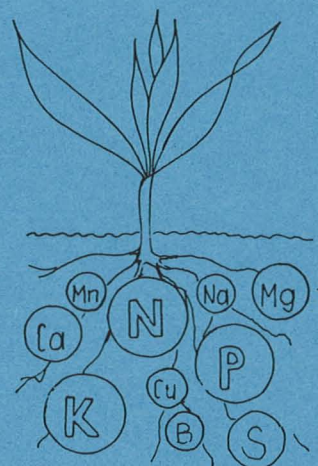


**SVERIGES
LANTBRUKSUNIVERSITET**

UTVÄRDERING AV METOD FÖR BORANALYS I JORD

**EVALUATION OF METHODS OF BORON
DETERMINATION IN SOILS**

LARS GUNNAR NILSSON



**Institutionen för markvetenskap
Avd. för växtnäringslära**

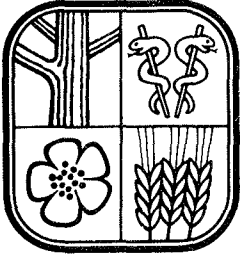
**Swedish University of Agricultural Sciences
Dept. of Soil Sciences
Division of Soil Fertility**

**Rapport 155
Report**

Uppsala 1984

ISSN 0348-3541

ISBN 91-576-1864-X

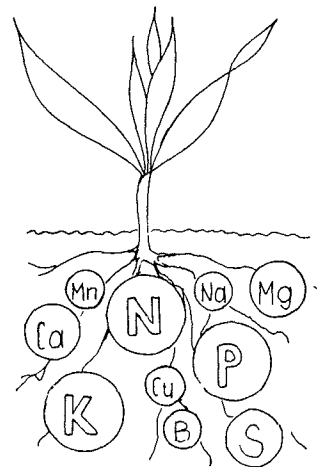


**SVERIGES
LANTBRUKSUNIVERSITET**

UTVÄRDERING AV METOD FÖR BORANALYS I JORD

**EVALUATION OF METHODS OF BORON
DETERMINATION IN SOILS**

LARS GUNNAR NILSSON



**Institutionen för markvetenskap
Avd. för växtnäringslära**

**Swedish University of Agricultural Sciences
Dept. of Soil Sciences
Division of Soil Fertility**

**Rapport 155
Report**

Uppsala 1984

ISSN 0348-3541

ISBN 91-576-1864-X

UTVÄRDERING AV METOD FÖR BORANALYS I JORD

Lars Gunnar Nilsson

SAMMANFATTNING

- o Det har i ett flertal fall kunnat konstateras, att bortalet i jorden bestämt enligt Berger-Truog med 5 min extraktionstid i kokande vatten är underkastad en svårförklarlig variation.
- o Genom förlängning av tiden till 15 min kommer avbrottet att ske på en platå av extraktionskurvan där praktiskt taget maximal mängd bor extraherats, vilket innebär minskad känslighet för eventuella variationer i extraktionstiden.
- o Det starka sambandet mellan bortal i jorden och upptagen mängd i grödan synes inte nämnvärt påpekas av extraktionstidens längd.
- o På grund av föreliggande resultat och allmän erfarenhet förordas en förlängning av extraktionstiden till 15 min. En övergång medför inte heller någon påtaglig ökning numeriskt av bortalen, varför nu gällande gränsvärden för borttiliförsel kan tillämpas utan ny biologisk utvärdering. En föraskning före extraktion som också studerats i detta utredningsarbete skulle troligen med hänsyn till de förhöjda analysvärdena på grund av det kraftiga ingreppet fordra en ny utvärdering.
- o De i undersökningen studerade bestämningsmetoderna dianthrimid och DCP-ES (Direct Current Plasma Emission Spectrometry) har givit praktiskt taget samma analysvärden, varför den aktuella situationen avgör eventuellt val mellan dem.
- o För att grödan skall uppta samma mängd bor måste bortalet vara ungefär dubbelt så högt på en lerjord som på en sandjord.

Introduktion

Det är ett välkänt och uppmärksammat förhållande, att bortalet i jorden, bestämt enligt nuvarande metod Berger-Truog med 5 minuters extraktions-tid i kokande vatten, i en del fall ger en variation som är svår att förklara. I bland annat fastliggande försök har det emellanåt kunnat konstateras en stor spridning mellan åren, och detta bidrar givetvis i hög grad till osäkerhet vid utvärderingen av analysresultaten. Vid användning av denna metod uppgår den extraherade mängden bor till cirka 5 procent av totalinnehållet. En kompletterande totalbestämning av bormängden i jorden har inte resulterat i någon nämnvärd förbättring av underlaget för bedömning av gödslingsbehovet av detta ämne. Betydande spridning i bortalen har också kunnat konstateras i interkalibrerings-tester (FAO, 1979).

