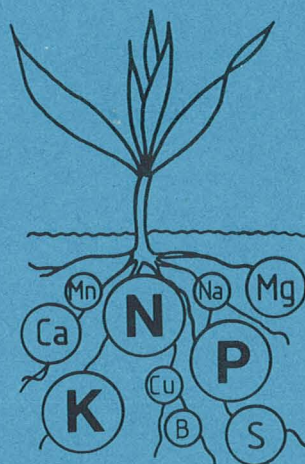


**SVERIGES  
LANTBRUKSUNIVERSITET**

# **UNDERSÖKNING AV SI-MN-SLAGG FRÅN ØYE SMELTEVERK A/S, NORGE, SÄRSKILT MED HÄNSYN TILL DESS SKÖRDEHÖJANDE VERKAN OCH KEMISKA MARKEFFEKTER**

Investigation of Si-MN-slag from Øye Smelteverk A/S  
Norway, with particular regard to its effect on  
plant and soil

**Gyula Simán**

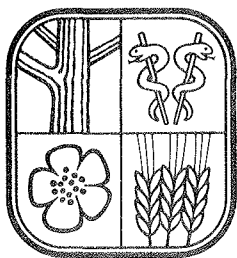


---

**Institutionen för markvetenskap  
Avd. för växtnäringslära  
Swedish University of Agricultural Sciences  
Dept. of Soil Sciences  
Division of Soil Fertility**

**Rapport 160  
Report  
Uppsala 1984  
ISSN 0348-3541  
ISBN 91-576-2166-7**

---

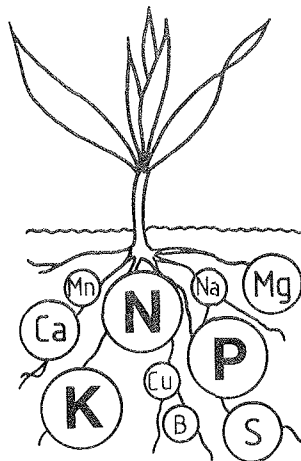


**SVERIGES  
LANTBRUKSUNIVERSITET**

# **UNDERSÖKNING AV SI-MN-SLAGG FRÅN ØYE SMELTEVERK A/S, NORGE, SÄRSKILT MED HÄNSYN TILL DESS SKÖRDEHÖJANDE VERKAN OCH KEMISKA MARKEFFEKTER**

Investigation of Si-MN-slag from Øye Smelteverk A/S  
Norway, with particular regard to its effect on  
plant and soil

Gyula Simán



---

Institutionen för markvetenskap  
Avd. för växtnäringslära  
Swedish University of Agricultural Sciences  
Dept. of Soil Sciences  
Division of Soil Fertility

Rapport 160  
Report  
Uppsala 1984  
ISSN 0348-3541  
ISBN 91-576-2166-7

---

UNDERSÖKNING AV SI-MN-SLAGG FRÅN ØYE SMELTEVERK A/S SÄRSKILT MED HÄNSYN TILL DESS SKÖRDEHÖJANDE VERKAN OCH KEMISKA MARKEFFEKTER

Av G. Simån

SAMMANFATTNING

- o Under 1982-83 genomfördes ett kärnförsök med syfte att pröva två slaggprodukter, < 0,1 mm Si-Mn-slagg och 0-3 mm Si-Mn-slagg från Øye Smelteverk, Norge.
- o Si-Mn-slaggen har en syraneutraliserande förmåga motsvarande 26 kg CaO per 100 kg (ts-basis). Utav växtnäringsämnen innehåller Si-Mn-slaggen stora mängder mangan (MnO 20,5 %) och magnesium (MgO 5,7 %). Därutöver finns i slaggen en hel rad mikronäringsämnen.
- o Tre kalkbehövande jordar, pH 5,3-5,4, har tagits hem till försöket för att kunna utvärdera Si-Mn-slaggens kalkeffekter. Som mätare av kalkeffekten har kritkalk använts.
- o Effekten av Mn och Mg i Si-Mn-slaggen har också studerats. Som mätare har  $MnSO_4 \cdot H_2O$  och  $MgSO_4 \cdot 7H_2O$  tillförts i vissa försöksled.
- o Alla kärll grundgödslades med fosfor, kalium och kväve för att brist på dessa ämnen inte skall nedsätta effekten av de studerade faktorerna. Försöksväxten var korn, Ida.
- o Grödan utvecklades normalt under båda försöksåren. Klorotiska förändringar på bladen kunde observeras endast i de slaggbehandlade leden på två jordar. Symtomen berodde sannolikt på manganförgiftning.
- o Av jordanalyserna framgår att kalkeffekten, per CaO enhet, är mycket lägre av slagg än av kritkalk. Som medeltal av tre jordar har den finmalda Si-Mn-slaggen höjt jordarnas pH( $H_2O$ ) från 5,2 till 5,4, 5,7 och 5,5 vid uppkalkning till 70, 90 resp. 110 % basmättnad. Vid motsvarande mängd CaO i kritkalk erhöles pH-värdena 5,8, 6,2 resp. 6,6. Dessa siffror visar tydligt kritkalkens överlägsenhet. Den grövre fraktionen av Si-Mn-slagg hade endast obetydlig pH-höjande effekt.
- o Si-Mn-slaggen har mer än fördubblat jordarnas Mg-AL-tal och påverkat P-, K- och Ca-tillstånden positivt. Enligt beräkningar har 390 kg Si-Mn-slagg samma magnesiumeffekt - mätt med Mg-AL- som 100 kg  $MgSO_4 \cdot 7H_2O$ .
- o Trots den svaga kalkeffekten på marken hade Si-Mn-slaggen en god skördehöjande effekt på grödan. Den genomsnittliga merskörden av kärna efter finmalda Si-Mn-slagg var 6 % under år 1982 och 28 % under år 1983. Motsvarande merskörd i kritkalkbehandlade leden för de två åren var 10 % resp. 21 %. Den finmalda Si-Mn-slaggens skördehöjande effekt var jämförbar med kritkalkens. Effekten av den grova Si-Mn-slaggen (0-3 mm) var emellertid underlägsen både den finmalda slaggen och kritkalken.

- o Gödsling med mangansulfat av 0,1 g/kärl hade svagt positiv effekt på skörden på Mosslundajorden. Större givor sänkte skörden. Även magnesiumsulfat gav positiv effekt på Mosslundajorden.
- o Manganhalten i halmen från försöksled utan mangangödsling varierade mellan 27 och 185 ppm av ts. Enligt beräkning höjde varje gram  $\text{MnSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$  manganhalten i halmen med 59 ppm som medeltal av tre försöksjordar. Kärnan hade en lägre Mn-halt än halmen.

Med hänsyn till manganets snabba mobilisering i slaggen och risken för manganförgiftning vid för stora slaggivor bör slaggen tillföras efter manganbehovet snarare än efter kalkbehovet.

## UNDERSÖKNING AV SI-MN-SLAGG FRÅN ØYE SMELTEVERK A/S SÄRSKILT MED HÄNSYN TILL DESS SKURDEHÖJANDE VERKAN OCH KEMISKA MÅRKEFFEKTER

### 1. INLEDNING

Som kalkning- och gödslingsmedel inom jordbruket används över hela världen en betydande mängd olika slaggar vilka erhålles som biprodukt vid framställning av järn, stål eller andra metaller. Slaggerna består av de i malmen ingående föroreningarna tillsammans med de slaggbildande ämnen, kalk, kvarts, etc som tillsättes under framställningsprocessen. Den aktuella slaggen, en Si-Mn-slagg från Tinfos Jernverk, Øyestranda, Norge, har sitt ursprung i manganmalmer. Manganmalmen hämtas från Sydamerika, Afrika och Australien.

För att kunna diskutera Si-Mn-slaggens användbarhet inom jordbruket är det nödvändigt att ha god kännedom om dess kemiska sammansättning. Denna kan variera alltefter gångbergarten i malmen och det förfaringsätt som tillämpas vid kisel-manganframställningen. Ur jordbrukets synpunkt är det viktigt att slaggen har god kalk och/eller växtnäringsverkan med jämn kvalitet och att de inte innehåller påtagliga mängder av skadliga tungmetaller.

Den undersökta Si-Mn-slaggens kemiska sammansättning anges i tabell 1. Huvudbeståndsdelen är  $\text{SiO}_2$  med 38,8 %. Halten av  $\text{CaO}$  är 18,1 %. Halten av  $\text{Al}_2\text{O}_3$  är 10-12 %. De beståndsdelar som tilldrar sig mest intresse, bortsett från  $\text{CaO}$ , är mangan och magnesium då brist på dessa ämnen förekommer flerstädes i odlingsmarker. Halten av  $\text{MnO}$  bestämdes till 20,5 % och halten av  $\text{MgO}$  till 5,7 %. K, Mo, Cu och Zn förekommer i slaggen i mindre koncentrationer. Dessa ämnen är också värdefulla ur växtnärings-synpunkt. Skadliga, icke biogena ämnen, som Ni, Pb, Cr, Cd ingår också i slaggen. Deras koncentration är dock relativt låg och utgör inte något direkt hinder för slaggens användning i jordbruket. Vid upprepad tillförsel bör emellertid innehållet av tungmetaller beaktas.

En viktig egenskap hos slaggerna är kalkverkan som uttryckes med deras syraneutraliserande förmåga. Si-Mn-slaggens syraneutraliserande förmåga, enligt analys utförd vid Statens Lantbrukskemiska Laboratorium (SLL), motsvarar 26 kg  $\text{CaO}$  per 100 kg slagg. Den kan betecknas som låg och endast hälften så stor som kalkstensprodukternas syraneutraliserande verkan.

Tinfos Jernverk A/S har funnit det angeläget att få Si-Mn-slaggen prövad som kalknings och gödselmedel. I detta syfte har åt avd. för växtnäringslära vid Sveriges Lantbruksuniversitet uppdragits att utföra de undersökningar som här skall redogöras för.

### 2. UNDERSÖKNINGENS UPPLÄGGNING OCH GENOMFÖRANDE

Si-Mn-slaggen har basisk verkan och innehåller i stort sett alla mineralämnen som förekommer i jordskorpan. Någon detaljerad undersökning av samtliga i slaggen förekommande ämnenas verkan på mark och odlingsgröda var givetvis inte möjlig. Prövningen har i stället begränsats till tre tänkbara huvudkomponenter nämligen kalk, mangan och magnesium.

Undersökningen utfördes som kärlförsök under en tvåårsperiod. Tre olika jordar hemtagna från Tönnersa (Hallands län), Mosslunda (Kristianstads län) och Eckerud (Älfsborgs län) användes i försöket. Basdata om dessa jordar har sammanställts i tabell 2. Alla tre jordarna är kalkbehövande. På Mosslunda har dessutom på grödorna observerats både mangan- och magnesiumbrist. Även på Tönnersajorden är risken för mangan- och magnesiumbrist påtaglig enligt observationer på gården.

Till försöket användes Mitscherlich-kärl vilka rymde 6 lit. jord. Försöksjordarna siktades och omblandades väl före uppvägningen.

Försökspjänen framgår av tabell 3. Två olika fraktioner av Si-Mn-slagg prövades; en finmalad fraktion < 0,1 mm partikelstorlek och en grövre fraktion 0-3 mm partikelstorlek.

Slagg tillfördes i så stora kvantiteter som krävdes för att erhålla 70, 90 resp. 110 % basmättnad i försöksjordarna. 70 % basmättnad motsvarar den i praktiken eftersträfvade optimala kalknivån. Som mätare för de två slaggfraktionernas kalkeffekter har kritkalk använts. Till ett försöksled, kontrollerledet, har inte något kalkningsmedel tillsatts utan jordarnas aktuella basmättnad behållits.

Till en serie kärl tillsattes  $MnSO_4 \cdot H_2O$  i stigande givor; 0,1, 0,5 resp. 2,5 g per kärl. Till en annan serie tillsattes 0,5, 2,5 resp. 12,5 g  $MgSO_4 \cdot 7H_2O$ . Ett försöksled behandlades med både mangan och magnesium. Avsikten med dessa försöksled var att studera Mn och Mg effekterna på försöksgrödorna och för att användas som mätare vid utvärderingen av Mn och Mg tillgänglighet i slaggprodukterna.

