

SVERIGES
LANTBRUKSUNIVERSITET

EFFEKT AV STORA KALKGIVOR PÅ JORDENS STRUKTUR, VÄXTNÄRINGSHUSHÅLLNING OCH SKÖRDENS STORLEK

Effect of large lime quantities on soil structure,
nutrient balance and yield of the crops

A. KALKENS EFFEKT PÅ MARKENS VÄXTNÄRINGS- HUSHÅLLNING, SKÖRDENS STORLEK OCH SKÖRDE- PRODUKTERNAS INNEHÅLL AV VÄXTNÄRING

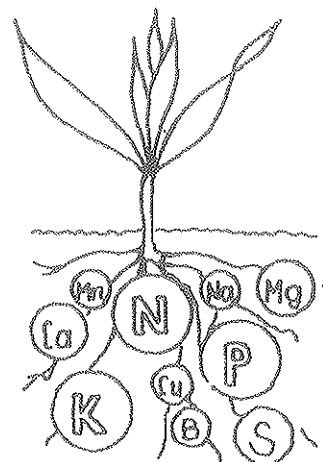
Effects of lime on soil properties, yield of crops
and nutrient concentrations in yield products

Gyula Simán
Avd. för växtnäringlära

B. KALKENS STRUKTUREFFEKT

Effect of lime on soil structure

Kerstin Berglund och Lars Eriksson
Avd. för lantbrukets hydroteknik



Institutionen för markvetenskap
Avd. för växtnäringlära

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

Rapport 148
Report

Uppsala 1984

ISSN 0348-3541
ISBN 91-576-2022-9

EFFEKT AV STORA KALKGIVOR PÅ JORDENS STRUKTUR, VÄXTNÄRINGSHUSHÅLLNING
OCH SKÖRDENS STORLEK.

*Effect of large lime quantities on soil structure, nutrient balance
and yield of the crops.*

A. KALKENS EFFEKT PÅ MARKENS VÄXTNÄRINGSHUSHÅLLNING, SKÖRDENS
STORLEK OCH SKÖRDEPRODUKTERNAS INNEHÅLL AV VÄXTNÄRING.

*Effect of lime on soil properties, yield of crops and nutrient
concentrations in yield products.*

Gyula Simán
Avdelningen för växtnäringslära

B. KALKENS STRUKTUREFFEKTER

Effects of lime on soil structure

Kerstin Berglund och Lars Eriksson
Avdelningen för lantbrukets hydroteknik

A, KALKENS EFFEKT PÅ MARKENS VÄXTNÄRINGSKONCENTRATION, SKÖRDENS
STORLEK OCH SKÖRDEPRODUKTERNAS INNEHÅLL AV VÄXTNÄRING.

*Effect of lime on soil properties, yield of crops and nutrient
concentrations in yield products.*

Gyula Simán

INNEHALLSFÖRTECKNING

- I. Sammanfattning
- II. Inledning
- III. Kalkens effekt på växtnäringshushållningen i marken, skördens storlek och dess innehåll av växtnäringsämnen
 1. Försökets uppläggning och genomförande
 2. Resultat av markkemiska undersökningar
 3. Skörderesultat för perioden 1973-76
 - 3.1 Kalkeffekter
 - 3.1.1. Kärnskörd
 - 3.1.2. Halmskörd
 - 3.1.3. Kärnans rymdvikt
 - 3.1.4. Avrensnings-%
 - 3.1.5. Stråstyrka
 4. Effekt av mangangödsling
 5. Effekt av kvävegödsling
 6. Effekt av osläckt kalk kontra kalkstensmjöl
 7. Koncentration av olika växtnäringsämnen i skördeprodukterna
 8. Skörderesultat för perioden 1977-78
 9. Övriga grödor i försöksserien
 10. Effekt av slamkalk resp. T-kalk
 11. Diskussion
 12. English summary

I. SAMMANFATTNING

- o Denna försöksserie startades för att undersöka effekten av stora kalkgivor på markens struktur, skördens storlek och växtnärings-hushållningen i marken.
- o Försöksplanen omfattar fyra kalknivåer (0, 4, 16 och 40 ton CaO/ha) två kalksorter (kalkstensmjöl och osläckt kalk), två mangannivåer och två kvävenivåer. I tre försök har extraled medtagits för prövning av slamkalk och i ett försök för prövning av l-kalk.
- o Försöksserien bestod av tolv försök under 1973-1976 och sex försök under 1977-78. Från år 1977 erhöll den ena halvan av försöksrutan 45 kg/ha P årligen.
- o Tio av försöken har legat på styv eller mellanlera och två på mo eller moig lättlera. Försöksjordarnas medel-pH-värde vid försökens start var 6,8 med variation mellan 6,0 och 7,4.
- o Kalkstensmjöl i givor av 4, 16 och 40 ton CaO/ha har höjt matjordens pH från i genomsnitt 6,8 till 7,0, 7,3 resp. 7,3 och osläckt kalk i motsvarande givor till pH 7,2, 7,6 resp. 8,2. pH-effekterna är statistiskt säkra.
- o Markens fosfortillstånd (P-AL) har påverkats positivt av kalkningen i alla försök utom i Lönnstorp. Den osläckta kalken har höjt P-AL-talet något mer än kalkstensmjölet i motsvarande givor.
- o Stråsäden har dominerat bland odlingsgrödorna. Stråsädesandelen var så hög som 83%, varför utvärderingen av kalkeffekterna i första hand bygger på skörderesultat av stråsäd. Som medeltal för den fyraåriga försöksperioden har den årliga skördeökningen vid de tre kalknivåerna varit 240, 360 resp. 310 kg/ha kärnskörd. På tio försöksplatser erhöles positiva kalkeffekter och på två svagt negativa.
- o Gödsling med mangan, i form av besprutning av grödan med 2%-ig mangansulfatlösning, hade ingen skördehöjande effekt.
- o Någon påtaglig skillnad mellan kalkstensmjöl och osläckt kalk, vad beträffar effekten på skörd av kärna och halm, kärnans rymdvikt, stråstyrkan i beståndet, kunde inte noteras.
- o Kalken har höjt halten av fosfor, kalium, magnesium och kalcium och sänkt halten av mangan i skördeprodukterna.
- o Mikroaggregatanalys utförd i laboratoriet visar en klar skillnad mellan kalkstensmjöl och osläckt kalk. Osläckt kalk hade en klart positiv effekt på aggregatstorleken samtidigt som kalkstensmjölet inte hade någon eller obetydlig effekt.
- o Mikroaggregatanalys på jord från fältförsöken visar inga nämnvärda effektskillnader mellan de olika kalkslagen.
- o Dragmotståndet har sänkts med statistisk säkerhet av båda kalksorterna. För den osläckta kalken tilltar effekten med stigande kalkgivor, men för kalkstensmjölet förblev dragmotståndet oberoende av kalkgivans storlek.

II. INLEDNING

Under åren 1972 - 1979 utfördes en serie fältförsök i form av ett samarbetsprojekt mellan försöksavdelningarna för hydroteknik och växtnäringslära, med syfte att studera effekten av stora kalkgivor på markstrukturen samt dess inverkan på markens näringshushållning och skördeprodukternas storlek. Projektet bygger idémässigt på tidigare utförda undersökningar vid avd. för hydroteknik, där olika kalkningsmedels strukturuppbyggande och stabiliserande effekt ingående har studerats (Berglund 1971). Enligt dessa undersökningar skulle man framförallt kunna förbättra lerjordarnas struktur så att lerans aggregat blir större och stabilare genom att tillsätta relativt stora mängder bränd kalk, släckt kalk eller cement. De funna struktureffekterna på lerkolloiderna tror man är en funktion av basutbyte, puzzolanreaktion och murbruksbildning. Med en ökad aggregering eller sturkturuppbyggnad följer dessutom även ändringar i andra fysikaliska egenskaper hos jorden såsom förbättrad bärighet, brukbarhet och vattengenomsläpplighet. "Strukturkalkning" på struktursvaga jordar med besvärliga brukningsförhållanden skulle säkert väl komma till pass. En av målsättningarna var därför att pröva kalkens struktureffekt i en omfattande försöksserie. Vidare var man på avd. för hydroteknik intresserad av att utveckla och pröva nya metoder för strukturtest. Det är i första hand fråga om laboratorieundersökningar för att på ett mer vetenskapligt sätt kunna bedöma jordens struktur-tillstånd och behovet av strukturkalkning.

En stor kalkgiva motsvarande 0,1 till 2,6% av matjordens vikt har inte enbart struktureffekt utan påverkar även markens kemiska och biologiska egenskaper. Hur växtnäringshushållningen förändras, särskilt beträffande fosfors och manganets tillgänglighet samt skördeavkastningen som funktion av kalkgivans storlek, har undersökts av avd. för växtnäringslära.

Föreliggande rapport omfattar två försöksserier. Den ena serien, R3-1013, har bestått av 12 försök under vart och ett av åren 1973-76. Denna försöks-serie var avsedd att undersöka olika kalksorters mark- och skördeeffekt vid fyra intensitetsnivåer av tillförd kalk i kombination med och utan manganbesprutning och vid låg och hög kvävenivå. Den andra försöksserien, R3-1026, är en fortsättning av R3-1013 på sex försöksplatser under 1977-78. Vid omläggningen delades varje parcell i två delar och den ena delparcellen gödslades årligen med 45 kg/ha P. Detta för att kunna studera stora kalkgivors inverkan på fosfors fastläggning och växttillgänglighet i marken. Först redogöres för kalkens effekt på jordens pH, växtnäringshushållning, skördens storlek av olika grödor samt skördens halt av några växtnäringsämnen. Denna del omfattar sidorna 1-58 och har bearbetats av G. Simån. Därefter behandlas struktureffekterna på jorden, bestämda genom olika fysikaliska mätmetoder. Denna del omfattar sidorna 59-70. För bearbetningen av de fysikaliska undersökningarna har Kerstin Berglund och Lars Eriksson ansvarat.

III. Kalkens effekt på växtnäringshushållningen i marken, skördens storlek och dess innehåll av växtnäringsämnen

1. Försökets uppläggning och genomförande

Försöksserien omfattar 12 fyraåriga försök under perioden 1973-76 utlagda på lerjordar i södra och mellersta Sverige. Sex av försöken har behållits under ytterligare två år för studium av fosforhushållningen och avslutande fysikaliska mätningar i fält.

Försökets uppläggning har sammanfattats i tabell 1. I försöksplanen ingår prövning av två mangannivåer (med resp. utan manganbesprutning), två kvävenivåer (låg resp. hög gödslingsintensitet av kväve) fyra kalknivåer (0, 4, 16 resp. 40 ton/ha CaO) och två olika kalkningsmedel (kalkstensmjöl och osläckt kalk). I några försök har dessutom medtagits vissa restprodukter som slamkalk (Lönnstorp, Västraby och Jordberga) och T-kalk (Espesäter).

Mangan tillfördes i växande gröda genom besprutning i en giva motsvarande 400 lit. 2% mangansultat per ha.

Kväve tillfördes i form av kalkammonsalpeter före sädd till vårsådda grödor och som tidig övergödsling i vall och höstsådda grödor. Mängden tillfört kväve framgår också av tabell 1.

Övriga växtnäringsämnen har tillförts efter gårdens gödsling.

År 1977 delades storrutorna för kalk. Den ena halvan av rutan har därefter erhållit 45 kg/ha P årligen, medan den andra förblev utan P-gödsling. Grödorna har varierat efter försöksvärdarnas växtföljder. Kalkstensmjöl har levererats från Ignaberga och Köping och osläckt kalk från Limhamn och Vagnhärad.

Tabell 2 ger några grunddata om de 12 försöksjordarna vid försökens start. Fem av försöken har legat på styv lera, fem på mellanlera och två på mo eller moig lättlera. Medel pH-(H₂O)-värdet var 6,8 vid variation 6,0-7,4, medel P-AL-värdet 7,3 med variation 2,1-13,6 och medel K-AL-värdet 17,3 med en variation 10,0-27,0 och slutligen medel Mg-AL-värdet var 32,5 med variation 6,9-66,8. Som framgår av tabellen hade de flesta jordar gott kalk- och växtnäringsstillstånd vid försökens start.

2. Resultat av markkemiska undersökningar

Ledvisa jordprover från matjordsskiktet 0-20 cm uttogs på hösten 1973, 1975 och på våren 1979. Atyprover uttogs endast hösten 1973. Jordprover från 1973 analyserades för pH (H₂O), pH(CaCl₂), P-AL, K-AL, Mg-AL, Ca-AL, P-HCl och tot.N. Analysresultaten redovisas i tabellerna 3-11. Jordprov från 1975 och 1979 analyserades endast för pH (H₂O), pH (CaCl₂), P-AL och K-AL. Resultaten av dessa analyser har sammanställts i tabellerna 12-17 och figurerna 1 och 2.

I tabell 3 återges de två kalksorternas pH-höjande effekt på de tolv försöksjordarna efter jordprovtagning hösten 1973. Kalkstensmjöl i givor av 4, 16 och 40 ton/ha CaO har höjt matjordens pH från i genomsnitt 6,8 till 7,0, 7,3 resp. 7,3. På motsvarande sätt höjdes pH efter osläckt kalk till 7,2, 7,6 resp. 8,2. Som väntat var den osläckta kalken effektivare att höja jordens pH än kalkstensmjölet. Denna effektskillnad är dessutom mer utpräglad vid

höga utgångs-pH, vilket var fallet i flera försök i denna försöks-serie. pH-effekterna är statistiskt säkra bortsett från Russel-backa och Ingarud. Dålig kalkinblandning kan vara en bidragande orsak till den uteblivna kalkeffekten. Analys av jord uttagen hösten 1975 visar statistiskt säkra kalkeffekter även på dessa försöksplatser (tabell 12).

Att alvens pH har höjts kraftigt och i flera fall med statistisk säkerhet är överraskande. Detta särskilt med tanke på den korta tid, ett år, som har förflutit mellan kalkningen och jordprovtagningen. En viss inblandning av matjord i alvproverna vid provtagningstillfället kan därför inte uteslutas. Siffrorna bör tolkas med en viss försiktighet.

pH mätt i 0,01 M CaCl_2 är i genomsnitt 0,4 enheter lägre än pH mätt i vatten.

Försöksjordarnas fosfortillstånd påverkades olika av kalken på olika platser, såsom framgår av tabellerna 5 och 13 (1973 och 1975 års jordprovtagningar). På Lönnstorp och Jordberga med utgångs-pH över 7 hade kalken en sänkande effekt på AL-löslig fosfor. På jordar med något lägre utgångs-pH som på Ingarud, Espe-säter och Vikbolandet hade kalken däremot en tydligt positiv effekt på markfosforns löslighet. Man kan också notera att osläckt kalk höjde matjordens fosfortillstånd något mer än kalkstensmjöl.

År 1979 uttogs åter jordprover från de sex försök som blev kvar efter modifieringen av försöksplanen 1977. Som tidigare nämndes har denna modifiering inneburit en uppspaltning av försöksrutorna i två halvor, varefter den ena gödslades med en arlig giva av 45 kg/ha P. Fosfor tillfördes i form av superfosfat.

I tabell 15 redovisas kalkens pH-effekt med och utan fosforgödsling. Någon pH-förändring från 1975 kan inte märkas. Superfosfat hade inte heller någon pH-effekt på marken.

Förändring av markens fosfortillstånd efter kalkning och superfosfatgödsling redovisas i tabell 16 och figurerna 1 och 2. I fig. 1 framgår den genomsnittliga kalkeffekten på P-AL. Bortsett från Lönnstorp-försöket har kalken påverkat jordarnas fosfortillstånd i positiv riktning. Jämfört med 1973 års jordanalyser är kalkens effekt på fosfortillståndet i 1979 års prover tydligare och trenden är klart positiv.

De olika kalksorterna påverkade markens fosfortillstånd olika, som framgår av tabell 16 och figur 2. Den osläckta kalken hade höjt P-AL-talet något mer än motsvarande giva av kalkstensmjöl. Denna skillnad är tydlig i försöksled både med och utan fosforgödsling.

Fastläggningen av gödsel-fosfor efter kalkningen framgår också i figur 2. Trots den mycket kortvariga försöksperioden (2 år) för fosforgödsling är gödslingseffekten på P-AL-talet tydlig. Ökningen av P-AL efter fosforgödsling i det okalkade ledet är av samma storleksordning som i de kalkade leden, då kalkningsmedlet var osläckt kalk. I kalkstensmjölleden erhöles något lägre ökning i P-AL än i det okalkade ledet. På grund av försöksperiodens korta varaktighet är dock kalkens effekt på gödsel-fosforns tillgänglighet mycket osäker.

Kalken har inte påverkat försöksjordarnas K-AL-värden (tab. 6, 13 och 17). Mg-AL-halten ökade däremot med stigande kalkgivor (tab. 7), vilket kan förklaras dels av en mindre mängd magnesium-tillförsel i kalken, dels av utbytesreaktionen mellan kalcium och magnesium på markpartiklarna. Som väntat påverkades Ca-AL-halten mycket kraftigt av de stora kalkgivorna (tab. 8). Saltsyralöslig fosfor och -kalium visar ingen förändring efter kalkningen (tab. 9 och 14). Detsamma gäller för tot.N av 1973 års jordprov (tab. 11).

3. Skörderesultat för perioden 1973-1976

I tabell 18 redovisas de grödor som odlades på de enskilda försöksplatserna. Grödvalet ingick inte i försöksplanen. Försöksgrödorna har i stället följt försöksvärdarnas växtföljder. Som tabellen visar, var driftsformen kreaturslösdominerad med inriktning på odling av avsalugrödor. Denna driftsinriktning är för övrigt karaktäristisk på slättbygdernas lerområden där försöken har legat.

Stråsäden dominerade starkt bland de odlade grödorna. Andelen stråsädesår var så hög som 83%. Värderingen av kalkeffekterna bygger därför i första hand på skörderesultat av stråsäd. De övriga försöksgrödorna, två sockerbetsår, tre oljevästår och ett försöksår med åkerbönor, redovisas var för sig.

Skördedata av stråsäd har underkastats variansanalys i tre grupperingar: olika stråsädesgrödor var för sig, alla stråsädesgrödor årsvis och alla stråsädesgrödor försöksplatsvis.

I tabellerna 19-31 redovisas grundskördarna i de okalkade leden och merskördarna efter 4, 16 och 40 ton/ha CaO utan hänsyn till kalksorterna, skördar utan och med manganbesprutning, skördar vid låg och vid hög kvävegödslingnivå och slutligen anges effektskillnaden i skördehöjande förmåga mellan kalkstensmjöl och osläckt kalk. De redovisade kalkeffekterna är medeltal över samtliga mangan- och kvävenivåer samt över båda kalksorterna. På samma sätt är de beräknade mangan- resp. kväveeffekterna medeltal över de övriga behandlingsleden. Samspel mellan de olika behandlingsfaktorerna har medtagits i denna redovisning endast då detta var statistiskt signifikant.

