



MTTK

MAATALOUDEN TUTKIMUSKESKUS

Tiedote 11/85

ANTTI JAAKKOLA

Maanviljelyskemian ja -fysiikan osasto

ELSI ETTALA

Pohjois-Savon tutkimusasema

HEIKKI HAKKOLA

Pohjois-Pohjanmaan tutkimusasema

REIJO HEIKKILÄ

Karjalan tutkimusasema

MARTTI VUORINEN

Kainuun tutkimusasema

Siilinjärven kalkki kalkitusaineena

MAATALOUDEN TUTKIMUSKESKUS

TIEDOTE 11/1985

ANTTI JAAKOLA, ELSI ETTALA, HEIKKI HAKKOLA, REIJO HEIKKILÄ
ja MARTTI VUORINEN

Siilinjärven kalkki kalkitusaineena

Maanviljelyskemian ja -fysiikan osasto
31600 JOKIOINEN
(916) 844 11

SISÄLLYSLUETTELO

Sivu

Tiivistelmä	2
Johdanto	3
Tutkittavat aineet	3
Astiakoe	7
Koejärjestely	7
Tulokset	8
Kenttäkokeet	12
Koekentät	12
Koejärjestely	12
Tulokset	17
Tulosten tarkastelu	31
Tutkittavien aineiden koostumus	31
Kalkkien vaikutus maan pH-arvoon	32
Sadon määrä ja laatu	34
Maan ravinnepitoisuus	35
Loppupäätelmä	36
Kirjallisuutta	37
Liitteet	38

TIIVISTELMÄ

Siilinjärven apatiittia rikastettaessa saadaan sivutuotteena useita satoja tuhansia tonneja kalkkia vuodessa. Kalkki on hyvin hienoa. Se sisältää noin neljä prosenttia magnesiumia.

Vuonna 1978 aloitettuun tutkimukseen kuului kaksivuotinen astiakoe ja neljä viisivuotista kenttäkoetta. Niissä verrattiin Siilinjärven kalkkia sellaiseen sekä rakeistettuna dolomiittikalkkiin. Astiakokeessa viljeltiin kauraa rahkaturpeessa, kenttäkokeissa viljelykasveina olivat ohra ja kaksivuotinen apila-timoteinurmi. Koekentistä kaksi sijaitti multamaalla (pH 5,1 - 5,3) ja kaksi saraturpeella (pH 4,5 - 5,0). Kenttäkokeissa oli kaksi lannoitustasoa.

Siilinjärven kalkki vähensi maan happamuutta aluksi tehokkaammin kuin dolomiittikalkki, mutta rakeistettuna se jäi tätä huonommaksi. Erot tasoittuivat kuitenkin noin kahden vuoden kuluessa sekä astioissa että kentällä. Maan magnesiumipitoisuus nousi sekä Siilinjärven kalkin että dolomiittikalkin vaikutuksesta, jälkimmäisen vaikutuksesta jonkin verran enemmän.

Astiakokeessa todetut satoerot noudattivat eroja maan happamuudessa. Siilinjärven kalkki osoittautui tehokkaammaksi kuin dolomiittikalkki, rakeistettu tuote tosin vasta jälkimmäisenä vuonna. Kenttäkokeissa kalkitus paransi vain nurmen kasvua ja sitäkin vain alemmalla lannoitustasolla kohonneen apilasadon myötä. Kalkkilajien välillä ei ollut eroa. Dolomiittikalkki kohotti astioissa olkien ja kentällä heinän magnesiumipitoisuutta. Siilinjärven kalkin vaikutus oli ehkä hieman vähäisempi. Kaikki kalkit kohottivat jossakin määrin sadon kalsiumpitoisuutta. Astiakokeen mukaan Siilinjärven kalkki oli tehokkaampi kuin dolomiittikalkki.

JOHDANTO

Siilinjärvellä käyttöönotettu apatiittiesiintymä sisältää 15 % kalsiittia. Tällä hetkellä louhinta on yhteensä noin 5 milj. tonnia malmia vuodessa. Tämä määrä sisältää kalkkia 750 000 tonnia. Ilmeisesti taloudellinen hyväksikäyttö voi olla vain murtoosa tästä potentiaalisesta määrästä.

Siilinjärven esiintymän hyväksikäytön yhteydessä saatava kalsiitti on hienojakoista. Se on myös kosteaa, vesipitoisuus siinä on noin 10 %. Sekä hienous että vesipitoisuus vaikuttavat käyttöarvoon. Tuotteen levityksen nämä molemmat seikat tekevät tavallista hankalammaksi.

Rakeistamalla voidaan näitä haittoja merkittävästi vähentää. Itse asiassa rakeistetun kalkin levitys on helpompaa kuin tavallisen kalkkikivijauheen. Rakeistaminen saattaa kuitenkin hidastaa kalkin vaikutusta. Rakeistamiskustannus nostaa myös tuotteen hintaa hyvin selvästi, mikä pakottaa arvioimaan sen käyttöarvon tavallista tarkemmin.

Vuonna 1978 aloitettiin tutkimus, jossa astia- ja kenttäkokeiden avulla pyrittiin selvittämään Siilinjärveltä saatavan kalsiitin käyttöarvoa. Tutkimuksen tavoitteena oli verrata Siilinjärven kalsiitin ja kalsiitista rakeistetun tuotteen ominaisuuksia dolomiittikalkkiin, joka lähinnä oli siihen rinnastettava tuote. Koska maan kalkitsemisen vaikutus perustuu ainakin osittain maan sisältämien ravinteiden mobilisoitumiseen, otettiin kenttäkokeisiin lannoitus mukaan koetekijäksi.

TUTKITTAVAT AINEET

Tutkimuksessa verrattavia aineita olivat kaupasta saatu dolomiittikalkki 2, Siilinjärven kalsiitti sekä tästä erityisesti tätä tutkimusta varten rakeistettu tuote.

Tuotteen rakeistaminen suoritettiin Kemiran Espoon tutkimuskeskuksen koehallin lannoitelaitteistolla keväällä 1978. Rakeistettu

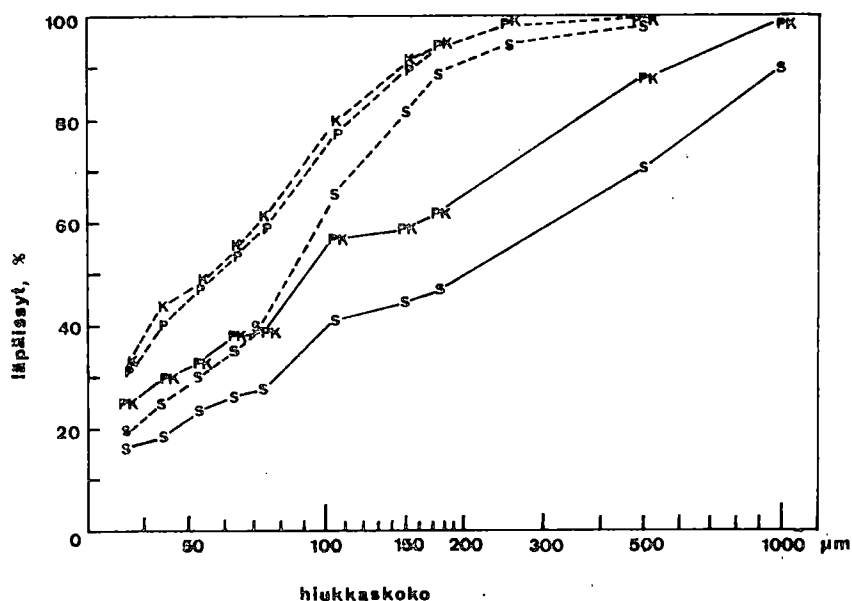
määrä oli noin 6 t, jonka katsottiin riittävän kaikkiin astia- ja kenttäkokeisiin. Rakeistuksessa imusuodatinkostea kalsiittirikaste, joka sisälsi noin 15 % vettä, rakeistettiin plunger-rakeistimella. Sideaineena käytettiin väkevöityä sulfiittijäteliäntä 2-4 % sekä bentoniittia 0-0,5 %. Rakeet kuivattiin noin 1 %:n kosteuteen. Saavutettu raekovuus oli noin 20-40 N. Kuivausrummussa syntyy 50-70 % alle 1 mm:n hiertymää, joka palautettiin rakeistukseen. Tämä vastaa kiertosuhdetta 1:1-2:1. Kiertosuhteella 1:1 saavutetaan sopiva rakeistuskosteus, joka on noin 9 %, sekoittamalla paluutavara ja raaka-aine ilman ylimääräistä vesilisäystä. Tämän kiertosuhteen ylittävä paluutavara joudutaan kostuttamaan rakeistuskosteuteen ylimääräisellä vesisyötöllä.