I syfte att reducera den analysbetingade variationen i resultaten av boranalysen i jord har vid Statens Lantbrukstekniska Laboratorium, SLL utförts ett utvecklingsarbete, som belyser inverkan av dels en förlängning av extraktionstiden dels en förskning före extraktionen på analysresultaten. I undersökningen har också ingått en jämförelse mellan analysvärden bestämda enligt den gängse tillämpade metoden dianthrimid och DCP-ES (Direct Current Plasma Emission Spectrometry). Vid avdelningen för växtnäringslära har utförts en biologisk utvärdering av resultaten från modifieringarna i analysmetodik och en redovisning av denna del lämnas i denna rapport.

Trots de svagheter som Berger-Truogs metod uppvisar är det den för närvarande helt dominerade metoden internationellt. Modifieringar, som kan bidra till minskad spridning i analysresultaten, borde som lätt inses, ge betydelsefull förbättring av underlaget och därmed öka säkerheten för utvärderingen. Projektet i sin helhet har ekonomiskt stötts med anslag från Skogs- och jordbrukets forskningsråd (SJFR).

Litteratur

Det föreligger få litteraturuppgifter, som ger underlag för vad tidens längd betyder vid extraktion av jordprov för boranalys. Odom (1980) har studerat dynamiken vid hetvattenextraktion av en sandig lättlera och fann att efter en viss tid uppnåddes en plåtå och att det fordrades mer än 5 minuters koktid för att extrahera 95 procent av mängden vid plåtånivån. Motsvarande resultat, som redovisas grafiskt i fig. 1, har erhållits i SLL:s utvecklingsarbete (Jennische et al, 1984).

Det har också testats andra starkare extraktionsmedel än kokande vatten i syfte att nedbringa den okontrollerade variationen i analysvärdena. Som exempel härpå kan nämnas fosforsyra, ammoniumacetat, natriumbikarbonat och kalciumklorid. Vid användning av sura extraktionsmedel visade det sig ofta svårt att hålla pH-värdet konstant och vid extraktion med alkaliska lösningar uppkom ofta missfärgningar, som störde kolorimetriska mätningar (Farrar, 1957).

Undersökningens uppläggning

För den biologiska utvärderingen av de kemiska jordanalysmetoderna har under åren 1979-81 varit utlagt ett ramförsök med rutstorleken $0,25 \text{ m}^2$ i käriförsöksanläggningen vid institutionen för markvetenskap.

Det är ett uppmärksammat förhållande att borens växttillgänglighet är starkt beroende av jordart, varför i denna undersökning har ingått en ler- och en sandjord. De båda jordarnas textur och växtnäringsinnehåll framgår av tabell 1 och 2. Vattentillgången är en annan faktor, som i hög grad influerar på växternas borupptagning. Under torra år samt även under kortare perioder med torka sker en nedsättning i borupptagningen, vilket i sin tur resulterar i goda utslag för tillförd bor (Johansson & Nilsson, 1973). Vid undersökningens planläggning bedömes därför momentet att variera vattenfaktorn som synnerligen intressant. På grund av inkommande regn från en nätvägg vid ett par tillfällen kom emellertid skillnaderna i vattentillförseln att spolieras och momentet har därför måst utgå.

Bortillförseln skedde med natriumborat ($\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10 \text{ H}_2\text{O}$) vid anläggningen 1979 med följande givor motsvarande 0, 0,7 och 2,8 kg B per ha. Givan 0,7 motsvarar en i praktiken normal tillförsel och den högsta givan 2,8 kg B per ha får betecknas som överoptimal.

Den gröda, som odlades samtliga tre åren, var korn - sort Gunilla, som skördades efter axgång och grönmassan torkades vid $50-60^\circ\text{C}$. Därefter maldes proven på en kvarn med såll med 1 mm:s hål och efter denna preparering skedde analysen enligt de i undersökningen ingående metoder (Jennische et al, 1984).

Jordprov har uttagits efter skörd under samtliga tre år och efter torkning vid 35°C och homogenisering har borinnehållet fastställts enligt extraktions- och analysmetoder (Jennische et al, 1984). Vid anläggningen tillfördes gödselgivor motsvarande 43 kg P per ha som Superfosfat (9% P) samt 83 kg K per ha som kaliumsulfat (K_2SO_4). Den årliga kvävegödslingen motsvarade 100 kg N per ha tillfört som lösning ammoniumnitrat ammoniumnitrat (NH_4NO_3) före sådden.

