

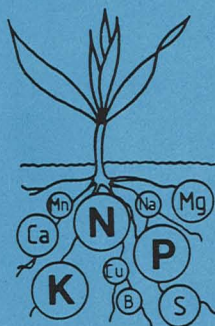


SVERIGES
LANTBRUKSUNIVERSITET

Bladgödsling med mangan i kärl- och fältförsök

Foliar application of manganese in
pot and field trials

Käll Carlgren

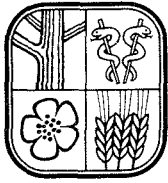


Institutionen för markvetenskap
Avd. för växtnäringslära

Rapport 171
Report

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

Uppsala 1988
ISSN 0348-3541
ISBN 91-576-3318-5

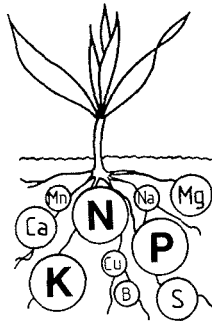


SVERIGES
LANTBRUKSUNIVERSITET

Bladgödsling med mangan i kär- och fältförsök

Foliar application of manganese in
pot and field trials

Käll Carlgren



Institutionen för markvetenskap
Avd. för växtnäringslära

Rapport 171
Report

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

Uppsala 1988
ISSN 0348-3541
ISBN 91-576-3318-5

Rättelseblad till rapport 171, "Bladgödsling med mangan i kärli- och fältförsök", från avd. för växtnäringslära.

Genom ett misstag har grundskördarna i tabell 17 blivit felaktiga.

Tabell 7 med de rätta grundskördarna visas nedan!

Tabell 7. Bladgödsling med mangan i åtta fältförsök med dokumenterad Mn-brist. Grundskördar i obehandlade led och relativtal för Mn-behandlingar
Table 7. Foliar application of manganese in eight field trials suffering from manganese deficiency. Basic grain yields and relative numbers of Mn-treatments

Försöksled Treatment	Beh. tid- punkt	Antal obs. n	Grundskörd Basic yield	Rel tal
Utan näringslösning Untreated	-	8		100
60 Mn g/ha i Mn-kelat	T	2	4660 kg/ha	100
120 Mn g/ha i Mn-kelat	T	8	3540	103
240 Mn g/ha i Mn-kelat	T	2	4660	105
1250 Mn g/ha i Mn-sulfat	T	8	3540	115*
60 Mn g/ha i Mn-kelat	S	2	4660	108
120 Mn g/ha i Mn-kelat	S	8	3540	110**
240 Mn g/ha i Mn-kelat	S	2	4660	107
1250 Mn g/ha i Mn-sulfat	S	8	3540	120**
2x60 Mn g/ha i Mn-kelat	TS	4	4570	106*
2x120 Mn g/ha i Mn-kelat	TS	8	3540	115**
2*625 Mn g/ha i Mn-sulfat	TS	4	2520	135
2x1250 Mn g/ha i Mn-sulfat	TS	8	3540	129**
2x2,0 l/ha CDS-mang	TS	2	4480	114
2x1,5 l/ha deZäta LF	TS	4	2520	121

T = tidig behandling/early treatment

S = sen behandling/late treatment

* P = 0,05

** P = 0,01

*** P = 0,001

BLADGÖDSLING MED MANGAN I KÄRL- OCH FÄLTFÖRSÖK

A. KÄRLFÖRSÖK	sid. 3
INLEDNING	... 3
JÄMFÖRELSE MELLAN MN-SULFAT OCH MN-KELAT. Kärlförsök nr 1.	... 3
JÄMFÖRELSE MELLAN TVÅ MN-SULFATPREPARAT UTAN ELLER MED TILLSATSER AV VÄT- OCH VIDHÄFTNINGSMEDEL. Kärlförsök nr 2.	... 6
JÄMFÖRELSE MELLAN KELATORER MED OLIKA STABILITET MOT NEDBRYTNING I VÄXTEN. Kärlförsök nr 3.	... 9
B. FÄLTFÖRSÖK I STRÅSÄD OCH OLJEVÄXTER	... 11
FÖRORD	... 11
INLEDNING	... 11
UNDERSÖKNINGENS UTFÖRANDE	... 12
SAMMANFATTANDE REDOVISNING AV STRÅSÄDESFÖRSÖKEN	... 17
Bladgödsling med mangan till stråsåd när manganbrist konstaterats	... 17
Bladgödsling med mangan till stråsåd i allmänt före- byggande syfte	... 18
REDOVISNING AV ENSKILDA FÖRSÖKSSERIER I STRÅSÄD	... 21
Försöksserie L3-6028	... 21
Försöksserie L3-D3-6032 och SLR 149-150	... 24
Försöksserie L3-D3-6033	... 27
MANGAN TILL OLJEVÄXTER, försöksserie R3-6029	... 28
SUMMARY	... 29

Bladgödsling med mangan i kärl- och fältförsök

A. Kärlförsök

- * Resultaten från tre kärlförsök med mangan presenteras.
- * I det första försöket jämfördes jord- och bladgödsling med mangansulfat och mangankelat.
- * Bladgödsling med mangansulfat gav den allra största manganupptagningen i grönskörden.
- * Ett nytt flytande mangansulfat med tillsats av vät- och vidhäftningsmedel gav effektivare Mn-upptagning än det äldre pulverformiga mangansulfatet som inte hade några tillsatser i kärlförsök nr 2.
- * I det tredje försöket prövades kelatorer med olika egenskaper. Där gav den hittills mest använda kelatorn, EDTA högst manganupptagning i grönmassan.

BLADGÖDSLING MED MANGAN I KÄRL- OCH FÄLTFÖRSÖK

A. KÄRLFÖRSÖK

Inledning

Ett mineraliskt gödselmedel, t.ex. mangansulfat, har sina beståndsdelar i jonform. Sådana föreningar utsätts ofta för fastläggningsreaktioner när de blandas in i jorden och det tillförda växtnäringsämnet riskerar därmed att bli oåtkomligt för växterna. När det är en metallkatjon som skall tillföras - t.ex. Mn^{2+} - kan man låta den bindas vid en kelatmolekyl i stället för till en oorganisk anjon och därigenom förblir den lättare i lösning. Kelater är högmolekylära organiska föreningar som inte fastläggs i marken och därigenom förblir också den fasthållna metalljonen i lösning. Så småningom bryts dock kelatmolekylerna ned liksom allt organiskt material gör i jorden men fram till dess är dock metalljonen skyddad mot fastläggning och kan tas upp av växten. Flera kelater förekommer naturligt i marken och föreningarna med sin goda löslighet används ibland som komponenter i gödselmedel och då mest i bladgödselpreparat. Förmodligen är kelatmolekylerna för stora för att följa med metalljonen in i rot- eller växtcellen och de tjänstgör blott som bärare och transportörer för metalljonerna. Vid bladgödsling kan de dock komma in i växten genom öppningar på bladytan. Väl där inne kan kelaten också ha en del biverkningar.

De i jorden naturligt förekommande kelaten är komplexa föreningar och det för gödsling mest använda kelatet - EDTA - har sitt ursprung i ättiksyra. De spelar stor roll för koppars och mangans tillgänglighet. Kelater tillförs och nybildas när man stallgödslar eller när skörderester och mull omsätts i marken. De tekniskt framställda kelaten är ganska dyra. Det är därför de främst används som komponenter i mikronäringsämnespreparat vilka tillförs växten i små doser.

Jämförelser mellan Mn-sulfat och Mn-kelat.

Kärlförsök nr 1

Försöket upprepades två år i följd och avsåg belysa skillnaderna i Mn-upptagning mellan olika tillförselsätt och typer av manganföreningar. Mn^{2+} tillfördes i sulfat- eller kelatform och gödslingen skedde på två sätt, genom inblandning i jorden före sådd och genom bladgödsling i grödans 4-5-bladsstadium. Jorden var båda åren lättlera med ett pH-värde omkring 6,5. Den hade inga brister av näringsämnen och gödslades med nödvändiga mängder av N, P och K. Ny jord användes varje år, antalet samkärll var två och grödan var havre som skördades som grönmassa. Mn-givorna var något färre men större för jord- jämfört med bladgödslingsleden. I tabell 1 redovisas försöksplan och resultat.

Vid en granskning ser man först att grönmasseskördarna i Mn-leden är ungefär lika stora som i obehandlat led dvs. någon skördeökning av

Tabell 1. Kärlförsök nr 1. Skörd av mangan i grönmassa. Mangan tillfört via jord eller bladmassa och som Mn-sulfat eller Mn-kelat.

Table 1. Pot trial no 1. Yield of Mn and recovery of fertilizer-Mn in dry matter. Mn added as Mn-sulfate or Mn-kelate, either by soil or by foliar application.

