

Gårdbruker og brenntorvprodusent Arne Brynildsen, Idd pr. Halden.

Fylkesagronom Henry Oma, Stend.

Bonde Erland Nordhagen, Nes i Hallingdal.

Dessuten velger Trøndelag Myrselskap 2 medlemmer til representantskapet i Det norske myrselskap. Medlemmer er nå landbrukskjemiker O. Braadlie, Trondheim, og ingeniør Th. Løvlie, Sandvika. På representantmøtet var selskapet representert ved gårdbruker Nils Berg, Byåsen.

Myrselskapets foredragsmøte.

Sammen med selskapet Ny Jord holdt Myrselskapet samme dag foredragsmøte med foredrag av statskonsulent B. j. Frøystad om «Lepanting på fastmark og myr i verharde strøk. Røynsler og rettingsliner». Etter foredraget, som ble ledsaget av lysbilder, fulgte en kort diskusjon.

Statskonsulent Frøystads foredrag vil senere bli trykt i Myrselskapets tidsskrift.

FINHETSKRAVET TIL KALKSTEINSMJØL OG DOLOMITTMJØL.

Av professor M. Ødelien.

Innledning.

På grunnlag av Lov om handel med kraftfôr, kunstgjødsel og såvarer av 27. juni 1924 med seinere endringer ble det for mange år siden bestemt ved Kgl. resolusjon at kalksteinsmjøl som blir frambudt til salg her i landet, skal inneholde minst 80 pst. med kornstørrelse $< 0,2$ mm. Jamfører en denne bestemmelse med tilsvarende regler av rettslig art eller med definerte krav til kalksteinsmjøl av god kvalitet i andre land, finner en at våre krav til finhetsgraden er strengere enn andre steder.

I Danmark krever gjeldende bestemmelser at kalksteinsmjøl skal inneholde minst 80 pst. av kornstørrelsen $< 0,5$ mm og minst 98 pst. < 1 mm. I Sverige går det faglige krav ut på minst 50 pst. $< 0,15$ mm, minst 70 pst. $< 0,3$ mm og minst 98 pst. < 1 mm. I Finnland har en i hvert fall ganske nylig bare krevet opplysning om hvor mye av varen som er $< 0,3$ mm. Iflg. Tuorila (11) har denne fraksjon i middel utgjort > 90 pst. i de undersøkte prøver. I Tyskland kreves minst

80 pst. < 0,3 mm og 100 pst. < 1 mm. I Storbritannia er kravet til god vare minst 40 pst. < 0,15 mm og i Irland bare minst 25 pst. under denne grense. I U.S.A. er kravene nokså ulike i de forskjellige stater, men overalt vesentlig mindre strenge enn hos oss.

Så vidt jeg kjenner til, stiller vi i Norge strengere krav til finmaling av kalksteinsmjøl enn i noe annet land. Spørsmålet blir da om det er en eller annen faktisk grunn for dette, om våre krav er unødig strenge, eller om det i andre land blir lagt for lite vekt på fin maling.

Formålet med tilføring av kalksteinsmjøl (vesentlig CaCO_3) eller andre basiske kalsiumforbindelser til sur jord er å endre visse kjemiske egenskaper ved jorda. Den primære forandring består kort sagt i at Ca^{2+} erstatter mer eller mindre H^+ (eller Al^{3+}) i jone-svermen omkring kolloidpartiklene, og at jordreaksjonen blir mindre sur. Med dette følger andre kjemiske virkninger som kan være til gagn for plantene. Vi kan her se bort fra at den antydede reaksjon mellom jordkolloider og kalsiumjoner bare kan skje så lenge kalkmengden ikke overstiger visse grenser, og vi behøver heller ikke feste oss ved at kalking i utrengsmål også kan ha visse uheldige virkninger for planteveksten.

Etter vanlig oppfatning skal det være ønskelig å få mest mulig homogen virkning av kalken på hele jordmassen i den viktigste del av rotsonen. Men det har også vært hevdet at en viss reaksjonsvariasjon i rotmiljøet er gunstig for plantene. (Albrecht, 1.)

For å få den tilsktede virkning må kalsiumkarbonatet spaltes, «oppløses», i det sure miljø. Denne prosess må nødvendigvis foregå fra overflaten av de enkelte partikler. Derfor virker kalksteinsmjølet raskere når det er finmalt, m. a. o. når den totale overflate av en viss stoffmengde er stor. For partikler med kuleform er forholdet mellom overflate og volum $o/v = 6/d$, hvor d er kulens diameter. For kubusformede legemer er forholdet $6/s$, hvor s er sidelengden. Forholdet mellom overflate og volum varierer altså omvendt proporsjonalt med d eller s . Hvis t. eks. d halveres, blir den samlede overflate i forhold til volumet fordoblet, reduseres d til $1/10$, blir forholdet 10 ganger større. Slik må det i hovedsaken stille seg også for de uregelmessige bruddstykker kalksteinsmjølet består av.