Resultat

Sådden av kornet skedde samtliga år i början av juni och efter cirka en vecka hade grödan kommit upp (tabell 3). Av denna tabell framgår vidare att skörden av grönmassa efter axgång har skett i månadsskiftet juli/augusti. Grödorna har utvecklats normalt på båda jordarna och inga synliga bristsymtom har kunnat iakttagas. Avkastningen per ytenhet har vid detta tidiga utvecklingsstadium, som skörden företagits, legat på en relativt låg nivå (tabell 4). Beträffande borgödslingseffekten på avkastningen kan konstateras en tendens till nedsättning vid högsta givan, vilket kan ha förstärkts av jordarnas låga pH-värden. Detta är en effekt som påvisats i många sammanhang bland annat i undersökningar, utförda vid avdelningen för växtnäringslära (Nilsson, 1982).

Det kan vidare fastslås att gödslingen har påtagligt höjt bortalet i jorden (tabell 5) samt borupptagningen i grödan (tabell 6) på båda jordarterna. Vad avser bortalet, föreligger också en klar trend på båda jordarna till minskningen med tiden på de två gödslade leden och nedgången är, som framgår störst vid den högsta gödslingsnivån. Trots

denna nedgång kvarstår gödslingseffekterna klart efter det andra efterverkansåret 1981.

Denna effekt av borgödslingen på jordanalysvärdena sammanfaller väl med grödornas upptagning och regressionssekvationerna styrker klart också sambandet mellan bortal och borupptagning (tabell 7). Borgödslingseffekten är, som tabell 5 visar större på sand- än på lerjordar. Vidare kan registreras, att på sandjorden till skillnad på lerjorden minskar upptagningen markant med tiden vid den högsta gödslingsintensiteten. Ett grafiskt återgivande av resultaten visar tydligt att det fordras avsevärt högre bortal på en lerjord än på en sandjord för en lika stor upptagning i grödan (fig. 2).

Syftet med föreliggande ramförsök är, som rubriken anger, att få ett underlag för biologisk utvärdering av olika jordanalysresultat med hänsyn till extraktionsförfarande och analysmetodik. I jämförelsen ingår som tidigare redovisats tre extraktionssätt, nämligen nuvarande standardmetod Berger-Truog med 5 minuters extraktionstid, modifierad variant med 15 minuters extraktionstid samt extraktion efter föraskning. Beträffande bestämningsmetoderna är det fråga om följande två: dianthrimid och DCP-ES (Direct Current Plasma Emission Spectrometry).

Sambandet mellan jordens borhalt bestämt enligt ovannämnda 6 olika metoder och borupptagningen i grödan redovisas med linjära regressionssekvationer i tabell 7.

Som tidigare visats ger de båda bestämningsmetoderna praktiskt taget samma numeriska värden, och även sambandet mellan bortal och upptagning i grödan synes vara oberoende av bestämningsmetod. Sambanden mellan bortal bestämda enligt de två bestämningsmetoderna uppvisar stor samstämmighet (Jennische et al, 1984). Den goda överensstämmelsen dem emellan bekräftas också i den obetydliga avvikelser i medeltalen (tabell 8). Föreliggande material uppvisar enligt ovan god samstämmighet i resultaten mellan de båda bestämningsmetoderna, varför valet av metod kan baseras på laboratoriemässiga fördelar.

När det gäller förlängningen av extraktionstiden från 5 till 15 minuter synes detta något förhöja de numeriska värdena. En föraskning däremot ökar borantalen markant.

Vad avser sambandet mellan bortal i marken, bestämt efter olika extraktionsmetoder och borupptagningen i grödan, kan allmänt konstateras en mycket god korrelation, som i samtliga fall uppvisar en hög statistisk signifikans. En något lägre korrelationskoefficient kan observeras vid extraktion efter föraskning (tabell 7). Även de numeriska värdena på regressionskoefficienten på 0,86 för sandjord och 0,90 för lerjord i sambandsberäkningen mellan bortal vid 5 respektive 15 minuters extraktionstid tyder på en god samstämmighet (tabell 9).

Diskussion

En övergång från 5 till 15 minuters extraktionstid förefaller dessutom inte medföra någon påtaglig höjning av bortalen, vilket torde innebära att de tidigare gränsvärdena för borttillförsel kan tillämpas och att ingen ny biologisk utvärdering behöver utföras. En övergång till föraskning före extraktion däremot skulle troligen med hänsyn till de förhöjda analysvärdena fordra en ny utvärdering.

De i undersökningen studerade bestämningsmetoderna dianthrimid och DCP-ES (Direct Current Plasma Emission Spectrometry) har givit praktiskt taget samma resultat, varför den aktuella situationen avgör valet mellan dessa.

