

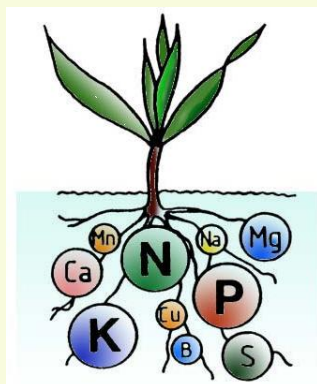


Sveriges lantbruksuniversitet

Geologiskt ursprung och kornstorlek avgör kalkeffekten

*Origin and size fractions of lime products
determine the liming effect*

Lennart Mattsson



Institutionen för mark och miljö
Department of Soil and Environment

Rapport 5
Report

Växtnäring *Plant nutrition*
Swedish University of Agricultural Sciences

Uppsala 2010
ISBN 978-91-86197-81-0

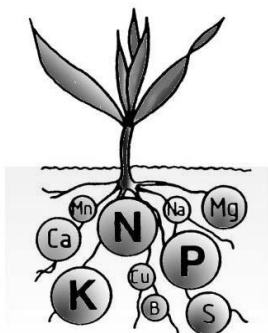


Sveriges lantbruksuniversitet

Geologiskt ursprung och kornstorlek avgör kalkeffekten

*Origin and size fractions of lime products
determine the liming effect*

Lennart Mattsson



Institutionen för mark och miljö
Department of Soil and Environment

Rapport 5
Report

Växtnäring *Plant nutrition*
Swedish University of Agricultural Sciences

Uppsala 2010
ISBN 978-91-86197-81-0

Förord

I ett samarbete mellan SLU:s institution för mark och miljö, de regionala försöksorganisationerna, Svenska Kalkföreningen och kalkleverantörer genomfördes föreliggande projekt. Framlidne forskningsledare Käll Carlgren vid SLU:s dåvarande institution för markvetenskap svarade för planering och samordning av försöksseriens tillkomst. Detta var 1999.

SLU har ansvarat för resultatinsamling och resultatbearbetning tillsammans med de regionala försöksorganisationerna. De senare har utfört och bekostat fältarbetet. Kalkföreningen har finansierat analyskostnaderna och tillsammans med Stiftelsen Lantbruksforskning också finansierat slutredovisningen av hela projektet.

Uppsala maj 2010

Lennart Mattsson

Innehållsförteckning

Abstract	5
Sammanfattning	6
Inledning	7
Kalkvärdet	7
Kalkningsteori.....	8
Syror och baser	8
Kationbyteskapacitet och basmättnad	9
pH-värdet	9
Lösligt aluminium i marken	10
En jord buffrar mot pH-förändringar.....	10
Basmättnadsgrad på 70% gynnsammast.....	10
Kalkningsmedel	10
Material och metoder	11
Försöksleden – principiella val av produkter	12
Försöksplatserna	13
Kalkgivornas storlek.....	14
Genomförande, provtagning, analyser.....	14
Materialets redovisning	15
Statistisk analys	16
Resultat	17
Hårda, mjuka, finmalda, krossade produkter.....	17
Jordanalysdata	17
Utveckling över tid för basmättnadsgrad, utbytbara baser och pH... ..	19
Skördedata.....	24
Delgivor eller hela kalkgivan	25
Analysresultatens säkerhet	27
Kalkbehovsbestämning med Al-AS	30
Strukturkalkning	31
Diskussion.....	32
Ekonomiskt stöd	35
Referenser	35
Bilagor	37

Abstract

In an eight-year investigation lime-products were compared. Field experiments were started on 16 sites distributed from north to south in Sweden. Product property hardness depending on geological origin of the raw material was compared in two groups, soft and hard. Also particle size and particle size distribution in the products were studied. Two classes were used, fine graded (<1 mm) and coarse graded (<3 mm) material, respectively. Ordinary commercial products were used.

The experimental plan was designed to give treatments with a predetermined base saturation (BS). The obtained BS values were compared in the groups hard/soft and fine/coarse, respectively. Treatments showing effects of dosage of lime over time were also included.

Tested factors *i.e.* hard/soft and fine/coarse increased BS clearly and decisively. Soft products resulted in higher BS than hard products and fine graded products increased BS more than coarse graded ones. Similar results were observed for pH-values as well. Reactive soluble Al determined with ammonium-sulphate extraction correlated well with the lime applications. Liming lowered these Al-values.

The effect on BS was the highest the 2nd year after lime application. Later the effect declined. Eight years after lime application treatments with consecutive minor rates the first 4 years were superior concerning BS to treatments with full rate the first year and then nothing. On average for the last 4 years over the 8-year period the split application treatment resulted in higher BS than the single rate treatment.

A five to seven percent yield increase in cereals in limed treatments was observed. The higher figure was valid for spring cereals. The yield increase was measured as a mean for the first 4 years. Averaged over the last 4 years of the 8-year period there were no yield increases measured.

Sammanfattning

För att studera hur branschnormen Kalkvärde fungerar under fältförhållanden genomfördes en åttaårig försöksserie med ett stort antal kalkprodukter. Avgörande för kalkeffekten är produkternas geologiska ursprung och deras kornstorleksfördelning. Dessa egenskaper sammanfattas i Kalkvärdet. Försöken startades på 16 platser. Alla kom dock inte att fullföljas hela den planerade försöksperioden. Olika former av mjöl och kross av kalksten och dolomit jämfördes. Dessutom ingick också sockerbrukskalk, M-kalk och s.k. Kalkfiller. Alla produkter var kommersiella.

Försöksplanens kalkgivor beräknades så att en avsedd basmättnadsgrad skulle uppnås. Den uppnådda basmättnadsgraden jämfördes sedan mellan mjuka respektive hårda produkter och mellan finmalda respektive krossade. Försöksplanen medgav också att stora engångsgivor kunde jämföras med årliga delgivor.

Resultaten visade att mjuka kalkprodukter är mer reaktiva än hårda och att samma förhållande råder mellan finmalda och krossade produkter. Detta är också vad kalkvärdet baseras på. Tydligast var detta när basmättnadsgraden studerades, men det kunde också konstateras för pH, basmättnad och lösligt aluminium, Al-AS. Generellt var kalkeffekten tydlig och statistiskt säker för dessa parametrar.

Kalkning påverkar också skördarna. Fem till sju procents skördeökning efter kalkning uppmättes i genomsnitt. Denna skördeökning noterades för de fyra första åren efter kalkning. Under de följande fyra åren klingade skördeökningarna av. Detsamma gällde även för basmättnadsgraden.

I stort sett byggde årliga mindre kalkgivor upp basmättnadsgraden till ungefär samma nivå som en stor engångsgiva. Men i medeltal för de fyra sista åren låg basmättnadsgraden högst för de årliga givorna. Ekonomi och särskilda önskemål avgör vilken strategi som ska användas. Försöken visar att båda fungerar.

Inledning

Att kalka jordbruksmark är en viktig och välkänd grundförbättrande åtgärd. Kalkning påverkar växttillgängligheten i positiv riktning för många näringsämnen, men också i negativ riktning för några. Miljön för stora grupper markmikrober gynnas också av kalkning. Att avgöra om kalkning behövs eller inte är relativt enkelt. Betydligt svårare är det att avgöra hur stor givan ska vara och vilken kalkprodukt som passar bäst. Frågor som i varierande grad varit aktuella under stora delar av 1900-talet.

I sammanställningar för lokal försöksverksamhet 1921-1923 (Feilitzen 1923) beskrivs och diskuteras ingående hur kalkbehovet ska bestämmas och vilka givor som rekommenderas (sid 129-134 för M-läns jordar). Jansson (1948) beskriver hur viktigt ett gott kalktillstånd är för en god omsättning av humussubstanser och riktig humusbildning. Många kalkningsförsök har utförts under årens lopp med mer eller mindre tydligt syfte att bestämma korrekt giva ([Haak & Simán 1992](#); [Haak & Simán 1997](#)). Flera äldre kalkförsök pågår för övrigt fortfarande. Dit hör inte minst [kalk-fosfor-försöken](#) på Lanna, som är de äldsta i gång varande växt-näringsförsöken i Sverige

Under större delen av 1900-talet har kalkprodukternas effektivitet diskuterats. Råvarans ursprung och finfördelningsgrad är avgörande egenskaper. Detta konstaterade bl.a. Ohlsson & Torstensson (1956). De och senare Persson (1985) och Bertilsson & Persson (1985) jämförde omsättningshastighet i olika storleksfraktioner från olika råvaror.

Ett hårt utgångsmaterial ger en långsamt verkande kalkprodukt jämfört med ett mjukare material. Likaså ger ett grovmalet material en långsammare effekt än ett finkornigt. Förutsättningarna avgör när den ena eller andra egenskapen är mest önskvärd. För att göra ett korrekt val behövs objektiva mått och jämförelser. En norm för detta introducerades av branschen i slutet av 1990-talet, det s.k. Kalkvärdet.

Kalkvärdet

Kalkvärdet för en produkt grundar sig på laboratorietester (Erstad 1992). Värdet anger hur stor del av kalkens effekt som erhålles efter ett år respektive hur stor del som erhålles efter fem år. Ett exempel: En kalkprodukts kalkvärde anges som 27/37. Det innebär att det första skördeåret efter kalkning kan en effekt motsva-

rande 27% av dess CaO-verkan förväntas och efter fem år en effekt motsvarande 37% CaO. Om produkten ifråga har deklarerats med 49% CaO-verkan så innebär det att lite drygt hälften verkar första året och att en stor del av kalken löses ut och verkar under de kommande fyra åren. Men vi ser också att inte ens efter fem år har hela produktens kalkverkan kommit till nytta. Det återstår drygt 10 procentenheter som antas verka på längre sikt än 5 år.

Kalkvärdet är ett hjälpmedel för att jämföra produkter med avseende på pris och effekt. Önskas full effekt första året med produkten i exemplet ovan blir kalkgivan $100/27=3,7$ gånger kalkbehovet. Men om full effekt accepteras efter 5 år blir den erforderliga kalkgivan 2,7 gånger kalkbehovet. Dvs. en lägre giva kommer ifråga.

Genom att jämföra produktpris och kalkvärden underlättas valet av kalkprodukt. För att validera begreppet Kalkvärde under fältförhållanden kom föreliggande fältförsöksserie till stånd. Men först en kort beskrivning av teorin bakom kalkning av jordbruksmark.

Kalkningsteori

Syror och baser

I en jord bildas och förbrukas syror och baser. Det vanligaste använda måttet på förhållandet mellan syror och baser är pH-värdet. När jämvikt råder är pH-värdet 7,0. Ökar andelen syror sjunker pH, ökar andelen baser ökar pH.

En jords surhet eller aciditet, hänger bl.a. samman med kolloidernas egenskaper. Kolloidyterna har negativa laddningar som attraherar positivt laddade joner. Dit hör bl.a. baskatjonerna främst Ca, Mg, K och Na. De ersätts eller förträngs lätt av H^+ -joner. Finns Al^{3+} -joner i lösningen tränger dessa också ut baskatjonerna. Ju fler H^+ - och Al^{3+} -joner som ersätter baskatjonerna desto surare reaktion mäter vi upp för jorden. Med sur nederbörd och med avrinning, med upptag och bortförsl med skörden av baskatjoner och genom inverkan av CO_2 från rötters och mikroorganismers processer sker också en försurning.

Tillförs baskatjoner till marksystemet kommer å andra sidan en del av H^+ - och Al^{3+} -jonerna bundna på kolloiderna att förträngas. Sker tillförseln med ett kalkningsmedel kommer de förträngda surt verkande jonerna framför allt H^+ att neutraliseras. Resultatet blir en mätbar pH-höjning hos jorden.

Observera att baskatjoner också kan tillföras med produkter, som inte har kalkverkan och som därför inte ger pH-höjning. Kalciumsulfat, gips, är ett bra exempel. Här tillförs Ca, som förtränger av H^+ -jonerna från kolloidytorna, men det saknas en negativt laddad jon som kan neutralisera de förträngda H^+ -jonerna.. Den tillförda sulfatjonen har inte den egenskapen. Tvärtom kommer i stället koncentrationen H^+ -joner i marklösningen att öka. Vi får en pH-sänkning – en utbytesaciditet.

Tillförs Ca i form av kalciumhydroxid ($Ca(OH)_2$) dvs. släckt kalk, får vi däremot en kalkningseffekt. Hydroxidjonen (OH^-) är ju en stark bas, som neutraliserar de förträngda H^+ -jonerna. Koncentrationen av H^+ -joner minskar och pH-värdet stiger.

Katjonbyteskapacitet och basmättnad

Katjonbyteskapaciteten (T) är ett kvantitetsmått, som anger en jords maximala förmåga att binda positivt laddade joner, katjoner. CEC används numera ofta som beteckning för katjonbyteskapaciteten. Det är främst jordens ler- och mullhalt som bestämmer T-värdet. Detta ökar snabbt när ler- och/eller mullhalten ökar. Basmättnaden (S) är också ett kvantitetsmått. Det anger den aktuella mängden bundna baskatjoner. Både T- och S-värdet anges numera i cmol (centimol) per kg luft torr jord. Den valda enheten innebär att värdena är numeriskt lika med den tidigare enheten milliekvivalenter per 100 g jord.

I svensk åkermark utgörs baskatjonerna främst av Ca, Mg, K och Na. H^+ och Al^{3+} är också katjoner men tillhör inte baskatjonerna. Ofta uttrycks S som procent av T och ger då basmättnadsgraden, V%. T-värdet är en karakteristisk konstant som i princip inte förändras för en given jord. S-värdet däremot är föränderligt.

pH-värdet

En jords pH-värde säger något om den aktuella jordens H^+ -koncentration men pH-värdet ensamt ger ingen information om hur stor kalkgivan ska vara för att nå ett önskat högre pH-värde. pH-värdet är ett intensitetsmått. T- och S-värdena däremot är kvantitetsmått. De ger direkt information om aktuell mängd baskatjoner och det går att beräkna hur mycket kalk som behövs för att nå en viss basmättnadsgrad. I kalkningssammanhang är detta mycket viktigt.

Lösligt aluminium i marken

Aluminium (Al) löst i markvätskan har stark giftverkan på växtrötter. Vid låga pH-värden ökar lösligheten för Al och koncentrationen av Al^{3+} -joner ökar. Koncentrationen kan nå kritiskt höga värden och vara direkt skadligt för rötterna. Att bestämma mängden utbytbar Al^{3+} ska ses som en alternativ metod för att fastställa kalkningsbehovet (Ståhlberg 1982).

En jord buffrar mot pH-förändringar

En jords buffrande förmåga är en annan egenskap, som spelar stor roll inte minst vid kalkningsdiskussioner. En given mängd kalk får inte nödvändigtvis samma verkan på två jordar. I en starkt buffrande jord har en given kalkmängd en liten verkan på pH-värdet, men om den är svagt buffrande påverkas pH-värdet avsevärt. En mullrik lerjord är exempel på en starkt buffrande jord, medan en mullfattig sandjord buffrar mycket svagt. Jordarnas T- och S-värden säger mycket om vilken buffringsförmåga det handlar om.

Basmättnadsgrad på 70% gynnsammast

Erfarenhetsmässigt är 70% basmättnadsgrad ett bra riktmärke för att avgöra om kalkning behövs eller inte. Värden under 70% tyder på att kalkning behövs. Detta var också utgångspunkten då föreliggande försöksserie planerades. Kalkgivorna beräknades så att 70% basmättnad skulle uppnås. För att tillmötesgå olika önskemål kom emellertid denna nivå att variera från område till område eller från 35% på en mulljord i Kalmar län till 85% i de försök som anlades i Skåne.

Kalkningsmedel

I princip är varje ämne med basverkan ett kalkningsmedel. De vanligaste kalkprodukterna framställs genom gruvbrytning av kalksten och dolomit. Två viktiga huvudgrupper av bergarter för produktion av kalk. Beroende på hur de har bildats och omvandlats ger de kalkprodukterna speciella egenskaper vad gäller hårdhet och löslighet. En viktig skiljelinje går mellan sedimentära och kristallina kalkstenar. Av de sedimentära erhålls mjuka, mera snabbverkande kalkprodukter och av de kristallina hårda och mer långsamt verkande.

