



**MTTK — MAATALOUDEN TUTKIMUSKESKUS**

**Tiedote 10/84**

**HEIKKI HAKKOLA**

Pohjois-Pohjanmaan tutkimusasema

**Kuonakalkituskokeiden tuloksia 1978—83**

JOKIOINEN 1984  
ISSN 0359-7652

MAATALOUDEN TUTKIMUSKESKUS

TIEDOTE 10/84

HEIKKI HAKKOLA

Kuonakalkituskokeiden tuloksia 1978-83

Pohjois-Pohjanmaan tutkimusasema

92400 RUUKKI

982-71371

ISSN 0359-7652

## SISÄLLYSLUETTELO

1. TIIVISTELMÄ.....	1
2. JOHDANTO.....	3
3. KUONAKALKITUSKOE 1977-82.....	4
3.1. Maa-analyysit.....	4
3.2. Satotulokset.....	5
3.3. Satoanalyysit.....	5
4. KUONAKALKKIEN KÄYTTÖMÄÄRÄKOE 1978-82.....	8
4.1. Maa-analyysit.....	8
4.2. Satotulokset.....	8
4.3. Satoanalyysit.....	9
5. KUONAKALKKIEN HIENOUSASTEKOE 1979-83.....	12
5.1. Maa-analyysit.....	12
5.2. Satotulokset.....	12
5.3. Satoanalyysit.....	14
6. PAIKALLISKOKEET KUONAKALKEILLA 1979-82.....	19
6.1. Rantsilan, Vihannin, Kempeleen ja Limingan kokeet.....	19
6.1.1. Maa-analyysit.....	19
6.1.2. Satotulokset.....	20
6.1.3. Satoanalyysit.....	25
6.2. Siikajoen koe.....	25
6.2.1. Maa-analyysit.....	25
6.2.2. Satotulokset.....	26
6.2.3. Satoanalyysit.....	26
7. MANNPARANNUSKOE POLTTOTURVESUON POHJALLA 1981-83.....	29
7.1. Maa-analyysit.....	29
7.2. Satotulokset.....	30
7.3. Satoanalyysit.....	30
8. NURMEN TALVIKALKITUSKOE 1980-83.....	33
8.1. Maa-analyysit.....	33
8.2. Satotulokset.....	34
8.3. Satoanalyysit.....	34
9. KUONA-FOSFORIITTIKOE 1980-81.....	37
9.1. Maa-analyysit.....	37
9.2. Satotulokset.....	38
9.3. Satoanalyysit.....	38
10. SATOANALYYSEJÄ PERUNASTA JA VIHANNEKSISTA.....	41
10.1. Satoanalyysit.....	41

## 1. TIIVISTELMÄ

Rautatehtailla syntyy raudanvalmistuksessa masuunikuonaa ja teräksentuotannossa terässulaton kuonaa. Molempia käytetään maanparannusaineena. Masuunikuonasta käytetään yleisesti nimitystä "Masuunikalkki" ja terässulaton kuonasta "Konvertterikalkki". MTTK:n Pohjois-Pohjanmaan tutkimusasemalla tutkittiin kuonakalkkien käyttöä maanparannusaineina vuosina 1977-83 kaikkiaan 12 eri kokeessa.

Kuonakalkkien kalkitusvaikutusta verrattiin dolomiittikalkki 2:den kalkitusvaikutukseen. Kun käytetty kalkkimäärä oli yhtä suuri, nosti dolomiittikalkki maan pH:ta keskimäärin enemmän kuin konvertterikalkki ja masuunikalkki. Konvertterikalkki puolestaan nosti maan pH:ta enemmän kuin masuunikalkki. Maan kalsiumpitoisuus nousi konvertterikalkilla enemmän kuin dolomiittikalkilla. Masuunikalkilla ja dolomiittikalkilla ei ollut tässä suhteessa suuria eroja. Maan magnesiumpitoisuus nousi odotetusti enemmän dolomiittikalkilla kuin kuonakalkeilla. Masuunikalkki nosti maan magnesiumlukua enemmän kuin konvertterikalkki. Jauhetut kuonakalkit nostivat maan viljavuuslukuja enemmän kuin jauhamattomat.

Kalkituksella saadut sadonlisäykset vaihtelivat 0-15 %:iin. Useimmissa kokeissa kalkitus ei antanut minkäänlaisia sadonlisäyksiä. Silloinkin, kun kalkitus lisäsi satoa, sadonlisäys oli vain muutamissa kokeissa tilastollisesti merkitsevä. Eroja eri kalkitusaineiden sadonlisäysvaikutuksessa ei ollut.

Kasvien kalsiumpitoisuudet nousivat selvästi eniten konvertterikalkkia käytettäessä. Dolomiittikalkki nosti odotetusti eniten kasvien magnesiumpitoisuuksia. Kuonakalkkia käytettäessä kasvien piipitoisuus nousi selvästi. Kirjallisuustietojen mukaan pii viljalla voi vähentää lakoutumisalttiutta. Näissä kokeissa tästä ei kuitenkaan saatu näyttöä. Ruohossa pii voi alentaa sulavuutta. Sadoista ei tehty sulavuusmäärityksiä. Sadoista tehtiin runsaasti raskasmetallimäärityksiä. Yhdessäkään kokeessa minkään maanparannus-

aineen ei todettu <sup>nostavan</sup> kasvien lyijy-, kadmium- ja kromipitoisuuksia. Aivan varmaa näyttöä kuonakalkkien sisältämien hivenaineiden käyttökelpoisuudesta kasveille ei myöskään saatu. Joissakin kokeissa kalkitus nosti hieman kasvien kuparipitoisuutta.

Kuonakalkit ovat käyttökelpoisia maanparannusaineita. Vaikka ne eivät kalkitusvaikutuksessa ylläkään tavallisen maatalouskalkin tasolle, on niiden käyttö tehtaiden läheisyydessä varsin edullista. Niiden hintahan on vain noin puolet tavallisen maatalouskalkin hinnasta peltoon levitettynä. Jauhaminen nopeuttaa kuonakalkkien kalkitusvaikutusta, mutta nostaa hintaa. Ainakin toistaiseksi kuonakalkit myydään jauhamattomina. Konvertterikalkin eli terässulaton kuonan raekoko on 0-4 mm ja masuunikuonan eli granuloidun masuunikuonan 0-5 mm.

Kun kuonakalkit ovat raekooltaan karkeampia ja hitaammin vaikuttavia kuin tavallinen maatalouskalkki, voidaan niitä käyttää suurempia määriä kuin maatalouskalkkia. Kun maatalouskalkkia suositellaan peruskalkitukseen tavallisesti 8 tn/ha, voidaan kuonakalkkia käyttää jopa 12 tn/ha. Ylläpitokalkitukseen kuonakalkkia voidaan käyttää 4-6 tn/ha. Kun masuunikalkki sisältää enemmän magnesiumia kuin konvertterikalkki, se soveltuu parhaiten nurmitilalle. Konvertterikalkki on lähinnä viljatilän kalkitusaine. Kalkitusaineen valinnassa on luonnollisesti otettava huomioon maan magnesiumtilanne. Kuonakalkkia voidaan levittää myös vanhoille nurmille. Ne soveltuvat hyvin myös talvikalkitukseen. Kun kuonakalkit ovat väriltään tummia, voidaan niitä käyttää varhaisviljelyssä lumen sulattamiseen.

## 2. JOHDANTO

Rautatehtaalla syntyy raudan valmistuksessa masuunikuonaa ja teräksen tuotannossa terässulaton kuonaa. Molempia käytetään maanparannusaineena. Masuunikuonasta käytetään yleisesti nimitystä "masuunikalkki" ja terässulaton kuonasta "konvertterikalkki".

Kuonat ovat ns. silikaattikalkkia, kun taas tavallinen maatalouskalkki on karbonaattikalkkia. Kuonakalkit ovat tavallista maatalouskalkkia karkeampia eivätkä täten tässä suhteessa täytä rehu- ja lannoitusasetuksessa esitettyjä kalkitusaineiden laatuvaatimuksia. Myytävän masuunikalkin raekoko on alle 5 mm ja konvertterikalkin alle 4 mm. Konvertterikalkkia on myyty jonkin verran seulomattomana, jolloin raekoko on alle 8 mm.

Masuunikalkin neutraloiva kyky käytössä olevia määritysmenetelmiä käyttäen on Valtion Maatalouskemian laboratorion suorittamissa analyyseissa ollut kalsiumiksi (Ca) laskettuna 35 % ja konvertterikalkin 34 %. Masuunikalkki sisältää magnesiumia 6.5 % ja konvertterikalkki 1.5 %. Kuonissa on myös hivenaineita ja sinkkiä, kuparia, rautaa ja mangaania. Hivenaineiden käyttökelpoisuutta kasveille ei ole lähemmin tutkittu.

Pohjois-Pohjanmaan tutkimusasemalla kuonakalkkien kalkitusvaikutusta tutkittiin vuosina 1977-82 kaikkiaan 12 eri kokeessa. Viisi näistä kokeista oli Pohjois-Pohjanmaan tutkimusaseman ulkopuolella. Kokeissa kuonakalkkien kalkitusvaikutusta verrattiin lähinnä dolomiittikalkki 2:een. Kokeissa verrattiin eri kuonakalkkimääriä, selvitettiin jauhatuksen vaikutusta kalkitustehoon sekä tutkittiin eri levitysaikoja.

Tähän tiedotteeseen on koottu kokeittain kaikkien tähän mennessä tehtyjen kuonakalkituskokeiden tulokset.

### 3. KUONAKALKITUSKOE 1977-82

Ensimmäinen kuonakalkituskoeh Pohjois-Pohjanmaan tutkimusasemalle Ruukkiin perustettiin vuonna 1977. Kuonakalkkien maanparannusvaikutusta verrattiin dolomiittikalkki 2:den vaikutukseen. Konvertterikalkki oli seulomatonta terässulaton kuonaa, raekoko 0-8 mm ja masuunikuona ilmajähdytettyä masuunikuonamursketta, raekoko 0-8 mm. Viimeksimainittua kuonaa ei myydä kalkitusaineeksi.

Koealueen maalaji oli hieno hieta. Viljavuusluvut keväällä ennen maanparannuskäsittelyjä olivat: pH 5.5, johtoluku 1.34, Ca 850, Mg 105, K 60 ja P 13.4. Kalkitus tehtiin keväällä 1977 muokkaustöiden yhteydessä. Koekasvit olivat vuonna 1977 Tiitus-kaura, vuonna 1978-79 Hja 673-ohra ja vuonna 1980-82 timotei, joka korjattiin säilörehuksi kolme kertaa kesässä. Viljan lannoitus oli 500 kg/ha normaali Y-lannosta. Nurmelle annettiin yhteensä 1250 kg/ha (600+400+250) typpirikasta Y-lannosta. Kerranteita oli kolme.

#### 3.1. Maa-analyysit

Koealueelta otettiin sadonkorjuun jälkeen kaikkina koevuosina maanäytteet koejäsenittäin, jotka analysoitiin MTTK:n maantutkimusosaston laboratoriossa. Keskiarvotulokset esitetään taulukossa 1.

Ilman kalkitusta maan pH oli 5.4. Sekä 5 että 10 tn/ha dolomiittikalkkia nostivat maanpH:n 5.7:ään. Samaan pH:n päästiin myös konvertterikalkilla. Sensijaan masuunikuonamursketta käytettäessä pH jäi 5.5:een.

Maan kalsiumluku oli keskimäärin korkein (1260 mg/l) konvertterikalkkia käytettäessä. 10 tn/ha dolomiittikalkkia nosti maan kalsiumpitoisuutta toiseksi eniten. Masuunikuonamurske ja 5 tn/ha dolomiittikalkkia nostivat maan kalsiumlukuja yhtä paljon.

Dolomiittikalkki, joka sisälsi vertailtavista kalkitusaineista eniten magnesiumia, nosti odotetusti eniten maan magnesium-pitoisuutta.

### 3.2. Satotulokset

Viljan satotulokset esitetään taulukossa 2 ja nurmen taulukossa 3.

Vuonna 1977 konvertterikalkki lisäsi kauran satoa 7 %. Sadonlisäys oli tilastollisesti merkitsevä. Vuonna 1978 sekä dolomiittikalkki että konvertterikalkki lisäsivät ohran satoa tilastollisesti merkitsevästi. Vuonna 1979 ei saatu kalkituksella sadonlisäyksiä.

Kalkitus ei lisännyt timotein satoa minään vuonna tilastollisesti merkitsevästi. Keskimäärin 1980-82 dolomiittikalkin antama sadonlisäys oli vain 3-5 %.