Taulukkona 1 on esitetty kenttäkokeissa käytettyjen tutkittavien aineitten kalsium- ja magnesiumpitoisuus sekä neutralointikyky laskettuna neutraloivan kalsiumin pitoisuutena. Karjalan koeasemalla tutkituista aineista ei ollut näytteitä analysoitavana, mutta todennäköisesti niiden ominaisuudet olivat suunnilleen samanlaisia kuin kolmen muun koeaseman erien. Näiden välillä ei ollut oleellisia eroja. Myös astiakokeissa käytetyt aineet ilmeisesti vastasivat suurinpiirtein näitä koeasemilta saatuja näytteitä.

Taulukko 1. Kenttäkokeissa käytettyjen kalkkien kalsium- ja magnesiumpitoisuus sekä neutralointikyky (Ca + 1,65 · Mg), % kuiva-aineesta.

	Ca	Mg	"Neutraloiva Ca"
Dolomiittikalkki 2			
Pohjois-Savon koeasema	20,3	8,5	34,3
Pohjois-Pohjanmaan koeasema	23,8	7,5	36,2
Kainuun koeasema	23,8	7,4	36,0
Keskimäärin	22,6	7,8	35,5
Siilinjärven kalkki			
Pohjois-Savon koeasema	32,4	4,2	39,3
Pohjois-Pohjanmaan koeasema	32,8	4,1	39,6
Kainuun koeasema	33,1	3,9	39,5
Keskimäärin	32,8	4,1	39,5
Siilinjärven kalkki, rakeistettu			
Pohjois-Savon koeasema	32,2	3,8	38,5
Pohjois-Pohjanmaan koeasema	32,2	3,8	38,5
Kainuun koeasema	32,8	3,2	38,1
Keskimäärin	32,4	3,6	38,4

Verranteena kokeissa käytetty dolomiittikalkki kuuluu laatuluokkaan 2 magnesiumpitoisuutensa perusteella. Sen neutralointikyky vastaa hyvin tämän laatuluokan vaatimusta. Siilinjärven kalsiitissa magnesiumpitoisuus oli pienempi kuin verranteena käytetyssä dolomiittikalkissa. Keskimäärin se oli noin 4 %. Neutralointikyky oli kuitenkin jonkin verran suurempi kuin verranteen. Rakeistuksessa käytetyt lisäaineet ovat jonkin verran laskeneet näitä pitoisuuksia. Kuitenkin rakeistetunkin kalkin neutralointikyky on ollut selvästi korkeampi kuin verranteen. Magnesiumpitoisuus tässä rakeistetussa tuotteessa oli noin puolet dolomiittikalkki 2:n pitoisuudesta.

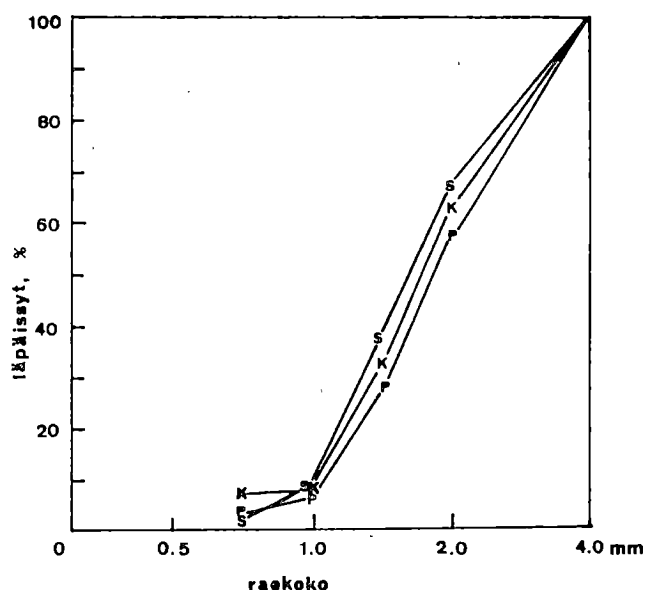


Kuva 1. Kenttäkokeissa käytettyjen dolomiittikalkkierien ja Siilinjärven kalkkierien hiukkaskokojakautumat.

	Dolomiittikalkki	Siilinjärven kalkki
Pohjois-Savon koe- asema	—S—	---S---
Pohjois-Pohjanmaan koeasema	—P—	---P---
Kainuun koeasema	—K—	---K---

Tuotteista tehtiin myös seula-analyysi. Rakeistamattomista tuotteista saadut tulokset on esitetty kuvassa 1. Kuten nähdään, Siilinjärven kalsiitti on selvästi hienojakoisempaa kuin verranteena käytetty dolomiittikalkki. Pohjois-Savon koeasemalla käytetty dolomiittikalkki alitti jonkin verran asetetun laatuvaatimuksen, joka on vähintään 50 % 0,15 mm:n läpäisevää ainesta. Sensijaan muilla koeasemilla käytetty dolomiittikalkki täytti laatuvaatimuksen tältä osin. Pohjois-Savon koeasemalla käytetty Siilinjärven kalkki sisälsi vähän yli 80 % alle 0,15 mm:n ainesta. Muilla koeasemilla käytetyt erät sisälsivät sitä jopa 90 %. Tutkitut Siilinjärven kalkkierät läpäisivät melkein kokonaisuudessaan 0,3 mm:n seulan.

Rakeistuksen tulos on nähtävissä kuvasta 2. Niinkuin nähdään, valtaosa rakeista on ollut kooltaan 1-4 mm:n välillä.



Kuva 2. Rakeistetun Siilinjärven kalkin raekokojakautuma.

Pohjois-Savon koeasema	—S—
Pohjois-Pohjanmaan koeasema	—P—
Kainuun koeasema	—K—

Kenttäkokeisiin levitettävät dolomiittikalkki ja rakeistettu Siilinjärven kalkki olivat kuivia. Ne sisälsivät kosteutta korkein-

taan 1 %:n. Sensijaan rakeistamaton Siilinjärven kalkki sisälsi kosteutta noin 10 %. Astiakokeita varten myös tämä kalkki kuivattiin, jotta sekoitus maahan olisi onnistunut paremmin.

ASTIAKOE

Koejärjestely

Astiakoe suoritettiin 6 litran muoviämpäreissä. Niissä oli reikä pohjassa ylimääräisen veden poisjohtamista varten. Poisvaluva vesi kerättiin alusastiaan, josta se palautettiin maahan aina kastelun yhteydessä.

Koemaana käytettiin astiakokeessa rahkaturvetta, joka oli otettu Leteensuolta. Turve oli hyvin hapanta. Sen pH oli alussa alle 4.

Astiakokeessa olivat seuraavat koejäsenet:

1. kalkitsematon verranne
2. dolomiittikalkki 2 6 g/astia
3. dolomiittikalkki 2 12 g/astia
4. dolomiittikalkki 2 24 g/astia
5. Siilinjärven kalkki 6 g/astia
6. Siilinjärven kalkki 12 g/astia
7. Siilinjärven kalkki 24 g/astia
8. Siilinjärven kalkki (rakeistettu) 6 g/astia
9. Siilinjärven kalkki (rakeistettu) 12 g/astia
10. Siilinjärven kalkki (rakeistettu) 24 g/astia

Kokeessa oli 4 kerrannetta.