Dess finere kalksteinsmjølet er, dess raskere og dess mer homogent vil det virke på jordreaksjonen når det er jamt innblandet i jorda. Vi fester oss her bare ved den raskere virkning og ser bort fra hva finhetsgraden kan bety for homogeniteten.

Samtidig skal vi allerede fra først av ha for øye at når kalsiumkarbonatet er spaltet og Ca-jonene ved måtelig sterk kalking blir holdt fast til jordkolloidene, og når de etter sterk kalking delvis forekommer sammen med HCO_3^- , er de i humid klima mer eller mindre utsatt for utvasking. Da det først og fremst er utvasking som bestemmer kalkvirkningens varighet, må en vente at mindre

finmalt kalksteinsmjøl vil ha noe varigere virkning enn vare med større finhetsgrad. Opp til en viss grense for partikkelstørrelsen er det ikke grunn til å vente mindre totalvirkning av noe grøvre enn av finere materiale.

Dolomittmjøl (vesentlig $\text{CaCO}_3\text{MgCO}_3$) blir vanlig brukt både som kalkingsmiddel og for å tilføre magnesium. Det forholder seg i hovedsaken som kalksteinsmjøl, men en må a priori anta at det spaltes mindre lett.

Kort litteraturoversikt.

Vi skal ikke her gå nøyere inn på den omfattende litteratur om kalksteinsmjøl og dolomittmjøl, men nøye oss med en svært kortfattet omtale av et lite utvalg av arbeider.

Det er i tidens løp utført et stort antall undersøkelser over oppløseligheten for kalksteinsmjøl og dolomittmjøl av forskjellig geologisk opprinnelse og med ulik fysisk beskaffenhet ved å behandle materialet med kullsyreholdig vann, eddiksyre eller andre relativt svake oppløsningsmidler på laboratoriet. Til dels har slike undersøkelser også vært utført med mer og mindre finmalt materiale.

Morgan og Salter (8) fant at dolomittmjøl gikk betydelig seinere i oppløsning enn kalksteinsmjøl med samme finhetsgrad. Derimot kunne de ikke påvise noen tydelig forskjell for kalkstein med ulike fysiske egenskaper.

Balks og Wehrmann (2) påviste samsvar mellom kalksteinens hårdhet og oppløsningshastigheten. Oppløsningshastigheten for hård kalkstein ble større ved finere maling. For bløtere kalkstein betydde finhetsgraden mindre.

Whittaker, Rader og Zahn (12) undersøkte 4 dolomittprøver og fant betydelig skilnad i oppløsningshastighet for materiale med kornstørrelse 0,07—0,8 mm, men mindre forskjell ved finmaling til $< 0,07$ mm.

Ohlsson (9) fant at finhetsgraden spiller en avgjørende rolle for oppløsningshastigheten. Andre faktorer viste seg å være av underordnet betydning, men grunnfjellskalkstein var likevel tydelig tyngre oppløselig enn silurkalk.

Ved innblanding av kalk i sur jord innendørs og bestemmelse av reaksjonsendringen etter kortere eller lengre tid kommer en forholdene i marken vesentlig nærmere enn ved de enkle oppløselighetsforsøk det har vært tale om hittil. Av slike undersøkelser er det utført mange, dels som vanlige karforsøk med planter og dels uten plantevekst. Ulik jord og forskjell med hensyn til kalkmengde og varens egenskaper, forsøksstid og metodikk m. m. har naturlig nok ført til ulike resultater. Her skal vi bare ta med enkelte ting fra noen ganske få arbeider.

Brenner (4) undersøkte nøytraliserings-effekten av forskjellige kalksteins- og dolomittprøver ved innblanding i stigende mengder i sterkt sur Sphagnum-torv og i sterkt sur leirjord. Undersøkelsene besto dels i forsøk med innblanding av kalk og rysting av jorda i vannsuspensjon i 24 timer, og dels i lagring i flere måneder av fuktig jord med innblandet kalk.