### 3.3. Satoanalyysit

Ohran jyvistä ja timoteiruohosta tehtiin kemiallisia analyyskejä Kemira Oy:n ja Rautaruukki Oy:n laboratorioissa. Keskimääräiset tulokset esitetään taulukoissa 4 ja 5.

Kalkitus ei vaikuttanut jyvien kalsium- ja magnesiumpitoisuuteen. Minkään kalkitusaineen ei todettu vaikuttavan jyvien lyijy- ja kadmiumpitoisuuteen. Jyvien kuparipitoisuus nousi kalkituksella hieman. Kuonakalkit nostivat jyvien piipitoisuutta.

Timoteiruohon kalsiumpitoisuus nousi konvertterikalkilla muita kalkitusaineita selvemmin. Ruohon magnesiumpitoisuus nousi puolestaan eniten dolomiittikalkkia käytettäessä. Kuonakalkit nostivat myös timoteiruohon piipitoisuutta. Pii saattaa heikentää ruohon sulavuutta. Tutkimusta tästä ei tehty.



TAULUKKO 1. MAA-ANALYYSIT KUONAKALKITUSKOKEISSA 1977-82

Kalkitusaine	Tn/ha	pH	Ca	Mg	P	K	Johtoluku
0	-	5.4	930	130	15.1	65	1.78
Dolomiittikalkki 2	5	5.7	1030	185	14.1	55	1.84
Dolomiittikalkki 2	10	5.7	1080	210	14.9	60	2.02
Konvertterikalkki*	10	5.7	1220	145	13.0	55	2.21
Masuunikuonamurske**	10	5.5	1020	140	14.8	60	2.04

\*Konvertterikalkki = terässulaton kuona, raekoko 0-8 mm (seulomaton)

\*\*Masuunikuonamurske = ilmajähdytetty masuunikuona, raekoko 0-8 mm (ei myynnissä)

TAULUKKO 2. KAURAN JA OHRAN JYVÄSADOT KUONAKALKITUSKOKEISSA 1977-79.

Kalkitusaine	Tn/ha	Sato kg/ha (sl)				Kaura		Ohra		Rv-%*
		Kaura 1977	Ohra 1978	Ohra 1979	Keskim.	Hlp	1000 sp	Hlp	1000 sp	
0	-	2820 =	3020 =	3060 =	2970 =	44.7	26.8	60.7	34.7	8.8
Dolomiittikalkki 2	5	100	100	100	100	45.6	28.5	60.2	35.8	9.1
Dolomiittikalkki 2	10	99	107	96	100	44.4	27.4	60.8	35.5	9.1
Konvertterikalkki	10	104	107	94	101	45.3	27.8	61.0	35.4	8.8
Masuunikuonamurske	10	99	100	92	97	46.0	27.3	60.7	34.8	9.1

\*vain vuonna 1979

TAULUKKO 3. TIMOTEIN SADOT KUONAKALKITUSKOKEISSA 1980-82

Kalkitusaine	Tn/ha	Kuiva-ainesato kg/ha (sl)				Rv-sato*			Talvi- tuho-%
		1980	1981	1982	Keskim.	kg/ha	sl	Rv-%	
0	-	7110 =	5790 =	7700 =	6860 =	870	100	13.2	13
Dolomiittikalkki 2	5	100	100	100	100	1000	115	13.7	11
Dolomiittikalkki 2	10	87	105	116	103	950	109	13.6	17
Konvertterikalkki	10	102	104	107	105	940	108	13.9	13
Masuunikuonamurske	10	93	100	104	99	940	108	13.9	13
Masuunikuonamurske	10	95	86	103	96	900	103	14.7	15

\*vain v. 1981-82

TAULUKKO 4. KIVENNÄISPITOISUUDET OHRAN JYVISSÄ KUONAKALKITUSKOKEISSA 1978-79.

Kalkitusaine	Tn/ha	Ca	Mg	P	K	Si	N*	Mn
		g/kg						
0	-	0.34	1.30	4.30	5.75	1.90	14.1	28
Dolomiittikalkki 2	5	0.35	1.30	4.25	5.60	1.80	14.6	27
Dolomiittikalkki 2	10	0.34	1.25	4.25	5.60	1.75	14.6	25
Konvertterikalkki	10	0.36	1.25	4.20	5.70	2.20	14.1	28
Masuunikuonamurske	10	0.35	1.30	4.20	5.70	2.10	14.5	29

  

	Tn/ha	Cu	Fe**	B**	Zn	Pb	Cd
		mg/kg				µg/kg	
0	-	7.0	41	1.8	39	115	5
Dolomiittikalkki 2	5	7.0	39	1.7	38	85	8
Dolomiittikalkki 2	10	7.5	37	1.5	38	100	8
Konvertterikalkki	10	7.8	50	1.6	37	95	5
Masuunikuonamurske	10	7.6	39	1.8	37	80	8

\* vain vuonna 1979

\*\* vain vuonna 1978

TAULUKKO 5. KIVENNÄISPITOISUUDET TIMOTEI-RUHOSSA KUONAKALKITUSKOKEISSA 1980-82

Kalkitusaine	Tn/ha	Ca	Mg	P	K	Si	N*	Cu
		g/kg						
0	-	3.95	1.68	3.55	28.4	5.15	24.1	5.2
Dolomiittikalkki 2	5	3.90	1.81	3.49	27.4	5.53	24.5	4.9
Dolomiittikalkki 2	10	4.01	2.04	3.63	27.1	5.35	24.6	5.4
Konvertterikalkki	10	4.51	1.78	3.55	25.7	7.01	24.5	5.0
Masuunikuonamurske	10	4.15	1.72	3.38	26.2	8.11	23.6	4.9

\* vain 1981-82

#### 4. KUONAKALKKIEN KÄYTTÖMÄÄRÄKOE 1978-82

Tämän kokeen tarkoituksena oli selvittää eri suuruisten kuonamäärien vaikutus sadon määrään ja laatuun. Erityisesti haluttiin kiinnittää huomiota kuonakalkkien mahdollisiin haittavaikutuksiin.

Kokeissa käytetyt kalkitusaineet olivat: masuunikalkki eli vesijäähdytetty granuloitu masuunikuona, konvertterikalkki eli terässulaton kuona ja ilmajäähdytetty masuunikuonamurske. Masuunikalkin raekoko oli 0-5 mm, konvertterikalkin ja masuunikuonamurskeen 0-8 mm. Kuonakalkkimäärät olivat 3, 6 ja 12 tn/ha. Lisäksi oli koejäsen, jolle kuonakalkki (6 tn/ha) levitettiin kolmessa erässä, 2 tn/ha kerralla (1978, 1980, 1982). Kuonakalkkien levitys suoritettiin keväällä muokkauksen yhteydessä.

Koealueen maalaji oli saraturve. Ennen kalkitusta otettiin maanäytteet. Viljavuusluvut olivat tällöin: pH 4.8, Ca 1350, Mg 205, K 60, P 11.1. Koekasvina oli koko kokeen ajan Hja 673-ohra. Lannoitus oli 350 kg/ha normaali Y-lannosta. Kerranteita oli neljä.

##### 4.1. Maa-analyysit

Koealueelta otettiin sadonkorjuun jälkeen kaikkina koevuosina maanäytteet ruuduittain. Maa-analyysit tehtiin MTTK:n maantutkimusosaston laboratoriossa. Keskimääräiset tulokset esitetään taulukossa 6. Eri kuonakalkkilajien ja -määrien väliset erot maan viljavuusluvuissa olivat melko pienet. Maan pH nousi suurimmalla kuonakalkkimäärällä (12 tn/ha) keskimäärin 0.4-0.5 pH-yksikköä lähtötasoon verrattuna. Maan kalsiumluku nousi 1350 mg:sta/l 1620-1760 mg:aan/l ja vastaavasti magnesiumluku 205 mg:sta/l 235-250 mg:aan/l.

##### 4.2. Satotulokset

Satotulokset esitetään taulukossa 7. Satotaso kokeissa oli kaikkina koevuosina hyvä. Tilastollisesti merkitseviä eroja jyväsadon suuruu-

dessa eri koejäsenten välillä ei ollut. Myöskään eroja eri kalkkimäärien ja -lajien vaikutuksessa lakoutumiseen, kasvuaikaan, jyväsadon laatuun ei ollut. Mitään silminhavaittavia haittavaikutuksia ei todettu, vaikka kuonakalkkia käytettiin kerralla 12 tn/ha.

#### 4.3. Satoanalyysit

Satoanalyysit tehtiin osoittain Kemira Oy:n Oulun ja Rautaruukki Oy:n Raahen laboratorioissa. Taulukoissa 8 ja 9 esitetään olkien ja jyvien kemiallisten analyysien keskimääräiset tulokset.

Olkien ja jyvien kivennäispitoisuuksissa eri koejäsenten välillä ei ollut merkitseviä eroja. Ohran jyvien piipitoisuus näyttää nousevan kuonakalkkia lisättäessä. Eri kuonakalkkimäärillä ja -lajeilla ei ollut vaikutusta jyvien lyijy- ja kadmiumpitoisuuksiin.

TAULUKKO 6. MAA-ANALYYSIT KUONAKALKKIEN KÄYTTÖMÄÄRÄKOKEISSA 1978-82

Kalkitusaine	Tn/ha	pH	Ca	Mg	P	K	Johtoluku
Masuunikalkki*	3	5.1	1610	235	11.8	55	3.20
Konvertterikalkki**	3	5.1	1600	220	12.6	65	3.21
Masuunikuonamurske***	3	5.1	1590	220	12.1	60	2.88
Masuunikalkki	2+2+2	5.1	1640	235	10.5	60	3.00
Konvertterikalkki	2+2+2	5.1	1590	225	11.5	60	3.03
Masuunikuonamurske	2+2+2	5.1	1560	220	11.5	60	2.72
Masuunikalkki	6	5.1	1650	250	11.5	55	3.09
Konvertterikalkki	6	5.0	1570	210	11.5	65	2.88
Masuunikuonamurske	6	5.1	1510	225	12.0	65	2.91
Masuunikalkki	12	5.2	1590	245	10.9	65	2.78
Konvertterikalkki	12	5.3	1760	230	10.5	55	3.10
Masuunikuonamurske	12	5.2	1620	235	12.4	65	2.92

\*masuunikalkki=vesijäähdytetty granuloitu masuunikuona, raekoko 0-5 mm

\*\*konvertterikalkki=terässulaton kuona, raekoko 0-8 mm (seulomaton)

\*\*\*masuunikuonamurske=ilmajäähdytetty masuunikuona, raekoko 0-8 mm (ei myynnissä)

TAULUKKO 7. OHRAN JYVÄSADOT KUONAKALKKIEN KÄYTTÖMÄÄRÄKOKEISSA 1978-82

Kalkitusaine	Tn/ha	Jyväsadot		Korkeus cm	Lako-%	Kasvu-aika vrk*	Hlp kg	Tjp g	Rv-% **
		kg/ha	sl						
Masuunikalkki	3	3230	100	98	72	95	55.4	32.4	11.2
Konvertterikalkki	3	3350	104	100	79	95	55.4	32.5	11.8
Masuunikuonamurske	3	3400	105	100	74	95	56.0	33.4	11.2
Masuunikalkki	2+2+2	3440	106	100	73	95	55.2	33.0	11.0
Konvertterikalkki	2+2+2	3360	104	99	66	95	55.8	32.9	11.2
Masuunikuonamurske	2+2+2	3460	107	100	76	95	55.0	31.9	11.5
Masuunikalkki	6	3450	107	99	75	95	54.8	33.0	11.8
Konvertterikalkki	6	3340	103	99	73	95	54.4	31.8	11.7
Masuunikuonamurske	6	3390	105	98	71	95	54.4	33.0	11.8
Masuunikalkki	12	3400	105	100	66	95	55.7	32.6	10.8
Konvertterikalkki	12	3420	106	100	70	95	55.7	33.0	10.7
Masuunikuonamurske	12	3400	105	98	74	95	54.9	31.9	11.6