Behandlingen med Si-Mn-slagg, kritkalk, mangan och magnesium gjordes i samband med första årets sädd. Kväve, fosfor och kalium tillfördes samtliga kärl årligen för att brist på dessa ämnen inte skall nedsätta effekten av de studerade faktorerna. Försöket genomfördes med två parallellkärll och var tvåårigt. Det andra årets försök var avsett för studium av slaggprodukternas efterverkan, dvs tidsfaktorns betydelse för slaggens effekt.

Kärlden var uppställda i en vegetationshall med nätskyddade sidor och tak. De vattnades med avjoniserat vatten fortlöpande under vegetationsperioden.

Grödan utvecklades normalt under båda åren. Endast mindre synbara kalkeffekter kunde iakttagas. Klorotiska förändringar i form av bruna fläckar på bladen har observerats i de slaggbehandlade leden på Mosslunda och Tönnersajordarna. Symtomen började på de äldre bladen vid omkring stråskjutningen. Bladen gulnade från spetsen och bladåvnaderna dog fläckvis. Detta var särskilt tydligt vid den högsta slaggnivån speciellt efter finmalad Si-Mn-slagg och vid den högsta nivån av mangansulfat. Symtomen beror sannolikt på manganförgiftning. Mangananalys utförd på grödan stöder också denna uppfattning. Några liknande symtom fanns inte på Eckerud-jorden. Denna jord har högre lerhalt och kan tåla högre mangangivor än de andra två försöksjordarna.

Vid mognad avklippes grödan nära markytan. Växtmaterialet torkades, tröskades och vägdes varefter kärna och halm maldes för analys. Delprover från parallellkärll sammanslogs. I samband med skörden uttogs även jordprover från odlingskärllen för kemisk analys. Kärllen övertäcktes där- efter för att förvaras över vintern i vegetationshallen.

### 3. FÖRSÖKSRESULTAT

#### 3.1. Si-Mn-slaggens effekt på marken

Jordprover uttogs efter varje skörd från varje kärl och analyserades för pH, fosfor, kalium, magnesium och kalcium enligt analysförfaranden angivna i Kungl. Lantbruksstyrelsens Kungörelse 1965. pH bestämdes dels i vatten och dels i 0,01 M  $\text{CaCl}_2$  lösning. P, K, Mg och Ca bestämdes i 0,01 M ammoniumlaktat och 0,40 M ättiksyra-lösning (AL-lösning). AL-extraherbara näringsämnen är förhållandevis lättillgängliga för växterna. För fosfors och kaliumets vidkommande har en mer svårtillgänglig fraktion, det s.k. förrådet, också bestämts genom att extrahera jorden med 2 M HCl lösning. Extrahebara mängder av växtnäring anges i mg/100 g jord.

En av målsättningarna med undersökningen var att utvärdera Si-Mn-slaggens kalkverkan. För att slaggens kalkverkan skall kunna betecknas som god måste den ha en neutraliserande förmåga som är jämförbar med karbonatkalkens. Si-Mn-slaggens syraneutraliserande förmåga bestämd i laboratoriet i 1 M HCl motsvarar 26 kg CaO/100 kg. De flesta kalkningsmedlen har en syraneutraliserande förmåga motsvarande ca 50 kg CaO/100 kg. Utav Si-Mn-slaggen måste man således tillföra dubbelt så mycket för att erhålla samma kalkverkan.

Si-Mn-slaggens neutraliserande verkan kan emellertid vara olika i den starkt sura miljön av 1 M HCl som laboratorietesten utgör och i den jord som kalkats. I kärnförsöket tillsattes jorden ekvivalenta mängder CaO oberoende av kalkslagen. I absolut mängd tillfördes 2,15 ggr mer Si-Mn-slagg än kritkalk för att de olika kalkslagens neutraliserande verkan skulle bli jämförbar. Av jordanalyserna framgår att kalkeffekten, per CaO enhet, av slagg är mycket lägre än kalkeffekten, per CaO enhet, av kritkalk, se tab. 4-8. Som medeltal av tre jordar har den finmalda Si-Mn-slaggen höjt jordarnas pH( $\text{H}_2\text{O}$ ) värde från 5,2 till 5,4, 5,7 och 5,6 vid uppkalkning till 70, 90 resp. 110 % basmättnad. Vid uppkalkning med motsvarande mängd CaO i kritkalk erhöles pH( $\text{H}_2\text{O}$ ) värdena 5,8, 5,2 resp. 5,6. Dessa siffror visar tydligt, karbonatkalkens överlägsenhet. Av resultatet framgår också att den högsta givan av Si-Mn-slaggen inte höjde jordarnas pH-värde ytterligare. Det förefaller finnas en relativt låg övre pH gräns vilken inte går att överskrida med ökad slaggtillförsel. Detta stämmer väl med norska resultat. Enligt Uhlens undersökning vid Norges Lantbrukshögskola (stencil) har 3-5 ton Si-Mn-slagg höjt jordens pH( $\text{H}_2\text{O}$ ) till 5,5-5,5. Större givor av Si-Mn-slagg gav inte högre pH-värde.

Den grövre fraktionen av Si-Mn-slagg hade endast obetydligt pH-höjande effekt på marken. Det beror på en låg specifik yta och därmed en låg upplösningshastighet.

Si-Mn-slaggens effekt på jordarnas P, K, Mg och Ca tillstånd framgår också i tabellerna 4-8. Det var i synnerhet Mg-halten som påverkades kraftigt. Mg-AL-talet mer än fördubblades i alla tre jordarna efter tillsats av den finmalda produkten av Si-Mn-slagg. En tydlig ökning i P, K och Ca tillstånden kan man också observera. Tidsfaktorns betydelse har undersökts genom att analysera jorden efter ytterligare en odlingssäsong. Under efterverkansåret framkom tydliga effektskillnader i pH och Mg-AL-tal mellan olika stora givor av den finmalda Si-Mn-slaggen. Med hänsyn till den kraftiga höjningen av Mg-AL-talet kan man i själva verket tala om Si-Mn-slaggen som ett Mg-gödselmedel. Sannolikt är effekten på jordarnas Mn-tillstånd också god. I brist på pålitlig analysmetod för Mn i jord anges Si-Mn-slaggens Mn-verkan indirekt genom att analysera försöksväxten på mangan. Mer om detta längre fram.

Jordanalys utfördes även på de Mg- och Mn-behandlade leden. Dessa led uppkalkades till 70 % basmättnad vid försökets start. Jordarnas pH-värde påverkades inte nämnvärt av Mg och Mn behandlingen. En tendens till pH-sänkning efter mangansulfatbehandling, särskilt efter den högsta givan kan dock märkas.

Utav de övriga jordanalyserna är Mg-AL intressant. Som framgår av tabellerna 4-8 har jordarnas Mg-AL höjts kraftigt av tillförd  $MgSO_4 \cdot 7H_2O$  och slagg.

För att kunna utvärdera Si-Mn-slaggens magnesiumeffekt i förhållande till  $MgSO_4 \cdot 7H_2O$  har regressionsekvationer använts. Fig. 1 visar sambandet mellan tillförd mängd  $MgSO_4 \cdot 7H_2O$  resp. Si-Mn-slagg och ökningen i jordarnas Mg-AL-tal. Om man multiplicerar siffrorna för de tillförda mängderna av magnesiumsulfat och Si-Mn-slagg (mg/100 g jord) med 25 erhålles givorna i kg/ha. Man kan också beräkna ersättningsvärdet för Si-Mn-slagg. Enligt dessa ekvationer erfordras 400 kg/ha  $MgSO_4 \cdot 7H_2O$  för att höja jordens Mg-AL med en enhet. Utav Si-Mn-slagg erfordras 1500<sup>2</sup> kg/ha. Vid beräkning av ersättningsvärdet får man fram att 100 kg  $MgSO_4 \cdot 7H_2O$  har samma magnesiumverkan som 390 kg Si-Mn-slagg.

### 3.2. Kärn- och halmskörd

Skörderesultaten från kärnförsöket redovisas i tabellerna 9-12. Skörden av kärna och halm på de tre olika jordarna redovisas var för sig. I tabellerna kan man jämföra de två slaggprodukternas skördehöjande verkan med kritkalkens. Längst ned i tabellerna anges den minsta signifikanta skillnaden (LSD) av skörd, i jämförelse med kontrollen, som krävs på olika signifikanta nivåer för att behandlingseffekten skall vara statistiskt säker.

I tabell 9 framgår effekten av den krossade och finmalda Si-Mn-slaggen samt av kritkalken på kärn- och halmskördarna och på kärnans tusenkornvikt. På alla tre jordar hade slaggprodukterna ett gynnsamt inflytande på tillväxten. Man kan notera högre skördar i de slaggbehandlade leden än i kontrollleden. I genomsnitt på alla kalknivåer gav den finmalda slaggen 6 % den grova slaggen 4 % och kritkalken 10 % merskörd av kärna. Effekten på halmskörden stämmer väl överens med effekten på kärnskörden.

Efterverkan av slaggprodukterna och kritkalken redovisas i tabell 10. Behandlingseffekterna under det andra året blev mycket större än under det första året. Merskörden efter tillsats av finmalda Si-Mn-slagg på Mosslundajord på 90 % basmättnadsnivå var så hög som 64 %. Det är 13 % högre än den högsta skörden i kritkalkleden. Även på Tönnersa och Eckered jordarna hade den finmalda slaggen bättre skördehöjande effekt än kritkalken. På dessa jordar, som medeltal av alla kalknivåer, gav kritkalken 8 % merskörd och den finmalda slaggen 12 %. Den krossade Si-Mn-slaggen gav statistiskt signifikanta merskördar på Mosslundajorden. Effekten av den grova slaggprodukten var emellertid underlägsen både den finmalda Si-Mn-slaggen och kritkalken.



Effekten på halm är jämförbar med motsvarande effekt på kärnskorde. På tusenkornvikten hade kritkalken och slaggprodukterna positiv verkan.

För att kunna utvärdera Si-Mn-slaggens magnesium- och mangan effekter på skörden har vissa försöksled behandlats med magnesiumsulfat resp. mangansulfat i ökade givor. Den delen av försöket redovisas i tabellerna 11 och 12.

Mangansulfat på 0,1 g/kärl nivån hade svagt positiv effekt på Eckerud och Mosslundajordarna under det andra försöksåret. Större givor verkade skördesänkande på alla jordar. De negativa mangan effekterna var tydliga under båda försöksåren.

Gödsling med magnesiumsulfat gav positivt utslag under det andra försöksåret på Mosslundajorden. På Tönnersa jorden erhöles något negativ effekt andra året men något positiv under det första året. Det bör dock anmärkas att skördeeffekterna i mangan- och magnesiumbehandlade försöksleden inte är statistiskt signifikanta och är därmed osäkra.

Mangangödslingen påverkade kärnans tusenkornvikt negativt på Tönnersa och Mosslundajordarna. Tusenkornvikten på dessa jordar sjunker med ökade mangan givor. Det är tydligt att processen för kärninlagring är känslig för manganöverskott. Detta framgår inte minst av att halm/kärna kvoten ökar med stigande mangantillförsel. På Eckerud jorden kan några negativa effekter av mangangödslingen inte märkas åtminstone inte vad tusenkornvikten beträffar.

### 3.3 Växtanalyser

De två intressanta komponenterna i Si-Mn-slaggen, mangan och magnesium, undersöktes även med hjälp av växtanalys. Analysen omfattar utöver mangan (Mn) och magnesium (Mg) även kväve (N), fosfor (P), kalium (K) och kalcium (Ca). Utav dessa ämnen tillfördes magnesium, mangan och kalcium i stigande mängder med slaggprodukterna. Haltvärdena och de upptagna mängderna av dessa ämnen utgör en god indikator på deras växttillgänglighet.

Tillförsel av kväve, fosfor och kalium har hållits konstant i alla försöksled. Halt- och mängdvariationerna avslöjar slaggens effekt på deras växtupptagning.