I de kortvarige prøver hadde kalksteinsmjøl vesentlig større effekt enn dolomittmjøl, og de mest finmalte prøver større enn grøvre materiale, med størst forskjell for dolomitt. I de forsøkene som strakk seg over lengre tid, ble jordreaksjonen bestemt etter 4, 8 og i noen tilfelle også etter 14 måneder. Kalksteinsmjøl med kornstørrelse $< 0,2$ mm var mest effektivt den første tid og like effektivt som brent eller lesket kalk. Materiale opp til 0,7 mm viste også full nøytraliserings-effekt etter noen måneder. Som en kunne vente, var finmaling til $< 0,2$ mm viktigere for dolomittmjøl enn for kalksteinsmjøl. Dolomittmjøl virket noe langsommere enn kalksteinsmjøl og sto noe tilbake når en hevet pH nær opp til eller over nøytralpunktet.

I karforsøk med mineraljord påviste Pierre (10) at mindre finmalt kalkstein virket vesentlig raskere ved sterkt sur enn ved middels sur jordreaksjon (pH henholdsvis 4,5—4,8 og ca. 5,5). Kalk med kornstørrelse 0,15—0,25 mm hevet i middels sur jord pH til samme nivå på 15 dager som størrelsen 0,25—0,85 mm i løpet av ca. 4 måneder.

Ohlsson (9) utførte en serie flerårige karforsøk med mer og mindre finmalt kalkstein av ulik geologisk opprinnelse ved innblanding i jord med noe ulike egenskaper. Første året var kornstørrelsen $< 0,15$ mm mest effektiv, men allerede andre året virket sorteringen 0,2—0,6 mm som regel like godt. Virkningen av kornstørrelse 0,6—2 mm nærmet seg også virkningen av mer finmalt vare når det var gått et par år etter innblandingen, mens grøvre materiale (2—4 mm) var underlegent selv etter 5—7 år. Karforsøkene viste bare en tendens til raskere virkning av silur-kalk enn av grunnfjellskalk.

Meyer og Volk (7) blandet kalksteinsmjøl og dolomittmjøl med ulik finhetsgrad i jord uten plantevekst og undersøkte virkningen på jordreaksjonen. Kalksteinsmjøl $< 0,15$ mm virket raskt, men viste noe avtakende effekt etter 18 mndr. Kornstørrelsen 0,25—0,85 mm hadde mindre øyeblikkelig effekt, men nærmet seg virkningen av finere vare etter 18 mndr. Grøvre materiale ($> 0,85$ mm) var helt underlegent.

Ved karforsøk med crimson kløver fant Beacher, Longenecker og Merkle (3) at kalksteinsmjøl og dolomittmjøl $< 0,15$ mm var like effektive til å heve pH og redusere mengden av ombyttbart Al^{3+} og Mn^{2+} som ekvivalente mengder $\text{Ca}(\text{OH})_2$. I mindre finmalt tilstand sto dolomittmjøl tilbake for kalksteinsmjøl.

Tabell 1.

Jamføring av ulike kornstørrelser av kalkstein i danske markforsøk.

Kornstørrelse, mm	< 0,5	0,5—1,0	1—2	2—3
Meravll., middel for 4 år, rel.tall	100	91	71	68
Reaksjonsendring, pH-enh.:				
1. år, abs.tall	0,46	0,31	0,30	0,10
1. », rel.tall	100	67	65	22
4. », abs.tall	0,54	0,67	0,51	0,33
4. », rel.tall	100	124	94	65

Ly on (6) utførte forsøk med forskjellige kornstørrelser av en relativt bløt kalkstein i en lysimeterinnretning. Jorda var en sterkt sur mineraljord, og det ble brukt 3 forskjellige kalkmengder. Det ble etter tur dyrket forskjellige vekster, og meravlingene etter kalking er tatt som uttrykk for kalkens effekt. Avlingsresultatene er publisert for 9 år. Kornstørrelsen < 0,07 mm virket best første tre-årsperiode, men fraksjonen 0,18—0,3 mm var best andre og tredje tre-årsperioden og i middel for alle år. Kornstørrelsen 0,7—2 mm sto betydelig tilbake for de finere fraksjoner første perioden. Seinere var den minst like god ved svakere kalking, mens den fortsatt var tydelig underlegen ved sterk kalking. Kornstørrelsen 2—4 mm var avgjort dårligst hele tida.

Resultater fra markforsøk som kan kaste lys over de spørsmål vi drøfter her, finner en svært lite av i litteraturen.