SUMMARY

Plant available boron in soil in conventionally determined after extraction for 5 minutes in hot water according to Berger & Truog.

There is little empirical support for this choice of extraction time. Odom (1980) has investigated the kinetics of the hot-water extraction using fine sand loam and found that a plateau is reached after some time and that the boiling time required to extract 95 % of the plateau level is greater than 5 minutes.

In order to receive more stabilization in the values of boron determination in soils following investigation has been carried out. The problem of the deviation is based on practical experience and is also stated in intercalibrations tests (FAO, 1973).

A boiling time of 15 minutes does not seem to cause any mentionable increase of the content of boron in soil, which means that the present limit values for boron fertilization can be used without any new biological evaluation. A change to a method where the content of extractable boron in the ashed soil is determined would however probably require a new evaluation due to the increased analytical values.

The investigated methods of determination dianthrimid and DCP-ES (Direct Current Plasma Emission Spectrometry), have given about the same values which means that the current situation determines the choice between them.

Litteratur

FAO, 1979. Report of the 1979 consultation on the european cooperative network on trace elements. Ghent Belgium 3-6 april 1979.

Farrar, K. 1975. A review of extraction techniques used to determine available boron in soils. ADAS Q Rev. 19, 93-100.

Jennische, P., Riehm, L. & Nilsson, L.G. 1984.

Johansson, O. & Nilsson, L.G. 1973. Borgödsling till oljevaxter. Projekt 23. Rapp. fr. avd. f. växtnäringlära 62.

Nilsson, L.G. 1982. Borgödsling - små givor, kaiktillstånd och till olika grödor. Rapp. fr. avd. f. växtnäringlära 142.

Odom, J.W. 1980. Commun. Soil Sci. Plant Anal. 11, 759.

Tabell 1. Texturanalysresultat från de båda jordarna

Table 1. Texture of the two top soils

Jord Soil	Procent /Per cent/			
	Ler Clay	Mjåla Silt	Sand Sand	Mullhalt Org matter
Ler Clay	29,4	62,1	8,5	6,1
Sand Sand	4,1	18,6	77,3	2,3

Tabell 2. Jordanalysdata för jordarna. Siffrorna avser lufttorkad jord

Table 2. Chemical data of the top soils. The figures refer to air-dried soil

Jord Soil	PH H ₂ O	Mg per 100g jord /Soil/				
		P-AL	K-AL	Ca-AL	Mg-AL	K-HCl
Ler Clay	5,2	4,1	18,5	200	20,6	310
Sand Sand	5,1	3,8	15,0	71	6,6	135

Tabell 3. Tidpunkt för åtgärder under de olika åren

Table 3. Date of treatments of the trial during the different years

Åtgärd Treatment	1979	1980	1981
Sådd Sowing	06,09	06,13	06,10
Uppkomst Emergence	06,15	06,19	06,16
Skörd Harvest	07,30	08,03	07,29

Tabell 4. Effekten av borgödsling på avkastning vid axgång (g/m², 50-60 °C torktemperatur)

Table 4. Effect of boron application on the yield at the stage heading (g/m², 50-60 °C dryingtemp)

Jord Soil	B Kg/ha	År/Year/			x
		1979	1980	1981	
Sand Sand	0	221	222	339	260
	0,7	222	204	232	252
	2,8	211	205	332	250
Ler Clay	0	198	161	265	208
	0,7	200	163	266	210
	2,8	195	152	249	199

Tabell 5. Inverkan av borgödsling på bortalet i jorden (B ppm)

Table 5. Influence of boron fertilization on the content of boron in soil (B ppm)

Jord Soil	B Kg/ha	År / Year/		
		1979	1980	1981
Sand Sand	0	0,22	0,20	0,21
	0,7	0,43	0,42	0,30
	2,8	1,07	0,89	0,62
Ler Clay	0	0,69	0,67	0,76
	0,7	0,97	0,89	0,96
	2,8	1,81	1,56	1,49

Tabell 6. Inverkan av borgödsling på upptagen mängd bor i grödan
(B g/ha)

Table 6. Influence of boron application on the amount taken up by
the crop (B g/ha)

Jord Soil	B Kg/ha	År/Year/		
		1979	1980	1981
Sand Sand	0	14,0	15,6	15,6
	0,7	19,4	22,4	21,6
	2,8	62,0	58,6	43,2
Ler Clay	0	12,0	11,8	13,0
	0,7	14,8	16,2	17,1
	2,8	38,0	40,4	39,9

Tabell 7. Samband mellan bortal enligt olika analysmetod (x) och upptagen mängd bor i grödan (y)

Table 7. Relationship between boron in soil determined according analytical methods (x) and uptake of boron in the crop (y)