Variabel	Untreated 0 Mn	Tillfört via jord, Mn g/kärl som sulfat Mn added via soil, g/pot						Tillfört genom bladgödsling, Mn g/kärl som sulfat Foliar application of Mn, g/pot							
		as sulfate			as chelate			as sulfate				as chelate			
		0,08	0,16	0,32	0,08	0,16	0,32	0,02	0,04	0,08	0,16	0,02	0,04	0,08	0,16
Ts-skörd, g/kärl	76,2	76,7	76,9	72,6	77,5	73,4	78,0	74,4	74,3	69,5	73,6	73,9	70,5	70,4	65,1
Yield of DM, g/pot															
Mn-halt i gröda ppm	41,5	27,8	32,3	35,8	34,0	41,3	47,3	44,5	59,8	90,5	130,8	35,8	43,0	51,0	60,0
Mn-content in DM, ppm															
Mn-skörd, mg/kärl	2,23	2,18	2,52	2,57	2,68	2,97	3,75	3,37	4,48	6,29	9,71	2,70	3,07	3,62	3,90
Mn-yield, mg/pot															
Upptaget gödsel-Mn, mg/kärl	-	0,0	0,29	0,34	0,45	0,74	1,52	1,14	2,25	4,06	7,48	0,47	0,84	1,39	1,67
Recovery of fertilizer-Mn mg/pot															
% upptaget gödsel-Mn - % recovered fertilizer-Mn		0,0	0,18	0,10	0,56	0,46	0,48	5,7	5,6	5,1	4,7	2,4	2,1	1,7	1,0

Mn-behandlingarna erhöills ej. För en av behandlingarna - bladgödsling med Mn-kelat- sjönk ts-skördarna jämfört med det obehandlade ledet och grönmassa-skörden var för detta behandlingsalternativ lägst vid den högsta Mn-givan, 0,16 g Mn/kärl. De relativa skördesänkningarna var för denna gödslingsmetod stora - för högsta givan 10 procent. En förklaring kan vara de i början av uppsatsen nämnda biverkningarna av kelatmolekylen vilka kan uppträda vid höga doser. Kelatmolekylerna attraherar, efter att ha kommit in i växten via bladytan, många olika metallkationer förutom den de medför. Den metalljon som har den högsta kelateringskonstanten (= högst benägenhet att hakas fast vid kelatmolekylen) fastnar i störst mängd och är sedan undandragen växten tills kelatmolekylen brutits ner. Detta tar någon tid och förhållandet kan vid stora kelatdoser leda till temporära brister i växten av vissa metallkationer. Exempel finns i litteraturen på att järnbrist (kloros) kan uppstå genom konkurrens mellan mangan och järn (Hewitt 1948, Mengel-Kirkby 1978). I kärlförsök nr 1 registrerades dock inte några symtom på kloros eller järnbrist.

Vid bladgödsling med mangansulfat var också ts-skörden något lägre i de manganbehandlade leden men skillnaderna gentemot obehandlat led var inte större än att de kunde tillskrivas bakgrundsvariationen.

Den av växten upptagna Mn-mängden stiger i försöket uthålligt för alla behandlingarna när man ökar Mn-gödslingsintensiteten. Vid de högsta givorna sjunker dock gödslingseffektiviteten, dvs. en allt mindre andel tillfört mangan tas upp, se tabell 1, sista raden, där den procentuella upptagningen av tillfört gödselmangan visas. Vid mangantillförsel via jorden är alternativet med kelat effektivast. Det kan bero på att manganet som tillfördes jorden via sulfat fastlades. Jordbehandling med mangan i kelatform är, fastän effektiv dock av ekonomiska skäl ointressant då det, vad man vet, krävs för stora givor. I bladgödslingsleden där manganet överlag togs upp effektivare av växten än när det tillfördes via jord (tabell 1 sista raden), visade sig mangansulfatet vara det bästa preparatet med den största upptagna manganmängden. Kärlförsöksresultaten är en verifikation på vad som senare i rapporten visas för försöken i fält, nämligen att mangansulfat tillfört via blad ger den effektivaste Mn-upptagningen, se del B i denna rapport, avsnittet om bristförsök i vårstråsad! Det skall för säkerhets skull nämnas att de i kärlförsök nr 1 demonstrerade manganhalterna och i grödan upptagna manganmängderna inte kan överföras till att gälla även för fält-förhållanden ty mellan kärl och fält är det alltför stora skillnader i odlingsvillkor. Rotgenomvävnaden är kraftigare och temperatur- och vattenfaktorn hålls lättare under kontroll i kärl. Kärlförsök har ändå, som vi sett sitt stora värde genom att det tydligt demonstrerar de principiella skillnader som finns mellan olika alternativ för mangantillförsel.

Jämförelse mellan två Mn-sulfat-preparat utan eller med tillsats av
vät- och vidhäftningsmedel
Kärlförsök nr 2

Det är i kärlförsök nr 1 visat att bladgödsling med mangansulfat är den effektivaste metoden för Mn-tillförsel. De hittills använda Mn-sulfatpreparaten har dock flera nackdelar exempelvis benägenhet att damma vid hantering varvid luftvägarna och slemhinnorna i munnen irriteras på de som använder dem. Preparaten kan också tillsammans med vissa vattenkvaliteter ge utfällningar i sprutan och dessa slammar sedan igen sprutmunstyckena.

Avdelningen för växtnärlära har provat ett nytt mangansulfat i kärlförsök. Preparatets handelsnamn är "CUTONIC" från AB Kemi-intressen. Tanken var att jämföra ett Mn-sulfat av den äldre typen med det nya dels vid samma Mn-intensitet och dels också vid lägre intensiteter för att undersöka om det också vid låga givor togs upp tillräckligt med mangan från det nya preparatet, dvs. se om tillsatserna av vätmiddel och vidhäftningsämnen ökade mangangödslingseffektiviteten. Förutsättningarna för försöket beträffande använd jord och gödsling liknade de för kärlförsök nr 1, blott att grödan i stället för havre var höstraps. Bevattning av försöket utfördes i början och fram till en vecka efter Mn-besprutningen via jord. Därefter strilades vatten över plantorna och detta gjordes för att spola bort preparatrester som kunde störa Mn-analyserna i skörden. Grödan skördades som grönmassa. Försöksplan och resultat framgår av tabell 2.

Grönmasseskördarna i försöket var av väntad storleksordning och ungefär desamma i ogödslat och gödslade led. Grödan utvecklades normalt, utan sjukdomar eller skador. Mn-behandlingarna gav högre manganhalt i grönmassan än det obehandlade ledet.

Vid samma giva 0,020 Mn, g/kärl fanns ungefär en halv gång mer gödsel-Mn i grönmassan när det nya preparatet användes jämfört med det gamla dvs. gödslingseffektiviteten var högre med det nya preparatet. Det nya preparatet var effektivt också i lägre doser. När halva givan, dvs. 0,010 g Mn/kärl, av det nya preparatet jämfördes med hel giva 0,020 g Mn/kärl av det gamla sulfatet utan tillsatser, fanns i växten ungefär lika mycket gödsel-Mn för båda behandlingarna, se tabellerna 2 och 3. Detta pekar på att det nya sulfatet med tillsats av vät- och vidhäftningsmedel i försöket var överlägset det äldre. Det skall påpekas att här vet man dock inte säkert om den större Mn-mängden i skörden efter Mn-behandling med sulfat innehållande vät- och vidhäftningsmedel berodde på bättre Mn-upptagning hos höstrapsen eller om de nya tillsatserna bara medförde att manganet bevarades längre på bladytan även fast grödan strilbevattades. Vid Mn-analys av skörden kunde vi ej skilja upptaget Mn från mangan som fanns kvar på bladytan. Flera försök behövs för att testa preparatets effektivitet, helst på Mn-bristjordar. Här måste åter påpekas att förhållandena i kärl och fält är så olika att resultaten inte direkt kan överföras till fält.

Tabell 2. Jämförelse mellan två mangansulfat-preparat. Medeltal för två samkärll.
Gröda: höstraps skördad som grönmassa.

Table 2. Differences in uptake of manganese in green rape after manganese application either as conventional Mn-sulphate or as a new Mn-sulphate with adhering and wetting agents included.

Försöksled	Grönmassa g ts/kärl DM	Mn-halt i skörd ppm Mn-content in DM, ppm	Mn-skörd mg/kärl Mn-yield mg/pot	Upptaget gödsel-Mn mg/kärl Recovered Mn mg/pot	Gödsel- Mn upp- taget % Recovered fert.-Mn %
Inget Mn	20,0	33	0,65	-	-
0,020 g/kärl Mn Som TEC-mangan,	19,2	70	1,33	0,68	4
0,0050 " en äldre form.	19,7	42	0,83	0,18	4
0,020 " Som CUTONIC-	23,3	71	1,64	0,99	5
0,010 " mangan, en ny	22,7	64	1,45	0,80	8
0,0050 " form av sulfat	23,7	41	0,97	0,32	6,4
0,0025 " med tillsatser	22,6	36	0,81	0,16	6,4
0,00125 "	22,7	37	0,85	0,20	16

P.g.a. att Mn-sulfat vid bladgödsling är effektivare än Mn-kelat och därför att nuvarande sulfatpreparat har vissa nackdelar är det önskvärt med produktutveckling och resultaten från kärlförsök nr 2 är trots den nämnda osäkerheten i resultattolkningen intressanta och ger anledning till reflexioner.