Men det är inte bara råvarans primära egenskaper, som har betydelse. Krossning och malning, dvs. finfördelningsgraden, spelar också roll för produktegenskaperna. Ju mer finmalet materialet är desto snabbare verkan får det. Ytterligare förädling genom bränning dvs. upphettning ger bränd kalk, som visserligen är snabbverkande men besvärlig att hantera. Bränd kalk används mest inom stål och pappersindustri och i ytterst liten omfattning inom jordbruket. Vissa saluförda kalkprodukter för lantbruket innehåller en inblandning av bränd kalk.

När vatten sätts till bränd kalk sker en reaktion, som innebär bildning av Ca-hydroxid eller släckt kalk. Det är den mest snabbverkande kalkprodukten. Högt pris och svårighet att hantera gör att den har liten användning i jordbruket.

Vid sidan av mald eller krossad kalksten och dolomit förekommer också andra kalkprodukter på marknaden. Det är kalkhaltiga restprodukter från processer inom bl.a. stål-, pappers- och sockerindustrin. Den brända kalken i processerna hamnar så småningom i slag- och slamprodukter.

Material och metoder

Tre viktiga egenskaper styrde uppläggningsen av försöken.

- Geologiskt ursprung – verkan av hårda respektive mjuka produkter
- Finfördelningsgrad – verkan av krossade respektive finmalda produkter
- Givans fördelning – engångsgiva respektive årliga delgivor

Därutöver kom också analysmetoder för kalkbehovsbestämning och effekter av strukturkalkning att beröras.

Försöksplanen hade följande principiella utseende:

1. Utan kalk
 2. Kalkstensmjöl, lika för alla
 3. Produkt 1, låg giva
 4. Produkt 1, hög giva
 5. Produkt 1, årlig giva 4 år, summan lika med hög engångsgiva.
 6. Produkt 2, låg giva
 7. Produkt 3, låg giva
- osv

Med andra ord ett kontrollerat, ett kalkat led lika i alla försök, kalkning med låg och hög engångsgiva, fyra årliga delgivor tills full giva (=hög) uppnått och slutligen ytterligare jämförelser med andra kalkprodukter. Kalkgivornas storlek anpassades så att önskad basmättnadsgrad, V%, skulle uppnås. Den låga givan skulle ge 35, 70 eller 85% och den höga 50, 100 eller 120%. Skillnaderna berodde på regionala önskemål. Värdena 35 och 50% anpassades för en mulljord i Kalmar län, medan målet sattes till 85 respektive 120% i Skåne.

Eftersom lokala önskemål om givor, kalkprodukter och försöksjordar tillgodosågs i stor utsträckning kom försöksplanen att bestå av många olika varianter. I bilaga 1 visas alla försöksplaner som kom till stånd inom respektive försöksregion. I bilaga 2 förtecknas vidare alla försöksled som förekommit vid minst något tillfälle. I bilaga 3 listas erforderliga CaO-givor för alla försöksplatser och i bilaga 4 produkternas CaO-innehåll och åsatta kalkvärden. Det ska betonas att försöksseriens primära syfte var jämförelser mellan produkter och i viss mån kalkningsstrategi. Syftet var inte att undersöka kalkningens lönsamhet.

Försöksleden – principiella val av produkter

Kalkstensmjöl producerat i Köping av gotländsk silurkalksten ingick som ett moment i alla försök. Givan anpassades i varje enskilt fall så att 35%, 70 respektive 85% basmättnad skulle uppnås.

I söder användes kalk från Ignaberga, i väster från Uddagården, i mellansverige från Köping och i norra Svealand och Norrland från Orsa. Samtliga jämfördes dels som mjöl, dels som krossad produkt i engångsgivor. Vidare jämfördes mjölformen som engångsgiva vid starten med 4 likstora årliga delgivor så att samma basmättnad, 100% basmättnad, uppnåddes (på mulljord 50%, i Skåne 120%)

Svensk och i några fall estnisk dolomit som krossad vara eller som mjöl ansågs intressant i några fall. Men ursprungsland (svensk jämfört med estnisk) jämfördes aldrig i samma försök.

Jämförelse med krossad kalksten med inblandning av 10% bränd kalk, M-kalk, som är en silikatalk i 4 storleksfraktioner, Sockerbrukskalk, Kalkfiller och lokala kalkstensprodukter från Orsa i Dalarna och från Hebbarsfors i Västerbotten ingick i vissa försök.

Slutligen anlades också ett led avsett som strukturkalkning i några försök. Två ton ha⁻¹ CaO i släckt kalk tillfördes. Mätningar av strukturparametrar kom dock aldrig till stånd. Därför kan endast skördedata och markkemiska data redovisas för dessa led.

Försöksplatserna

Försöksplatserna valdes medvetet så att ett kalkningsbehov skulle föreligga. Prover från tänkbara fält analyserades och låg till grund för platsvalet. Men de verkliga försöksplatserna sammanföll inte alltid helt med platserna för förundersökningen och några mindre lämpliga platser kom därför med i undersökningen.

Tabell 1. Viktigare markparametrar för försöksplatserna
Table 1. Some relevant soil characteristics for the experimental sites

Plats Site	pH	S	T	V	Mullhalt O.M. ^a			
		<u>Bases</u> cmol kg ⁻¹	<u>CEC</u>	<u>Base sat.</u> %	Klass Class	Jordart Soil type	Lerhalt Clay, %	
AC-87-1999	5,5	2,7	12,4	21,8	5,3	mmh	svl Sa	4
C-21-1999	5,9	24,6	38,5	63,9	10,4	mr	MSL	61
D-117-1999	6,0	16,1	30,2	53,3	6,0	mr	MSL	46
E-148-1999	6,4	24,1	32,7	73,7	5,7	mmh	MSL	65
F-22-1999	5,6	10,4	17,9	58,1	3,5	mmh	ML	27
H-150-1999	4,8	11,4	66,9	17,0	31,6	Mulljord		
L-106-1999	5,6	1,6	6,5	24,6	1,4	mf	svl Sa	2
L-303-1999	6,3	4,2	8,8	47,7	2,2	nmh	I Sa	8
M-417-2000	6,1	6,6	11,4	57,9	3,6	mmh	I Mo	10
M-800-1999	5,9	4,7	10,7	43,9	2,6	nmh	I Sa	7
N-321-1999	6,0	4,1	19,5	21,0	4,2	nmh	I Sa	10
O-12-1999	5,8	8,9	25,3	35,2	8,7	mr	ML	34
P-35-1999	5,8	7,4	21,0	35,2	6,2	mr	ML	35
U-111-1999	6,3	13,6	20,0	68,0	2,1	nmh	ML	40
W-1-2000	5,6	7,0	19,3	36,3	5,0	mmh	mj LL	22
Y-86-1999	6,1	12,7	21,3	59,6	4,8	mmh	mj LL	21

^aOrganic matter. Classes: mf <2%, nmh 2-3%, mmh 3-6%, mr 6-12%, Mulljord >40%

Tabell 1 visar viktigare data från samtliga platser där försöken lades ut, även för sådana försök som aldrig kom att fullföljas fullt ut.

I Uppsala, Östergötlands, Malmöhus (M-417) och Västmanlands län låg basmättnadsgraden vid start så pass nära 70% så kalkningseffekter knappast kunde förväntas. Basmättnadsgraden för försöket i Östergötlands låg till och med över 70%. Ett beräkningsmisstag gjorde att försöket ändå kom att kalkas med en giva som motsvarade S-värdet 21,7 och inte 24,1 (jmf CaO-givor nedan). Bland försöksplatserna märks också en mulljord i Kalmar län med ett högt T-värde..

Kalkgivornas storlek

Försöksplanens principiella konstruktion att kalka till önskad basmättnadsgrad innebar att CaO-givorna blev olika från plats till plats. Bilaga 2 listar varje försöksplats CaO-givor för att nå de eftersträvade basmättnadsgraderna. Sedan hör det till saken att mängden erforderlig kalk varierade beroende på dess CaO-innehåll.

Givornas storlek varierar för den lägre nivån från ungefär 1 ton till 6 ton CaO per ha. För att nå den högre basmättnadsgraden krävdes 4 till 11 ton CaO. I mulljordsförsöket i Kalmar län krävdes CaO-givorna 8 och 15 ton CaO för att nå 35 respektive 50% basmättnad. Det visar mulljordarnas stora katjonbytande förmåga och buffrande egenskaper. Det behövs stora mängder kalk för att få erforderlig verkan.

Genomförande, provtagning och analyser

All kalk tillfördes som engångsgivor med undantag för det försöksled, som erhöll årliga delgivor i fyra år tills 100% basmättnadsgrad uppnåddes. Alla övriga odlingsåtgärder, gödsling, sprutning etc. var lika för alla led. De lokala försöksutförarna ansvarade för att erforderliga åtgärder utfördes som planerat.

Alla skördarna vägdes och provtogs för ts-bestämning och grundläggande analyser. Inga kemiska analyser av skördeprodukterna har utförts. Jordprover av matjorden, 0-20 cm, togs vid fyra tillfällen, nämligen:

- Generalprov före utläggningen
- Ledvisa prover efter skörd år 1
- Ledvisa prover efter skörd år 4
- Ledvisa prover efter skörd år 8. I vissa försök togs rutvisa prover vid detta tillfälle.

Kemiska analyser som utfördes på jordproverna var $\text{pH}_{\text{H}_2\text{O}}$, P-AL, K-AL, Ca-AL, Mg-AL, Al-AS samt S- och T-värden enligt Nömmik (1973). Med Al-AS avses extraktion av aktivt aluminium med ammoniumsulfat (Ståhlberg 1982) och anges här som mg kg^{-1} jord efter korrigering för volymvikten. Med vissa undantag är alla analyser utförda på ledvisa prover. För analysparametrar där medeltal redovisas har samspelet med platser som regel använts som felvarianskälla.

Materialets redovisning

Tyngdpunkten i redovisningen har lagts på studier hur geologiskt ursprung och kornstorleksfördelning påverkar basmättnadsgrad, pH-värde och avkastning. Effektskillnader för dessa två faktorer kommer i första rummet. Hur effekterna utvecklas över tiden är också en väsentlig och central fråga, inte minst när det gäller kalkvärdesbegreppet, som ju bl.a. omfattar kalkeffekten efter 1 och efter 5 år.

Skördarna har räknats om till relativtal för att medge jämförelser mellan försök och över år. För detaljer om enskilda försök och försöksskördar hänvisas till dels till bilaga 5, dels till web-sidan

<http://www-mv.slu.se/vaxtnaring/forsok/1050/allm1050.htm> .

På denna sidan finns även en kartlänk som visar samtliga försöksplatsers lokalisering i landet.

Ett försök, F-22-1999 i Jönköpings län, gav genomgående avvikande resultat inte minst vad gäller skördeeffekter. Även många analysvärden visade oförklarliga variationer, t.ex. en mycket kraftig sänkning av basmättnadsgraden efter kalkning. Försöket ingår inte i medeltalsberäkningar, men har tagits med när enskilda försöks analysresultat redovisas.

Kalkprodukterna klassificerades som hårda eller mjuka beroende på råvara och råvarans ursprung. För M-kalk och sockerbrukskalk bedömdes denna gruppering inte som relevant och de ingår inte i jämförelsen utan redovisas för sig. Egenskapen finfördelningsgrad behandlades på motsvarande sätt i två grupper, malda respektive krossade. För sockerbrukskalk var inte detta heller relevant och den produkten står därför ensam. M-kalk prövades i 4 storleksfraktioner.

Statistisk analys och bearbetning av materialet

För statistisk analys med signifikansprövning användes Proc Mixed i SAS version 9.1. Produktegenskap t.ex. hårdhet betraktades som fix faktor tillsammans med plats, medan år betraktades som slumpmässig faktor. Gruppmedeltalens varians skattades med ledsmedeltalens variation. All bearbetning och presentation av datamaterialet har gjorts med SAS[®] (2002) .

Resultat

Jämförelse mellan hårda och mjuka produkter

Jordanalysdata

Jämförelse mellan mjuka och hårda produkter, samt mellan fina och grova baseras på analysvärden från seriens 4 första år och omfattar jämförelse mellan kalkgivor till 35, 70 eller 85% basmättnadsgrad. Under den tiden förväntas de tydligaste utslagen. Analysvärdena som presenteras är medeltal för prover efter skörd år 1, år 2 och år 4.

Jämförelsen hårda/mjuka kalkprodukter gav förväntade resultat (tabell 2). Värdena för utbytbara katjoner ökade vid kalkning. Av detta följer att basmättnadsgraden ökade. Lösligt Al minskade. Tendenser till skillnader mellan mjuka och hårda produkter observerades i flera fall men inte på statistiskt säkra nivåer. Men effekten av kalkning generellt var statistiskt signifikant säker.

Table 2. Effekter på pH, utbytbara katjoner (S), basmättnadsgrad (V) samt lösligt aluminium (Al-AS) av kalkprodukter med olika hårdhet. Medeltal av analyser år 1, 2 och 4 för pH, övriga för år 2 och 4

Table 2. Effects on pH, exchangeable bases (S), base saturation (V) and soluble Al (Al-AS) of liming products with varying hardness. Means of analyses year 1, 2 and 4 for pH, otherwise for years 2 and 4

Produkttyp Type of product	pH	S cmol kg ⁻¹	V %	Al-AS mg kg ⁻¹
Kontr Control	6,0	10,8	50,0	20,2
Hårda Hard	6,3	12,4	60,1	12,9
Mjuka Soft	6,3	12,5	62,0	12,9
Övriga Other	6,3	12,0	59,9	14,7
Effekt Effect.				
H – K	0,3 ^{***}	1,6 ^{***}	10,2 ^{***}	-7,3 ^{***}
M – K	0,3 ^{***}	1,8 ^{***}	12,0 ^{***}	-7,2 ^{***}
Ö – K	0,3 ^{***}	1,3 [*]	9,3 ^{***}	-5,5 ^{***}
H – M	-0,1 [*]	-0,1	-1,8	<0,1
H – Ö	<0,1	0,4	0,9	-1,8
M – Ö	0,1	0,5	2,8	-1,8

Table 3. Effekter på pH, utbytbara katjoner (S), basmättnadsgrad (V) samt lösligt aluminium (Al-AS) av kalkprodukter med olika kornstorlek. Medeltal av analyser år 1, 2 och 4 för pH, övriga för år 2 och 4

Table 3. Effects on pH, exchangeable bases (S), base saturation (V) and soluble Al (Al-AS) of liming products with varying size distribution. Means of analyses year 1, 2 and 4 for pH, otherwise for years 2 and 4

Produkttyp <i>Type of product</i>	pH	S cmol kg ⁻¹	V %	Al-AS mg kg ⁻¹
Kontr Control	6,0	10,7	49,9	20,3
Fin <i>Fine</i>	6,4	13,0	61,9	9,0
Grov <i>Coarse</i>	6,3	12,3	59,5	10,8
Sockerbrukskalk ^a	6,5	12,9	64,8	11,2
M-kalk^b storleksfraktioner, mm				
1. <0,067	6,3	12,0	58,5	11,4
2. <0,27	6,2	11,4	56,1	12,6
3. <0,57	6,2	12,6	57,8	11,8
4. <1,57	5,9	9,7	44,7	14,8
Effekt <i>Effect</i>				
F – K	0,4 ^{***}	2,2 ^{***}	12,0 ^{***}	-11,3 ^{***}
G – K	0,3 ^{***}	1,5 ^{***}	9,6 ^{***}	-9,5 ^{***}
So – K	0,5 ^{***}	2,2 ^{**}	14,9 ^{***}	-9,0 [*]
M1 – K	0,3 [*]	1,2	8,6	8,9
M2 – K	0,2	0,7	6,1	7,7
M3 – K	0,2 [*]	1,9 [*]	7,9	8,5 [*]
M4 – K	-0,1	-1,0	-5,3	5,5
F – G	0,1 ^{***}	0,7 ^{**}	2,4	-1,8
F – So	-0,1	<0,1	-2,9	-2,3
F – M1	0,1	1,0	3,4	-2,4
F – M2	0,2	1,5	5,8	-3,7
F – M3	0,1	0,3	4,1	-2,8
F – M4	0,5 ^{***}	3,2 ^{**}	17,2 ^{**}	-5,8
G – So	-0,2 ^{**}	-0,7	-5,4	0,5
G – M1	<0,1	0,3	1,0	-0,6
G – M2	<0,1	0,8	3,4	-1,8
G – M3	<0,1	-0,4	1,6	-1,0
G – M4	0,4 ^{***}	2,5 [*]	14,8 [*]	-4,0

^a By-product from sugar industry. ^b Basic slag, size fractions

Ett samspel förväntades mellan hårdhet och kornstorlek så att skillnaden mellan hårda och mjuka skulle förstärkas när finfördelningsgraden ökade. Detta kunde emellertid inte påvisas.

