

CODEN: IBBRAH (9-79) 1-18 (1979)

INSTITUUT VOOR BODEMVRUCHTBAARHEID

RAPPORT 9-79

ONDERZOEK NAAR HET OPTREDEN VAN KOPERGEBREK OP DRENTSE BOSGRONDEN

door

B. VAN LUIT

1979

Instituut voor Bodemvruchtbaarheid, Oosterweg 92, Postbus 30003,
9750 RA Haren (Gr.)

Inst. Bodemvruchtbaarheid, Rapp. 9-79 (1979) 18 pp.

INHOUD

1. Inleiding	3
2. Opzet van het onderzoek	4
2.1. Onderzoek naar het optreden van Cu-gebrek (Vp 1028-1971/1974)	4
2.2. Onderzoek naar het optreden van Fe- en/of Mo-gebrek (Vp 1116-1973).	5
3. Resultaten	7
3.1. Vp 1028-1971. Zomertarwe en kanariezaad	7
3.2. Vp 1028-1971. Tomaat en sla	8
3.3. Vp 1028-1972. Douglassparren	9
3.4. Vp 1028-1973 en 1974. Douglassparren	10
3.5. Vp 1028. Grondonderzoek	11
3.6. Vp 1116-1973. Douglassparren	12
4. Samenvatting en conclusies	17
5. Literatuur	18

1. INLEIDING

Uit onderzoek van het Bosbouwproefstation "de Dorschkamp" was gebleken dat de kopervoorziening in een aantal Drentse bosgronden niet optimaal was. Er werd een zekere relatie verondersteld tussen het optreden van Cu-gebrek in verschillende naaldhoutsoorten en de herkomst van de organische stof bestaande uit strooisellagen van verschillende naaldboomsoorten.

Om dit nader te kunnen bestuderen werden door het Instituut voor Bodemvruchtbaarheid in overleg met "de Dorschkamp" in 1970 een aantal gronden geselecteerd uit Gees en Schoonlo, nl. strooisellagen van grove den, fijnspar en lariks. In de proef werden eveneens een koperarme heidepodzolgrond uit Schoonlo en een veensubstraat als referentie opgenomen.

Aansluitend aan dit onderzoek werd in 1973 een proef genomen met douglas-spar op één van de strooiselgronden, om na te gaan of de in verschillende gewassen gesignaleerde verschijnselen het gevolg waren van Fe- en/of Mo-gebrek.

2. OPZET VAN HET ONDERZOEK

2.1. Onderzoek naar het optreden van Cu-gebrek (Vp 1028-1971/1974)

De volgende gronden werden voor het onderzoek geselecteerd:

- a. Bolsterveen (turfstrooisel)- koperarme referentiegrond.
- b. Gees, vak 44 - strooisellaag van grove den.
- c. Schoonlo, vak 15^c - strooisellaag van fijnspar.
- d. Schoonlo, vak 45 - strooisellaag van grove den.
- e. Schoonlo, vak 49^a - strooisellaag van lariks.
- f. Schoonlo, vak 74 - heidepodzol als referentiegrond.

Als eerste toetsgewassen werden zomertarwe (Peko) en kanariezaad gekozen, aangezien deze gewassen uiterst gevoelig zijn voor kopergebrek. De behandelingen (in drievoud) bestonden uit: bemesting met Cu (50 kg/ha), als $\text{Cu SO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ en controle (geen Cu). Alle potten (Mitscherlichpotten, inhoud 5,2 l) ontvingen de volgende basisbemesting per pot: 1,5 g N als NH_4NO_3 ; 1,0 g P_2O_5 als K_2HPO_4 en 0,5 g MgO als $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$.

Het bolsterveen ontving 2,5 g CaCO_3 per pot waardoor de pH-KCl tot 3,5 werd verhoogd. De pH-KCl van de overige gronden varieerde van 3,0 tot 3,5. Na de zomertarwe en het kanariezaad werden in 1971 resp. tomaat en sla ingezaaid. Vóór de zaai van deze gewassen werd een aanvullende basisbemesting per pot toegediend van 0,8 g N als NH_4NO_3 ; 0,5 g P_2O_5 als K_2HPO_4 en 0,3 g MgO als $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$.