Koetta perustettaessa koesuunnitelman mukaiset kalkkimäärät sekoitettiin turpeeseen. Samalla sekoitettiin lannoitteet, jotka sisälsivät riittävän määrän ravinteita. Typpimäärä oli 1000 mg/astia. Tämän jälkeen astioihin kylvettiin Pendek-kauraa.

Kasvukauden aikana huolehdittiin riittävästä kastelusta. Astiat pidettiin ulkona. Sato korjattiin tuleentuneena. Jyvät ja oljet

punnittiin erikseen. Molemmista otettiin näytteet analyyseja varten.

Koetta jatkettiin vielä seuraavana vuonna. Myös tällöin viljeltiin astioissa kauraa. Lannoitus ja kokeen hoito oli samanlainen kuin ensimmäisenä vuonna. Kalkkeja ei enää lisätty. Sadot punnittiin ja satonäytteet otettiin kuten ensimmäisenä vuonna.

Astioista otettiin maanäytteitä pH:n määrittystä varten yhteensä 4 kertaa kokeen aikana. Ensimmäisen kerran näytteet otettiin heti kalkkien sekoituksen jälkeen 19.5.78. Lisäksi otettiin maanäytteet toisen vuoden korjuun yhteydessä 12.9.79. Näistä näytteistä määritettiin pH:n lisäksi myös happamaan ammoniumasetaattiin uuttuvat Ca, K, Mg ja P.

Satonäytteistä, sekä jyivistä että oljista, määritettiin N Kjeldahl-poltolla sekä P, K, Ca ja Mg tuhkauutteesta. Fosfori määritettiin vanadaattimenetelmällä ja muut ravinteet atomiabsorption avulla.

Tulokset testattiin varianssianalyysin avulla. Yksittäisten keskiarvojen vertailua varten on taulukoissa ilmoitettu pienin merkitsevä ero Tukey'n mukaan (STEEL ja TORRIE 1960, ss. 109-114).

Tulokset

Rakeistamaton Siilinjärven kalkki nosti nopeimmin rahkaturpeen pH:ta (taulukko 2). 24 g kalkkia saaneessa koejäsenessä pH oli jo heti levityksen jälkeen yli 0,5 yksikköä korkeampi kuin dolomiittikalkkia saaneissa vastaavissa astioissa. Kokeen loppua kohti erot tasoittuivat. Ensimmäisen kasvukauden lopulla ei eroa enää ollut havaittavissa, mutta sensijaan kuukauden kuluttua levityksestä ero oli vielä selvä. Rakeistettu Siilinjärven kalkki reagoi hitaammin. Kuitenkin ainoastaan kokeen perustamispäivänä tehdyssä määrittelyssä sen teho oli heikompi kuin dolomiittikalkin.

Kalkitsematon rahkaturve oli kauralle liian hapanta, eikä se tuotanut lainkaan satoa (taulukko 3). Kalkitus lisäsi satoa erittäin selvästi. Ensimmäisenä koevuonna Siilinjärven kalkki tuotti selvästi parhaan tuloksen. Sensijaan dolomiittikalkilla ja rakeistetulla Siilinjärven kalkilla ei ollut mainittavaa eroa. Vaikuttaa siltä, että erot olivat selvimmät pienimmällä kalkkimäärällä.

Toisena koevuonna Siilinjärven kalkki antoi saman satotuloksen riippumatta siitä, oliko se ollut rakeistettua vai ei. Sensijaan dolomiittikalkki jäi vaikutukseltaan molempia näitä huonommaksi. Tosin ero oli merkitsevä vain pienimmällä kalkkimäärällä.

Dolomiittikalkilla kalkitussa rahkaturpeessa kasvaneen kauran olkien kalsiumpitoisuus oli yleensä pienempi ja magnesiumpitoisuus yleensä suurempi kuin Siilinjärven kalkilla kalkitussa turpeessa kasvaneissa oljissa (taulukko 4). Rakeistus ei muuttanut Siilinjärven kalkin vaikutusta. Kalkkimäärän aiheuttamat erot olivat myöskin vaihtelevia.

Jyvien pitoisuudet reagoivat samaan suuntaan, mutta erot olivat pienempiä. Jyvien magnesiumpitoisuus pieneni, kun käytetty kalkkimäärä lisääntyi riippumatta kalkkilajista. Ilmeisesti pitoisuuden pieneneminen johtui sadon merkittävästä suurenemisesta.

Myös taulukossa 5, jossa on esitetty satonäytteitten N-, P- ja K-pitoisuudet, on selvästi havaittavissa kalkituksen suurentaman sadon aiheuttama pitoisuuksien pieneneminen. Kalkkilajien väliset erot ovat yleensä varsin vähäisiä.

Kokeen päätyttyä tehdyt maa-analyysit osoittivat sekä kalsiumia että magnesiumia jääneen maahan kaikista tutkittavista kalkeista (taulukko 6). Kalsiumia jäi enemmän Siilinjärven kalkeista, magnesiumia puolestaan dolomiittikalkista. Erot ovat luonnollisia, näitten kalkkilajien Ca- ja Mg-pitoisuuden mukaisia. Erot Siilinjärven kalkin ja Siilinjärven rakeistetun kalkin välillä olivat vähäisiä. Kuitenkin vaikuttaa siltä, että magnesiumia olisi jäänyt suurimmasta rakeistamattoman annoksesta maahan enemmän kuin rakeistetun kalkin vastaavasta annoksesta. Ero on saattanut johtua näitten erien erilaisesta Mg-pitoisuudesta.

Taulukko 2. Dolomiittikalkin, Siilinjärven kalkin ja rakeistetun kalkin vaikutus rahkaturpeeseen astiakokeessa. Kalkit sekoitettu turpeeseen 19.5.1978.

	Maan pH (CaCl ₂)				
	19.5.78	20.6.78	8.9.78	8.5.79	12.9.79
Kalkitsematon	3,9	3,2	3,2	3,4	3,1
Dolomiittikalkki 2 6 g/astia	4,3	3,8	4,1	4,3	3,9
" 12 "	4,5	4,2	4,5	4,5	4,2
" 24 "	4,9	4,7	5,3	5,5	5,4
Siilinjärven kalkki 6 g/astia	4,3	3,9	4,1	4,2	3,8
" 12 "	4,7	4,3	4,6	4,6	4,3
" 24 "	5,5	5,2	5,3	5,4	5,2
Siilinjärven kalkki, rakeistettu 6 g/astia	4,2	3,8	4,4	4,4	3,8
" 12 "	4,3	4,3	4,3	4,6	4,2
" 24 "	4,6	4,9	5,2	5,0	5,1
PME (Tukey), P = 0,05	0,4	0,6	0,4	0,3	0,4

Taulukko 3. Dolomiittikalkin, Siilinjärven kalkin ja rakeistetun kalkin vaikutus Pendek-kauran satoon (g/astia kuiva-ainetta) rahkaturpeella.

	1978			1979			1978-79		
	jyvät	oljet	yht.	jyvät	oljet	yht.	jyvät	oljet	yht.
Kalkitsematon	0,0	0,4	0,4	0,0	0,2	0,2	0,0	0,6	0,6
Dolomiittikalkki 2 6 g/astia	4,5	12,6	17,1	10,7	14,2	24,9	15,1	26,8	41,9
" 12 "	28,8	27,7	56,5	30,3	26,9	57,2	59,1	54,6	113,7
" 24 "	39,9	41,1	81,0	37,5	35,2	72,7	77,4	76,2	153,6
Siilinjärven kalkki 6 g/astia	12,5	17,8	30,3	20,6	17,7	38,3	33,2	35,4	68,6
" 12 "	34,3	34,7	69,0	32,9	28,9	61,8	67,3	63,6	130,9
" 24 "	44,5	46,3	90,8	38,7	37,1	75,8	83,2	83,4	166,6
Siilinjärven kalkki, rakeistettu 6 g/astia	3,2	9,4	12,6	19,9	18,3	38,2	23,1	27,7	50,8
" 12 "	20,0	26,8	46,8	32,3	26,9	59,2	52,3	53,7	106,0
" 24 "	42,9	44,7	87,6	41,3	36,7	78,0	84,2	81,4	165,6
PME (Tukey), P = 0,05.	7,6	8,1	14,5	6,7	5,0	10,9	10,6	9,4	18,2

Taulukko 4. Dolomiittikalkin, Siilinjärven kalkin ja rakeistetun Siilinjärven kalkin vaikutus Pendek-kauran jyviin ja olkien kalsium- ja magnesiumpitoisuuteen.