Jord Soil	Extraktion Extraction	Bestämning Determination	y=	r
Sand	5 min	Di	$83,3x+1,47$	0,98***
		DCP	$76,2x+2,92$	0,98***
	15 min	Di	$73,1x-1,54$	0,99***
		DCP	$68,5x+0,87$	0,95***
	Ashing	Di	$88,1x-22,8$	0,94***
		DCP	$100,2x-32,0$	0,96***
Ler	5 min	Di	$37,5x-9,67$	0,99***
		DCP	$35,4x-9,34$	0,99***
	15 min	Di	$34,0x-12,9$	0,99***
		DCP	$31,5x-13,6$	0,98***
	Ashing	Di	$41,2x-59,4$	0,90***
		DCP	$46,6x-67,0$	0,93***

Di= Dianthrimid

Sand /Sand/ n=12

Ler /Clay/ n=9

Tabell 8. Inverkan på extraktions- och bestämningsmetod på bortalet i jorden

Table 8. Influence of extraction- and determination methods on the content of boron in soil

Extraktion <i>Extraction</i>	Bestämnings- metod <i>Determina- tion method</i>	Bortal /Boron in soil/	
		Sand /Sand/ \bar{x} ppm	Ler /Clay/ x ppm
5 min	Di	0,35	0,87
	DCP	0,36	0,91
15 min	Di	0,44	1,06
	DCP	0,43	1,16
Föraskning <i>Ashing</i>	Di	0,60	2,00
	DCP	0,62	1,93

Di= Dianthrimid Sand /Sand/ Ler /Clay/

Tabell 9. Samband mellan bortal enligt olika metoder

Table 9. Relationship between boron in soil according different methods

Jord Soil	Metod /Method/		Y=	r
	X	Y		
Sand Sand	5 min Di	Ashing Di	$0,84x+0,31$	0,93***
	15 min Di	-"-	$0,75x+0,28$	0,95***
	-"-	5 min Di	$0,86x+0,03$	0,99***
Ler Clay	5 min Di	Ashing Di	$0,73x+1,36$	0,88***
	15 min Di	-"-	$0,68x+1,28$	0,91***
	-"-	5 min Di	$0,90x+0,08$	0,99***
Sand Sand	5 min DCP	5 min Di	$0,91x+0,02$	0,99***
	15 min DCP	15 min Di	$0,95x+0,03$	0,97***
	Ashing DCP	Ashing Di	$1,09x+0,08$	0,98***
Ler Clay	5 min DCP	5 min Di	$0,94x+0,01$	0,99***
	15 min DCP	15 min Di	$0,92x+0,01$	0,98***
	Ashing DCP	Ashing Di	$1,05x+0,04$	0,96***