Eind 1971 werden de herhalingen van beide gewassen bij elkaar gevoegd (2 x 3 = 6 herhalingen), waarna in 1972, 1973 en 1974 douglassparren werden geplant (5 per pot). De sparren kregen elk jaar een aanvullende basisbemesting per pot toegediend van: 0,3 g N als NH_4NO_3 ; 0,5 g P_2O_5 als K_2HPO_4 en 0,3 g MgO als $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$. Gedurende het groeiseizoen werden enkele keren overbestedingen toegediend. In 1972 in totaal 0,5 g N/pot als NH_4NO_3 en 0,2 g P_2O_5 /pot als K_2HPO_4 , in 1973 0,2 g N/pot als NH_4NO_3 en in 1974 0,6 g N/pot als NH_4NO_3 en 0,3 g P_2O_5 /pot als K_2HPO_4 .

Tijdens de groei werden alle gewassen afwisselend bespoten met een 1% Fe-EDTA- en een 0,05% $\text{Na}_2\text{MoO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ -oplossing. Dit was nodig om optredende

verschijnselen van chlorose (Fe- en/of Mo-gebrek) te voorkomen. In aanvullend onderzoek werd nagegaan of de verschijnselen het gevolg waren van een tekort aan Fe of Mo (zie voor opzet 2.2.). De opbrengsten werden in alle jaren rekenkundig bewerkt met behulp van een F- en/of T-toets.

In 1971 werd vóór het vullen grondonderzoek verricht op pH-KCl, Cu-HNO₃ en Cu-totaal. Na de oogst werden Cu-HNO₃ en Cu-totaal bepaald. In de jaren 1972 t/m 1974 werden na de oogst Pw-getal, P-totaal, Cu-HNO₃, Cu-totaal, Cu-EDTA en Cu-NaCl[†] bepaald.

Gewasanalyses op Cu vonden alleen plaats in de naalden van de sparren in 1972 t/m 1974.

2.2. Onderzoek naar het optreden van Fe- en/of Mo-gebrek (Vp 1116-1973)

Op de strooiselgronden traden symptomen op die geleken op Fe- en/of Mo-gebrek. Op de strooisellaag van fijnspar werd daarom nader onderzoek verricht in een potproef met douglassparren, waarbij de volgende behandelingen werden aangebracht: geen bespuiting, bespuiting met een 0,5% Fe-EDTA of een 0,03% Na-molybdaatoplossing of een gecombineerde bespuiting met beide oplossingen beurtelings toegepast. Elke behandeling werd driemaal herhaald (5 planten per pot).

De basisbemesting voor alle potten was als volgt: 0,3 g N/pot als NH₄NO₃, 0,5 g P₂O₅/pot als K₂HPO₄, 0,3 g MgO/pot als MgSO₄.7H₂O en 0,15 g CuSO₄.5H₂O/pot.

In de loop van het groeiseizoen werd enkele keren overbemest met N, in totaal 0,3 g N per pot als NH₄NO₃. Het aantal bespuitingen in de enkelvoudige bespuitingsobjecten met Fe of Mo bedroeg negen, waarbij de eerste bespuiting werd uitgevoerd op 5/6 en de laatste op 16/8.

[†] Cu-HNO₃ : extractie met 0,43 mol/l NHO₃

Cu-totaal: destructie met zurenmengsel van HNO₃, H₂SO₄ en HClO₄

Cu-NaCl : extractie met 1 mol/l NaCl

Cu-EDTA : extractie met 1% EDTA

Deze analyses werden uitgevoerd door de heer J. Dijkstra van het Centraal Laboratorium van het Instituut voor Bodemvruchtbaarheid.