Såväl grovkorniga krossade produkter som finkorniga malda liksom även sockerbrukskalk höjde pH, S-värden och basmättnadsgrad. M-kalken hade liknande men svagare effekt. Ett tydligt utslag i basmättnadsgraden erhöles för M-kalkens varierande storleksfraktioner (tabell 3).

Jämförelsen mellan fina och grova produkter visade som regel överlägsenhet för de finare produkterna. De resulterade i högre pH-värden och större effekt på utbytbara baser. De hade också gynnsamt och signifikant inflytande på halten lösligt Al, som ligger nära 2 mg kg⁻¹ jord lägre än där grövre kalkfraktioner användes. Alla prövade produkter sänkte dock halten lösligt Al.

Utveckling över tid för basmättnadsgrad, utbytbara baser och pH

Basmättnadsgradens utveckling över tiden när hela givan gavs jämfördes både vad gäller hårda/mjuka produkter och finmalda/krossade. Försök med kalkning till 70 eller 85% basmättnad behandlades gemensamt men delades upp på försöksplatsernas basmättnadsgrad vid starten, antingen låg (<35%) eller tämligen hög eller >60% (tabell 4).

Utvecklingen över tid var ojämn och spridningen stor. I medeltal nåddes sällan avsedd basmättnadsgrad på 70 eller 85%. Vissa skillnader i basmättnadsgradens utveckling mellan hårda och mjuka produkter kunde noteras (tabell 4). Där kalkbehovet var störst, dvs. i gruppen med låg basmättnad vid starten, observerades en något långsammare verkan för de hårda produkterna jämfört med de mjuka. De hårda nådde inte heller riktigt lika hög basmättnadsgrad som de mjuka.

Där kalkbehovet var måttligt dvs. hög basmättnadsgrad vid starten, visade både hårda och mjuka produkter obetydlig verkan. Den effekt som uppnåddes bestod å andra sidan försöksperioden ut (tabell 4).

Vid låg basmättnadsgrad höjde kalkning pH-värdet ca 0,5 pH-enheter oavsett hårdhet i produkten (tabell 4). Vid den högre basmättnadsgraden hade kalkning inte lika stor effekt på pH-värdet och i den gruppen avklingade värdena till nära de ursprungliga efter 8 år. Så var inte fallet vid låg basmättnadsgrad. Där bestod mycket av pH-effekten försöksperioden ut.

Tabell 4. pH- och S-värden samt basmättnadsgrad, V, efter kalkning med hårda respektive mjuka produkter. Två grupper med olika basmättnad vid starten
Table 4. pH, exchangeable bases, S and base saturation, V, after liming with hard and soft lime products, respectively. Two groups with different base saturation at the start of the experiments

År Year	Produkttyp Type of product			
	Hård Hard		Mjuk Soft	
	Basm. Base sat. %		Basm. Base sat. %	
	<35	>60	<35	>60
pH				
0	5,7	6,2	5,6	6,2
1	6,1	6,5	6,2	6,4
2	6,2	6,4	6,2	6,5
4	6,1	6,3	6,2	6,4
6	6,0	6,1	6,1	6,3
8	6,0	6,1	6,0	6,1
S, cmol kg ⁻¹				
0	5,9	18,1	3,1	17,6
2	8,3	18,5	5,0	18,6
4	8,3	17,5	4,9	17,4
6	9,9	17,1	6,1	17,4
8	8,5	19,1	4,8	18,4
V, %				
0	30	66	25	66
2	46	71	52	72
4	46	70	48	70
6	53	68	57	71
8	45	72	43	75

Inget säkert samspel mellan år och pH, S eller V kunde påvisas. Beskrivna effekter är tendenser och har tagits med och kommenterats därför att de är logiska eller väntade,

Jämförelsen mellan finmalda och krossade produkter visade tämligen entydigt, att de finkorniga påverkade både S-värden och basmättnadsgrad mera än krossade produkter, men skillnaderna var små (tabell 5). Stort eller litet kalkbehov spelade ingen roll. Värdena nådde maxnivån efter 2 år för finmalda produkter medan utvecklingen för krossade var långsammare och steg under de första 6 åren.

Tabell 5. pH- och S-värden samt basmättnadsgrad, V, efter kalkning med malda respektive krossade produkter. Två grupper med olika basmättnad vid starten
Table 5. pH, exchangeable bases, S, and base saturation, V, after liming with hard and soft lime products, respectively. Two groups with different base saturation at the start of the experiments

År Year	Produkttyp Type of product			
	Finmald Fine		Krossad Coarse	
	Basm. Base sat. %		Basm. Base sat. %	
	<35	>60	<35	>60
pH				
0	5,6	6,2	5,6	6,2
1	6,1	6,5	6,1	6,4
2	6,2	6,5	6,1	6,4
4	6,2	6,3	6,0	6,3
6	6,1	6,3	6,0	6,2
8	6,0	6,1	5,9	6,1
S, cmol kg ⁻¹				
0	5,5	17,6	4,8	18,1
2	8,7	18,5	6,4	18,6
4	8,7	17,7	6,3	17,1
6	8,7	16,8	8,0	18,0
8	7,4	18,1	6,7	19,5
V, %				
0	27	66	28	66
2	49	72	45	71
4	48	70	43	69
6	55	71	53	69
8	46	73	42	75

Eftersom kalkstensmjöl från Köping i en giva avsedd att nå 70 eller 85% basmättnadsgrad förekom i alla försök kan försöksjordarna och kalkningseffekten jämföras för alla (tabell 6). S-värdena höjdes efter kalkning, men låg bara kvar på den högre nivån där mullhalten var lägst. I dessa kunde basmättnadsgraden höjas till 70%. De minsta effekterna erhöles på jordar med hög mullhalt. Bilden av att effekten avklingar redan efter ett par år består.

Tabell 6. pH- och S-värden samt basmättnadsgrad, V, i olika mullhaltsklasser efter kalkning med kalkstensmjöl från Köping

Table 6. pH, exchangeable bases, S, and base saturation, V, in different soil organic matter groups after liming with a fine graded lime-stone product, a treatment that was used in all experiments

År Year	Mullhaltsgupper (klassgränser, %, inom parentes) <i>Organic matter classes, (class limits, %, within parenthesis)</i>		
	nmh (2–3)	mmh (3–6)	mr (6–12)
pH _(H₂O)			
0	6,2	5,9	5,9
1	6,7	6,4	6,2
2	6,8	6,5	6,3
4	6,6	6,4	6,3
6	6,5	6,3	6,2
8	6,2	6,2	6,0
S, cmol kg ⁻¹			
0	7,3	11,6	14,3
2	9,2	13,0	20,2
4	8,3	13,0	17,7
6	8,2	9,1	17,0
8	10,4	7,5	16,8
V, %			
0	50	48	47
2	75	62	63
4	74	64	60
6	64	66	57
8	72	60	57

Kalkgivan i försöksledet med kalkstensmjöl från Köping användes för en regressionsberäkning. Mulljordsförsöket i Kalmar län ingick inte.

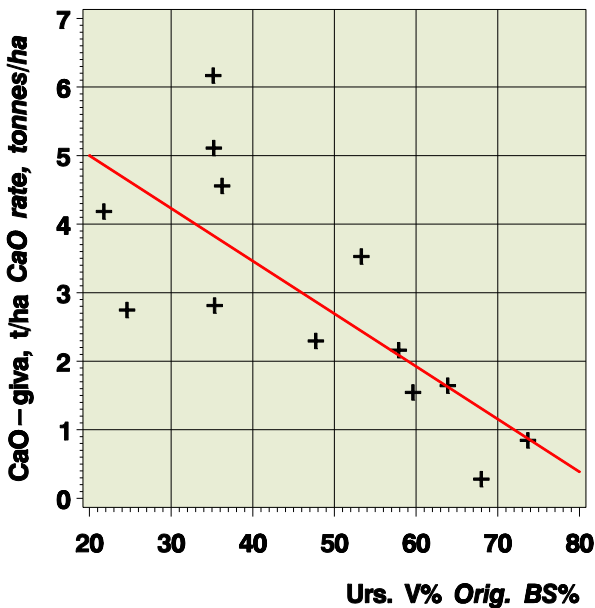
Baserad på de beräknade kalkgivorna i varje försök bildades funktionen

$$\text{Kalkgiva} = f(\text{ursprunglig basmättnad})$$

och regressionsekvationen för kalkgivans beroende av basmättnadsgraden skattades till

$$\text{Kalkgiva} = 7,7 - 0,1 * \text{Basmättnad vid start}$$

med kalkgiva i CaO ha⁻¹ och basmättnadsgrad i % (figur 1). Linjen kan tolkas som en kalibreringslinje för att nå 70% basmättnad vid given basmättnadsgrad.



Figur 1. Kalkgiva, CaO, för att nå 70% basmättnadsgrad som funktion av basmättnadsgrad vid start.

Figure 1. Lime rate, CaO equivalents, as a function of original base saturation.

Observationernas spridning omkring linjen hänger samman med jordartsspecifika egenskaper, framför allt buffringsförmågan. Sambandet är trots allt tydligt och utläses som att stigande basmättnadsgrad motiverar mindre och mindre kalkgiva för att på ett ungefär nå 70% basmättnad. Omvänt kan sambandet också användas som ett verktyg för att bestämma kalkgivan när aktuell basmättnadsgrad är känd.

Skördedata

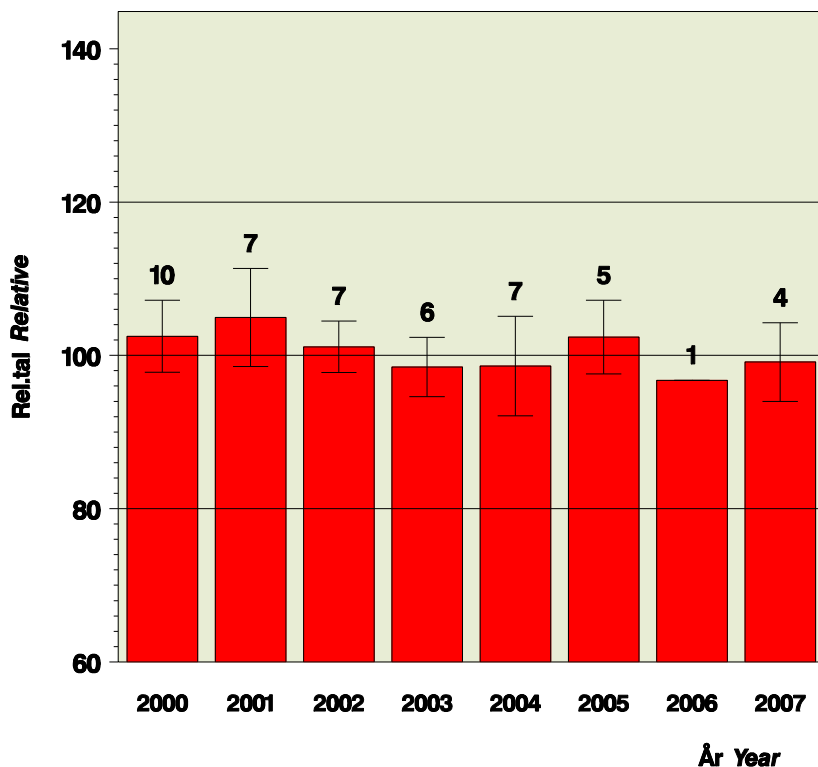
Försök, som pågår under 8 år på 16 försöksplatser med fritt grödval innebär att ett stort antal olika grödor odlas under löptiden. Det är svårt att jämföra skördeeffekter i kg ha^{-1} med så många olika skördeprodukter. Problemet löstes med relativtal. Varje år sattes skörden i okalkat led till 100 och behandlingseffekterna på skördarna relaterades till detta. Detta innebär att variationen mellan platser rensas bort. Årsmånens effekt på skörden i okalkat led rensas också bort. Däremot kan samspelet mellan årsmån och kalkningseffekt analyseras.

Med hänsyn till det som sagts om att effekten på pH, basmättnad och basmättnadsgrad var tydligast andra vegetationssäsongen efter kalkning gjordes en särskild bearbetning av skördarna för detta år (tabell 7). En osäker skördeökning på 5 till 7% efter kalkning kunde konstateras.

Tabell 7. Skördar som relativtal \pm standardavvikelse i höstsäd och i vårsäd andra året efter kalkning

Table 7. Relative yields, control equal 100 \pm standard deviation in winter and in spring cereals, respectively 2nd year after liming

Behandling <i>Treatment</i>	Höstsäd <i>Winter cereals</i>	Vårsäd <i>Spring cereals</i>
Kontroll <i>Control</i>	100	100
Kalkstensmjöl, 70% <i>Fine graded lime-stone</i>	107 \pm 5	105 \pm 7
Antal försök <i>Number of exp.</i>	4	7



Figur 2. Kalkning med kalkstensmjöl. Relativ avkastning (95% konfidensintervall) i förhållande till okalkat i vårsäd. Antal försök ovanför staplarna.

Figure. 2. Liming with fine graded lime-stone. Relative yields (95% confidence interval) in relation to not limed in spring cereals. Number of experiments above the bars.

En jämförelse av relativa skördeeffekter över år i vårsäd, visade att den genomsnittliga effekten var något större i början än i slutet av perioden (figur 2).

Delgivor eller hela kalkgivan

I kalkvärdesbegreppet belyses frågan om kalkning ska göras med en stor giva avsedd för flera år eller med mindre årliga givor. I två behandlingar kunde detta jämföras. I den ena behandlingen kalkades med en engångsgiva avsedd att ge 100% basmättnad och i den andra med 4 årliga givor, som sammanlagt blev lika stora som engångsgivan. I jämförelsen ingick enbart mjölprodukter (tabell 8).

Tabell 8. Basmättnadsgrad V%, i behandlingar med hela givan vid starten beräknad att ge 50, 100 eller 120% basmättnad eller med samma giva uppdelad på årliga delgivor de 4 första åren. Inom parentes avvikande antal

Table 8. Base saturation V%, in treatments with one single rate calculated to give 50, 100 or 120% base saturation or with the same total rate divided on annual rates the first 4 years. Within parenthesis deviating number of experiments

Behandling <i>Treatment</i>	V% Mål <i>Target</i>	Antal No.	V% vid start <i>At start</i>	År <i>Year</i>			
				2001	2003	2005	2007
Ignaberga ^a Årl. givor <i>Ann. rates</i>	100	1	35	- ^b 81	69 79	59 85	67 82
Ignaberga Årl. givor <i>Ann. rates</i>	120	3	42	81 75	75 85	74 73	66(2) 66
Ignaberga Årl. givor <i>Ann. rates</i>	50	1	17	38 33	36 41	..	..
Köping Årl. givor <i>Ann. rates</i>	100	4	63	83 76	77 80	72(3) 76	75(3) 74
Orsa Årl. givor <i>Ann. rates</i>	100	3	35	78 65	81 77	64(2) 71	58(2) 60
Uddagården Årl. givor <i>Ann. rates</i>	100	2	35	73(1) 51	67 69	64 66	61 64

^aProduktursprung *Product origin*. ^bFörkastat värde *Dismissed value*

Basmättnadsgraden reagerar som väntat och visar de högsta värdena för engångsgivan två år efter kalkning (2001). Fyra år efter kalkning (2003) har basmättnadsgraden klingat av i engångsgivan och ligger då ofta under jämfört med behandling med delgivor. I slutet av perioden är detta förhållande ännu tydligare. Det kan inte utan vidare sägas att mjuka produkter reagerar annorlunda än hårda. Skillnaden ligger mest i att en hård produkt inte når lika högt i basmättnadsgrad som en mjuk. Detta har belysts tidigare.