I Danmark ble det i sin tid utført markforsøk med finere og grøvre materiale av en silurisk kalkstein på 10 felter (L a n d J e n s e n, 5). Feltene lå på mineraljord med pH 5,2—6,2 uten kalking på de enkelte felter, i middel 5,9. Alle felter ble holdt ved like i 4 år med dyrking av forskjellige jordbruksvekster etter tur. Da ikke alle felter ble forsøkhøstet hvert år, omfatter avlingstallene bare 24 felt-høstinger. Tab. 1 viser relative meravlinger for alle høsteår etter kalking med like store mengder av kalksteinsmjøl med forskjellig kornstørrelse. Videre viser den stigningene i pH-tall ved kalkingen, slik den viste seg om høsten første og fjerde året. Ett felt med noen urimelige avlingstall alle 3 år det ble høstet, er utelatt. Avlingstallene i tabellen refererer seg altså til 21 felthøstinger. Ved beregningen av de relative tall for reaksjonsendringene er det for enkelhets skyld sett bort fra at pH-tallene er logaritmiske verdier.

I middel for de 4 år har kornstørrelsen < 0,5 mm gitt noe større meravling enn den grøvre vare 0,5—1 mm. Fjerde året var derimot meravlingen i middel ca. 12 pst. større for den siste. Kornstørrelsen

1—2 mm sto da omtrent like mye tilbake for varen $< 0,5$ mm. Allerede om høsten det året kalken var brakt ut, viser pH-tallene ikke så langt fra maksimal effekt av den minste kornstørrelse. Grøvre materiale er enda mer eller mindre underlegent. Tredje året om høsten var kornstørrelsen 0,5—1 mm fullt jevnbyrdig med den fineste vare, og fjerde året sto den første best. Da forskjellen siste året vel kan sies å være større enn ventet, bør en ha i minne at selv middeltallene ikke kan være særlig nøyaktige. Vi ser ellers at effekten av kornstørrelsen 1—2 mm bedømt etter pH-tallene nærmer seg varen $< 0,5$ mm det fjerde året, mens kornstørrelsen 2—3 mm enda står sterkt tilbake.

Egne undersøkelser.

Jamføring av mer og mindre finmalt kalkstein.

I 1958 fikk vi høve til å gjøre noen prøver med nøytraliserings-effekten av ulike kornstørrelsesfraksjoner av kalksteinen søvitt. Søvitt er en apatittførende kalkstein som finnes innen det s.k. Søvefelt i Holla, Telemark. Dens geologiske opprinnelse er ikke klarlagt. A/S Norsk Bergverk utvinner niobium av søvitt, og de prøver vi har arbeidet med, skriver seg fra kalkavgangen ved utvinningsprosessen.

Prøve L 2/58 omfattet 4 omhyggelig utsorterte kornstørrelsesfraksjoner av søvitt: $< 0,07$ mm, 0,07—0,2, 0,2—0,5 og 0,5—1 mm. Kjemisk analyse ved Statens landbrukskjemiske kontrollstasjon i Oslo viste 50,7—54,2 pst. CaO og 2,30—3,86 pst. MgO i prøvene. Til jamføring tok vi med et kalksteinsmjøl som går i handelen. Det er framstilt av silurkalkstein. Varen viste seg å bestå av 97 pst. $< 0,2$ mm og 100 pst. $< 0,4$ mm. Kjemisk analyse viste innhold av 44,5 pst. CaO og 2,17 pst. MgO. De 5 prøver ble jamført på basis av CaO + MgO beregnet som CaO.

Kalkprøvene ble blandet inn dels i en udyrket, sterkt sur Spha gn u m-torv i to mengder svarende til 280 og 560 kg beregnet CaO pr. dekar, og dels i sur morenesand fra dyrket jord i den minste mengde. Jorda med innblandet kalk ble oppbevart i 5 l's forsøkskar og holdt noenlunde jamt fuktig, omkring 60—70 pst. av kapillær metning. Karene sto alltid innendørs, i hus eller kjeller om sommeren og i rom med noenlunde regelmessig fyring om vinteren. Det ble brukt 2 parallelle kar for hver kalkprøve.

Prøver til bestemmelse av pH i vannsuspensjon ble tatt ut med ca. 1 mnds. mellomrom.

For å spare plass og gjøre tallmaterialet mer oversiktlig gjengir jeg bare pH-tallene kort tid etter innblandingen og ved de tidspunkter da virkningen av de respektive grøvre fraksjoner kom omtrent på høgde med de mest finmalte prøver.

I sandjord-serien viser tallene maksimal effekt av den finmalte silurkalk og den fineste fraksjon ($< 0,07$ mm) av søvitt-kalk allerede

Tabell 2.