Op het gecombineerde Fe-Mo bespuitingsobject werd tienmaal gespoten in hetzelfde tijdvak, nl. vijfmaal met een Fe- en vijfmaal met een Mo-oplossing.

In deze proef werden geen opbrengsten bepaald. Op 6/9 werden kleurcijfers gegeven.

3. RESULTATEN

3.1. Vp 1028-1971. Zomertarwe en kanariezaad

De verschillen in korrelopbrengst van kanariezaad tussen de wel en niet met koper bemeste objecten konden alleen voor het bolsterveen betrouwbaar worden aangetoond. Voor stro werden geen significante verschillen vastgesteld. Dit komt mede door de vorming van nieuwe uitlopers op de objecten zonder koper. Op de zeer arme heidepodzolgrond uit Schoonlo was de groei van het kanariezaad bijzonder slecht, waardoor zowel zonder als met koper geen stro- en korrelopbrengst werd verkregen. Het gewas bereikte slechts een hoogte van 5 cm, waarna het grotendeels afstierf. De opbrengsten zijn vermeld in tabel I.

TABEL I. Korrel- en stro-opbrengsten in g/pot van kanariezaad en zomertarwe in potproef Vp 1028 (1971)

Gronden	<u>Kanariezaad</u>				<u>Zomertarwe</u>			
	<u>Korrel</u>		<u>Stro</u>		<u>Korrel</u>		<u>Stro</u>	
	-Cu	+Cu	-Cu	+Cu	-Cu	+Cu	-Cu	+Cu
Bolsterveen	0,3	23,8	68,0	68,2	1,0	41,0	50,0	62,5
Gees, strooisel grove den	16,2	19,5	63,0	56,7	15,7	29,2	60,0	53,8
Schoonlo, strooisel fijnspar	12,6	9,4	50,6	47,1	15,9	19,6	51,7	51,5
Schoonlo, strooisel grove den	20,4	21,6	65,2	66,1	29,0	28,6	63,1	60,4
Schoonlo, strooisel lariks	6,0	5,0	41,6	40,0	11,0	10,2	37,0	35,7
Schoonlo, heidepodzol	-	-	-	-	-	3,9	2,9	24,8

De zomertarwe reageerde sterker op Cu dan het kanariezaad. Naast de betrouwbare verschillen, die zowel voor de korrel- als stro-opbrengst werden

aangetoond op de heidepodzol en het bolsterveen, werd ook een significant effect vastgesteld voor de korrelopbrengst op de grond uit Gees. Deze grond bevatte veel naaldenstrooisel van grove den. Op de heidepodzol werden geen aren gevormd zonder toediening van Cu. Met Cu was dit wel het geval, maar de hoogte van de Cu-gift was kennelijk nog niet voldoende voor een normale korrelzetting. Evenals op het bolsterveen werden ook op de heidepodzol na toediening van Cu nog veel hangende aren aangetroffen, hetgeen er op wijst dat de Cu-voorziening onvoldoende was. De opbrengsten van de zomertarwe zijn eveneens vermeld in tabel I.

3.2. Vp 1028-1971. Tomaat en sla

Bij tomaat werden gedurende de groei geen symptomen van Cu-gebrek geconstateerd, ook niet op het bolsterveen waar belangrijke groeiverschillen optraden tussen de wel en niet met Cu bemeste planten. Het gewas werd in een jong stadium geoogst en van het blad en de stengel werden de opbrengsten bepaald, die zijn vermeld in tabel II. Door toediening van Cu zijn alleen op het bolsterveen en de heidepodzol betrouwbaar hogere opbrengsten verkregen.

TABEL II. Drogestofopbrengsten van stengel + blad in g/pot van tomaat en sla in potproef Vp 1028 (1971).