		Ca mg/g k.a.				Mg mg/g k.a.			
		1978		1979		1978		1979	
		jyvät	oljet	jyvät	oljet	jyvät	oljet	jyvät	oljet
Kalkitsematon		-	-	-	-	-	-	-	-
Dolomiittikalkkia	6 g/astia	0.57	2.40	0.50	2.80	1.39	1.62	1.46	1.48
"	12 "	0.48	2.70	0.47	2.74	1.15	1.17	1.23	1.36
"	24 "	0.51	2.29	0.49	2.54	1.08	1.38	1.10	1.54
Siilinjärven kalkki	6 g/astia	0.59	3.27	0.55	3.51	1.24	1.18	1.25	0.92
"	12 "	0.50	2.41	0.52	3.03	0.97	0.99	1.08	1.03
"	24 "	0.57	3.22	0.56	3.31	1.01	1.42	1.05	1.35
Siilinjärven kalkki rakeistettu	6 g/astia	0.69	3.22	0.55	3.14	1.31	1.40	1.28	0.97
"	12 "	0.65	3.93	0.55	3.36	1.15	1.21	1.11	0.97
"	24 "	0.60	3.15	0.55	3.01	1.01	1.06	1.06	1.19
Pienin merkitsevä ero 5 % riskillä (Tukey)		0.08	0.47	0.07	0.52	0.15	0.23	0.11	0.30

Taulukko 5. Dolomiittikalkin, Siilinjärven kalkin ja rakeistetun Siilinjärven kalkin vaikutus Pendek-kauran jyviin ja olkien typpi-, fosfori- ja kaliumpitoisuuteen.

		N mg/g k.a.				P mg/g k.a.				K mg/g k.a.			
		1978		1979		1978		1979		1978		1979	
		jyvät	oljet	jyvät	oljet	jyvät	oljet	jyvät	oljet	jyvät	oljet	jyvät	oljet
Kalkitsematon		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Dolomiittikalkki	2 6 g/astia	39.2	31.9	33.1	17.7	5.3	8.2	5.6	6.9	5.2	29.5	3.9	21.0
"	12 "	23.6	8.8	19.7	5.1	3.8	2.8	4.3	4.5	4.0	20.6	3.6	18.2
"	24 "	19.7	5.5	15.8	3.4	3.4	1.5	3.5	2.8	3.8	14.9	3.3	13.2
Siilinjärven kalkki	6 g/astia	34.2	21.1	25.9	11.1	4.9	5.9	5.0	6.7	4.7	30.4	3.8	20.0
"	12 "	21.0	6.3	18.6	4.4	3.6	2.1	4.0	4.1	3.9	15.4	3.9	17.2
"	24 "	17.7	5.8	15.7	3.9	3.2	1.8	3.6	3.0	4.5	12.5	3.6	12.8
Siilinjärven kalkki rakeistettu	6 g/astia	42.8	34.8	27.9	13.6	5.9	8.4	5.0	6.9	5.7	28.3	3.8	22.4
"	12 "	28.6	11.2	20.6	5.5	4.5	4.2	4.3	4.8	4.7	25.0	3.7	18.6
"	24 "	17.5	5.7	16.2	3.4	3.5	2.0	3.7	2.9	4.0	12.7	3.4	12.2
Pienin merkitsevä ero 5 % riskillä (Tukey)		5.3	4.9	3.0	3.8	0.6	1.3	0.3	2.3	1.2	6.7	0.8	8.4

Maassa kokeen lopussa liukoisena olevien kaliumin ja fosforin määrät olivat kalkitsemattomassa koejäsenessä suurempia kuin kalkituissa. Kalkituissakin koejäsenissä määrät pienuivät kalkkimäärän lisääntyttä. Erot ovat selitettävissä sadon ottamien määrien perusteella. Kalkkilajien välillä ei ollut selvää eroa.

KENTTÄKOKEET

Koekentät

Kenttäkokeita perustettiin keväällä 1978 Pohjois-Savon, Pohjois-Pohjanmaan, Kainuun ja Karjalan koeasemille. Pohjois-Savon koeaseman koe sijaitsi kivennäismaalla, muut kokeet perustettiin turve- maalle. Kaikilla kentillä pH oli alle 5,5 (taulukko 7). Karjalan koeasemalla sijaitsevalla kentällä muokkauskerroksen pH oli jopa alle 5. Taulukossa 7 on lisäksi esitetty happamaan ammoniumase- taattiin liukenevien kalsiumin, magnesiumin, kaliumin ja fosforin pitoisuudet kyntökerroksesta. Tämän lisäksi on esitetty myös vas- taavat tulokset jankosta.

Koejärjestely

Jokaisella koekentällä koejäsenet oli järjestetty neljään lohkoon. Kaikki koejäsenet toistuivat näissä neljässä lohkossa. Kokeissa oli siis neljä kerrannetta.

Kukin lohko oli jaettu kahdeksi pääruuduksi, joista toiselle annettiin runsaampi ja toiselle niukempi lannoitus. Kussakin pää- ruudussa oli sijoitettuna 7 kalkituskoekoejäsenä. Kalkituskoekoejäse- net olivat seuraavat:

1. kalkitsematon verranne
2. 5 t/ha dolomiittikalkkia
3. 5 t/ha Siilinjärven kalkkia
4. 5 t/ha rakeistettua Siilinjärven kalkkia
5. 10 t/ha dolomiittikalkkia
6. 10 t/ha Siilinjärven kalkkia
7. 10 t/ha rakeistettua Siilinjärven kalkkia

Taulukko 6. Dolomiittikalkin, Siilinjärven kalkin ja rakeistetun Siilinjärven kalkin vaikutus rahkaturpeen pH-arvoon ja happamaan ammoniumasetaattiin uuttuvien ravinteiden pitoisuuteen kahden kasvukauden kuluttua lisäyksestä.

	pH (vesi)	Ca, mg/l	K, mg/l	Mg, mg/l	P, mg/l
Kalkitsematon	3,7	70	220	30	37
Dolomiittikalkki 2 6 g/astia	4,3	440	130	100	21
" 12 "	4,5	660	80	160	10
" 24 "	5,6	1060	70	300	12
Siilinjärven kalkki 6 g/astia	4,2	530	120	70	19
" 12 "	4,6	790	80	100	12
" 24 "	5,4	1110	70	150	12
Siilinjärven kalkki					
rakeistettu 6 g/astia	4,2	500	110	70	17
" 12 "	4,5	760	80	80	11
" 24 "	5,4	1100	70	100	12
Pienin merkitsevä ero 5 % riskillä (Tukey)	0,3	70	50	20	31

Taulukko 7. Koekenttien maaperä keväällä 1978.

	Pohjois-Savon koeasema, Maaninka	Pohjois-Pohjanmaan koeasema, Ruukki	Kainuun koeasema, Vaala	Karjalan koeasema, Tohmajärvi
Kyntökerros 0-20 cm				
maalaji	Mm	Mm	Ot	LCt
pH (vesi)	5,3	5,1	5,0	4,5
liukoinen Ca, mg/l	1590	1260	960	1040
" Mg, "	140	310	257	66
" K, "	64	58	40	89
" P, "	3,1	17,7	4,8	8,4
Jankko 20-40 cm				
maalaji	HsS	-	Ot	LCt
pH (vesi)	5,4	4,9	4,5	4,6
liukoinen Ca, mg/l	1250	310	700	1410
" Mg, "	180	145	95	117
" K, "	51	83	14	75
" P, "	2,6	10,5	1,2	4,6

Osaruutuihin sijoitettujen koejäsenten järjestys arvottiin, kuitenkin siten, että yhtä suuren kalkkiannoksen saaneet ruudut sijoitettiin vierekkäin. Kalkkilajit olivat siis osa-osaruutuina eri kalkkimääriä edustavissa osaruuduissa. Kaikkiaan kokeessa oli 56 ruutua. Ruudut olivat eri kentillä eri kokoisia, kuitenkin vähintään 50 m².