Jæmføring av ulike kalkprøver

L. 2/58.

Tid etter innblanding, mndr.	Morenesand				Sphagnum-torv					
	1	2	6	7	1	2	3	5	10	16
a. Ukalket	5,15	5,00	4,80	4,80	3,90	3,80	3,80	4,00	3,95	3,80
b. Søvitt-kalk < 0,07 mm	<u>6,20</u>	6,00	5,95	—	4,80	4,70	4,75	4,70	—	—
c. " 0,07-0,2 "	<u>6,05</u>	<u>6,10</u>	5,80	—	4,90	4,70	<u>4,85</u>	4,85	—	—
d. " 0,2 -0,5 "	5,60	<u>5,60</u>	<u>5,80</u>	—	4,65	4,75	<u>4,85</u>	4,85	—	—
e. " 0,5 -1,0 "	5,30	5,25	5,60	<u>5,80</u>	4,25	4,50	4,50	<u>4,85</u>	—	—
f. Silur-kalk, 97 pst. < 0,2 mm	<u>6,20</u>	<u>6,10</u>	<u>5,80</u>	<u>5,80</u>	5,05	4,85	<u>4,85</u>	<u>4,85</u>	—	—
g. Søvitt-kalk < 0,07 mm					6,05	5,80	<u>5,85</u>	<u>5,75</u>	—	—
h. " 0,07-0,2 "					5,90	5,95	5,95	<u>5,95</u>	—	—
i. " 0,2 -0,5 "					5,40	5,50	5,55	<u>6,00</u>	—	—
j. " 0,5 -1,0 "					4,70	4,95	4,95	5,35	5,70	<u>5,85</u>
k. Silur-kalk, 97 pst. < 0,2 mm					6,15	6,10	6,10	<u>5,95</u>	5,90	<u>5,85</u>

en måned etter innblandingen. En måned seinere er også fraksjonen 0,07—0,2 mm på linje med de to første. Størrelsesfraksjonene 0,2—0,5 mm og 0,5—1,0 mm av søvitt-kalk viser like god virkning som finere materiale henholdsvis 6 og 7 mndr. etter innblandingen.

I serien med Sphagnum-torv har merkelig nok hverken den mindre eller den større mengde av søvitt-kalk < 0,07 mm hevet pH til samme nivå som finmalt silur-kalk selv etter 5 mndr. Det har også tatt 3 mndr. før kornstørrelsene 0,07—0,2 og 0,2—0,5 mm viser samme effekt som den finmalte silur-kalk. Minste mengde av fraksjonen 0,5—1 mm ser ut til å ha hevet pH til samme nivå som den tilsvarende mengde av silur-kalk etter 5 mndr., men den største mengde først 16 mndr. etter innblandingen.

Den mindre mengde kalk med kornstørrelse 0,5—1 mm ser ut til å ha virket vel så raskt i torvjord som i sandjord, men vel å merke ved lågere pH i den første. Ved omtrent samme sluttreaksjon har derimot denne kornstørrelse virket langsommere i torvjorda. Årsaken kan tenkes å være at Ca^{2+} bindes sterkere i torvjord, og at dette hemmer diffusjonen og dermed sinker oppløsningen av CaCO_3 .

En legger ellers merke til at pH viser mer eller mindre nedgang i løpet av lagringstiden etter innblanding av både den fineste fraksjon av søvitt-kalk og den finmalte silurkalkstein. En slik reaksjonsforskyvning er mer eller mindre merkbar både i sandjordserien og i torvjordserien, i den første også uten innblanding av kalk.

Vi fester oss særlig ved at fraksjonen 0,2—0,5 mm har virket like sterkt på jordreaksjonen som finere materiale etter 5—7 mndrs. forløp. Dette er vel å merke når jorda holdes jamt fuktig og ikke er utsatt for låg temperatur. Ute i naturen vil jorda ofte tørke mer eller mindre sterkt. Her i landet er det også vanlig tele i jorda i kortere eller lengre tid. Begge deler vil ventelig virke til større forskjell mellom grøvre og finere materiale med hensyn til virkehastighet. Men det skulle kanskje være forsvarlig å slutte av prøvene at kornstørrelser opp til 0,5 mm i store deler av landet som regel vil ha full effekt etter ett års tid. Materiale med kornstørrelse 0,5—1 mm må antas å være underlegent for noe lengre tid.

I Sphagnum-torv-serien er det ellers tydelig at virkningen av den grøvste fraksjon er mer forsinket ved sterkere enn ved svakere kalking, m. a. o. mer i svakere enn i sterkt sur jord. Dette lett forklarlige faktum reiser spørsmålet om effekten av grøvre materiale er like ens når det forekommer i blanding med finere fraksjoner som når det er utsortert. Det ligger nær å danne seg følgende noe grove bilde: Når en viss mengde av et grøvre materiale blandes inn i jorda, blir de enkelte partikler i større eller mindre grad liggende med et visst mellomrom i det sure miljø. I blanding med finere materiale blir derimot de større partikler omgitt av finmateriale, som oppløses raskere og i løpet av kort tid skaper et mindre surt miljø. Det ligger nær å anta at følgen kan være en noe langsommere virkning av grøvre materiale i en blanding enn i sortert tilstand.