I tabellerna anges även den statistiska signifikansen av kalk-, mangan- och kväveeffekterna. Den redovisas medelst kryss enligt följande:

x	Signifikant på 5% nivå (nägorlunda säker)
xx	"- 1% " (säker)
xxx	"- 0,1%" (mycket säker)

3.1. Kalkeffekter

3.1.1. Kärnskörd

I tabell 19 framgår kärnskörderna av höstvetete, vårvetete, korn och havre i det okalkade ledet och skördeökningarna efter olika stora kalkgivor. Som medeltal av 15 skördeår gav höstvetete 5170 kg/ha kärnskörd i försöksled utan kalk. Kalkning, utan hänsyn till kalksorten, gav en merskörd av 320 kg/ha efter 4 ton/ha CaO och 410 kg efter 16 ton/ha CaO. Dessa merskördar är statistiskt signifikanta. Ytterligare ökning i kalkgivan till 40 ton/ha CaO resulterade i endast

100 kg/ha merskörd, vilken är statistiskt osäker. Denna nedgång i merskörden beror mestadels på giftverkan av osläckt kalk på höstvetete då sådden skedde direkt efter kalkningen. Grödan hade där svårt att etablera sig. Därigenom uppstod stora mistor i beståndet. Liknande skada har inte observerats efter kalkstensmjöl eller under de övriga försöksåren efter osläckt kalk. Den osläckta kalken omvandlas ju i regel relativt snabbt till kalciumkarbonat.

Korn och havre har förekommit vardera med 11 försöksår i försöksserien. I dessa grödor erhöles 3980 kg/ha resp. 3670 kg/ha kärnskörd utan kalkning. Skörden i båda grödorna har ökat med stigande kalkgivor. Merskördarna varierar mellan 3 och 15%. Kalkeffekten på vårvetete avviker inte nämnvärt från vad som erhöles i de övriga stråsädesgrödorna.

I tabell 25 sammanfattas årsvis kalkens effekt på stråsädesgrödornas kärnskörd. Kalken hade positiv effekt under alla år och vid alla kalknivåer bortsett från 1973 vid 40 ton/ha CaO nivå. Denna negativa kalkeffekt som nämndes ovan förorsakades av den osläckta kalken på höstvetete under det första året efter kalkningen. Kalkeffekterna var särskilt stora och statistiskt mycket säkra under 1975. Under detta år, som medeltal av tio försöksplatser, erhöles efter 4, 16 och 40 ton/ha CaO 390, 560 resp. 740 kg/ha merskörd av kärna. Dessa merskördar motsvarar 11, 17 resp. 22% skördeökningar. Som medeltal för den fyraåriga försöksperioden har den årliga skördeökningen vid de tre kalknivåerna varit 240, 360 resp. 310 kg/ha kärnskörd.

I tabell 30 framgår att kalkeffekten på kärnskörden varierar från försöksplats till försöksplats. Endast på två försöksplatser av tolv, Västraby och Ingarud, erhöles övervägande negativa kalkeffekter. Den högsta och säkraste kalkeffekten erhöles på Lassagården.

3.1.2. Halmskörd

Kalkens effekt på halmskördarna anges i tabellerna 20, 26 och 31 på samma sätt som de redovisade kärnskördarna. Kalken hade positiv effekt även på halmskördarna. Särskilt under år 1975 blev det stora merskördar av halm efter kalkning, vilka är statistiskt säkra. För hela försöksperioden 1973-1976 var medeleffekten av kalk på halmskörden vid 4, 16 och 40 ton/ha CaO nivå 117, 130 resp. 114 kg/ha meravkastning.

3.1.3. Kärnans rymdvikt

Kärnans rymdvikt eller densitet har sammanställts i tabell 21. Rymdvikten är en kvalitetsegenskap. Ju högre rymdvikt desto bättre är kärnans kvalitet. Av tabellen framgår att kalken hade positiv effekt på kärnans rymdvikt bortsett från på höstvetetet, direkt efter kalkning med osläckt kalk. Mangan och hög kvävegiva jämfört med låg kvävegiva hade endast obetydliga effekter på spannmålskärnans rymdvikt.

3.1.4. Avrensnings-%

Kärnskördens renhet vid skörden som anges med avrensnings-% ger ett mått på inblandning av ogräs samt delar av ax och halm etc i skörden. Odlingssägarer som gynnar ett jämnt och tätt bestånd och en jämn mognad ökar kärnans renhet. I tabell 23 och 27 redovisas avrensnings-% i dessa försök. Föroreningsgraden var i regel låg och försöksbehandlingarna hade inga påtagliga effekter.

3.1.5. Stråstyrka

Liggsädesförekomsten har tyvärr inte noterats under alla år i försöken. De resultat som föreligger redovisas i tabell 24. Som framgår i tabellen hade ökade kalk- och kvävegivor negativ effekt på stråstyrkan.

4. Effekt av mangangödsling

Med så stora kalkgivor som vissa led i denna försöksserie tillfördes, kan fastläggning av mangan i marken befaras i så hög grad, att grödornas manganförsörjning äventyras. För att få bättre grepp om behovet av mangangödsling vid användning av stora kalkgivor, har halva försöket mangangödsplats i växande gröda som bladgödsling med 400 l/ha 2% mangansulfat. Resultaten av mangangödslingens effekt på skörden, kärnans rymdvikt, renhet, vattenhalt och stråstyrka har sammanställts i tabellerna 19-31.

Som framgår av tabellerna uteblev effekten av mangangödsling trots höga, i vissa fall mycket höga, pH-värden i jorden. Orsaken till den uteblivna effekten är att manganleveransen från leraggregatens inre delar förmodligen förblev mer eller mindre opåverkad av kalken under försöksperioden, vidare att grödan kunde hämta tillräckligt med mangan från alven.

5. Effekt av kvävegödsling

Två nivåer av kvävegödsling tillämpades i försöken. Hög kvävenivå, som framgår av tabell 1, motsvarar normal kvävegiva. Låg kvävenivå motsvarar halva denna gödselgiva.

Som genomsnitt för alla stråsådesgrödor under den fyraåriga försöksperioden erhöles 480 kg/ha högre kärnskörd och 290 kg/ha högre halm-skörd vid hög kvävenivå än vid låg kvävenivå (tab. 25 och 26). Dessa merskördar är statistiskt signifikanta. Det är särskilt korn som svarat positivt på en högre kvävenivå (tab. 19 och 20). Den högre kvävegivan hade ingen större effekt på kärnans vattenhalt vid skördetillfället, avrensnings-% kärnans rymdvikt jämfört med den låga kvävegivan. Stråstyrkan påverkades däremot negativt av ökad kvävetillgång.

6. Effekt av osläckt kalk kontra kalkstensmjöl

I försöken jämfördes även effekten av kalkstensmjöl med effekten av osläckt kalk på kärnskörd, halmskörd, kärnans vattenhalt, rymdvikt, avrensnings-% och stråstyrka. Som genomsnitt för hela materialet har inte framkommit någon större effektskillnad mellan dessa kalksorter. Vissa skillnader kan dock noteras under det första och andra försöksåret. Under anläggningsåret hade den osläckta kalken en sämre effekt på skördeutbytet än kalkstensmjölet, beroende på den osläckta kalkens direkta giftverkan på groningen. Under det andra försöksåret erhöles däremot en högre skörd av både kärna och halm i försöksled med osläckt kalk. Merskörden här kan i stor utsträckning vara en "förfruktverkan" dvs en effekt av den växtnäring som inte utnyttjats under det första försöksåret.

7. Koncentration av olika växtnäringsämnen i skördeprodukterna

I det följande redovisas effekten av kalk, mangan och kväve på försöksgrödornas kemiska sammansättning. Tabellerna 32 och 36 visar att

kalken har höjt kärnans och halmens kvävehalt med statistisk säkerhet i flera försöksled. Det är förmodligen en följd effekt av kalkens inverkan på den organiska kvävepoolens mineralisering, varigenom mer kväve har blivit tillgängligt för växterna.

Kalken har även höjt kärnans och halmens fosforhalt (tab. 33 och 37) och fosforupptagningen. Kalium- och magnesiumhalterna har också påverkats i positiv riktning. Det senare är ett resultat av utbytesreaktionen mellan kalcium, tillfört i kalk, och kalium, magnesium på markkolloiderna. På längre sikt kan denna positiva effekt övergå i negativ sådan, då de förhöjda K- och Mg-koncentrationerna i markvätskan bortförs genom växtupptagning och urlakning.

Halten av kalcium ökade i både kärna och halm som följd av kalciumtillförseln genom kalken. Kalken sänkte manganhalten i halmen (tab. 41). Manganhalten föll däremot aldrig under 10 ppm Mn av ts, vilken bedömes vara den kritiska gränsen för manganbrist.

Mangangödslingen höjde halmens halt av mangan men påverkade inte halten av de övriga näringsämnen (tab. 32-41).

Hög kvävegiva, jämfört med låg, höjde kärnans och halmens halt av kväve och halt av baskatjoner och sänkte halten av fosfor. Kalkning och kvävegödsling har var för sig ökat kvävehalten i kärnan mer än i kombination med varandra, vilket framgår av den negativa samspelseffekten. Någon tydlig samspelseffekt mellan kalkning och mangangödsling har inte kommit fram i dessa försök.

8. Skörderesultat för perioden 1977-78

Vid avslutning av huvudförsöksserien år 1976 utvaldes sex av försöken för ytterligare studium av stora kalkgivors effekt på fosforhushållningen i marken. Platsen för dessa sex försök framgår av tab. 18. Vid denna tidpunkt delades försöket och halva försöksparcellerna gödslades med 45 kg/ha P årligen. Den nya försöksserien nedlades tyvärr redan efter två år, varför stora kalkgivors inverkan på markens fosforhushållning och skördens storlek inte kan tillfredsställande besvaras.

Resultaten av kalk-, kväve- och manganeffekterna och samspellet mellan dem på kärnskoroden, stråstyrkan och kärnans och halmens halt av olika näringsämnen framgår av tab. 42 och 43 som genomsnitt av tio försöksår av stråsåd. Kalkens skördehöjande effekt är i stort sett av samma storleksordning som för perioden 1973-76. Man kan dock göra en viktig iakttagelse, nämligen att merskoroden av kärna och halm stiger med ökade kalkgivor även 4-5 år efter kalkningen. Huruvida det i huvudsak är en kemisk effekt eller kombinerad kemisk och struktureffekt går ej att avgöra. Båda kalkslagen har givit lika stora skördeökningar, trots att den osläckta kalken har, i alla fall teoretiskt, en större struktureffekt.

Kalken har höjt kärnans och halmens fosforhalt i högre grad än fosforgödsling med 45 kg/ha P årligen.

Det är oväntat att manganhalten i halmen inte påverkades av kalkningen under denna tvåårsperiod. Gödsling med mangan har snarare sänkt än höjt kärnavkastningen.

Någon effektskillnad mellan kalkstensmjöl och osläckt kalk kan inte märkas i skördens storlek eller skördens växtnäringshalt.

9. Övriga grödor i försöksserien

Skörderesultaten av de övriga grödorna i försöksserien redovisas i tab. 44. Av tabellen framgår att kalken inte hade någon effekt på rotskörden av sockerbetor på Jordberga, däremot erhöles på Lönnstorp ca 9% högre skörd i de kalkade leden. Vårrens på Ingarud svarade positivt på mangangödsling, medan kalkningen däremot snarare sänkte än höjde fröskörden. På Lassagården och på Stockåker svarade oljeväxterna med 8-10% merskörd för kalkning. Även i åkerböror på Västraby har de kalkade leden givit en högre skörd än de okalkade. Dessa grödor har i princip reagerat positivt för kalken liksom fallet var med stråsådesgrödorna.

10. Effekt av slamkalk resp. T-kalk

I några försök har extraled med slamkalk resp. T-kalk medtagits. Prövning av slamkalk ingick i försöket på Lönnstorp, Västraby och Jordberga och prövning av T-kalk i försöket på Espesäter. Dessa restprodukter tillfördes i mängder om 4 och 16 ton CaO per ha. Detta är samma kalkgivor som tillfördes med kalkstensmjöl resp. osläckt kalk.

Den använda slamkalken hade en syraneutraliserande verkan motsvarande 30 kg CaO/100 kg av provet och T-kalken 64,6 kg CaO/100 kg av provet.

I tabell 45 sammanfattas slamkalkens effekt på markens pH i jämförelse med effekten av kalkstensmjöl och osläckt kalk. Som framgår av tabellen hade slamkalken något bättre pH-höjande effekt än kalkstensmjölet men sämre än den osläckta kalken. Det är naturligtvis under förutsättning att dessa kalkprodukter jämförs på basis av mängden tillförd CaO.

I tabellerna 46-48 redogöres för slamkalkens skördeeffekt på de tre försöksplatserna. I försöksled utan kalk angavs skörden i kg/ha och i övriga försöksled i relativt tal, varvid skörden utan kalk sattes till 100. På alla tre försöksplatserna hävdar sig slamkalken bra i jämförelse med de två andra kalkkvaliteterna. Även växtnäringsinnehållet i slamkalken, särskilt mikronäringsämnen, kan ha haft positiv inverkan på skörden.

T-kalken prövades endast i ett försök, Espesäter. Som framgår av tabell 49 har T-kalken höjt jordens pH något mer än kalkstensmjölet men mindre än den osläckta kalken. Även T-kalkens skördehöjande effekt är jämförbar med de andra kalkprodukternas effekter (tab. 50). Dessa siffror är emellertid osäkra beroende på få försöksår med T-kalk och missväxten av havre i 1975 års försök.

11. Diskussion

Försöksserien igångsattes på grundval av den i laboratorieförsök erhållna positiva struktureffekten av stora kalkgivor på marken, särskilt då kalken tillfördes som osläckt kalk. Resultaten kunde tolkas så att man genom stora kalkgivor skulle kunna förbättra de struktursvaga lerjordarnas fysikaliska egenskaper eller att motverka strukturförsämringen på andra jordar. Samtidigt var det av intresse att undersöka hur markens växtnäringshushållning, särskilt med hänsyn till fosfor och mangan, förändras. Dessa förändringar i markens fysikaliska och kemiska egenskaper bör slutligen återspeglas även i de odlade grödornas skördenivåer.

Fältförsöken har inte helt svarat mot förväntningarna. Utförda mikroaggregatundersökningar på jordar från fältförsöken visar ingen nämnvärd strukturförbättring efter kalkningen. Huruvida den uteblivna struktureffekten beror på den dåliga kalkinblandningen, dvs att kalken inte jämnt fördelats över kolloidytorna, eller av andra faktorer kan inte besvaras för närvarande. En viss förbättring av dragmotståndet, som indirekt mäter markens strukturegenskaper, kunde emellertid med säkerhet konstateras.

Resultaten av stora kalkgivors effekt på växtnäringshushållningen i marken och på skördens storlek är desto mer positivt överraskande. Man kunde befara att så stora kalkgivor som 16 och 40 ton CaO/ha skulle störa markens växtnäringshushållning framför allt genom fastläggning av mangan och fosfor. Detta i sin tur skulle inverka negativt på skördens storlek.

Trots mycket höga pH-värden i marken efter kalkningen har kalkens effekt varit övervägande positiv. Genomsnittsskörden utan kalkning för sammanlagt 40 skördeår av spannmål var 4380 kg/ha kärna. En kalkgiva av 4 ton CaO/ha, oberoende av kalkslag, ökade skördeutbytet med 5,5% och 16 ton CaO/ha med 8,3%. Dessa merskördar är överraskande stora, inte minst med hänsyn till de höga pH-värdena i jorden före kalkningen. Som genomsnitt för tolv försöksplatser låg pH på 6,8 före kalkningen och endast en försöksplats hade så lågt pH att man enligt dagens norm för kalkning skulle rekommenderat kalktillförsel.

De två kalksorterna, osläckt kalk och kalkstensmjöl, skiljer sig inte nämnvärt från varandra när det gäller effekten på skörd. Med beaktande av skördedepressionen under det första året efter tillförsel av osläckt kalk, bör man emellertid avråda ifrån att kalka med osläckt kalk i växande gröda eller i anslutning till sådden.

Fosfortillståndet, mätt med P-AL, förbättrades av kalkningen. Ju högre kalkgivor desto högre blev P-AL-talet. Man kan L o m finna att den osläckta kalken, som hade en bättre pH-höjande verkan än kalkstensmjölet, har höjt P-AL-talet mest. Både markfosfor och gödselphosfor hade en bättre löslighet efter kalkningen. Det förbättrade fosfortillståndet i de kalkade leden bekräftas även av grödornas forforhalt och fosforupptagning, vilka stiger med ökad kalktillförsel. Även tillgång och upptagning av kalium, magnesium och kalcium förbättrades som följd av kalkningen.

Markens leverans av mangan efter stora kalkgivor visade sig vara överraskande tålig. Med erfarenhet om manganbristens uppträdande på jordar med högt pH-värde låg det nära till hands att anta att de stora kalkgivorna skulle sänka manganets tillgänglighet så starkt att brist uppstår. Därför har gödsling med mangan medtagits i försöksplanen. Av mangananalyserna och skörderesultaten framkom dock att grödornas manganförsörjning var tryggad även utan Mn-besprutning. Kalkningen har sänkt manganhalten i växten men inte under den kritiska koncentrationsgränsen. Detta är också orsaken till att mangangödslingen inte hade någon skördehöjande effekt. Förklaringen till den goda manganförsörjningen kan vara heterogen kalkinblandning i matjorden men framförallt att alven förblev opåverkad och sannolikt haft stor betydelse för grödornas manganförsörjning. Detta försök visar att det inte föreligger något större behov av mangangödsling efter kalkning även om man bör vara observant på längre sikt.

Summary

Effect of large lime quantities on soil structure, nutrient balance and yield of the crops

This report presents results of twelve field experiments carried out during the years 1973-1979. The experiments were started in order to elucidate the effects of large quantities of slaked lime in comparison with finely ground limestone, on soil structure, plant nutrient availability and crop yields. The experimental plan involved two manganese levels, two fertiliser levels and four lime levels. The treatments employed were as follows:

Lime treatments:

- A. Without liming
- B. 4 ton/ha CaO, as finely ground limestone
- C. 16,0 "–
- D. 40,0 "–
- E. 4,0 "– , as slaked lime
- F. 16,0 "–
- G. 40,0 "–

Mn and N treatments

1. Without Mn fert., low N fert. level (1N)
2. "– high N fert. level (2N)
3. With Mn fert., low N fert. level (1N)
4. "– high N fert. level (2N)

Manganese was supplied in 400 lit/ha 2% Mn SO₄ · 4 H₂O as a spray on leaves.

The levels of nitrogen fertilization differed on different crops.

Crops	N fert. Intensity N kg/ha	
	1N	2N
Barley or Oats	45	90
Wheat	60	120
Root crops	60	120
Ley	90	180

Nitrogen was supplied as ammonium nitrate. Ten of the experiments were on heavy clay soils or clay soils and two on sandy soils. The average pH of the experimental soils was 6.8 and the variation ranged from 6.0 to 7.4.

Finely-ground limestone meal at rates of 4, 16, and 40 tonnes/ha CaO increased the pH of the topsoil from an average of 6.8 to 7.0, 7.3 and 7.3 respectively, and slaked lime in corresponding amounts to pH 7.2, 7.6 and 8.2, respectively. The pH effects are statistically significant.

The phosphorus status (P-AL) of the soil was influenced positively by the liming in all experiments except at Lönnstorp. Slaked lime increased the P-AL values slightly more than corresponding rates of limestone meal.

The crops grown were dominated by cereals. The proportion of cereals was

as high as 83% and thus the liming effects is primarily based on yield results of cereals. The annual increases in grain yield, as means of the 4-year experimental period at the three liming levels of 4, 16 and 40 tones/ha CaO, were 240, 360 and 310 kg/ha respectively. At ten experimental sites positive effects of liming were obtained whereas at two effects were weakly negative.