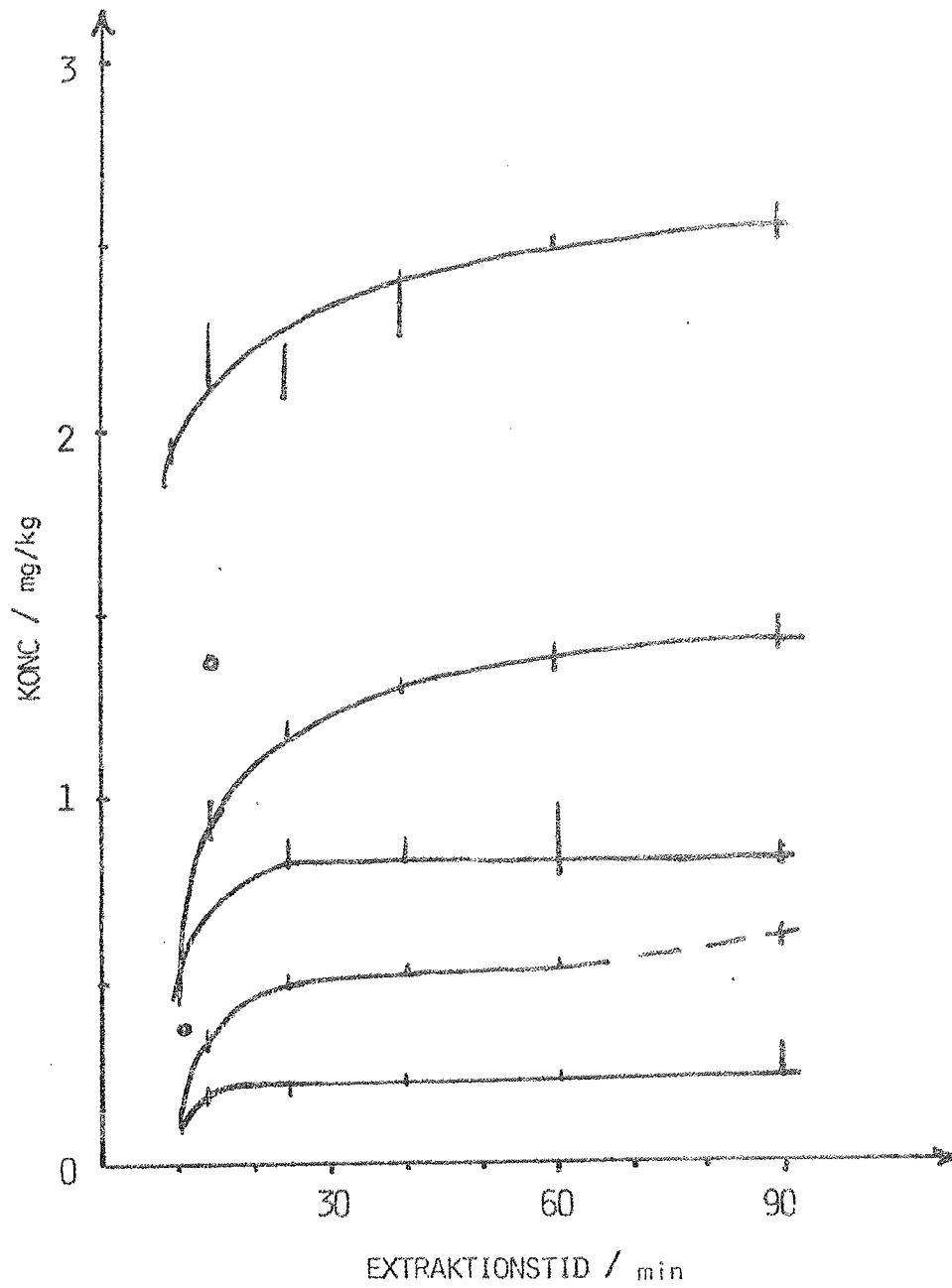


Fig 1. Mängden extraherbar bor vid modifierad Berger-Truog metod som en funktion av extraktionstiden

Fig 1. Content of extractable boron in modified Berger-Truog procedure as a funktion of time of extraction