Om det nya förändrade sulfatet håller vad det lovar även i fält så skulle man när man Mn-behandlar kunna sänka dosen en del och ändå få tillräcklig Mn-upptagning av grödan. Problemen med utfällningar i sprutan skulle också minska om dosen kunde hållas lägre. Eftersom det nya preparatet är flytande elimineras luftvägsirritationerna vid handhavandet. Tillsatsen av vät- och vidhäftningsmedel minskar risken för att regn strax efter behandlingen förstör Mn-effekten etc. Vi hoppas nu kunna pröva produkten även i fält under skördeåret 1988.

Som upplysning kan nämnas att det nya preparatet per enhet mangan är något dyrare än det gamla.

I tabell 3 visas några statistiska jämförelser som gjordes mellan olika gödslingsalternativ i kärlförsök nr 2. Observera att frånvaron av signifikans i en del jämförelser inte behöver innebära något negativt. När t.ex. normalgivan av TEC-mangan, 0,02 g Mn/kärl, jämförs med halva Mn-givan av CUTONIC-mangan så visar frånvaron av signifikans att det nya preparatet är ungefär dubbelt så effektivt som det gamla.

Tabell 3. Parvisa jämförelser mellan behandlingar i kärlförsök nr 2. Upptagning av gödselmangan. Medeltal för två samkärll. Gröda, höstraps skördad som grönmassa.

Table 3. Comparisons between different Mn-treatments. Pot trial nr 2. Recovery of fertilization-Mn. Mean for two replications.

Parvis jämförda försöksled		Differens i upptagen gödsel-Mn-mängd mellan försöksled	Signifikans
Pair-wise compared treatments		Differences in recovery of fertilizer-Mn between treatments	Significance
		Mn, mg/pot	
0,02 g TEC	mot obehandlat	+ 0,68	**
0,02 g CUT	mot 0,02 g TEC	+ 0,31	*
0,01 g CUT	mot 0,02 g TEC	+ 0,12	
0,005 g CUT	mot 0,02 g TEC	- 0,36	*
0,0025 g CUT	mot 0,02 g TEC	- 0,52	**
0,005 g CUT	mot 0,005 g TEC	+ 0,14	

TEC = Mangansulfat utan tillsatser

TEC = Mn-sulphate without complements

CUT = Mangansulfat med vät- och vidhäftningsmedel

CUT = Mn-sulphate including wetters and stickers

** P = 0,01

* P = 0,05

Jämförelse mellan kelatorer med olika stabilitet mot nedbrytning i växten.

Kärlförsök nr 3

När det gäller kelatpreparat vill man endast att kelatmolekylen skall underlätta transporten av den fästade metallkationen inuti växten till tillväxtpunkterna genom att hålla den i lösning. Kelatpreparat är därför i första hand lämpliga att använda vid tillförsel av kationer som är svårörliga i växten dvs. för joner vilka växten har svårt att själv transportera från äldre vävnad till växande delar. När den uppgiften är löst bör kelatmolekylen snabbt försvinna genom att brytas ner. Om detta inte sker kan andra metallkationer i växten, med en högre komplexbildningskonstant än den tillförda jonen, blockeras. Järn t. ex. har en mycket hög sådan konstant och bindes därför lätt till kelatmolekylen i växten efter bladgödsling med manganelat. Detta kan vid stora manganelatdoser temporärt medföra fysiologiska störningar i plantan i form av kloros (Hewitt 1948, Mengel et al 1978). Man bör därför vid bladgödsling eftersträva användning av kelatorer som snabbt bryts ner i växten efter tillförseln.

För att belysa detta genomfördes vid avdelningen för växtnäringslära ett orienterande kärlförsök där fem manganelat-preparat som hade olika stabilitet via bladgödsling i axgången tillfördes havre. Som mätare användes dels ett icke manganbehandlat led, dels ett led med den i handelspreparat vanligast förekommande kelatorn, EDTA.

Resultaten vi fick visade dels att alla Mn-behandlade led hade signifikant större upptagning av mangan i grönmassan än obehandlat led, dels att någon järnkloros eller annan brist hos havren ej fanns. Grönmasseskörden i några av de behandlade leden var dock litet lägre än i obehandlat led vilket tyder på att fysiologiska störningar kan ha förekommit. Resultaten visade att EDTA hävdade sig väl i jämförelse med de mera lättnedbrytbara kelatorerna. Vid samma gödslingsintensitet var den av grödan upptagna mängden mangan signifikant större för manganelatet med EDTA som kelator än med de fyra andra prövade kelatorerna. Frågeställningen är dock fortfarande ofullständigt utredd. Det behövs alltså mera forskning och försök för att utreda vilken effektivitet kelatorerna har när de används som bladgödselmedel.

Litteratur

- Hewitt, E.J. 1948. Relation of manganese and some other metals to the iron status of plants Nature vol 161 s 489-490.
- Mengel, K & Kirkby, E.A. 1978. Principles of Plant Nutrition Ed. International Potash Institut Schweiz, s 426-428.

Bladgödsling med mangan i kärl- och fältförsök

B. Fältförsök i stråsåd och oljeväxter

- * 74 stråsådesförsök och 25 försök i oljeväxter med mangan redovisas.
- * Försöken i stråsåd delades i två grupper: de med och de utan manganbrist.
- * Vid konstaterad manganbrist i stråsåd gav sen behandling med mangansulfat den största och säkraste skördeökningen.
- * Bristförsöken låg ofta på lätta jordar eller hade högt pH-värde eller hög mullhalt.
- * En mera allmänt utförd manganbehandling när brist inte konstaterats kan inte rekommenderas.
- * Uppdelning av "icke bristförsöken", i grupper med samma jordart, pH-värde, mullhalt, förfrukt, gröda, m m gav inga indikationer på att skillnader i dessa egenskaper påverkar mangangödslingseffekten.
- * Separata sammanställningar för de ingående försöksserierna avslutar rapporten

B. FÄLTFÖRSÖK I STRÅSÄD OCH OLJEVÄXTER

FÖRORD

På 1950- och 1960-talet utfördes fältförsök med mangan. Resultat från dessa undersökningar är publicerade i meddelanden, dels från Statens jordbruksförsök (Johansson et al 1958) dels i rapporter från avdelningen för växtnäringslära (Nilsson 1973a, Nilsson 1973b). Problemen har aktualiserats under 1980-talet och Supra har t.ex. informerat om mangan (Warlin 1981).

Under åren 1981-1986 utfördes fältförsök med mangan i södra, västra och östra jordbruksförsöksdistrikten. De utgjordes av riks-, läns- och distriktsförsök i vårstråsäd och oljevaxter och försöken administrerades av försöksavdelningen för växtnäringslära. Resultaten från sammanlagt 74 försök i stråsäd och 25 försök i oljevaxter presenteras nu.

Inledning

I ett modernt jordbruk är användningen av olika produktionsmedel intensiv. Skördeutbytet har också, till följd av de allt större produktionsmedelsinsatserna, de senaste decennierna ökat mycket kraftigt.

En annan nutida företeelse, orsakad av de ständigt ökande effektivitets- och lönsamhetskrav som ställs på jordbruket, är att det utvecklas alltfler starkt specialiserade företag. Borta är det lilla allsidiga familj jordbruket - förebilden för Sörgården. I stället har lantbrukarna, såväl som andra företagare i samhället skapat stora specialiserade enheter. De är inriktade antingen på en mycket intensiv djurproduktion eller på en dito spannmålsodling. I det förra fallet blir tillgången ofta för riklig på stallgödsel för växtodlingens egentliga behov och bonden kan tvingas överdosera. Med den andra driftsinriktningen - en specialiserad spannmålsproduktion - saknas stallgödseln i stället helt i växtodlingen.

Då stallgödseln bl a innehåller bor, mangan och koppar, vilka näringsämnen via gödseln tillförs jorden och därför att det i stallgödseln också finns organisk substans och genom att mikronäringsämnenas löslighet förbättras vid stallgödselns omsättning och nedbrytning i marken, ger djurhållning en viss garanti för att grödornas försörjning med mikronäringsämnen skall vara ostörd.

Med kreaturslös drift är däremot riskerna större för att grödorna inte skall utvecklas normalt beroende på krängel med mikronäringsämnestillförseln.

Totalmängden mangan i jorden är alltid hög och skulle kunna räcka för 100-tals grödors behov. Det är inte mängden mangan utan ämnets varierande löslighet i marken som ger problemen. En konstaterad akut brist

på mangan avhjälpes därför bäst genom bladgödsling med ett manganpreparat ty därigenom undviks fastläggning av manganet i marken. Grödan kan också lida brist på mangan utan att symtom utvecklas, den har då s.k. dold hunger. Genom att denna inte kan iakttagas i fält är den svårare att behandla. I syfte att försäkra sig mot skörde-
nedsättningar orsakade av en sådan dold manganbrist rekommenderas ofta jordbrukaren att bladgödsla med mangan, ofta i form av manganelat, i samband med ogräsbekämpningen på försommaren eller vid en senare behandling mot skadedjur eller svampbekämpning. Kelatpreparaten är nämligen blandbara i sprutan med alla andra kemiska medel, mangan-sulfatet bara med ett fåtal ogräsmedel.