Relativtalen för skördarna visar att första året efter kalkning (2000) är skörden något större i behandling med delgivor (tabell 9). Andra året efter kalkning (2001) ligger skördarna även då högre än efter engångsgivor, särskilt när en mjuk kalkprodukt används (Ignaberga). Hel giva eller delgiva ligger ungefär lika för

Tabell 9. Relativt för skördar, kontroll lika med 100, i behandlingar med hela givan vid starten beräknad för att ge 50, 100 eller 120% basmättnad eller samma giva uppdelad på årliga delgivor de 4 första åren. Inom parentes avvikande antal

Table 9. Relative numbers, control equal 100, in treatments with one single rate calculated to give 50, 100 or 120% base saturation or with the same rate divided on annual rates the first 4 years. Within parenthesis deviating number of experiments

Behandling <i>Treatment</i>	V% Mål <i>Target</i>	År No.	År Year							
			2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
Ignaberga	100	1	96	109	99	103	100	98	100	69
Årl. givor	<i>Ann. rates</i>		99	123	98	76	93	87	92	99
Ignaberga	120	3	101(2)	95	86	96(2)	88	93	96(1)	95(2)
Årl. givor	<i>Ann. rates</i>		104	101	91	100	95	109	99	97
Ignaberga	50	1	110	108	103	.	.	.	.	.
Årl. givor	<i>Ann. rates</i>		103	106	97	.	.	.	.	.
Köping	100	3	100(4)	102	102(4)	97(4)	102	98	101	103
Årl. givor	<i>Ann. rates</i>		99	102	102	101	105	98	102	106
Orsa	100	3	106	111	105	96	86(1)	116(2)	116(2)	100(1)
Årl. givor	<i>Ann. rates</i>		113	110	104	93	84	111	102	112
Uddagården	100	1	101(2)	107(2)	101(2)	100	103	101	108	101
Årl. givor	<i>Ann. rates</i>		104	102	104	101	103	106	112	99

mjöl från Köping, Orsa och Uddagården. År tre efter kalkning (2002) har de flesta skillnader jämnats ut och i fortsättningen fram till periodens slut överväger än den ena än den andra strategin.

Analysresultatens säkerhet

I 5 försök gjordes rutvisa analyser av pH, utbytbara baskatjoner och katjonbyteskapacitet när försöken avslutades. Det ger möjlighet att göra en variansskattning för effekterna av kalkning med större precision än annars. De aktuella försöken låg i Västerbotten (AC), Dalarna (W), Uppland (C), Halland (N) och Malmöhus (M). Urvalet av försök baserades på att effekterna i dessa försök delvis varit otydliga under försöksperioden.

En första analys visade att signifikanta ledskillnader för pH och basmättnadsgrad kunde identifieras i 2 av de 5 försöken, nämligen i AC och M (tabell 10). Men säkra skillnader i effekter mellan hårda och mjuka produkter kunde inte observeras. Ofta låg basmättnadsgraden i behandlingar med mjuka produkter under värdena i behandlingar med hårda produkter. De högsta basmättnadsgraderna erhöles i behandlingar med sockerbrukskalk i M-län och med M-kalk i W-län.

Tester om effekten av finmalningsgrad kunde detekteras vid försökens avslutning genomfördes också (tabell 11). För försöken i AC-och i M-län kunde signifikanta skillnader påvisas men då endast i förhållande till okalkat i AC eller som en skillnad mellan krossad vara och sockerbrukskalk. Här låg basmättnadsgraden i led med sockerbrukskalk på 77% jämfört med 67 för krossade produkter. Observationerna för M-kalk ligger över jämförelsebehandlingarna både för hårdhet och finfördelningsgrad. Det tyder på en relativt långsam reaktion eftersom jämförelsen görs 8 år efter behandlingarna. Verkan i övriga led har redan klingat av.

Tabell 10. pH och basmättnad, V%, i 5 försök 2007. Antal observationer under varje värde. Medeltal med samma bokstav är inte signifikant skilda från varandra
Table 10. pH and base saturation, V%, in 5 experiments 2007. No. of observations given below each value. Means with the same letter are not significantly different

Typ <i>Type</i>	Försök <i>Experiment</i>									
	AC		C		M		N		W	
	pH	V	pH	V	pH	V	pH	V	pH	V
Kontr <i>Control</i>	5,5 ^a	31 ^a	5,8	60	6,2 ^a	66 ^a	6,6	65	5,9	53
Hårda <i>Hard</i>	5,8 ^b	40 ^b	5,9	65	6,4 ^b	71 ^{ab}	6,6	76	6,2	58
Mjuka <i>Soft</i>	5,8 ^b	40 ^b	5,9	63	6,3 ^b	69 ^a	6,6	66	6,2	64
Övriga [#] <i>Other</i>					6,4 ^b	77 ^b			6,3	66
LSD _{0,05}	0,1	3	ns	ns	0,1	7	ns	ns	ns	ns

[#]Sockerbrukskalk i M; M-kalk i W. *By-product from sugar industri in M. Basic slag in W*

Tabell 11. pH och basmättnadsgrad, V%, i 5 försök 2007 åtta år efter försöksstart. Antal observationer under värdena. Medeltal med samma bokstav är inte signifikant skilda från varandra.

Table 11. pH and base saturation, V%, in 5 experiments 2007 eight years after experimental start. No. of observations given below the values. Means with the same letter are not significantly different

Typ <i>Type</i>	Försök <i>Experiment</i>									
	AC		C		M		N		W	
	pH	V	pH	V	pH	V	pH	V	pH	V
Kontr <i>Control</i>	5,5 ^a	31 ^a	5,8	60	6,2 ^a	66 ^b	6,6	65	5,9	53
	—3—		—3—		—3—		—3—		—3—	
Fin <i>Fine</i>	5,8 ^b	40 ^b	6,0	64	6,4 ^b	71 ^{ab}	6,6	69	6,2	61
	—9—		—6—		—9—		—9—		—12—	
Grov <i>Coarse</i>	5,8 ^b	40 ^b	6,0	65	6,3 ^b	67 ^b	6,7	72	6,1	60
	—9—		—6—		—6—		—6—		—9—	
Ö <i>Other</i> [#]					6,4 ^b	77 ^a				
					—3—					
Ö3 <i>Other</i> ^{##}									6,4	68
									—3—	
Ö4 <i>Other</i> ^{##}									6,3	63
									—3—	
LSD _{0,05}	0,1	3	ns	ns	0,1	4	ns	ns	ns	ns

[#]By-product from sugar plants. ^{##}Basic slag Ö3 <0.57mm, Ö4<1,57 mm

I AC låg basmättnadsgraden statistiskt säkert högre för hög giva jämfört med låg (ej redovisat). Kalkning överhuvudtaget hade också en säker effekt. Förhållandena var likadana i M-län.

Inga skillnader kunde med säkerhet observeras mellan hel och delad giva. I några fall var basmättnadsgraden högre efter hel giva, i andra lägre. Detta har inte heller särredovisats

Kalkbehovsbestämning med Al-AS

En alternativ metod för att bestämma kalkbehovet är bestämning av utbytbart aluminium (Al). Erhållna värden har redan redovisats i tabell 2 och 3. I medeltal för de fyra första årens analyser låg värdena i okalkat led omkring 20 mg kg⁻¹. Vid kalkning sjönk värdena. De finare produkterna var något mer verksamma än de grova. Detta var väntat och bekräftar att denna analys kan vara ett relevant verktyg för att avgöra kalkbehovet.

Al-AS-värdena visar kalkningseffekten tydligt (tabell 12). Här har data från jämförelser mellan hela givan och delgivor de fyra första åren sammanställts. De mycket höga värdet vid starten, 148 mg kg⁻¹ härrör från ett mulljordsförsök. Ef-

Tabell 12. Aktivt aluminium (Al-AS, mg kg⁻¹, Ståhlberg 1982) i matjorden bestämt i behandlingar med hela givan vid starten beräknad att ge 50, 100 eller 120% basmättnadsgrad, V%, eller samma giva uppdelad på årliga delgivor de 4 första åren. Inom parentes avvikande antal

Table 12. Active aluminum (Al-AS, mg kg⁻¹ Ståhlberg 1982) in the top soil in treatments with one single rate calculated to give 50, 100 or 120% base saturation or with the same rate divided on annual rates the first 4 years. Within parenthesis deviating number of experiments

Behandling <i>Treatment</i>	V% Mål <i>Target</i>	Antal No.	År Year				
			2000	2001	2003	2005	2007
Ignaberga	100	1	9,4	7,8	3,1	8,0	2,7
Årl. givor	<i>Ann. rates</i>		9,4	5,3	2,8	4,1	2,8
Ignaberga	120	3	7,8	9,4	1,7	2,5	2,3
Årl. givor	<i>Ann. rates</i>		7,8	8,2	1,5	2,5	2,4
Ignaberga	50	1	148,0	18,0	22,0	.	.
Årl. givor	<i>Ann. rates</i>		148,0	18,0	22,0	.	.
Köping	100	4	6,1	6,0	2,8	4,1	4,3
Årl. givor	<i>Ann. rates</i>		6,1	6,7	2,2	4,1	3,8
Orsa	100	3	19,8	3,6	1,7	2,7	2,9
Årl. givor	<i>Ann. rates</i>		19,8	5,9	1,8	3,5	3,2
Uddagården	100	2	22,1	1,8	2,3	2,1	3,7
Årl. givor	<i>Ann. rates</i>		22,1	5,3	2,7	2,6	4,7

fekten är uppenbar i början av perioden efter kalkning (2001) och kvarstår eller förstärks till fjärde året (2003). Därefter sker en stabilisering och en viss uppgång i värdena, dvs. kalkeffekten klingar av mot slutet av försöksperioden. De inledningsvis höga värdena återkommer dock inte.

Strukturkalkning

I sex av försöken ingick ett led med s.k. strukturkalkning. Försöksplatserna var mellanleror eller mycket styva leror. Två ton ha^{-1} CaO i släckt kalk tillfördes. Både för basmättnadsgrad och för pH-värden erhöles statistiskt säkra effekter av strukturkalkningsledet 2003 (tabell 13). Enda året med statistiskt säkra skördeskillnader observerades 2001, dvs. andra året efter kalkning. Då uppmättes en skördeökning med 150 kg ha^{-1} (ej redovisad).

Mätbara effekter av kalkning visade sig de första åren efter kalkningen. Därefter skedde en tillbakagång till ursprungsvärdena. Detta ligger helt i linje med övriga resultat.

Tabell 13. pH och basmättnad, V%, i försök med strukturkalkningsmoment. 2 ton ha^{-1} CaO i släckt kalk tillfördes. Medeltal 2003 är signifikant skilda från varandra
Table 13. pH and base saturation, V%, in experiments with treatments for soil structure amelioration. 2 tonnes ha^{-1} CaO in slaked lime were added. Means for 2003 were significantly different

Försöksled <i>Treatment</i>	Vid start <i>At start</i>	År Year			
		2001	2003	2005	2007
pH_(H2O)					
Kontroll <i>Control</i>	6,0	6,1	6,1 ^a	6,2	5,9
Släckt kalk <i>Slaked lime</i>	6,0	6,2	6,3 ^b	6,2	6,0
LSD _{0.05}			0,1		
V, %					
Kontroll <i>Control</i>	55	59	58 ^a	59	57
Släckt kalk <i>Slaked lime</i>	55	61	61 ^b	57	62
LSD _{0.05}			2,9		
Antal försök <i>Number of exp.</i>	6	5	6	5	5

Diskussion

För att kunna jämföra olika kalkprodukter behövs objektiva verktyg. Begreppet Kalkvärde, som introducerades av branschen runt millennieskiftet, ska fylla en sådan funktion. Kalkvärdet baseras på omfattande laboratorietester och mätningar av syraneutraliserande förmåga hos olika storleksfraktioner och ursprung under standardiserade förhållanden (Erstad 1992). Det anges numera för flertalet kalkprodukter (bilaga 4).

Kalkvärdet summerar en produkts egenskaper och uttrycks som del av CaO-innehållet som ger full verkan dels på 1 års sikt, dels på 5 års sikt. Kalkvärdet 49/49 för t.ex. kalkstensmjöl med 49% CaO-innehåll anger att den produkten ger full effekt år 1 och att effekten består efter 5 år. Om det för en likadan produkt anges ett kalkvärde på 44/47 betyder det att 44 av produktens 49% CaO verkar år 1 och efter år 5 kan 47 av 49 förväntats ha haft effekt

Föreliggande fältförsöksserie kom till stånd för att verifiera kalkvärdesbegreppet under fältförhållanden. Det ska starkt betonas att resultaten inte rangordnar produkterna inbördes. Uppläggningsen och resultaten medger inte detta. Alltför många varianter av olika behandlingar gjorde att materialet blev splittrat. Men serien belyser de grundläggande principerna. Principer som sammanfattas i begreppen geologiskt ursprung och kornstorleksfördelning. Delfrågor i undersökningen var kalkbehovsbestämning och kalkens verkan och fördelning över tiden.

Det geologiska ursprunget spelade en viss roll, men skillnaderna var små och inte statistiskt säkra. En hård råvara baserad på kristallina kalkstenar och dolomiter, reagerade mätbart långsammare än kalk framställd av mjuka sedimentära kalkstenar. Att finmalda kalkprodukter visade sig vara mer reaktiva än krossade är i sig inget uppseendeväckande, men talar för att kalkvärdesbegreppet håller.

Kommersiella produkter har använts och jämförts med varandra. Vid bearbetningen av resultaten har produkterna klassats som mjöl (0-1 mm) eller som krossad vara (0-3 mm). Kornstorleksfördelningarna inom dessa båda grupper har inte beaktats. Den silikathaltiga M-kalken prövades dessutom i sammanlagt fyra fraktioner, 0-0,067, 0-0,27, 0-0,57 och 0-1,57 mm. Två av fraktionerna jämfördes i

Table 14. Basmättnadsgrad, V%. M-kalk i olika storleksfraktioner. Två försök
 Table 14. Base saturation, V %. Product M-kalk (basic slag) in different size fractions.
 Two experiments

Fraktion, mm <i>Fraction, mm</i>	Vid start <i>At start</i>	2001	2003
Försök Experiment W			
<0,57	36,3	48	74
<1,57		48	48 63 ^a
Försök Experiment D			
<0,067	53,3	61	66
<0,270		58	64
<0,570		59	67

^aEfter 8 år *After 8 years*

ett av försöken och tre av dem i ett annat försök (tabell 14). Den grövsta fraktionen 0-1,57 mm hävdade sig inte under den inledande fyraårsperioden utan dess verkan blev tydlig först efter 8 år (tabell 14). De finkornigare produkterna uppvisade inga större skillnader, men tendenserna var tydliga. Ju finkornigare desto snabbare verkan. Störst effekt nåddes efter 4 år.

Försöksplanen byggde på att kalka till en given basmättnadsgrad, t.ex. 70%. När resultaten föreligger visar det sig att detta många gånger inte uppnåddes. Bara i ett fåtal försök och för ett fåtal behandlingar nåddes avsedd basmättnadsgrad.