Upptagning i grödan
Uptake in crop

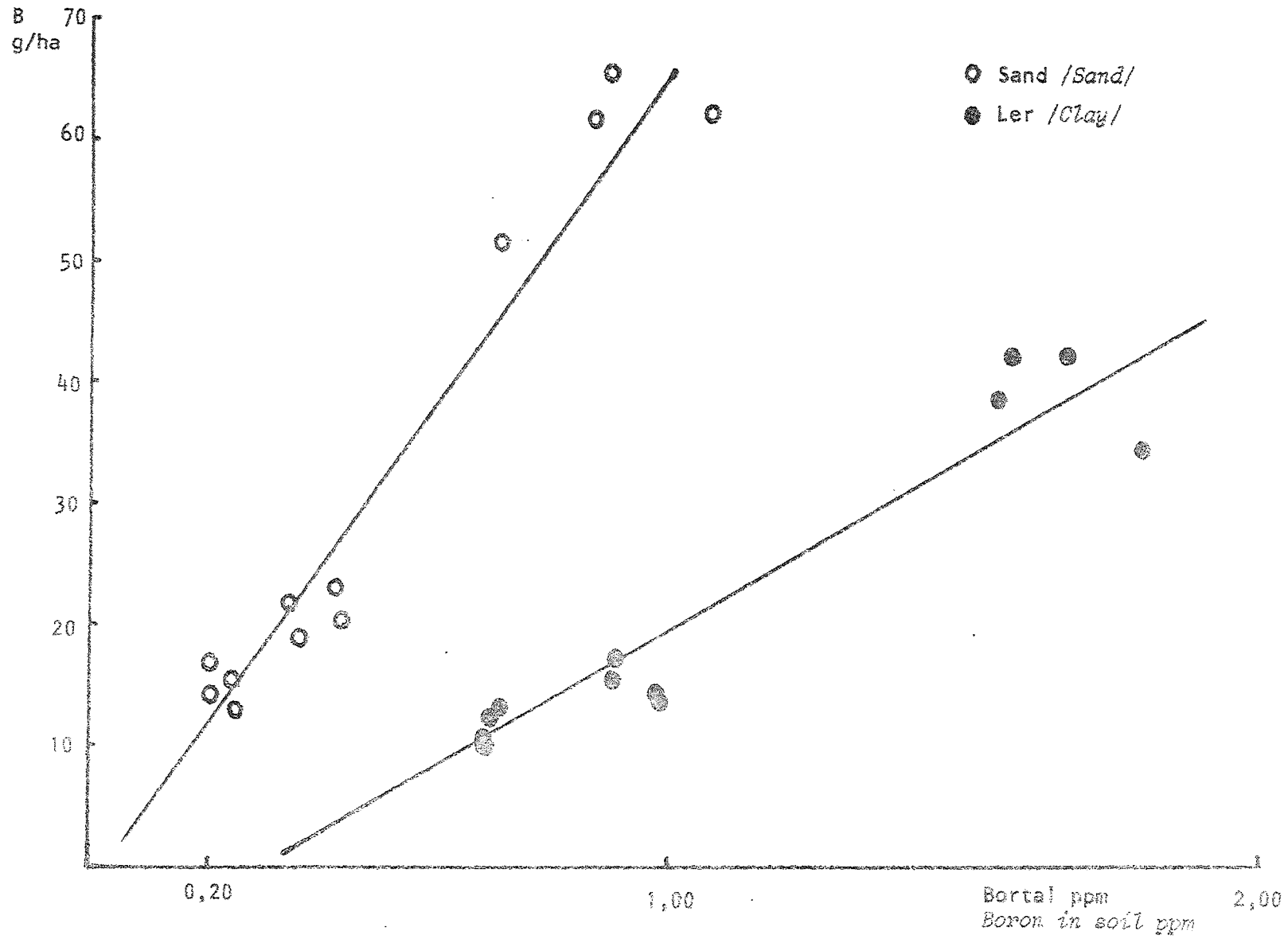


Fig 2. Samband mellan bortal och upptagen mängd bor i grödan

Fig 2. Relationships between boron in soil and boron taken up by the crop

RAPPORTER FRÅN AVDELNINGEN FÖR VÄXTNÄRINGSLÄRA

Komplett serieförteckning, författar- och ämnesregister återfinns i rapport nr 100.

Nr	År	
101	1976	Håkan Skoug och Jan Persson: Försök med frit-preparat (mangan, bor och kopparpreparat).
102	1976	Lars Gunnar Nilsson och Olle Johansson: Långsiktiga effekter av gödsling med olika kväveföreningar, mikro-näringsämnen och svavel.
103	1976	Kalju Valdmaa: Funktionen i förmultningsklosett Toga.
104	1976	Hans Gerhard Jerlström: Rapport från två "fullständiga fastliggande gödslingsförsök" med handelsgödsel, stallgödsel och kalk. Riksförsöksserie R3-8083.
105	1976	Olle Johansson och Lennart Mattsson: Aminosyrasammansättningen hos fyra kornsorter vid extremt varierad kvävegödsling.
106	1976	Subrata Ghoshal: Specifika tungmetaller i systemet markväxt, med särskild hänsyn tagen till riskerna för ekologisk förorening (En litteraturöversikt). (Engelsk text med svensk sammanfattning).
107	1976	Gyula Simán och Sven L. Jansson: Undersökning av proteinlagringens dynamik vid kärnbildningen hos vårveve.
108	1976	Kalju Valdmaa och Ulrich Schoeps: Omsättning av hus-hållsopor vid närvaro av DDT.
109	1977	Karl Olof Nilsson: Svavelverkan av superfosfater. Fältförsök i Skåne 1957-1973.
110	1977	Lennart Mattsson: Fördelning av kväve till gräsvall.
111	1977	Kalju Valdmaa: Funktionen i förmultningstoaletten "Biolo".
112	1977	Börje Lindén: Utrustning för jordprovtagning i åkermark.
113	1977	Gyula Simán och Sven L. Jansson: Undersökning av olika kornsorters respons för kvävetillgång i jorden.
114	1978	Lennart Mattsson och Tord Eriksson: Tillförselsätt för olika kvävegödselmedel till vårstråsad. <i>Method of application for different nitrogen fertilizers to spring cereals.</i>
115	1978	Lennart Mattsson: Stigande mängder kväve till gräsvall i Mellansverige. <i>Nitrogen for grass dominated leys in central Sweden.</i>