Kasvijärjestykseksi näihin 5-vuotisiin kokeisiin suositeltiin seuraavaa: kahtena vuonna ohraa, sitten 2-vuotinen apila-timoteinurmi ja lopuksi ohra. Muilla koeasemilla tätä järjestystä noudatettiin, mutta Pohjois-Savon koeasema perusti nurmen jo toisena koevuonna ilman suojaviljaa.

Pääruutujen lannoitus eri koepaikoilla on esitetty taulukkona 8. Kuten taulukoksi 9 lasketuista luvuista selviää, oli typpilannoitus alimmalla lannoitustasolla 5-vuotiskautena yhteensä 80 ja 150 kg:n välillä hehtaaria kohti. Korkeammalla lannoitustasolla vastaavan kauden typpilannoitus vaihteli 470 kg:sta 520 kg:aan hehtaaria kohti. Eri koepaikkojen ja vuosien lannoitus pyrittiin mukauttamaan maalajin ja kasvin mukaan. Viljalle lannoitus annettiin sijoituslannoituksena, nurmille se annettiin pintaan.

Kokeet perustettiin toukokuussa 1978. Kalkit levitettiin ruuduille käsin. Ne sekoitettiin maahan äestämällä ruutujen pituussuuntaan. Erityisesti pyrittiin varomaan kalkkien siirtymistä ruudulta toiselle. Lannoitus suoritettiin kentillä välittömästi ennen kalkin levitystä. Lannoituksessa käytettiin ensimmäisenä vuonna rivilannoitinta.

Heti lannoituksen ja kalkituksen jälkeen maa äestettiin kylvökuntoon. Ensimmäisenä vuonna siis kaikille kentille kylvettiin ohraa. Sekä ensimmäisen että myöhempien vuosien kylvöpäivät on esitetty taulukkona 10. Tähän taulukkoon on koottu myös ohran korjuupäivät sekä heinän korjuupäivät. Edelleen taulukossa on esitetty ohralajikkeet, joita eri kentillä viljeltiin.

Kasvijärjestykseen kuulunut nurmi perustettiin siis Pohjois-Savon koeasemalla ilman suojaviljaa. Se kylvettiin 19.6. Siemenseos sisälsi timoteita 25 kg/ha ja puna-apilaa 7,4 kg/ha. Muilla koease-

Taulukko 8. Lannoitus eri koepaikoilla.

	Pohjois-Savon koeasema		Pohjois-Pohjanmaan koeasema		Kainuun koeasema		Karjalan koeasema	
	Lannoitus		Lannoitus		Lannoitus		Lannoitus	
	niukka	runsas	niukka	runsas	niukka	runsas	niukka	runsas
1978 lannoite kg/ha	tasaväkeväh 300	Y-lannos 600	tasaväkeväh 300	Y-lannos 600	tasaväkeväh 300	Y-lannos 600	boorip. 300	Y-lannos 600
1979 lannoite kg/ha	-	tasav. Y-1. 300	tasaväkeväh 200	Y-lannos 400	-	tasav. Y-1. 300	boorip. 300	Y-lannos 600
1980 1.lannoite kg/ha	amm.PK-1. 600	norm.Y-1. 600	hivenPK-1. 600	norm.Y-1. 600	amm.PK-1. 600	norm.Y-1. 600	amm.PK-1. 600	norm.Y-1. 600
2.lannoite kg/ha	amm.PK-1. 300	norm.Y-1. 300	hivenPK-1. 300	norm.Y-1. 300	amm.PK-1. 300	norm.Y-1. 300	amm.PK-1. 300	norm.Y-1. 300
1981 1.lannoite kg/ha	amm.PK-1. 600	norm.Y-1. 600	hivenPK-1. 600	norm.Y-1. 600	amm.PK-1. 600	norm.Y-1. 600	amm.PK-1. 600	norm.Y-1. 600
2.lannoite kg/ha	amm.PK-1. 300	norm.Y-1. 300	hivenPK-1. 300	norm.Y-1. 300	amm.PK-1. 300	norm.Y-1. 300	amm.PK-1. 300	norm.Y-1. 300
1982 lannoite kg/ha	norm.Y-1. 188 (30N)	norm.Y-1. 375 (60N)	norm.Y-1. 250	norm.Y-1. 500	kalisuola 80	norm.Y-1. 300	boorip.Y-lannos 300	600

Taulukko 9. Typpilannoitus eri koepaikoilla, kg/ha.

	Pohjois-Savon koeasema		Pohjois-Pohjanmaan koeasema		Kainuun koeasema		Karjalan koeasema	
	Lannoitus		Lannoitus		Lannoitus		Lannoitus	
	niukka	runsas	niukka	runsas	niukka	runsas	niukka	runsas
1978	45	90	45	90	45	90	30	60
1979	-	45	30	60	-	45	30	60
1980 1.lann.	12	96	12	96	12	96	12	96
2.lann.	6	48	6	48	6	48	6	48
1981 1.lann.	12	96	12	96	12	96	12	96
2.lann.	6	48	6	48	6	48	6	48
1982	30	60	40	80	0	48	30	60
Yhteensä	111	483	151	518	81	471	126	468

milla nurmi perustettiin suojaviljaan ja kylvettiin yht'aikaa viljan kanssa. Pohjois-Pohjanmaan heinäsiemenseos sisälsi 70 % timoteita ja 30 % puna-apilaa. Siemenseoksen kylvömäärä oli 30 kg/ha. Kainuun koeaseman siemenseos sisälsi puoliksi timoteita ja puoliksi puna-apilaa. Näiden yhteinen kylvömäärä oli 30 kg/ha. Karjalan koeaseman kylvämä seos sisälsi myös puoliksi puna-apilaa ja puoliksi timoteita. Näiden yhteinen kylvömäärä oli 20 kg/ha. Kuten taulukosta 10 käy selville, nurmi korjattiin kuivaksi heinäksi. Siitä korjattiin myöhemmin myös odelmasato.

Ohra korjattiin leikkuupuimurilla. Ruutusadot punnittiin ja niistä otettiin näytteet kuiva-aine- ja typpimäärityksiä varten.

Heinä- ja odelmasadot korjattiin taulukossa 10 mainittuina ajankohdina. Ne punnittiin tuoreina. Otetuista näytteistä määritettiin kuiva-ainepitoisuus, jonka perusteella voitiin kuiva-ainesato laskea. Kuivatusta näytteistä määritettiin N-, P-, K-, Ca- ja Mg-pitoisuus. Sadonkorjuun yhteydessä arvioitiin lisäksi apilan osuus heinäsadosta.

Taulukko 10. Kasvilajit ja -lajikkeet sekä kylvö- ja korjuupäivät.

	Pohjois-Savon koeasema	Pohjois-Pohjanmaan koeasema	Kainuun koeasema	Karjalan koeasema
1978				
kasvilaji (-lajike)	ohra (Etu)	ohra (Hja 673)	ohra (Suvi)	ohra (Pomo)
kylvö	25.5.	26.5.	2.6.	26.5.
korjuu	27.9.	8.9.	26.9.	27.9.
1979				
kasvilaji (-lajike)	heinä	ohra (Hja 673)	ohra (Eero)	ohra (Otra)
kylvö	19.6.	30.5.	25.5.	31.5.
korjuu	11.9.	5.9.	6.9.	30.8.
1980, heinä				
1.niitto	9.7.	24.6.	3.7.	9.7.
2.niitto	8.9.	22.8.	26.8.	29.8.
1981, heinä				
1.niitto	16.7.	7.7.	7.7.	7.7.
2.niitto	14.9.	26.8.	7.9.	16.9.
1982				
kasvilaji (-lajike)	ohra (Eero)	ohra (Hja)673)	ohra (Eero)	ohra (Otra)
kylvö	28.5.	24.5.	24.5.	27.5.
korjuu	10. - 17.9.	5.9.	22.9.	13.9.