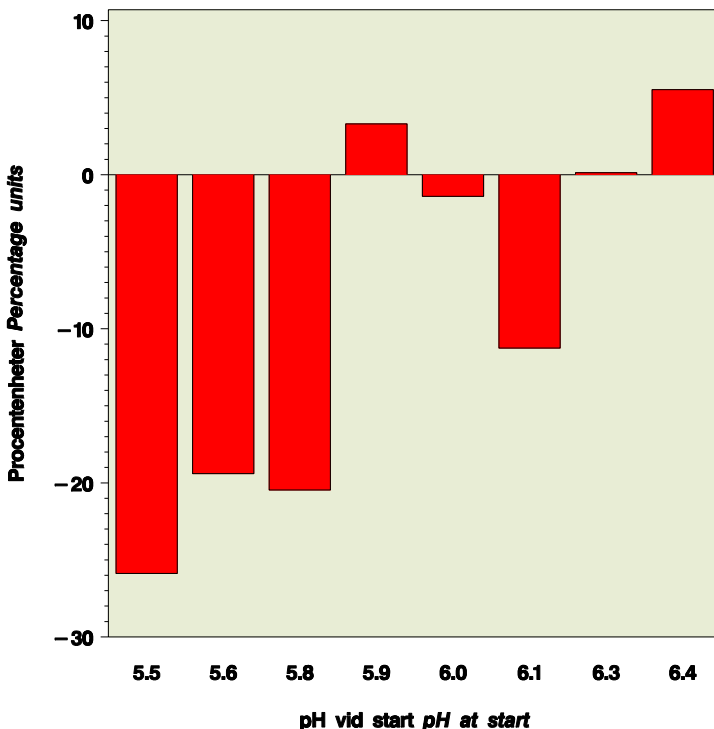
En anledning kan vara systematiska felaktigheter i beräkningarna. Eftersom volymvikten för jorden ingår i beräkningarna och denna endast är antagen som en schablon, utgör detta en felkälla. 700 kg CaO per ha antas höja S⁻värdet, dvs basmättnaden med 1 milliekvivalent per 100 g om volymvikten är 1250 kg m⁻³. Är jordens volymvikt större än så, blir erforderlig kalkmängd för lågt beräknad. Beräkningen förutsätter dessutom en fullständig inblandning av kalken, något som knappast kan uppnås under fältförhållanden.

En annan felkälla är den aktuella jordens buffrande förmåga. När pH stiger mobiliserar negativa laddningar på kolloiderna särskilt i det organogena materialet. Det betyder att antalet möjliga platser för att binda katjoner ökar med stigande pH, vilket i sin tur leder till att det beräknade kalkbehovet för att nå en viss basmättnadsgrad blir för lågt.

En tredje orsak kan vara överskattning av CaO-innehållet i kalkprodukterna. Är detta överskattat kommer önskade kalkningseffekter inte att uppnås.

Mycket talar för att det är buffringsförmågan och markkemiska reaktioner kopplade till katjonbyteskapaciteten som spelar störst roll. En närmare analys av resultaten visade att ju högre pH-värdet var vid starten desto mer träffsäker blev beräkningen av kalkningsbehovet och desto närmare avsedd basmättnad hamnade de uppmätta värdena (figur 3).

Här har analysresultaten för den behandling som var lika i alla försök, nämligen kalkstensmjöl från Köping bearbetats. Vid ett lågt pH-värde var avvikelsen från målet stort. visar på ett slående hur pH-värdet vid starten påverkar hur nära vi kommer den avsedd basmättnadsgrad. Det talar för felkälla nummer två ovan, att



Figur 3. Avvikelsen från avsedd basmättnadsgrad, procentenheter, vid kalkning med kalkstensmjöl vid olika pH-värden vid försöksstarten. Medeltal för de fyra inledande åren.
Figure 3. Deviation from targeted base saturation, percentage units, when liming with fine graded lime-stone at different pH-values at the experimental start. Average for the first four years.

buffringen spelar stor roll. Ju högre pH-värdet var vid starten desto säkrare blev kalkbehovsberäkningen. Mulljordsförsöket i Kalmar län avvek markant och har uteslutits.

En slutsats som kan dras av detta är att kalkrekommendationer, som bygger på bestämning av basmättnadsgrad och katjonbyteskapacitet behöver ses över. En korrigering med hänsyn till vilket pH (eller basmättnadsgrad) som råder vid utgångsläget behöver införas. Syftar kalkrekommendationerna till att åstadkomma en viss basmättnadsgrad är detta nödvändigt. Om de å andra sidan har som mål att trygga en jämn och god avkastning är detta inte lika självklart. Försöksresultaten visar inte på ett avgörande sätt att kalkningen har varit otillräcklig.

Ekonomiskt stöd

Bearbetning, redovisning och publicering av föreliggande rapport har stöttats av Svenska kalkföreningen och av Stiftelsen Lantbruksforskning.

Referenser

- Albertsson, B. 2008. Riktlinjer för gödning och kalkning 2009. Jordbruksverket, Jordbruksinformation 26.
- Bertilsson, G. & Persson, J. 1985. Kalkfraktioner och kalkningseffekt. SLU, Institutionen för Markvetenskap, Avd. för växtnäringslära, Rapport 162. Uppsala.
- Erstad, K.J. 1992. A laboratory soil incubation method to assess reactivity of liming materials for agriculture. *Norwegian Journal of Agricultural Sciences* 6, 309-321.
- Feilitzen, Hj. von, 1923. Den lokala gödningförsöksverksamheten år 1921. Årsberättelse. Centralanstalten för försöksväsendet på jordbruksområdet. Jordbruksavdelningen nr 58, Meddelande 243, 129-134.
- Haak, E. & Simán, G. 1992. Fältförsök med kalkning av fastmarksjordar till olika basmättnadsgrad. SLU, Institutionen för markvetenskap, Avd. för växtnäringslära, Rapport 188. Uppsala.

Bilaga 1

Försöksplaner tillämpade i de olika försöksregionerna

Basmättnadsgrad

1050–12 (Animaliebältet A)

A. Ingen kalk	-
B. Kalkstensmjöl från Köping, gemensamt för alla försök	70 %
C. Kalkstensmjöl från Ignaberga	70 %
D. Kalkstensmjöl från Ignaberga	100 %
E. Kalkstensmjöl från Ignaberga, lika stora delgivor under fyra år upp till att full giva nåtts år 4	100 %
F. Krossad kalksten från Ignaberga	70 %
G. Dolomitmjöl, svenskt	70 %
H. Krossad dolomit, svensk	70 %
I. Kalkstensmjöl från Uddagården	70 %
J. Släckt kalk, 2 ton/ha CaO	

1050–13 (Animaliebältet B)

A. Ingen kalk	
B. Kalkstensmjöl från Köping, gemensamt för alla försök	70 %
C. Kalkstensmjöl från Ignaberga	70 %
D. Kalkstensmjöl från Ignaberga	100 %
E. Kalkstensmjöl från Ignaberga, lika stora delgivor under fyra år upp till att full giva nåtts år 4	100 %
F. Krossad kalksten från Ignaberga	70 %
G. Dolomitmjöl, estniskt	70 %
H. Krossad dolomit, estnisk	70 %

1053–14 (Kalmar, mulljord)

A. Ingen kalk	-
B. Kalkstensmjöl från Köping, gemensamt för alla försök	35 %
C. Kalkstensmjöl från Ignaberga	35 %
D. Kalkstensmjöl från Ignaberga	50 %
E. Kalkstensmjöl från Ignaberga, lika stora delgivor under fyra år upp till att full giva nåtts år 4	50 %
F. Krossad kalksten från Ignaberga	35 %
G. Dolomitmjöl, estniskt	35 %
H. Krossad dolomit, estnisk	35 %

1050–21 (Försök i väst)

Basmättnadsgrad

A. Ingen kalk	
B. Kalkstensmjöl från Köping, gemensamt för alla försök	70 %
C. Kalkstensmjöl från Uddagården	70 %
D. Kalkstensmjöl från Uddagården	100 %
E. Kalkstensmjöl från Uddagården, lika stora delgivor under fyra år upp till att full giva nåtts år 4	100 %
F. Krossad kalksten från Uddagården	70 %
G. Dolomitmjöl, svenskt	70 %
H. Krossad dolomit, svensk	70 %
I. Sv. Mineral, krossad kalksten+10 % bränd kalk	70 %
J. Släckt kalk, 2 ton/ha CaO	

1051–11 Skåne (80%)

A. Ingen kalk	
B. Kalkstensmjöl från Köping, gemensamt för alla försök	85 %
C. Kalkstensmjöl från Ignaberga	85 %
D. Kalkstensmjöl från Ignaberga	120 %
E. Kalkstensmjöl från Ignaberga, lika stora delgivor under fyra år upp till att full giva nåtts år 4	120 %
F. Krossad kalksten från Ignaberga	85 %
G. Dolomitmjöl, estniskt	85 %
H. Krossad dolomit, estnisk	85 %
I. Sockerbrukskalk	85 %

1050–31 (ÖSF och Svea, A)

A. Ingen kalk	
B. Kalkstensmjöl från Köping, gemensamt för alla försök	70 %
C. Kalkstensmjöl från Köping	100 %
D. Kalkstensmjöl från Köping, lika stora delgivor under fyra år upp till att full giva nåtts år 4	100 %
E. Krossad kalksten från Köping	70 %
F. Dolomitmjöl, svenskt	70 %
G. Krossad dolomit, svensk	70 %
H. Kalkfiller från Köping	70 %
I. 2 ton/ha CaO i släckt kalk (strukturkalkning)	

1050–32 (ÖSF och Svea, B)

A. Ingen kalk	
B. Kalkstensmjöl från Köping, gemensamt för alla försök	70 %
C. Kalkstensmjöl från Köping	100 %
D. Kalkstensmjöl från Köping, lika stora delgivor under fyra år upp till att full giva nåtts år 4	100 %
E. Krossad kalksten från Köping	70 %
F. Dolomitmjöl, svenskt	70 %
G. Krossad dolomit, svensk	70 %
H. 2 ton/ha CaO i släckt kalk (strukturkalkning)	

1050–33 (ÖSF och Svea, C)

A. Ingen kalk	
B. Kalkstensmjöl från Köping, gemensamt för alla försök	70 %
C. Kalkstensmjöl från Köping	100 %
D. Kalkstensmjöl från Köping, lika stora delgivor under fyra år upp till att full giva nåtts år 4	100 %
E. Krossad kalksten från Köping	70 %
F. Dolomitmjöl, svenskt	70 %
G. Krossad dolomit, svensk	70 %
H. Kalkfiller från Köping	70 %
I. M-kalk från Merox, 0-0,5 mm	70 %
J. M-kalk från Merox, 0-0,2 mm	70 %
K. M-kalk från Merox, 0-0,06 mm	70 %
L. 2 ton/ha CaO i släckt kalk (strukturkalkning)	

1050–34 (ÖSF och Svea, D, W)

A. Ingen kalk	
B. Kalkstensmjöl från Köping, gemensamt för alla försök	70 %
C. Kalkstensmjöl från Orsa	70 %
D. Kalkstensmjöl från Orsa	100 %
E. Kalkstensmjöl från Orsa, lika stora delgivor under fyra år upp till att full giva nåtts år 4	100 %
F. Krossad kalksten från Orsa	70 %
G. Kalkstensmjöl från Rättvik	70 %
H. Krossad kalksten från Rättvik	70 %
I. Dolomitmjöl, svenskt 0-0,2 mm	70 %
J. Krossad dolomit, svensk, 0-2 mm	70 %
K. M-kalk från Merox, 0-1,5 mm	70 %
L. M-kalk från Merox, 0-0,5 mm	70 %

1050–41 (Norrländ)

A. Ingen kalk	
B. Kalkstensmjöl från Köping, gemensamt för alla försök	70 %
C. Kalkstensmjöl från Orsa	70 %
D. Kalkstensmjöl från Orsa	100 %
E. Kalkstensmjöl från Orsa, lika stora delgivor under fyra år tills full giva nåtts år 4	100 %
F. Krossad kalksten från Orsa	70 %
G. Dolomitmjöl, svenskt	70 %
H. Krossad dolomit, svensk	70 %
I. Hebbersfors, krossad kalksten	70 %

Bilaga 2.

Samtliga förekommande försöksled

Obs	Ledkod
1	Okalkat
2	Mjöl, Köping, 70%
3	Mjöl, Köping, 85%
4	Mjöl, Ignab. 35%
5	Mjöl, Ignab. 50%
6	Mjöl, Ignab. 50%/4
7	Mjöl, Ignab. 70%
8	Mjöl, Ignab. 85%
9	Mjöl, Ignab. 100%
10	Mjöl, Ignab. 100%/4
11	Mjöl, Ignab. 120%
12	Mjöl, Ignab. 120%/4
13	Mjöl, Köping, 35%
14	Mjöl, Köping, 100%
15	Mjöl, Köping, 100%/4
16	Mjöl, Orsa, 70%
17	Mjöl, Orsa, 100%
18	Mjöl, Orsa, 100%/4
19	Mjöl, Rättvik, 70%
20	Mjöl, Uddag. 70%
21	Mjöl, Uddag. 100%
22	Mjöl, Uddag. 100%/4

Obs	Ledkod
23	Dolmj. Estn. 35%
24	Dolmj. Estn. 70%
25	Dolmj. Estn. 85%
26	Dolmj. Sv. 70%
27	Kross. Heb. 70%
28	Kross, Ignab. 35%
29	Kross, Ignab. 70%
30	Kross, Ignab. 85%
31	Kross, Köping, 70%
32	Kross, Orsa, 70%
33	Kross, Rättvik, 70%
34	Kross, Uddag. 70%
35	Kross, Sv.min. 70%
36	Dolkr, Estn. 35%
37	Dolkr, Estn. 70%
38	Dolkr, Estn. 85%
39	Dolkr, Sv. 70%
40	M-kalk <1.57, 70%
41	M-kalk <0.57, 70%
42	M-kalk <0.27, 70%
43	M-kalk <0.06, 70%
44	Filler, Köping, 70%
45	Sockerbrk. 85%
46	Strukturkalk, 2 ton/CaO

Bilaga 3.

Beräknade CaO-givor för att nå 35, 70, 85, 100 eller 120% basmättnad. 100%/4 anger de 4 första årens delgivor för att nå upp till motsvarande basmättnad. Kalkprodukternas ursprung har angivits men har ingen betydelse i detta sammanhang. Givorna beräknades på basis av leverantörens uppgift om CaO-innehåll.

Obs	Plats	Önskad basmättnadsgrad.	CaO, ton/ha
2	AC-87-1999	Mjöl, Köping, 70%	4.1860
4	AC-87-1999	Mjöl, Orsa, 100%	6.7900
5	AC-87-1999	Mjöl, Orsa, 100%/4	1.6975
11	C-21-1999	Mjöl, Köping, 70%	1.6450
12	C-21-1999	Mjöl, Köping, 100%	9.7300
13	C-21-1999	Mjöl, Köping, 100%/4	2.4325
19	D-117-1999	Mjöl, Köping, 70%	3.5280
20	D-117-1999	Mjöl, Köping, 100%	9.8700
21	D-117-1999	Mjöl, Köping, 100%/4	2.4675
31	E-148-1999	Mjöl, Köping, 70%	0.8470
32	E-148-1999	Mjöl, Köping, 100%	6.0200
33	E-148-1999	Mjöl, Köping, 100%/4	1.5050
39	F-22-1999	Mjöl, Köping, 70%	1.4910
41	F-22-1999	Mjöl, Ignab. 100%	5.2500
42	F-22-1999	Mjöl, Ignab. 100%/4	1.3125
50	H-150-1999	Mjöl, Köping, 35%	8.4105
52	H-150-1999	Mjöl, Ignab. 50%	15.4350
53	H-150-1999	Mjöl, Ignab. 50%/4	3.8588
58	L-106-1999	Mjöl, Köping, 85%	2.7475
60	L-106-1999	Mjöl, Ignab. 120%	4.3400

Bilaga 3.