I tabellerna 13-18 redovisas halterna av olika växtnäringsämnen i kärna och halm. Tillförsel av slagg, kritkalk, mangansulfat och magnesiumsulfat har endast medfört små haltförändringar av kväve, fosfor och kalium. Under det första försöksåret var upptagningen av kalium i de slaggbehandlade leden något lägre (se tabell 19). Möjligen har detta förorsakats av en förskjuten katjonbalans i marklösningen och antagonismen mellan kalium och övriga katjoner, framför allt mellan kalium och magnesium.

Effekterna av slagg och kritkalk på fosforupptagningen var olika på olika jordarter. På de två lättare jordarna, Tönnersa och Mosslunda, kan man inte iaktta någon effekt. På jord från Eckerud hade däremot kritkalken klart höjt fosforupptagningen medan slaggtillsatsen varken hade positiv eller negativ effekt. Denna skillnad i kritkalkens och slaggens effekt i fosforupptagningen beror på olikheter i deras pH-höjande förmåga.

Halten av magnesium i kärnan av det första årets skörd påverkades endast obetydligt av slaggtillsatsen. Under det andra året däremot steg magnesiumhalten efter slaggbehandlingen. Effekten av slaggtillsatsen var större på halmens magnesiumhalt än på kärnans. Särskilt av det andra årets analyser framgår att slaggtillsatsen har givit en väsentlig ökning av halmens magnesiumhalt. Mängden upptaget magnesium i kärna och halm efter den finkorniga slaggtillsatsen var 108 mg/kärl och 62 mg/kärl utan slaggtillsats. Det är en ökning med 74 %. Någon större skillnad mellan jordarna har inte kommit fram. Både av den högre magnesiumupptagningen och av ökningen i jordens magnesiumtillstånd kan man dra den slutsatsen att magnesiumet i Si-Mn-slaggen är relativt lättillgängligt varför Si-Mn-slaggen kan betraktas som ett magnesiumhaltigt gödselmedel.

Variationen av manganhalten i kärna och halm som funktion av tillfört mangansulfat redovisas i figur 2. Sambandet beräknades med hjälp av linjär regressionsanalys. Som figuren visar ökar både kärnan och halmens manganhalt med stigande mängder tillfört mangansulfat.

Någon brist på mangan i grödan under de två vegetationsperioderna har inte observerats. Brist brukar uppträda då manganhalten sjunker under 20 ppm av ts. I de icke mangangödslade och okalkade försöksleden har manganhalten i halmen varierat mellan 27 och 185 ppm och i de mangangödslade mellan 25 och 370 ppm. Enligt ekvationen höjer 1 g/kärl mangansulfat halmens Mn-halt med 59 ppm som medeltal av tre försöksjordar. Kärnan har en lägre Mn-halt och ökar mindre med stigande mangangödsling.

I figur 3 redovisas förändringen i kärnans och halmens manganhalt i de Si-Mn-slagg- och kritkalk- behandlade försöksleden. I det stora hela har kritkalken sänkt och Si-Mn-slaggen höjt grödans manganhalt. För att få något mått på Si-Mn-slaggmanganets tillgänglighet skall kurvorna i figur 3 och i figur 2 jämföras med varandra. Av denna jämförelse framgår att manganhalten i halmen i de slaggbehandlade försöksleden är nära nog lika hög som i försöksled med den högsta givan av mangansulfat. Givans storlek av slagg var i stort sett utan betydelse. Tillgängligheten av mangan i Si-Mn-slaggen kan därför betecknas som god. Man skall snarare se upp med att mangan inte tillförs i för stora mängder och förorsakar förgiftning och därmed en skörde-depression.

#### 4. SAMMANFATTADE SLUTSATSER

Av det här redovisade kärnförsöket med tre jordar under en tvåårig försöksperiod framgår att Si-Mn-slaggen från Tinfos Jernverk AS har en tydlig men i jämförelse med kritkalken svag kalkverkan. Ökningen av pH-värdet avtar dessutom mycket påtagligt vid tillförsel av Si-Mn-slagg i stigande mängder. Si-Mn-slaggens användning som kalkningsmedel är därför begränsad.

När det gäller skördeutbyte har Si-Mn-slaggen väl så god effekt som kritkalken. Detta torde kunna förklaras med Si-Mn-slaggens innehåll av för växterna nyttiga näringsämnen. Innehållet av Mn och Mg är av särskilt stort intresse. Undersökningen visar att båda dessa ämnen är relativt lättillgängliga i slaggen. Halten av dessa ämnen i grödan steg kraftigt efter att jorden behandlats med Si-Mn-slagg.

Den snabba mobiliseringen av mangan i Si-Mn-slaggen kan emellertid lätt leda till överdosering och giftiga Mn-koncentrationer i växter med skördenedsättning som följd. Därför är det viktigt att mängden slagg som skall tillföras bestämmas med hänsyn till de odlade växternas manganbehov och inte med hänsyn till kalkbehovet.

Si-Mn-slaggens magnesiumeffekt är också god. Någon risk för överdosering av magnesium genom slaggtillförsel finns inte. Med de givor som mangan-tillförsel tillåter kan man emellertid underhålla jordens magnesiumtillstånd. Det är möjligt att fastläggning i marken under fältförhållanden avviker från det funna. Doseringen av slaggen bör därför prövas på olika jordarter, till olika växtslag och under varierande klimatiska förhållanden. Samtidigt är det viktigt att effekten av de övriga beståndsdelarna, framför allt kalk och magnesium men även kisel och andra mineralämnen följs upp under naturliga förhållanden. Därför vore det angeläget att pröva Si-Mn-slaggen i en flerårig fältförsöksserie på områden där grödorna behöver mangan- eller mangan- och magnesiumtillförsel.

Investigation of Si-Mn-slag from Øye Smelteverk A/S Norway, with particular regard to its effect on plant and soil.

### Summary

During 1982-83 a pot experiment was conducted to test the effect of two slag products from Øye Smelteverk A/S, Norway. One of them was ground fine enough to pass through a 0.1 mm sieve. The other product was coarser, 0-3 mm in diameter.

The Si-Mn-slag has an alkalizing effect corresponding to 26 kg CaO per 100 kg slag. As regards plant nutrients, the Si-Mn-slag contains large amounts of manganese (MnO 20,5%) and magnesium (MgO 5,7%). In addition, there are numerous micro-nutrients in the slag.

Three acidic soils, pH 5.3-5.4, were taken for the experiment in order to evaluate the liming effect of Si-Mn-slag. Pure, finely ground calcium carbonate was used as a standard to measure the liming effect.

Effects of Mn and Mg in the slag were also studied.  $\text{MnSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$  and  $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$  were used as standards. All pots were fertilized with P, K and N. The test crop was barley, Ida.

The plants developed normally during both experimental years. Necrotic spots on leaves could only be observed on the high levels of slag or  $\text{MnSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$  treatments on two soils. The symptoms probably depend on manganese toxicity.

The soil analyses show that the lime effect, per unit of CaO, is much lower in slag treatment than in  $\text{CaCO}_3$  treatment. As a mean of three soils the finely-ground Si-Mn-slag increased soil pH from 5.2 to 5.4, 5.7 and 5.5 when the slag was added to 70, 90 and 110% respectively of the soils base saturation. At a corresponding addition of  $\text{CaCO}_3$  the obtained pH was 5.8, 6.2 and 6.6 respectively. These pH values show the superiority of  $\text{CaCO}_3$ . The coarser fraction of Si-Mn-slag had only negligible effect on soil pH.

The added Si-Mn-slag more than doubled the ammonium acetate-lactate (AL) soluble magnesium of the soils. Calculations show that 320 kg Si-Mn-slag had the same magnesium effect - measured as Mg-AL - as 100 kg  $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ .

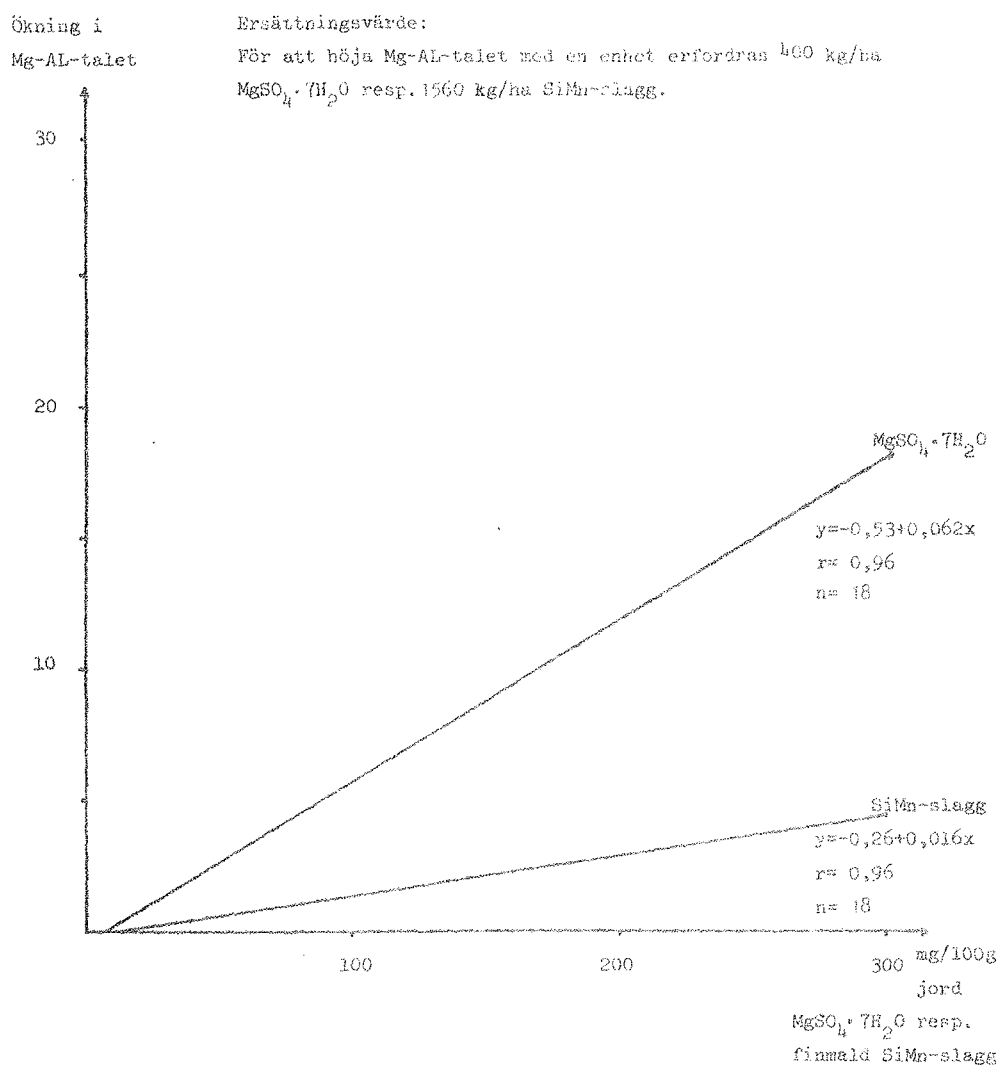
Despite the weak lime effect on the soil, the Si-Mn-slag had a good yield-increasing effect on the crop. The responses to the finely-ground Si-Mn-slag, i.e. increased grain yield, were 6% during 1982 and 28% during 1983. The corresponding responses in treatment with  $\text{CaCO}_3$  during 1982 and 1983 were 10 and 21%, respectively. The effect of the coarser fraction of Si-Mn-slag was less than the finely ground slag.

Manganese sulphate in quantity of 0.1 g per pot had a weakly positive effect on the yield of grain especially on Mosslunda soil. Larger doses reduced the yield. Magnesium sulphate increased the yield only on Mosslunda soil.