Maanäytteitä otettiin koekentiltä ennen kokeen perustamista, sekä joka vuosi syksyllä sadonkorjuun jälkeen. Aloitusnäytteet otettiin sekä kyntökerroksesta että jankosta. Myöhemmät näytteet otettiin vain kyntökerroksesta. Näytteet otettiin ruuduittain.

Satonäytteistä määritettiin ravinnepitoisuudet samoilla menetelmillä kuin astiakokeista otetuista näytteistä. Maanäytteistä määritettiin pH vesilietoksessa sekä happamaan ammoniumasetaattiin liukenevat kalsium ja magnesium.

Tulokset

Useamman vuoden keskimääräiset ravinne- ja apilapitoisuudet laskettiin kutakin pitoisuutta vastaavan sadon määrällä painotettuina keskiarvoina.

Tulosten merkitsevyys testattiin jakoruutumenetelmän (split-plot) mukaisella varianssianalyysillä. Koejäsenten välistä vertailua varten on taulukoihin merkitty Tukey:n menetelmällä laskettu pienin merkitsevä ero. Kalkkilajien välistä vertailua varten laskettiin varianssianalyysi uudelleen ilman kalkitsemattomia koejäseniä toisen asteen jakoruutumenetelmän (split-split-plot) mukaan (STEEL ja TORRIE 1960, ss. 236-239).

Taulukoksi 11 on laskettu kaikkien koekenttien keskimääräinen pH syksyisin otetuista maanäytteistä määritettynä. Tulokset on esitetty kalkituskoejäsenittäin. Näyttää siltä, että Siilinjärven kalkki on aluksi kohottanut pH:ta jonkin verran tehokkaammin kuin dolomiittikalkki. Rakeistettu Siilinjärven kalkki on ehkä jäänyt vähän rakeistamattoman jälkeen. Erot eivät kuitenkaan ole yleensä merkitseviä. Kokeiden loppua kohti erot näyttävät tasoittuneen.

Taulukossa 12 on esitetty ohran keskimääräinen sato niinä vuosina, jolloin sitä viljeltiin. Liitteenä 1-3 ovat satotulokset vuosittain. Vuonna 1979 Pohjois-Savon koeasemalla viljeltiin jo heinää, ja tämän takia liitteessä 2 on tämän koeaseman kohdalla heinäsadot.

Taulukko 11. Maan pH syksyisin eri koejäsenissä keskimäärin kaikilla koepaikoilla ja molemmilla lannoitustasoilla.

	1978	1979	1980	1981	1982
Ei kalkkia	5.16	5.18	5.17	5.19	5.23
5 t/ha dolomiittikalkkia	5.38	5.35	5.36	5.41	5.44
5 t/ha Siilinjärven kalkkia	5.50	5.44	5.40	5.41	5.44
5 t/ha rakeistettua Siilinjärven kalkkia	5.38	5.35	5.35	5.44	5.45
10 t/ha dolomiittikalkkia	5.51	5.48	5.54	5.58	5.64
10 t/ha Siilinjärven kalkkia	5.69	5.51	5.59	5.66	5.70
10 t/ha rakeistettua Siilinjärven kalkkia	5.61	5.53	5.53	5.68	5.71
Pienin merkitsevä ero 5 % riskillä (Tukey)	0.18	0.26	0.27	0.15	0.16

Taulukko 12. Ohran keskimääräinen jyväsato, kg/ha (kosteus 15 %), eri kalkitus- ja lannoitustasoilla sekä koepaikoilla.

	Pohjois-Savon koeasema		Pohjois-Pohjanmaan koeasema		Kainuun koeasema		Karjalan koeasema	
	<u>Lannoitus</u> niukka	<u>Lannoitus</u> runsas	<u>Lannoitus</u> niukka	<u>Lannoitus</u> runsas	<u>Lannoitus</u> niukka	<u>Lannoitus</u> runsas	<u>Lannoitus</u> niukka	<u>Lannoitus</u> runsas
Ei kalkkia	4570	4240	2760	3100	2380	3120	1890	2800
5 t/ha dolomiittikalkkia	4370	4120	2700	3220	3260	3480	2350	3100
5 t/ha Siilinjärven kalkkia	4560	4270	2780	3130	3030	3330	2410	3070
5 t/ha rakeistettua Siilinjärven kalkkia	4410	4120	2720	3210	3190	3450	2180	2980
10 t/ha dolomiittikalkkia	4700	4120	2870	3180	2780	3470	2460	2980
10 t/ha Siilinjärven kalkkia	4620	4230	2820	3230	2540	3710	2190	2960
10 t/ha rakeistettua Siilinjärven kalkkia	4800	4050	2710	3240	2870	3490	2340	3040
Pienin merkitsevä ero 5 % riskillä (Tukey)	680	680	260	260	850	850	500	500

Kalkkilajien välillä ei ole merkitsevää eroa ($P=0,05$).

Ohran lakoutuminen aiheutti sadon jäämisen Pohjois-Savon koeasemalla runsaalla lannoituksella (60-90 kg N/ha) pienemmäksi kuin niukalla (30-45 kg N/ha). Koetta häiritsevää lakoutumista esiintyi vuonna 1978 myös Kainuun ja Karjalan koeasemilla (liite 1). Runsas lannoitus sisälsi tällöin 90 (Kainuun koeasema) ja 60 (Karjalan koeasema) kg/ha typpeä.

Satotuloksissa kiinnittyy huomio siihen, että satunnaishajonta on ollut yleisesti varsin suuri. Satunnaishajonnan osoituksena on suuri pienin merkitsevä ero. Suuren satunnaisvaihtelun takia merkitseviä eroja on vähän. Näyttää kuitenkin siltä, että kalkitus on vaikuttanut lähinnä Kainuun ja Karjalan koeasemilla. Sensijaan Pohjois-Savon ja Pohjois-Pohjanmaan koeasemilla maa ei liene ollut kalkituksen tarpeessa.

Taulukossa 13 esitetty ohran keskimääräinenkin typpipitoisuus vaihteli hyvin laajoissa rajoissa. Alhaisimmat pitoisuudet yksittäisinä koevuosina (liitteet 4-6) olivat alle 15 g/kg ja suurimmat yli 30 g/kg. Lannoitus nosti yleensä typpipitoisuutta, mutta kalkituksen vaikutus oli hyvin vähäinen.

Kalkkilajien välille ei muodostunut merkitsevää eroa edes koko aineistosta laskettujen jyväsatojen ja jyvien typpipitoisuuksien keskiarvojen perusteella (taulukko 14). Lannoituksen suurentaminen nosti kumpaakin.

Lannoituksen lisääminen nosti yleensä nurmen kuiva-ainesatoa (taulukko 15). Kuitenkaan Pohjois-Savon koeasemalla ei näin tapahtunut. Kalkitus nosti nurmen kuiva-ainesatoa joissakin tapauksissa. Useimmiten tämä tapahtui alemmalla lannoitustasolla, joskaan erot eivät olleet aina merkitseviä. Kalkkilajien välillä ei kuitenkaan ilmenyt eroja. Pohjois-Pohjanmaan kokeessa ei kalkitus aiheuttanut selviä eroja. Nurmien vuotuiset kuiva-ainesadot on esitetty liitteinä 7 ja 8.

Pohjois-Pohjanmaan koeasemalla apilapitoisuudet oli määritetty vain vuoden 1980 korjatun nurmen ensimmäisestä niitosta (taulukko 16). Muilta koeasemilta tulokset ovat molempien nurmivuosien mo-

Taulukko 13. Ohran jyvien keskimääräinen typpipitoisuus (g/kg k.a.) eri kalkitus- ja lannoitustasoilla sekä koepaikoilla.