Applications of manganese in the form of foliar sprays (2% manganese sulphate solution) had no yield increasing effect. No particular differences between limestone meal and slaked lime were noted as regards their effect on yields of grain and straw. The lime increased the concentrations of P, K, Mg and decreased the concentrations of Mn in grain and straw.

Tabell 1. Försöksplan

Mangan- och kvävenivåer *:	100	Utan mangan, låg kväveintensitet	(1N)
	200	"- , hög "-	(2N)
	300	Med mangan , låg "-	(1N)
	400	"- , hög "-	(2N)

Kalknivåer:	10	0 ton CaO	
	20	4 "- som kalkstensmjöl	
	30	16 "- "	
	40	40 "- "	
	50	4 "- som osläckt kalk	
	60	16 "- "	
	70	40 "- "	

Fosfornivåer: under 1977-78	1	Utan fosfor
	2	45 kg/ha P

Anm.

* Mangangödsling: 400 l 2% $MnSO_4$ lösning per ha

Kvävegödsling:	Intensitet	kg/ha N	Tidpunkt
	1N	2N	
Korn och havre	45	90	före sådd
Vårvete	60	120	före sådd
Höstvete	60	120	15 cm beståndshöjd
Rotfrukter	60	120	före sådd
Vall	90	180	tidig vår, engångsgiva

Tabell 2. Analysdata för försöksjordarna vid försökens start
 Table 2. Basic data for the soils at the start of the experiments

Försöksplats Place	Jordart Type of soils	pH(H ₂ O)	pH(CaCl ₂)	P-AL	K-AL	Ca-AL	Mg-AL	P-HCl	K-HCl	Tot.-N
C 69/72 Kungsängen	mmh SL	6,5	5,6	2,1	18,5	303	48,2	53	325	0,25
C 81/73 Brunna	nmh SL	6,6	5,9	11,4	18,5	277	26,5	105	500	0,15
E 281/72 Vikbolandet	mmh SL	6,3	5,5	8,4	20,5	375	66,8	74	390	0,33
M 330/72 Lönnstorp	nmh Isa Mo	6,8	6,4	6,0	10,0	284	6,9	41	95	0,18
M 773/72 Västraby	nmh SML	7,4	7,0	7,4	18,1	356	15,6	44	185	0,17
M 820/72 Jordberga	mmh mo LL	7,2	6,8	6,4	11,9	355	8,7	-	-	-
N 731/72 Lassagård	mmh SL	7,4	6,7	13,6	27,0	394	26,3	80	200	0,33
P 74/72 Espesäter	mmh LML	7,3	6,7	5,5	16,0	228	36,9	56	210	0,18
R 301/73 Russebacka	nmh SML	7,1	6,5	9,8	22,5	222	26,7	76	320	0,16
R 302/73 Ingarud	mmh SML	6,3	5,8	3,8	17,0	215	28,9	51	180	0,25
S 4/73 Stockåker	mmh SML	6,0	5,4	4,7	12,0	198	37,5	-	-	-
T 73/72 Abyhanmar	mmh SL	6,6	7,0	8,9	18,4	335	61,2	-	-	-
Genomsnittsvärde Average value		6,8	6,3	7,3	17,3	295	32,5	-	-	-

Tabell 6. Effekt av kalk på jordens K-AL. Jordprover uttagna hösten 1973
 Table 6. Effect of lime on K-AL status in the soil

Försöksplats Place	K-AL Matjord /Top soil/								K-AL Atv /Sub soil/							
	Utan kalk	Kalkstensmjöl			Osläckt kalk			Kalk- effekt	Utan kalk	Kalkstensmjöl			Osläckt kalk			Kalk- effekt
	No Lime	Limestone			Quick lime				No Lime	Limestone			Quick lime			
	4000	16000	40000	4000	16000	40000		4000	16000	40000	4000	16000	40000			
1. Kungsängen	15,9	15,4	16,0	15,4	15,9	15,7	16,4	o	-	-	-	-	-	-	-	-
2. Brunna	19,2	19,5	19,4	19,1	19,5	19,7	20,4	o	18,9	18,7	19,6	19,9	18,5	18,1	20,2	o
3. Vikbolandet	19,6	20,1	19,7	20,1	20,5	19,4	20,6	o	21,1	21,2	20,5	22,2	21,9	21,1	21,4	o
4. Lönnstorp	6,5	7,0	6,5	6,5	7,1	6,9	6,7	o	5,2	6,1	5,4	4,7	5,9	6,1	5,7	o
5. Västraby	15,6	18,2	18,4	17,6	18,9	16,4	17,7	o	17,2	21,9	20,6	20,4	23,1	20,6	19,4	o
6. Jordberga	9,6	9,2	9,2	8,9	10,2	9,9	10,9	o	-	-	-	-	-	-	-	-
7. Lassagård	35,1	39,9	49,2	32,7	50,4	38,4	30,7	o	28,0	25,5	46,7	29,0	25,4	20,0	20,2	o
8. Espesäter	16,6	14,1	16,5	15,7	12,5	12,7	14,4	o	14,7	15,5	16,5	15,2	11,6	10,9	11,6	o
9. Russelbacka	16,2	17,0	17,6	17,4	19,4	17,4	17,5	o	17,4	16,7	19,6	18,7	19,7	16,9	18,5	o
10. Ingarud	13,9	14,1	14,5	15,5	15,1	14,0	15,9	o	13,1	12,4	13,6	14,7	15,1	13,2	16,0	o
11. Stockåker	12,0	11,6	11,2	10,6	11,5	11,6	13,6	o	12,0	11,1	10,6	10,6	11,2	11,7	14,0	o
12. Abyhammar	18,4	18,1	16,5	18,4	17,6	19,0	18,9	o	17,9	16,5	16,1	16,4	16,4	16,7	16,7	o
Genomsnittsvärde Average value	16,6	17,0	17,9	16,5	18,2	16,8	17,0	-	16,6	16,6	18,9	17,2	16,8	15,5	16,4	-

Tabell 5. Effekt av kalk på jordens P-AL. Jordprover uttagna hösten 1973
 Table 5. Effect of lime on P-AL status in the soil

Försöksplats Place	P-AL Matjord /Top soil/								P-AL AIV /Sub soil/								
	Utan kalk	Kalkstensmjöl			Osläckt kalk			Kalk-effekt	Utan kalk	Kalkstensmjöl			Osläckt kalk			Kalk-effekt	
	No lime	Limestone			Quick lime			Lime effect	No lime	Limestone			Quick lime			Lime effect	
	4000	16000	40000	4000	16000	40000		4000	16000	40000	4000	16000	40000	4000	16000	40000	
1. Kungsängen	2,3	2,6	3,0	2,6	2,5	3,2	4,0	xxx	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2. Brunna	9,0	9,1	8,6	7,9	8,2	10,8	11,1	xx	3,9	4,3	3,9	6,0	3,5	3,5	5,2	x	
3. Vikbolandet	8,2	8,3	8,2	9,4	8,1	8,1	8,6	o	1,4	1,3	1,4	1,3	1,1	1,1	1,6	o	
4. Lönnstorp	6,6	5,9	6,0	5,8	6,0	6,0	6,2	o	1,3	1,6	1,3	1,2	1,2	1,1	1,2	o	
5. Västraby	7,0	8,2	7,7	7,1	7,9	7,7	7,7	o	6,8	6,0	6,8	7,3	10,3	8,2	8,0	o	
6. Jordberga	6,4	5,2	6,2	4,8	5,5	5,7	6,6	x	-	-	-	-	-	-	-	-	-
7. Lassagård	13,5	16,2	13,8	12,8	14,0	14,2	13,5	o	4,7	2,9	2,1	4,9	2,7	2,3	4,3	o	
8. Espesäter	3,6	4,7	4,5	4,8	5,9	6,2	6,9	xxx	3,0	4,3	3,6	3,2	5,1	5,3	6,0	xx	
9. Russelbacka	8,3	8,4	8,3	7,3	9,0	9,5	11,5	x	7,1	7,9	7,9	6,6	7,8	8,7	10,6	o	
10. Ingarud	3,0	3,3	3,4	3,3	2,8	2,9	3,7	o	1,5	1,5	1,4	1,8	1,6	1,7	2,1	o	
11. Stockåker	4,7	5,5	5,6	5,7	5,6	6,0	8,3	xxx	3,6	4,3	4,7	4,0	4,3	4,8	6,7	xxx	
12. Abyhammar	8,9	10,8	8,4	11,0	10,9	10,0	9,8	o	2,6	3,1	2,6	3,4	2,6	3,4	2,9	o	
Genomsnittsvärde Average value	6,8	7,4	7,0	6,9	7,2	7,5	8,2	-	3,6	3,7	3,6	4,0	4,0	4,0	4,9	-	

Tabell 3. Effekt av kalk på jordens pH-H₂O. Jordprover uttagna hösten 1973
 Table 3. Effect of lime on soil pH

Försöksplats Place	pH-H ₂ O Matjord /Top soil/								pH-H ₂ O Alv /Sub soil/							
	Utan kalk No lime	Kalkstensmjöl Limestone			Osläckt kalk Quick lime			Kalk- effekt Lime effect	Utan kalk No lime	Kalkstensmjöl Limestone			Osläckt kalk Quick lime			Kalk- effekt Lime effect
		4000	16000	40000	4000	16000	40000			4000	16000	40000	4000	16000	40000	
1. Kungsängen	6,4	6,9	7,3	7,4	6,8	7,3	7,6	xxx ¹⁾	-	-	-	-	-	-	-	-
2. Brunna	6,7	7,0	7,2	7,3	7,2	7,7	9,8	xxx	7,4	7,2	7,0	7,3	7,2	7,4	7,1	o
3. Vikbolandet	6,4	6,8	7,0	7,2	6,6	7,1	7,3	xxx	6,5	6,6	6,6	6,8	6,6	6,7	6,7	x
4. Lönnstorp	7,3	7,3	7,5	7,4	7,6	8,4	9,0	xxx	7,2	7,1	7,3	7,3	7,1	7,2	7,3	x
5. Västraby	7,3	7,5	7,6	7,5	7,7	8,0	9,2	xx	7,4	7,7	7,7	7,7	7,8	7,9	7,8	xx
6. Jordberga	7,1	7,0	7,3	7,4	7,9	8,8	10,4	xxx	-	-	-	-	-	-	-	-
7. Lassagård	6,7	6,9	7,2	7,3	7,0	7,4	7,6	xxx	6,8	6,8	7,2	7,2	6,8	7,2	7,4	xx
8. Espesäter	6,9	7,0	7,3	7,4	7,1	7,6	7,8	xxx	6,8	6,9	7,2	7,4	7,0	7,4	7,7	xxx
9. Russebacka	7,0	7,2	7,5	7,2	7,2	7,5	7,5	o	6,9	7,1	7,2	7,0	7,1	7,3	7,5	xx
10. Ingarud	6,7	7,0	7,1	6,7	6,7	6,8	7,0	o	6,6	6,8	6,8	6,7	6,8	6,8	7,1	o
11. Stockåker	6,0	6,3	6,9	7,1	6,6	6,9	7,4	xxx	6,0	6,4	6,8	7,1	6,5	6,9	7,4	xxx
12. Abyhammar	7,3	7,3	7,3	7,4	7,4	7,6	7,7	xxx	6,8	6,8	6,9	7,0	6,8	7,0	7,3	x
Genomsnittsvärde Average value	6,8	7,0	7,3	7,3	7,2	7,6	8,2	-	6,8	6,9	7,1	7,2	7,0	7,2	7,3	-

1) o Ej signifikant

x Signifikant på 5% nivå

xx "- 1% "

xxx "- 0,1% nivå

Tabell 7. Effekt av kalk på jordens Mg-AL. Jordprover uttagna hösten 1973
 Table 7. Effect of lime on Mg-AL status in the soil

Försöksplats Place	Mg-AL Matjord /Top soil/				Mg-AL Alv /Sub soil/				Kalk- effekt Lime											
	Utan kalk No Lime		Kalk- effekt Lime		Utan kalk No Lime		Kalkstensmjöl Limestone													
	4000	16000	40000	16000	4000	16000	40000	16000												
1. Kungsängen	59,7	58,5	51,2	59,5	65,2	73,0	xxx	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
2. Grunna	30,8	34,3	45,7	32,5	30,6	41,5	0	56,2	53,9	57,2	51,1	68,0	53,5	50,6	0	0	0	0	0	0
3. Vikbolandet	99,0	99,5	105,7	98,7	103,2	100,7	0	128,7	129,2	129,5	131,5	127,7	130,7	127,2	0	0	0	0	0	0
4. Lönnstorp	6,8	7,4	10,0	8,2	11,1	13,1	xxx	7,0	8,7	8,1	7,7	8,6	8,8	7,9	0	0	0	0	0	0
5. Västraby	14,0	19,3	18,6	19,4	16,1	21,7	0	24,5	42,5	33,4	41,3	40,2	37,9	35,3	0	0	0	0	0	0
6. Jordberga	8,7	9,3	10,1	12,3	11,7	12,2	x	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
7. Lassagård	47,0	47,7	52,0	52,5	46,7	50,5	0	52,5	56,7	60,0	62,5	56,2	56,7	58,0	0	0	0	0	0	0
8. Espesäter	41,2	37,5	52,0	58,0	31,8	37,7	xx	56,5	46,0	58,7	63,0	41,2	35,2	38,2	x	x	x	x	x	x
9. Russelbacka	30,5	28,3	35,8	40,8	25,7	24,5	x	32,3	29,4	36,5	40,9	31,5	26,6	25,6	x	x	x	x	x	x
10. Ingarud	33,6	34,6	36,4	35,1	47,1	48,6	0	63,2	59,0	61,7	61,7	63,0	56,2	63,0	0	0	0	0	0	0
11. Stockåker	37,5	36,7	38,5	48,7	35,7	46,0	x	47,2	44,0	44,0	56,0	41,5	39,7	48,5	0	0	0	0	0	0
12. Åbyhammar	61,2	56,7	63,0	62,7	58,2	60,2	0	95,5	90,0	106,7	81,2	99,5	90,0	87,7	0	0	0	0	0	0
Genomsnittsvärde Average value	39,2	39,2	42,8	48,0	40,3	44,1	-	56,4	55,9	59,6	59,7	57,7	53,5	54,2	-	-	-	-	-	-

Tabell 8. Effekt av kalk på jordens Ca-AL. Jordprover uttagna hösten 1973
 Table 8. Effect of lime on Ca-AL status in the soil

Försöksplats Place	Ca-AL Matjord /Top soil/								Ca-AL Alv /Sub soil/							
	Utan kalk No Lime	Kalkstensmjöl Limestone			Osläckt kalk Quick lime			Kalk- effekt Lime effect	Utan kalk No Lime	Kalkstensmjöl Limestone			Osläckt kalk Quick lime			Kalk- effekt Lime effect
		4000	16000	40000	4000	16000	40000			4000	16000	40000	4000	16000	40000	
1. Kungsängen	384	473	795	1630	700	653	1013	xxx	-	-	-	-	-	-	-	-
2. Brunna	340	445	665	1218	458	945	2280	xx	593	461	450	493	1698	1555	478	o
3. Vikbolandet	465	583	710	1053	503	730	1128	xxx	400	420	423	435	408	428	438	x
4. Lönnstorp	470	453	830	1465	460	943	1298	xxx	297	294	353	353	328	330	345	o
5. Västraby	393	553	798	975	513	605	1233	xxx	465	1428	590	715	703	1080	988	o
6. Jordberga	355	363	705	990	463	685	975	xxx	-	-	-	-	-	-	-	-
7. Lassagård	475	545	745	1343	628	798	1365	xx	450	428	405	840	493	485	805	x
8. Espesäter	255	378	610	1900	335	871	1693	xxx	220	300	505	504	209	347	830	x
9. Russelbacka	454	283	775	714	272	448	908	x	289	295	490	484	304	408	913	xx
10. Ingarud	415	685	800	413	462	1121	1345	o	335	410	467	386	575	528	810	o
1. Stockåker	198	235	518	1020	278	355	1405	xxx	183	215	575	835	244	365	983	xxx
2. Åbyhammar	453	510	680	1038	558	720	1410	xxx	303	320	313	340	325	345	500	o
Genomsnittsvärde Average value	388	459	719	1147	469	740	1338	-	354	457	457	538	529	587	709	-

Tabell 9. Effekt av kalk på jordens P-HCl. Jordprover uttagna hösten 1973
 Table 9. Effect of lime on P-HCl status in the soil

Försöksplats Place	P-HCl Matjord /Top soil/				P-HCl Alv /Sub soil/				Kalk- effekt Lime effect
	Utan kalk No Lime	Kalkstensmjöl Limestone	Osläckt kalk Quick Lime	Kalk- effekt Lime effect	Utan kalk No Lime	Kalkstensmjöl Limestone	Osläckt kalk Quick Lime	Kalk- effekt Lime effect	
	4000	16000	40000	40000	4000	16000	40000	40000	
1. Kungsängen	65	66	65	68	-	-	-	-	-
2. Brunna	89	89	90	84	65	67	66	68	0
3. Vikbolandet	64	64	65	62	31	26	26	30	0
4. Lönnstorp	33	35	34	34	21	23	22	21	0
5. Västraby	43	47	44	46	39	44	45	43	0
6. Jordberga	41	39	37	43	-	-	-	-	-
7. Lassagård	77	81	78	79	65	52	61	63	0
8. Espesäter	50	56	54	53	47	52	49	48	0
9. Russebacka	77	77	68	80	68	72	65	76	0
10. Ingarud	37	38	38	39	30	28	30	29	0
11. Stockåker	77	76	77	79	74	77	75	79	0
12. Abyhammar	72	75	79	72	55	54	62	59	0
Genomsnittsvärde Average value	60	62	61	62	50	50	50	52	-

Tabell 10. Effekt av kalk på jordens K-HCl. Jordprover uttagna hösten 1973
 Table 10. Effect of lime on K-HCl status in the soil

Försöksplats Place	K-HCl Matjord /Top soil/						K-HCl Alv /Sub soil/									
	Utan kalk No lime		Kalkstensmjöl Limestone		Osläckt kalk Quick lime		Utan kalk No lime		Kalkstensmjöl Limestone		Osläckt kalk Quick lime					
	4000	16000	40000	40000	4000	16000	4000	16000	4000	16000	4000	16000	40000	40000	Kalk- effekt lime	
1. Kungsängen	414	415	438	425	420	440	421	0	-	-	-	-	-	-	-	
2. Brunna	478	474	479	481	470	493	458	0	530	569	579	586	570	551	585	0
3. Vikbolandet	400	411	400	404	421	398	423	0	409	395	399	431	428	421	431	0
4. Lönnstorp	103	111	118	114	119	114	106	0	104	106	106	105	113	111	114	0
5. Västraby	206	229	240	226	239	219	226	0	254	299	293	290	309	296	276	0
6. Jordberga	136	129	128	125	143	136	153	0	-	-	-	-	-	-	-	-
7. Lassagård	241	249	269	241	265	251	230	0	270	284	364	275	274	281	261	x
8. Espesäter	269	236	274	245	184	175	161	xxx	244	281	299	278	238	170	163	xx
9. Russelbacka	358	356	375	370	386	351	345	0	353	341	375	383	375	333	343	0
10. Ingarud	173	178	183	188	186	175	190	0	211	198	221	230	233	210	205	0
11. Stockåker	253	230	231	233	245	243	256	0	279	258	244	263	268	254	275	0
12. Abyhammar	325	328	315	333	315	340	339	0	398	380	370	364	360	375	404	0
Genomsnittsvärde Average value	280	280	288	282	283	278	276	-	305	311	325	320	317	300	306	-