Obs	Plats	Önskad basmättnads- grad.	CaO, ton/ha
61	L-106-1999	Mjöl, Ignab. 120%/4	1.0850
67	L-303-1999	Mjöl, Köping, 85%	2.2960
69	L-303-1999	Mjöl, Ignab. 120%	4.4520
70	L-303-1999	Mjöl, Ignab. 120%/4	1.1130
76	M-417-2000	Mjöl, Köping, 85%	2.1630
78	M-417-2000	Mjöl, Ignab. 120%	4.9560
79	M-417-2000	Mjöl, Ignab. 120%/4	1.2390
83	M-417-2000	Socketbrk. 85%	2.1630
95	N-321-1999	Mjöl, Köping, 70%	2.8140
97	N-321-1999	Mjöl, Ignab. 100%	5.2500
98	N-321-1999	Mjöl, Ignab. 100%/4	1.3125
103	O-12-1999	Mjöl, Köping, 70%	6.1670
105	O-12-1999	Mjöl, Uddag. 100%	11.4800
106	O-12-1999	Mjöl, Uddag. 100%/4	2.8700
114	P-35-1999	Mjöl, Köping, 70%	5.1100
116	P-35-1999	Mjöl, Uddag. 100%	9.5200
117	P-35-1999	Mjöl, Uddag. 100%/4	2.3800
124	U-111-1999	Mjöl, Köping, 70%	0.2800
125	U-111-1999	Mjöl, Köping, 100%	4.4800
126	U-111-1999	Mjöl, Köping, 100%/4	1.1200
134	W-1-2000	Mjöl, Köping, 70%	4.5570
136	W-1-2000	Mjöl, Orsa, 100%	8.6100
137	W-1-2000	Mjöl, Orsa, 100%/4	2.1525

Bilaga 3.

Obs	Plats	Önskad basmättnads- grad.	CaO, ton/ha
146	Y-86-1999	Mjöl, Köping, 70%	1.5470
148	Y-86-1999	Mjöl, Orsa, 100%	6.0200
149	Y-86-1999	Mjöl, Orsa, 100%/4	1.5050

Bilaga 4.

Kalkprodukternas deklarerade CaO-innehåll och åsatta kalkvärden

Produkt	CaO, %	Kalkvärde
Mjöl, Köping	51	46/46
Mjöl, Ignaberga	49	50/50
Mjöl, Orsa	54	54/54
Mjöl, Rättvik	54	54/54
Mjöl, Uddagården	48	48/48
Dol. mjöl. Estniskt.	58	.
Dol. Mjöl. Svenskt	54	58/58
Kross, Hebbersfors	48	.
Kross, Ignaberga	49	30/45
Kross, Köping	50	33/47
Kross, Orsa	54	33/47
Kross, Rättvik	54	39/48
Kross, Uddagården	48	26/36
Kross, Svenska mineral	63	39/47
Dol. kross, Estnisk	58	.
Dol. kross, Svensk	54	34/44
M-kalk	51	.
Filler, Köping	54	46/46
Sockerbrukskalk.	25	.
Släckt kalk	69	69/69

Bilaga 5. Försöksvis redovisning av skördedata

Plan: R3-1050 Försök: AC-87-1999 Mullhalt: mmh Jordart: svl Sa				pH									V, %						
Behandling, Prod. Basm.	CaO- inneh.	Kalk- värde	Giva t/ha	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
Okalkat	.	.	0.0	5.7	5.5	.	5.3	.	5.4	.	5.5	.	21.9	.	21.2	.	73.9	.	30.8
Mjöl, Köping, 70%	50	54/54	4.2	6.0	6.4	.	6.1	.	5.6	.	5.7	.	51.1	.	37.1	.	65.1	.	39.5
Mjöl, Orsa, 70%	54	54/54	4.2	5.9	6.2	.	6.1	.	5.9	.	5.8	.	42.7	.	43.5	.	61.6	.	39.7
Mjöl, Orsa, 100%	54	54/54	6.8	6.4	6.8	.	6.7	.	6.3	.	6.1	.	65.2	.	60.4	.	52.3	.	47.9
Mjöl, Orsa, 100%/4	54	54/54	1.7	6.0	5.9	.	6.1	.	5.9	.	6.0	.	34.3	.	44.3	.	58.3	.	47.5
Dolmj. Sv. 70%	54	58/58	4.2	6.0	6.2	.	6.1	.	5.8	.	5.9	.	41.0	.	42.6	.	66.1	.	41.2
Kross. Heb. 70%	48	.	4.2	6.0	6.1	.	6.0	.	5.7	.	5.8	.	42.6	.	43.8	.	63.3	.	38.6
Kross, Orsa, 70%	54	33/47	4.2	6.0	6.1	.	5.9	.	6.0	.	5.9	.	45.5	.	33.3	.	59.8	.	40.9
Dolkr, Sv. 70%	54	34/44	4.2	6.1	6.0	.	5.9	.	5.8	.	5.8	.	39.7	.	38.3	.	65.8	.	39.9

Bilaga 5. Försöksvis redovisning av pH och basmättnadsgrad

Försök: AC-87-1999								
	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
	VÅRKORN	KORN	KORN	KORN	KORN	BALJV.GRÖNF.	POTATIS	POTATIS
Behandling	kg/ha	kg/ha	kg/ha	kg/ha	kg/ha	kg/ha	kg/ha	kg/ha
Okalkat	1710	3330	3490	3680	2660	4210	21930	23670
Mjöl, Köping, 70%	2050	3720	3770	3700	2390	4960	20940	22010
Mjöl, Orsa, 70%	2070	3720	3770	3330	2320	5160	23850	23750
Mjöl, Orsa, 100%	2030	3730	3920	3370	2290	5050	21560	23710
Mjöl, Orsa, 100%/4	2190	3620	3900	3320	2230	5090	22480	26400
Dolmj. Sv. 70%	2040	3370	3700	3190	2290	5040	23280	23230
Kross. Heb. 70%	1890	3580	3820	3680	2340	4970	23450	26320
Kross, Orsa, 70%	1990	3680	3590	3140	2310	4730	19420	22720
Dolkr, Sv. 70%	1970	3860	3620	3600	2480	4950	22120	26080

Bilaga 5. Försöksvis redovisning av skördedata

Plan: R3-1050 Försök: C-21-1999 Mullhalt: mr Jordart: MSL				pH									V, %						
Behandling, Prod. Basm.	CaO- inneh.	Kalk- värde	Giva t/ha	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
Okalkat	.	.	0.0	5.8	5.7	.	5.7	.	5.9	.	5.8	.	56.6	.	57.7	.	60.6	.	59.5
Mjöl, Köping, 70%	50	54/54	1.6	6.0	6.6	.	6.1	.	6.0	.	5.8	.	80.2	.	66.4	.	63.7	.	60.3
Mjöl, Köping, 100%	50	54/54	9.7	6.2	6.0	.	6.1	.	6.2	.	6.0	.	60.9	.	63.2	.	63.4	.	64.7
Mjöl, Köping, 100%/4	50	54/54	2.4	5.9	6.2	.	6.4	.	6.2	.	6.0	.	61.5	.	66.7	.	63.2	.	61.3
Dolmj, Sv. 70%	54	58/58	1.6	6.5	6.3	.	6.0	.	5.8	.	6.1	.	69.3	.	64.2	.	65.7	.	66.4
Kross, Köping, 70%	50	33/47	1.6	6.1	6.1	.	6.2	.	6.0	.	6.0	.	61.9	.	59.9	.	62.3	.	65.2
Dolkr, Sv. 70%	54	34/44	1.6	6.2	6.5	.	6.0	.	5.8	.	6.0	.	74.1	.	62.8	.	59.7	.	64.0
Strukturkalk, 2 ton/CaO	69	69/69	2.0	6.2	5.8	.	5.9	.	5.8	.	5.8	.	57.4	.	60.1	.	49.2	.	59.2

Bilaga 5. Försöksvis redovisning av pH och basmättnadsgrad

Försök: C-21-1999								
	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
	VÅRKORN	HAVRE	VÅRVETE	HAVRE	VÅRKORN	ÄRTER	HÖSTVETE	HAVRE
Behandling	kg/ha	kg/ha	kg/ha	kg/ha	kg/ha	kg/ha	kg/ha	kg/ha
Okalkat	3800	.	5300	4400	5590	3180	6990	6070
Mjöl, Köping, 70%	3820	.	5220	4350	5540	2990	6730	6220
Mjöl, Köping, 100%	3740	.	5370	4330	5520	2820	6740	6200
Mjöl, Köping, 100%/4	3760	.	5410	4030	5450	2720	7190	6410
Dolmj. Sv. 70%	3800	.	5280	4480	5480	3160	6870	6420
Kross, Köping, 70%	3830	.	5200	4400	5530	3300	6650	6200
Dolkr, Sv. 70%	3780	.	5230	4180	5500	2930	6760	6070
Strukturkalk, 2 ton/CaO	3730	.	5080	4000	5480	3110	6500	6030

Bilaga 5. Försöksvis redovisning av skördedata

Plan: R3-1050 Försök: D-117-1999 Mullhalt: mr Jordart: MSL																			
				pH								V, %							
Behandling, Prod. Basm.	CaO- inneh.	Kalk- värde	Giva t/ha	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
Okalkat	.	.	0.0	6.3	5.9	.	6.0	.	6.0	.	5.8	.	55.8	.	62.1	.	61.0	.	63.3
Mjöl, Köping, 70%	50	54/54	3.5	6.3	6.3	.	6.4	.	6.1	.	6.0	.	64.6	.	70.6	.	64.8	.	65.1
Mjöl, Köping, 100%	50	54/54	9.9	6.4	6.7	.	6.8	.	6.3	.	6.1	.	82.5	.	77.5	.	69.4	.	66.6
Mjöl, Köping, 100%/4	50	54/54	2.5	6.3	6.9	.	6.8	.	6.6	.	6.5	.	86.8	.	83.5	.	76.1	.	75.4
Dolmj, Sv. 70%	54	58/58	3.5	6.2	6.2	.	6.5	.	6.3	.	6.0	.	61.0	.	71.2	.	66.7	.	60.4
Kross, Köping, 70%	50	33/47	3.5	6.2	6.3	.	6.3	.	6.3	.	6.0	.	65.0	.	67.2	.	57.9	.	60.4
Dolkr, Sv. 70%	54	34/44	3.5	6.2	6.0	.	6.3	.	6.0	.	5.9	.	58.4	.	64.8	.	60.6	.	63.1
M-kalk <0.57, 70%	51	.	3.5	6.3	6.2	.	6.2	.	6.1	.	6.0	.	59.1	.	66.6	.	64.6	.	65.4
M-kalk <0.27, 70%	51	.	3.5	6.2	6.0	.	6.2	.	6.1	.	6.0	.	58.0	.	64.0	.	63.5	.	62.7
M-kalk <0.06, 70%	51	.	3.5	6.2	6.2	.	6.4	.	6.3	.	6.0	.	60.8	.	66.1	.	65.9	.	54.8
Filler, Köping, 70%	54	46/46	3.5	6.2	6.2	.	6.2	.	6.3	.	5.9	.	62.3	.	65.1	.	64.9	.	62.0
Strukturkalk, 2 ton/CaO	69	69/69	2.0	6.2	6.2	.	6.3	.	6.2	.	6.0	.	60.7	.	66.4	.	66.9	.	61.5

Bilaga 5. Försöksvis redovisning av pH och basmättnadsgrad

Försök: D-117-1999								
	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
	VÅRKORN	VÅRVETE	VÅRVETE	VÅRKORN	KORN	VÅRVETE	VÅRVETE	KORN
Behandling	kg/ha	kg/ha	kg/ha	kg/ha	kg/ha	kg/ha	kg/ha	kg/ha
Okalkat	4250	3870	4490	4750	5610	5610	4380	6150
Mjöl, Köping, 70%	4090	3850	4630	4960	5940	5890	4240	6180
Mjöl, Köping, 100%	4260	3820	4610	3780	5870	5740	4440	6300
Mjöl, Köping, 100%/4	4100	3810	4590	4760	5860	5810	4210	6380
Dolmj. Sv. 70%	4180	3840	4740	4810	5940	6070	4600	6180
Kross, Köping, 70%	4160	3950	4580	4810	5800	6030	4370	6250
Dolkr, Sv. 70%	4250	3960	4760	4890	5820	5910	4710	6500
M-kalk <0.57, 70%	4350	4020	4720	4700	5570	5330	4390	6420
M-kalk <0.27, 70%	4120	3750	4720	4230	5810	5900	4000	5880
M-kalk <0.06, 70%	4300	4150	4740	4830	5470	5760	4660	6510
Filler, Köping, 70%	4260	3730	4540	4790	6230	5790	4040	6120
Strukturkalk, 2 ton/CaO	4280	4100	4820	4770	5760	5740	4630	6510

Bilaga 5. Försöksvis redovisning av skördedata

Plan: R3-1050 Försök: E-148-1999 Mullhalt: mmh Jordart: MSL											
				pH				V, %			
Behandling, Prod. Basm.	CaO- inneh.	Kalk- värde	Giva t/ha	2000	2001	2002	2003	2000	2001	2002	2003
Okalkat	.	.	0.0	6.9	6.6	.	6.8	.	73.4	.	74.8
Mjöl, Köping, 70%	50	54/54	0.8	6.8	6.7	.	6.8	.	74.7	.	76.3
Mjöl, Köping, 100%	50	54/54	6.0	7.1	7.4	.	7.0	.	88.2	.	80.7
Mjöl, Köping, 100%/4	50	54/54	1.5	6.8	6.8	.	7.3	.	75.4	.	85.2
Dolmj. Sv. 70%	54	58/58	0.8	6.7	6.7	.	6.9	.	75.4	.	76.0
Kross, Köping, 70%	50	33/47	0.8	6.7	6.9	.	6.8	.	76.3	.	75.0
Dolkr, Sv. 70%	54	34/44	0.8	6.9	6.3	.	6.6	.	73.3	.	73.9
Strukturkalk, 2 ton/CaO	69	69/69	2.0	6.9	6.6	.	6.9	.	73.7	.	74.4

Bilaga 5. Försöksvis redovisning av pH och basmättnadsgrad

Försök: E-148-1999				
	2000	2001	2002	2003
	HAVRE	HÖSTVETE	HÖSTVETE	VÅRRAPS
Behandling	kg/ha	kg/ha	kg/ha	kg/ha
Okalkat	7010	6180	7930	2090
Mjöl, Köping, 70%	6990	6320	8140	2130
Mjöl, Köping, 100%	6810	6450	8270	2180
Mjöl, Köping, 100%/4	6780	6400	8270	2250
Dolmj. Sv. 70%	7060	6260	8200	2150
Kross, Köping, 70%	7010	6200	8220	2120
Dolkr, Sv. 70%	6870	6200	7960	2100
Strukturkalk, 2 ton/CaO	7020	6320	8110	2240

Bilaga 5. Försöksvis redovisning av skördedata

Plan: R3-1050 Försök: F-22-1999 Mullhalt: mmh Jordart: ML				pH									V, %						
Behandling, Prod. Basm.	CaO- inneh.	Kalk- värde	Giva t/ha	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
Okalkat	.	.	0.0	5.4	6.1	.	5.4	.	5.3	.	5.4	.	50.2	.	37.6	.	37.4	.	39.1
Mjöl, Köping, 70%	50	54/54	1.5	5.5	5.9	.	5.5	.	5.5	.	5.5	.	44.0	.	37.9	.	40.3	.	39.5
Mjöl, Ignab. 70%	49	50/50	1.5	5.6	6.1	.	5.7	.	5.6	.	5.5	.	45.4	.	43.9	.	43.1	.	40.9
Mjöl, Ignab. 100%	49	50/50	5.3	5.7	6.6	.	6.1	.	6.0	.	5.8	.	81.5	.	56.3	.	51.7	.	51.4
Mjöl, Ignab. 100%/4	49	50/50	1.3	5.5	6.2	.	6.6	.	6.2	.	6.0	.	55.7	.	67.4	.	61.1	.	56.0
Mjöl, Uddag. 70%	48	48/48	1.5	5.5	5.9	.	5.5	.	5.6	.	5.4	.	47.2	.	42.6	.	42.3	.	39.4
Dolmj. Sv. 70%	54	58/58	1.5	5.6	5.9	.	5.6	.	5.3	.	5.4	.	44.9	.	42.9	.	41.4	.	40.1
Kross, Ignab. 70%	49	30/45	1.5	5.6	5.8	.	5.7	.	5.7	.	5.5	.	49.8	.	49.7	.	41.4	.	40.7
Dolkr, Sv. 70%	54	34/44	1.5	5.5	5.7	.	5.5	.	5.5	.	5.3	.	39.3	.	42.0	.	44.0	.	40.3
Strukturkalk, 2 ton/CaO	69	69/69	2.0	5.7	5.7	.	5.8	.	5.6	.	5.5	.	42.3	.	49.8	.	44.1	.	41.2