Gronden	Tomaat (Stengel + blad)		Sla (Blad)	
	- Cu	+ Cu	- Cu	+ Cu
Bolsterveen	5,9	9,0	1,8	6,8 [†]
Gees, strooisel grove den	4,3	4,4	4,2	3,9 [†]
Schoonlo, strooisel fijnspar	2,1	1,7	2,6	2,8 [†]
Schonlo, strooisel grove den	6,1	6,9	3,5 [†]	4,3 ^{††}
Schoonlo, strooisel lariks	4,6	5,1	2,6	3,2
Schoonlo, heidepodzol	1,7	2,4	0,8	1,1

[†] 1 herhaling ontbreekt (van 3)

^{††} 2 herhalingen ontbreken

De sla reageerde vrijwel gelijk aan de tomaat. Op het bolsterveen traden zonder toediening van Cu duidelijke symptomen op van Cu-gebrek. Evenals tomaat reageerde de sla op de heidepodzol ook positief op toediening van Cu, hoewel de opbrengsten bijzonder laag bleven (tabel II). Door een misverstand zijn de opbrengsten van een aantal potten niet bepaald. Op de strooiselgronden werden geen duidelijke verschillen waargenomen. Omdat een aantal opbrengstgegevens ontbraken, werd geen F-toets uitgevoerd.

3.3. Vp 1028-1972. Douglassparren

Cu-gebrek bij douglassparren wordt gekenmerkt door het slingeren of naar beneden groeien van de eindscheuten (fig. 1). Dit verschijnsel van Cu-gebrek werd duidelijk waargenomen op het bolsterveen zonder toediening van koper. Het symptoom werd reeds eerder beschreven door Van Goor en Henkens (1966) en Oldenkamp en Smilde (1966^a, 1966^b, 1967). Merkwaardig genoeg werd dit verschijnsel niet waargenomen op de zeer koperarme heidepodzol, waar wel een duidelijk positieve reactie op koper werd gevonden.

De naalden- en stengelopbrengsten werden afzonderlijk bepaald (tabel III). Door toediening van Cu werden zowel voor de naalden als de stengels op het bolsterveen en de heidepodzol zéér betrouwbaar hogere opbrengsten verkregen ($\alpha = 0,01$). Een betrouwbaar verschil werd ook aangetoond op de grond uit Schoonlo met een strooisellaag van grove den. Hierbij dient echter te worden opgemerkt dat het betrouwbaar aangetoonde verschil aan enige twijfel onderhevig is. Eén van de potten zonder koper bevatte i.p.v. vijf, vier planten, waardoor een wat lagere opbrengst werd verkregen. Zonder de opbrengst van deze pot kon geen betrouwbaar verschil worden aangetoond.

De Cu-gehalten in de naalden (tabel III) zijn zonder toediening van Cu aan de lage kant, in het bijzonder op het bolsterveen en de heidepodzol waar betrouwbare opbrengstverschillen konden worden aangetoond. Uit eerder verricht onderzoek van Oldenkamp en Smilde (1967) was gebleken dat in éénjarige naalden van douglassparren een Cu-gehalte lager dan 2,6 mg/kg drogestof onvoldoende is voor een normale ontwikkeling. Tussen 2,6 en 4,5 mg/kg ligt een overgangsgebied waarin Cu-gebrek kan optreden, terwijl boven 4,5 mg/kg van een goede Cu-voorziening sprake is.

TABEL III. Drogestofopbrengsten van stengels en naalden van douglas-sparren in g/pot en Cu-gehalten in de naalden (mg/kg drogestof) in potproef Vp 1028 (1972).

Gronden	Stengels		Naalden		Naalden	
	opbrengst g/pot		opbrengst g/pot		Cu-gehalten mg/kg	
	- Cu	+ Cu	- Cu	+ Cu	- Cu	+ Cu
Bolsterveen	33,5	44,2	33,8	40,6	1,6	5,1
Gees, strooisel grove den	24,8	25,4	27,0	28,3	2,6	5,4
Schoonlo, strooisel fijnspar	20,8	20,8	23,9	23,2	3,3	6,8
Schoonlo, strooisel grove den	38,8(41,4) [†]	47,4	37,0(38,3) [†]	43,0	3,4	6,5
Schoonlo, strooisel lariks	28,3	30,4	33,5	30,7	3,1	6,7
Schoonlo, heidepodzol	14,4	28,7	21,0	29,4	1,6	5,9