\*vuodet 1978, 1980-82

\*\*vuodet 1979-82

TAULUKKO 8. KIVENNÄISPITOISUUDET OHRAN OLJISSA KUONAKALKKIEN KÄYTTÖMÄÄRÄKOKEISSA 1979-82

Kalkitusaine	Tn/ha	Ca*	Mg*	P*	K*	Si*	N**	Cu***
		g/kg						mg/kg
Masuunikalkki	3	1.78	0.41	0.31	26.0	1.87	2.80	1.6
Konvertterikalkki	3	1.74	0.37	0.31	22.7	1.20	2.85	1.5
Masuunikuonamurske	3	1.92	0.39	0.28	27.0	1.40	2.80	1.9
Masuunikalkki	2+2+2	1.81	0.39	0.20	26.3	1.53	2.55	1.5
Konvertterikalkki	2+2+2	1.76	0.44	0.30	25.3	1.47	2.55	1.5
Masuunikuonamurske	2+2+2	1.60	0.40	0.30	23.0	1.40	2.70	1.4
Masuunikalkki	6	1.82	0.41	0.27	22.0	1.60	2.70	1.5
Konvertterikalkki	6	1.61	0.40	0.30	26.0	1.18	2.65	1.4
Masuunikuonamurske	6	1.68	0.40	0.28	33.0	1.63	2.60	1.4
Masuunikalkki	12	1.56	0.40	0.31	27.3	1.83	2.55	1.4
Konvertterikalkki	12	2.13	0.44	0.30	30.0	1.90	2.60	1.4
Masuunikuonamurske	12	1.76	0.43	0.32	25.7	1.26	2.45	1.3

\*vuodet 1980-82

\*\*vuodet 1980-81

\*\*\*vain vuosi 1981

TAULUKKO 9. KIVENNÄISPITOISUUDET OHRAN JYVISSÄ KUONAKALKKIEN KÄYTTÖMÄÄRÄKOKEISSA 1978-82

Kalkitusaine	Tn/ha	K	P	Ca	Mg	Si*
		g/kg				
Masuunikalkki	3	5.70	3.62	0.35	1.18	1.65
Konvertterikalkki	3	5.70	3.55	0.39	1.15	1.40 *1978-79
Masuunikuonamurske	3	5.84	3.63	0.37	1.15	1.68 1981-82
Masuunikalkki	2+2+2	5.62	3.61	0.37	1.15	1.80
Konvertterikalkki	2+2+2	5.50	3.59	0.36	1.18	1.75 **1979-82
Masuunikuonamurske	2+2+2	5.54	3.57	0.37	1.16	1.75 ***
Masuunikalkki	6	5.82	3.63	0.38	1.20	2.03 1978-79
Konvertterikalkki	6	5.56	3.53	0.36	1.13	1.80 1981
Masuunikuonamurske	6	5.54	3.54	0.35	1.14	1.68
Masuunikalkki	12	5.44	3.61	0.36	1.18	2.08 ****
Konvertterikalkki	12	5.48	3.56	0.37	1.15	1.90 1978-79
Masuunikuonamurske	12	5.42	3.65	0.36	1.15	1.95

  

Kalkitusaine	Tn/ha	N**	Cu***	Mn****	Pb****	Cd****
		g/kg	mg/kg		µg/kg	
Masuunikalkki	3	18.0	4.9	35	80	15
Konvertterikalkki	3	18.8	5.0	37	95	15
Masuunikuonamurske	3	18.0	4.6	34	45	25
Masuunikalkki	2+2+2	17.6	5.4	35	70	15
Konvertterikalkki	2+2+2	17.9	4.8	36	50	15
Masuunikuonamurske	2+2+2	18.4	4.8	37	60	10
Masuunikalkki	6	17.6	4.9	36	75	15
Konvertterikalkki	6	18.8	4.6	41	55	15
Masuunikuonamurske	6	18.9	4.9	37	85	20
Masuunikalkki	12	17.4	5.1	36	55	15
Konvertterikalkki	12	17.1	5.1	34	60	15
Masuunikuonamurske	12	18.6	4.7	39	55	15

## 5. KUONAKALKKIEN HIENOUSASTEKOE 1979-83

Kuonakalkit eivät jauhamattomina täytä rehu- ja lannoitusasetuksen hienousastevaatimuksia. MTTK:n maanviljelyskemian ja -fysiikan osaston toimesta suunniteltiin koesarja, jonka tarkoituksena oli selvittää jauhamisen vaikutusta kuonakalkkien kalkitustehoon. Yksi koesarjaan kuuluvista kokeista oli Pohjois-Pohjanmaan tutkimus-  
asemalla Ruukissa vuosina 1979-83.

Kuonakalkkien hienousasteet ja magnesium- ja kalsiumpitoisuudet käyvät ilmi taulukosta 10. Kuonakalkkien jauhamisessa ei onnistuttu aivan toivotulla tavalla. Masuunikalkin jauhamaton ja jauhettu erä eivät poikenneet kovinkaan paljon toisistaan. Konvertterikal-  
kin jauhettu ja hienoksi jauhettu erä olivat puolestaan hienousasteeltaan lähes samanlaisia.

Kuonakalkkien kalkitusvaikutusta verrattiin dolomiittikalkki 2:den kalkitusvaikutukseen. Kuonakalkkia käytettiin 10 tn/ha. Dolomiittikalkkimäärät olivat 2.5, 5.0 ja 10.0 tn/ha. Kuonakalkit levitettiin keväällä 1979 muokkauksen yhteydessä.

Pohjois-Pohjanmaan tutkimusaseman kuonakalkkien hienousastekoe perustettiin saraturvemaalle. Koealueen viljavuusluvut ennen kalkitusta olivat: pH 4.8, Ca 1285, Mg 215, K 50 ja P 12.1. Koekasveina olivat vuosina 1979-80 ja 1983 Hja 673-ohra ja vuosina 1981-82 apila-timoteinurmi. Puna-apilalajike oli Bjursele ja timoteilajike Tammisto. Ohran lannoitus oli 350 kg/ha normaali Y-lannosta. Nurmen lannoitus oli vuonna 1981 600 kg/ha hiven PK-lannosta keväällä ja 300 kg/ha typpirikasta Y-lannosta toiselle sadolle. Vuonna 1982 nurmelle annettiin keväällä 600 kg/ha ja toiselle sadolle 400 kg/ha typpirikasta Y-lannosta. Kerranteita kokeessa oli neljä.

### 5.1. Maa-analyysit

Koealueelta otettiin sadonkorjuun jälkeen vuosina 1980-83 ruudit-  
tain maanäytteet. Ne analysoitiin MTTK:n maanviljelyskemian ja -fy-

siikan osastolla Jokioisissa. Keskimääräiset tulokset vuosilta 1980-82 esitetään taulukossa 11. Vuoden 1983 tuloksia ei ole vielä käytettävissä. 10 tn/ha dolomiittikalkkia nosti maan pH:ta 0.4-yksikköä. Vastaava määrä masuunikalkkia nosti maan pH:ta 0.2-0.3 yksikköä. Konvertterikalkilla pH nousi 0.3-0.6 yksikköä. Jauhetut kuonakalkit nostivat maan pH:ta enemmän kuin jauhamattomat. Eri-tyisen selvästi tämä näkyy konvertterikalkin kohdalla. Jauhamattomalla kuonakalkilla, 10 tn/ha, nousi pH saman verran kuin 5 tn/ha dolomiittikalkkia. Sensijaan jauhettu konvertterikalkki nosti maan pH:ta enemmän kuin 10 tn/ha dolomiittikalkkia.

Jauhamisen edullinen vaikutus näkyi selvästi myös maan kalsium- ja magnesiumluvusta. Maan kalsiumluku nousi selvästi eniten konvertterikalkkia käytettäessä. Dolomiittikalkki nosti odotetusti maan magnesiumpitoisuutta eniten.

## 5.2. Satotulokset

Ohran jyväsadot vuosina 1979-80 ja 1983 esitetään taulukossa 12 ja apila-timoteinurmen sadot vuosina 1981-82 taulukossa 13.

Kuonakalkit antoivat keskimäärin vähintään yhtä suuren jyväsadon lisäyksen kuin sama määrä dolomiittikalkkia. Vaikka sadonlisäykset eivät olleetkaan kovin suuria eikä tilastollisesti merkitseviä, voidaan niitä pitää kuitenkin melko luotettavina, koska ne olivat kaikkina vuosina samansuuntaisia. Jauhetulla masuunikalkilla saatiin keskimäärin hieman suurempi sato kuin jauhamattomalla. Sensijaan konvertterikalkin jauhamisella ei ollut vaikutusta ohran satoon.

Apila-timoteinurmen satoja kalkitus ei lisännyt. Myöskään nurmisaadon apilapitoisuuteen kalkituksella ei ollut vaikutusta. Suojaviljan lakoutuminen ja talvituhot olivat osasy siihen, että sadonlisäyksiä ei kalkituksella saatu.



### 5.3. Satoanalyysit

Ohran jyvien ja olkien kivennäispitoisuudet esitetään taulukoissa 14 ja 15. Tulokset ovat vain vuodelta 1980. Määritykset tehtiin Rautaruukki Oy:n Raahen laboratoriossa. Jyvien kivennäispitoisuuksissa ei todettu johdonmukaisia eroja. Olkien piipitoisuus nousi kuonakalkkia käytettäessä. Konvertterikalkki (hienoksi jauhettu) nosti olkien kalsiumpitoisuutta eniten.

Taulukossa 16 esitetään apila-timoteiruohon kivennäiskoostumus vuodelta 1982. Nämä määritykset tehtiin MTTK:n maanviljelyskemian ja -fysiikan osastolla. Kalkitus nosti ruohon kalsium- ja magne-siumpitoisuutta. Eniten ruohon kalsiumpitoisuutta nosti hienoksi jauhettu konvertterikalkki.

TAULUKKO 10. KUONAKALKKIEN LAATU HIENOUSASTEKOKEESSA 1979-83

Kalkitusaine	% lajitetta		Ca %	Mg %
	yli 2 mm	alle 0,125 mm		
Dolomiittikalkki 2	0	46	19.4	10.2
Masuunikuonamurske	45	7	25.5	5.9
Masuunikalkki				
-jauhamaton	12	2	26.8	6.1
-jauhettu	0	7	26.8	6.1
-hienoksi jauhettu	0	41	26.8	6.1
Konvertterikalkki				
-jauhamaton	76	4	35.0	1.4
-jauhettu	3	22	35.0	1.4
-hienoksi jauhettu	2	24	35.0	1.4

masuunikuonamurske=ilmajäähdytetty masuunikuona  
masuunikalkki=vesijäähdytetty granuloitu masuunikuona  
konvertterikalkki=terässlutonkuona

TAULUKKO 11. MAA-ANALYYSIT KUONAKALKKIEN HIENOUSASTEKOKEISSA 1979-82

Kalkitusaine	Tn/ha	pH*	Ca*	Mg*	P**	K**	Johtoluku**
Ei kalkitusta	0	5.0	1290	200	11.4	35	1.78
Dolomiittikalkki 2	2.5	5.1	1290	220	12.6	40	1.61
Dolomiittikalkki 2	5	5.1	1400	265	13.4	40	2.01
Dolomiittikalkki 2	10	5.2	1420	300	12.2	50	1.83
Masuunikuonamurske	10	5.1	1370	250	12.3	45	1.71
Masuunikuonagranuli							
-jauhamaton	10	5.0	1380	230	12.6	40	1.93
-jauhettu	10	5.1	1370	240	12.2	45	1.88
-hienoksi jauhettu	10	5.1	1460	250	12.5	40	1.90
Terässluton kuonamurske							
-jauhamaton	10	5.1	1460	210	12.1	40	1.92
-jauhettu	10	5.3	1740	210	12.1	40	1.75
-hienoksi jauhettu	10	5.4	1850	245	11.8	40	1.74

\*vuodet 1980-82

\*\*vuoden 1979 kevään ja vuosien 1980 ja 1982 syksyn näytteet

TAULUKKO 12. OHRAN JYVÄSADOT KUONAKALKKIEN HIENOUSASTEKOKEISSA 1979-80, 1983

Kalkitusaine	Tn/ha	Sato kg/ha (sl)				Hlp kg	1000-sp. g
		1979	1980	1983	Keskim.		
Ei kalkitusta	0	3780 =	3320 =	3580 =	3560 =		
		100	100	100	100	59.3	32.5
Dolomiittikalkki 2	2.5	97	109	94	100	59.9	33.1
Dolomiittikalkki 2	5	108	108	100	105	60.1	32.7
Dolomiittikalkki 2	10	109	101	98	103	59.4	32.1
Masuunikuonamurske	10	105	107	100	104	60.4	32.9
Masuunikuonagranuli							
-jauhamaton	10	92	112	107	104	59.0	32.3
-jauhettu	10	106	111	103	107	59.4	33.0
-hienoksi jauhettu	10	103	118	101	107	59.7	33.4
Terässulaton kuonamurske							
-jauhamaton	10	108	116	100	108	59.4	32.4
-jauhettu	10	108	115	101	108	58.8	31.6
-hienoksi jauhettu	10	106	110	102	106	59.1	32.9
Kalkitusaine	Tn/ha	Rv-% *	Korkeus cm	Lako- %	Kasvuaika ** vrk		
Ei kalkitusta	0	11.4	92	60	94		
Dolomiittikalkki 2	2.5	10.4	93	55	94		
Dolomiittikalkki 2	5	10.8	95	55	94		
Dolomiittikalkki 2	10	11.3	95	50	94		
Masuunikuonamurske	10	10.6	97	49	94		
Masuunikuonagranuli							
-jauhamaton	10	11.1	93	58	94		
-jauhettu	10	10.2	98	53	94		
-hienoksi jauhettu	10	10.5	96	59	94		
Terässulaton kuonamurske							
-jauhamaton	10	11.1	94	52	94		
-jauhettu	10	10.8	95	58	94		
-hienoksi jauhettu	10	11.1	95	61	94		