Tabell 11. Effekt av kalk på jordens halt av tot.N. Jordprover uttagna hösten 1973
 Table 11. Effect of lime on Kjeldahl-N content in the soil

Försöksplats Place	Tot.N Matjord /Top soil/				Tot.N Alv /Sub soil/				Kalk- effekt Lime
	Utan kalk No Lime	Kalkstensmjöl Limestone	Osläckt kalk Quick Lime	Kalk- effekt Lime	Utan kalk No Lime	Kalkstensmjöl Limestone	Osläckt kalk Quick Lime	Kalk- effekt Lime	
	4000	16000	40000	40000	4000	16000	40000	40000	
1. Kungsängen	0,24	0,24	0,23	0,24	0	-	-	-	-
2. Brunna	0,14	0,14	0,14	0,13	0	0,07	0,06	0,06	0,07
3. Vikbolandet	0,30	0,30	0,28	0,29	0	0,12	0,12	0,11	0,12
4. Lönnstorp	0,16	0,17	0,17	0,16	0	0,07	0,09	0,08	0,08
5. Västraby	0,16	0,17	0,18	0,17	0	0,09	0,08	0,08	0,08
6. Jordberga	0,12	0,13	0,11	0,13	0	-	-	-	-
7. Lössgård	0,35	0,37	0,35	0,35	0	0,21	0,17	0,19	0,16
8. Espesäter	0,14	0,14	0,15	0,16	xxx	0,11	0,14	0,13	0,14
9. Russelbacka	0,14	0,13	0,13	0,14	0	0,13	0,14	0,12	0,13
10. Ingarud	0,25	0,24	0,24	0,23	0	0,17	0,14	0,16	0,15
11. Stockåker	0,18	0,18	0,18	0,18	0	0,15	0,15	0,15	0,16
12. Abyhammar	0,18	0,18	0,18	0,18	0	0,11	0,11	0,11	0,09
Genomsnittsvärde Average value	0,20	0,20	0,20	0,20	-	0,12	0,12	0,12	0,11
						0,12	0,12	0,12	0,12

Tabell 12. Effekt av kalk på matjordens pH-H₂O och pH-CaCl₂. Jordprover uttagna hösten 1975
 Table 12. Effect of lime on soil pH

Försöksplats Place	pH-H ₂ O						pH-CaCl ₂						
	Utan kalk No lime		Kalkstensmjöl Limestone		Osläckt kalk Quick lime		Utan kalk No lime		Kalkstensmjöl Limestone		Osläckt kalk Quick lime		
	4000	16000	40000	40000	4000	16000	40000	40000	4000	16000	40000	40000	
1. Kungsängen	6,5	7,0	7,4	7,5	7,0	7,6	7,7	xxx	6,1	6,7	7,2	7,3	xxx
2. Brunna	6,4	7,0	7,3	7,4	7,2	7,5	7,7	xxx	6,1	6,7	7,0	7,3	xxx
3. Vikbolandet	6,4	6,8	7,0	7,2	6,6	7,1	7,3	xxx	6,2	6,6	7,0	7,0	xxx
4. Lönnstorp	7,0	6,9	7,2	7,2	6,8	7,3	7,7	xxx	6,6	6,6	6,9	7,4	xxx
5. Västraby	7,1	7,5	7,6	7,6	7,5	7,7	7,9	xxx	6,7	7,1	7,3	7,6	xxx
6. Jordberga	7,0	7,0	7,5	7,6	7,5	7,8	8,3	xxx	6,6	6,5	7,1	7,9	xxx
7. Lassagård	6,8	7,0	7,3	7,5	7,2	7,5	8,0	xxx	6,4	6,7	7,1	7,5	xxx
8. Espesäter	6,9	7,2	7,4	7,5	7,3	7,6	7,8	xxx	6,6	6,9	7,2	7,4	xxx
9. Russelbacka	6,9	7,2	7,4	7,3	7,4	7,6	7,7	xx	6,5	6,8	6,9	7,3	xx
10. Ingarud	6,6	6,9	7,2	7,3	7,1	7,4	7,5	xxx	6,2	6,6	6,9	7,3	xxx
11. Stockåker	6,5	6,7	7,2	7,3	6,9	7,3	7,6	xxx	6,1	6,4	7,0	7,3	xxx
12. Abyhammar	7,3	7,4	7,5	7,6	7,5	7,6	7,7	xxx	7,0	7,1	7,2	7,3	xx
Genomsnittsvärde Average value	6,8	7,1	7,3	7,4	7,2	7,5	7,7		6,4	6,7	7,1	7,4	

Tabell 13. Effekt av kalk på matjordens P-AL och K-AL koncentration. Jordprover uttagna hösten 1975
 Table 13. Effect of lime on P-AL and K-AL conc. in the soil

Försöksplats Place	P-AL								K-AL							
	Utan kalk	Kalkstensmjöl			Osläckt kalk				Utan kalk	Kalkstensmjöl			Osläckt kalk			
	No Lime	Limestone, kg/ha			Quick lime, kg/ha				No Lime	Limestone, kg/ha			Quick lime, kg/ha			
	4000	16000	40000	4000	16000	40000		4000	16000	40000	4000	16000	40000			
1. Kungsängen	2,6	3,2	3,4	2,8	2,7	3,6	4,2	xxx	16,7	17,6	17,0	17,0	17,2	17,1	17,7	o
2. Brunna	9,8	10,5	9,7	9,0	9,6	11,9	12,2	o	21,1	21,1	20,9	20,6	21,4	21,5	22,4	o
3. Vikbolandet	10,0	10,3	11,5	11,6	8,7	11,6	11,3	o	21,4	22,4	21,4	21,7	21,5	22,0	22,0	o
4. Lönnstorp	9,7	8,8	8,9	8,9	8,6	8,9	9,6	x	9,1	8,9	8,9	9,1	9,4	8,5	8,7	o
5. Västraby	8,1	9,0	9,0	8,1	9,8	9,9	9,0	x	17,1	18,6	18,9	18,5	19,6	19,1	18,6	o
6. Jordberga	7,0	6,1	6,4	6,1	6,5	6,9	8,0	x	11,5	11,7	11,4	11,2	12,2	12,7	13,6	o
7. Lassagård	13,6	15,5	16,4	14,8	13,1	13,9	14,5	o	35,6	38,9	51,2	36,4	38,7	34,4	30,2	o
8. Espesäter	4,6	5,9	6,5	6,4	7,8	7,7	8,8	xxx	15,6	16,2	17,1	17,6	15,6	13,1	14,0	
9. Russelbacka	8,2	8,0	8,1	7,7	9,0	9,7	12,6	xx	18,4	18,7	19,4	18,5	20,0	18,1	19,5	o
10. Ingarud	3,6	3,9	4,3	4,3	4,3	5,3	6,3	xxx	17,7	17,6	19,0	19,1	17,9	18,2	19,5	o
11. Stockåker	5,1	5,3	5,9	5,3	5,7	6,7	8,7	xxx	13,4	12,2	11,4	11,1	12,2	12,6	12,9	o
12. Åbyhammar	12,7	12,9	12,0	12,9	15,1	14,0	12,6	o	19,2	17,7	16,7	17,6	21,2	18,6	19,1	o
Genomsnittsvärde Average value	7,9	8,3	8,5	8,2	8,4	9,2	9,8		18,1	18,5	19,4	18,2	18,9	18,0	18,2	

Tabell 14. Effekt av kalk på matjordens P-HCl- och K-HCl-koncentration. Jordprover uttagna hösten 1975
 Table 14. Effect of lime on P-HCl and K-HCl conc. in the soil

Försöksplats Place	P-HCl							K-HCl								
	Utan kalk <i>No lime</i>	Kalkstensmjöl <i>Limestone</i>			Osläckt kalk <i>Quick lime</i>			Kalk- effekt <i>Lime effect</i>	Utan kalk <i>No lime</i>	Kalkstensmjöl <i>Limestone</i>			Osläckt kalk <i>Quick lime</i>			Kalk- effekt <i>Lime effect</i>
		4000	16000	40000	4000	16000	40000			4000	16000	40000	4000	16000	40000	
1. Kungsängen	69	65	70	65	66	70	67	0	449	424	464	434	453	459	434	0
2. Brunna	96	94	88	92	84	92	92	0	520	723	474	801	688	520	521	0
3. Vikbolandet	69	66	64	63	61	65	63	0	428	428	410	406	413	414	414	0
4. Lönnstorp	39	38	35	36	36	37	35	0	110	114	113	110	118	111	110	0
5. Västraby	41	47	50	50	49	47	49	0	193	225	233	238	233	224	235	0
6. Jordberga	47	38	36	37	40	40	43	0	140	135	133	133	150	151	156	0
7. Lassagård	90	95	94	89	91	90	88	0	315	329	344	313	323	311	293	0
8. Espesäter	56	58	65	58	68	61	57	0	278	244	279	240	208	180	163	0
9. Russelbacka	70	72	68	68	69	72	78	0	361	385	401	391	403	368	371	0
10. Ingarud	40	38	40	38	38	40	40	0	210	196	208	204	193	195	186	0
11. Stockåker	84	83	81	78	88	86	88	0	270	259	250	231	266	266	255	0
12. Abyhammar	81	82	78	75	84	83	77	0	371	346	324	331	344	350	344	0
Genomsnittsvärde <i>Average value</i>	65	65	64	62	65	65	65	0	304	317	303	319	316	296	290	0

Tabell 15. Effekt av kalk på matjordens pH(H₂O). Jordprover uttagna våren 1979.
 Table 15. Effect of lime on soil pH

Försöksplats Place	Utan fosförgödse/ /Without P fertilizing/						45 P kg/ha och år /45 kg/ha P added yearly/									
	Utan kalk No		Kalkstensmjöl, kg/ha Limestone, kg/ha		Osläckt kalk, kg/ha Quick lime, kg/ha		Utan kalk No		Kalkstensmjöl, kg/ha Limestone, kg/ha		Osläckt kalk, kg/ha Quick lime, kg/ha					
	Lime	4000	16000	40000	4000	16000	40000	Lime	4000	16000	40000	40000	\bar{x}			
1. Kungsängen	6,6	7,0	7,4	7,5	7,1	7,5	7,8	7,3	6,7	7,2	7,4	7,5	7,0	7,5	7,7	7,3
3. Vikbolandet	6,5	6,9	7,3	7,4	6,9	7,4	7,6	7,1	6,7	6,9	7,3	7,3	6,8	7,4	7,5	7,1
4. Lönnstorp	7,4	7,4	7,6	7,6	7,4	8,1	8,8	7,8	7,3	7,3	7,6	7,7	7,4	7,8	8,8	7,7
7. Lassagården	6,9	6,9	7,2	7,4	7,1	7,3	7,5	7,2	6,7	7,0	7,3	7,4	6,9	7,4	7,5	7,2
9. Russelbacka	7,1	7,1	7,4	7,3	7,2	7,5	7,6	7,3	7,1	7,3	7,5	7,4	7,2	7,5	7,6	7,4
11. Stockåker	7,0	6,7	7,4	7,5	7,4	7,5	7,6	7,3	6,5	6,8	7,4	7,5	6,9	7,6	7,7	7,2
S:a	6,9	7,0	7,4	7,5	7,2	7,6	7,8	7,3	6,8	7,1	7,4	7,5	7,0	7,5	7,8	7,3

Tabell 16. Effekt av kalk på jordens fosfortillstånd (P-AL). Jordprover uttagna våren 1979
 Table 16. Effect of lime on phosphorus status in the soil

Försöksplats Place	P-AL Utan fosforgödsel /Without phosphorus fertilizing							P-AL Efter 45 P kg/ha och år /45 kg/ha added yearly/								
	Utan kalk No Lime	Kalkstensmjöl Limestone			Osläckt kalk Quick lime			Kalk- effekt Lime effect	Utan kalk No Lime	Kalkstensmjöl Limestone			Osläckt kalk Quick lime			Kalk- effekt Lime effect
		4000	16000	40000	4000	16000	40000		4000	16000	40000	4000	16000	40000		
1. Kungsängen	2,8	3,4	3,7	3,2	3,5	4,0	4,1		3,2	4,0	5,3	3,9	4,0	5,2	5,1	
3. Vikbolandet	10,1	10,0	12,9	13,4	11,4	12,4	14,5		12,1	12,4	10,7	14,4	12,0	13,9	15,6	
4. Lönnstorp	7,7	7,3	7,0	7,5	7,1	7,4	7,0		8,0	8,5	8,3	8,4	8,3	8,5	8,3	
7. Lassagården	12,3	13,8	14,5	16,3	14,2	13,0	13,6		14,3	16,5	17,3	16,2	14,8	15,4	15,4	
9. Russelbacka	7,8	7,7	8,4	7,7	8,6	9,8	12,1		8,9	9,1	8,6	8,2	9,0	10,1	12,6	
11. Stockåker	5,1	5,4	6,6	6,2	5,9	7,2	7,7		5,6	7,2	7,6	7,6	6,6	8,3	9,4	
Genomsnittsvärde Average value	7,6	7,9	8,9	9,1	8,5	9,0	9,8		8,7	9,6	9,6	9,8	10,2	10,2	11,1	

Tabell 17. Effekt av kalk på matjordens K-AL och K-HCl. Jordprover uttagna under våren 1979
 Table 17. Effect of lime on AL and HCl soluble potassium

Försöksplats Place	K-AL						K-HCl							
	Utan kalk		Kalkstensmjöl, kg/ha		Osläckt kalk, kg/ha		Utan kalk		Kalkstensmjöl, kg/ha		Osläckt kalk, kg/ha			
	No	Lime	4000	16000	40000	40000	No	Lime	4000	16000	40000	40000		
1. Kungsängen	15,6	15,3	16,0	15,3	15,6	16,1	16,0	54	60	65	67	59	66	69
3. Vikbolandet	21,2	21,2	20,1	21,3	21,8	22,1	21,4	54	57	63	64	57	64	66
4. Lönnstorp	7,4	7,5	7,4	8,0	8,4	7,8	7,5	66	66	69	70	67	76	82
7. Lassagården	32,4	34,8	41,4	35,8	38,8	32,0	28,4	60	62	67	68	63	68	70
9. Russelbacka	15,5	16,4	15,8	16,5	18,3	15,7	17,4	62	64	68	66	64	69	70
11. Stockåker	12,2	11,9	11,3	10,8	11,6	11,6	10,9	56	59	68	70	62	69	72
S:a	17,4	17,9	18,7	18,0	19,1	17,6	16,9	59	61	67	68	62	69	72

Tabell 18. Grödor i försöken

Table 18. Crops

Försöksplats	Länskod	1972	1973	1974	1975	1976	1977	1978
1. Kungsängen	C	Havre	Träda	Höstvete	Korn	Havre	Korn	Havre
2. Brunna	C	-	Höstvete	Korn	Havre	Höstråg		
3. Vikbolandet	E	-	Vårvete	Höstvete	Havre	Höstvete	Höstvete	Havre
4. Lönnstorp	M	-	Korn	Socketbetor	Korn	Havre	Höstvete	Socketbetor
5. Västraby	M	-	Korn	Höstvete	Höstvete	Akerböna		
6. Jordberga	M	Socketbetor	Vårvete	Korn	Höstraps	Höstvete		
7. Lassagården	N	-	Vårrybs	Havre	Korn	Korn	Havre	Höstvete
8. Espesäter	P	-	-	Höstvete	Havre	Höstvete		
9. Russelbacka	R	-	Höstvete	Havre	Höstvete	Havre	Höstvete	Ärter
10. Ingarud	R	-	Havre	(Frövall)	Vårraps	Höstvete		
11. Stockåker	S	-	Korn	Korn	Höstvete	Havre	Vårraps	Korn
12. Abyhammar	T	-	Höstvete	Korn	Havre	Höstvete		

Tabell 19. Kärnskörd, kg/ha. Genomsnittliga kalk-, mangan- och kväveeffekter samt effektskillnad mellan kalkstensmjöl och bränd kalk.

Table 19. Yield of grain, kg/ha

	Höstvete <i>Winter wheat</i> kg/ha	Vårvete <i>Spring wheat</i> kg/ha	Korn <i>Barley</i> kg/ha	Havre <i>Oats</i> kg/ha
Utan kalk/ <i>No lime/</i>	5170	4560	3980	3670
4 ton CaO	+321 ^x	+319 ^o	-139 ^o	+227 ^{xx}
16 "-	+408 ^{xx}	+400 ^o	+392 ^x	+266 ^x
40 "-	+ 99 ^o	+336 ^o	+589 ^x	+330 ^x
Utan mangan/ <i>Without Mn/</i>	5400	4800	4340	3880
Med mangan/ <i>With Mn/</i>	+ 6 ^o	+118 ^o	- 74 ^o	+ 39 ^o
Låg N-nivå/ <i>Low N-level/</i>	5260	4860	3840	3720
Hög N-nivå/ <i>High N-level/</i>	+303 ^o	+ 89 ^o	+922 ^{xxx}	+360 ^x
Kalkstensmjöl/ <i>Finely ground limestone/</i>	5110	4770	4250	3910
Osläckt kalk/ <i>Quick lime/</i>	-135 ^o	+179 ^o	+210 ^x	+ 71 ^o
Antal försöksår/ <i>No. of trials/</i>	15	2	11	11

Tabell 20. Halmskörd, kg/ha. Genomsnittliga kalk-, mangan- och kväveeffekter samt effektskillnad mellan kalkstensmjöl och bränd kalk

Table 20. Yield of straw, kg/ha

	Höstvete <i>Winter wheat</i> kg/ha	Vårvete <i>Spring wheat</i> kg/ha	Korn <i>Barley</i> kg/ha	Havre <i>Oats</i> kg/ha
Utan kalk/ <i>No lime/</i>	2780	3930	1800	1880
4 ton CaO	+188 ⁰	+ 28 ⁰	+ 42	+118 ⁰
16 "-	+110 ⁰	+ 26 ⁰	+203 ^x	+103 ⁰
40 "-	- 75 ⁰	- 22 ⁰	+328 ^x	+164 ⁰
Utan mangan/ <i>Without Mn/</i>	2810	3870	2000	1960
Med mangan/ <i>With Mn/</i>	+ 68 ⁰	+143 ⁰	- 77 ⁰	+ 65 ⁰
Låg N-nivå/ <i>Low N-level/</i>	2770	3930	1660	1890
Hög N-nivå/ <i>High N-level/</i>	+149 ⁰	+ 18 ⁰	+613 ^{xxx}	+206 ⁰
Kalkstensmjöl/ <i>Finely ground limestone/</i>	2920	3850	1910	1990
Osläckt kalk/ <i>Quick lime/</i>	-145 ⁰	+179 ⁰	+160 ^x	+ 43 ⁰
Antal försöksår/ <i>No. of trials/</i>	14	2	11	11

Tabell 21. Rymdvikt, g/lit. Genomsnittliga kalk-, mangan- och kväveeffekter samt effektskillnad mellan kalkstensmjöl och bränd kalk

Table 21. Density of grain, g/lit.