[†]) vijf in plaats van zes herhalingen

3.4. Vp 1028-1973 en 1974. Douglassparren

In tegenstelling tot de resultaten in het proefjaar 1972 werden in 1973 en 1974 geen symptomen van Cu-gebrek in de sparren waargenomen. De te verwachten uitputting van de gronden kwam evenmin tot uitdrukking in duidelijke groeiverschillen tussen de wel en niet met Cu bemeste objecten. De variatie in opbrengsten binnen de objecten was vrij groot. In 1973 werd alleen op de grond uit Schoonlo met een strooisellaag van lariks een betrouwbare opbrengstverhoging van de stengel verkregen door toediening van koper. De drogestofopbrengsten van stengels en naalden zijn vermeld in tabel IV.

In 1974 werden alleen de stengelopbrengsten op de grond uit Schoonlo met een strooisellaag van grove den en de heidepodzol betrouwbaar verhoogd na toedienen van koper. De drogestofopbrengsten van stengels en naalden in 1974 zijn vermeld in tabel V. In beide jaren werden voor de naaldenopbrengsten geen betrouwbare verschillen gevonden.

TABEL IV. Drogestofopbrengsten van stengels en naalden van douglas-sparren in g/pot en Cu-gehalten in de naalden (mg/kg drogestof) in potproef Vp 1028 (1973).

Gronden	Stengels		Naalden		Naalden	
	opbrengst g/pot		opbrengst g/pot		Cu-gehalten mg/kg	
	- Cu	+ Cu	- Cu	+ Cu	- Cu	+ Cu
Bolsterveen	14,6	15,6	17,2	18,0	1,6	3,7
Gees, strooisel grove den	19,1	24,0	20,8	22,6	1,7	5,9
Schoonlo, strooisel fijnspar	24,0	23,2	24,6	24,7	2,3	6,0
Schoonlo, strooisel grove den	29,0	22,9	25,6	20,4	2,3	5,2
Schoonlo, strooisel lariks	15,6	21,7	17,3	20,7	2,6	5,8
Schoonlo, heidepodzol	17,1	14,6	19,6	15,6	2,2	5,6

De kopergehalten in de naalden varieerden, volgens de normen van Oldenkamp en Smilde (1967) in beide jaren van laag tot erg laag. Deze gehalten (tabel IV en V) tonen duidelijk aan dat de Cu-voorziening op deze strooiselgronden onvoldoende is, hetgeen echter niet geheel tot uitdrukking kwam in de opbrengsten.

3.5. Vp 1028. Grondonderzoek

De onderlinge samenhang tussen de in de verschillende jaren in de grond bepaalde Cu-HNO₃-, Cu-EDTA-, Cu-totaal- en Cu-NaCl-cijfers is in het algemeen goed tot zeer goed, zoals blijkt uit de hoge (lineaire) correlatiecoëfficiënten in tabel VI. Zowel de analyses van de objecten zonder als met Cu zijn in de berekening van de correlatiecoëfficiënt opgenomen.

Het is opvallend dat de samenhang tussen het Cu-NaCl-cijfer en de overige extractiemethoden in de jaren 1973 en 1974 veel beter is dan in 1972. In fig. 3 zijn de resultaten nog eens grafisch weergegeven voor het jaar 1973.

TABEL V. Drogestofopbrengsten van stengels en naalden van douglassparren in g/pot en Cu-gehalten van de naalden in potproef Vp 1028 (1974).