I de äldre Mn-försöken prövades blott Mn-preparat i fast form. Nya Mn-medel, såsom flytande Mn-kelat, har tagits fram. I de nu redovisade försöken undersöks därför om en akut Mn-brist lika bra kan botas med Mn-sulfat som med Mn-kelat och om dessa två olika typer av preparat också kan användas i Mn-bristförebyggande behandling, vid vilken tidpunkt Mn-behandlingen bäst utförs, storleken på en lämplig giva etc.

UNDERSÖKNINGENS UTFÖRANDE

Det föreligger alltså för bonden två olika behandlingssituationer och i det försöksmaterial som utgör underlag för denna rapport finns en hel del försök där tydlig manganbrist har graderats och dokumenterats. Jag har därför vid den statistiska bearbetningen och sammanställningen delat upp stråsådesförsöken i två grupper för att efterlikna de två behandlingssituationer som jordbrukaren ställs inför: a) den konstaterade bristsituationen och b) det fall där grödan kanske lider av en dold hunger, vilket jordbrukaren dock inte säkert vet, men som han kan motverka genom en allmänt förebyggande manganbesprutning tillsammans med någon annan behandling av grödan.

Här är flera försöksserier sammanställda med många försöksled av vilka en del är gemensamma, och man kan genom att sammanföra flera serier i en ny större grupp, få ett ökat antal observationer för vissa gödslingsåtgärder. Därmed kan gödslingseffekter komma till synes och bli statistiskt säkra fastän de i en mindre grupp hade förblivit oupptäckta eller osäkra till följd av att de där dolts bakom de alltid förekommande försöksfelen. Dessa har ökad betydelse ju mindre antal observationer man har.

I tabell 1 och 2 nedan presenteras en översikt av försöken. Här får man veta vilka försöksserier som ingår i undersökningen och hur försöken ordnats vid den statistiska bearbetningen i syfte att skapa så stora grupper med gemensamma led som möjligt. I tabell 3, 4 och 5 får man en överblick över antalet försök med likartade jordegenskaper samt över antalet försök med samma förfrukt, gröda och grundskörd. Vid den statistiska bearbetningen har sedan gjorts uppdelningar av försöks-
materialet enligt dessa grupper.

I redovisningen behandlas först mangangödsling till stråsåd vid akut Mn-brist och sedan mangantillförsel som en mera allmänt förebyggande behandling. Dessa undersökningar baseras på alla försök i stråsåd, 74 stycken. Antalet gemensamma försöksled är fyra i denna stora grupp. Andra behandlingar förekommer naturligtvis också men då med ett mindre antal observationer. Vad skördenivå, jordegenskaper etc. betyder för Mn-gödslingseffekten testas för förebyggande Mn-behandling. Näst sist redovisas varje försöksserie för sig och en sammanställning över de 25 försöken i oljeväxter avslutar rapporten.

Tabell 1. Fältförsök med mangan år 1981-1986

Table 1. Field trials with manganese within years of 1981-1986

Försöksserie	Försöksår	Distrikt Experimental	Gröda Crop	Antal led Number of treatments	Antal Number of trials
Trial series	Trial years	district	Crop		
L3-6028	1981-83	södra south	stråsåd cereals	14	24
SLR 149-150 L3-D3-6032	1982-86	södra och östra south and east	stråsåd cereals	9	18
L3-D3-6033	1982-85	västra west	stråsåd cereals	7	32
R3-6029	1982-85	S+V+Ö S+W+E	oljev. rape seeds	5	25

Tabell 2. Tablå över de sammanställningar där flera serier ingår

Table 2. Schedule of the trial constellations which were examined in the investigation

Försöks- grupp	Försöksår	Totalt antal led Total number of treatments	Gem. led Number of jointed treatments	Antal förs. Number of trials
Trial group	Trial years			
L3-6028, SLR 149- -150, L3-D3 6032 L3-D3-6033	1981-86	17	4	74
Mn-bristförsök Trials with stated Mn-deficiency	1981-86	11	4	8
Försök utan reg. Mn-brist Trials without stated Mn-deficiency	1981-86	17	4	66

Tabell 3. Antal observationer med en viss jordegenskap i olika grupper av försök

Table 3. Soil characteristics for the different constellations of field trials

Försöksserie Trial series	pH-värde pH-value			Lerhalt % Clay content			Mullhalt % Organic matter				
	≤6,4	≥6,5	x)	15%	15,1% x)		≤5,9	6,0-20	≥20 x)		
L3-6028	10	13	1	13	10		1	18	5	-	1
SLR 149-150, L3-D3-6032	8	7	3	4	7		7	10	1	7	-
L3-D3-6033	26	5	1	12	16		-	21	6	4	1
Mn-bristförsök i stråsäd Trials in cereals with Mn-deficiency	1	6	1	1	2		5	3	-	5	-
Försök utan Mn- brist i stråsäd Trials in cereals without Mn-deficiency	43	20	3	28	32		6	9	52	3	2
Alla Mn-försök i i stråsäd All Mn-trials in cereals	44	26	4	29	34		11	12	52	8	2
R3-6029 Oljeväxter Trials in oil seed rape	11	12	2	9	10		-	14	5	4	2

x) ej analyserad/not examined

Tabell 4 Kalk-, stallgödsel-, mikronäringsämnesnivåer på försöksplatserna

Table 4. Lime-, manure- and micro nutrient-levels in the trials

Försöksserier Trial series	Halter av mikro- näringsämnen (B och Cu) Micronutrient levels (B and Cu)			Kalkat försöks- året eller året före Lime added trials year or year before			Stallgödsel- försöksåret eller året före Manure added trial year or year before			Mn-brist noterad Mn-def. stated	
	låga	höga	x)	+	-	x)	+	-	x)	+	-
L3-6028	x)	x)		x)	x)		x)	x)		2	22
SLR 149-150, L3-D3-6032	x)	x)		x)	x)		x)	x)		6	12
L3-D3-6033	11	21		2	30		6	26		0	32
Alla Mn-försök i stråsäd All Mn-trials in cereals	11	21	42	2	30	42	6	26	42	8	66

x) = ej analyserat/not analyzed

Tabell 5. Förfrukt, gröda, grundskörd och antal försök under olika år. Siffrorna hänförs till antalet försök
Table 5. Preceding crops, crops, basic yields and distribution of trials for experimental years

Försöks- grupp	Förfrukt			Gröda			Grundskörd, kg/ha			Försöksår						
	<u>Preceding crop</u>			<u>Crop</u>			<u>Basic yield</u>			<u>Experimental year</u>						
	Stråsäd	Rotfr.	Övr.	Hav- re	Korn	Vete	≤4000	4000-5000	≥5000	-81	-82	-83	-84	-85	-86	Summa
Trial series	Cereals crop	Root	Other	Oats	Bar- ley	Wheat										
L3-6028	11	10	3	15	7	3	3	7	14	8	8	8	-	-	-	24
SLR 149-150, L3-D3-6032	9	-	9	6	12	-	8	3	7	-	4	5	5	2	2	18
L-D3-6033	22	-	10	16	16	-	9	12	11	-	7	10	7	8	-	32
Mn-brist- försök	2	3	3	3	4	1	6	-	2	1	2	2	3	-	-	8
Trials with Mn-deficiency																
Försök utan Mn-brist	44	17	5	33	31	2	14	22	30	7	17	21	9	10	2	66
Trials without Mn-deficiency																
Alla Mn-för- sök i stråsäd	46	10	18		71	3	20	22	32	8	19	23	12	10	2	74
All Mn-trials in cereals																
R3-6029 oljeväxter	21	-	4	-	-	-	-	-	-	-	8	6	5	6	-	25
All trials in oil seed rape																

Tabell 6. Grunddata för försök med dokumenterad Mn-brist
Table 6. Some characteristics for trials with stated Mn-deficiency

Försöks- serie Trial series	År Year	pH	Jordart Soil type	Mull- halt OM	Förfr. Prec. crop	Gröda Crop	Grundskörd Basic yield	Max skörd efter beh. Maximum yield after treatment	Län	Stg	Kalk Lime	Signif Signf.
L3-6028	-81	6,6	LL	mmh	h-vete	havre	5690	6320	M	-	-	**
"	-83	7,2	LL	mmh	h-vete	havre	3620	4110	M	-	-	*
SLR-	-82	-	M	-	oljev.	korn	5280	6610	I	-	-	-
149-150	-83	7,4	M	-	bönor	korn	1420	3530	I	-	-	***
"	-84	7,4	lM	-	morötter	korn	2350	3460	I	-	-	***
"	-84	7,3	Sa	nmh	vall	korn	3270	3860	I	-	-	*
L3-D3-	-82	7,7	saM	-	oljev.	havre	3670	5770	I	-	-	***
6032	-84	6,0	M	-	korn	korn	3030	3660	I	-	-	-

anm.