Bilaga 5. Försöksvis redovisning av pH och basmättnadsgrad

Försök: F-22-1999								
	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
	VÅRKORN	HAVRE	KORN	HÖSTVETE	HAVRE M. INS.	VALL I	VALL II	VALL III
Behandling	kg/ha	kg/ha	kg/ha	kg/ha	kg/ha	kg/ha	kg/ha	kg/ha
Okalkat	1310	2440	980	1860	5140	6970	6570	6990
Mjöl, Köping, 70%	1590	2280	1730	2570	4480	7730	6880	6930
Mjöl, Ignab. 70%	1760	2750	1480	2820	4820	7200	6770	6690
Mjöl, Ignab. 100%	1960	2640	1860	2640	5080	7130	7630	7210
Mjöl, Ignab. 100%/4	1680	2660	1720	2490	5300	6960	7730	7630
Mjöl, Uddag. 70%	1780	2380	1600	2520	5060	7360	7030	6770
Dolmj. Sv. 70%	1290	2410	1710	2560	4560	7080	6780	7120
Kross, Ignab. 70%	1580	2420	1510	2460	4960	7340	7010	7210
Dolkr, Sv. 70%	1330	2490	1500	2310	4870	7360	7260	7340
Strukturkalk, 2 ton/CaO	1580	2910	1790	2390	4900	7360	7130	7050

Bilaga 5. Försöksvis redovisning av skördedata

Plan: R3-1053 Försök: H-150-1999 Mullhalt: Mulljord Jordart:											
				pH				V, %			
Behandling, Prod. Basm.	CaO- inneh.	Kalk- värde	Giva t/ha	2000	2001	2002	2003	2000	2001	2002	2003
Okalkat	.	.	0.0	5.0	5.1	.	4.8	.	22.1	.	19.6
Mjöl, Ignab. 35%	49	50/50	8.4	5.3	5.7	.	5.3	.	37.3	.	31.0
Mjöl, Ignab. 50%	49	50/50	15.4	5.5	5.7	.	5.7	.	38.5	.	36.0
Mjöl, Ignab. 50%/4	49	50/50	3.9	5.5	5.6	.	5.7	.	33.2	.	41.1
Mjöl, Köping, 35%	50	54/54	8.4	5.5	5.6	.	5.5	.	33.6	.	35.1
Dolmj. Estn. 35%	58	.	8.4	5.2	5.5	.	5.4	.	29.4	.	29.4
Kross, Ignab. 35%	49	30/45	8.4	5.2	5.6	.	5.4	.	37.5	.	28.8
Dolkr, Estn. 35%	58	.	8.4	5.4	5.6	.	5.5	.	30.5	.	29.0

Bilaga 5. Försöksvis redovisning av pH och basmättnadsgrad

Försök: H-150-1999				
	2000	2001	2002	2003
	RÅGVETE	HAVRE	HAVRE	KORN
Behandling	kg/ha	kg/ha	kg/ha	kg/ha
Okalkat	5880	5670	5800	.
Mjöl, Ignab. 35%	6460	5990	5680	.
Mjöl, Ignab. 50%	6450	6130	5950	.
Mjöl, Ignab. 50%/4	6050	6020	5620	.
Mjöl, Köping, 35%	6330	5980	5770	.
Dolmj. Estn. 35%	6570	5980	6010	.
Kross, Ignab. 35%	6450	5990	5930	.
Dolkr, Estn. 35%	6010	5460	5390	.

Bilaga 5. Försöksvis redovisning av skördedata

Plan: R3-1051 Försök: L-106-1999 Mullhalt: mf Jordart: svl Sa				pH									V, %						
Behandling, Prod. Basm.	CaO- inneh.	Kalk- värde	Giva t/ha	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
Okalkat	.	.	0.0	6.0	5.7	.	5.7	.	5.9	.	5.6	.	36.1	.	33.7	.	34.9	.	32.0
Mjöl, Köping, 85%	50	54/54	2.7	6.5	6.2	.	6.5	.	6.3	.	6.1	.	57.2	.	61.2	.	50.0	.	43.8
Mjöl, Ignab. 85%	49	50/50	2.7	6.5	6.3	.	6.6	.	6.4	.	6.2	.	59.7	.	56.2	.	62.2	.	43.8
Mjöl, Ignab. 120%	49	50/50	4.3	6.5	6.8	.	6.8	.	6.7	.	6.3	.	85.6	.	60.2	.	82.9	.	50.0
Mjöl, Ignab. 120%/4	49	50/50	1.1	6.4	7.0	.	6.9	.	6.8	.	6.6	.	82.0	.	83.9	.	71.4	.	58.6
Dolmj. Estn. 85%	58	.	2.7	6.2	6.2	.	6.1	.	6.2	.	6.1	.	55.5	.	44.6	.	42.5	.	47.2
Kross, Ignab. 85%	49	30/45	2.7	6.2	6.3	.	6.3	.	6.3	.	6.1	.	66.4	.	54.5	.	48.7	.	42.1
Dolkr, Estn. 85%	58	.	2.7	6.3	6.1	.	6.1	.	6.3	.	6.1	.	44.9	.	42.4	.	45.2	.	38.3
Socketbrk. 85%	25	.	2.7	6.3	6.4	.	6.4	.	6.2	.	6.1	.	62.3	.	54.8	.	71.2	.	38.0

Bilaga 5. Försöksvis redovisning av pH och basmättnadsgrad

Plan: R3-1051 Försök: L-303-1999 Mullhalt: nmh Jordart: I Sa															
				pH						V, %					
Behandling, Prod. Basm.	CaO- inneh.	Kalk- värde	Giva t/ha	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2000	2001	2002	2003	2004	2005
Okalkat	.	.	0.0	6.4	6.3	.	6.3	.	6.1	.	57.2	.	60.1	.	50.0
Mjöl, Köping, 85%	50	54/54	2.3	6.7	7.1	.	6.9	.	6.5	.	81.3	.	83.8	.	58.0
Mjöl, Ignab. 85%	49	50/50	2.3	6.7	6.9	.	6.7	.	6.3	.	75.6	.	81.6	.	58.8
Mjöl, Ignab. 120%	49	50/50	4.5	7.0	7.1	.	7.0	.	6.7	.	88.5	.	82.7	.	58.6
Mjöl, Ignab. 120%/4	49	50/50	1.1	6.7	6.9	.	7.3	.	6.8	.	82.0	.	88.1	.	69.1
Dolmj. Estn. 85%	58	.	2.3	6.7	7.0	.	6.9	.	6.4	.	73.2	.	71.3	.	58.8
Kross, Ignab. 85%	49	30/45	2.3	6.6	6.8	.	6.7	.	6.6	.	70.7	.	71.7	.	57.1
Dolkr, Estn. 85%	58	.	2.3	6.6	6.8	.	6.6	.	6.4	.	67.8	.	59.6	.	55.7
Sockerbrk. 85%	25	.	2.3	6.8	7.1	.	6.9	.	6.6	.	77.5	.	72.1	.	62.7

Bilaga 5. Försöksvis redovisning av skördedata

Försök: L-106-1999								
	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
	FABRIKSPOTATIS	HÖSTRÅG	HÖSTRÅG	POTATIS	VÅRKORN	HÖSTRAPS	MATPOTATIS	POTATIS
Behandling	kg/ha	kg/ha	kg/ha	kg/ha	kg/ha	kg/ha	kg/ha	kg/ha
Okalkat	41500	5220	6170	26960	4340	4920	33970	30770
Mjöl, Köping, 85%	45380	5920	6150	30540	4710	5440	35950	32980
Mjöl, Ignab. 85%	45310	5700	6220	31910	4760	5000	36240	34850
Mjöl, Ignab. 120%	42500	4920	4550	25980	4160	3650	32720	27840
Mjöl, Ignab. 120%/4	44130	5790	5250	28100	4780	5630	33520	30660
Dolmj. Estn. 85%	45190	5500	6250	32480	4630	5340	39810	36460
Kross, Ignab. 85%	45750	5410	5650	30740	4270	5320	38130	35200
Dolkr, Estn. 85%	42940	5880	6620	28960	4440	5150	36450	34430
Socketbrk. 85%	47440	5840	6150	32670	4450	5360	39080	34370

Bilaga 5. Försöksvis redovisning av pH och basmättnadsgrad

Försök: L-303-1999						
	2000	2001	2002	2003	2004	2005
	SOCKERBETOR	VÅRKORN	HÖSTVETE	KORN	VÅRKORN	VALL I
Behandling	kg/ha	kg/ha	kg/ha	kg/ha	kg/ha	kg/ha
Okalkat	61050	5660	8960	5220	4020	7240
Mjöl, Köping, 85%	62800	5500	8320	4910	3640	7130
Mjöl, Ignab. 85%	61780	5170	8450	4890	3730	7760
Mjöl, Ignab. 120%	61080	5280	8150	4940	3880	7160
Mjöl, Ignab. 120%/4	62200	5460	8210	5020	3820	7650
Dolmj. Estn. 85%	62330	5560	8280	5060	4020	7410
Kross, Ignab. 85%	62980	5550	8330	4910	3790	7740
Dolkr, Estn. 85%	61100	5010	8510	4990	3840	7690
Sockerbrk. 85%	62580	5720	8390	5040	3890	7110

Bilaga 5. Försöksvis redovisning av skördedata

Plan: R3-1051 Försök: M-417-2000 Mullhalt: mmh Jordart: I Mo																	
				pH							V, %						
Behandling, Prod. Basm.	CaO- inneh.	Kalk- värde	Giva t/ha	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
Okalkat	.	.	0.0	6.1	.	6.3	.	6.1	.	6.2	58.6	.	60.6	.	59.3	.	65.5
Mjöl, Köping, 85%	50	54/54	2.2	6.0	.	6.7	.	6.3	.	6.4	56.9	.	78.6	.	64.4	.	70.9
Mjöl, Ignab. 85%	49	50/50	2.2	6.0	.	6.4	.	6.4	.	6.3	54.2	.	68.8	.	63.7	.	70.8
Mjöl, Ignab. 120%	49	50/50	5.0	6.5	.	7.2	.	7.1	.	6.6	69.9	.	82.9	.	81.6	.	82.2
Mjöl, Ignab. 120%/4	49	50/50	1.2	6.3	.	7.2	.	7.3	.	6.5	60.4	.	83.1	.	78.6	.	74.2
Dolmj. Estn. 85%	58	.	2.2	6.1	.	6.4	.	6.5	.	6.4	58.1	.	67.9	.	68.8	.	73.2
Kross, Ignab. 85%	49	30/45	2.2	6.1	.	6.5	.	6.4	.	6.3	57.0	.	66.8	.	64.8	.	64.5
Dolkr, Estn. 85%	58	.	2.2	6.1	.	6.5	.	6.4	.	6.4	59.3	.	64.7	.	72.0	.	68.1
Sockerbk. 85%	25	.	2.2	6.2	.	6.9	.	6.6	.	6.4	62.5	.	75.0	.	84.6	.	76.5

Bilaga 5. Försöksvis redovisning av pH och basmättnadsgrad

Försök: M-417-2000							
	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
	SOCKERBETOR	HÖSTVETE	KONSERVÄRTER	HÖSTVETE	SOCKERBETOR	HÖSTVETE	VÅRKORN
Behandling	kg/ha	kg/ha	kg/ha	kg/ha	kg/ha	kg/ha	kg/ha
Okalkat	51020	8020	.	4240	52120	.	5030
Mjöl, Köping, 85%	37910	7950	.	4300	53880	.	4770
Mjöl, Ignab. 85%	39170	7990	.	4300	52320	.	4780
Mjöl, Ignab. 120%	49130	7370	.	3010	55840	.	5030
Mjöl, Ignab. 120%/4	49030	7780	.	3400	55920	.	4730
Dolmj. Estn. 85%	44390	7800	.	3490	54320	.	4790
Kross, Ignab. 85%	42500	7660	.	3910	53310	.	5070
Dolkr, Estn. 85%	45110	7760	.	3640	53040	.	4850
Socketbrk. 85%	44060	7670	.	3880	52420	.	5210

Bilaga 5. Försöksvis redovisning av skördedata

Plan: R3-1050 Försök: N-321-1999 Mullhalt: nmh Jordart: I Sa																			
				pH								V, %							
Behandling, Prod. Basm.	CaO- inneh.	Kalk- värde	Giva t/ha	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
Okalkat	.	.	0.0	6.3	6.1	.	6.7	.	6.8	.	6.6	.	40.3	.	60.3	.	61.5	.	64.9
Mjöl, Köping, 70%	50	54/54	2.8	7.0	6.9	.	6.6	.	6.4	.	6.4	.	71.9	.	67.3	.	54.2	.	58.4
Mjöl, Ignab. 70%	49	50/50	2.8	6.7	7.1	.	6.7	.	6.4	.	6.8	.	94.8	.	59.0	.	51.0	.	73.1
Mjöl, Ignab. 100%	49	50/50	5.3	6.8	7.6	.	6.7	.	6.7	.	6.6	.	125.1	.	68.6	.	59.0	.	66.8
Mjöl, Ignab. 100%/4	49	50/50	1.3	6.6	7.0	.	7.2	.	7.4	.	6.9	.	80.9	.	79.3	.	85.2	.	82.1
Dolmj. Estn. 70%	58	.	2.8	6.5	6.7	.	6.9	.	6.8	.	6.7	.	55.4	.	63.9	.	67.9	.	74.1
Kross, Ignab. 70%	49	30/45	2.8	6.2	6.7	.	7.2	.	6.6	.	6.6	.	78.5	.	76.2	.	74.8	.	68.1
Dolkr, Estn. 70%	58	.	2.8	6.3	6.7	.	6.7	.	6.7	.	6.7	.	57.2	.	66.3	.	67.9	.	76.1

Bilaga 5. Försöksvis redovisning av pH och basmättnadsgrad

Försök: N-321-1999								
	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
	HAVRE	FODERÄRT	HÖSTVETE	VÅRRYBS	KORN	VÅRKORN	POTATIS	POTATIS
Behandling	kg/ha	kg/ha	kg/ha	kg/ha	kg/ha	kg/ha	kg/ha	kg/ha
Okalkat	5840	3220	8840	1470	4330	4420	29440	20140
Mjöl, Köping, 70%	5750	3000	8680	1440	4250	4280	29630	15110
Mjöl, Ignab. 70%	5740	3670	8760	1410	4220	4280	30650	17420
Mjöl, Ignab. 100%	5610	3510	8730	1520	4340	4330	29320	13960
Mjöl, Ignab. 100%/4	5810	3970	8640	1110	4040	3840	26980	19880
Dolmj. Estn. 70%	5760	3860	8700	1480	4220	4460	29440	16700
Kross, Ignab. 70%	5670	3010	8560	1300	4380	4150	26700	14910
Dolkr, Estn. 70%	5770	3770	8800	1550	4100	4000	27940	15220

Bilaga 5. Försöksvis redovisning av skördedata

Plan: R3-1050
 Försök: O-12-1999
 Mullhalt: mr
 Jordart: ML

Behandling, Prod. Basm.	CaO- inneh.	Kalk- värde	Giva t/ha	pH								V, %							
				2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
Okalkat	.	.	0.0	5.8	5.8	.	5.7	.	6.1	.	5.8	.	34.0	.	35.0	.	48.9	.	40.2
Mjöl, Köping, 70%	50	54/54	6.2	6.1	6.1	.	6.2	.	6.1	.	6.0	.	44.2	.	49.0	.	49.3	.	48.3
Mjöl, Uddag. 70%	48	48/48	6.2	6.3	6.2	.	6.2	.	6.0	.	6.0	.	45.6	.	50.4	.	48.5	.	48.0
Mjöl, Uddag. 100%	48	48/48	11.5	6.5	6.9	.	6.6	.	6.3	.	6.2	.	73.2	.	64.5	.	59.7	.	58.5
Mjöl, Uddag. 100%/4	48	48/48	2.9	6.0	6.4	.	6.4	.	6.4	.	6.1	.	50.7	.	57.6	.	59.3	.	54.3
Dolmj. Sv. 70%	54	58/58	6.2	5.8	6.1	.	6.2	.	6.1	.	6.0	.	43.4	.	48.1	.	48.1	.	48.3
Kross, Uddag. 70%	48	26/36	6.2	5.9	6.2	.	6.1	.	6.1	.	6.1	.	46.2	.	48.4	.	49.4	.	50.6
Kross, Sv.min. 70%	63	39/47	6.2	5.8	6.1	.	6.0	.	6.0	.	5.9	.	40.1	.	42.9	.	45.1	.	43.1
Dolkr, Sv. 70%	54	34/44	6.2	6.3	5.9	.	5.9	.	5.9	.	5.9	.	37.0	.	41.7	.	45.5	.	44.0
Strukturkalk, 2 ton/CaO	69	69/69	2.0	5.8	6.1	.	5.9	.	5.9	.	5.8	.	39.3	.	38.9	.	40.9	.	41.2