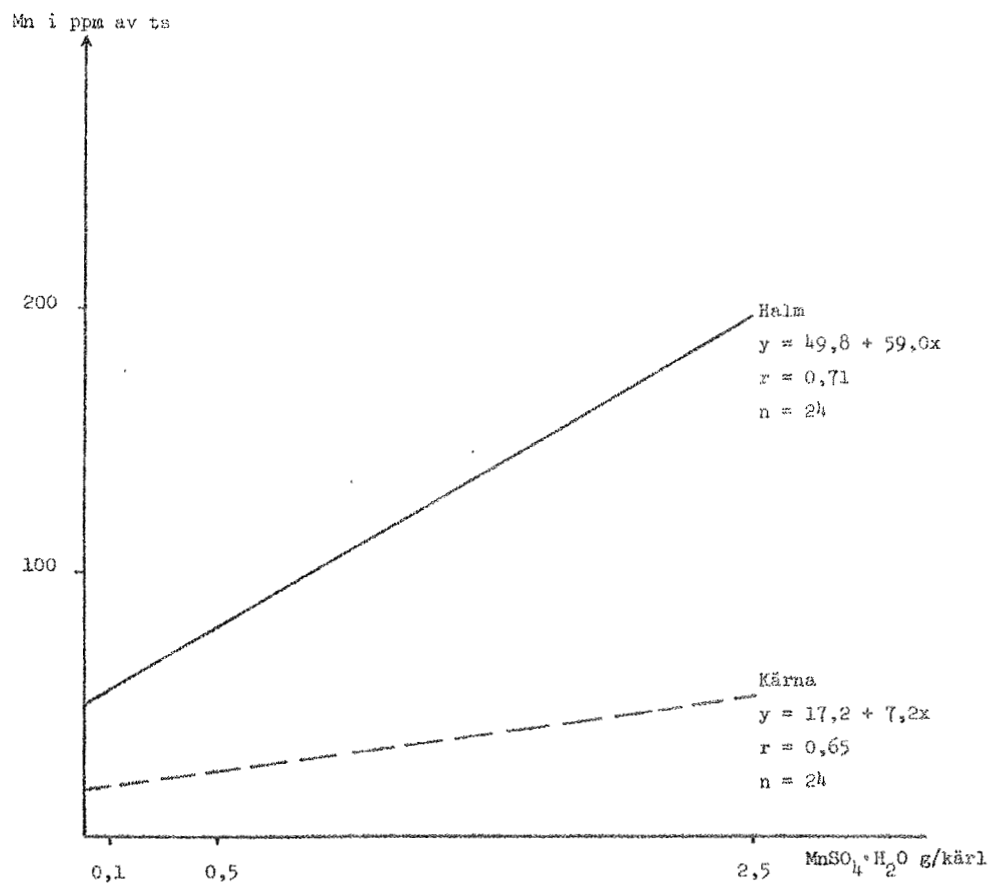
Manganese content in straw from treatments without manganese supply varied between 27 and 185 ppm and from treatments with slag supply between 87 and 385 ppm of dry matter. The manganese content from treatments with slag is as high as from treatment with the highest level of  $\text{MnSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ .

With regard to the rapid release of manganese from slag and thereby the

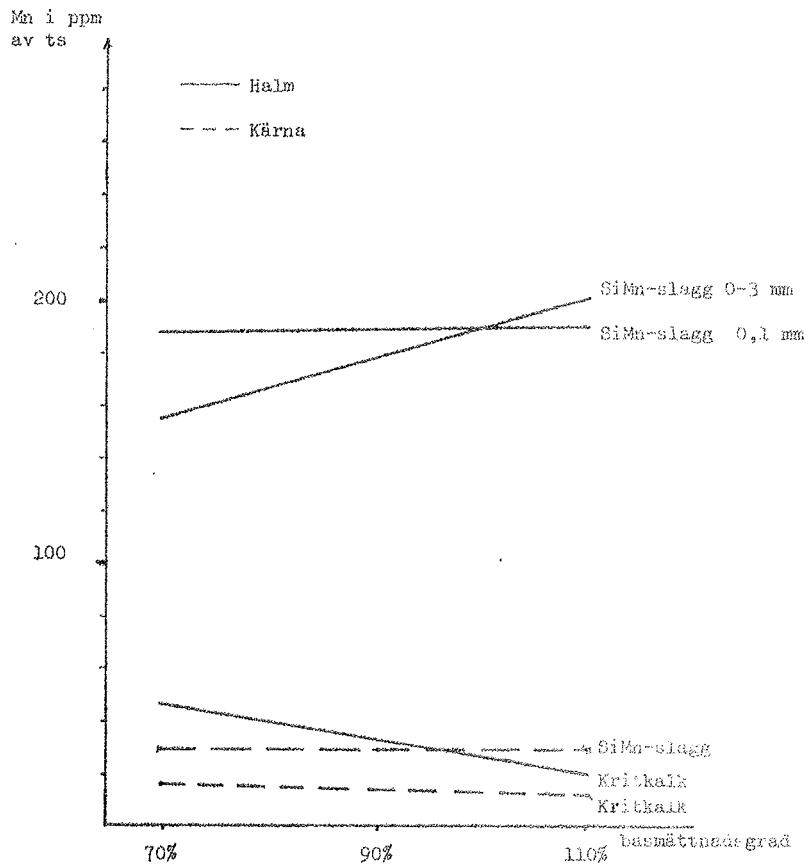
risk of manganese toxicity if the amounts applied are too large, the slag should be supplied according to the need for manganese rather than according to the need for lime.



Figur 1. Samband mellan tillfört magnesiumsulfat resp. Si-Mn-slugg och ökningen i jordarnas Mg-AL-tal.  
Medeltal av samtliga jordar under en försöksperiod av två år.



Figur 2. Variation i halmens och kärnans manganhalt efter stigande givror av mangansulfat.



Figur 3. Halmens och kärnans manganhalt vid uppkalkning till 70, 90 och 110 procents basmättnadsgrad med SiMn-slugg respektive kritkalk. Medeltal av samtliga försöksjordar under två försöksår.



Tabell 1. Si-Mn-slaggens sammansättning enligt analys vid Tinfos Jernverk AS, Öya Smelteverk

SiO <sub>2</sub>	38,8%
MnO	20,5%
CaO	18,1%
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	11,4%
MgO	5,7%
FeO	1,84%
K <sub>2</sub> O	1,20%
Na <sub>2</sub> O	0,75%
BaO	1,24%
Ni	0,04%
Cr	0,0013%
Mo	0,01%
Pb	0,006%
Cu	0,0035%
Zn	0,0027%
Cd	0,0017%

Syraneutraliserande ämnen i Si-Mn-slagg som användes i kärnförsök.

Analys utförd vid SLL, Uppsala

9,2 mmol/g

100 kg av provet motsvaras i syraneutraliserande verkan av 26 kg CaO

Tabell 2. Analysdata för försöksjordarna vid försökets start

Jord	Jordart	pH-H <sub>2</sub> O	T-värde me/100 g	S-värde me/100 g	P-AL	K-AL	Ca-AL	Mg-AL
Tönnerså	mh Sa	5,4	6	3	13,7	5,9	64	5,4
Eckerud	gj ML	5,3	20	8	16,6	12,4	126	17,2
Mosslanda	mh Sa	5,4	6	2	2,2	10,6	46	3,4

Tabell 3. Försöksplan

Prövning av kalkeffekten:

Kalktillstånd:

- I Utan kalk
- II Uppkalkning motsvarande 70% basmättnad \*
- III Uppkalkning motsvarande 90% " \*
- IV Uppkalkning motsvarande 110% " \*

Kalkningsmedel:

- 1. Kritkalk
- 2. Si-Mn-slagg <0,1 mm
- 3. Si-Mn-slagg 0-3 mm

Prövning av mangan- resp. magnesiumeffekten vid 70% basmättnad:

- 1. 0,1 g  $MnSO_4 \cdot H_2O$  per kär!
- 2. 0,5 g " "
- 3. 2,5 g " "
- 4. 0,5 g  $MgSO_4 \cdot 7H_2O$  per kär!
- 5. 2,5 g " "
- 6. 12,5 g " "
- 7. 0,5 g  $MnSO_4 \cdot H_2O + 2,5 MgSO_4 \cdot 7H_2O$  per kär!

\* Kalkbehov för att uppnå önskad basmättnadsgrad, g/kär!

		Kritkalk	Si-Mn-slagg
Tönnersa	70% basmättn.	2,3	5,0
	90% "	5,2	11,2
	110% "	7,9	16,9
Eckerud	70% "	12,0	25,8
	90% "	20,5	44,2
	110% "	29,1	62,7
Mosslunda	70% "	5,9	12,7
	90% "	9,3	20,1
	110% "	12,9	27,7

Tabell 4. Jordanalytiska data. Tönnerså  
1982 års resultat

Behandling	pH H <sub>2</sub> O	pH CaCl <sub>2</sub>	P-AL	K-AL	Ca-AL	Mg-AL	P-HCl	K-HCl
Utan kalk	5,4	4,8	11,8	8,6	54	3,4	46	80
Kritkalk 70% bm	5,6	5,2	11,7	8,0	65	3,3	46	70
" 90% "	6,0	5,6	13,2	8,5	79	3,3	44	70
" 110% "	6,4	6,0	14,2	7,0	89	2,8	47	80
Si-Mn-slagg 70% bm <0,1 mm	5,6	5,0	12,3	10,5	57	5,5	47	80
" 90% "	6,0	5,3	11,6	9,0	54	6,6	46	75
" 110% "	5,7	5,3	12,5	10,5	60	8,1	47	75
Si-Mn-slagg 70% " 0-3 mm	5,4	4,9	11,6	10,0	53	4,2	42	70
" 90% "	5,4	5,0	11,7	9,0	53	4,5	44	75
" 110% "	5,5	5,1	11,7	9,5	55	5,3	44	70
Utan Mn, utan Mg	5,6	5,2	11,7	8,0	65	3,3	46	70
Mn 0,1	5,6	5,2	12,8	9,5	66	3,6	46	75
0,5	5,6	5,2	12,0	8,5	64	3,3	46	70
2,5	5,3	4,9	12,0	8,5	59	3,1	44	80
Mg 0,5	5,7	5,3	12,2	9,0	62	4,2	45	80
2,5	5,6	5,3	11,9	8,5	59	6,6	47	75
12,5	5,6	5,3	12,4	9,5	48	16,4	47	75
Mn 0,5 + Mg 2,5	5,6	5,2	13,0	9,5	63	7,1	46	70

1983 års resultat

Behandling	pH H <sub>2</sub> O	pH CaCl <sub>2</sub>	P-AL	K-AL	Ca-AL	Mg-AL	P-HCl	K-HCl
Utan kalk	4,9	4,6	11,5	4,8	75,3	3,3	44,5	65
Kritkalk 70% bm	5,3	5,0	12,1	4,2	77,0	2,4	44	65
" 90% "	5,9	5,4	13,5	4,4	86,5	2,6	45	65
" 110% "	6,2	5,8	15,1	3,6	105	2,4	48	70
Si-Mn-slagg 70% bm <0,1 mm	5,2	4,9	12,9	5,1	76,5	5,2	48	70
" 90% "	5,5	5,1	12,5	4,7	74,0	7,4	48	75
" 110% "	5,8	5,4	12,6	5,3	70,0	9,2	46	75
Si-Mn-slagg 70% " 0-3 mm	5,1	4,8	11,6	4,5	67,0	4,3	45	70
" 90% "	5,1	4,8	11,6	4,7	71,0	4,9	44	70
" 110% "	5,3	5,0	12,3	6,3	70,5	7,1	44	75
Utan Mn, utan Mg	5,3	5,0	12,1	4,2	77,0	2,4	44	65
Mn 0,1	5,2	4,9	12,3	4,2	81,5	2,6	46	75
0,5	5,2	5,0	12,5	4,7	85,0	2,9	46	75
2,5	5,1	4,9	11,9	4,7	77,5	2,7	45	70
Mg 0,5	5,2	4,9	12,5	3,8	92,0	4,1	46	70
2,5	5,4	5,1	12,3	4,3	70,0	5,8	46	60
12,5	5,2	4,9	12,5	4,2	75,5	16,5	45	65
Mn 0,5 + Mg 2,5	5,3	4,9	12,6	4,3	72,0	5,9	46	70

Tabell 5. Jordanalytiska data. Eckerud  
1982 års resultat.