\*vain vuosi 1980

\*\*vuodet 1980, 1983

TAULUKKO 13. NURMEN SADOT KUONAKALKKIEN HIENOUSASTEKOKEISSA 1981-82

Kalkitusaine	Tn/ha	Sato kg/ha (sl)			Rv-sato*			Talvi- tuho- %	Apila- %
		1981	1982	Keskim.	Rv-%	kg/ha	sl		
Ei kalkitusta	0	5250 = 100	5910 = 100	5580 = 100	13.9	820	100	23	7.2
Dolomiittikalkki 2	2.5	97	94	96	15.0	830	101	21	15.6
Dolomiittikalkki 2	5	95	101	98	14.7	880	107	20	16.6
Dolomiittikalkki 2	10	77	113	95	15.5	1030	126	29	12.5
Masuunikuonamurske	10	78	108	93	14.1	900	110	26	8.7
Masuunikuonagranuli									
-jauhamaton	10	99	101	100	14.6	870	106	23	11.6
-jauhettu	10	84	110	97	14.9	970	118	23	11.1
-hienoksi jauhettu	10	104	105	105	15.0	930	113	20	12.9
Terässulaton kuonamurske									
-jauhamaton	10	114	104	109	14.7	910	111	16	15.1
-jauhettu	10	101	101	101	15.0	890	108	9	11.6
-hienoksi jauhettu	10	97	99	98	15.6	920	112	22	19.3

\* vain vuosi 1982

TAULUKKO 14. KIVENNÄISPITOISUUDET OHRAN JYVISSÄ KUONAKALKKIEN HIENOUSASTEKOKEESSA 1980

Kalkitusaine	Tn/ha	Ca	Mg	P	K	N
		g/kg				
Ei kalkitusta	0	0.34	1.10	2.80	4.50	18.3
Dolomiittikalkki 2	2.5	0.29	1.10	3.00	4.30	16.7
Dolomiittikalkki 2	5	0.33	1.20	2.90	4.80	17.2
Dolomiittikalkki 2	10	0.37	1.20	3.00	5.00	18.0
Masuunikuonamurske	10	0.31	1.10	3.00	4.60	17.0
Masuunikuonagranuli						
-jauhamaton	10	0.35	1.20	3.00	5.10	17.7
-jauhettu	10	0.30	1.10	3.00	4.50	16.3
-hienoksi jauhettu	10	0.33	1.10	3.00	4.70	16.8
Terässulaton kuonamurske						
-jauhamaton	10	0.33	1.10	2.90	4.50	17.8
-jauhettu	10	0.38	1.20	3.10	5.10	17.3
-hienoksi jauhettu	10	0.33	1.10	3.00	4.70	17.7

TAULUKKO 15. KIVENNÄISPITOISUUDET OHRAN OLJISSA KUONAKALKKIEN HIENOUSASTEKOKEESSA 1980.

Kalkitusaine	Tn/ha	Ca	Mg	P	K	Si	N
		g/kg					
Ei kalkitusta	0	1.80	0.68	0.19	15.0	0.70	2.70
Dolomiittikalkki 2	2.5	1.30	0.55	0.14	13.0	0.60	2.00
Dolomiittikalkki 2	5	1.50	0.67	0.17	14.0	0.50	2.00
Dolomiittikalkki 2	10	1.30	0.68	0.17	15.0	0.60	2.00
Masuunikuonamurske	10	1.50	0.54	0.15	15.0	1.60	2.00
Masuunikuonagranuli							
-jauhamaton	10	1.80	0.59	0.19	16.0	1.80	2.20
-jauhettu	10	1.70	0.60	0.18	16.0	1.60	2.00
-hienoksi jauhettu	10	1.80	0.69	0.19	14.0	1.60	2.20
Terässulaton kuonamurske							
-jauhamaton	10	2.00	0.69	0.18	14.0	1.60	2.20
-jauhettu	10	1.90	0.59	0.19	14.0	2.10	2.20
-hienoksi jauhettu	10	2.40	0.62	0.18	15.0	2.10	2.20

TAULUKKO 16. KIVENNÄISPITOISUUDET TIMOTEIRUHOSSA KUONAKALKKIEN HIENOUSASTEKOKEESSA 1982

Kalkitusaine	Tn/ha	N	P	K	Ca	Mg
		g/kg				
Ei kalkitusta	0	28.8	3.54	20.4	3.74	2.25
Dolomiittikalkki 2	2.5	29.9	3.68	20.8	4.74	2.65
Dolomiittikalkki 2	5	29.4	3.70	20.3	4.12	2.61
Dolomiittikalkki 2	10	28.8	3.51	24.7	3.53	2.35
Masuunikuonamurske	10	29.2	3.48	20.7	3.71	2.33
Masuunikuonagranuli						
-jauhamaton	10	29.6	3.62	21.1	4.30	2.51
-jauhettu	10	28.8	3.53	22.5	3.98	2.15
-hienoksi jauhettu	10	30.3	3.74	19.2	5.05	2.80
Terässulaton kuonamurske						
-jauhamaton	10	29.0	3.69	19.2	4.79	2.60
-jauhettu	10	29.3	3.51	21.6	4.38	2.19
-hienoksi jauhettu	10	30.7	3.51	19.6	5.00	2.49

## 6. PAIKALLISKOKEET KUONAKALKEILLA 1979-82

Samanaikaisesti kuonakalkkien hienousastekokeen kanssa perustettiin yhteistoiminnassa MTTK:n Pohjois-Pohjanmaan tutkimusaseman, Oulun maatalouskeskuksen ja Rautaruukki Oy:n kanssa viisi paikalliskoetta viljelijöiden pelloille. Koepaikat olivat: Vihanti, Rantsila, Liminka, Kempele ja Siikajoki.

Kokeissa kuonakalkkien maanparannusvaikutusta verrattiin dolomiittikalkki 2:een. Myös näissä kokeissa verrattiin karkeiden ja jauhattujen kuonakalkkien maanparannusvaikutusta. Karkean konvertterikalkin raekoko oli 0-8 mm ja masuunikalkin 0-5 mm. Jauhettu kuonakalkki oli samaa kuin hienousastekokeessa ns. "jauhettu kuonakalkki" (vertaa taulukko 10, sivu 15).

### 6.1. Rantsilan, Vihannin, Kempeleen ja Limingan kokeet

Rantsilan ja Vihannin kokeet olivat saraturvemaalla, Kempeleen ja Limingan kokeet hietamaalla. Koekasveina olivat vuonna 1979 ja 1982 Hja 673-ohra ja vuonna 1980-81 timotei, joka korjattiin kahdesti kesässä. Ohran lannoitus oli 400 kg/ha normaali Y-lannosta ja nurmen lannoitus keväällä 600 kg/ha normaali Y-lannosta ja toiselle sadolle 300 kg/ha typpirikasta Y-lannosta. Kalkki levitettiin keväällä muokkauksen yhteydessä. Kalkkimäärä oli 10 tn/ha. Dolomiittikalkkimääriä oli kuitenkin kaksi, 5 ja 10 tn/ha. Kerranteita kokeissa oli kolme.

#### 6.1.1. Maa-analyysit

Lähtötilanteen toteamiseksi ennen kalkitusta kaikilta koealueilta otettiin maanäytteet. Tämän lisäksi koealueelta otettiin joka syksy sadonkorjuun jälkeen maanäytteet koejäsenittäin. Maa-analyysit tehtiin MTTK:n maantutkimusosastolla. Maa-analyysien keskimääräiset tulokset esitetään taulukoissa 17-20.

Konvertterikalkki nosti maan pH:ta keskimäärin yhtä paljon, jopa hieman enemmänkin kuin dolomiittikalkki. Masuunikalkilla päästiin myös lähes samaan pH:hon kuin dolomiittikalkilla. Kuonakalkkien jauhamisen vaikutus pH:hon oli näissä kokeissa melko vähäinen. Jauhettu kuonakalkki nosti vain hieman enemmän maan pH:ta kuin jauhamaton.

Kaikissa kokeissa konvertterikalkki nosti maan kalsiumpitoisuutta enemmän kuin masuunikalkki ja dolomiittikalkki. Myös masuunikalkki nosti maan kalsiumpitoisuutta jonkin verran enemmän kuin dolomiittikalkki. Jauhettu konvertterikalkki nosti maan kalsiumpitoisuutta selvästi enemmän kuin jauhamaton.

Kempeleen ja Limingan kokeissa maan magnesiumluvut olivat entuudestaan erittäin korkeat. Selvemmen eri kalkitusaineiden vaikutus maan magnesiumlukuihin näkyikin Rantsilan ja Vihannin kokeissa. Täällä dolomiittikalkki nosti eniten ja konvertterikalkki vähiten maan magnesiumlukuja. Tulos oli tältä osin täysin johdonmukainen, koska dolomiittikalkki sisälsi eniten (7-10 %) ja konvertterikalkki vähiten (1.5 %) magnesiumia. Masuunikalkin kalsiumpitoisuus oli 6 %.

#### 6.1.2. Satotulokset

Taulukossa 21 esitetään ohran sadot vuosilta 1979 ja 1982. Timotein sadot esitetään taulukossa 22.

Liminkaa lukuunottamatta pienempi dolomiittikalkkimäärä (5 tn/ha) antoi suuremman sadon kuin suurempi määrä (10 tn/ha). Sadonlisäys oli 6-14 %. Jauhettu konvertterikalkki antoi kaikissa koepaikoissa suuremman sadon kuin jauhamaton. Jauhetun konvertterikalkin antama sadonlisäys oli 9-16 % ja jauhamattoman 2-9 %. Masuunikalkki lisäsi ohran satoa vain Limingan ja Rantsilan kokeissa. Tulokset jauhamisen vaikutuksesta ohran satoon olivat masuunikalkin osalta ristiriitaiset. Todettakoon, että ohran sadonlisäykset millään kalkitusaineella eivät olleet tilastollisesti merkitseviä.

TAULUKKO 17. pH KOEPAIKOITTAIN PAIKALLISKOKEISSA 1979-82

Kalkitusaine	Tn/ha	pH				
		Alatennes	Kempele	Rantsila	Vihanti	Keskim.
0	-	5.1	6.2	5.0	5.7	5.3
Dolomiittikalkki 2	5	5.3	6.3	5.2	5.9	5.7
Dolomiittikalkki 2	10	5.3	6.5	5.3	6.0	5.8
Konvertterikalkki						
-jauhettu	10	5.5	6.5	5.3	6.3	5.9
-karkea	10	5.3	6.7	5.2	6.1	5.8
Masuunikalkki						
-jauhettu	10	5.4	6.5	5.2	5.9	5.8
-karkea	10	5.4	6.5	5.1	5.8	5.7

TAULUKKO 18. Ca-PITOISUUS KOEPAIKOITTAIN PAIKALLISKOKEISSA 1979-82

Kalkitusaine	Tn/ha	Ca				
		Alatennes	Kempele	Rantsila	Vihanti	Keskim.
0	-	1230	1900	1050	840	1260
Dolomiittikalkki 2	5	1230	2030	1140	980	1350
Dolomiittikalkki 2	10	1340	2150	1110	990	1400
Konvertterikalkki						
-jauhettu	10	1790	2630	1610	1500	1880
-karkea	10	1460	2470	1350	1210	1620
Masuunikalkki						
-jauhettu	10	1300	2420	1230	1030	1500
-karkea	10	1430	2280	1230	1030	1490

TAULUKKO 19. Mg-PITOISUUS KOEPAIKOITTAIN PAIKALLISKOKEISSA 1979-82

Kalkitusaine	Tn/ha	Mg				
		Alatennes	Kempele	Rantsila	Vihanti	Keskim.
0	-	610	480	120	250	365
Dolomiittikalkki 2	5	610	535	200	315	415
Dolomiittikalkki 2	10	680	550	230	325	445
Konvertterikalkki						
-jauhettu	10	570	550	120	225	365
-karkea	10	590	575	110	240	380
Masuunikalkki						
-jauhettu	10	590	625	160	280	415
-karkea	10	630	590	150	295	415