	Pohjois-Savon koeasema		Pohjois-Pohjanmaan koeasema		Kainuun koeasema		Karjalan koeasema	
	<u>Lannoitus</u> niukka	runsas	<u>Lannoitus</u> niukka	runsas	<u>Lannoitus</u> niukka	runsas	<u>Lannoitus</u> niukka	runsas
Ei kalkkia	21,0	23,7	16,8	18,4	23,9	23,9	19,8	19,5
5 t/ha dolomiittikalkkia	21,7	22,9	16,6	18,2	22,4	22,8	19,3	19,8
5 t/ha Siilinjärven kalkkia	22,2	23,0	17,0	18,7	22,2	23,9	19,1	19,4
5 t/ha rakeistettua Siilinjärven kalkkia	21,2	23,9	16,8	18,2	22,6	23,2	19,8	19,4
10 t/ha dolomiittikalkkia	22,3	22,6	17,0	19,0	22,0	23,9	20,2	19,8
10 t/ha Siilinjärven kalkkia	21,7	23,0	17,9	18,3	22,9	23,7	20,3	19,8
10 t/ha rakeistettua Siilinjärven kalkkia	22,4	23,1	17,2	18,3	23,2	24,6	20,3	19,1
Pienin merkitsevä ero 5 % riskillä (Tukey)	2,3	2,3	1,2	1,2	2,4	2,4	1,9	1,9

Kalkkilajien välillä ei ole merkitseviä eroja ($P=0,05$).

Taulukko 14. Keskimääräinen ohran jyväsato ja ohran jyvien typpipitoisuus eri kalkitus- ja lannoitustasoilla.

	Ohrasato kg/ha (85% ka.)		Jyvien typpipitoisuus (g/kg)	
	<u>Lannoitus</u> niukka	runsas	<u>Lannoitus</u> niukka	runsas
Ei kalkkia	2900	3320	20,4	21,4
5 t/ha dolomiittikalkkia	3170	3480	20,0	20,9
5 t/ha Siilinjärven kalkkia	3200	3450	20,1	21,3
5 t/ha rakeistettua Siilinjärven kalkkia	3130	3440	20,1	21,2
10 t/ha dolomiittikalkkia	3200	3440	20,4	21,3
10 t/ha Siilinjärven kalkkia	3040	3530	20,7	21,2
10 t/ha rakeistettua Siilinjärven kalkkia	3180	3460	20,7	21,3
Pienin merkitsevä ero 5 % riskillä (Tukey)	300	300	1,0	1,0

Kalkkilajien välillä ei ole merkitseviä eroja ($P=0,05$).

Taulukko 15. Nurmien keskimääräinen kuiva-ainesato, kg/ha/v, vuosina 1980 ja 1981 eri kalkitus- ja lannoitustasoilla sekä koepaikoilla.

	Pohjois-Savon koeasema		Pohjois-Pohjanmaan koeasema		Kainuun koeasema		Karjalan koeasema	
	<u>Lannoitus</u> niukka	<u>Lannoitus</u> runsaas	<u>Lannoitus</u> niukka	<u>Lannoitus</u> runsaas	<u>Lannoitus</u> niukka	<u>Lannoitus</u> runsaas	<u>Lannoitus</u> niukka	<u>Lannoitus</u> runsaas
Ei kalkkia	7030	8030	3350	7110	6200	8900	4520	8450
5 t/ha dolomiittikalkkia	7450	8390	3650	6940	7140	8780	4920	8910
5 t/ha Siilinjärven kalkkia	7070	8150	3960	7560	6950	8920	4930	8670
5 t/ha rakeistettua Siilinjärven kalkkia	6450	8570	3700	6990	7040	8960	5170	8580
10 t/ha dolomiittikalkkia	8080	7880	3980	7780	7130	8870	5730	9430
10 t/ha Siilinjärven kalkkia	8460	8200	3960	7380	6690	8920	5900	9150
10 t/ha rakeistettua Siilinjärven kalkkia	8120	8020	4100	7660	7070	9180	5900	9120
Pienin merkitsevä ero 5 % riskillä (Tukey)	1260	1260	1400	1400	1050	1050	790	790

Kalkkilajien välillä ei ole merkitseviä eroja ($P=0,05$).

Taulukko 16. Nurmen keskimääräinen apilapitoisuus (%) vuosina 1980 ja 1981 eri kalkitus- ja lannoitustasoilla sekä koepaikoilla.

	Pohjois-Savon koeasema		Pohjois-Pohjanmaan koeasema		Kainuun koeasema		Karjalan koeasema	
	<u>Lannoitus</u> niukka	<u>Lannoitus</u> runsaas	<u>Lannoitus</u> niukka	<u>Lannoitus</u> runsaas	<u>Lannoitus</u> niukka	<u>Lannoitus</u> runsaas	<u>Lannoitus</u> niukka	<u>Lannoitus</u> runsaas
Ei kalkkia	3	2	16	1	8	8	1	0
5 t/ha dolomiittikalkkia	7	4	48	3	19	5	6	1
5 t/ha Siilinjärven kalkkia	8	3	63	2	18	10	4	2
5 t/ha rakeistettua Siilinjärven kalkkia	6	5	53	1	14	10	4	1
10 t/ha dolomiittikalkkia	10	4	15	3	24	14	16 ^b	4
10 t/ha Siilinjärven kalkkia	7	4	11	2	18	15	17 ^b	4
10 t/ha rakeistettua Siilinjärven kalkkia	7	3	13	9	19	14	7 ^a	2
Pienin merkitsevä ero 5 % riskillä (Tukey)	5	5	24	24	11	11	6	6

Kalkkilajien väliset erot ovat merkitsevät ($P \neq 0,05$), jos apilapitoisuuden yläindeksissä ei ole yhteistä kirjainta.

lemmista niitoista. Kalkitus näyttää yleensä lisänneen nurmen apilapitoisuutta. Lannoitus on sensijaan vähentänyt sitä. Kalkkilajien välillä ei ollut yleensä selviä johdonmukaisia eroja. Karjalan koeasemalla jäi rakeistetun kalkin apilapitoisuutta lisäävä vaikutus kuitenkin merkitsevästi huonommaksi. Vaikeasti selitettävä asia on Pohjois-Pohjanmaan koeasemalla vuonna 1980 ensimmäisessä niitossa todettu pienempi apilapitoisuus suuremmalla kalkkimäärällä. Valitettavasti tältä koeasemalta ei ollut apilapitoisuuksia myöhemmistä niitoista. Tässäkin tapauksessa lannoituksen lisääminen oli vähentänyt apilapitoisuuden hyvin pieneksi. Tulokset eri vuosilta on esitetty liitteinä 9-12.

Koko aineiston keskimääräisissä nurmisadoissa ja nurmen apilapitoisuuksissa ei ollut merkitseviä eroja kalkkilajien välillä (taulukko 17).

Typpilannoitus nosti heinän typpipitoisuutta (taulukko 18). Kalkitus kohotti heinän typpipitoisuutta alemmalla lannoitustasolla. Korkeammalla lannoitustasolla eroja ei ollut yleensä kalkkilajien välillä. Kuitenkin 5 t/ha rakeistamatonta Siilinjärven kalkkia tehosi paremmin kuin muut Pohjois-Pohjanmaan koeasemalla. Eri niittojen typpipitoisuudet ovat liitteissä 13-16.

Nurmen fosforipitoisuutta kalkitus saattoi vähän nostaa alemmalla lannoitustasolla (taulukko 19, liitteet 16-20). Rakeistamaton Siilinjärven kalkki oli tehokkainta Pohjois-Pohjanmaan koeasemalla. Myös erot nurmisatojen kaliumpitoisuudessa olivat pieniä (taulukko 20, liitteet 21-24).

Koko aineiston keskiarvojen mukaan rakeistettu Siilinjärven kalkki nosti nurmen typpi- ja fosforipitoisuutta vähemmän kuin muut kalkit. Dolomiittikalkki nosti fosforipitoisuutta eniten. Eroja oli vain alemmalla lannoitustasolla (taulukko 21).

Heinän ja odelman kalsiumpitoisuus nousi kalkituksen vaikutuksesta yleensä varsin selvästi (taulukko 22, liitteet 25-28). Vaikutus oli nimenomaan alemmalla lannoitustasolla selvä. Sensijaan korkeammalla tasolla ei aina todettu pitoisuuden lisääntymistä. Yleensä

Taulukko 17. Keskimääräinen nurmisato ja nurmen apilapitoisuus eri kalkitus- ja lannoitustasoilla.