Da dette er et spørsmål som så vidt en kjenner til, ikke har vært undersøkt eller diskutert før, satte vi i gang en jamføring mellom søvitt-kalk og den samme silur-kalk som i prøve 2/58. Den usorterte prøve av søvitt-kalk viste seg å bestå av 2 pst. > 1 mm, 15,8 pst. 1—0,5, 28,8 pst. 0,2—0,5 og 53,4 pst. < 0,2 mm.

Prøve L. 8/58 ble startet den 8. august 1958 med morenesand fra samme sted som i L. 2/58. Jamføringen mellom kalkslagene var basert på ekvivalente mengder CaO + MgO svarende til 110 og 220 kg beregnet CaO pr. dekar.

Kalksteinsprøvene ble tilsatt etter denne plan (mengdene pr. dekar):

- a. Ukalket.
- b. 110 kg beregnet CaO i søvitt-kalk.
- c. Søvitt-kalk, 12,5 pst. større mengde enn b.
- d. » , 25 » » » » b.
- e. 110 kg beregnet CaO i silur-kalk.
- f—i. Svarende til b—e, men dobbelte mengder.

Jorda ble oppbevart i 2 forsøkskar for hver kalkprøve og behandlet som ved prøve L. 2/58.

Av tallmaterialet fra de månedlige reaksjonsmålinger gjengis bare et lite utvalg, som viser hovedtrekkene.

Tabell 3. *Jamføring av søvitt-kalk og silur-kalk.* L. 8/58.

Mndr.	a	b	c	d	e	f	g	h	i
1	4,80	5,20	5,15	5,25	5,45	5,40	5,43	5,50	5,90
4	4,65	5,15	5,25	5,30	5,40	5,50	5,60	5,70	5,90
6	4,65	5,05	5,10	<u>5,20</u>	<u>5,20</u>	5,45	5,50	<u>5,65</u>	<u>5,65</u>
8	4,65	5,00	5,05	5,15	5,15	5,35	5,55	5,60	5,60
12	4,45	4,85	<u>4,90</u>	4,95	<u>4,90</u>	5,20	<u>5,35</u>	5,40	<u>5,35</u>
19	4,40	4,80	4,85	4,90	4,90	5,25	5,30	5,40	5,30

Med et tillegg på 25 pst. har den usorterte søvitt-kalk etter 6 måneder hevet pH til samme nivå som finmalt silur-kalk. Etter 12 måneder er det blitt likestilling ved et tillegg på 12,5 pst. Da prøven ble avbrutt 19 måneder etter innblanding av kalken, var det meget nær samme effekt av ekvivalente mengder. En gjentatt analyse viste 1,5 pst. mindre CaO-innhold i søvitt-kalken enn mengdene ble beregnet etter, og en skilnad i samme retning for MgO. Dette forhold sammen med de unøyaktigheter en må regne med ved pH-bestemmelsen taler for at den i seg selv praktisk talt uvesentlige forskjell mellom søvitt-kalk og finere malt silur-kalk da prøven ble avbrutt, ikke kan tillegges noen vekt. Men det tok altså ca. 1½ år fra innblandingen av kalken til de to kalkslag viste praktisk talt samme virkning på jordreaksjonen. Ved prøve L. 2/58 viste fraksjonen 0,5—1 mm samme effekt som finere vare etter 7 mndr. på et litt høyere pH-nivå. Da prøvene er foretatt med jord fra samme sted og gjennomført på samme måte, kan det neppe være tvil om at en blanding med noe forskjellig kornstørrelse virker langsommere enn prøver med sorterte fraksjoner skulle gi grunn til å anta. At forskjellen refererer seg til det grøvre materiale, kan ikke være tvilsomt.

Dette resultat av de to prøver er interessant, men den praktiske betydning av den forsinkede virkning av usortert vare må ikke overvurderes. Tab. 3 viser at pH-forskjellen mellom den finmalte og den noe grøvre vare bare dreier seg om 0,15—0,25 etter 6—8 mndr. Etter 12 mndr. er effektforskjellen helt oppveiet ved å gi 12,5 pst. mer beregnet CaO i den grøvre vare.

Prøvene er ikke utført med samme finhetsgrad av søvitt-kalk og handelsvaren av silur-kalk og gir altså ikke grunnlag for direkte jamføring av oppløseligheten av de to kalkslag. Men enkelte tegn tyder på at søvitt-kalken i og for seg kan være litt tyngre oppløselig enn silur-kalken.