TAULUKKO 20. P- JA K-PITOISUUDET SEKÄ JOHTOLUKU KESKIMÄÄRIN PAIKALLISKOKEISSA 1979-82

Kalkitusaine	Tn/ha	P	K	Johtoluku
0	-	9.2	120	4.20
Dolomiittikalkki 2	5	8.7	105	3.79
Dolomiittikalkki 2	10	8.7	105	4.07
Konvertterikalkki				
-jauhettu	10	10.6	105	3.92
-karkea	10	10.1	110	4.03
Masuunikalkki				
-jauhettu	10	9.3	120	3.72
-karkea	10	8.2	110	3.70

TAULUKKO 21. OHRAN JYVÄSADOT KOEPAIKOITTAIN PAIKALLISKOKEISSA 1979 JA 1982

Kalkitusaine	Tn/ha	Jyväsato kg/ha (sl)				
		Alatennes	Kempele	Rantsila	Vihanti	Keskim.
0	-	2850 =	2290 =	1810 =	2210 =	2290 =
		100	100	100	100	100
Dolomiittikalkki 2	5	95	106	114	112	107
Dolomiittikalkki 2	10	99	101	108	101	102
Konvertterikalkki						
-jauhettu	10	112	109	113	116	112
-karkea	10	103	106	109	102	105
Masuunikalkki						
-jauhettu	10	113	102	115	96	106
-karkea	10	109	93	127	100	107
Kalkitusaine	Tn/ha	Rv-%		Hlp-kg	1000-sp g	
0	-	10.8		61.2	38.2	
Dolomiittikalkki 2	5	10.9		61.4	38.9	
Dolomiittikalkki 2	10	10.9		60.8	38.3	
Konvertterikalkki						
-jauhettu	10	11.1		61.3	38.4	
-karkea	10	10.8		61.3	38.3	
Masuunikalkki						
-jauhettu	10	10.9		60.9	37.9	
-karkea	10	10.9		60.9	38.5	

TAULUKKO 22. TIMOTEIN SADOT KOEPAIKOITTAIN PAIKALLISKOKEISSA 1980-81

Kalkitusaine	Tn/ha	Kuiva-ainesato kg/ha (sl)				
		Alatennes	Kempele	Rantsila	Vihanti	Keskim.
0	-	8200 = 100	6460 = 100	6810 = 100	7340 = 100	7200 = 100
Dolomiittikalkki 2	5	96	97	105	107	101
Dolomiittikalkki 2	10	96	95	100	103	99
Konvertterikalkki						
-jauhettu	10	99	94	105	103	100
-karkea	10	102	97	104	100	101
Masuunikalkki						
-jauhettu	10	96	94	105	108	101
-karkea	10	100	97	101	106	101

Kalkitusaine	Tn/ha	Rv-sato			Talvi- tuho- %
		Rv - %	kg/ha	sl	
0	-	11.0	790	100	28
Dolomiittikalkki 2	5	11.6	840	106	25
Dolomiittikalkki 2	10	12.1	830	105	28
Konvertterikalkki					
-jauhettu	10	12.1	860	109	23
-karkea	10	11.1	810	102	23
Masuunikalkki					
-jauhettu	10	11.3	770	97	28
-karkea	10	11.8	880	111	22

TAULUKKO 23. KIVENNÄISPITOISUUDET OHRAN JYVISSÄ PAIKALLISKOKEISSA 1979 JA 1982

Kalkitusaine	Tn/ha	Ca	Mg	P	K	Si	N
		g/kg					
0	-	0.34	1.26	3.59	4.99	2.10	16.9
Dolomiittikalkki 2	5	0.32	1.28	3.64	4.89	1.90	17.5
Dolomiittikalkki 2	10	0.32	1.25	3.62	4.88	1.90	17.2
Konvertterikalkki							
-jauhettu	10	0.35	1.26	3.66	5.00	2.10	17.4
-karkea	10	0.32	1.25	3.65	4.91	2.00	17.0
Masuunikalkki							
-jauhettu	10	0.34	1.29	3.61	4.94	2.10	17.2
-karkea	10	0.33	1.29	3.66	4.98	2.20	17.2

jatkoa taulukkoon 23.....

Kalkitusaine	Tn/ha	Mn	Cu	Pb	Cd
		mg/kg		µg/kg	
0	-	32	6.8	50	20
Dolomiittikalkki 2	5	27	7.0	50	20
Dolomiittikalkki 2	10	28	6.8	40	20
Konvertterikalkki					
-jauhettu	10	28	6.8	60	15
-karkea	10	28	6.3	40	15
Masuunikalkki					
-jauhettu	10	27	6.5	55	15
-karkea	10	28	6.5	50	15

TAULUKKO 24. TIMOTEIN KIVENNÄISPITOISUUDET PAIKALLISKOKEISSA 1980-81

Kalkitusaine	Tn/ha	Ca	Mg	P	K	Si	N	Cu
		g/kg						
0	-	2.57	1.33	2.35	22.0	4.23	14.2	3.7
Dolomiittikalkki 2	5	2.56	1.50	2.37	22.1	4.30	14.7	3.6
Dolomiittikalkki 2	10	2.55	1.52	2.36	21.9	4.53	15.0	3.8
Konvertterikalkki								
-jauhettu	10	3.22	1.33	2.35	21.4	6.78	14.9	3.4
-karkea	10	2.81	1.28	2.32	21.8	5.86	14.1	3.3
Masuunikalkki								
-jauhettu	10	2.48	1.40	2.26	21.9	5.70	14.4	3.6
-karkea	10	2.78	1.51	2.34	21.9	6.00	15.0	3.6

Kalkitus vaikutti vain vähän timotein satoon. Dolomiittikalkki (5 tn/ha) lisäsi hieman timotein satoa Rantsilan ja Vihannin kokeissa. Samoissa kokeissa myös masuunikalkilla saatiin pieni sadonlisäys. Konvertterikalkki lisäsi timotein satoa hieman Rantsilan kokeessa. Myöskään nurmisadon lisäykset eivät olleet tilastollisesti merkitseviä.

### 6.1.3. Satoanalyysit

Ohran jyvien ja timoteiruohon kemialliset analyysit tehtiin Rautaruukki Oy:n Raahan tehtaan laboratoriossa. Keskimääräiset tulokset esitetään talukoissa 23 ja 24. Ohran jyvien kivennäiskoostumukseen kalkituksella ei ollut vaikutusta. Millän kalkitusaineella ei ollut myöskään vaikutusta ohran jyvien kadmium- ja lyijypitoisuuksiin.

Jauhettu konvertterikalkki nosti kaikissa kokeissa eniten timotein kalsiumpitoisuutta. Timoteiruohon kalsiumpitoisuudet nousivat myös masuunikalkilla hieman enemmän kuin dolomiittikalkilla. Dolomiittikalkki nosti puolestaan eniten timoteiruohon magnesiumpitoisuutta. Kuonakalkit nostivat ruohon piipitoisuutta kaikissa kokeissa.

### 6.2. Siikajoen koe

Koealueen maalaji oli karkea hieta. Koekasvina oli peruna. Lajike oli vuonna 1979 Frila ja vuosina 1980-82 Rekord. Kalkki levitettiin keväällä 1979 muokkauksen yhteydessä. Kalkkimäärä oli 5 tn/ha. Kerranteita oli kolme.

#### 6.2.1. Maa-analyysit

Koealueelta otettiin viljavuusnäytteet ennen kalkitusta ja sen jälkeen joka syksy perunan noston jälkeen. Maa-analyysit tehtiin MTTK:n maantutkimusosaston laboratoriossa. Keskimääräiset tulokset esitetään taulukossa 25.

Dolomiittikalkki nosti maan pH:ta eniten, 0.6 yksikköä. Konvertteri- ja masuunikalkkia käytettäessä ei ollut eroja maan pH-luvuissa. Kalkitsemattomaan maahan verrattuna kuonakalkit nostivat pH:ta 0.3-0.4 yksikköä. Maan kalsium- ja magnesiumluvut olivat melko alhaiset. Kalsiumpitoisuus nousi eniten konvertterikalkkia ja magnesiumpitoisuus dolomiittikalkkia käytettäessä.

#### 6.2.2. Satotulokset

Keskimääräiset satotulokset vuosilta 1979-82 esitetään taulukossa 26. Kalkitus lisäsi perunan mukula- ja tärkkelyssatoa kaikkina koevuosina käytettäessä kalkitusaineena joko dolomiittikalkkia tai jauhettua konvertterikalkkia. Sadonlisäykset eivät olleet kuitenkaan tilastollisesti merkitseviä. Kalkitus lisäsi I-luokan perunan osuutta.

Perunan makuun, ulkonäköön, rupisuuteen ja muuhun laatuun kalkitus ei vaikuttanut (taulukko 27).

#### 6.2.3. Satoanalyysit

Perunan mukuloiden kivennäispitoisuudet määritettiin Rautaruukki Oy:n Raahan laboratoriossa. Keskimääräiset tulokset esitetään taulukossa 28. Perunan mukuloiden kivennäispitoisuuteen kalkituksella ei ollut selvää vaikutusta. Vuonna 1979 suoritettiin myös perunan mukuloiden lyijy- ja kadmiumpitoisuusmääritykset.

TAULUKKO 25. MAA-ANALYYSIT SIIKAJOEN KUONAKALKITUSKOKEESSA 1979-82

Kalkitusaine	Tn/ha	pH	Ca	Mg	P	K	Johtol.
0	-	5.1	710	145	8.5	115	4.02
Dolomiittikalkki 2	5	5.7	780	180	11.0	110	2.15
Konvertterikalkki							
-jauhettu	5	5.4	830	135	10.0	105	2.91
-karkea	5	5.5	760	135	9.5	120	4.05
Masuunikalkki							
-jauhettu	5	5.5	690	155	13.5	125	3.39
-karkea	5	5.4	660	115	9.5	140	3.03

TAULUKKO 26. PERUNAN MUKULASADOT SIIKAJOEN KUONAKALKITUSKOKEESSA 1979-82

Kalkitusaine	Tn/ha	Sato tn/ha		Täykkelyssato			I lk p-%	Mukulan koko kpl/5 kg
		Tn/ha	sl	kg/ha	T-%	sl		
0	-	35.6	100	5430	15.2	100	58	103
Dolomiittikalkki 2	5	39.6	111	6020	15.6	111	68	92
Konvertterikalkki								
-jauhettu	5	38.5	108	5830	15.4	107	65	94
-karkea	5	34.5	97	5230	14.8	96	65	108
Masuunikalkki								
-jauhettu	5	35.6	100	5250	14.5	97	66	94
-karkea	5	35.1	99	5280	15.0	97	67	91

TAULUKKO 27. PERUNAN LAATU SIIKAJOEN KUONAKALKITUSKOKEESSA 1979-82

Kalkitusaine	Tn/ha	Maku	Rupi	Ulkonäkö kuorineen	Sisäiset ruskett. ja must. kpl-%
0	-	5.8	4	8	13
Dolomiittikalkki 2	5	4.8	3	7	6
Konvertterikalkki					
-jauhettu	5	5.5	2	7	8
-karkea	5	5.7	3	8	11
Masuunikalkki					
-jauhettu	5	4.0	2	7	9
-karkea	5	4.3	3	8	10

Huom! Perunan seitissä, mukularutossa, mekaanisissa ja maltovioissa sekä vihertymisessä ei ole merkittäviä eroja eri kalkitusaineiden välillä.

TAULUKKO 28. PERUNAN KIVENNÄISPITOISUUDET SIIKAJOEN KUONAKALKITUSKOKEESSA 1979-80

Kalkitusaine	Tn/ha	Ca	Mg	P	K	N	Mn*
		g/kg					mg/kg
0	-	0.13	1.15	3.15	25.0	10.6	16
Dolomiittikalkki 2	5	0.09	1.15	3.40	25.3	11.2	18
Konvertterikalkki							
-jauhettu	5	0.13	1.15	3.35	25.5	10.1	14
-karkea	5	0.13	1.20	3.25	25.0	10.5	13
Masuunikalkki							
-jauhettu	5	0.11	1.10	3.15	25.0	10.8	10
-karkea	5	0.11	1.15	3.35	24.8	11.2	18
Kalkitusaine	Tn/ha	Si	Cu*	Cd*	Pb*		
		mg/kg		µg/kg			
0	-	30	4	45	150		
Dolomiittikalkki 2	5	16	4	45	150		
Konvertterikalkki							
-jauhettu	5	13	4	40	140		
-karkea	5	23	5	45	170		
Masuunikalkki							
-jauhettu	5	27	4	35	170		
-karkea	5	5	5	40	130		

\*vain vuosi 1979

## 7. MAANPARANNUSKOE POLTTOTURVESUON POHJALLA 1981-83

Vuonna 1981 perustettiin Liminkaan Hirvinevalle polttoturvesuon pohjalle maanparannuskoe, jossa verrattiin dolomiittikalkin, masuunikalkin (raekoko 0-5 mm), konvertterikalkin (raekoko 0-4 mm), masuuni- ja konvertterikalkin seoksen, turvetuhkan ja puuntuhkan maanparannusvaikutuksia. Turvetuhka oli Oulun ja puuntuhka Ruukin lämpölaitoksesta. Puuntuhkamäärät olivat 5 ja 10 tn/ha. Kaikkia muita maanparannusaineita käytettiin 10 tn/ha. Maanparannuskäsittelyt tehtiin keväällä 1981 muokkauksen yhteydessä. Kerranteita oli neljä.