	Höstvete <i>Winter wheat</i> g/l	Värvete <i>Spring wheat</i> g/l	Korn <i>Barley</i> g/l	Havre <i>Oats</i> g/l
Utan kalk/ <i>No lime/</i>	818	814	707	569
4 ton CaO	+ 2 ⁰	+ 1 ⁰	± 0	+ 1 ⁰
16 "-	+ 1 ⁰	+ 1 ⁰	+ 2 ⁰	+ 5 ⁰
40 "-	-25 ⁰	+ 1 ⁰	± 0	+ 6 ⁰
Utan mangan/ <i>Without Mn/</i>	813	814	707	571
Med mangan/ <i>With Mn/</i>	- 2 ⁰	+ 1 ⁰	± 0	- 2 ⁰
Låg N-nivå/ <i>Low N-level/</i>	811	810	707	573
Hög N-nivå/ <i>High N-level/</i>	+ 3 ⁰	+ 7 ⁰	± 0	- 6 ^x
Kalkstensmjöl/ <i>Finely ground limestone/</i>	819	814	707	570
Osläckt kalk/ <i>Quick lime/</i>	-17 ⁰	+ 1	± 0	-1 ⁰
Antal försöksår/ <i>No. of trials/</i>	15	2	11	11

Tabell 22. Kärnans vattenhalt i % vid skörden. Genomsnittliga kalk-, mangan- och kväveeffekter samt effektskillnad mellan kalkstensmjöl och bränd kalk

Table 22. Content of water in the grain as % of grain yield at harvesting time

	Höstvete		Vårvete		Korn		Havre	
	Winter wheat %		Spring wheat %		Barley %		Oats %	
Utan kalk/No lime/	15,1		13,8		17,4		17,6	
4 ton CaO	±0,0		-0,2 ⁰		-0,3 ⁰		-0,4 ^x	
16 "-	±0,0		-0,1 ⁰		-0,2 ⁰		-0,4 ^x	
40 "-	-0,4 ⁰		±0,0		±0,0		-0,6 ^x	
Utan mangan/Without Mn/	15,0		13,7		17,3		17,4	
Med mangan/With Mn/	±0,0		+0,1 ⁰		-0,1 ⁰		-0,5 ⁰	
Låg N-nivå/Low N-level/	14,7		13,9		17,1		17,2	
Hög N-nivå/High N-level/	+0,6 ⁰		-0,3 ⁰		+0,4 ⁰		±0,0	
Kalkstensmjöl/Finely ground limestone/	15,1		13,6		17,0		17,3	
Osläckt kalk/Quick lime/	-0,2 ⁰		+0,2 ⁰		+0,5 ^x		-0,3 ⁰	
Antal försöksår/No. of trials/	15		2		11		11	

Tabell 23. Avrensings-%, Genomsnittliga kalk-, mangan- och kväveeffekter samt effektskillnad mellan kalkstensmjöl och bränd kalk.

Table 23. Share of other materials in the harvested grain as % of the yield.

	Höstvete <i>Winter wheat</i> %	Vårvete <i>Spring wheat</i> %	Korn <i>Barley</i> %	Havre <i>Oats</i> %
Utan kalk/No lime/	1,7	1,2	1,6	2,9
4 ton CaO	-0,1 ⁰	±0,0	-0,3 ⁰	-0,2 ⁰
16 "-	-0,1 ⁰	-0,1 ⁰	-0,2 ⁰	-0,1 ⁰
40 "-	-0,2 ⁰	±0,0	-0,2 ⁰	±0,0
Utan mangan/Without Mn/	1,8	1,2	1,4	3,0
Med mangan/With Mn/	±0,0	±0,0	-0,3 ⁰	-0,2 ⁰
Låg N-nivå/Low N-level/	1,8	1,2	1,3	2,8
Hög N-nivå/High N-level/	±0,0	±0,0	+0,1 ⁰	+0,1 ⁰
Kalkstensmjöl/Finely ground limestone/	1,8	1,2	1,3	2,8
Osläckt kalk/Quick lime/	±0,0	±0,0	+0,1 ⁰	+0,1
Antal försöksår/No. of trials/	15	2	11	11

Tabell 24. Stråstyrkan. Genomsnittliga kalk-, mangan- och kväveeffekter samt effektskillnad mellan kalkstensmjöl och bränd kalk

Table 24. Strength of straw at harvest

	Höstvete <i>Winter wheat</i>	Vårvete <i>Spring wheat</i>	Korn <i>Barley</i>	Havre <i>Oats</i>
Utan kalk/ <i>No lime/</i>	85	86	93	92
4 ton CaO	-13 ⁰	- 5 ⁰	± 0	-10
16 "-	- 7 ⁰	± 0	- 2 ⁰	- 6 ⁰
40 "-	-14 ⁰	- 3	- 5 ⁰	-14 ⁰
Utan mangan/ <i>Without Mn/</i>	77	85	91	85
Med mangan/ <i>With Mn/</i>	- 2 ⁰	- 4 ⁰	± 0	- 4 ⁰
Låg N-nivå/ <i>Low N-level/</i>	80	87	95	93
Hög N-nivå/ <i>High N-level/</i>	- 9 ⁰	- 8 ⁰	- 8 ^x	-21 ⁰
Kalkstensmjöl/ <i>Finely ground limestone/</i>	75	84	91	83
Osläckt kalk/ <i>Quick lime/</i>	- 3 ⁰	- 1 ⁰	- 2 ⁰	- 3 ⁰
Antal försöksår/ <i>No. of trials/</i>	4	2	7	3

Tabell 25. Kärnskörd kg/ha. Årvis uppdelning av stråsäd. Genomsnittliga kalk-, mangan- och kväveeffekter samt effektskillnad mellan kalkstensmjöl och bränd kalk

Table 25. Grain yield in different years, kg/ha

	1973	1974	1975	1976	1973-76
Utan kalk/ <i>No lime/</i>	4450	5480	3390	4440	4380
4 ton CaO	+117 ⁰	+151 ⁰	+392 ^{xxx}	+268 ^x	+243 ^{xxx}
16 "-	+120 ⁰	+390 ^x	+560 ^{xxx}	+335 ^x	+363 ^{xxx}
40 "-	-484 ⁰	+571 ^x	+739 ^{xxx}	+344 ^{xx}	+314 ^x
Utan mangan/ <i>Without Mn/</i>	4370	5490	3790	4780	4640
Med mangan/ <i>With Mn/</i>	+ 21 ⁰	+ 6 ⁰	+156 ⁰	-158 ⁰	± 0
Låg N-nivå/ <i>Low N-level/</i>	4160	5230	3550	4490	4400
Hög N-nivå/ <i>High N-level/</i>	+440 ^x	+514 ⁰	+652 ^{xx}	+427 ^x	+484 ^{xxx}
Kalkstensmjöl/ <i>Finely ground limestone/</i>	4540	5380	3940	4720	4670
Osläckt kalk/ <i>Quick lime/</i>	-340 ⁰	+324 ^{xx}	+ 35	+ 67 ⁰	+ 32 ⁰
Antal försöksår/ <i>No. of trials/</i>	9	10	10	11	39

Tabell 26. Halmskörd, ts, kg/ha. Årsvis uppdelning av stråsäd. Genomsnittliga kalk-, mangan- och kväveeffekter samt effektskillnad mellan kalkstensmjöl och bränd kalk

Table 26. Yield of straw in different years, kg/ha

	1973	1974	1975	1976	1973-76
Utan kalk/ <i>No lime/</i>	2890	2560	1660	2170	2300
4 ton CaO	+212 ⁰	- 47 ⁰	+167 ^{xxx}	+146 ^{xx}	+117 ^{xx}
16 "-	+124 ⁰	+ 27 ⁰	+239 ^{xxx}	+120 ⁰	+130 ^{xx}
40 "-	-216 ⁰	+254 ⁰	+269 ^{xxx}	+135 ⁰	+114 ⁰
Utan mangan/ <i>Without Mn/</i>	2890	2630	1810	2300	2390
Med mangan/ <i>With Mn/</i>	+ 51 ⁰	+ 2 ⁰	+ 80	- 26 ⁰	+ 29 ⁰
Låg N-nivå/ <i>Low N-level/</i>	2710	2480	1700	2130	2250
Hög N-nivå/ <i>High N-level/</i>	+420 ⁰	+288 ^x	+304 ^x	+315 ⁰	+293 ^{xxx}
Kalkstensmjöl/ <i>Finely ground limestone/</i>	3040	2440	1860	2279	2410
Osläckt kalk/ <i>Quick lime/</i>	-230 ⁰	+193 ^x	+ 39 ⁰	+ 49 ⁰	+ 15 ⁰
Antal försöksår/ <i>No. of trials/</i>	9	10	10	10	38

Tabell 27. Avrensings-%. Arsviss uppdelning av stråsäd. Genomsnittliga kalk-, mangan- och kväveeffekter samt effekt-skillnad mellan kalkstensmjöl och bränd kalk

Table 27. Share of other materials in the harvested grain in % of the yield

	1973	1974	1975	1976	1973-76
Utan kalk/ <i>No lime/</i>	1,0	1,5	3,8	1,5	2,0
4 ton CaO	±0	-0,1 ⁰	-0,4	±0	-0,2 ^x
16 "-	±0	-0,1 ⁰	-0,4	±0	-0,1 ^x
40 "-	±0	±0,0	-0,5	±0	-0,1
Utan mangan/ <i>Without Mn/</i>	1,1	1,4	3,5	1,5	1,9
Med mangan/ <i>With Mn/</i>	-0,1 ⁰	±0,0	-0,2	±0	±0,0
Låg N-nivå/ <i>Low N-level/</i>	1,1	1,2	3,4	1,5	1,9
Hög N-nivå/ <i>High N-level/</i>	-0,1 ⁰	+0,3 ⁰	-0,1	±0	±0
Kalkstensmjöl/ <i>Finely ground limestone/</i>	1,0	1,1	3,4	1,5	1,9
Osläckt kalk/ <i>Quick lime/</i>	±0,0	+0,6 ⁰	-0,1	±0	±0
Antal försöksår/ <i>No. of trials/</i>	9	10	10	11	

Tabell 28. Kärnans vattenhalt i % vid skörden. Årvis uppdelning av stråsad. Genomsnittliga kalk-, mangan- och kväve- effekter samt effektskillnad mellan kalkstensmjöl och bränd kalk
 Table 28. Content of water in the grain as % of grain yield at harvesting time

	1973	1974	1975	1976	1973-76
Utan kalk/No Lime/	13,6	21,4	15,1	14,7	16,4
4 ton CaO	-0,2 ⁰	-0,1 ⁰	-0,4 ⁰	±0	-0,2 ^x
16 "-	-0,1 ⁰	-0,2 ⁰	-0,4 ^x	±0	-0,2 ^x
40 "-	-0,3 ⁰	-0,1 ⁰	-0,7 ^{xx}	±0	-0,3 ⁰
Utan mangan/Without Mn/	13,5	21,3	14,8	14,7	16,2
Med mangan/With Mn/	±0,0	±0,0	-0,2 ⁰	±0	±0,0
Låg N-nivå/Low N-level/	13,5	20,8	14,8	14,7	16,0
Hög N-nivå/High N-level/	±0,0	+1,0 ⁰	-0,2 ⁰	±0	+0,3 ⁰
Kalkstensmjöl/Finely ground limestone/	13,3	21,2	14,7	14,7	16,2
Osläckt kalk/Quick lime/	+0,5 ⁰	+0,1 ⁰	±0,0	±0	±0,0
Antal försöksår/No. of trials/	9	10	10	11	39

Tabell 29. Rymdvikt, g/lit. Arsvis uppdelning av stråsåd. Genomsnittliga kalk-, mangan- och kväveeffekter samt effektskillnad mellan kalkstensmjöl och bränd kalk.

Table 29. Density of grain, g/lit.

	1973	1974	1975	1976	1973-76
Utan kalk/ <i>No lime/</i>	740	722	699	712	716
4 ton CaO	+ 2 ⁰	± 0	± 0	+ 4 ⁰	+ 1 ⁰
16 "-	+ 3 ⁰	± 0	± 0	+ 1 ⁰	+ 1 ⁰
40 "-	-43 ⁰	± 0	± 0	+ 1 ⁰	- 9 ⁰
Utan mangan/ <i>Without Mn/</i>	729	722	699	712	714
Med mangan/ <i>With Mn/</i>	± 0	± 0	± 0	+ 4 ⁰	+ 1 ⁰
Låg N-nivå/ <i>Low N-level/</i>	727	723	699	712	714
Hög N-nivå/ <i>High N-level/</i>	+ 4 ⁰	± 0	± 0	+ 4 ⁰	± 0
Kalkstensmjöl/ <i>Finely ground limestone/</i>	741	723	699	714	717
Osläckt kalk/ <i>Quick lime/</i>	-29 ⁰	± 0	± 0	± 0	- 7 ⁰
Antal försöksår/ <i>No. of trials/</i>	9	10	10	11	39

Tabell 30. Kärnskörd, kg/ha. Försöksvis uppdelning av stråsåd. Genomsnittliga kalk-, mangan- och kväveeffekter samt effekt-skillnad mellan kalkstensmjöl och bränd kalk.
Yield of grain at different places, kg/ha

	1. Kungskängen	2. Brunna	3. Vikbolandert	4. Lömsstorp	5. Västraby	6. Jördberga	7. Lassgård	8. Fspesäter	9. Kuselbacka	10. Ingärd	11. Stöckäker	12. Abbyhammar	Medelskörd och medeleffekt
Utan kalk/No lime/	4280	3470	4690	3730	4140	5460	4480	4610	5290	4580	3050	4820	4380
4 ton CaO	+201 ^{xx}	+174 ^o	+366 ^x	+206 ^o	-243 ^o	+285 ^x	+381 ^o	+354 ^{xx}	+163 ^o	+ 51 ^x	+276 ^o	+458 ^o	+243 ^{xxx}
16 " -	+757 ^o	+396 ^o	+441 ^x	+221 ^o	-110 ^o	+437 ^x	+516 ^{xx}	+177 ^o	+331 ^o	-180 ^o	+551 ^o	440 ^o	+363 ^{xxx}
40 " -	+868 ^o	- 84 ^o	+538 ^o	+203 ^o	+ 51 ^o	+540 ^x	+922 ^x	+265 ^x	+ 60 ^o	- 70 ^o	+705 ^o	-90 ^o	+314 ^x
Utan mangan Witkout Mz	4930	3570	4900	4000	4060	5860	5080	4860	5480	4680	3510	4840	4640
Med mangan Witth Mz	-269 ^o	+ 70 ^o	+344 ^o	-165 ^o	+ 2 ^o	- 88 ^o	-150 ^o	- 44 ^o	- 71 ^o	-312 ^o	- 47 ^o	-414 ^o	± 0
Låg N-nivå Low N level	4530	3080	5260	3720	3770	5380	4450	4710	5210	4570	3090	4860	4400
Hög N-nivå High N level	+535 ^o	+1056 ^x	-373 ^o	+388 ^o	+575 ^o	+880 ^x	+1110 ^x	+254 ^o	+473 ^o	- 94 ^o	+790 ^o	+385 ^o	+484 ^{xxx}
Kalkstensmjöl Finely ground limestone	4790	3740	5090	3920	4030	5800	5080	4860	5460	4440	3430	5220	4670
Osläckt kalk Quick lime	+186 ^o	-218 ^o	+ 96 ^o	+ 43 ^o	+ 29 ^o	+154 ^o	+ 22 ^o	+ 38 ^o	+ 28 ^o	+154 ^x	+260 ^o	-273	+ 32 ^o
Antal försöksår No. of trials	3	4	4	3	3	3	3	3	4	2	4	4	40

Tabell 31. Halmkör, kg/ha. Försöksvis uppdelning av stråsed. Genomsnittliga kalk-, mangan- och kväveeffekter samt effektskillnad mellan kalkstensmjöl och bränd kalk
Table 31. Yield of straw at different places, kg/ha

	1. Kungsängen	2. Brumna	3. Vikbolandet	4. Lönnstorp	5. Västraby	6. Jördberga	7. Lassagård	8. Espeäter	9. Russelbacka	10. Ingård	11. Stockaker	12. Abbyhammar	Medelskörd och medeleffekt
Utan kalk/No lime/	2070	1940	2910	1600	1790	3010	2100	2810	2920	2900	1570	2400	2300
4 ton CaO	+ 68°	+279°	+105°	+152°	-135°	+ 16°	+200°	- 3°	+112°	+ 58°	+128 ^x	+271°	+117 ^{xx}
16 "	+215°	+192°	- 63°	+186°	-160°	+148°	+304°	- 66°	+148°	+ 16°	+270 ^x	+255°	+130 ^{xx}
40 "	+246°	+ 35°	+ 65°	+ 55°	+ 82°	+230°	+492°	-145 ^x	- 16°	+ 59°	+428°	- 46°	+114°
Utan mangan <i>Without Mn</i>	2280	2090	2750	1760	1710	3230	2430	2840	2950	2950	1810	2360	2380
Med mangan <i>With Mn</i>	-121°	- 18°	+369 ^x	- 95°	+ 50°	-326°	- 98°	-189°	+ 84°	- 25°	- 18°	+352°	+ 29°
Låg N-nivå <i>Low N level</i>	2110	1600	2940	1490	1610	2840	2010	2710	2930	2940	1630	2440	2250
Hög N-nivå <i>High N level</i>	+213	970°	- 7°	+440°	+252°	+557°	+740°	+ 72°	+121°	- 2°	+358°	+209°	+293 ^{xxx}
Kalkstensmjöl <i>Finely ground limestone</i>	2190	2180	2910	1750	1760	3030	2430	2710	3000	2960	1740	2590	2410
Osläckt kalk <i>Quick lime</i>	+108	-142°	+ 56°	- 42°	- 71°	+223	+ 6°	+ 44°	+ 8°	- 41°	+208°	- 46°	+ 15°
Antal försöksår <i>No. of trials</i>	3	4	4	3	3	2	3	3	4	2	4	4	39

Tabell 32. Kväve i kärnan, N % av ts. Genomsnittliga kalk-, mangan- och kväveeffekter samt samspel mellan Ca x Mn resp. Ca x N

Table 32. Concentration of nitrogen in grain, N % of dm. Effects of lime, manganese and nitrogen and interaction between CaO x Mn and CaO x N

	Höstvete <i>Winter wheat</i>	Vårvete <i>Spring wheat</i>	Korn <i>Barley</i>	Havre <i>Oats</i>
Utan kalk /No lime/	2,03	2,32	1,74	2,13
4 ton CaO	0,04 ^{xx}	+0,01 ⁰	+0,02 ⁰	0,03 ⁰
16 ton CaO	0,05 ^x	+0,04 ⁰	+0,05 ^x	0,04 ^x
40 ton CaO	±0,0	+0,03 ⁰	+0,10 ^x	0,07 ^{xx}
Utan Mn /Without Mn/	2,13	2,34	1,79	2,19
Med Mn /With Mn/	-0,02 ⁰	±0	±0,0	-0,03 ⁰
Låg N nivå /Low N level/	1,96	2,23	1,70	2,08
Hög N nivå /High N level/	+0,18 ^{xxx}	+0,22 ⁰	+0,17 ^{xxx}	+0,18 ^x
Samspel CaO x Mn /Interaction/	±0,0	+0,07 ⁰	-	-
Samspel CaO x N /Interaction/	-0,05 ^x	-0,11 ⁰	+0,02 ⁰	+0,06 ⁰
Antal försöksår /No. of trials/	15	2	11	11

Tabell 33. Fosfor i kärnan, P % av ts. Genomsnittliga kalk-, mangan- och kväveeffekter samt samspel mellan Ca x Mn resp Ca x N

Table 33. Concentration of phosphorus in grain, P % in dm. Effects of lime, manganese and nitrogen and interaction between CaO x Mn and CaO x N