Behandling	pH H <sub>2</sub> O	pH CaCl <sub>2</sub>	P-AL	K-AL	Ca-AL	Mg-AL	P-HCl	K-HCl
Utan kalk	5,0	4,7	2,7	18,2	124	15,0	25	182
Kritkalk 70% bm	5,8	5,6	2,5	18,0	225	14,6	24	180
" 90% "	6,3	6,1	2,7	16,5	300	13,0	23	180
" 110% "	6,8	6,5	2,5	14,0	330	11,2	24	185
Si-Mn-slagg 70% bm <0,1 mm	5,0	4,8	2,5	19,0	142	25,0	25	190
"- 90% "	5,5	5,0	2,8	20,0	177	33,0	26	185
"- 110% "	5,2	4,9	2,6	22,0	161	37,0	24	185
Si-Mn-slagg 70% " 0-3 mm	5,1	4,8	2,4	17,0	128	18,1	25	180
"- 90% "	5,2	4,8	2,5	17,5	133	20,6	25	190
"- 110% "	5,1	4,9	2,6	20,0	139	22,9	24	190
Utan Mn, utan Mg	5,8	5,6	2,5	18,0	225	14,6	24	180
Mn 0,1	5,9	5,5	2,6	17,0	225	14,6	24	170
0,5	5,8	5,5	2,6	16,5	228	14,6	24	175
2,5	5,7	5,5	2,4	15,5	245	14,9	24	180
Mg 0,5	5,8	5,5	2,4	16,5	237	15,7	25	180
2,5	5,9	5,6	2,7	17,5	223	19,2	25	175
12,5	5,7	5,5	2,3	15,5	226	39,0	25	170
Mn 0,5 + Mg 2,5	5,8	5,5	2,5	15,5	220	19,0	26	180

1983 års resultat

Behandling	pH H <sub>2</sub> O	pH CaCl <sub>2</sub>	P-AL	K-AL	Ca-AL	Mg-AL	P-HCl	K-HCl
Utan kalk	5,3	4,8	3,6	12,8	128	14,0	27,5	177,5
Kritkalk 70% bm	6,0	5,5	2,8	13,9	214	12,7	26	180
" 90% "	6,4	6,0	2,6	13,6	259	10,8	25	185
" 110% "	6,8	6,4	2,8	11,8	360	9,8	25	180
Si-Mn-slagg 70% bm <0,1 mm	5,4	5,0	2,9	12,7	148	24,8	26	180
"- 90% "	5,4	5,1	2,8	14,3	149	28,9	25	175
"- 110% "	5,4	5,2	2,7	14,0	156	38,5	26	180
Si-Mn-slagg 70% " 0-3 mm	5,3	4,9	2,8	12,5	132	16,8	26	180
"- 90% "	5,4	5,0	3,0	12,0	131	19,6	26	175
"- 110% "	5,4	5,0	2,5	13,1	138	22,4	25	185
Utan Mn, utan Mg	6,0	5,5	2,8	13,9	214	12,7	26	180
Mn 0,1	6,1	5,6	2,5	13,2	220	13,6	25	170
0,5	6,0	5,5	2,6	11,9	225	13,3	24	165
2,5	5,7	5,6	2,5	11,8	245	14,2	25	170
Mg 0,5	6,0	5,6	2,5	12,3	219	14,3	25	175
2,5	6,0	5,7	2,7	13,1	221	17,9	25	180
12,5	5,8	5,6	2,5	11,4	220	32,5	24	160
Mn 0,5 + Mg 2,5	5,9	5,6	2,4	11,2	225	18,3	24	165

Tabell 6. Jordanalydata. Mosslanda

1982 års resultat.

Behandling	pH H <sub>2</sub> O	pH CaCl <sub>2</sub>	P-AL	K-AL	Ca-AL	Mg-AL	P-HCl	K-HCl
Utan kalk	5,3	4,7	13,4	12,5	41	2,4	52	50
Kritkalk 70% bm	5,9	5,5	15,0	14,0	65	1,9	56	45
" 90% "	6,3	5,9	16,7	13,0	88	1,7	54	45
" 110% "	6,6	6,1	18,2	12,0	102	1,7	57	43
Si-Mn-slagg 70% bm <0,1 mm	5,6	5,1	14,2	16,0	43	4,7	57	50
"- 90% "	5,6	5,1	14,5	13,5	45	6,3	56	50
"- 110% "	5,7	5,1	14,1	15,0	46	7,3	55	50
Si-Mn-slagg 70% " 0-3 mm	5,6	4,9	14,0	12,5	40	3,6	56	43
"- 90% "	5,4	4,9	14,0	12,5	41	4,1	56	45
"- 110% "	5,4	5,0	14,6	14,5	42	4,7	55	45
Utan Mn, utan Mg	5,9	5,5	15,0	14,0	65	1,9	56	45
Mn 0,1	5,8	5,5	16,1	12,0	70	2,0	56	40
0,5	6,2	5,7	15,8	13,0	67	1,9	55	40
2,5	6,1	5,5	15,0	14,5	59	1,9	54	40
Mg 0,5	6,3	5,7	15,1	13,0	63	2,3	52	45
2,5	6,3	5,7	15,5	15,0	63	4,1	54	45
12,5	6,3	5,7	15,6	13,0	48	15,1	54	44
Mn 0,5 + Mg 2,5	6,2	5,6	16,3	14,0	71	4,9	57	40

1983 års resultat

Behandling	pH H <sub>2</sub> O	pH CaCl <sub>2</sub>	P-AL	K-AL	Ca-AL	Mg-AL	P-HCl	K-HCl
Utan kalk	5,2	4,7	13,9	5,7	43	1,9	52	40
Kritkalk 70% bm	5,7	5,4	15,6	6,6	75	1,0	53	35
" 90% "	6,2	5,9	17,8	7,0	95	1,0	55	35
" 110% "	6,5	6,2	19,8	6,6	113	0,9	75	33
Si-Mn-slagg 70% bm <0,1 mm	5,4	5,1	14,3	6,0	58	6,4	57	33
"- 90% "	5,5	5,2	14,9	6,4	57	7,9	52	34
"- 110% "	5,7	5,3	14,7	7,2	54	7,0	61	35
Si-Mn-slagg 70% " 0-3 mm	5,2	4,9	14,2	5,7	46	3,6	54	33
"- 90% "	5,3	4,9	14,6	6,1	46	3,6	54	35
"- 110% "	5,3	5,0	15,3	6,1	51	5,2	53	33
Utan Mn, utan Mg	5,7	5,4	15,6	6,6	75	1,0	53	35
Mn 0,1	5,8	5,3	16,2	6,9	76	1,2	52	33
0,5	5,7	5,3	16,4	6,8	72	1,2	54	33
2,5	5,7	5,3	15,6	7,3	67	1,0	60	35
Mg 0,5	5,7	5,3	15,6	7,1	73	1,4	55	33
2,5	5,8	5,4	16,5	5,8	72	3,1	54	33
12,5	5,7	5,5	16,2	6,1	73	11,9	57	34
Mn 0,5 + Mg 2,5	5,7	5,4	16,4	5,9	78	3,2	54	33

Tabell 7. Jordanalytiska data, medeltal av tre jordar.

1982 års resultat.								
Behandling	pH H <sub>2</sub> O	pH CaCl <sub>2</sub>	P-AL	K-AL	Ca-AL	Mg-AL	P-HCl	K-HCl
Utan kalk	5,2	4,7	9,3	13,2	73	6,9	41	104
Kritkalk 70% bm	5,8	5,4	9,7	13,3	118	6,6	42	98
" 90% "	5,2	5,9	10,7	12,7	156	6,0	40	98
" 110% "	6,6	6,2	11,6	11,0	174	5,2	43	103
Si-Mn-slagg 70% bm <0,1 mm	5,4	5,0	9,7	15,2	81	11,7	43	107
" 90% "	5,7	5,1	9,6	14,2	92	15,3	43	103
" 110% "	5,5	5,1	9,7	15,8	89	17,5	42	103
Si-Mn-slagg 70% " 0-3 mm	5,4	4,9	9,3	13,2	74	8,6	41	98
" 90% "	5,3	4,9	9,4	13,0	76	9,7	42	103
" 110% "	5,3	5,0	9,6	14,7	79	11,0	41	102
Utan Mn, utan Mg	5,8	5,4	9,7	13,3	118	6,6	42	98
Mn 0,1	5,8	5,4	10,5	12,8	120	6,7	42	95
0,5	5,9	5,5	10,1	12,7	120	6,6	42	95
2,5	5,7	5,3	9,8	12,8	121	6,6	41	100
Mg 0,5	5,9	5,5	9,9	12,8	121	7,4	41	102
2,5	5,9	5,5	10,0	13,7	115	10,0	42	98
12,5	5,9	5,5	10,1	12,7	107	23,5	42	96
Mn 0,5 + Mg 2,5	5,9	5,4	10,6	13,0	118	10,3	43	97

1983 års resultat								
Behandling	pH H <sub>2</sub> O	pH CaCl <sub>2</sub>	P-AL	K-AL	Ca-AL	Mg-AL	P-HCl	K-HCl
Utan kalk	5,1	4,7	9,7	7,8	82	6,4	41	94
Kritkalk 70% bm	5,7	5,3	10,2	8,2	122	5,4	41	93
" 90% "	6,2	5,8	11,3	8,3	147	4,8	42	95
" 110% "	6,5	6,1	12,6	7,3	193	4,4	49	94
Si-Mn-slagg 70% bm <0,1 mm	5,3	5,0	10,0	7,9	94	12,1	44	94
" 90% "	5,5	5,1	10,0	8,5	93	14,7	42	95
" 110% "	5,6	5,3	10,0	8,8	93	18,2	44	97
Si-Mn-slagg 70% " 0-3 mm	5,2	4,9	9,5	7,6	82	8,2	42	94
" 90% "	5,3	4,9	9,7	7,6	83	9,4	41	93
" 110% "	5,3	5,0	10,0	8,5	87	11,6	41	98
Utan Mn, utan Mg	5,7	5,3	10,2	8,2	122	5,4	41	93
Mn 0,1	5,7	5,3	10,3	8,1	126	5,8	41	93
0,5	5,6	5,3	10,5	7,8	127	5,8	41	91
2,5	5,5	5,3	10,0	7,9	130	6,0	43	92
Mg 0,5	5,6	5,3	10,2	7,7	128	6,6	42	93
2,5	5,7	5,4	10,5	7,7	121	8,9	42	91
12,5	5,6	5,3	10,4	7,2	123	20,3	42	86
Mn 0,5 + Mg 2,5	5,6	5,3	10,5	7,1	125	9,1	41	89

Tabell 8. Jordanalysdata. Medeltal av tre jordar och tre nivåer per behandling.  
1982 års resultat.

Behandling	pH- H <sub>2</sub> O	pH- CaCl <sub>2</sub>	P-AL	K-AL	Ca-AL	Mg-AL	P-HCl	K-HCl
Utan kalk	5,2	4,7	9,3	13,2	73	6,9	41	104
Kritkalk	6,2	5,8	10,7	12,3	149	5,9	42	100
Si-Mn-slagg <0,1 mm	5,5	5,1	9,7	15,1	87	14,8	43	104
Si-Mn-slagg 0-3 mm	5,3	4,9	9,4	13,6	76	9,8	41	101
Utan Mn. Utan Mg	5,8	5,4	9,7	13,3	118	6,6	42	98
Mn	5,8	5,4	10,1	12,8	120	6,6	42	97
Mg	5,9	5,5	10,0	13,1	114	13,6	42	99
Mn 0,5 + Mg 2,5	5,9	5,4	10,6	13,0	118	10,3	43	97

## 1983 års resultat

Behandling	pH H <sub>2</sub> O	pH CaCl <sub>2</sub>	P-AL	K-AL	Ca-AL	Mg-AL	P-HCl	K-HCl
Utan kalk	5,1	4,7	9,7	7,8	82	6,4	41	94
Kritkalk	6,1	5,7	11,4	7,9	154	4,9	44	94
Si-Mn-slagg <0,1 mm	5,5	5,1	10,0	8,4	93	15,0	43	95
Si-Mn-slagg 0-3 mm	5,3	4,9	9,7	7,9	84	9,7	41	95
Utan Mn, utan Mg	5,7	5,3	10,2	8,2	122	5,4	41	93
Mn	5,6	5,3	10,3	7,9	128	5,9	42	92
Mg	5,6	5,3	10,4	7,5	124	11,9	42	90
Mn 0,5 + Mg 2,5	5,6	5,3	10,5	7,1	125	9,1	41	89

Tabell 19. Kalkeffekt av kritkalk, Si-Mn-slagg <0,1 mm och Si-Mn-slagg 0-3 mm på kärnskörd, halm-skörd och 1000-kornvikt  
Korn i kärnförsök med tre olika jordar 1982 års resultat.