- | Nr | År | |
|-----|------|--|
| 125 | 1980 | Börje Lindén: Mineralkväve i åkerjordar i Halland och Uppland.
<i>Mineral nitrogen in cultivated soils in the Swedish provinces of Halland and Uppland.</i> |
| 126 | 1980 | Gyula Simán och Harry Linnér: Styrning av stråsädesgrödans kärnavkastning och proteinhalt genom kvävegödsling efter växtanalys och genom bevattning.
<i>Control of yield and protein in cereals by nitrogen fertilization based on plant analysis and by irrigation.</i> |
| 127 | 1980 | Karl Olof Nilsson: Skördeutveckling och omsättning av organisk substans vid användning av olika kvävegödselmedel och organiska material. Undersökningar i ett ramförsök under 20 år.
<i>Development in harvest and conversion of organic matter when using different nitrogen fertilizers and organic materials. Studies in a small-plot field trial during 20 years.</i> |
| 128 | 1980 | Jan Persson: Detaljstudium av den organiska substansens omsättning i ett fastliggande ramförsök.
<i>Detailed investigations of the soil organic matter in a long term frame trial.</i> |
| 129 | 1980 | Janne Eriksson, avd för lantbrukets hydroteknik: Inverkan på markstrukturen av olika kvävegödselmedel och organiska material.
<i>The influence on soil structure of different nitrogen fertilizers and organic materials.</i> |
| 130 | 1980 | Lennart Mattsson och Nils Brink: Gödslingsprognoser för kväve.
<i>Fertilizer forecasts.</i> |
| 131 | 1980 | Magnus Hahlén, Lennart Johansson och Lars Gunnar Nilsson: Kaliumgödslingseffektens beroende av balansen mellan kalium och magnesium. I. Kärnförsök.
<i>Effects of potassium fertilization depending on the balance between potassium and magnesium. I. Pot experiments.</i> |
| 132 | 1981 | Börje Lindén: Ammonium- och nitratkvävet rörelser och fördelning i marken. I. Litteraturöversikt.
<i>Movement and distribution of ammonium- and nitrate-N in the soil. I. Literature review.</i> |
| 133 | 1981 | Peder Waern: Spridningstidpunkt och tillförselsätt för flytande kvävegödselmedel till stråsäd.
<i>Time and method of application of nitrogen solutions for cereals.</i> |

- | Nr | År | |
|-----|------|---|
| 144 | 1982 | Janne Ericsson och Göte Bertilsson: Regionala behov av underhållskalkning.
<i>Regional needs of maintenance liming.</i> |
| 145 | 1982 | Börje Lindén: Ammonium- och nitratkvävetts rörelser och fördelning i marken. IV. Inverkan av gödslings-sätt och nederbörd. Studier i fältförsök.
<i>Movement and distribution of ammonium- and nitrate-N in the soil. IV. Influence of N-application technique and precipitation. Studies in field trials.</i> |
| 146 | 1982 | Peder Waern och Jan Persson: Havrens kväveupptagning från olika djup i en styv lera.
<i>Nitrogen uptake by oats from various depths in a heavy clay.</i> |
| 147 | 1982 | Magnus Hahlin och Lars Eric Anderson: Kalkningens och fosforgödslingens långsiktiga effekter på mark och gröda.
<i>Residual effects of liming and phosphorus fertilization on soils and crops.</i> |
| 148 | 1982 | Gyula Simán, Kerstin Berglund och Lars Eriksson: Effekt av stora kalkgivor på jordens struktur, växtnäringshushållning och skördens storlek.
<i>Effect of large lime quantities on soil structure, nutrient balance and yield of the crops.</i> |
| 149 | 1982 | Lars Eric Anderson: Mineralisering och upptagning av kväve i två åkerjordar.
<i>Mineralization and uptake of nitrogen in two cultivated soils.</i> |
| 150 | 1983 | Käll Carlgren: Några analysmetoders användbarhet för uppskattning av kväve mineraliseringen i åkerjordar från Götaland och Svealand.
<i>The usability of some methods for estimation of nitrogen mineralisation in arable soils from South and Middle Sweden.</i> |
| 151 | 1983 | S.L. Jansson: Tjugofem års bördighetsstudier i Sverige.
<i>Twentyfive years of soil fertility studies in Sweden.</i> |
| 152 | 1983 | S.L. Jansson: Åkermarkens försurning och kalkning. Erfarenheter från de skånska bördighetsförsöken.
<i>Acidification and liming of arable soils. Experiences from the long-term soil fertility experiments in Malmöhus county.</i> |
| 153 | 1983 | Lennart Mattsson: Kvävegödsling till havre.
<i>Nitrogen fertilization to oats.</i> |

I denna serie publiceras forsknings- och försöksresultat från avdelningen för växtnäringslära, Sveriges lantbruksuniversitet. Serien finns tillgänglig vid avdelningen och kan i mån av tillgång erhållas därifrån.

This series contains reports of research and field experiments from the Division of Soil Fertility, Swedish University of Agricultural Sciences. The series is available at the Division and can, as far as supplies admit, be ordered from the Division of Soil Fertility.

DISTRIBUTION:

Sveriges lantbruksuniversitet
Avdelningen för växtnäringslära
750 07 UPPSALA

Tel. 018-171255 eller 171249