Gronden	Stengels		Naalden		Naalden	
	opbrengst g/pot	opbrengst g/pot	opbrengst g/pot	opbrengst g/pot	Cu-gehalten mg/kg	
	- Cu	+ Cu	- Cu	+ Cu	- Cu	+ Cu
Bolsterveen	34,6	35,3	33,4	31,4	2,8	5,4
Gees, strooisel grove den	34,5	37,1	32,7	30,8	1,9	5,8
Schoonlo, strooisel fijn spar	25,5	31,2	28,3	30,2	1,6	4,7
Schoonlo, strooisel grove den	35,3	43,6	34,0	36,6	2,1	5,2
Schoonlo, strooisel lariks	26,0	27,0	26,7	26,2	2,5	5,5
Schoonlo, heidepodzol	25,2	29,3	29,4	29,9	1,5	5,8

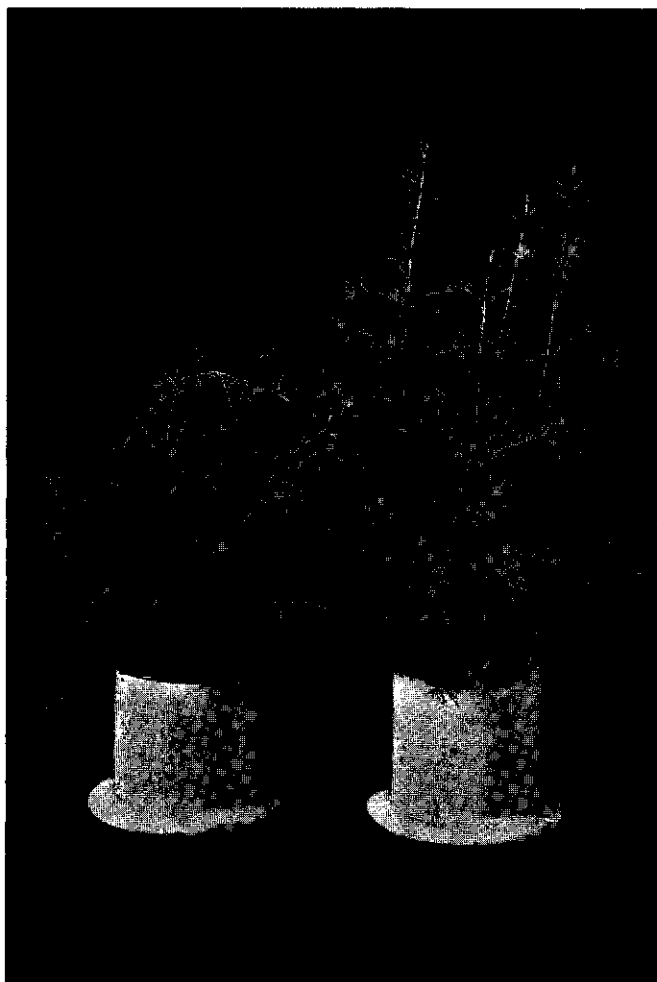
Dat op de beide referentiegronden, het bolsterveen en de heidepodzol, duidelijke verschijnselen van kopergebrek werden waargenomen, is in overeenstemming met de lage Cu-gehalten in de betreffende gronden. Vooral in de heidepodzol uit Schoonlo is het Cu-HNO₃-getal extreem laag, nl. 0,4 mg/kg.

3.6. Vp 1116-1973. Douglassparren

Gedurende de groei van de gewassen in Vp 1028 werden symptomen waargenomen die deden denken aan Fe- en/of Mo-gebrek. Deze symptomen traden op in de planten op de strooiselgronden en in lichtere mate ook op het bolsterveen. Dit maakte aanvullend onderzoek wenselijk, waarbij bespuitingen met Fe en/of Mo werden toegepast. De resultaten van dit onderzoek zijn vermeld in tabel VII.

TABEL VI. Correlatiecoëfficiënten (r) tussen verschillende methoden van grondonderzoek op Cu in potproef Vp 1028 (1972 t/m 1974).