	Tönnerså						Eckerud						Mosslanda					
	Kärna		Halm		1000-kornv.		Kärna		Halm		1000-kornv.		Kärna		Halm		1000-kornv.	
	g/kärn	Rel.-tal	g/kärn	Rel.-tal	g	Rel.-tal	g/kärn	Rel.-tal	g/kärn	Rel.-tal	g	Rel.-tal	g/kärn	Rel.-tal	g/kärn	Rel.-tal	g	Rel.-tal
utan kalk	29,8	100	32,6	100	41,9	100	29,8	100	31,2	100	37,9	100	28,1	100	29,9	100	38,3	100
Kritkalk	32,9	110	33,8	104	42,8	108	32,3	108	32,6	104	40,7	106	29,8	106	34,1	114	40,7	104
"	33,1	111	37,1	114	43,1	112	33,3	112	34,0	109	40,1	107	32,8	117	35,5	119	40,7	104
"	32,8	110	36,4	112	39,9	107	31,8	107	34,7	111	40,0	108	30,4	108	36,3	121	38,9	104
Si-Mn-slagg <0,1 mm	31,1	104	33,5	103	40,1	104	30,9	104	31,8	102	39,1	110	31,1	110	32,2	108	39,1	104
"	32,7	110	35,8	110	41,5	100	29,7	100	31,2	100	42,1	112	31,4	112	30,9	103	42,0	103
"	31,7	106	34,2	105	41,6	96	28,6	96	29,2	94	39,0	108	30,5	108	31,2	104	42,0	104
Si-Mn-slagg 0-3 mm	30,2	101	34,6	106	43,1	99	29,6	99	30,6	98	39,7	101	28,4	101	31,2	104	37,7	104
"	31,1	104	34,3	105	40,9	98	29,2	98	30,4	97	39,7	107	30,2	107	31,9	107	36,9	107
"	32,5	109	34,5	106	43,4	103	30,8	103	28,8	92	40,9	110	30,9	110	32,3	108	39,4	108
LSD	0,05		2,7				2,4		2,2				2,1		1,6			
	0,01		3,9				3,5		3,1				3,1		2,3			
	0,001		5,7				5,1		4,5				4,5		3,4			



Tabell 10. Kalkeffekt av kritkalk, Si-Mn-slagg <0,1 och Si-Mn-slagg 0-3 mm på kärnskörd, halm-skörd och 1000-kornvikt.  
Korn i kärnförsök med tre olika jordar. 1983 års resultat

Behandling	Tånereå				Eckerud				Mossfunda				
	Kärna g/kärl	Rel.tal	Halm g/kärl	1000- kornv. g	Kärna g/kärl	Rel.tal	Halm g/kärl	1000- kornv. g	Kärna g/kärl	Rel.tal	Halm g/kärl	1000- kornv. g	
Utan kalk	30,6	100	35,0	100	38,4	100	32,6	100	38,7	100	30,4	100	32,0
Kritkalk	70 %	112	37,8	108	44,2	106	25,3	108	40,6	147	36,0	118	44,3
"	90 %	98	34,4	98	39,0	107	20,2	62	37,2	151	36,0	118	41,7
"	110 %	104	37,8	108	41,0	121	38,1	117	43,3	145	35,7	117	42,3
Si-Mn-slagg <0,1 mm	70 %	112	39,6	113	40,5	107	35,3	108	42,3	160	37,2	122	44,0
"	90 %	122	39,2	112	41,9	110	38,8	119	41,0	164	38,2	126	42,9
"	110 %	115	37,2	106	42,3	109	47,0	144	40,7	157	37,1	122	44,5
Si-Mn-slagg 0-3mm	70 %	98	33,6	96	39,7	98	33,4	102	39,1	135	34,7	114	36,0
"	90 %	110	38,0	109	40,7	105	36,1	111	39,0	149	36,4	120	37,5
"	110 %	116	38,9	111	44,3	109	34,1	105	40,9	160	36,7	121	37,4
LSD	0,05	5,3	4,3	4,4	4,4	2,9	3,5	2,7	3,5	2,7	3,9	5,8	5,8
	0,01	7,7	6,2	6,3	6,3	4,2	5,1	3,9	5,1	3,9	5,8	5,8	5,8
	0,001	11,3	9,1	9,2	9,2	6,2	7,5	5,8	7,5	5,8	5,8	5,8	5,8

Tabell 11. Effekt av Mn och Mg på kärnskörd, halmskörd och 1000-kornvikt vid 70 % Ca-mättnad.  
Korn i kärnförsök med tre olika jordar, 1982 års resultat.

Behandling	Tönnerså						Eckerud						Mosslunds					
	Kärna		Halm		1000- korn- vikt		Kärna		Halm		1000- korn- vikt		Kärna		Halm		1000- korn- vikt	
	g/kärl	Rel.tal	g/kärl	Rel.tal			g/kärl	Rel.tal	g/kärl	Rel.tal			g/kärl	Rel.tal	g/kärl	Rel.tal		
Utan Mn och Mg	32,9	100	33,8	100	42,8	32,3	100	32,6	100	40,7	29,8	100	34,1	100	40,7			
Mn 0,1	31,7	96	34,5	102	41,5	30,3	94	30,0	92	41,4	29,4	99	33,9	99	40,4			
" 0,5	31,8	96	34,1	101	40,6	29,8	92	32,2	99	40,9	28,1	94	34,4	101	39,6			
" 2,5	28,8	87	33,9	100	38,6	29,8	92	30,0	92	41,0	27,1	91	31,8	93	36,2			
Mg 0,5	30,8	93	34,2	101	41,8	29,4	91	31,8	98	40,5	29,8	100	35,2	103	40,9			
" 2,5	32,9	100	35,8	106	43,6	28,2	87	31,2	96	38,9	29,7	100	33,7	99	40,4			
" 12,5	33,3	101	36,5	108	41,8	32,6	101	30,7	94	41,2	27,8	93	37,8	111	40,7			
Mn 0,5 + Mg 2,5	33,1	101	35,4	105	42,0	28,2	87	30,6	94	39,8	31,2	105	34,2	100	40,2			
LSD 0,05	3,2		3,0			4,6		3,5			2,1		3,7					
0,01	4,9		4,6			6,9		5,3			3,2		5,6					
0,001	7,9		7,4			11,2		8,6			5,1		9,0					

Tabell 12. Effekt av Mn och Mg på kärnskörd, halmskörd och 1000-kornvikt vid 70 % Ca-mättnad.  
Korn i kärnförsök med tre olika jordar, 1983 års resultat.

Behandling	Tönnerså						Eckerud						Mosslunds					
	Kärna		Halm		1000- korn- vikt		Kärna		Halm		1000- korn- vikt		Kärna		Halm		1000- korn- vikt	
	g/kärl	Rel.tal	g/kärl	Rel.tal			g/kärl	Rel.tal	g/kärl	Rel.tal			g/kärl	Rel.tal	g/kärl	Rel.tal		
Utan Mn och Mg	34,2	100	37,9	100	44,1	32,5	100	35,3	100	40,5	31,5	100	36,0	100	44,3			
Mn 0,1	33,9	99	36,8	97	43,0	33,0	102	36,4	103	45,2	32,2	102	36,4	101	40,3			
" 0,5	32,4	95	36,0	95	39,2	31,1	96	35,8	101	43,8	28,8	91	34,9	97	37,1			
" 2,5	31,6	92	36,5	97	36,9	32,8	101	37,4	106	45,7	28,7	91	34,2	95	37,6			
Mg 0,5	25,6	75	31,8	84	37,3	33,6	103	37,2	105	44,2	30,8	98	35,6	99	40,9			
" 2,5	32,9	96	35,4	94	40,4	33,0	102	35,4	100	43,9	30,4	97	34,2	95	41,4			
" 12,5	31,9	93	36,6	97	38,4	32,0	98	41,2	117	42,2	33,8	107	36,8	102	42,4			
Mn 0,5 + Mg 2,5	33,4	98	37,0	98	38,7	32,8	101	35,7	101	46,0	33,2	105	38,1	106	41,4			
LSD 0,05	2,8		3,3			2,8		12,3			4,8		4,5					
0,01	4,2		5,0			4,2		18,7			7,3		6,8					
0,001	6,8		8,1			6,8		30,0			11,7		10,9					

Tabell 13. Effekt av kritkalk, Si-Mn-slagg <0,1 mm och Si-Mn-slagg 0-3 mm på kärnans och halmens innehåll av olika näringsämnen i % resp. ppm av ts. Törnnerså

1982 års resultat.

Behandling	Kärna						Halm					
	N %	P %	K %	Ca %	Mg %	Mn ppm	N %	P %	K %	Ca %	Mg %	Mn ppm
Utan kalk	1,54	0,44	0,57	0,030	0,14	36	0,52	0,04	1,15	0,46	0,09	185
Kritkalk 70% bm	1,49	0,40	0,53	0,030	0,14	19	0,39	0,05	1,23	0,49	0,08	55
" 90% "	1,46	0,39	0,53	0,033	0,14	12	0,34	0,05	1,19	0,48	0,08	14
" 110% "	1,48	0,37	0,51	0,033	0,14	12	0,35	0,03	1,11	0,34	0,07	12
Si-Mn-slagg 70% bm <0,1 mm	1,52	0,42	0,55	0,021	0,15	33	0,42	0,02	1,10	0,33	0,06	160
" 90% "	1,46	0,41	0,55	0,022	0,15	34	0,39	0,03	1,21	0,33	0,06	150
" 110% "	1,44	0,41	0,55	0,022	0,14	27	0,46	0,03	1,10	0,37	0,08	140
Si-Mn-slagg 70% " 0-3 mm	1,53	0,46	0,57	0,025	0,16	41	0,48	0,06	1,02	0,37	0,07	160
" 90% "	1,46	0,41	0,55	0,024	0,15	38	0,48	0,09	3,32	0,49	0,06	190
" 110% "	1,47	0,43	0,56	0,022	0,15	41	0,39	0,07	1,51	0,54	0,06	170

1983 års resultat.

Behandling	Kärna						Halm					
	N %	P %	K %	Ca %	Mg %	Mn ppm	N %	P %	K %	Ca %	Mg %	Mn ppm
Utan kalk	1,44	0,42	0,63	0,02	0,11	29	0,71	0,24	1,32	0,64	0,08	142
Kritkalk 70 % bm	1,39	0,39	0,61	0,03	0,12	20	0,49	0,14	1,31	0,56	0,08	77
" 90 % "	1,39	0,39	0,67	0,03	0,11	12	0,50	0,10	1,31	0,56	0,05	24
" 110 % "	1,38	0,39	0,63	0,03	0,11	8	0,52	0,09	1,31	0,65	0,06	13
Si-Mn-slagg 70 % " <0,1 mm	1,46	0,41	0,61	0,02	0,13	20	0,51	0,16	1,33	0,53	0,13	127
" 90 % "	1,37	0,41	0,61	0,01	0,14	18	0,41	0,09	1,33	0,46	0,15	94
" 110 % "	1,35	0,37	0,55	0,01	0,13	14	0,51	0,09	1,43	0,47	0,15	84
Si-Mn-slagg 70 % " 0-3 mm	1,43	0,39	0,63	0,02	0,12	32	0,59	0,16	1,45	0,55	0,09	189
" 90 % "	1,48	0,41	0,61	0,02	0,13	28	0,56	0,16	1,37	0,62	0,13	189
" 110 % "	1,43	0,41	0,63	0,02	0,13	24	0,49	0,14	1,37	0,49	0,13	143

Tabell 34. Effekt av kritkalk, Si-Mn-slagg <0,1 mm och Si-Mn-slagg 0,3 mm på kärnans och halmens innehåll av olika näringsämnen i % resp. ppm av ts. Eckerud

1982 års resultat.