Sa = Sand

LL = Loam

M = Soil containing $\geq 40\%$ OM

nmh = " " 2-3% OM

mmh = " " 3-6% OM

- = ej stallgödslat eller kalkat under försöksåret/not manured or limed during the experimental year

* p = 0,05

** p = 0,01

*** p = 0,001

SAMMANFATTANDE REDOVISNING AV STRÅSÄDESFÖRSÖKEN

Bladgödsling med mangan till stråsäd när manganbrist konstaterats

I materialet på 74 st stråsädesförsök ingick 8 försök med dokumenterad manganbrist. Försöken låg i södra och östra försöksdistrikten. I tabell 6 visas några kompletterande grunddata för dessa försök med avsikten att så detaljerat som möjligt beskriva dem. Man kan se att de flesta försöken legat på Gotland, att pH-värdet oftast överstiger 6,5 och att jordarten i över hälften av försöken var mulljord. Dessa egenskaper utmärker ofta platser där manganbrist kan förekomma. Grundskördarna i gruppen är naturligtvis låga till följd av manganbristen.

I tabell 7 visas effekterna av de olika Mn-behandlingarna. Sen mangan-sulfattillförsel ger bäst resultat. Behandling med Mn-kelat är otvivelaktigt mindre effektiv när man har en säkert konstaterad brist. Relativtalen för Mn-kelatbehandlade led är alla större än för obehandlat led men ej så höga som för Mn-sulfat. Dessutom är de ofta ej statistiskt säkra. Den bästa och säkraste effekten av Mn-kelat får man när behandlingen upprepas. Det skall dock sägas att upprepas också Mn-sulfatbesprutningen får man ett ännu högre relativtal som dessutom är lika statistiskt säkert som det för upprepad kelatbehandling.

Antalet försök är för litet för att göra meningsfulla uppdelningar efter försökens egenskaper.

Tabell 7. Bladgödsling med mangan i åtta fältförsök med dokumenterad Mn-brist. Grundskördar i obehandlade led och relativtal för Mn-behandlingar

Table 7. Foliar application of manganese in eight field trials suffering from manganese deficiency. Basic grain yields and relative numbers of Mn-treatments

Försöksled Treatment	Beh. tid- punkt	Antal obs. n	Grundskörd Basic yield	Rel tal
Utan näringslösning	-	8		100
Untreated				
60 Mn g/ha i Mn-kelat	T	2	4660	100
120 Mn g/ha i Mn-kelat	T	8	3540	103
240 Mn g/ha i Mn-kelat	T	2	4660	105
1250 Mn g/ha i Mn-sulfat	T	8	"	115*
60 Mn g/ha i Mn-kelat	S	2	4660	108
120 Mn g/ha i Mn-kelat	S	8	3540 kg/ha	110**
240 Mn g/ha i Mn-kelat	S	2	4660	107
1250 Mn g/ha i Mn-sulfat	S	8	"	120**
2x60 Mn g/ha i Mn-kelat	TS	4	4570	106*
2x120 Mn g/ha i Mn-kelat	TS	8	3540	115**
2*625 Mn g/ha i Mn-sulfat	TS	4	2520	135
2x1250 Mn g/ha i Mn-sulfat	TS	8	"	129**
2x2,0 l/ha CDS-mang	TS	2	4480	114
2x1,5 l/ha deZäta LF	TS	4	"	121

T = tidig behandling/early treatment

S = sen behandling/late treatment

* P = 0,05
** P = 0,01
*** P = 0,001

Bladgödsling med mangan till stråsåd i allmänt förebyggande syfte

I 66 av stråsådesförsöken kunde inga brister noteras före manganbehandlingarna. Detta försöksmaterial utnyttjas för att se om en mera generell utförd manganbehandling har någon positiv effekt på skörden.

I tabell 3 och 4 visas frekvenserna för viktigare grunddata för försöksplatserna. Antalet försök med vissa jordegenskaper överensstämmer ganska väl med hur det vanligen ser ut i områden där manganbrist ej normalt förekommer och värdena bör jämföras med dem som redovisas i tabell 6, grunddata för bristförsöken.

De flesta platser har ett pH-värde under eller lika med 6,4. Några mulljordar finns med men ej så många, och mullhalten på fastmarksjordarna är för det mesta ganska låg. Stråsåd är den vanligaste förfrukten och grundskördarna är vanligen högre än i de tidigare redovisade bristförsöken.

I tabell 8 visas relativtalen för de olika mangangödslingsåtgärderna för alla 66 försöken. Observera att en del behandlingar återfinns med endast ett färre antal observationer. Detta beror på att dessa behandlingar ej ingick i alla försöksserier i gruppen.

Tabell 8. Bladgödsling med mangan i förebyggande syfte i fältförsök där ingen manganbrist registrerats. Relativtal. Grundskörd i obehandlade led och relativtal för Mn-behandlingar

Table 8. Foliar application of manganese in order to prevent yield reduction. Trials which showed no signs of manganese deficiency. Basic grain yields and relative numbers of Mn-treatments

Försöksled Treatment	Beh. tidp.	Antal obs n	Grundskörd Basic yield	Rel tal
Utan Mangan	-	66		100
Untreated				
60 Mn g/ha i Mn-kelat	T	22	5170 kg/ha	99
120 Mn g/ha i Mn-kelat	T	34	5050	99
240 Mn g/ha i Mn-kelat	T	22	5170	99
1250 Mn g/ha i Mn-sulfat	T	34	5050	100
60 Mn g/ha i Mn-kelat	S	22	5170	101
120 Mn g/ha i Mn-kelat	S	66	4800	100
240 Mn g/ha i Mn-kelat	S	22	5170	100
1250 Mn g/ha i Mn-sulfat	S	34	5050	100
2x60 Mn g/ha i Mn-kelat	TS	24	5160	100
2x120 Mn g/ha i Mn-kelat	TS	66	4800	100
2x625 Mn g/ha i Mn-sulfat	TS	10	4790	103
2x1250 Mn g/ha i Mn-sulfat	TS	66	5050	101
2x2.0 l/ha CDS-mang	TS	2	5050	100
2x1.5 " DeZäta LF	TS	10	4790	106*
120 Mn g/ha i Mn-kelat+				
10 l Complestal	S	19	5000	99
1250 g/ha i Mn-sulfat+				
10 l Complestal	S	19	5000	101

T = tidigt utförd behandling/early treatment

S = sen behandling/late treatment

* P = 0,05

** P = 0,01

*** P = 0,001

Då antalet försök varierar för olika behandlingar varierar också grundskörden. Alla de olika grundskördarna redovisas därför i tabell 8.

De tidiga behandlingarna med manganelat har en tendens att ge skördesänkningar men trenden är ej statistiskt säker trots att antalet observationer är stort.

Behandlingarna med mangansulfat, tidig eller sent eller vid båda tillfällena, visar däremot en svag tendens till att ge skördeökningar men inte heller den tendensen är säkerställd.

Den enda säkra effekten fås av behandling två gånger med DeZäta LF vilken för 10 observationer i medeltal har gett en statistiskt säker 6-procentig skördeökning. Det är dock tveksamt om den erhållna medelskördeökningen, 65 kg/ha spannmålskärna, kan betala både preparat- och spridningskostnader ty behandling måste ske vid två tillfällen och preparatet är ganska dyrt.

För de fyra försöksled som fanns i alla 66 försöken kunde en särskild jämförelse göras. Inga säkra skillnader mellan tillförsel av mangan i endera sulfat- eller kelatform eller mellan sen och tidig + sen behandling, vilka var de jämförelser som kunde göras, framkom dock. Här fanns en svag tendens till skördeökning, 30 kg/ha spannmålskärna, för sen behandling med Mn-sulfat men den var ej statistiskt säker och behandlingen betalar sig troligen inte.

På basis av försöken utan redovisad Mn-brist (N = 66) gjordes uppdelningar i grupper efter likheter i försöksplatsernas jordegenskaper m.m. för att se om det fanns något speciellt tillfälle där preventiv behandling i alla fall var försvarlig. Antalet observationer i de bildade grupperna framgår av värdena i tabellerna 3, 4 och 5 som visats tidigare. Men preparateffekterna i de nya grupperna liknade dem som erhållits med hela materialet. De tendenser som framkom var också lika osäkra som för hela materialet av "icke brist"-försök. Så var t ex tendensen den att relativtalen, litet oväntat kanske var något mera positiva för försök på jordar med låga pH-värden ($\leq 5,9$) än för försök på jordar som var neutrala eller basiska (pH $\geq 6,9$). Mera väntat var tendensen till skördeökning något starkare på jordar med högre mullhalt (mycket mullrika jordar och mulljordar) jämfört med mullfattiga och något mullhaltiga jordar. När betydelsen av jordens innehåll av finare mineralbeståndsdelar, dvs. lera, undersöktes erhöles tendenser till skördeökningar på leriga jordar och lättleror. Högre och lägre lerhalt tenderade att ge skörderelativtal som låg under 100.