Bilaga 5. Försöksvis redovisning av pH och basmättnadsgrad

Försök: O-12-1999								
	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
	HAVRE	HÖSTVETE	HÖSTVETE	HAVRE	HAVRE	HAVRE	HÖSTVETE	HÖSTVETE
Behandling	kg/ha	kg/ha	kg/ha	kg/ha	kg/ha	kg/ha	kg/ha	kg/ha
Okalkat	5940	5990	6380	4980	5890	4380	5740	5860
Mjöl, Köping, 70%	6000	6330	6650	4830	5800	4570	6270	5870
Mjöl, Uddag. 70%	5870	6350	6540	4990	5890	4410	6170	6090
Mjöl, Uddag. 100%	5850	6320	6420	4980	6070	4420	6220	5890
Mjöl, Uddag. 100%/4	6060	6200	7010	5020	6080	4630	6410	5830
Dolmj. Sv. 70%	5870	6420	6480	4880	5970	4540	6190	5470
Kross, Uddag. 70%	5850	6330	6550	4940	5950	4430	6110	6130
Kross, Sv.min. 70%	5910	5990	6470	4870	6000	4420	5990	5720
Dolkr, Sv. 70%	5950	6330	6780	4850	5940	4580	6240	6180
Strukturkalk, 2 ton/CaO	6180	6190	6340	4900	5940	4420	5950	5880

Bilaga 5. Försöksvis redovisning av skördedata

Plan: R3-1050 Försök: P-35-1999 Mullhalt: mr Jordart: ML				pH								V, %						
Behandling, Prod. Basm.	CaO- inneh.	Kalk- värde	Giva t/ha	2000	2001	2002	2003	2005	2006	2007	2000	2001	2002	2003	2005	2006	2007	
Okalkat	.	.	0.0	6.2	.	.	6.1	6.6	.	6.0	.	.	.	45.5	45.1	.	46.4	
Mjöl, Köping, 70%	50	54/54	5.1	6.4	.	.	6.3	6.5	.	6.2	.	.	.	55.3	52.1	.	53.1	
Mjöl, Uddag, 70%	48	48/48	5.1	6.2	.	.	6.4	6.5	.	6.2	.	.	.	56.6	61.0	.	54.5	
Mjöl, Uddag, 100%	48	48/48	9.5	6.3	.	.	6.7	6.6	.	6.4	.	.	.	68.6	69.1	.	63.4	
Mjöl, Uddag, 100%/4	48	48/48	2.4	6.2	.	.	6.9	6.8	.	6.5	.	.	.	80.6	73.5	.	73.8	
Dolmj. Sv. 70%	54	58/58	5.1	6.4	.	.	6.5	6.5	.	6.3	.	.	.	56.1	58.3	.	58.4	
Kross, Uddag, 70%	48	26/36	5.1	6.4	.	.	6.5	6.4	.	6.3	.	.	.	59.2	59.1	.	57.3	
Kross, Sv.min. 70%	63	39/47	5.1	6.3	.	.	6.3	6.4	.	6.2	.	.	.	53.1	55.0	.	55.6	
Dolkr, Sv. 70%	54	34/44	5.1	6.3	.	.	6.4	6.4	.	6.2	.	.	.	55.6	55.5	.	56.9	
Strukturkalk, 2 ton/CaO	69	69/69	2.0	6.2	.	.	6.3	6.3	.	6.1	.	.	.	53.2	52.5	.	72.5	

Bilaga 5. Försöksvis redovisning av pH och basmättnadsgrad

Försök: P-35-1999							
	2000	2001	2002	2003	2005	2006	2007
	VÅRVETE	HAVRE	HAVRE INS.	TIMOTEJFRÖVALL	EJ FÖRSM.SKÖRD	EJ FÖRSM.SKÖRD	EJ FÖRSM.SKÖRD
Behandling	kg/ha	kg/ha	kg/ha	kg/ha	kg/ha	kg/ha	kg/ha
Okalkat	4780	3750	7260	.	.	.	.
Mjöl, Köping, 70%	4910	3640	7350	.	.	.	.
Mjöl, Uddag. 70%	5300	3890	7340	.	.	.	.
Mjöl, Uddag. 100%	4930	4100	7370	.	.	.	.
Mjöl, Uddag. 100%/4	5070	3760	7060	.	.	.	.
Dolmj. Sv. 70%	4850	3780	7110	.	.	.	.
Kross, Uddag. 70%	4600	3480	7020	.	.	.	.
Kross, Sv.min. 70%	4690	3430	7220	.	.	.	.
Dolkr, Sv. 70%	4430	3360	7270	.	.	.	.
Strukturkalk, 2 ton/CaO	4910	3780	7300	.	.	.	.

Bilaga 5. Försöksvis redovisning av skördedata

Plan: R3-1050
Försök: U-111-1999
Mullhalt: nmh
Jordart: ML

Behandling, Prod. Basm.	CaO- inneh.	Kalk- värde	Giva t/ha	pH								V, %							
				2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
Okalkat	.	.	0.0	6.4	6.4	.	6.3	.	6.5	.	6.1	.	75.2	.	71.8	.	80.1	.	74.9
Mjöl, Köping, 70%	50	54/54	0.3	6.5	6.4	.	6.4	.	6.5	.	6.1	.	73.2	.	72.3	.	78.7	.	86.5
Mjöl, Köping, 100%	50	54/54	4.5	6.6	7.5	.	7.2	.	6.8	.	6.4	.	98.5	.	88.1	.	82.2	.	92.5
Mjöl, Köping, 100%/4	50	54/54	1.1	6.7	6.6	.	7.2	.	7.0	.	6.6	.	79.6	.	86.1	.	87.6	.	85.0
Dolmj. Sv. 70%	54	58/58	0.3	6.4	6.2	.	6.1	.	6.4	.	6.1	.	70.5	.	68.9	.	70.6	.	79.4
Kross, Köping, 70%	50	33/47	0.3	6.4	6.4	.	6.4	.	6.6	.	6.2	.	74.0	.	73.7	.	78.3	.	91.4
Dolkr, Sv. 70%	54	34/44	0.3	6.4	6.4	.	6.3	.	6.5	.	6.1	.	73.2	.	73.5	.	76.1	.	78.1
Filler, Köping, 70%	54	46/46	0.3	6.4	6.3	.	6.4	.	6.6	.	6.3	.	74.8	.	71.7	.	77.0	.	72.0
Strukturkalk, 2 ton/CaO	69	69/69	2.0	6.3	6.5	.	6.5	.	6.6	.	6.3	.	75.0	.	73.9	.	77.5	.	77.4

Bilaga 5. Försöksvis redovisning av pH och basmättnadsgrad

Försök: U-111-1999								
	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
	VÅRKORN	HÖSTVETE	KORN	HÖSTVETE	VÅRRAPS	KORN	HÖSTVETE	KORN
Behandling	kg/ha	kg/ha	kg/ha	kg/ha	kg/ha	kg/ha	kg/ha	kg/ha
Okalkat	4210	4280	3740	5390	2250	6500	7480	5520
Mjöl, Köping, 70%	4160	4490	3760	5470	2260	6500	7580	5440
Mjöl, Köping, 100%	4350	4400	3680	5670	2280	6640	7970	5790
Mjöl, Köping, 100%/4	4350	4420	3680	5660	2560	6810	7950	5930
Dolmj. Sv. 70%	4240	4480	3680	5460	2070	6510	7720	5530
Kross, Köping, 70%	4200	4540	3700	5580	2190	6510	7840	5740
Dolkr, Sv. 70%	4150	4560	3770	5480	2170	6500	7590	5370
Filler, Köping, 70%	4210	4340	3700	5460	2230	6460	7550	5530
Strukturkalk, 2 ton/CaO	4130	4360	3630	5490	2210	6550	7770	5520

Bilaga 5. Försöksvis redovisning av skördedata

Plan: R3-1050 Försök: W-1-2000 Mullhalt: mmh Jordart: mj LL				pH								V, %						
Behandling, Prod. Basm.	CaO- inneh.	Kalk- värde	Giva t/ha	2000	2001	2002	2003	2005	2006	2007	2000	2001	2002	2003	2005	2006	2007	
Okalkat	.	.	0.0	5.7	5.7	.	5.9	5.6	.	5.9	.	45.1	.	46.7	38.7	.	52.4	
Mjöl, Köping, 70%	50	54/54	4.6	6.4	7.0	.	6.6	6.9	.	6.4	.	.	.	63.4	68.5	.	69.9	
Mjöl, Orsa, 70%	54	54/54	4.6	6.4	7.4	.	6.2	6.6	.	6.2	.	.	.	53.6	62.7	.	61.3	
Mjöl, Orsa, 100%	54	54/54	8.6	6.4	6.9	.	7.3	6.8	.	6.5	.	86.7	.	99.8	74.9	.	67.6	
Mjöl, Orsa, 100%/4	54	54/54	2.2	6.0	7.0	.	7.5	7.2	.	6.5	.	87.2	.	94.9	83.7	.	72.3	
Mjöl, Rättvik, 70%	54	54/54	4.6	5.9	7.0	.	6.1	6.6	.	6.1	.	97.5	.	51.0	61.7	.	53.8	
Dolmj. Sv. 70%	54	58/58	4.6	6.0	6.1	.	6.1	6.6	.	6.2	.	56.2	.	54.7	61.5	.	56.2	
Kross, Orsa, 70%	54	33/47	4.6	6.1	6.4	.	6.3	6.7	.	6.1	.	64.8	.	53.2	66.4	.	58.4	
Kross, Rättvik, 70%	54	39/48	4.6	6.0	6.4	.	6.2	6.4	.	6.0	.	97.9	.	58.0	61.1	.	53.3	
Dolkr, Sv. 70%	54	34/44	4.6	5.8	6.4	.	6.6	6.4	.	6.2	.	63.5	.	69.1	61.1	.	66.1	
M-kalk <1.57, 70%	51	.	4.6	5.7	5.9	.	6.0	5.8	.	6.3	.	48.0	.	47.9	53.5	.	62.6	
M-kalk <0.57, 70%	51	.	4.6	6.0	5.9	.	6.6	6.1	.	6.4	.	47.9	.	74.3	56.1	.	67.3	

Bilaga 5. Försöksvis redovisning av pH och basmättnadsgrad

Försök: W-1-2000							
	2000	2001	2002	2003	2005	2006	2007
	HAVRE	KORN	HAVRE	KORN	KORN	POTATIS	EJ FÖRSM.SKÖRD
Behandling	kg/ha	kg/ha	kg/ha	kg/ha	kg/ha	kg/ha	kg/ha
Okalkat	3480	4780	2570	4710	5160	26290	.
Mjöl, Köping, 70%	3600	5370	2490	4510	5460	32850	.
Mjöl, Orsa, 70%	3790	5320	2600	4160	5770	27420	.
Mjöl, Orsa, 100%	3350	5280	2760	4240	5750	35280	.
Mjöl, Orsa, 100%/4	3720	5280	2710	3870	5150	26790	.
Mjöl, Rättvik, 70%	3590	5140	2490	4350	5430	24470	.
Dolmj. Sv. 70%	3460	5050	2660	4380	5160	31300	.
Kross, Orsa, 70%	3630	5180	2670	4730	5770	31470	.
Kross, Rättvik, 70%	3370	5110	2500	4680	5700	30990	.
Dolkr, Sv. 70%	3480	5360	2740	4320	5550	27640	.
M-kalk <1.57, 70%	3350	5020	2540	4490	6120	28450	.
M-kalk <0.57, 70%	3590	5300	2650	4640	5310	32080	.

Bilaga 5. Försöksvis redovisning av skördedata

Plan: R3-1050 Försök: Y-86-1999 Mullhalt: mmh Jordart: mj LL											
				pH				V, %			
Behandling, Prod. Basm.	CaO- inneh.	Kalk- värde	Giva t/ha	2000	2001	2002	2003	2000	2001	2002	2003
Okalkat	.	.	0.0	6.5	6.3	.	6.0	.	64.7	.	61.4
Mjöl, Köping, 70%	50	54/54	1.5	6.3	6.5	.	6.0	.	66.1	.	63.4
Mjöl, Orsa, 70%	54	54/54	1.5	6.4	6.6	.	6.4	.	68.7	.	68.5
Mjöl, Orsa, 100%	54	54/54	6.0	6.5	6.8	.	6.8	.	80.7	.	83.6
Mjöl, Orsa, 100%/4	54	54/54	1.5	6.2	6.8	.	7.0	.	73.4	.	91.4
Dolmj. Sv. 70%	54	58/58	1.5	6.5	6.4	.	6.3	.	67.9	.	72.7
Kross. Heb. 70%	48	.	1.5	6.3	6.4	.	6.2	.	67.8	.	66.7
Kross, Orsa, 70%	54	33/47	1.5	6.5	6.5	.	6.1	.	66.5	.	70.4
Dolkr, Sv. 70%	54	34/44	1.5	6.4	6.5	.	6.2	.	68.0	.	68.3

Bilaga 5. Försöksvis redovisning av pH och basmättnadsgrad

Försök: Y-86-1999				
	2000	2001	2002	2003
	KORN/INS	KORN/INSÅDD	VALL I	VALL II
Behandling	kg/ha	kg/ha	kg/ha	kg/ha
Okalkat	2660	1690	9560	9320
Mjöl, Köping, 70%	2760	1880	9570	9620
Mjöl, Orsa, 70%	2770	1800	9180	10090
Mjöl, Orsa, 100%	2760	1870	9180	9850
Mjöl, Orsa, 100%/4	2740	1880	9080	9830
Dolmj. Sv. 70%	2630	1730	9320	9510
Kross. Heb. 70%	2660	1740	10000	9510
Kross, Orsa, 70%	2710	1800	9210	9760
Dolkr, Sv. 70%	2670	1720	9410	9890

Rapporter från institutionen för mark och miljö

- 1 2009 Wiklander, G. & Aronsson, H. (Red.) Mark- och miljödagen 2009. Marken och klimatet. *Soil and Climate*.
- 2 2009 Ulén, B. & Eriksson, A. K. Observationsfält med lerjord – karakterisering av fosforns löslighet och sorption. *Observation fields with clay soils – characterisation of soil phosphorus solubility and sorption*.
- 3 2009 Bjäresten, I, Rosén, K & Jönsson, B. Erfarenheter och motåtgärder inom jordbruket i Jämtlands län efter Tjernobylnedfallet, 1986-1992. *Experiences and countermeasures in Jämtland county after Chernobyl fallout, 1986-1992*
- 4 2010 Wetterlind, J. Mätningar med Yara N-sensor för att skatta markens kvävelevererande förmåga. *Using Yara N-sensor to estimate soil nitrogen mineralisation*
- 5 2010 Mattsson, L. Geologiskt ursprung och kornstorlek avgör kalkeffekten. *Origin and size fractions of lime products determine the liming effect*.

I denna serie publiceras forsknings- och försöksresultat från institutionen för mark och miljö vid Sveriges lantbruksuniversitet. Serien spänner över ämnesområdena markkemi, markfysik, markbiologi och vattenvård.

In this series research results from the department of Soil and Environment at the Swedish University of Agricultural Sciences are reported. The reports are issued within the areas biogeochemistry, biogeophysics, soil biology and water quality.

Distribution:

SLU
Institutionen för mark och miljö
Box 7014
SE-750 07 UPPSALA