	Höstvete <i>Winter wheat</i>	Vårvete <i>Spring wheat</i>	Korn <i>Barley</i>	Havre <i>Oats</i>
Utan kalk /No lime/	0,35	0,39	0,37	0,36
4 ton CaO	±0,0	±0,0	±0,0	±0,0
16 ton CaO	±0,0	±0,0	+0,01 ^x	±0,0
40 ton CaO	-0,01 ⁰	±0,0	+0,01 ⁰	±0,0
Utan Mn /Without Mn/	0,35	0,39	0,37	0,36
Med Mn /With Mn/	±0,0	-0,01 ⁰	±0,0	±0,0
Låg N nivå /Low N level/	0,35	0,39	0,38	0,37
Hög N nivå /High N level/	-0,01 ^{xxx}	-0,01 ⁰	-0,01	-0,01 ⁰
Samspel CaO x Mn /Interaction/	-	-	-	-
Samspel CaO x N /Interaction/	-	-	-	-
Antal försöksår /No. of trials/	15	2	11	11

Tabell 34. Kalium i kärnan, K % av ts. Genomsnittliga kalk-, mangan- och kväve-effekter samt samspel mellan CaOxMn resp. CaOxN

Table 34. Concentration of potassium in grain, K % of dm. Effects of lime, manganese and nitrogen and interaction between CaO x Mn and CaO x N

	Höstvete <i>Winter wheat</i>	Vårvete <i>Spring wheat</i>	Korn <i>Barley</i>	Havre <i>Oats</i>
Utan kalk /No lime/	0,44	0,47	0,50	0,45
4 ton CaO	±0,0	±0,0	±0,0	±0,0
16 ton CaO	±0,0	±0,0	±0,0	±0,0
40 ton CaO	-0,01 ⁰	±0,0	±0,0	+0,01 ⁰
Utan Mn /Without Mn/	0,44	0,47	0,50	0,46
Med Mn /With Mn/	±0,0	±0,0	±0,0	±0,0
Låg N-nivå /Low N level/	0,44	0,48	0,51	0,46
Hög N-nivå /High N level/	-0,01 ^x	-0,03 ^x	-0,01 ⁰	±0,0
Samspel CaO x Mn /Interaction/	-	-	-	-
Samspel CaO x N /Interaction/	-	-	-	-
Antal försöksår /No. of trials/	15	2	11	11

Tabell 35. Kalcium i kärnan, Ca % av ts. Genomsnittliga kalk-, mangan- och kväve-effekter samt samspel mellan CaOxMn resp. CaOxN

Table 35. Concentration of calcium in grain, Ca in % of dm. Effects of lime, manganese and nitrogen and interaction between CaO x Mn and CaO x N

	Höstvete <i>Winter wheat</i>	Vårvete <i>Spring wheat</i>	Korn <i>Barley</i>	Havre <i>Oats</i>
Utan kalk /No lime/	0,039	0,047	0,049	0,082
4 ton CaO	+0,001 ^x	±0,0	±0,0	±0,0
16 ton CaO	+0,002 ^x	+0,003 ⁰	±0,0	+0,002 ⁰
40 ton CaO	±0,0	+0,003 ⁰	+0,001	+0,004 ^x
Utan Mn /Without Mn/	0,040	0,050	0,049	0,084
Med Mn /With Mn/	±0,0	-0,003 ⁰	±0,0	±0,0
Låg N nivå /Low N level/	0,039	0,049	0,049	0,084
Hög N nivå /High N level/	+0,002 ^{xx}	±0,0	+0,001	±0,0
Samspel CaO x Mn /Interaction/	-	-	-	-
Samspel CaO x N /Interaction/	-	-	-	-
Antal försöksår /No. of trials/	15	2	11	11

Tabell 36. Kväve i halm, N % av ts. Genomsnittliga kalk-, mangan- och kväveeffekter samt samspel mellan CaOxMn resp. CaOxN

Table 36. Concentration of nitrogen in the straw, N in % of dm. Effects of lime, manganese and nitrogen and interaction between CaO x Mn and CaO x N

	Höstvete <i>Winter wheat</i>	Vårvete <i>Spring wheat</i>	Korn <i>Barley</i>	Havre <i>Oats</i>
Utan kalk / <i>No lime</i> /	0,47	0,61	0,51	0,57
4 ton CaO	±0,0	+0,03 ⁰	±0,0	±0,0
16 ton CaO	+0,02 ⁰	+0,03 ⁰	±0,0	+0,02 ^X
40 ton CaO	+0,01 ⁰	+0,03 ⁰	+0,03	+0,04 ^X
Utan Mn / <i>Without Mn</i> /	0,49	0,63	0,51	0,59
Med Mn / <i>With Mn</i> /	+0,01 ⁰	±0,0	±0,0	±0,0
Låg N nivå / <i>Low N level</i> /	0,44	0,59	0,48	0,53
Hög N nivå / <i>High N level</i> /	+0,08 ^{xxx}	+0,08	+0,07 ^X	+0,12 ^{xxx}
Samspel CaO x Mn / <i>Interaction</i> /	-	-	-	-
Samspel CaO x N / <i>Interaction</i> /	-0,01 ⁰	+0,02 ⁰	-0,01 ⁰	+0,02 ⁰
Antal försöksår / <i>No. of trials</i> /	15	2		11

Tabell 37. Fosfor i halm, P % av ts. Genomsnittliga kalk-, mangan- och kväveeffekter samt samspel mellan CaOxMn resp. CaOxN

Table 37. Concentration of phosphorus in the straw, P in % of dm. Effects of lime, manganese and nitrogen and interaction between CaO x Mn and CaO x N

	Höstvete <i>Winter wheat</i>	Vårvete <i>Spring wheat</i>	Korn <i>Barley</i>	Havre <i>Oats</i>
Utan kalk / <i>No lime</i> /	0,059	0,090	0,078	0,069
4 ton CaO	±0,0	+0,006 ⁰	+0,002	-0,002
16 ton CaO	±0,0	+0,004 ⁰	-0,004	±0,0
40 ton CaO	±0,0	+0,008 ⁰	+0,007 ^X	±0,0
Utan Mn / <i>Without Mn</i> /	0,059	0,095	0,081	0,068
Med Mn / <i>With Mn</i> /	±0,0	±0,0	±0,0	±0,0
Låg N nivå / <i>Low N level</i> /	0,056	0,096	0,087	0,070
Hög N nivå / <i>High N level</i> /	+0,02 ⁰	0,002 ⁰	-0,011 ^{xx}	-0,004
Samspel CaO x Mn / <i>Interaction</i> /	-	-	-	-
Samspel CaO x N / <i>Interaction</i> /	-	-	-	-
Antal försöksår / <i>No. of trials</i> /	15	2	11	11

Tabell 38. Kalium i halm, K % av ts. Genomsnittliga kalk-, mangan- och kväveeffekter samt samspel mellan CaOxMn resp. CaOxN

Table 38. Concentration of potassium in the straw, K % in dm. Effects of lime, manganese and nitrogen and interaction between CaO x Mn and CaO x N

	Höstvete <i>Winter wheat</i>	Vårvete <i>Spring wheat</i>	Korn <i>Barley</i>	Havre <i>Oats</i>
Utan kalk /No lime/	1,08	1,04	0,90	1,75
4 ton CaO	±0,0	±0,0	+0,01	+0,08 ^X
16 ton CaO	±0,0	±0,0	+0,03	+0,04 ⁰
40 ton CaO	±0,0	±0,0	+0,05	+0,05 ⁰
Utan Mn /Without Mn/	1,11	1,04	0,93	1,80
Med Mn /With Mn/	-0,02 ⁰	±0,0	±0,0	±0,0
Låg N nivå /Low N level/	1,04	1,04	0,88	1,75
Hög N nivå /High N level/	+0,14 ^{XXX}	±0,0	+0,10 ^X	+0,10 ⁰
Samspel CaO x Mn /Interaction/	-	-	-	-
Samspel CaO x N /Interaction/	-	-	-	-
Antal försöksår /No. of trials/	15	2	11	11

Tabell 39. Kalcium i halmen, Ca % av ts. Genomsnittliga kalk-, mangan- och kväveeffekter samt samspel mellan CaOxMn resp. CaOxN

Table 39. Concentration of calcium in the straw, Ca in % of dm. Effects of lime, manganese and nitrogen and interaction between CaO x Mn and CaO x N

	Höstvete <i>Winter wheat</i>	Vårvete <i>Spring wheat</i>	Korn <i>Barley</i>	Havre <i>Oats</i>
Utan kalk /No lime/	0,23	0,29	0,33	0,47
4 ton CaO	±0,0	+0,02 ⁰	±0,0	+0,02 ⁰
16 ton CaO	+0,01 ⁰	+0,02 ⁰	+0,01	+0,03 ⁰
40 ton CaO	+0,01 ⁰	+0,05 ^X	+0,02	+0,06 ^X
Utan Mn /Without Mn/	0,24	0,30	0,35	0,50
Med Mn /With Mn/	±0,0	+0,03 ^{XX}	-0,01	±0,0
Låg N nivå /Low N level/	0,22	0,30	0,34	0,47
Hög N nivå /High N level/	+0,03 ^{XXX}	+0,05	±0,0	+0,07
Samspel CaO x Mn /Interaction/	-	-	-	-
Samspel CaO x N /Interaction/	-	-	-	-
Antal försöksår /No. of trials/	15	2	11	11

Tabell 40. Magnesium i halm, Mg % av ts. Genomsnittliga kalk-, mangan- och kväveeffekter samt samspel mellan CaOxMn resp. CaOxN

Table 40. Concentration of magnesium in the straw, Mg in % of dm. Effects of lime, manganese and nitrogen and interaction between CaO x Mn and CaO x N

	Höstvete <i>winter wheat</i>	Vårvete <i>Spring wheat</i>	Korn <i>Barley</i>	Havre <i>Oats</i>
Utan kalk /No lime/	0,079	0,089	0,097	0,157
4 ton CaO	±0,0	+0,006 ⁰	+0,002 ⁰	±0,0
16 ton CaO	±0,0	+0,003 ⁰	+0,003 ⁰	+0,004
40 ton CaO	±0,0	+0,005 ⁰	+0,004 ⁰	+0,007 ^x
Utan Mn /Without Mn/	0,079	0,090	0,099	0,160
Med Mn /With Mn/	±0,0	+0,005 ⁰	±0,0	±0,0
Låg N nivå /Low N level/	0,076	0,091	0,099	0,153
Hög N nivå /High N level/	+0,006 ^{xx}	+0,003 ⁰	±0,0	+0,014 ⁰
Samspel CaO x Mn /Interaction/	-	-	-	-
Samspel CaO x N /Interaction/	-	-	-	-
Antal försöksår /No. of trials/	15	2	11	11

Tabell 41. Mangan i halm, Mn i ppm av ts. Genomsnittliga kalk-, mangan och kväveeffekter samt samspel mellan CaOxMn resp. CaOxN

Table 41. Concentration of manganese in the straw, Mn in % of dm. Effects of lime, manganese and nitrogen and interaction between CaO x Mn and CaO x N

	Höstvete <i>winter wheat</i>	Vårvete <i>Spring wheat</i>	Korn <i>Barley</i>	Havre <i>Oats</i>
Utan kalk /No lime/	14,3	18,8	14,2	17,2
4 ton CaO	-1,5 ^{xx}	-2,3 ⁰	-1,8 ^x	-3,8 ⁰
16 ton CaO	-1,6 ^x	-4,3 ⁰	±0,0	-4,4 ⁰
40 ton CaO	-1,9 ⁰	-4,0 ⁰	+1,8 ⁰	-4,1 ⁰
Utan Mn /Without Mn/	10,8	12,9	12,2	12,8
Med Mn /With Mn/	+4,2 ⁰	+7,9 ⁰	+4,0 ⁰	+1,8 ⁰
Låg N nivå /Low N level/	12,9	16,9	14,2	13,4
Hög N nivå /High N level/	-0,1	±0,0	±0,0	+0,7
Samspel CaO x Mn /Interaction/	+1,5 ⁰	+0,3 ⁰	+2,3 ⁰	+5,6 ⁰
Samspel CaO x N /Interaction/	-	-	-	-
Antal försöksår /No. of trials/	15	2	10	11

Tabell 42. Genomsnittliga kalk-, fosfor-, mangan- och kväveeffekter och effektskillnad mellan kalkstensmjöl och osläckt kalk. Tio försöksår i stråsäd utförda under 1977 och 1978

Table 42. Effect of lime, phosphorus, manganese and nitrogen fertilizers on the yields of grain, straw and on the concentration of N, P, K and Ca in the grain

	Kärna Grain kg/ha	Stråstyrka Strength of straw 0-100	N % i kärnan in grain	P % i kärnan in grain	K % i kärnan in grain	Ca % i kärnan in grain
Utan kalk/No lime	4360	69,2	2,03	0,413	0,488	0,0525
4 ton CaO	+211 ^{xxx}	- 2,4	±0,0	+0,005 ^{xx}	+0,006	+0,0008 ^{xxx}
16 ton CaO	+287 ^{xx}	- 9,3	+0,03 ^x	+0,011 ^{xx}	+0,004	+0,0022 ^{xx}
40 ton CaO	+410 ^{xx}	-14,0	+0,03	+0,008 ^x	+0,005	+0,0014
Utan fosfor/Without P/	4600	52,4	2,05	0,419	0,491	0,0538
Med fosfor/With P/	+ 24	- 0,9	-0,01 ^x	+0,001	+0,002	±0,0
Utan mangan/Without Mn/	4720	53,0	2,03	0,418	0,487	0,0538
Med mangan/With Mn/	-210 ^x	- 2,0	+0,03	+0,003	+0,010	±0,0
Låg N-nivå/Low N level	4580	63,4	2,01	0,414	0,480	0,0538
Hög N-nivå/High N level/	+ 79	-22,9 ^x	+0,06	+0,011	+0,024 ^x	±0,0
Kalkstensmjöl/Finely ground limestone/	4670	52,0	2,04	0,421	0,492	0,0538
Osläckt kalk/Quick lime/	- 11	0,0	±0,0	-0,001	-0,003	±0,0
Samspel kalk x Mn/Interaction lime x Mn	-105	+ 8,7	±0,0	-0,005	+0,016	±0,0
" kalk x P /"-	P +106 ^x	± 0,0	±0,0	-0,003	±0,0	±0,0
" kalk x N /"-	N -333	± 0,0	±0,0	-0,005	+0,007	±0,0
Antal försöksår/No. of trials/	10	4	10	10	6	6

Tabell 43. Halmens innehåll av olika näringsämnen i % av ts. Genomsnittliga kalk- fosfor-, mangan- och kväveeffekter och effektskillnad mellan kalkstensmjöl och osläckt kalk

Table 43. Effects of lime, phosphorus, manganese and nitrogen fertilizers on the concentration of different plant nutrients in the straw as % of dm

	N %	P %	K %	Ca %	Mg %	Mn ppm
Utan kalk/ <i>No lime</i>	1,028	0,123	1,06	0,270	0,083	12,4
4 ton CaO	+0,055	+0,004 ^x	+0,03 ^x	±0,0	±0,0	-0,4
16 ton CaO	+0,089	+0,007 ^{xx}	+0,05	+0,012	±0,0	±0,0
40 ton CaO	+0,154	+0,011 ^x	+0,05	+0,015	±0,0	+0,6
Utan fosfor <i>Without P</i>	1,124	0,127	1,10	0,275	0,083	12,7
Med fosfor <i>With P</i>	-0,022	+0,003	+0,01	±0,0	±0,0	±0,0
Utan mangan <i>Without Mn</i>	1,086	0,124	1,06	0,275	0,083	12,7
Med mangan <i>With Mn</i>	+0,053	+0,010 ^x	+0,07	±0,0	±0,0	±0,0
Låg N-nivå <i>Low N level</i>	0,962	0,133	1,06	0,280	0,083	12,5
Hög N-nivå <i>High N level</i>	+0,301	-0,009	+0,07	-0,009	±0,0	-0,5
Kalkstensmjöl <i>Finely ground limestone</i>	1,113	0,129	1,10	0,276	0,083	12,7
Osläckt kalk <i>Quick lime</i>	±0,0	±0,0	±0,0	±0,0	±0,0	±0,0
Samspel kalk x Mn <i>Interaction lime x Mn</i>	-0,042	±0,0	±0,0	±0,0	±0,0	±0,0
" kalk x P <i>lime x P</i>	±0,0	±0,0	±0,0	+0,020 ^{xx}	+0,009 ^{xxx}	±0,0
" kalk x N <i>lime x N</i>	+0,184	±0,0	±0,0	+0,014 ^x	+0,012 ^x	±0,0
Antal försöksår <i>No. of trials</i>	10	10	6	6	6	6

Tabell 44. Grundskörd samt gödslings- och kalkningseffekter i de grödor som förekom vid enstaka tillfällena i försöks-serien

Table 44. Yields of sugarbeet, oil crops and broad bean

	Sockerbetor, rötter/Sugarbeets/				Oljevaxter, frö/Oil crops/				Akerbönor/beans			
	Jordberga		Lönstorp		Lassagården		Ingerud		Stockåker		Västraby	
	1972	1978	1973	1975	1977	1976	1972	1978	1973	1975	1977	1976
	ton/ha	Rel	ton/ha	Rel	kg/ha	Rel	kg/ha	Rel	kg/ha	Rel	kg/ha	Rel
Utan Mn, låg N-giva <i>Without Mn, low N-dressing</i>	36,8	100	42,4	100	1290	100	1440	100	1890	100	2900	100
Utan Mn, hög N-giva <i>Without Mn, high N-dressing</i>	45,1	122	49,7	117	1410	110	1320	92	1900	101	2900	100
Med Mn, låg N-giva <i>With Mn, low N-dressing</i>	43,3	118	43,8	103	1100	85	1840	128	1680	89	2830	98
Med Mn, hög N-giva <i>With Mn, high N-dressing</i>	40,4	110	49,9	118	1460	114	1560	109	1570	83	3080	106
Utan kalk <i>No lime</i>	41,2	100	44,4	100	1200	100	1590	100	1660	100	2870	100
4 ton/ha CaO i kalkstensmjöl <i>Finely ground limestone</i>	41,1	100	46,4	105	1320	110	1430	90	1670	101	2740	96
16 "-	40,6	98	47,5	107	1270	106	1520	96	1870	113	3100	108
40 "-	40,9	99	46,7	105	1300	108	1410	101	1650	100	2890	101
4 "- i osläckt kalk <i>Quick lime</i>	41,8	102	47,3	107	1280	106	1580	100	1800	109	3040	106
16 "-	41,2	100	44,8	101	1330	111	1440	91	1830	111	2960	103
40 "-	42,0	102	45,6	103	1490	124	1610	102	1830	111	2930	102
4 "- i slamkalk <i>Waste lime</i>	41,9	102	47,1	106	-	-	-	-	-	-	2890	101
16 "-	41,8	102	48,4	109	-	-	-	-	-	-	2930	102
Utan P/ <i>without P/</i>	-	-	46,5	100	-	-	-	-	1720	100	-	-
45 kg/ha P årligen/ <i>Yearly/</i>	-	-	46,4	100	-	-	-	-	1800	105	-	-

Tabell 45. Effekt av slamkalk på jordens pH(H₂O) i jämförelse med effekten av kalkstensmjöl och bränd kalk
 Table 45. The effect of waste liming material produced by beet sugar factories on soil pH(H₂O)