Koealueen viljavuusluvut ennen maanparannuskäsittelyitä olivat: pH 5.1, Ca 1190, Mg 130, K 15, P 5.8 ja johtoluku 0.61. Koekasveina olivat vuonna 1981 Hja 673-ohra ja 1982-83 timoteinurmi, joka korjattiin vuonna 1982 kahdesti ja vuonna 1983 vain kerran. Ohran lannoitus oli vuonna 1981 300 kg/ha normaali Y-lannosta. Timoteinurmelle annettiin vuonna 1982 keväällä 690 kg/ha kalirikasta Y-lannosta ja toiselle sadolle 400 kg/ha typpirikasta Y-lannosta. Vuonna 1983 nurmen lannoitus oli 600 kg/ha typpirikasta Y-lannosta.

### 7.1. Maa-analyysit

Koealueelta otettiin maanäytteet ennen maanparannuskäsittelyitä sekä sen jälkeen joka syksy sadonkorjuun jälkeen. Maanäytteet otettiin koejäsenittäin. Maa-analyysit tehtiin MTTK:n maantutkimusosaston laboratoriossa. Keskimääräiset tulokset esitetään taulukossa 29.

Selvästi eniten maan pH:ta nosti puuntuhka. Käytettäessä 10 tn/ha puuntuhkaa nousi maan pH 5.1:sta 5.9:ään eli lähes yhden pH-yksikön. 5 tn/ha puuntuhkaa ja 10 tn/ha konvertterikalkkia nostivat maan pH:n 5.4:ään. Masuunikalkin ja konvertterikalkin seos ja dolomiittikalkki nostivat maan pH:ta yhtä paljon eli 0.2 pH-yksikköä. Masuunikalkilla pH nousi vain 0.1 yksikköä. Turvetuhka ei nostanut maan pH:ta lainkaan.



Puuntuhka nosti maan kalsium- ja magnesium-, fosfori- ja kaliumpitoisuuksia erittäin selvästi. Hivenaineimäärityksiä maasta ei tehty. Turvetuhkan vaikutus maan ravinnetilaan oli lähes olematon. Kuonakalkit ja dolomiittikalkit vaikuttivat maan magnesium- ja kalsiumpitoisuuksiin odotetun laisesti. Konvertterikalkki nosti maan magnesiumpitoisuutta vähiten, mutta kalsiumpitoisuutta eniten.

## 7.2. Satotulokset

Satotulokset esitetään taulukoissa 30 ja 31.

Vuonna 1981 liiallinen märkyys häyttasi ohran kasvua siinä määrin, että satoa ei juuri saatu. Ainoastaan puuntuhkalla käsitellyt ruudut antoivat yli tuhannen kilon hehtaarisadon. Puuntuhkan edullinen maanparannusvaikutus näkyi myös selvästi hehtolitrainoissa.

Vuonna 1982, jolloin koekasvina oli timotei puuntuhka antoi suurimmat sadot. Toiseksi suurin sato saatiin turvetuhkalla. Pieni sadonlisäys saatiin käytettäessä maanparannukseen konvertterikalkkia tai konvertterikalkin ja masuunikalkin seosta. Vuonna 1983 sadonlisäyksiä ei saatu lainkaan.

## 7.3. Satoanalyysit

Satoanalyysien tulokset esitetään taulukoissa 32-34. Satoanalyysit tehtiin Rautaruukki Oy:n Raahan laboratoriossa.

Vaikka puuntuhka nosti maan magnesium- ja kalsiumpitoisuuksia eniten, jäivät silti ohran olkien ja jyvien sekä timoteiruohon kalsium- ja magnesiumpitoisuudet muita koejäseniä alhaisemmiksi. Sensijaan puuntuhka nosti timoteiruohon ja olkien kaliumpitoisuuksia odotetulla tavalla. Kuonakalkit ja tuhkat nostivat ohran jyvien ja olkien sekä timotein piipitoisuuksia. Jyvänäytteistä tehtiin myös kromimääritys. Eroja eri koejäsenten välillä ei ollut.

TAULUKKO 29. MAA-ANALYYSIT MAANPARANNUSKOKEISSA POLTTOTURVESUON POHJALLA 1981-83

Kalkitusaine	Tn/ha	pH	Ca	Mg	p	K	Johtol.
0	-	5.0	1100	115	2.7	25	0.93
Masuunikalkki	10	5.1	1220	150	1.1	20	0.82
Konvertterikalkki	10	5.4	1510	120	3.2	25	0.83
Masuunikalkki + konvertterikalkki	5+5	5.2	1340	130	1.8	25	0.97
Turvetuhka	10	5.1	1230	125	2.1	15	0.75
Puun Tuhka	10	5.9	1850	355	13.5	210	1.17
Puun tuhka	5	5.4	1400	220	5.1	105	0.89
Dolomiittikalkki 2	10	5.2	1360	145	1.4	20	0.87

TAULUKKO 30. OHRAN JYVÄSADOT MAANPARANNUSKOKEESSA POLTTOTURVESUON POHJALLA 1981.

Kalkitusaine	Tn/ha	Jyväsadot				
		kg/ha	sl	Rv-%	Hlp	1000-sp
0	-	460	100	10.5	44.1	20.6
Masuunikalkki	10	610	132	8.9	45.4	23.8
Konvertterikalkki	10	520	112	9.8	46.7	23.6
Masuunikalkki+ konvertterikalkki	5+5	330	71	9.8	43.7	22.2
Turvetuhka	10	590	128	7.8	46.4	23.1
Puun tuhka	10	1550	335	7.2	52.9	28.8
Puun tuhka	5	1160	250	6.4	51.2	28.4
Dolomiittikalkki 2	10	480	103	7.5	43.8	22.7

TAULUKKO 31. TIMOTEIN SADOT MAANPARANNUSKOKEESSA POLTTOTURVESUON POHJALLA 1982-83

Kalkitusaine	Tn/ha	Nurmisato kg/ha (sl)			Rv-sato*			Talvi- tuho- %
		1982	1983	Keskim.	%	kg/ha	sl	
0	-	5850 =	3260 =	4560 =	11.1	650	100	18
		100	100	100				
Masuunikalkki	10	102	99	100	10.9	650	100	7
Konvertterikalkki	10	107	91	99	9.6	600	92	16
Masuunikalkki+ konvertterikalkki	5+5	106	101	104	12.0	740	114	14
Turvetuhka	10	113	101	107	9.6	640	98	17
Puun tuhka	10	141	104	122	9.3	760	117	24
Puun tuhka	5	149	101	125	9.1	790	121	23
Dolomiittikalkki 2	10	94	84	89	11.4	620	95	14

\*vuosi 1982

TAULUKKO 32. KIVENNÄISPITOISUUDET OHRAN JYVISSÄ MAANPARANNUSKOKEESSA POLTTOTURVESUON POHJALLA 1981

Kalkitusaine	Tn/ha	Ca	Mg	P	K	Si	N	Cu
		g/kg						mg/kg
0	-	0.58	1.09	3.46	5.30	0.49	16.8	2.7
Masuunikalkki	10	0.51	1.37	3.25	4.70	1.40	14.2	2.3
Konvertterikalkki	10	0.53	1.33	3.12	4.90	2.20	15.7	2.0
Masuunikalkki+ konvertterikalkki	5+5	0.61	1.02	3.33	5.00	1.50	15.7	2.5
Turvetuhka	10	0.51	1.02	3.33	4.70	1.10	12.5	3.7
Puun tuhka	10	0.29	1.14	2.95	4.60	1.40	11.5	2.8
Puun tuhka	5	0.32	1.13	2.84	4.60	1.30	10.2	1.8
Dolomiittikalkki 2	10	0.56	1.16	3.31	5.10	0.73	12.0	2.0

Kromi kaikissa näytteissä alle 1.0 mg/kg

TAULUKKO 33. KIVENNÄISPITOISUUDET OHRAN OLJISSA MAANPARANNUSKOKEESSA POLTTOTURVESUON POHJALLA 1981.

Kalkitusaine	Tn/ha	Ca	Mg	P	K	Si	N	Cu
		g/kg						mg/kg
0	-	1.40	0.62	0.32	5.10	0.14	1.50	1.4
Masuunikalkki	10	1.40	0.61	0.27	4.80	0.60	1.10	1.3
Konvertterikalkki	10	1.70	0.53	0.26	4.30	1.60	0.80	1.3
Masuunikalkki+ konvertterikalkki	5+5	1.90	0.76	0.27	2.90	1.00	1.10	1.0
Turvetuhka	10	1.80	0.78	0.32	3.40	0.45	1.10	0.9
Puun tuhka	10	0.70	0.23	0.44	21.0	0.91	0.30	1.1
Puun tuhka	5	1.00	0.27	0.40	14.0	1.30	0.30	1.3
Dolomiittikalkki 2	10	1.40	0.61	0.25	5.00	0.24	0.60	0.8

TAULUKKO 34. KIVENNÄISPITOISUUDET TIMOTEIRUHOSSA POLTTOTURVESUON POHJALLA 1982

Kalkitusaine	Tn/ha	Ca	Mg	P	K	Si	N	Cu
		g/kg						mg/kg
0	-	4.15	2.10	2.91	15.3	2.00	17.8	4.5
Masuunikalkki	10	3.74	2.27	2.64	15.1	4.80	17.5	4.5
Konvertterikalkki	10	4.62	1.80	2.39	13.9	5.05	15.4	3.0
Masuunikalkki+ konvertterikalkki	5+5	4.12	2.23	2.70	14.9	4.30	19.2	4.5
Turvetuhka	10	3.92	1.72	2.45	15.1	3.55	15.4	3.5
Puun tuhka	10	3.12	1.55	2.38	25.4	3.90	14.8	2.5
Puun tuhka	5	3.56	1.44	2.27	22.9	3.35	14.5	2.5
Dolomiittikalkki 2	10	4.28	2.38	2.68	16.5	2.36	18.3	3.5

## 8. NURMEN TALVIKALKITUSKOE 1980-83

Talvikalkitus on viime vuosina nopeasti yleistynyt. Jonkin verran kalkkia levitetään talvella myös nurmelle. Pohjois-Pohjanmaan tutkimusasemalla kokeiltiin nurmen talvikalkitusta vuonna 1981. Kalkki levitettiin toisen vuoden timoteinurmelle. Kalkitusaineet olivat dolomiittikalkki, masuunikalkki (raekoko 0-5 mm) ja konvertterikalkki (raekoko 0-4 mm). Kaikkia kalkitusaineita käytettiin 10 tn/ha. Kalkin levitysaikoja oli kolme: marraskuu, tammikuu ja toukokuu.

Koealueen maalaji oli saraturve. Viljavuusluvut ennen kalkitusta olivat: pH 4.7, Ca 970, Mg 150, K 35, P 13.3.

Koekasveina olivat vuonna 1981-82 timotei, joka korjattiin kahdesti kesässä. Vuonna 1983 koekasvi oli Hja 673-ohra. Lannoitus oli vuonna 1981-82 keväällä 600 kg/ha ja toiselle sadolle 400 kg/ha typpirikasta Y-lannosta. Ohran lannoitus oli vuonna 1983 350 kg/ha normaali Y-lannosta. Kerranteita oli kolme.

### 8.1. Maa-analyysit

Koealueelta otettiin kaikkina koevuosina maanäytteet koejäsenittäin sadonkorjuun jälkeen. Maanäytteet analysoitiin MTTK:n maantutkimusosaston laboratoriossa. Keskimääräiset tulokset esitetään taulukossa 35.