Med oljeväxter som förfrukt erhöles med förebyggande manganbehandling i några fall särka negativa effekter på ett par procent, t.ex. vid tillförsel av 1250 g Mn/ha i Mn-sulfat både tidigt och sent och för 240 g Mn/ha i Mn-kelat tidigt. DeZäta LF var i grupperna med olika förfrukter inte representerat.

Havre som gröda visade en svag tendens att svara bättre på behandlingarna än korn med detta utslag var ej säkert. För de tre olika grundskördenivåerna erhöles heller inga säkra skillnader. Att det, när utsikterna på försommaren till en hög skörd är goda, generellt skulle krävas ett extra tillskott av mikronäringsämnen, t.ex. mangan, kunde alltså ej bestyrkas i undersökningen.

Den förut omtalade, för hela materialet av "icke brist" -försöken erhållna 6-procentiga skördeökningen för behandling med DeZäta LF visade sig vid uppdelning i grupper efter likheter i grundskörd bara vara säker vid hög skördenivå. Eftersom detta preparat innehåller både Mn-, Zn- och S-föreningar (det är registrerat för användning mot svampsjukdomar) och eftersom svampangrepp vanligen framträder tydligast vid hög skördenivå kan man anta att den effekt man fick av DeZäta LF berodde på att det fanns svampangrepp i grödan vid den höga skördenivån som stoppades av DeZäta-behandlingen. Effekten var alltså inte någon gödslingseffekt. Kalkningens och stallgödslingens inverkan på Mn-gödslingseffekterna kunde ej belysas i "icke brist" -försöken. I den separata redovisningen av försöksserie L3-D3-6033, se nedan, görs dock vissa uppskattningar av Mn-gödslingseffekterna när man tillför eller inte tillför kalk eller stallgödsel försöksåret eller året innan.

Behandling med mangan i förebyggande syfte lönar sig alltså inte, det är slutsatsen man kan dra av resultaten från de försök där ingen manganbrist redistrerades under försöksåret.

REDOVISNING AV ENSKILDA SERIER

Separat redovisning av försöksserie L3-6028

Serien har legat som en länsförsöksserie i Skåne. 24 försök utfördes åren 1981-83. Planen presenteras nedan. Grödan var mestadels stråsåd, i några fall höstvetete. Någon uppdelning i "brist-" och "ickebrist" försök görs ej när de enskilda försöksserierna redovisas.

Försöksserie L3-6028

Plan L3-6028

Manganelat - besprutning

Försöksled	Behandlingsstadium	
	enl Large-Feekes	skala
	3-4	6-7
A. Utan mangan		
B. 60 g Mn/ha i Mn-kelat	x	
C. 120 "	x	
D. 240 "	x	
E. 60 "		x
F. 120 "		x
G. 240 "		x
H. 60+60 g Mn/ha "	x	x
I. 120+120 "	x	x
J. 1250 " Mn-sulfat	x	
K. 1250 "		x
L. 1250+1250 "	x	x
M. 120 "(=C)+10 l Complesal		x
N. 1250 "(=J)+"		x

Förhållandena på försöksplatserna framgår av tabell 3 och 4.

Det intressanta i serie L3-6028 är att Mn-analyser på halmen gjordes i de flesta av försöken.

Då växten vid näringsupptagningen först ser till att få näringsbehovet täckt i de generativa delarna, alltså kärnan, är Mn-halten där inte så intressant att mäta ty den är ganska konstant. Överskott eller brist av mangan uppdragas i stället först i halmen och här finns en större variation i halter. Mn-analyser i stråsådeshalmen för L3-6028 presenteras i tabell 11. Kärnskördarna ges i tabell 10.

Inte någon Mn-behandling visar säker effekt på kärnskördarna men en del behandlingar visar tendenser till skördeökningar på 1-2 procent. En analys visar att tidig behandling är signifikant sämre än sen behandling. Någon säker skillnad i effekt mellan Mn-kelat och -sulfat kan inte hittas.

Beträffande Mn-halten i halm finns för relativtalen ibland stora

skillnader gentemot obehandlat led. För sulfatbehandlingarna är de statistiskt säkra men ej för behandlingen med kelat. Differensen i Mn-halt mellan behandling med kelat och sulfat är också statistiskt säker till sulfatets fördel. Någon säker skillnad mellan sen och tidig behandling finns ej för kelat men finns för sulfat. Sen behandling är bättre.

Halmanalyserna ger alltså besked om att sen behandling med mangansulfat ger stor upptagning av mangan hos stråsäden. Tidig + sen behandling ökar halten ytterligare.

Tabell 10. Bladgödsling med mangan till vårstråsäd. Försöksserie L3-6028. Grundskörd i obehandlat led och relativt tal för Mn-behandlingar. Medeltal för 24 fältförsök.

Table 10. Foliar application of manganese to spring cereals. Trial series L3-6028. Basic grain yield in kg/ha and relative numbers of Mn-treatments

Försöksled Treatment	Grundskörd Basic yield	Rel- tal
Utan näringslösning Untreated	5130 kg/ha	100
60 Mn g/ha i Mn-kelat T		99
120 Mn g/ha i Mn-kelat T		99
240 Mn g/ha i Mn-kelat T		100
60 Mn g/ha i Mn-kelat S		102
120 Mn g/ha i Mn-kelat S		101
240 Mn g/ha i Mn-kelat S		101
2x60 Mn g/ha i Mn-kelat TS		100
2x120 Mn g/ha i Mn-kelat TS		100
1250 Mn g/ha i Mn-sulfat T		101
1250 Mn g/ha i Mn-sulfat S		101
2x1250 Mn g/ha i Mn-sulf. TS		99

T = tidig behandling/early treatment

S = sen behandling/late treatment

Tabell 11. Bladgödsling med mangan till vårstråsåd. Försöksserie L3-6028. Mn-halt i halm i ppm i obehandlat led och relativtal för Mn-behandlingar. Medeltal för 20 fältförsök

Table 11. Foliar application of manganese to spring cereals. Trial serie L3-6028. Mn-content in ppm in straw for untreated plot and relative numbers of Mn-treatments. Means for 20 observations

Försöksled Treatment	Mn-halt Mn-content	Rel tal
Utan näringslösning Untreated	24 ppm	100
60 Mn g/ha i Mn-kelat	T	111
120 Mn g/ha i Mn-kelat	T	111
240 Mn g/ha i Mn-kelat	T	105
60 Mn g/ha i Mn-kelat	S	108
120 Mn g/ha i Mn-kelat	S	108
240 Mn g/ha i Mn-kelat	S	105
2x60 Mn g/ha i Mn-kelat	TS	110
2x 120 Mn g/ha i Mn-kelat	TS	112
1250 Mn g/ha i Mn-sulfat	T	111
1250 Mn g/ha i Mn-sulfat	S	154**
2x1250 Mn g/ha i Mn-sulf.	TS	159**

T = tidig behandling/early treatment

S = sen behandling/late treatment

** P = 0,01

Försöksmaterialet i L3-6028 uppdelades på förut beskrivet sätt i grupper efter likheter i försöksplatsernas egenskaper, använda grödor och förfrukter samt efter variationer i grundskördens storlek.

För havre som gröda är antalet säkra behandlingseffekter större än för korn.

Med stråsåd som förfrukt fanns också flera säkra effekter än för förfrukten rotfrukter. För båda förfrukterna gällde att det var säkra skillnader mellan tidig och sen behandling. Sen behandling var bättre.

Inga jordegenskaper - vare sig pH-värde, lerhalt eller mullhalt - påverkade resultaten.

Vid hög grundskörd, 5000 kg/ha, fanns flera tendenser till skördeökning för Mn-behandlingarna än vid en låg grundskörd då resultatet var mera växlande men inga ökningar var säkra.

Försöksserierna L3-D3-6032 och SLR 149-150

Dessa serier har samma försökplan. SLR- försöken bekostades av Lantbrukarnas riksförbund, de övriga var läns- eller distriktsförsök. Planen används fortfarande, dock ej av SLR. 18 försök har till dags dato lagts ut och skördats. Försöken har legat i södra och östra jordbruksförsöksdistrikten. Några av försöksleden finns bara i vissa serier. Här behandlas de gemensamma försöksleden vilka är 7 st. Försöksplanen återfinns nedan.

Plan L3-D3-6032, SLR 149-150

Ettårigt försök. Sprutning med mangan till vårsäd.

Försöksled	Behandlingsstadium	
	enl. Large-Feekes skala	
	3-4	6-7
A. Obehandlat		
B. 120 g/ha Mn i Mn-kelat	x	-
C. 1250 g/ha Mn- i Mn-sulfat	x	-
D. 120 g/ha Mn i Mn-kelat	-	x
E. 1250 g/ha Mn i Mn-sulfat	-	x
G. 2x120 g/ha Mn i Mn-kelat	x	x
H. 2x1250 g/ha Mn i Mn-sulfat	x	x

I planen föreskrevs att försöken skulle läggas ut på jordar som tidigare visat manganbrist och hade högt pH-värde.

