartveen, 2,4 mg natriummolybdaat, en kalkgiften als voor sla.

Giften tot 60 mg mangaansulfaat per pot waren voor geen van beide gewassen nadelig en hadden in enkele gevallen zelfs een gunstige werking. Hoeveelheden tot 60 mg zinksulfaat beïnvloedden de drogestofopbrengsten niet duidelijk, maar toediening van 120 mg leidde in sommige proeven tot (significante) depressies. Een positieve werking van ijzer is alleen te verwachten bij hoge (pH-KCl 6,0 of hoger) en zeer lage (pH-KCl 2,8; niet bekalkt (bolster)veen) pH waarden.

6. SUMMARY

In pot experiments responses of lettuce and tomato on pure peat substrates to added lime and trace nutrients were studied. Peat substrates included moss peat (slightly decomposed young *Sphagnum*) and "black peat" (humified old *Sphagnum* with some *Eriophorum*, *Carex* and *Phragmites*), exposed to frost after cutting. Responses to each minor nutrient were determined in the presence of "optimum" levels, of all other minor nutrients and standard dressings of major nutrients applied to all pots. Lime, copper, boron and molybdenum constituted the main effects. Interactions with lime were positive for copper and boron, and negative for molybdenum. Best all-round results for lettuce were obtained with additions (per 1.2-litre pot) of 3 mg copper sulphate, 1.2 mg borax and 2.4 mg sodium molybdate at pH-KCl 4.6-5.0 (pH-H₂O 5.0-5.4), following application of 5-6 and 10-12 g calcium carbonate on moss peat and "black-peat" respectively. Optimum overall treatments for tomato were: 6 mg copper sulphate, 0.6-1.2 mg borax (moss peat) and 1.2-2.4 mg borax ("black peat"), 2.4 mg sodium molybdate, and lime additions equal to those for lettuce.

Applications of manganese sulphate up to 60 mg per pot had no adverse and in some cases even a beneficial effect on crop growth. Amounts of zinc sulphate up to 60 mg per pot did not affect crop growth but at twice this level (significantly) reduced dry matter yields in some experiments. Positive responses to iron can only be expected at high (pH-KCl 6.0 or more) and very low (pH-KCl 2.8; unlimed moss peat) pH values.

7. LITERATUUR

- Adams, P., C.Graves and G.W.Winsor, 1971. Nutrition of tomatoes in peat. Annu.Rep.Glasshouse Crops Res. Inst. 1970: 103-104.
- Brandenburg, E., 1961. Die Symptome des Molybdänmangels an verschiedenen Kulturpflanzen. Z.Pflanzenkr. Pflanzenpathol. Pflanzenschutz 68: 532-541.
- Bunt, A.C., 1965. Look for boron deficiency in peat-sand composts. Grower 64: 440-441.
- Dijk, H. van, and P.Boekel, 1965. Effect of drying and freezing on certain physical properties of peat. Neth.J.Agr.Sci. 13: 248-260.
- Gallagher, P.A. and M. O'Sullivan, 1969. Zinc deficiency in onions. An Foras Talúntais, Hort. Forest. Div., Res.Rep. 1969: 48.
- Lucas, R.E., 1945. The effect of addition of sulfates of copper, zinc and manganese on the absorption of these elements by plants grown on organic soils. Soil Sci.Soc.Amer.Proc. 10: 269-274.
- Lucas, R.E. and J.F.Davis, 1961. Relationship between pH values of organic soils and availabilities of 12 plant nutrients. Soil Sci. 92: 177-182.
- MacKay, D.C., W.M.Langille and E.W.Chipman, 1962. Boron deficiency and toxicity in crops grown on sphagnum peat soil. Can. J.Soil Sci. 42: 302-310.
- MacKay, D.C., E.W.Chipman and U.C.Gupta, 1966. Copper and molybdenum nutrition of crops grown on acid sphagnum peat soils. Soil Sci.Soc.Amer.Proc. 30: 755-759.
- Ødelien, M., 1964. Déficiences en éléments secondaires et en oligoéléments en Norvège. Bull.Doc.Ass.Int.Fabricants Superphosphate 39: 1-7.
- Penningsfeld, F., 1959/60. Nährstoffbedarf marktwichtigen Gemüsearten im Auflauf- und Jungpflanzenstadium. Jahresber. Staatl. Lehr-Forschungsanst. Gartenbau Weihestephan 1959/60: 2-27.

- Penningsfeld, F., 1963. Torfkulturversuche mit Gemüsejungpflanzen. *Acta Horticulturae, Tech. Commun. Int. Soc. Hort. Sci.* 1: 5-9.
- Penningsfeld, F. et L. Forchthammer, 1968. Essais pour la détermination de l'approvisionnement optimal en oligoéléments des fleurs à couper. *Proc. Colloq. Int. Potash Inst.*, 6th, Florence, pp. 364-378.
- Penningsfeld, F. und A. Heussler, 1964/65. Kupfer-, Molybdän- und Borbedarf von Sommerblumen im Jungpflanzenstadium. *Jahresber. Staatl. Lehr- Forschungsanst. Gartenbau Weihenstephan* 1964/65: 46-64.
- Roll-Hansen, J., 1966. Propagation of plants in sphagnum peat instead of in steamed soil. *Acta Horticulturae, Tech. Commun. Int. Soc. Hort. Sci.* 4: 158-160.
- Roorda van Eysinga, J. P. N. L., 1965. Development of a pure peat mixture for raising plants with blocks. *Agr. Res. Rep.* 668: 78 pp.
- Roorda van Eysinga, J. P. N. L. and K. W. Smilde, 1971. Nutritional disorders in glasshouse lettuce. Centre for Agricultural Publishing and Documentation, Wageningen, 56 pp. Nederlandse editie: Voedingsziekten bij sla, geteeld onder glas. *Inst. Bodemvruchtbaarheid, Haren (Gr.) / Proefsta. Groenten- Fruitteelt Glas, Naaldwijk*, 56 pp.
- Smilde, K. W., 1971. Evaluation of fritted trace elements (FTE) on peat substrates. *Inst. Bodemvruchtbaarheid, Rapp.* 1-1971: 15 pp.
- Smilde, K. W. and J. P. N. L. Roorda van Eysinga, 1968. Nutritional diseases in glasshouse tomatoes. Centre for Agricultural Publishing and Documentation, Wageningen, 48 pp. Nederlandse editie: Voedingsziekten bij tomaat, geteeld onder glas. *Inst. Bodemvruchtbaarheid, Haren (Gr.) / Proefsta. Groenten- Fruitteelt Glas, Naaldwijk*, 47 pp.
- Spithorst, L. S., 1969. Spoorelementenbemesting in oligotroof veen voor het opkweken van tomateplanten. *Tuinbouwmededelingen* 32:499-506.
- Steenbjerg, F., 1952. Verification of chemical soil and plant analyses: General considerations. *Trans. Int. Soc. Soil Sci. Comm.* II/IV, Dublin; 1952, 1: 309-322.

Steenbjerg, F., 1954. Manuring, plant production and the chemical composition of the plant. *Plant Soil* 5: 226-242.

Woods, M.J. and T.Kenny, 1968. Nutritional and cultural aspects of peat as a growing medium for tomatoes. *Proc. Colloq.Int.Potash Inst.*, 6th, Florence, pp: 342-351.