Kalkituksen vaikutus maan pH:hon oli pieni. Vuosien 1981-82 ja vuoden 1983 pH-luvuissa ei ollut eroja, vaikka maa oli vuoden 1983 näytteitä otettaessa kertaalleen jo kynnetty. Maan pH nousi vain dolomiittikalkkia käytettäessä. Nousu oli tällöinkin vain 0.1-0.2 pH-yksikköä.

Kalkituksen vaikutus maan magnesium- ja kalsiumlukuun näkyi hieman selvemmin. Toukokuussa tehty kalkitus nosti maan kalsium- ja magnesiumpitoisuuksia eniten. Tammikuun ja marraskuun kalkituksen jälkeen

maan kalsium- ja magnesiumluvut olivat keskimäärin yhtä suuret. Erot kalkitusaikeiden välillä olivat pienet ja osoittivat, että talvikalkitus ilman suurempaa kalkin huuhtoutumista on mahdollista. Kalsiumluvut olivat korkeimmat vuonna 1983, jolloin maa oli jo kertaalleen kynnetty kalkituksen jälkeen.

### 8.2. Satotulokset

Talvikalkituskokeen satotulokset esitetään taulukossa 36.

Timotein satoon eri kalkitusaineilla ja kalkin levitysajoilla ei ollut vaikutusta. Ohran jyväsatoja kalkitus lisäsi 5-9 %. Keskimäärin suurimman sadonlisäyksen antoi konvertterikalkki. Kalkitus marraskuussa ja toukokuussa lisäsi ohran satoa 8 %. Talvikalkituksen antama sadonlisäys oli 4 %. Mitkään sadonlisäykset eivät olleet tilastollisesti merkitseviä.

### 8.3. Satoanalyysit

Timotein kivennäiskoostumus määritettiin Rautaruukki Oy:n Oulun laboratoriossa. Tulokset esitetään taulukossa 37.

Eri kalkitusaineiden vaikutuksessa timoteiruohon kivennäiskoostumukseen ei ollut mainittavia eroja. Myöskään kalkin levitysajalla ei ollut vaikutusta ruohon kivennäiskoostumukseen.

TAULUKKO 35. MAA-ANALYYSIT TALVIKALKITUSKOKEESSA 1981-83

Kalkitusaika ja -aine	Tn/ha	pH	Johtoluku	Ca	K	Mg	P
0	-	4.8	1.48	1060	35	150	14.8
MARRASKUU							
Masuunikalkki	10	4.8	1.52	1080	35	155	13.9
Konvertterikalkki	10	4.8	1.43	1140	30	140	13.9
Dolomiittikalkki 2	10	4.9	1.34	1100	35	195	13.9
TAMMIKUU							
Masuunikalkki	10	4.7	1.49	1070	30	150	13.7
Konvertterikalkki	10	4.8	1.36	1160	35	145	13.0
Dolomiittikalkki 2	10	4.9	1.42	1050	30	175	13.3
TOUKOKUU							
Masuunikalkki	10	4.8	1.55	1130	40	175	15.5
Konvertterikalkki	10	4.8	1.52	1180	35	160	13.7
Dolomiittikalkki 2	10	5.0	1.36	1170	35	210	14.7
Masuunikalkki		4.8	1.52	1090	35	160	14.4
Konvertterikalkki		4.8	1.44	1160	35	150	13.5
Dolomiittikalkki 2		4.9	1.37	1110	35	195	14.0
Marraskuu		4.8	1.43	1110	35	165	13.9
Tammikuu		4.8	1.42	1090	35	155	13.3
Toukokuu		4.9	1.48	1160	35	180	14.6

TAULUKKO 36. KESKIMÄÄRÄISET TIMOTEIN KUIVA-AINESADOT 1981-82 JA OHRAN JYVÄSADOT 1983 TALVIKALKITUSKOKEESSA.

Kalkitusaika ja -aine	Tn/ha	Nurmisato kg/ha (sl)			Rv-sato*		
		1981	1982	Keskim.	%	kg/ha	(sl)
0	-	6240=	5970=	6100=	13.8	840	100
		100	100	100			
MARRASKUU							
Masuunikalkki	10	100	94	97	14.2	850	101
Konvertterikalkki	10	108	97	102	13.2	830	99
Dolomiittikalkki 2	10	90	101	95	13.8	800	95
TAMMIKUU							
Masuunikalkki	10	112	95	103	14.7	940	112
Konvertterikalkki	10	102	104	103	13.4	850	101
Dolomiittikalkki 2	10	102	96	99	13.3	810	96
TOUKOKUU							
Masuunikalkki	10	104	106	105	12.5	810	96
Konvertterikalkki	10	102	98	100	13.0	800	95
Dolomiittikalkki 2	10	99	102	100	13.2	820	97
Masuunikalkki		105	98	102	13.8	870	103
Konvertterikalkki		104	99	102	13.2	830	99
Dolomiittikalkki 2		97	99	98	13.4	810	96
Marraskuu		99	97	98	13.7	830	99
Tammikuu		105	98	102	13.8	870	103
Toukokuu		102	102	102	12.9	810	96

\*vuodet 1981-82

Jatkoa taulukkoon 36....

Kalkitusaika ja -aine	Tn/ha	Jyväsato 1983 kg/ha (sl)	Hlp kg	1000-sp g
0	-	3290=100	61.4	31.4
MARRASKUU				
Masuunikalkki	10	106	61.0	31.9
Konvertterikalkki	10	103	60.6	28.7
Dolomiittikalkki 2	10	117	61.6	32.3
TAMMIKUU				
Masuunikalkki	10	104	57.9	32.2
Konvertterikalkki	10	108	60.2	32.5
Dolomiittikalkki 2	10	101	61.7	34.1
TOUKOKUU				
Masuunikalkki	10	106	60.4	29.7
Konvertterikalkki	10	117	62.5	33.5
Dolomiittikalkki 2	10	101	61.9	32.7
Masuunikalkki		105	59.8	31.3
Konvertterikalkki		109	61.1	31.6
Dolomiittikalkki 2		106	61.7	33.0
Marraskuu		108	61.1	31.0
Tammikuu		104	59.9	32.9
Toukokuu		108	61.6	32.0

TAULUKKO 37. TIMOTEIN KIVENNÄISPITOISUUDET TALVIKALKITUSKOKEESSA 1981-82

Kalkitusaika ja -aine	Tn/ha	P	K	Mg	Ca	N	Si	Cu
		g/kg						
0	-	3.31	21.7	1.77	3.09	24.1	3.58	4.47
MARRASKUU								
Masuunikalkki	10	3.30	20.6	2.06	3.58	25.4	4.00	5.13
Konvertterikalkki	10	3.13	19.9	1.72	3.44	23.0	4.13	4.50
Dolomiittikalkki 2	10	3.17	21.1	2.06	3.16	23.6	3.53	4.28
TAMMIKUU								
Masuunikalkki	10	3.26	21.2	1.98	3.34	24.6	3.43	4.50
Konvertterikalkki	10	3.24	19.8	1.83	3.48	23.0	4.08	4.50
Dolomiittikalkki 2	10	3.05	21.1	2.03	3.20	22.7	3.63	4.98
TOUKOKUU								
Masuunikalkki	10	3.16	21.8	1.87	3.11	23.1	3.65	5.13
Konvertterikalkki	10	3.04	20.9	1.84	3.35	22.4	3.73	4.75
Dolomiittikalkki 2	10	3.25	20.8	2.12	3.26	24.3	3.18	4.50
Masuunikalkki		3.24	21.2	1.97	3.34	24.4	3.69	4.92
Konvertterikalkki		3.14	20.2	1.80	3.42	22.8	3.98	4.58
Dolomiittikalkki 2		3.16	21.0	2.07	3.21	23.5	3.45	4.59
Marraskuu		3.20	20.5	1.95	3.39	24.0	3.89	4.64
Tammikuu		3.18	20.7	1.95	3.34	23.4	3.71	4.66
Toukokuu		3.15	21.2	1.94	3.24	23.3	3.52	4.79

## 9. KUONA-FOSFORIITTIKOE 1980-81

Vuonna 1980 Pohjois-Pohjanmaan tutkimusasemalle perustettiin koe, jossa tutkittiin Soklin fosforiitin (16 % P) käyttöä fosforilannoitteena. Fosforiittia verrattiin superfosfaattiin (10 % P). Fosforiittia käytettiin 320 kg/ha ja superfosfaattia 500 kg/ha. Fosforiitti levitettiin sekä kalkittuun että kalkitsemattomaan maahan. Kalkitusaineena käytettiin sekä konvertterikalkkia (0-4 mm) että masuunikalkkia (0-5 mm) 10 tn/ha. Myös superfosfaattia levitettiin sekä kalkittuun että kalkitsemattomaan maahan. Kalkitusaineena käytettiin tällöin dolomiittikalkkia 10 tn/ha. Koealueen maalaji oli saraturve. Viljavuusluvut ennen kalkitusta olivat: pH 4.8, Ca 1150, Mg 170, K 60, P 11.3.

Koekasveina olivat vuonna 1980 Hja 673-ohra ja vuonna 1981 apilaimoteinurmi. Koekäsittelyt tehtiin kevätkuokkauksen yhteydessä. Lannoitus vuonna 1980 oli 270 kg/ha oulunsalpietaria ja 110 kg/ha kalisuolaa. Vuonna 1981 lannoitus oli keväällä 73 kg/ha oulunsalpietaria ja 200 kg/ha kalisuolaa ja toiselle sadolle 100 kg/ha kalisuolaa. Kerranteita oli vain kaksi.

### 9.1. Maa-analyysit

Koealueelta otettiin kumpanakin koevuonna maanäytteet sadonkorjuun jälkeen. Maanäytteet analysoitiin MTTK:n maantutkimusosastolla. Keskimääräiset maa-analyysien tulokset esitetään taulukossa 38.

Maan fosforipitoisuudessa eri koejäsenten välillä ei ollut merkitseviä eroja. Sensijaan kalkituksen vaikutus maan viljavuusluvuissa näkyi selvästi. Kalkitusaineista dolomiittikalkki nosti eniten maan pH:ta. 10 tn/ha dolomiittikalkkia nosti maan pH:n 4.8:sta 5.5:een. Vastaavasti 10 tn/ha konvertterikalkkia nosti pH:n 5.3:een ja 10 tn/ha masuunikalkkia 5.1:een. Konvertterikalkki nosti jälleen selvästi eniten maan kalsiumpitoisuutta ja dolomiittikalkki magnesiumipitoisuutta.



## 9.2. Satotulokset

Kokeen satotulokset esitetään taulukoissa 39 ja 40.

Ohran jyväsadot olivat suurimmat käytettäessä maanparannukseen fosforiittia ja kuonakalkkia. Sadonlisäykset olivat tällöin 7-8 %. Ne eivät olleet kuitenkaan tilastollisesti merkitseviä.

Apila-timoteinurmelta saatiin suurimmat sadot, kun maanparannukseen käytettiin konvertterikalkkia ja fosforiittia tai dolomiittikalkkia ja superfosfaattia. Vaikka koejäsenten väliset satoerot olivat suuria, ne eivät olleet tilastollisesti merkitseviä. Suuret satoerot nurmella johtuivat lähinnä suojaviljan lakoutumisesta ja nurmen huonosta talvehtimisestä.

## 9.3. Satoanalyysit

Satoanalyysit tehtiin Rautaruukki Oy:n Raahen laboratoriossa. Tulokset esitetään taulukoissa 41-43.

Ohran jyvien kivennäispitoisuuksissa ei todettu merkitseviä eroja. Ohran olkien fosforipitoisuus oli hieman korkeampi silloin, kun fosforilannoitukseen käytettiin superfosfaattia. Olkianalyyseissa näkyy jälleen kuonakalkkien piipitoisuutta nostava vaikutus. Oljista määritettiin myös kadmiumpitoisuus, jossa ei ollut eroja koejäsenten välillä.

Timoteinurmen fosforipitoisuudessa ei ollut selviä eroja. Timoteiruohon fosfori- ja magnesiumpitoisuus oli korkein ja piipitoisuus alhaisin käytettäessä maanparannukseen dolomiittikalkkia ja superfosfaattia. Kuitenkaan selvää tulosta Soklin fosforiitin fosforin käyttökelpoisuudesta ja liukoisuudesta ei saatu.