	Cu-HNO ₃			Cu-EDTA			Cu-totaal			Cu-NaCl		
	1972	1973	1974	1972	1973	1974	1972	1973	1974	1972	1973	1974
Cu-HNO ₃	-	-	-	+0,97	+0,98	+0,96	+0,96	+0,96	+0,95	+0,52	+0,89	+0,83
Cu-EDTA	+0,97	+0,98	+0,96	-	-	-	+0,98	+0,99	+0,98	+0,47	+0,86	+0,79
Cu-totaal	+0,96	+0,96	+0,95	+0,98	+0,99	+0,98	-	-	-	+0,37	+0,86	+0,83
Cu-NaCl	+0,52	+0,89	+0,83	+0,47	+0,86	+0,79	+0,37	+0,86	+0,83	-	-	-



Links fig. 1.

Douglassparren op bolsterveen
in een potproef (Vp 1028-1972)

Links: Zonder Cu, met "slingere
eindscheuten".

Rechts: Met Cu

Rechts fig. 2.

Douglassparren op een bosgrond
met een strooisellaag van fijn-
spar

(Schoonlo) in een potproef
(Vp 1116-1973).

Links: Zonder Fe

Rechts: Bespoten (10 maal) met
een 0,5% Fe-EDTA-oplossing.



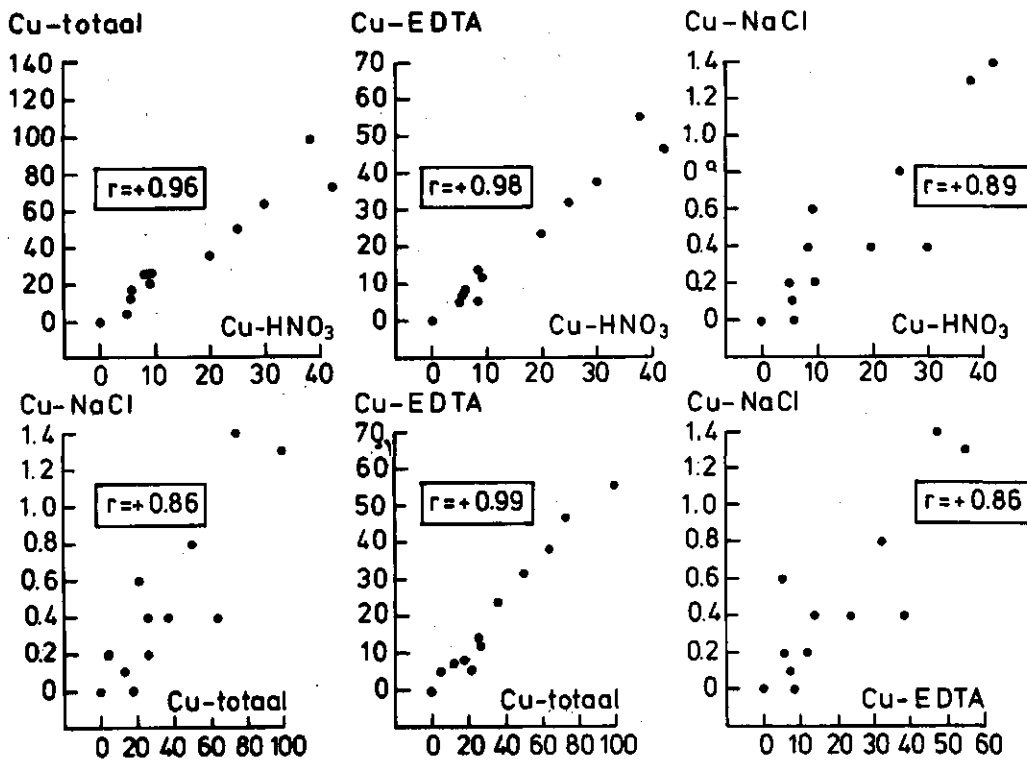


Fig. 3. Onderlinge samenhang tussen verschillende koperbepalingen van de grond (Cu-HNO₃, Cu-EDTA, Cu-totaal en Cu-NaCl) op verschillende gronden in potproef Vp 1028 (1973).