Försöksled <i>Treatments</i>	Lönnstorp		Jordberga		Västraby		\bar{x}
	1973	1975	1973	1975	1973	1975	
Utan kalk/ <i>No lime/</i>	7,3	7,0	7,1	7,0	7,3	7,1	7,1
Kalkstensmjöl 4 ton/ha CaO <i>Finely ground limestone</i>	7,3	6,9	7,0	7,0	7,5	7,5	7,2
"- 16 "-	7,5	7,2	7,3	7,5	7,6	7,6	7,5
Osläckt kalk 4 "- <i>Quick lime</i>	7,6	6,8	7,9	7,5	7,7	7,5	7,5
"- 16 "-	8,4	7,3	8,8	7,8	8,0	7,7	8,0
Slamkalk 4 "- <i>Waste lime</i>	7,5	7,1	7,6	7,6	7,7	7,7	7,5
"- 16 "-	7,6	7,4	7,6	7,9	7,7	7,8	7,7

Tabell 47. Effekt av slamkalk på skördens storlek i jämförelse med kalkstensmjöl och osläckt kalk
 Skörd i kg/ha resp. rel. tal
Effect of waste lime produced by sugarbeet factories on field of different crops
 2. Västraby

Försöksled <i>Treatments</i>	1973 Korn kärna <i>Barley grain</i>	1974 Höstvete kärna <i>Winter wheat grain</i>	1975 Höstvete kärna <i>Winter wheat grain</i>	1976 Akerböna kärna <i>Broad bean grain</i>	1973-76 Medeltal <i>Mean values</i>
Utan kalk/ <i>No lime/</i>	4560	5320	2550	2870	100
Kalkstensmjöl 4 ton/ha CaO <i>Finely ground limestone</i>	82	82	125	96	96
"- 15 "-	85	101	134	108	107
Osläckt kalk 4 "- <i>Quick lime</i>	84	81	158	106	107
"- 16 "-	92	92	95	103	96
Slamkalk 4 "- <i>Waste lime</i>	83	82	187	101	113
"- 16	93	100	171	102	117

Tabell 48. Effekt av slamkalk på skördens storlek i jämförelse med kalkstensmjöl och bränd kalk. Skörd i kg/ha resp. rel.tal
 Table 48. The effect of waste liming material on yields compared with the effects of finely ground limestone and quick lime
 3. Jordberga

	1972 Sockerbeter Rötter <i>Sugar beets</i>	1973 Vårvete Kärna <i>Spring wheat Grain</i>	1974 Vårvete Kärna <i>Spring wheat Grain</i>	1975 Korn Kärna <i>Barley Grain</i>	1976 Höstvete Kärna <i>Winter wheat Grain</i>	1972-76 \bar{x}
Utan kalk/ <i>No lime</i>	41200	5310	5090	1830	5970	100
Kalkstensmjöl 4 ton /ha Cao <i>Finely ground limestone</i>	100	103	101	106	107	103
"- 16 "-	98	106	106	118	107	107
Osläckt kalk 4 "- <i>Quick lime</i>	102	107	109	114	104	107
"- 16 "-	100	114	105	104	109	106
Slamkalk 4 "- <i>Waste lime</i>	102	111	111	103	102	106
"- 16 "-	102	111	114	110	110	109

Tabell 49. Effekt av T-kalk på jordens pH(H₂O) i jämförelse med effekten av kalkstensmjöl och bränd kalk

Table 49. The effect of waste liming material produced by steel works on soil pH(H₂O)

Försöksled <i>Treatments</i>	Espesäter		
	1973	1976	\bar{x}
Utan kalk/ <i>No lime/</i>	6,9	6,9	6,9
Kalkstensmjöl 4 ton/ha CaO <i>Finely ground limestone</i>	7,0	7,2	7,1
"- 16 "-	7,3	7,4	7,4
Bränd kalk 4 "- <i>Quick lime</i>	7,1	7,3	7,2
"- 16 "-	7,6	7,6	7,6
T-kalk 4 "- <i>Waste lime</i>	7,2	7,3	7,3
"- 16 "-	7,5	7,5	7,5

Tabell 50. Effekt av T-kalk på skördens storlek i jämförelse med kalkstensmjöl och osläckt kalk, kg/ha resp. rel. tal

Table 50. Effect of waste liming material produced by steel works on the yield of different crops
1. Espesäter

		1974	1975	1976	1974-76
		Höstvete Kärna <i>Winter wheat, Grain</i>	Havre Kärna <i>Oats Grain</i>	Höstvete Kärna <i>Winter wheat Grain</i>	\bar{x}
Utan kalk/ <i>No lime/</i>		7770	1160	4910	100
Kalkstensmjöl 4 ton/ha CaO <i>Finely ground limestone</i>		103	122	116	114
"- 16 "-		100	141	94	112
Osläckt kalk 4 "- <i>Quick lime</i>		107	139	97	114
"- 16 "-		105	126	104	112
T-kalk 4 "- <i>Waste lime</i>		107	138	106	117
"- 16 "-		100	119	104	108

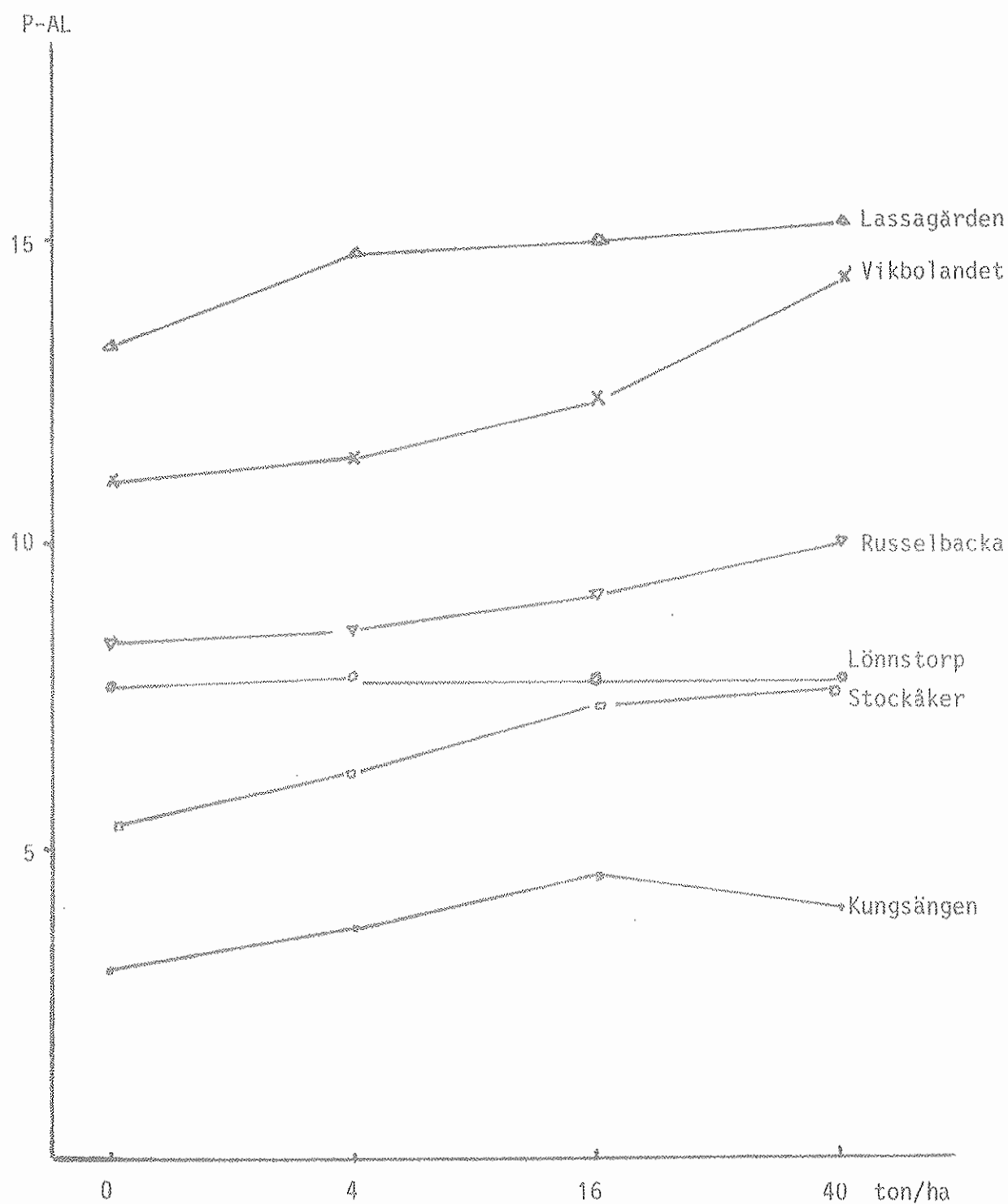


Fig. 1. Genomsnittlig kalkeffekt på jordens fosfortillstånd. Medeltal av samtliga kväve-, mangan- och fosfornivåer samt kalkslag. Jordprover uttagna 1979.

Fig. 1. Effect of lime on P-AL in the soils. Average of all nitrogen, manganese and phosphorus fertilizing levels

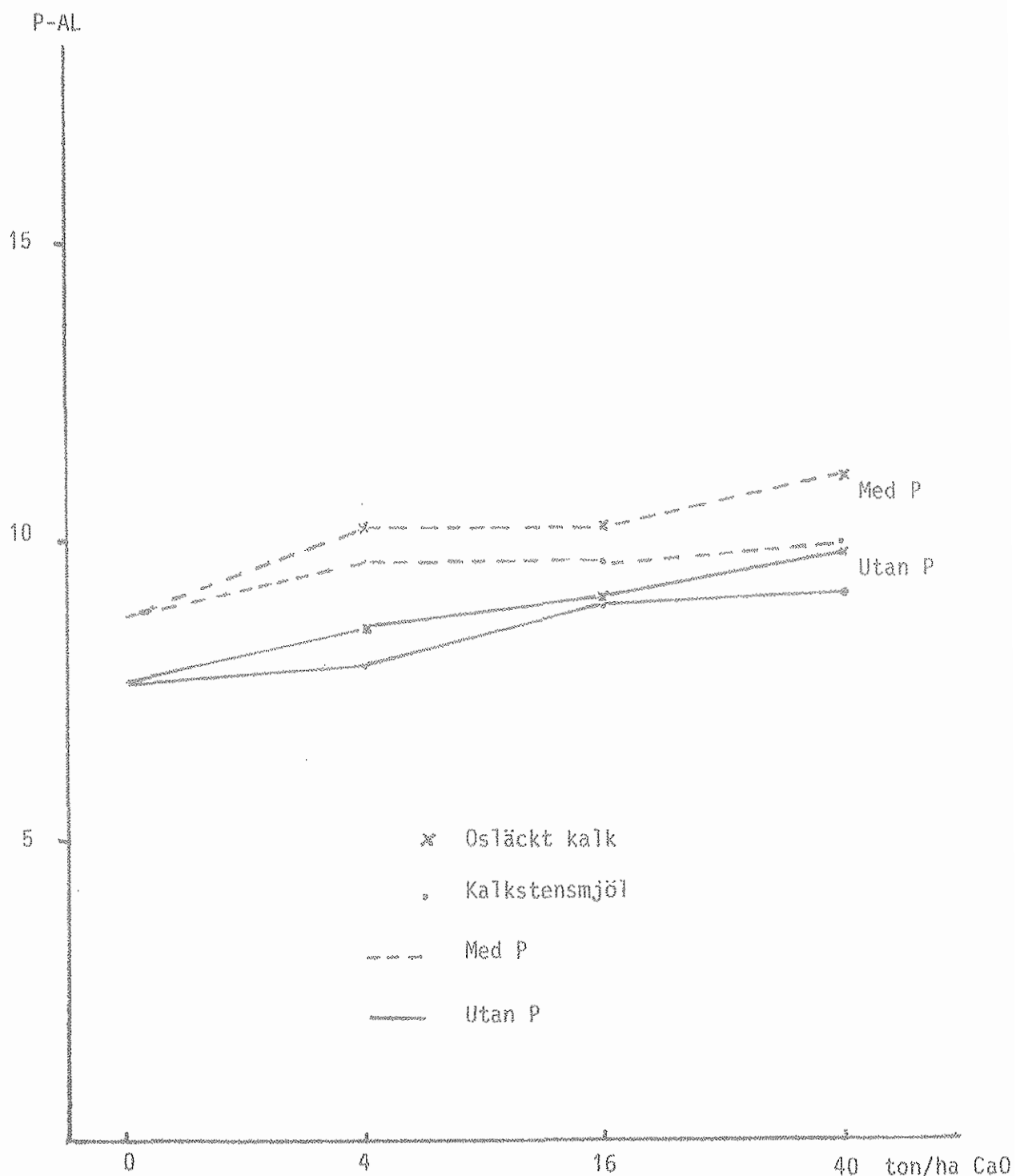


Fig. 2. Genomsnittlig effekt av årlig fosforgödsel (45 kg/ha P) och kalkslag på jordens fosfortillstånd. Medeltal av sex försöksplatser på samtliga kväve- och mangannivåer. Jordprover tagna 1979.

Fig. 2. Effect of yearly phosphorus fertilization (45 kg/ha P) on P-AL status in the soils. Average of six field experiments

B. KALKENS STRUKTUREFFEKTER

Effects of lime on soil structure

Kerstin Berglund och Lars Eriksson

KALKENS STRUKTUREFFEKTER

Effects of lime on soil structure

Kerstin Berglund och Lars Eriksson

SAMMANFATTNING

Vid avdelningen för hydroteknik har sedan mitten av 1960-talet bedrivits undersökningar rörande kalkens struktureffekter på jord. 1972 utlades i samarbete med försöksavdelningen för växtnäringslära en serie kalkförsök där kalkens inverkan på jordstrukturen var en delfrågeställning. Försöksserien avslutades 1982.

Kalkens inverkan på jordstrukturen har undersökts dels på laboratoriet, dels i fält. Jord från försöksplatserna togs in till laboratoriet och blandades med kalkstensmjöl respektive osläckt kalk. Mikroaggregatanalys utfördes sedan på denna laboratorieblandade jord vid tre tillfällen. Likaså har mikroaggregatanalys utförts på jord från de olika försöksleden i fältförsöken - fältblandad jord. Kalkens inverkan på jordstrukturen har dessutom registrerats i fältförsöken med hjälp av dragmotståndsmätningar.

Av mikroaggregatanalysen på den laboratorieblandade jorden framgår att den osläckta kalken påverkat jorden markant - ju större kalkgiva desto större aggregat. Motsvarande effekt av kalkstensmjöl har inte kunnat påvisas. Se tabell 2. - Mikroaggregatanalysen av den fältblandade jorden visar endast obetydliga effekter av kalktillförsel. Se tabell 3. - Dragmotståndsmätningarna tyder på struktureffekter av såväl kalkstensmjöl som osläckt kalk. För kalkstensmjölet är effekten på dragmotståndet oberoende av kalkgivans storlek, vilket är svårklarligt. För den osläckta kalken kan däremot noteras att dragmotståndet minskar med ökad kalkgiva. Se tabell 4.

KALKENS STRUKTUREFFEKTER

Vid avdelningen för hydroteknik bedrivs sedan mitten av 1960-talet undersökningar avseende kalkens struktureffekt på jord. Under de första åren bedrevs dessa undersökningar huvudsakligen som laboratoriestudier. Att i en större fältförsöksserie pröva de framkomna

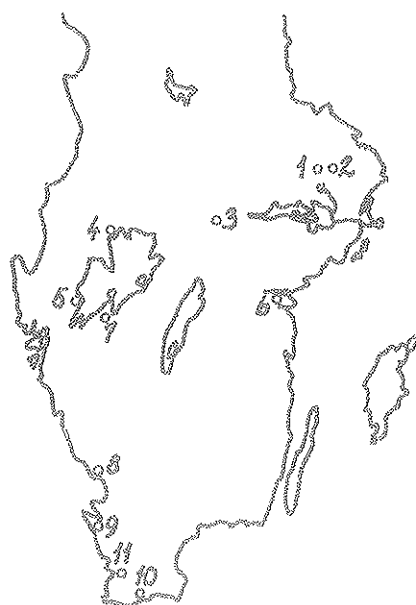
resultaten framstod som önskvärt. Försökstekniskt löstes uppgiften på så sätt att försöksavdelningarna för växtnäringslära respektive för hydroteknik tog upp kalkfrågor i en gemensam försöksserie, vari kalkens inverkan på jordstrukturen fick ingå som en delfrågeställning.

Tidigare undersökningar har bl.a. givit följande resultat. Vid tillsats av fri kalk (släckt eller osläckt kalk) till fuktig lerjord sker omgående en reaktion mellan kalken och leret. Denna reaktion kallas basutbyte och innebär att lerpartiklarnas (lerkolloidernas) ytor mättas med kalciumjoner. Följden blir en utflockning och aggregering av leret. Om det finns fri kalk i marken stabiliseras sedan de aggregat som bildats. Detta sker dels genom att karbonatbryggor uppstår mellan partiklarna (murbruksbildning) och dels genom att kittsubstanser bildas mellan partiklarna (puzzolanreaktion). Se vidare Berglund (1971). Eftersom fri kalk behövs för stabiliseringen av aggregaten, kan man förvänta att kalkstensmjöl (kolsyre bunden kalk) har mindre effekt på markstrukturen än vad t.ex. osläckt kalk har.

För att belysa skillnader i olika kalkningsmedels effekter på jordstruktur och grödor utlades sålunda år 1972 en serie försök, i vilka effekterna av fri kalk (osläckt eller släckt kalk) och kolsyre bunden kalk (kalkstensmjöl) har jämförts. Försöken har följts under en tioårsperiod genom avkastningsbestämning och direkta strukturstudier.

Försöksplatser

Försöksplatserna som ingår i undersökningen är listade i följande förteckning. För varje försöksplats redovisas lerhalten i matjorden och alven samt mullhalten i matjorden. För mer detaljerade uppgifter om de olika försöksplatserna hänvisas till Berglund (1977).



<u>Försöksplats</u> <i>Experiment site</i>	Lerhalt (vikts-%) <i>Clay % (weight basis)</i>	Mullhalt (vikts-%) <i>Organic matter % (weight basis)</i>
1. Brunna	matj: 38 alv: 44	1
2. Ultuna	matj: 51 alv: 50	3
3. Åbyhammar	matj: 42 alv: 63	2
4. Stockåker	matj: 30 alv: 38	2
5. Espesäter	matj: 24 alv: 35	3
6. Häradsammar	matj: 66 alv: 71	7
7. Russelbacka	matj: 39 alv: 62	2
8. Lassagård	matj: 38 alv: 59	5
9. Västraby	matj: 21 alv: 56	3
10. Jordberga	matj: 23 alv: 28	3
11. Lönnstorp	matj: 14 alv: 15	3

Figur 1. Försöksplatsernas lägen.

Figure 1. Location of the experiment sites. (matj = topsoil, alv = subsoil).

Metodik

Fältförsöken lades ut 1972. De olika försöksleden tillfördes osläckt kalk respektive kalkstensmjöl motsvarande 0, 4, 16 och 40 ton CaO/ha.

De fysikaliska effekterna studerades dels med mikroaggregatanalyser, dels med dragmotståndsmätningar i fält. Mikroaggregatanalysen utfördes både i samband med laboratorietest, där jord från försöksplatserna blandades med kalk på laboratoriet, och på jordprover från fältförsökens olika försöksled.

En översikt över de utförda arbetena ges i tabell 1.