Tabell 4. *Jamføring mellom kalksteinsmjøl og dolomittmjøl i Sphagnum-torv. L. 10/58.*

Mndr. etter innblanding	1	2	9	11	M.
Ukalket	3,70	3,65	3,65	3,60	3,64
300 kg beregnet CaO i kalksteinsmjøl	4,75	4,85	4,75	4,75	4,82
300 » » » » dolomittmjøl	4,80	4,95	4,90	4,90	4,91
600 » » » » kalksteinsmjøl	5,70	5,90	5,85	5,90	5,92
600 » » » » dolomittmjøl	5,75	5,90	6,15	6,20	6,14
900 » » » » kalksteinsmjøl	7,50	7,75	7,40	7,35	7,43
900 » » » » dolomittmjøl	6,60	6,90	7,25	7,15	7,08

Jamføring av kalksteinsmjøl og dolomittmjøl.

I prøve L. 8/58 hadde vi også med dolomittmjøl til jamføring med kalksteinsmjøl. Dolomitten skriver seg fra Salten i Nordland og tilhører metamorfe bergarter av kambro-silurisk alder. Den viste seg å bestå av 97 pst. < 0,2 mm og 100 pst. < 0,4 mm. Sorteringen ga altså samme resultat som for kalksteinsmjølet. Kjemisk analyse viste 31,3 pst. CaO og 21,1 pst. MgO. Mengdene ble beregnet på samme måte som for kalksteinsmjøl til 110 og 220 kg CaO pr. dekar.

Bestemmelse av pH i sandjorda hver måned i ett år viste disse middeltall:

pH	Uten kalking	Mindre mengde		Større mengde	
		Kalkst.mjøl	Dol.mjøl	Kalkst.mjøl	Dol.mjøl
pH	4,59	5,18	5,33	5,63	5,79

Dolomittmjølet ser altså ut til å ha hatt litt større effekt enn kalksteinsmjøl. Differansene er signifikante og viser ingen merkbar tendens til å tilta eller avta med tiden.

Den 16. september 1958 satte vi i gang en jamføring mellom de samme handelsvarene av kalksteinsmjøl og dolomittmjøl i jord fra 3 forskjellige steder (L. 10/58.). Framgangsmåten var som ved de før omtalte prøver. Etter innblanding ble pH bestemt med som regel ca. en måneds mellomrom til 8. august 1959.

Tab. 4 viser pH for Sphagnum-torv etter innblanding av 300, 600 og 900 kg beregnet CaO pr. dekar. Av plasshensyn tar vi bare med resultatene av de to første og de to siste reaksjonsmålinger og middeltallene for alle.

Opp til pH ca. 6 har dolomittmjølet virket like raskt og etter noen måneder vel så godt som ekvivalente mengder kalksteinsmjøl. Ved $\text{pH} \bar{=} 7$ er derimot dolomittmjølet mer eller mindre underlegent. Forskjellen er størst den første tid, men tydelig også etter 11 mndr. da prøven ble avsluttet.

Tab. 5. *Jamføring av kalksteinsmjøl og dolomittmjøl i humusholdig sandjord. L. 10/58.*

Mndr. etter innblanding	1	2	3	4	11	M
Ukalket	5,60	5,50	5,65	5,55	5,20	5,48
100 kg/dekar beregn. CaO i kalksteinmjøl	6,40	6,40	6,40	6,40	6,00	6,30
100 " " " " dolomittmjøl	6,25	6,30	6,40	6,50	6,10	6,32
200 " " " " kalksteinmjøl	6,95	6,95	6,95	6,80	6,55	6,81
200 " " " " dolomittmjøl	6,55	6,65	6,80	6,90	6,55	6,75

Resultatet av en samtidig prøve med to mengder beregnet CaO tilsatt sur sandjord med ca. 8 pst. glødetap går fram av tab. 5.

I denne prøve sto dolomittmjøl merkbart tilbake for kalksteinsmjøl den første tid. Etter 3 mndrs. forløp var forskjellen utvisket for den mindre mengde og etter 4 mndr. også for den større, enda pH var så høgt som 6,5—6,9.

En tilsvarende prøve ble utført med en sandholdig leirjord med pH 5,5 og glødetap ca. 5 pst. Mengdene av kalksteinsmjøl og dolomitt svarte til 150 og 300 kg beregnet CaO. Den mindre mengde dolomittmjøl hevet pH til samme nivå som den tilsvarende mengde kalksteinsmjøl etter ca. 2 mndr., og den større mengde etter 5 mndr. Ved de siste målinger hadde pH tendens til å være litt høyere for dolomittmjøl enn for kalksteinsmjøl ved minste mengde, mens det ikke var noen merkbare forskjell ved den største.