Uit de resultaten blijkt duidelijk dat de gesignaleerde verschijnselen het gevolg zijn van een onvoldoende Fe-voorziening. Terwijl op het onbehandelde object zéér ernstige geelverkleuring optrad, waren de sparren na regelmatige bespuiting (9 maal) met een 0,5% Fe-EDTA-oplossing vrijwel gezond (fig. 2). Dat het optredende Fe-gebrek bijzonder hardnekkig was, bleek uit de afwisselende bespuitingen met Fe en Mo. De vijf uitgevoerde bespuitingen met Fe waren niet voldoende om het Fe-gebrek volledig te voorkomen. Bespuiting met Mo had geen effect op de geelkleuring van de naalden.

TABEL VII. Visuele beoordeling (6/9) op kleur van de naalden van douglassparren in een potproef Vp 1116 (1973) op een grond met strooisel van fijnspar. 10 = gezond en 1 = zêér ernstige geelverkleuring.

Objecten	Pot no.			6/9			Gem.
				Kleurcijfers			
zonder bespuiting	2	6	10	4	4	3	3,7
bespuiting met Fe	4	7	12	9	10	10	9,7
bespuiting met Mo	1	5	9	4	3	6	4,3
bespuiting met Fe en Mo (om en om)	3	8	11	8	6	8	7,3

4. SAMENVATTING EN CONCLUSIES

De door het Bosbouwproefstation "de Dorschkamp" gesignaleerde verschijnselen van Cu-gebrek in naaldhout op een aantal Drentse bosgronden, konden in aansluitend potproevenonderzoek niet opnieuw worden aangetoond. Op geselecteerde gronden van verschillende herkomst, met strooisellagen van grove den, fijnspar en lariks, werden nl. geen duidelijke symptomen van kopergebrek waargenomen, noch in indicatorgewassen (kanariezaad, zomertarwe, tomaat, sla), noch in douglasspar. Symptomen van Cu-gebrek werden wel waargenomen op de referentiegronden: bolsterveen (kanariezaad, zomertarwe, sla en douglasspar) en heidepodzol (zomertarwe). Op bolsterveen en heidepodzolgrond werden positieve reacties op Cu waargenomen in alle gewassen. Incidenteel werden ook opbrengstverhogingen verkregen op strooiselgrond van grove den (zomertarwe, douglasspar) en lariks (douglasspar). Gezien de lage Cu-gehalten in de naalden van de douglasspar op de strooiselgronden lijkt het echter toch wenselijk voor deze gronden aandacht te schenken aan de Cu-voorziening.

Uit regelmatig verricht grondonderzoek op Cu bleek dat de onderlinge samenhang tussen de Cu-HNO₃⁻, Cu-EDTA-, Cu-totaal en Cu-NaCl-gehalten goed tot zeer goed was.

In aansluitend onderzoek naar de symptomen die optraden in de verschillende proefgewassen en die deden denken aan Fe-en/of Mo-gebrek, kon worden vastgesteld dat deze verschijnselen het gevolg waren van een tekort aan Fe.

5. LITERATUUR

- Goor, C.P. van en Henkens H.C.H., 1966. Groeimsvormingen bij douglas- en fijnspar en sporenelementen. Ned. Bosbouw. Tijdschr. 38: 108-124; Korte Meded. Bosbouwproefstation 76.
- Oldenkamp, L. en Smilde, K.W., 1966^a. Kopergebrek bij douglas (*Pseudotsuga menziesii* (Mirb.) Franco). Ned. Bosb. Tijdschr. 38: 203-214; Korte Meded. Bosbouwproefstation 77.
- Oldenkamp, L. en Smilde, K.W., 1966^b. Copper deficiency in douglas fir (*Pseudotsuga menziesii* (Mirb.) Franco). Plant Soil 1: 150-152.
- Oldenkamp, L. en Smilde, K.W., 1967. Kopergebrek bij douglas. Landbouwkd. Tijdschr. 1: 3-6.