TAULUKKO 38. MAA-ANALYYSIT KUONA-FOSFORIITTIKOEKSESSA 1980-81

Koejäsen		pH	Ca	Mg	K	P
0	-	4.9	1090	170	90	11.8
Konvertterikalkki tn/ha + fosforiitti kg/ha	10 320	5.3	1850	185	85	12.0
Masuunikalkki tn/ha + fosforiitti kg/ha	10 320	5.1	1320	295	95	9.9
Dolomiittikalkki 2 tn/ha+ superfosfaatti kg/ha	10 500	5.5	1390	355	80	10.9
Fosforiitti kg/ha	320	4.9	1080	175	80	10.0
Superfosfaatti kg/ha	500	4.9	1130	180	75	13.3

TAULUKKO 39. OHRAN JYVÄSATO KUONA-FOSFORIITTIKOEKSESSA 1980

Koejäsen		kg/ha (sl)	Rv-%	Hlp kg	1000-sp g	Korkeus cm	Lako- %
0	-	3810=100	10.4	58.6	31.9	84	50
Konvertterikalkki tn/ha + fosforiitti kg/ha	10 320	107	10.0	59.1	31.2	84	53
Masuunikalkki tn/ha + fosforiitti kg/ha	10 320	108	10.4	60.9	33.2	89	33
Dolomiittikalkki 2 tn/ha+ superfosfaatti kg/ha	10 500	102	10.2	58.4	31.1	92	55
Fosforiitti kg/ha	320	101	10.4	58.8	31.4	82	40
Superfosfaatti kg/ha	500	102	11.1	56.8	30.3	88	80

TAULUKKO 40. TIMOTEI-APILANURMEN KUIVA-AINESADOT KUONA-FOSFORIITTIKOEKSESSA 1981

Koejäsen		Kg/ha (sl)	Rv-sato		
			%	kg/ha	sl
0	-	790=100	12.7	100	100
Konvertterikalkki tn/ha + fosforiitti kg/ha	10 320	285	16.0	360	360
Masuunikalkki tn/ha + fosforiitti kg/ha	10 320	192	14.5	220	220
Dolomiittikalkki 2 tn/ha+ superfosfaatti kg/ha	10 500	265	16.3	340	340
Fosforiitti kg/ha	320	192	12.5	190	190
Superfosfaatti kg/ha	500	84	13.6	90	90

TAULUKKO 41. KIVENNÄISPITOISUUDET OHRAN JYVISSÄ KUONA-FOSFORIITTIKOEKEESSA 1980

Koejäsen		K	Ca	Mg	P	N	Cu
		g/kg					
0	-	4.80	0.33	1.10	2.90	16.7	3.7
Konvertterikalkki tn/ha+	10						
fosforiitti kg/ha	320	4.80	0.34	1.10	2.90	16.0	3.8
Masuunikalkki tn/ha +	10						
fosforiitti kg/ha	320	5.00	0.33	1.20	3.00	16.7	3.9
Dolomiittikalkki 2 tn/ha+	10						
superfosfaatti kg/ha	500	4.90	0.34	1.20	3.00	16.3	3.6
Fosforiitti kg/ha	320	5.10	0.33	1.20	2.90	16.7	3.7
Superfosfaatti kg/ha	500	5.10	0.35	1.20	3.00	17.7	3.5

TAULUKKO 42. KIVENNÄISPITOISUUDET OHRAN OLJISSA KUONA-FOSFORIITTIKOEKEESSA 1980

Koejäsen		K	Ca	Mg	P	N	Si	Cu	Cd
		g/kg							mg/kg
0	-	18.0	2.10	0.69	0.22	2.70	1.10	0.9	75
Konvertterikalkki tn/ha +	10								
fosforiitti kg/ha	320	20.0	2.20	0.68	0.23	2.30	1.60	0.9	70
Masuunikalkki tn/ha +	10								
fosforiitti kg/ha	320	18.0	1.70	0.63	0.20	2.30	1.20	0.7	70
Dolomiittikalkki 2 tn/ha+	10								
superfosfaatti kg/ha	500	20.0	1.80	0.70	0.24	2.70	0.80	0.8	80
Fosforiitti kg/ha kg/ha	320	17.0	1.90	0.74	0.21	2.70	0.70	0.8	75
Superfosfaatti kg/ha	500	20.0	1.60	0.66	0.28	2.70	0.60	0.8	75

TAULUKKO 43. TIMOTEIN KIVENNÄISPITOISUUDET KUONA-FOSFORIITTIKOEKEESSA 1981

Koejäsen		P	Si	K	Mg	Ca	N	Cu	Cd
		g/kg							mg/kg
0	-	3.15	3.00	25.5	2.80	9.2	22.1	6.0	60
Konvertterikalkki tn/ha+	10								
fosforiitti kg/ha	320	3.20	3.45	29.0	2.89	11.7	26.3	7.4	45
Masuunikalkki tn/ha+	10								
fosforiitti kg/ha	320	3.18	3.80	27.5	2.93	10.1	23.5	6.9	45
Dolomiittikalkki 2 tn/ha+	10								
superfosfaatti kg/ha	500	3.28	1.65	30.0	3.69	11.3	26.4	7.8	40
Fosforiitti kg/ha	320	2.96	3.05	26.5	2.26	7.2	20.8	5.0	40
Superfosfaatti kg/ha	500	3.13	3.40	27.0	2.29	8.1	21.7	5.5	45

## 10. SATOANALYYSEJÄ PERUNASTA JA VIHANNEKSISTA

Vuonna 1978 Pohjois-Pohjanmaan tutkimusasemalle tehtiin näyteruutuja, joihin levitettiin masuunikalkkia (0-4 mm), konvertterikalkkia (0-8 mm) ja masuunkuonamurskettä (0-8 mm) 12 tn/ha. Näyteruutuihin kylvettiin salaattia, pinaattia, porkkanaa ja perunaa. Satoja ei punnittu. Näyteruudut olivat hienolla hietamaalla. Maan pH ennen kalkitusta oli 6.0. Masuunikalkki ja masuunkuonamurske nostivat pH:n 6.2:een ja konvertterikalkki 6.7:ään.

### 10.1. Satoanalyysit

Satoanalyysit tehtiin Kemira Oy:n Oulun laboratoriossa. Tulokset esitetään taulukossa 44.

Kuonakalkkien vaikutus porkkanan, perunan, salaatin ja pinaatin kivennäiskoostumukseen oli vähäinen. Kalsium-, magnesium- ja fosforipitoisuudet nousivat hieman. Mangaanipitoisuus laski konvertterikalkkia käytettäessä. Kaikkien kasvien kuparipitoisuudet nousivat hieman kalkituksella. Kasvien lyijy- ja kadmiumpitoisuutta kuonakalkit eivät ainakaan nostaneet, pikemminkin alensivat. Kalkituksen yleensä vaikeuttaa kasvien raskasmetallien ottoa.

TAULUKKO 44. SATOANALYSEJÄ VUODELTA 1978, POHJOIS-POHJANMAAN TUTKIMUSASEMA  
 KOEKASVIT: SALAATTI, PINAATTI, PORKKANA JA PERUNA  
 HIETAMAA: pH 6.0, KALKITUS 12 tn/ha KEVÄÄLLÄ 1978

Koejäsen	Ca	Mg	P	K
	g/kg			
SALAATTI				
0	7.80	3.80	4.60	86.0
Masuunikalkki	7.90	4.60	5.90	91.0
Masuunikuonamurske	7.70	3.80	4.60	85.0
Konvertterikalkki	9.20	4.10	5.80	93.0
PINAATTI				
0	9.50	7.00	2.70	46.0
Masuunikalkki	11.00	9.30	3.30	51.0
Masuunikuonamurske	9.50	7.30	3.20	46.0
Konvertterikalkki	10.00	8.30	3.20	45.0
PORKKANA				
0	2.10	1.20	2.00	32.0
Masuunikalkki	2.20	1.20	2.10	28.0
Masuunikuonamurske	2.20	1.30	2.20	31.0
Konvertterikalkki	2.50	1.40	2.20	33.0
PERUNA				
0	0.18	0.91	1.90	24.0
Masuunikalkki	0.25	1.10	2.10	24.0
Masuunikuonamurske	0.21	0.99	1.90	25.0
Konvertterikalkki	0.20	0.96	2.00	21.0

Koejäsen	Mn	Fe	Zn	Cu	B	Pb	Cd
	mg/kg					µg/kg	
SALAATTI							
0	87	260	60	11	29	500	500
Masuunikalkki	102	170	59	15	29	200	500
Masuunikuonamurske	90	170	55	12	29	200	400
Konvertterikalkki	59	200	52	13	29	200	400
PINAATTI							
0	160	220	110	7	31	400	500
Masuunikalkki	120	230	110	10	30	200	400
Masuunikuonamurske	190	120	120	8	30	200	500
Konvertterikalkki	84	110	100	8	24	300	500
PORKKANA							
0	21	25	24	4.8	19	150	180
Masuunikalkki	10	23	17	5.3	18	180	70
Masuunikuonamurske	15	40	23	6.3	16	160	130
Konvertterikalkki	9	34	20	4.8	18	180	70
PERUNA							
0	4	31	19	4.6	6	180	20
Masuunikalkki	5	30	16	5.7	7	150	25
Masuunikuonamurske	5	31	16	5.2	6	140	30
Konvertterikalkki	5	35	17	5.4	5	140	20

Maan pH syksyllä 1978: 0=6.0, Masuunikalkki=6.2, Masuunikuonamurske=6.2, Konvertterik.=67

MAATALOUDEN TUTKIMUSKESKUKSEN TIEDOTTEET

1983

1. Maatalouden tutkimuskeskuksen yksiköiden tiedotteet 1975-1982. 48 p.
2. KONTTURI, M. Mallasohra - kirjallisuuskatsaus. 42 p.
3. NORDLUND, A. & ESALA, M. Maatalouden sääpalvelut ulkomailla. Kirjallisuustutkimus. 66 p.
4. MUSTONEN, L., PULLI, S., RANTANEN, O. & MATTILA, L. Virallisten lajikekokeiden tuloksia 1975-1982. 186 p. + 4 liitettä.
5. SUONURMI-RASI, R. & HUOKUNA, E. Kaliumin lannoitustason ja -tavan vaikutus tuorerehunurmien satoihin ja maiden K-pitoisuuksiin. 13 p. + 8 liitettä.
6. KEMPPAINEN, E. & HEIMO, M. Förbättring av stallgödselns utnyttjande. Litteraturöversikt. 81 p.
7. MULTAMAKI, K. & KASEVA, A. Kotimaiset lajikkeet. 10 p.
8. LÖFSTRÖM, I. Kasvien sisältämät aineet tuholaistorjunnassa. 26 p.
9. HEIKINHEIMO, O. Kirvojen preparointi ja määrittäminen. 67 p. + 12 liitettä.
10. SAARELA, I. Soklin fosforimalmi fosforilannoitteena. p. 1-13.  
- Humuspitoiset lannoitteet p. 14-20.
11. YLÄRANTA, T. Jordanalyseter i de nordiska länderna. 13 p.
12. LUOMA, S. & HAKKOLA, H. Avomaan vihanniskasvien lajikekokeiden tuloksia vuosilta 1979-82. 21 p.
13. KIVISAARI, S. & LARPES, G. Kylvöajankohdan vaikutus kevätvehnän, ohran ja kauran satoon 10-vuotiskautena 1970-1979 Tikkurilassa. 54 p.
14. ERVIÖ, R. Maaperäkarttaselitys. ESPOO - INKOO. 26 p.
15. BREMER, K. Ydinkasvien tuottaminen kasvisolukkoviljelyn avulla. 63 p.

1984

2. ESALA, M. & LARPES, G. Kevätviljojen sijoituslannoitus savimail- la. 35 p.
3. ETTALA, E. Ayrshire-, friisiläis- ja suomenkarjalehmien vertailu kotoisilla rehuilla. 7 p. + 18 liitettä.

4. LUOMA, S. & HAKKOLA, H. Keräkaalin lajikekokeiden tuloksia vuosilta 1975-83. 22 p.
5. KURKI, L. Tomaattilajikkeet ja hiilidioksidin lisäys. Kasvihuoneto-  
maatin viljelylämpötiloista. Kasvihuonekurkun tuentamenetelmien ver-  
tailua. Sijoituslannoitus ja kasvualustan ilmastus kasvihuonekurkulla  
ja tomaatilla. 21 p.
6. VUORINEN, M. Italianraihinä ja viljat tuorerehuna. 17 p.
7. ANISZEWSKI, T. Lupiini viherlannoituskasvina. Arviointeja esikokoiden  
ja kirjallisuuden pohjalta. 11 p.
8. HUOKUNA, E. & HAKKOLA, H. Koiranheinän ja timotein kasvu ja rehuarvon  
muutokset säilörehuasteella. 54 p.
9. VALMARI, A. Roudan kehittymisen tilastollinen malli. 33 p.
10. HAKKOLA, H. Kuonakalkituskokeiden tuloksia 1978-83. 42 p.