Tabell 1. Tidpunkter för laboratorietest, analys av jord från fältförsökens olika led samt dragmotståndsmätningar.

Table 1. Point of time for analyses of laboratory mixed soil, analyses of field mixed soil and tensile resistance measurements.

Försöksplats <i>Experiment site</i>	Laboratorie- test			Analys av jord från fältförsöken			Dragmotståndsmätningar					
	<i>Laboratory test</i>			<i>Analyses of field mixed soil</i>			<i>Tensile resistance measurements</i>					
	72	74	82	73	79	82	73	74	75	76	78	82
Brunna	x	x	x	x		x	x					x
Ultuna	x	x	x			x		x	x			x
Åbyhammar	x	x	x	x		x	x	x	x			x
Stockåker	x	x	x	x	x	x	x	x	x		x	x
Epsäter	x	x	x			x		x	x			x
Häradshammar	x		x	x	x	x		x	x			x
Ruselbacka	x	x	x			x	x		x			x
Lassagård	x			x	x	x			x			x
Västraby	x			x		x		x	x			x
Jordberga		x		x		x					x	x
Lönnstorp				x	x	x					x	x

Mikroaggregatanalys av laboratorieblandade prov

I samband med utläggningen av fältförsöken uttogs större jordprover (c:a 150 kg) för laboratorietester. Dessa tester utfördes enligt följande.

1. På laboratoriet blandades för varje försöksled 10 kg fuktig matjord från de tilltänkta försöksplatserna med släckt kalk respektive kalkstensmjöl i mängder motsvarande 0, 0,15, 0,6, 1,5 och 5 % av jordvikten. Detta motsvaras av fältgivorna 0, 4, 16, 40 och 135 ton CaO/ha.
2. Jordproverna förvarades i rumstemperatur i en vecka.
3. Därefter utfördes en mikroaggregatanalys.
4. De jordblandningar som laboratorietestet utfördes på förvarades sedan utomhus c:a ett år. De kom på så sätt att påverkas av bland annat tjälning. Därefter fick proverna stå under skärmtak i två månader för att torka innan en ny mikroaggregatanalys utfördes.
5. Proverna förvarades därefter under skärmtak till år 1982, då en sista mikroaggregatanalys gjordes.

Vid mikroaggregatanalysen skakas 20 g jord i två timmar med 1000 ml destillerat vatten. Efter detta våtsiktas jorden och delas upp i fraktioner som torkas vid 105 grader C. Fraktionerna är <0,06 mm; 0,06-0,2 mm; 0,2-0,6 mm; 0,6-2 mm och >2 mm. Efter torkningen väges fraktionerna och medelaggregatdiametern beräknas enligt följande formel:

$$d_h = \frac{1}{100} \sum_{i=1}^m n_i d_i \quad (\text{efter Andersson, 1955})$$

där d_h = medelaggregatdiametern (cm), n_i = mängden material i den i:te fraktionen, d_i = medelaggregatdiametern (cm) i den i:te fraktionen och m = antalet fraktioner.

Erfarenhetsmässigt vet man att en ökad medelaggregatdiameter innebär att jordens struktur har förbättrats.

Mikroaggregatanalys av jord från fältförsökens olika försöksled (fältblandad jord)

Ett år efter det att fältförsöken anlagts uttogs jordprover för mikroaggregatanalys från de olika försöksleden på försöksplatserna. I några försök upprepades detta efter ytterligare sex år. Förnyad provtagning och analys gjordes 1982 i samband med att försöksserien avslutades.

Dragmotståndsmätningar

Hos en och samma jord, exempelvis en lerjord, påverkas dragmotståndet av strukturen på så vis att det behövs större kraft att föra fram t.ex. en harvbill i en kompakt jord än i en grymig jord som lätt faller sönder. I försöket skulle alltså ett lägre dragmotstånd för ett visst led vara en indikation på att strukturen där är gynnsammare.

Dragmotståndsmätningarna, som är ett sätt att få ett indirekt mått på jordens strukturtillstånd, utfördes med en traktorburna gåsfotbill som drogs genom jorden med en hastighet av c:a 2 km/h. Billen hölls på c:a 15 cm djup. Jordmotståndet mättes med en dynamometer och mätvärdena överfördes via en skrivare till en pappersremsa.

Även andra faktorer än jordstrukturen påverkar emellertid dragmotståndet. En sådan faktor är vattenhalten. I lerjordar kan t.ex. en ökad vattenhalt ge ett minskat dragmotstånd genom att vattnet fungerar som smörjmedel mellan jordpartiklarna. I mo- och mjälajordar är däremot skillnaderna inte så stora mellan de dragmotstånd som uppträder vid torra och de dragmotstånd som uppträder vid fuktiga förhållanden.

Statistisk behandling av resultaten

Medelaggregatdiametern och dragmotståndet har beräknats försöksledsvis för de olika kalkgivorna. Dessutom har variansanalys genomförts på delar av resultaten från fältförsöket. Den använda modellen tar hänsyn till skillnader mellan försöksplatser, olika block på samma försöksplats, olika behandlingar samt eventuella samspelseffekter mellan behandling och försöksplats. Beräkningarna genomfördes dels för varje provtagningsår och dels för hela försöksperioden.

Resultat

Laboratorietest. Ett första laborietest utfördes 1972 i samband med utläggningen av försöken. Vid detta tillfälle utfördes mikroaggregatanalys endast på obehandlad jord och på jord som behandlats med osläckt kalk. Analysen gjordes en vecka efter inblandningen av osläckt kalk. Utslaget är markant. Av erfarenhet vet man att det inte är meningsfullt att utföra mikroaggregatanalys så kort tid som en vecka efter inblandningen av kalkstensmjöl. Reaktionen mellan jord och kalkstensmjöl är alltför långsam.

I laborietestet utfört 1974 framkommer en klar skillnad mellan de olika kalkslagen liksom vid testet 1982. Effekten av kalkstensmjölet har varit obetydlig. Den osläckta kalken däremot visar vid stora givor en klart positiv effekt på aggregatstorleken. Denna effekt har dock minskat med tiden. Se tabell 2.

Tabell 2. Laborietetest. Medelvärden för mikroaggregatdiametern vid testen 1972, 1974 och 1982. Jord och kalk blandade på laboriet 1972.

Table 2. Laboratory mixed soil. Mean values for the microaggregate diameter at the tests in 1972, 1974 and 1982. Soil and lime were mixed in the laboratory in 1972.

		Behandling Treatment									
		Kalkstensmjöl (ton CaO/ha) <i>Limestone meal</i>				Osläckt kalk (ton CaO/ha) <i>Unslaked lime</i>					
		Obehandlad <i>No treatment</i>				Obehandlad <i>No treatment</i>					
		4	16	40	135	4	16	40	135		
Medel	1972	-	-	-	-	-	0,12	0,13	0,17	0,22	0,59
aggregat-	1974	0,20	0,20	0,20	0,21	0,19	0,21	0,22	0,26	0,30	0,48
diameter	1982	0,12	0,12	0,13	0,13	0,12	0,12	0,12	0,14	0,20	0,45
(mm)											
Mean											
aggregate											
diameter											

Mikroaggregatanalysen på jord från de olika försöksleden (fältblandad jord) visar inga nämnvärda skillnader. Endast den största givan av osläckt kalk har haft någon märkbar inverkan på mikroaggregatstorleken. Se tabell 3.

Den uteblivna effekten av den osläckta kalken på mikroaggregatstorleken i fältblandad jord är svår att förklara, eftersom tydliga effekter kan utläsas såväl från laborietetestet som från dragmotståndsmätningen.

Tabell 3. Medelvärden på mikroaggregatdiametern på jord från de olika försöksleden i fältförsöken. Värden markerade med * skiljer sig signifikant från värden för obehandlade led. Signifikansnivån är 5 %.

Table 3. Mean values of the microaggregate diameter for field mixed soil. Values marked with * are statistically discernible from samples with no treatment. 5 % significance level.

	År Year (antal paral- leller) Number of paral- lells	Obe- hand- lad No treat- ment	Behandling Treatment					
			Kalkstensmjöl (ton CaO/ha) Limestone meal			Osläckt kalk (ton CaO/ha) Unslaked lime		
			4	16	40	4	16	40
Medel- aggregat- diameter (mm)	1973 (32)	0,18	0,17	0,19	0,17	0,19	0,20	0,24*
	1979 (15)	0,25	0,26	0,28	0,26	0,25	0,27	0,26
Mean aggregate diameter	1982 (44)	0,17	0,17	0,17	0,16	0,17	0,18	0,17
	m-tal mean (91)	0,19	0,19	0,19	0,18	0,19	0,20	0,21*

Dragmotståndsmätningarna visar signifikativa positiva utslag för både kalkstensmjöl och osläckt kalk. Vad kalkstensmjölet beträffar har utslaget varit oberoende av storleken på kalkgivan, vilket är svårförklarligt. För den osläckta kalken ökar effekten med stigande givor. Se tabell 4.

Tabell 4. Inverkan på dragmotståndet av stigande givor kalkstensmjöl respektive osläckt kalk. Värden markerade med * skiljer sig signifikant från värden för obehandlade led. Signifikansnivån är 5 %.

Table 4. The effects on the tensile resistance by increasing amounts of limestone meal and unslaked lime. Values marked with * are statistically discernible from samples with no treatment. 5 % significance level.

	År Year (antal paral- teller) Number of paral- tells	Obe- hand- lad No treat- ment	Behandling Treatment					
			Kalkstensmjöl (ton CaO/ha) Limestone meal			Osläckt kalk (ton CaO/ha) Unslaked lime		
			4	16	40	4	16	40
Drag- mot- stånd (kN) Tensile resistance	1973 (16)	76	69	67*	65*	69	53*	50*
	1974 (28)	46	43	42*	41*	46	40*	38*
	1975 (32)	64	58*	59*	59	62	54*	48*
	1976 (8)	79	76	83	78	78	76	73
	1978 (4)	44	36	41	48	38	34	42
	1982 (43)	54	46*	45*	44*	47*	44*	42*
	m-tal mean (131- 132)	58	52*	52*	52*	55*	48*	46*

Diskussion

Laboratorieundersökningen visar att det föreligger en klar skillnad mellan den osläckta kalken och kalkstensmjölet ifråga om effekten på lerstrukturen. Enligt denna undersökning har den osläckta kalken klart påverkat aggregatstrukturen - större och stabilare aggregat ju högre kalkgivan är. Jorden har med andra ord blivit grynigare och mera lättbrukad. Effekten har blivit bestående under hela försökstiden. Någon motsvarande effekt av kalkstensmjölet har inte registrerats.

Mikroaggregatanalys på jord från fältförsökens olika försöksled har givit inga eller obetydliga utslag. I 1973 års analysresultat kan iakttas en liten effekt av den osläckta kalken. Resultaten från senare utförda mikroaggregatanalysen visar inga effekter vare sig av kalkstensmjölet eller av den osläckta kalken.

Skillnaderna i struktureffekt på laboratoriejorden och jorden från fältförsöken kan ha flera förklaringar. Jordarna har till exempel varit utsatta för helt olika förhållanden under tioårsperioden. Jorden i fältförsöket har påverkats av väder och vind samt av jordbearbetning. Därtill kommer att den har varit bevuxen. I laboratorieförsöket däremot har jorden varken varit bevuxen eller ältats under försöksperioden. Den har dessutom varit helt uttorkad under en stor del av försökstiden, vilket lett till att den biologiska aktiviteten varit låg. Vid några tillfällen har vatten tillförts men detta har inte kunnat rinna av eftersom förvaringskärlen haft täta bottenar. Någon urlakning har därför inte kunnat ske. Inblandningen av kalk i fält har varit ofullständig, jämfört med vad som kan uppnås i laboratoriet.

Dragmotståndsmätningen i fältförsöken har givit klara, positiva utslag för båda kalkslagen. Beträffande kalkstensmjölet är utslagen svårtolkade eftersom samtliga givror har givit lika stort utslag på dragmotståndet. För den osläckta kalken gäller att minskningen i dragmotstånd blir större ju större kalkgivan är.

I laboratorieundersökningen är det framför allt de högsta givorna av osläckt kalk, motsvarande 40 ton respektive 135 ton CaO/ha, som givit klara utslag. Dessa givror som motsvarar 0,8 respektive 3 procent av matjordens torrsvikt, ligger i nivå med de mängder kalk som tillförs en lerjord som strukturstabiliseras vid vägbyggnad. I vägbyggnadssammanhang strävar man efter att mätta lerkolloiderna med kalciumjoner för att få maximal hållfasthetsökning. Detta innebär givror av osläckt kalk som motsvarar mellan 3 och 7 procent av jordens torrsvikt, beroende på lerhalten (Ballantine & Rossouw, 1972).

De resultat som framkommit i dessa försök och undersökningar stämmer alltså tämligen väl med de erfarenheter beträffande olikheterna i de olika kalkslagets struktureffekt som redovisats av Berglund (1971 och 1977).

SUMMARY

Investigations into the effects of lime on soil structure have been carried out at the Division of Agricultural Hydrotechnics since the mid-1960's. In 1972 a series of liming experiments was started in cooperation with the Div. of Soil Fertility, where one of the questions studied concerned the influence of lime on the soil structure.

The influence of lime on the soil structure has been studied both in the laboratory and in the field. Soil samples from the various experiment sites were taken to the laboratory and mixed with limestone meal or unslaked lime. Microaggregate analyses were then performed on these laboratory-mixed soils on three occasions. Similarly, microaggregate analyses were performed on soil samples taken from three different treatments in the field experiments (field-mixed soil). The influence of lime on the structure of the soil was also registered in field experiments using measurements of the tensile resistance.

The microaggregate analyses of the laboratory-mixed soil showed that the unslaked lime had a considerable effect on the structure, the aggregate size (in mm) increasing with the amount of lime supplied. No corresponding effect of limestone meal could be found (see table 2). The microaggregate analysis of the field-mixed soil revealed only minor effects (see table 3). The measurements of tensile resistance (in kN) revealed effects on the soil structure of both limestone meal and unslaked lime. As regards limestone meal, the effect on the tensile resistance is similar for all doses, which is difficult to explain. In the case of unslaked lime, the tensile resistance of the soil decreased with increasing doses (see table 4).

REFERENSER

- Andersson, S. 1955. Markfysikaliska undersökningar i odlad jord. VIII. En experimentell metod. Grundförbättring 8: Specialnummer 2.
- Ballantine, R.W. och Rossouw, A. 1972. Lime stabilisation of soils. The Northern Lime Company, Johannesburg.
- Berglund, G. 1971. Kalkens inverkan på markens struktur. Grundförbättring 24:2, s. 81-93.

Berglund, G. 1977. Mikroaggregatanalysen som testmetod vid strukturalternativ. Lantbrukshögskolan, Uppsala. Avdelningen för Lantbrukets hydroteknik. Stenciltryck 102. 113 s.

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 proteinlagringens dynamik vid kärnbildningen hos vörvete.
108	1976	Kalju Valdmaa och Ulrich Schoeps: Omsättning av hus-hållssopor 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 "Bioloo".
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 höstvete. <i>Nitrogen dressing in the autumn for winter wheat.</i>
117	1979	Gyula Simán: De permanenta kalkningsförsöken under 1962-1977 a) Markkemiska undersökningar och skörderesultat. <i>Long-term liming experiments 1962-1977</i> <i>a) Soil analyses and yield responses.</i>
118	1979	Subrata Ghoshal: Slampelletts som växtnäringskälla 1. Utvärderingsförsök (1976-1978) <i>Sludge-pellets as a plant nutrient source</i> <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. <i>Mineral nitrogen supply in profiles of soils cropped with sugar beets and barley.</i> <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. <i>Subsoil sampling with the "Ultuna Core Sampler".</i>
121	1979	Lennart Mattsson: Kväveintensitet vid olika markbördighet. Jordanalydata vid försöksstarten. <i>Nitrogen intensities at different soil fertilities.</i> <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. <i>Nitrogen fertilizer recommendations based on determination of mineral nitrogen in soils.</i> <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. <i>Impact of winterclimate 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. <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.
<i>Mineral nitrogen in cultivated soils in the Swedish provinces of Halland and Uppland.</i> |
| 126 | 1980 | Gyula Simán och Harry Linnér: Styrning av stråsädesgrödans kärnavkastning och proteinhalt genom kvävegödsling efter växtanalys och genom bevattning.
<i>Control of yield and protein in cereals by nitrogen fertilisation based on plant analysis and by irrigation.</i> |
| 127 | 1980 | Karl Olof Nilsson: Skördeutveckling och omsättning av organisk substans vid användning av olika kvävegödselmedel och organiska material. Undersökningar i ett ramförsök under 20 år.
<i>Development in harvest and conversion of organic matter when using different nitrogen fertilizers and organic materials. Studies in a small-plot field trial during 20 years.</i> |
| 128 | 1980 | Jan Persson: Detaljstudium av den organiska substansens omsättning i ett fastliggande ramförsök.
<i>Detailed investigations of the soil organic matter in a long term frame trial.</i> |
| 129 | 1980 | Janne Eriksson, avd för lantbrukets hydroteknik: Inverkan på markstrukturen av olika kvävegödselmedel och organiska material.
<i>The influence on soil structure of different nitrogen fertilizers and organic materials.</i> |
| 130 | 1980 | Lennart Mattsson och Hils Brink: Gödslingsprognoser för kväve.
<i>Fertilizer forecasts.</i> |
| 131 | 1980 | Magnus Hahlin, Lennart Johansson och Lars Gunnar Nilsson: Kaliumgödslingseffektens beroende av balansen mellan kalium och magnesium. I. Kärnförsök.
<i>Effects of potassium fertilization depending on the balance between potassium and magnesium. I. Pot experiments.</i> |
| 132 | 1981 | Börje Lindén: Ammonium- och nitratkvävet rörelser och fördelning i marken. I. Litteraturoversikt.
<i>Movement and distribution of ammonium- and nitrate-N in the soil. I. Literature review.</i> |
| 133 | 1981 | Peder Waern: Spridningstidpunkt och tillförselsätt för flytande kvävegödselmedel till stråsäd.
<i>Time and method of application of nitrogen solutions for cereals.</i> |

Nr	År	
134	1981	Lennart Mattsson: Gödslingsystem. <i>Fertilizing systems.</i>
135	1981	Lennart Mattsson och Johan Biärsjö: Kvävegödsling till korn. <i>Nitrogen fertilization to barley.</i>
136	1981	Karl Olof Nilsson: Allsidig växtnäringstillförsel. <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. <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. <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. <i>Fertilizer forecasts and the nitrogen supply of the crop.</i>
140	1982	Peder Waern: Höst- och vårspridning av kväve till höstvetete. <i>Autumn and spring application of nitrogen to winter wheat.</i>
141	1982	Lars Eric Andersson: Utrustning för jordprovtagning i markprofilen. <i>Equipment for soil sampling in the profile.</i>
142	1982	Lars Gunnar Nilsson: Borgödsling - små givor, kalktillstånd och till olika grödor. <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. <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 underhållsrekning. <i>Regional needs of maintenance planning.</i>
145	1982	Börje Lindén: Ammonium- och nitratkvävet's rörelser och fördelning i marken. IV. Inverkan av gödslingssätt 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	Under tryckning
148	1982	Gyula Simán, Kerstin Berglund och Lars Eriksson: Effekt av stora kalkgivor på jordens struktur, växt-näringshushållning och skördens storlek. <i>Effect of large lime quantities on soil structure, nutrient balance and yield of the crops.</i>