I denna sammanställning återfinns sex av de förut behandlade bristförsöken och dessa försök har legat på Gotland. Den höga andelen försök med manganbrist, en tredjedel av totala antalet, gör att de flesta Mn-behandlingarna för materialet som helhet ger statistiskt säkra effekter.

Men vid en uppdelning mellan försök på Gotland och i övriga län finner man signifikanta effekter också i fastlandsgruppen även om naturligtvis behandlingarna påverkar skörden kraftigare i bristförsöken på Gotland. I tabell 12 lämnas resultaten för hela materialet, i tabell 13 för Gotlands försöken och i tabell 14 för fastlandsförsöken.

Vid uppdelning erhöles i allmänhet positiva utslag för jordar med pH-värde $\geq 6,5$, för hög mullhalt, för annan förfrukt än stråsäd och för låg grundskörd.

Man kan ytterligare nämna att på jordar med pH-värde $\geq 6,5$ fanns inga säkra skillnader mellan tidig och sen behandling eller mellan effekterna av kelat- och sulfatmangan.

Tabell 12. Bladgödsling med mangan till vårstråsåd. Gemensamma försöksled för serierna L3-D3-6032 och SLR-149-150. Grundskörd i obehandlat led relativtal för Mn-behandlingar. Hela materialet, 18 försök

Table 12. Foliar application of manganese to spring cereals. Shared treatments for series L3-D3-6032 and SLR-149-150. Means of 18 observations. Basic grain yield and relative numbers of Mn-treatments

Försöksled Treatment	Grundskörd Basic yield	Rel tal
Utan näringslösning Untreated	4280 kg/ha	100
120 Mn g/ha i Mn-kelat T		101
1250 Mn g/ha i Mn-sulfat T		105*
120 Mn g/ha i Mn-kelat S		104*
1250 Mn g/ha i Mn-sulfat S		109**
2x120 Mn g/ha i Mn-kelat TS		107**
2x1250 Mn g/ha i Mn-sulf. TS		113**

T = tidig behandling/early treatment

S = sen behandling/late treatment

* P = 0,05

** P = 0,01

Tabell 13. Bladgödsling med mangan till vårstråsåd. Gemensamma försöksled för serierna L3-D3-6032 och SLR-149-150 på Gotland. Medeltal för 5 försök. Grundskörd i obehandlat led och relativtal för Mn-behandlingar

Table 13. Foliar application of manganese to spring cereals. Shared treatments for serials L3-D3-6032 and SLR-149-150 at the insula of Gothia. Means of five observations. Basic grain yield and relative numbers of Mn-treatments

Försöksled Treatment	Grundskörd Basic yield	Rel tal
Utan näringslösning Untreated	3200 kg/ha	100
120 Mn g/ha i Mn-kelat T		103
1250 Mn g/ha i Mn-sulfat T		121*
120 Mn g/ha i Mn-kelat S		111
1250 Mn g/ha i Mn-sulfat S		126*
2x 120 Mn g/ha i Mn-kelat TS		119*
2x1250 Mn g/ha i Mn-sulfat TS		145**

T = tidig behandling/early treatment

S = sen behandling/late treatment

* P = 0,05

** P = 0,01

Tabell 14. Bladgödsling med mangan till vårstråsäd. Gemensamma försöksled för serierna L3-D3-6032 och SLR-149-150. Medeltal för 13 försök på fastlandet. Grundskörd i obehandlat led och relativtal för Mn-behandlingar

Table 14. Foliar application of manganese to spring cereals. Shared treatments for serials L3-D3-6032 and SLR-149-150. Means of 13 trials on the mainland. Basic yield and relative numbers for Mn-treatments

Försöksled		Grundskörd	Rel
Treatment		Basic yield	tal
Utan näringslösning		4690 kg/ha	100
Untreated			
120 Mn g/ha i Mn-kelat	T		100
1250 Mn g/ha i Mn-sulfat	T		101
120 Mn g/ha i Mn-kelat	S		102
1250 Mn g/ha i Mn-sulfat	S		104*
2* 120 Mn g/ha i Mn-kelat	TS		104*
2*1250 Mn g/ha i Mn-sulfat	TS		104*

* P = 0,05

Vid gruppvisa indelningar efter förut redovisad mall gav tidig sulfatbehandling jämfört med tidig + sen lägre skörd vid pH $\geq 6,5$. Vid hög mullhalt var skillnaderna också stora, men de var tyvärr ej lika säkra som vid låg mullhalt (Uppdelningsgränsen gick 6% mullhalt). Inte i någon av de två mullhaltsgrupperna var skillnaderna mellan enbart tidig och enbart sen behandling och mellan kelat och sulfat stora eller säkra med undantag för att mangansulfat gav väsentligt bättre effekt än kelat vid hög mullhalt. skillnaden var dock, som sagt, ej säker.

Effekterna av mangantillförsel till korn och havre var ungefär lika stora och försöksfelen i de båda grödorna likaså. Eftersom antalet kornförsök var ungefär 2 ggr så stort som antalet havreförsök blev utslagen säkra när grödan var korn men ej när den var havre.

För en låg grundskörd var utslagen betydligt större och säkrare än när skörden steg över 5000 kg/ha kärna. Försöken med låg grundskörd hade ofta manganbrist.

Som intressant för hela serien kan sägas att den påvisar Mn-effekter som är säkra även på andra platser än de som ligger på Gotland.

För Gotlandsförsöken är det ju nästan självklart att man får stora Mn-effekter. Med de höga pH-värden som finns i jordarna där, en ofta torr sommarväderlek och stor andel mulljordar, även de med höga pH-värden, kan man våga anföra att någon form av Mn-behandling nästan

är obligatorisk vid spannmålsodling på Gotland.

Försöksserie L3-D3-6033

Serien låg som en länsförsöksserie i västra jordbruksförsöksdistriktet under åren 1982-1985. I försöksplanen ingår förutom Mn-led också några led med tillförsel av sk. cocktailpreparat som bl.a. innehåller mangan.

Plan L3-D3-6033

Bladgödsling - mikronäringsämnen

Ettåriga fältförsök

Försöksled	Behandlingsstadium	
	enl. Large-Feekes skala 1-2	9-10
A. Utan tilläggsgödsling	-	-
B. 2x120 g/ha Mn i Mn-kelat	x	x
C. 120 g/ha Mn i Mn-kelat	-	x
D. 1250 g/ha Mn i Mn-sulfat	-	x
E. 2x8 l/ha Complesal grön	x	x
F. 8 l/ha Complesal grön	-	x
G. 2 kg/ha Fetrilon Combi	x	-

Cocktailpreparaten är växtnäringslösningar som består av en blandning av flera olika näringsämnen, främst metallkationer, bundna i regel till ett organiskt kelat. De används ibland när man misstänker att grödan lider av nedsatt vitalitet, kanske till följd av behandlingar med svamp- eller ogräsmedel. En samtidig dusch med en cocktail-lösning anses då återupprätta tillväxtförmågan och konkurrenskraften.

I materialet som helhet finns inga säkra effekter för manganbehandlingarna. För cocktail-lösningarna finns tendens till en liten skördeökning med den är ej säker.

Uppdelningar enl. tidigare använd modell förändrar inte detta faktum nämnvärt. Vid låga pH-värden ($\leq 6,4$) och på jordar som är mullrika eller rena mulljordar finns dock tendenser till generella skördeökningar men de är små och osäkra.

När försöken som fått stallgödsel försöksåret eller året före, de var sex till antalet, behandlades för sig erhöles tendenser till negativa effekter av försöksbehandlingarna. De försök som ej fått stallgödsel, 26 stycken, visade en lika stor tendens till positiv effekt för de utförda försöksbehandlingarna. Storleken av effekterna var 2-3% men de var statistiskt osäkra. Dock överensstämmer tendenserna med dem som man teoretiskt väntar sig, eftersom man med stallgödseln också tillför kelatföreningar vilka ökar manganets löslighet i marken, se del A av rapporten. Inga rapporter om manganförgiftning i grödorna i stallgödsselförsöken rapporterades.

MANGAN TILL OLJEVÄXTER

I serie R3-6029 undersöktes mangantillförsel till oljeväxter. Serien var en riksserie som både bekostades och administrerades av avdelningen för växtnäringslära. 25 försök under åren 1982-1985 var fördelade i S+V+Ö jordbruksförsöksdistriktet. Försöksåtgärderna bestod av fem Mn-behandlingar som gjordes i tidigt knoppstadium.

Försöksplan för riksförsöksserie R3-6029

<u>Försöksled</u>	<u>Behandlingsstadium</u>
A. Utan mangan	-
B. 60 g Mn/ha i Mn-kelat	tidigt knoppningsstadium
C. 120 " "	"
D. 240 " "	"
E. 1250 " i Mn-sulfat	"

Den övriga gödningen utom för mangan följde gårdens. Inga speciella krav ställdes på försöksplatserna. Ingen manganbrist eller dito förgiftning registrerades.