Det er tydelig at dolomittmjøl virker noe seinere enn kalksteinsmjøl med samme finhetsgrad i jord med pH > ca. 6. En kan trygt gå ut fra at denne forskjellen vanlig vil være større ute i marken, hvor lite vanninnhold i jorda og tele som regel vil sinke oppløsningsprosessen mer eller mindre. Mg-innholdet i dolomittmjøl kan bli tilgjengelig for plantene i samme grad som det oppløses, altså parallelt med den virkning dolomittmjølet viser på jordreaksjonen så lenge oppløsningsprosessen er i gang. Mg-virkningen av dolomittmjøl må altså i kortere eller lengre tid etter det er kommet i jorda rette seg etter oppløsningshastigheten. For å sikre raskest mulig virkning av dolomittmjøl bør det stilles nokså strenge krav til finheten.

Konklusjon.

Alle tilstrekkelig langvarige undersøkelser viser at kalksteinsmjølets finhetsgrad, i hvert fall opp til ca. 1 mm, vesentlig har betydning for virkehastigheten. I samsvar med dette bekrefter flere undersøkelser at ulik finhetsgrad betinger forskjell i virk-

ningens varighet. Opp til visse grenser resulterer variasjon i kornstørrelse bare i større eller mindre tidsforskyvning av kalkvirkningen.

Ved å bruke høvelige mengder av kalksteinsmjøl med både fint og noe grøvre materiale skulle en kunne sikre tilstrekkelig rask effekt og samtidig noe varigere virkning enn av svært finmalt vare.

Kravet til finheten av kalksteinsmjøl er for strengt her i landet. Krav om t. eks. 70 pst. < 0,3 mm og 98 pst. < 1 mm eller 80 pst. < 0,4 mm og 98 pst. < 1 mm skulle sikre fullgod vare. For dolomittmjøl bør en derimot helst holde fast ved finhetskravet, slik det er for kalksteinsmjøl nå.

Hva en slik moderering av kravet til kalksteinsmjøl vil bety teknisk og økonomisk må spesielle fagfolk vurdere. At det vil bety noe besparelse ved mindre kraftforbruk og maskinslitasje og eventuelt ved enkelte innsparinger på det tekniske utstyr ved nyanlegg, kan vel neppe være tvilsomt. Fordelene vil ventelig være mest merkbare for mindre kalkmøller.

Litteratur.

1. Albrecht, W. A. (1933): The fineness of grinding limestone. *Miss. Agr. Exp. Sta. Bul* 342, 72.
2. Balks, R. und Wehrmann, O. (1938): Vergleichende Löslichkeitsstudien an Kohlensäuren Kalken. *Bodenk. u. Pflanzernähr.* 9—10, 313—321.
3. Beacher, R. L., Longenecker, D., and Merkle, F. G. (1952): Influence of form, fineness, and amount of limestone on plant development and certain soil characteristics. *Soil Sci.* 73, 75—82.
4. Brenner, Widar (1928): Olika karbonatbergarters inverkan på jordens reaktion. *Stat. Markforskn. inst. Agrogeol. Medd.* No. 25.
5. Land Jensen, H. (1939): Planteavlssarbejdet i Landboforeningerne i Jylland 1939, 347—350.
6. Lyon, T. L. (1931): Relative effectiveness of limestone particles of different size. *Corn. Univ. Agr. Exp. Sta. Bull* 531.
7. Meyer, T. A. and Volk, G. W. (1952): Effect of particle size of limestones on soil reaction, exchangeable cations, and plant growth. *Soil Sci.* 73, 37—52.
8. Morgan, M. F. and Salter, R. M. (1923): Solubility of limestone as related to their physical properties. *Soil Sci.* 15, 293—305.
9. Ohlsson, Sven (1955): Undersökningar över Formalningsgradens betydning för några svenska kalksteinsmjöl vid användning som jordbrukskalk. *Stensilert licentiatavhandl. Kungl. Lantbr. högskolan.*
10. Pierre, W. H. (1930): Neutralizing values and rates of reaction with acid soils of different grades and kinds of liming materials. *Soil Sci.* 29, 137—157.
11. Tuorila, Pauli (1945): Om odlingsjordarnas kalkbehov i Finnland. *Svenska Vall- och Mosskult. fören. Kvartalsskrift* 1945, 102—120.
12. Whittaker, C. W., Rader, L. F., and Zahn, K. V. (1939): The citrate solubility of dolomite of varying particle size. *Assoc. Off. Agr. Chemists.* 22, 180—189.