Behandling	Kärna						Halm					
	N %	P %	K %	Ca %	Mg %	Mn ppm	N %	P %	K %	Ca %	Mg %	Mn ppm
Utan kalk	1,44	0,26	0,44	0,02	0,13	19	0,36	0,02	2,10	0,36	0,09	27
Kritkalk 70% bm	1,47	0,29	0,45	0,03	0,13	13	0,38	0,03	2,10	0,39	0,12	51
" 90% "	1,53	0,30	0,47	0,03	0,14	14	0,39	0,03	2,01	0,28	0,10	29
" 110% "	1,49	0,32	0,49	0,04	0,13	15	0,38	0,03	1,98	0,36	0,12	41
Si-Mn-slagg <0,1 mm 70% bm	1,45	0,24	0,45	0,03	0,12	42	0,37	0,02	1,19	0,36	0,11	277
" 90% "	1,42	0,26	0,45	0,03	0,12	47	0,35	0,03	1,12	0,38	0,12	385
" 110% "	1,58	0,27	0,43	0,02	0,12	46	0,36	0,03	1,35	0,33	0,12	364
Si-Mn-slagg 0-3 mm 70% "	1,55	0,29	0,45	0,02	0,13	31	0,38	0,04	1,17	0,38	0,12	185
" 90% "	1,58	0,26	0,43	0,02	0,12	36	0,38	0,03	1,21	0,39	0,13	248
" 110% "	1,58	0,29	0,45	0,02	0,13	40	0,39	0,03	1,27	0,43	0,15	343

1983 års resultat.

Behandling	Kärna						Halm					
	N %	P %	K %	Ca %	Mg %	Mn ppm	N %	P %	K %	Ca %	Mg %	Mn ppm
Utan kalk	1,48	0,28	0,56	0,02	0,11	13	0,42	0,04	1,50	0,54	0,14	78
Kritkalk 70 % bm	1,47	0,33	0,56	0,02	0,12	11	0,40	0,04	1,49	0,60	0,13	32
" 90 % "	1,42	0,33	0,59	0,02	0,11	8	0,39	0,05	1,45	0,64	0,12	16
" 110 % "	1,47	0,38	0,59	0,02	0,14	11	0,41	0,04	1,27	0,71	0,15	21
Si-Mn-slagg <0,1 mm 70 % "	1,53	0,30	0,51	0,01	0,12	21	0,43	0,03	1,53	0,56	0,19	188
" 90 % "	1,42	0,28	0,51	0,01	0,19	20	0,38	0,03	1,39	0,53	0,19	156
" 110 % "	1,57	0,26	0,51	0,01	0,12	20	0,42	0,04	1,53	0,55	0,18	170
Si-Mn-slagg 0-3 mm 70 % "	1,48	0,25	0,47	0,01	0,10	16	0,48	0,04	1,56	0,62	0,17	157
" 90 % "	1,58	0,26	0,53	0,02	0,11	20	0,40	0,03	1,49	0,53	0,15	150
" 110 % "	1,46	0,28	0,53	0,01	0,12	20	0,48	0,03	1,56	0,52	0,16	159

Tabell 15. Effekt av kritikalk, Si-Mn-slagg < 0,1 mm och Si-Mn-slagg 0-3 mm på kärnans och halms innehåll av olika näringsämnen i % resp. ppm av ts. Mosslanda

1982 års resultat.

Behandling	Kärna					Halm				
	N %	P %	K %	Ca %	Mn ppm	N %	P %	K %	Ca %	Mn ppm
Utan kalk	1,63	0,44	0,59	0,03	37	0,65	0,18	1,31	0,53	115
Kritikalk 70% bm	1,54	0,39	0,49	0,03	18	0,42	0,08	1,15	0,51	35
" 90% "	1,58	0,39	0,53	0,03	18	0,37	0,06	1,19	0,60	24
" 110% "	1,52	0,39	0,51	0,03	17	0,41	0,07	1,19	0,60	24
Si-Mn-slagg 70% bm < 0,1 mm	1,53	0,39	0,55	0,02	36	0,48	0,09	1,39	0,39	210
" 90% "	1,59	0,38	0,53	0,02	33	0,43	0,06	1,42	0,35	212
" 110% "	1,62	0,39	0,53	0,02	34	0,41	0,06	1,49	0,35	230
Si-Mn-slagg 70% " 0-3 mm	1,62	0,41	0,57	0,03	42	0,61	0,14	1,39	0,38	230
" 90% "	1,60	0,41	0,57	0,02	44	0,52	0,11	1,33	0,37	225
" 110% "	1,55	0,38	0,57	0,02	42	0,48	0,09	1,37	0,34	225

1983 års resultat.

Behandling	Kärna					Halm				
	N %	P %	K %	Ca %	Mn ppm	N %	P %	K %	Ca %	Mn ppm
Utan kalk	1,96	0,46	0,74	0,04	41	1,06	0,23	1,72	0,76	160
Kritikalk 70% bm	1,47	0,38	0,59	0,03	18	0,58	0,12	1,51	0,71	64
" 90% "	1,54	0,40	0,63	0,04	17	0,52	0,09	1,41	0,76	41
" 110% "	1,54	0,39	0,63	0,04	16	0,55	0,09	1,45	0,80	42
Si-Mn-slagg 70% " < 0,1 mm	1,50	0,33	0,53	0,02	20	0,61	0,08	1,49	0,53	157
" 90% "	1,46	0,34	0,53	0,01	18	0,51	0,09	1,47	0,51	158
" 110% "	1,50	0,35	0,55	0,02	17	0,47	0,06	1,51	0,45	141
Si-Mn-slagg 70% " 0-3 mm	1,68	0,40	0,63	0,02	25	0,87	0,12	1,53	0,64	181
" 90% "	1,57	0,37	0,59	0,02	22	0,69	0,11	1,41	0,59	191
" 110% "	1,59	0,37	0,59	0,02	22	0,61	0,07	1,45	0,63	170

Tabell 16. Effekt av mangan- och magnesiumgödsling på kärnans och halmens innehåll av olika näringsämnen i % resp. ppm av ts. Tönnerså

1982 års resultat.

Behandling	Kärna						Halm					
	N %	P %	K %	Ca %	Mg %	Mn ppm	N %	P %	K %	Ca %	Mg %	Mn ppm
Utan Mn, utan Mg	1,49	0,40	0,53	0,03	0,14	29	0,39	0,05	1,23	0,49	0,07	55
Mn 0,1	1,45	0,39	0,53	0,03	0,14	23	0,39	0,02	2,09	0,21	0,08	60
0,5	1,44	0,41	0,55	0,03	0,14	28	0,47	0,02	2,05	0,21	0,08	85
2,5	1,55	0,44	0,57	0,03	0,15	64	0,58	0,02	2,09	0,20	0,09	370
Mg 0,5	1,46	0,40	0,53	0,02	0,14	21	0,44	0,03	2,11	0,35	0,09	46
2,5	1,47	0,40	0,53	0,02	0,15	22	0,39	0,03	2,09	0,30	0,09	44
12,5	1,47	0,40	0,53	0,02	0,15	21	0,42	0,02	2,09	0,29	0,09	50
Mn 0,5 + Mg 2,5	1,45	0,42	0,53	0,02	0,15	26	0,44	0,02	2,09	0,32	0,10	70

1983 års resultat

Behandling	Kärna						Halm					
	N %	P %	K %	Ca %	Mg %	Mn ppm	N %	P %	K %	Ca %	Mg %	Mn ppm
Utan Mn, utan Mg	1,39	0,39	0,61	0,03	0,12	20	0,49	0,14	1,31	0,56	0,08	77
Mn 0,1	1,44	0,41	0,61	0,02	0,12	24	0,53	0,15	1,37	0,58	0,09	118
0,5	1,47	0,42	0,61	0,02	0,12	28	0,62	0,20	1,43	0,67	0,09	147
2,5	1,50	0,43	0,63	0,02	0,12	40	0,65	0,20	1,39	0,79	0,09	299
Mg 0,5	1,49	0,42	0,63	0,02	0,12	28	0,82	0,18	1,66	0,64	0,09	150
2,5	1,43	0,41	0,63	0,02	0,13	24	0,50	0,17	1,41	0,61	0,13	135
12,5	1,60	0,43	0,67	0,02	0,14	22	0,63	0,18	1,45	0,51	0,22	125
Mn 0,5 + Mg 2,5	1,32	0,42	0,63	0,02	0,12	26	0,54	0,15	1,37	0,58	0,13	152

Tabell 17. Effekt av mangan- och magnesiumgödsling på kärnans och halmens innehåll av olika näringsämnen i % resp. ppm av ts. Eckerud

1982 års resultat.

Behandling	Kärna						Halm					
	N %	P %	K %	Ca %	Mg %	Mn ppm	N %	P %	K %	Ca %	Mg %	Mn ppm
Utan Mn, utan Mg	1,47	0,29	0,45	0,03	0,13	13	0,38	0,03	2,10	0,39	0,12	51
Mn 0,1	1,61	0,25	0,43	0,03	0,14	15	0,35	0,03	1,04	0,56	0,14	25
0,5	1,60	0,30	0,45	0,03	0,13	16	0,35	0,03	1,06	0,55	0,13	38
2,5	1,54	0,30	0,45	0,03	0,13	22	0,37	0,03	1,15	0,55	0,12	90
Mg 0,5	1,58	0,30	0,47	0,03	0,14	14	0,37	0,03	1,08	0,61	0,13	20
2,5	1,55	0,28	0,45	0,03	0,13	13	0,39	0,03	1,04	0,53	0,14	16
12,5	1,62	0,32	0,47	0,03	0,14	15	0,36	0,03	1,06	0,45	0,17	23
Mn 0,5 + Mg 2,5	1,58	0,30	0,45	0,03	0,13	16	0,39	0,03	1,00	0,55	0,12	40

1983 års resultat.

Behandling	Kärna						Halm					
	N %	P %	K %	Ca %	Mg %	Mn ppm	N %	P %	K %	Ca %	Mg %	Mn ppm
Utan Mn, utan Mg	1,47	0,33	0,56	0,02	0,12	11	0,40	0,04	1,49	0,60	0,13	32
Mn 0,1	1,56	0,34	0,59	0,02	0,13	12	0,36	0,04	1,45	0,68	0,17	34
0,5	1,61	0,35	0,61	0,02	0,13	13	0,49	0,04	1,47	0,67	0,15	48
2,5	1,32	0,33	0,63	0,02	0,13	16	0,43	0,04	1,43	0,69	0,17	68
Mg 0,5	1,44	0,33	0,53	0,02	0,12	11	0,45	0,05	1,39	0,69	0,16	31
2,5	1,55	0,35	0,57	0,02	0,13	12	0,45	0,04	1,45	0,69	0,18	34
12,5	1,52	0,34	0,57	0,02	0,13	12	0,49	0,05	1,53	0,64	0,22	38
Mn 0,5 + Mg 2,5	1,48	0,35	0,57	0,02	0,13	14	0,44	0,05	1,45	0,71	0,19	38

Tabell 18. Effekt av mangan- och magnesiumgödsling på kärnans och halmens innehåll av olika näringsämnen  
1 % resp. ppm av ts. Mosslanda

1982 års resultat.

Behandling	Kärna						Halm					
	N %	P %	K %	Ca %	Mg %	Mn ppm	N %	P %	K %	Ca %	Mg %	Mn ppm
Utan Mn, utan Mg	1,54	0,39	0,49	0,03	0,14	18	0,42	0,08	1,15	0,51	0,07	35
Mn 0,1	1,62	0,40	0,53	0,03	0,14	15	0,39	0,07	1,21	0,50	0,07	28
0,5	1,62	0,40	0,51	0,03	0,14	21	0,51	0,09	1,21	0,56	0,07	59
2,5	1,67	0,41	0,55	0,03	0,14	39	0,61	0,12	1,31	0,54	0,06	200
Mg 0,5	1,60	0,37	0,53	0,03	0,14	17	0,41	0,08	1,21	0,53	0,08	29
2,5	1,62	0,39	0,51	0,02	0,15	16	0,45	0,08	1,25	0,46	0,11	35
12,5	1,60	0,41	0,53	0,02	0,16	16	0,38	0,08	1,27	0,35	0,16	37
Mn 0,5 + Mg 2,5	1,55	0,40	0,51	0,02	0,15	18	0,42	0,07	1,21	0,45	0,10	44

1983 års resultat.