I tabell 15 presenteras skördarna för Mn-behandlingarna när hela materialet behandlas. Visserligen nåddes svaga positiva tendenser för alla behandlingarna vad beträffar fröskörden men effekterna var ej säkra. En mera generell Mn-behandling i oljeväxter ger alltså, liksom för stråsäd, osäkert resultat.

För de största givorna av Mn-kelat och -sulfat erhöles dock tendenser till positiva effekter på Mn-halten i halmen. För de lägre Mn-givorna var denna tendens den motsatta. Inga av dessa effekter var säkra. Uppdelningar gjordes också.

När jordens pH-värde var $\leq 6,4$ var Mn-halten i halmen högre i manganleden än i obehandlat led men när jordens pH-värde ökade till $\geq 6,5$ var förhållandet det motsatta. Ingen av dessa effekter var dock säkerställd. Mn-effekterna var också osäkra vid uppdelning på lätta jordar och lerjordar. Man hade på lätta jordar tendenser till positiva effekt av Mn-behandlingarna både på fröskörd och Mn-halt i halmen, men på lerjordarna bara på skörden.

När Mn-behandlingar i oljeväxter vid olika mullhalter undersöktes fanns inga skillnader i Mn-effekter på försöksskördarna men halten av Mn i halmen ökade något mera på mullrika jordar.

pH-värdes-, jordarts- och mullhaltsskillnader inverkade i sammanfattning inte statistiskt säkert på effekten av manganbehandlingarna vad gäller fröskörden, vilken svagt tenderade att öka något för Mn-behandling, tabell 15. Halten av mangan i halmen ökade mera än fröskörden för Mn-behandling. Några säkra skillnader i Mn-halt mellan behandlade och obehandlade led uppvisade dock inte försöken i olje-

växter och inte heller påverkade uppdelningarna enligt det förut använda mönstret denna osäkerhet.

Tabell 15. Bladgödsling med mangan till oljeväxter. Försöksserie R3-6029. Medeltal för 25 observationer. Grundskörd i obehandlat led och relativtal för Mn-behandlingar. Behandlingarna utförda i tidigt knoppstadium

Table 15. Foliar application of manganese to oilseed rape. Serial R3-6029. Means of 25 observations. Basic yield and relative numbers of Mn-treatments performed in early grain budding stage

Försöksled	Grundskörd	Rel. tal
Treatment	Basic yield of rape	
A. Utan mangan	2100 kg/ha	100
B. 60 g/ha Mn i Mn-kelat		104
C. 120 " "		103
D. 240 " "		107
E. 1250 " Mn-sulfat		102

SUMMARY

Foliar application of manganese in pot and field trials

Yield data are presented from three pot trials and 99 field trials (74 in spring cereals and 25 in oilseed rape) in which a variety of manganese applications were evaluated and compared.

Yield comparisons were made between early and late Mn-treatments, as well as between Mn-chelate and Mn-sulfate treatments. In addition, the relationship between Mn-fertilization intensity and yield was investigated.

A. POT TRIALS

In the three pot trials other fundamental questions were investigated. In the first trial the effects on uptake of soil and foliar applications of Mn-chelate and Mn-sulfate in immaturred oat plants were compared. The highest Mn-uptake occurred in the foliar treatment with Mn-sulfate. In the second pot trial, the Mn-uptake after foliar application of Mn-sulfate was compared to that obtained after

application of a newly developed Mn-sulfate formulation containing wetting and surface-adhering agents. The new formulation was shown to be superior to the older one.

Chelators different in their stability against decomposition in the plant were investigated in the third pot trial. It was concluded that the standard agent EDTA was more effective than the other less stable chelating agents.

B. FIELD TRIALS

Cereals

Trials in which manganese deficiency was registered were carried out as well as trials where no manganese deficiency symptoms were apparent. The Mn-deficiency symptoms tended to appear in plants growing on light soils with either a high content of organic matter or a high pH-value.

In the manganese-deficient group (n=8) a moderately intense foliar application of Mn-sulfate gave the best yield response.

In field trials on the areas without any apparent Mn-deficiency there was a weak tendency toward positive yield responses in some of the Mn-treatments. The effects were, however, not statistically significant in spite of the great number of observations (n=66).

The non-deficiency trials were also divided up into several subgroups according to differences based on soil and site characteristics; i.e. clay content, organic matter content, pH-value, preceding crop, test crop and site yield index. However, there were no significant differences in yield between Mn-treatments within any of the subgroups.

Oilseed rape

No trials were made in fields with acute Mn-deficiency. Instead, the Mn-treatments were evaluated for their prophylactic value. A weak positive tendency for certain Mn-treatments to increase yield treatments was observed but the effects were not statistically significant.

Effects of Mn-application on Mn-content in grain and straw

The effects of Mn-applications on Mn-content in cereals and rapeseed crops were similar, ie. the treatments tend to increase plant uptake of Mn. The difference in Mn-content between Mn-treated and untreated crop was greater for straw than for grain, probably because the plant

tends to initially appease the demands of its generative parts first. Once the reproductive parts obtain sufficient Mn, the surplus Mn will end up in the straw, where levels rose in response to the high intensity Mn-application.

Litteraturreferenser

- Johansson, O & Ekman, P. 1958: Resultat av de senaste årens svenska mikroelementförsök. Del II Försök med mangan. Statens jordbruksförsöks meddelanden nr 2.
- Nilsson, L.G. 1973 a: Rapport från en försöksserie med mangankalisuper Rapport från avd. för växtnäringslära, nr 61.
- Nilsson, L.G. 1973 b: Några synpunkter på gödsling med magnesium och mikronäringsämnen. Rapport från avd. för växtnäringslära, nr 68.
- Pettersson, S. 1984: Mikronäringsämnena ur växtnäringsfysiologisk synpunkt - upptagning, funktion och samspel. Kungl. Skogs- och lantbruksakademiens tidskrift, supplement 16 s 7-20 och s 74.
- Warlin, B. 1981: Mangan - ett av våra viktiga mikronäringsämnen. Växtpressen nr 3.

Förteckning över samtliga rapporter erhålles kostnadsfritt. I mån av tillgång kan tidigare nummer köpas från avdelningen.

A list of all Reports can be obtained free of charge. If available, issues can be bought from the division.

- 160 1984 Gyula Siman: Undersökning av Si-Mn-slagg från Öye Smelteverk A/S särskilt med hänsyn till dess skördehöjande verkan och kemiska markeffekter.
Investigation of Si-Mn-slag from Öye Smelteverk A/S Norway, with particular regard to its effect on plant and soil.
- 161 1985 Karl Olof Nilsson: Allsidig växtnäringstillförsel V. Fältförsök i västra försöksdistriktet.
Balanced supply of complete plant nutrient V. Field trials in the Western Experimental District.
- 162 1985 Jan Persson: Kalkningseffekt - betydelsen av kalkslag och siktkvalitet.
Effect of lime correlated to kind of lime and particle size.
- 163 1985 Göte Bertilsson och Jan Persson: Kalkfraktioner och kalkningseffekt.
Particle size and efficiency of lime.
- 164 1985 Lennart Mattsson: Markbördighetsförsök i Norrland.
Soil fertility experiments in North Sweden.
- 165 1986 Gyula Simán: Mark- och skördeeffekter i de permanenta kalkningsförsöken under en 20-årsperiod, 1962-1982.
Effects on crop yields and soil properties of lime and fertilizers in the long-term liming experiments from 1962 to 1982.
- 166 1986 Käll Carlgren: Bladgödsling med cocktail-preparat till höstvetete.
Foliar application of plant nutrients to winter wheat.
- 167 1986 Torbjörn Lindén och Lennart Mattsson: Variationer i markens mineralväveförråd. En undersökning på olika jordar i Uppland och Västergötland.
Variations in soil mineral nitrogen. An investigation on different soils in two areas of Sweden.
- 168 1986 Holger Kirchmann: Kisel i mark-växt-systemet med särskild hänsyn till slaggsilikater. En litteraturomgång.
Silicon in the soil-plant-system with special reference to slag silicates. A literature review.

- 169 1987 Lennart Mattsson: Kvävegödslingseffekt i höstvetete med och utan behandling med CCC, fungicid och insekticid.
Nitrogen response in winter wheat with and without treatment with CCC, fungicide and insecticide.
- 170 1987 Lennart Mattsson: **Long-term effects of N fertilizer on crops and soils.**
Långtidseffekter av kvävegödsling på gröda och mark.
- 171 1988 Käll Carlgren: Bladgödsling med mangan i kärl- och fältförsök.
Foliar application of manganese in pot and field trials.

I denna serie publiceras forsknings- och försöksresultat från avdelningen för växtnäringslära, Sveriges lantbruksuniversitet. Serien finns tillgänglig vid avdelningen och kan beställas därifrån.

This series contains reports of research and field experiments from the Division of Soil Fertility, Swedish University of Agricultural Sciences. The series can be ordered from the Division of Soil Fertility.

DISTRIBUTION:

Sveriges lantbruksuniversitet
Avdelningen för växtnäringslära
750 07 UPPSALA

Tel. 018-171249, 171255