Behandling	Kärna						Halm					
	N %	P %	K %	Ca %	Mg %	Mn ppm	N %	P %	K %	Ca %	Mg %	Mn ppm
Utan Mn, utan Mg	1,47	0,38	0,59	0,03	0,11	18	0,58	0,12	1,51	0,71	0,06	64
Mn 0,1	1,51	0,38	0,65	0,03	0,10	20	0,56	0,10	1,43	0,64	0,05	67
0,5	1,50	0,39	0,63	0,03	0,10	22	0,73	0,13	1,49	0,71	0,06	82
2,5	1,61	0,39	0,63	0,03	0,10	30	0,79	0,13	1,45	0,69	0,06	160
Mg 0,5	1,39	0,38	0,63	0,03	0,11	15	0,63	0,18	1,45	0,64	0,09	58
2,5	1,52	0,39	0,59	0,02	0,12	12	0,70	0,13	1,54	0,66	0,13	55
12,5	1,45	0,39	0,63	0,02	0,14	13	0,52	0,10	1,43	0,49	0,23	66
Mn 0,5 + Mg 2,5	1,41	0,38	0,65	0,02	0,13	15	0,57	0,10	1,82	0,62	0,12	74

Tabell 19. Skörd och innehåll av näringsämnen vid olika behandlingar, totalt i kärna + halm. Medeltal av tre jordar

## 1982 års resultat.

Behandling	Skörd g/kärl	mg/kärl av resp. ämne					
		N	P	K	Ca	Mg	Mn
Utan kalk	60,4	607	135	626	151	66	4,3
Kritkalk 70% bm	65,2	608	130	652	164	74	2,1
"- 90% "	68,6	632	135	685	173	77	1,3
"- 110% "	67,5	608	129	667	166	76	1,4
Si-Mn-slagg 70% bm <0,1 mm	63,5	603	122	558	125	70	8,1
"- 90% "	63,9	593	123	578	122	75	9,2
"- 110% "	61,8	597	122	563	116	74	8,6
Si-Mn-slagg 70% " 0-3 mm	61,5	618	137	536	127	71	7,2
"- 90% "	62,4	614	134	560	142	72	8,2
"- 110% "	63,3	616	136	608	146	75	9,0
Utan Mn, utan Mg	65,2	608	130	652	164	74	2,1
Mn 0,1	63,3	600	119	632	145	74	1,8
0,5	63,5	613	124	636	156	72	2,7
2,5	60,5	620	127	639	154	69	8,4
Mg 0,5	63,7	599	124	650	174	76	1,6
2,5	63,9	605	125	649	151	79	1,6
12,5	66,2	623	140	682	132	99	1,8
Mn 0,5 + Mg 2,5	64,2	609	131	640	153	79	2,3

## 1983 års resultat.

Behandling	Skörd g/kärl	mg/kärl av resp. ämne					
		N	P	K	Ca	Mg	Mn
Utan kalk	60,3	675	160	665	217	62	6,5
Kritkalk 70% bm	69,1	650	157	711	235	71	2,7
"- 90% "	61,9	609	143	616	209	56	1,3
"- 110% "	70,5	670	156	704	278	74	1,3
Si-Mn-slagg 70% bm <0,1 mm	71,2	700	152	726	208	98	6,5
"- 90% "	74,1	669	150	736	196	118	6,0
"- 110% "	74,5	689	137	787	205	109	6,0
Si-Mn-slagg 70% " 0-3 mm	63,5	672	138	683	210	77	6,7
"- 90% "	69,4	705	150	712	232	87	7,3
"- 110% "	71,0	708	152	733	206	93	6,5
Utan Mn, utan Mg	69,1	650	157	714	236	71	2,7
Mn 0,1	69,6	673	160	721	239	76	3,2
0,5	66,3	721	163	710	250	72	3,9
2,5	67,1	679	163	708	268	76	7,2
Mg 0,5	64,9	648	159	698	237	78	3,2
2,5	67,1	673	163	704	235	92	3,2
12,5	70,8	703	167	765	217	130	3,4
Mn 0,5 + Mg 2,5	70,0	656	164	777	242	96	3,9



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 mark-växt, 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 proteininlagringens dynamik vid kärnbildningen hos vårvete.
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 vårstråsäd. <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   |  |
|-----|------|--|
| 116 | 1978 | Lennart Mattsson: Kvävegödsling på hösten till höstvetet.<br><i>Nitrogen dressing in the autumn for winter wheat.</i>  |
| 117 | 1979 | Gyula Simán: De permanenta kalkningsförsöken under 1962-1977<br>a) Markkemiska undersökningar och skörderesultat.<br><i>Long-term liming experiments 1962-1977</i><br><i>a) Soil analyses and yield responses.</i>   |
| 118 | 1979 | Subrata Ghoshal: Slampellet som växtnäringskälla<br>1. Utvärderingsförsök (1976-1978)<br><i>Sludge-pellets as a plant nutrient source</i><br><i>1. Evaluation experiments (1976-1978).</i>   |
| 119 | 1979 | Börje Lindén: Mineralkväveförrådets storlek och förändring i markprofilen vid odling av sockerbetor och korn. Studier i växtföljdsförsöken R4-001, R4-002 och R4-003 i Skåne 1978.<br><i>Mineral nitrogen supply in profiles of soils cropped with sugar beets and barley.</i><br><i>Studies in crop rotation trials in Skåne, south Sweden, 1978.</i>                               |
| 120 | 1979 | Börje Lindén: Alvprovtagning med "Ultuna-borren" - för markkartering och framtida N-prognoser.<br><i>Subsoil sampling with the "Ultuna Core Sampler".</i>  |
| 121 | 1979 | Lennart Mattsson: Kväveintensitet vid olika markbördighet. Jordanalydata vid försöksstarten.<br><i>Nitrogen intensities at different soil fertilities.</i><br><i>Soil analysis data at the experimental start.</i>   |
| 122 | 1979 | Börje Lindén: Kvävegödsling baserad på bestämning av mineralkväveförrådet i marken. Lägesrapport om N-prognosverksamhet i några europeiska länder och i Nordamerika.<br><i>Nitrogen fertilizer recommendations based on determination of mineral nitrogen in soils.</i><br><i>Research and extension facilities for N-prognosis in some European countries and in North America.</i> |
| 123 | 1980 | Lennart Mattsson: Vinterklimatets betydelse för kväveeffekten i vårstråsåd nästkommande vegetationsperiod.<br><i>Impact of winter climate on the nitrogen effect on spring cereals nextcoming vegetation period.</i>   |
| 124 | 1980 | Magnus Hahlin och Haldo Carlsson: Verkan av kväve, fosfor och kalium på avkastning och kvalitet hos några matpotatissorter.<br><i>The influence of nitrogen, phosphorus and potassium fertilization on yield and quality of some table potatoes.</i>   |

- | Nr  | År   |  |
|-----|------|--|
| 125 | 1980 | Börje Lindén: Mineralkväve i åkerjordar i Halland och Uppland.<br><br><i>Mineral nitrogen in cultivated soils in the Swedish provinces of Halland and Uppland.</i>   |
| 126 | 1980 | Gyula Simán och Harry Linnér: Styrning av stråsådesgrödans kärnavkastning och proteinhalt genom kvävegödsling efter växtanalys och genom bevattning.<br><br><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.<br><br><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.<br><br><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.<br><br><i>The influence on soil structure of different nitrogen fertilizers and organic materials.</i>   |
| 130 | 1980 | Lennart Mattsson och Nils Brink: Gödslingsprognoser för kväve.<br><br><i>Fertilizer forecasts.</i>   |
| 131 | 1980 | Magnus Hahlén, Lennart Johansson och Lars Gunnar Nilsson: Kaliumgödslingseffektens beroende av balansen mellan kalium och magnesium. I. Kärnförsök.<br><br><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.<br><br><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 stråsåd.<br><br><i>Time and method of application of nitrogen solutions for cereals.</i>   |

- | Nr  | År   |   |
|-----|------|---|
| 134 | 1981 | Lennart Mattsson: Gödslingsystem.<br><i>Fertilizing systems.</i>  |
| 135 | 1981 | Lennart Mattsson och Johan Blärsjö: Kvävegödsling till korn.<br><i>Nitrogen fertilization to barley.</i>  |
| 136 | 1981 | Karl Olof Nilsson: Allsidig växtnäringstillförsel.<br><i>Balanced supply of complete plant nutrients.</i>   |
| 137 | 1981 | Börje Lindén: Ammonium- och nitratkvävetts rörelser och fördelning i marken. II. Metoder för mineralkväveprovtagning och -analys.<br><i>Movement and distribution of ammonium- and nitrate in the soil. II. Methods of sampling and analysing mineral nitrogen.</i>   |
| 138 | 1981 | Jan Persson: Växtföljdens och skörderesternas effekt på skördeutvecklingen.<br><i>Effect of crop rotations and harvest residues on the yield development.</i>   |
| 139 | 1982 | Arne Gustafson och Lennart Mattsson: Tidig gödslingsprognos och grödans kväveförsörjning.<br><i>Fertilizer forecasts and the nitrogen supply of the crop.</i>   |
| 140 | 1982 | Peder Waern: Höst- och vårspridning av kväve till höstvet.<br><i>Autumn and spring application of nitrogen to winter wheat.</i>   |
| 141 | 1982 | Lars Eric Andersson: Utrustning för jordprovtagning i markprofilen.<br><i>Equipment for soil sampling in the profile.</i>   |
| 142 | 1982 | Lars Gunnar Nilsson: Borgödsling - små givor, kalktillstånd och till olika grödor.<br><i>Boron fertilization - small rates, level of lime and to different crops.</i>   |
| 143 | 1982 | Börje Lindén: Ammonium- och nitratkvävetts rörelser och fördelning i marken. III. Inverkan av nederbördsförhållanden och vattentillgång, studier i modell- och ramförsök.<br><i>Movement and distribution of ammonium- and nitrate-N in the soil. III. Influence of precipitation and water supply. Studies in model and frame experiments.</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 Carligen: Några analysmetodernas användbarhet för uppskattning av kvävemineraliseringen 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>

Nr	År	
154	1983	Lennart Mattsson och Lars Eric Anderson: Kvävegödsling till höstvetete. Val av spridningstidpunkt och kvävegödselmedel. <i>Nitrogen fertilization of winter wheat - times of application and nitrogen fertilizers.</i>
155	1984	Lars Gunnar Nilsson: Utvärdering av metod för bor-analys i jord. <i>Evaluation of methods of boron determination in soils.</i>
156	1984	Karl Olof Nilsson: Allsidig växtnäringstillförsel II. <i>Balanced supply of complete plant nutrients II.</i>
157	1984	Käll Carlgren och Lars Gunnar Nilsson: Resultat av två fastliggande fältförsök i Öjebyn och Flahult. <i>Results of two long-resting field trials at Öjebyn and Flahult.</i>
158	1984	Karl Olof Nilsson: Allsidig växtnäringstillförsel III. <i>Balanced supply of complete plant nutrients III.</i>
159	1984	Karl Olof Nilsson: Allsidig växtnäringstillförsel IV. Fältförsök i östra försöksdistriktet. <i>Balanced supply of complete plant nutrients IV. Field trials in the east experimental district.</i>
160	1984	Gyula Simán: Undersökning av Si-Mn-slagg från Øye Smelteverk A/S särskilt med hänsyn till dess skördehöjande verkan och kemiska markeffekter. <i>Investigation of Si-Mn-slag from Øye Smelteverk A/S Norway, with particular regard to its effect on plant and soil.</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. 018-171249, 171255

---