	Kuiva-ainesato, kg/ha/v		Apilapitoisuus (%)	
	<u>Lannoitus</u> niukka	<u>runsas</u>	<u>Lannoitus</u> niukka	<u>runsas</u>
Ei kalkkia	5280	8120	7	3
5 t/ha dolomiittikalkkia	5790	8260	20	3
5 t/ha Siilinjärven kalkkia	5730	8330	23	4
5 t/ha rakeistettua Siilinjärven kalkkia	5590	8280	19	4
10 t/ha dolomiittikalkkia	6230	8490	16	6
10 t/ha Siilinjärven kalkkia	6250	8410	13	6
10 t/ha rakeistettua Siilinjärven kalkkia	6300	8500	12	7
Pienin merkitsevä ero 5 % riskillä (Tukey)	560	560	7	7

Kalkkilajien välillä ei ole merkitseviä eroja ($P=0,05$).

Taulukko 18. Nurmisatojen keskimääräinen typpipitoisuus vuosina 1980 ja 1981, g/kg kuiva-aineessa, eri kalkitus- ja lannoitustasoilla sekä koepaikoilla.

	Pohjois-Savon koeasema		Pohjois-Pohjanmaan koeasema		Kainuun koeasema		Karjalan koeasema	
	<u>Lannoitus</u> niukka	<u>runsas</u>	<u>Lannoitus</u> niukka	<u>runsas</u>	<u>Lannoitus</u> niukka	<u>runsas</u>	<u>Lannoitus</u> niukka	<u>runsas</u>
Ei kalkkia	15,9	20,9	14,5	19,8	17,4	21,2	13,5	16,4
5 t/ha dolomiittikalkkia	18,6	20,6	16,7 ^a	18,8	19,0	20,5	14,8	16,7
5 t/ha Siilinjärven kalkkia	17,4	21,6	19,3 ^b	18,2	18,9	20,7	14,2	16,1
5 t/ha rakeistettua Siilinjärven kalkkia	17,1	21,6	16,5 ^a	18,0	18,4	20,1	14,8	16,6
10 t/ha dolomiittikalkkia	18,9	21,2	15,7	17,7	18,7	22,0	15,3	16,8
10 t/ha Siilinjärven kalkkia	18,2	20,9	15,2	18,5	18,0	21,6	16,1	16,7
10 t/ha rakeistettua Siilinjärven kalkkia	18,4	20,7	15,8	19,1	18,6	21,8	14,8	17,0
Pienin merkitsevä ero 5 % riskillä (Tukey)	2,0	2,0	2,9	2,9	1,7	1,7	1,6	1,6

Kalkkilajien väliset erot ovat merkitsevät ($P=0,05$), jos yläindeksissä ei ole yhteistä kirjainta.

Taulukko 19. Nurmisatojen keskimääräinen fosforipitoisuus vuosina 1980 ja 1981, g/kg kuiva-aineessa, eri kalkitus- ja lannoitustasoilla sekä koepaikoilla.

	Pohjois-Savon koeasema		Pohjois-Pohjanmaan koeasema		Kainuun koeasema		Karjalan koeasema	
	<u>Lannoitus</u> niukka	<u>Lannoitus</u> runsas	<u>Lannoitus</u> niukka	<u>Lannoitus</u> runsas	<u>Lannoitus</u> niukka	<u>Lannoitus</u> runsas	<u>Lannoitus</u> niukka	<u>Lannoitus</u> runsas
Ei kalkkia	2,2	2,4	2,7	3,2	3,0	3,3	2,5	2,8
5 t/ha dolomiittikalkkia	2,4	2,4	2,8 ^a	3,2	3,1	3,2	2,6	2,9
5 t/ha Siilinjärven kalkkia	2,4	2,4	3,0 ^b	3,0	3,1	3,2	2,6	2,9
5 t/ha rakeistettua Siilinjärven kalkkia	2,3	2,4	2,7 ^a	3,1	3,0	3,1	2,7	2,9
10 t/ha dolomiittikalkkia	2,4	2,5	2,8	3,0	3,1	3,2	2,7	2,9
10 t/ha Siilinjärven kalkkia	2,3	2,4	2,8	3,1	3,0	3,2	2,7	2,9
10 t/ha rakeistettua Siilinjärven kalkkia	2,3	2,4	2,7	3,0	3,1	3,2	2,7	2,9
Pienin merkitsevä ero 5 % riskillä (Tukey)	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,2	0,2

Kalkkilajien väliset erot ovat merkitsevät ($P=0,05$), jos yläindeksissä ei ole yhteistä kirjainta.

Taulukko 20. Nurmisatojen keskimääräinen kaliumpitoisuus vuosina 1980 ja 1981, g/kg kuiva-aineessa, eri kalkitus- ja lannoitustasoilla sekä koepaikoilla.

	Pohjois-Savon koeasema		Pohjois-Pohjanmaan koeasema		Kainuun koeasema		Karjalan koeasema	
	<u>Lannoitus</u> niukka	<u>Lannoitus</u> runsas	<u>Lannoitus</u> niukka	<u>Lannoitus</u> runsas	<u>Lannoitus</u> niukka	<u>Lannoitus</u> runsas	<u>Lannoitus</u> niukka	<u>Lannoitus</u> runsas
Ei kalkkia	23,1	26,9	23,7	28,7	22,2	21,4	26,2	29,5
5 t/ha dolomiittikalkkia	24,6	26,6	24,9 ^a	28,2	21,2	21,0	26,6	30,3
5 t/ha Siilinjärven kalkkia	25,1	27,0	26,4 ^b	27,3	21,0	19,9	26,0	29,7
5 t/ha rakeistettua Siilinjärven kalkkia	23,7	26,5	24,5 ^a	28,4	21,8	19,6	26,7	30,3
10 t/ha dolomiittikalkkia	25,6	27,2	24,1	27,0	21,0	20,8	27,7	29,9
10 t/ha Siilinjärven kalkkia	24,9	26,3	23,9	27,9	21,2	21,4	28,3	30,2
10 t/ha rakeistettua Siilinjärven kalkkia	24,7	26,4	24,1	26,7	22,3	20,2	27,0	29,9
Pienin merkitsevä ero 5 % riskillä (Tukey)	2,1	2,1	2,8	2,8	2,4	2,4	2,1	2,1

Kalkkilajien väliset erot ovat merkitsevät ($P=0,05$), jos yläindeksissä ei ole yhteistä kirjainta.

Taulukko 21. Keskimääräinen nurmen typpi-, fosfori- ja kaliumpitoisuus eri kalkitus- ja lannoitustasoilla.

	Typpi, g/kg		Fosfori, g/kg		Kalium, g/kg	
	Lannoitus niukka	runsas	Lannoitus niukka	runsas	Lannoitus niukka	runsas
Ei kalkkia	15,3	19,6	2,6	2,9	23,8	26,6
5 t/ha dolomiittikalkkia	17,5 ^{ab}	19,2	2,9 ^c	2,9	24,3	26,5
5 t/ha Siilinjärven kalkkia	17,5 ^b	19,2	2,8 ^b	2,9	24,6	26,0
5 t/ha rakeistettua Siilinjärven kalkkia	16,7 ^a	19,1	2,7 ^a	2,9	24,2	26,2
10 t/ha dolomiittikalkkia	17,2	19,4	2,8 ^l	2,9	24,6	26,2
10 t/ha Siilinjärven kalkkia	16,9	19,4	2,7 ^k	2,9	24,6	26,5
10 t/ha rakeistettua Siilinjärven kalkkia	16,9	19,7	2,7 ^k	2,9	24,5	25,8
Pienin merkitsevä ero 5 % riskillä (Tukey)	1,1	1,1	0,2	0,2	1,2	1,2

Kalkkilajien väliset erot ovat merkitsevät ($P=0,05$), jos yläindeksissä ei ole yhteistä kirjainta.

lannoitus ei vaikuttanut nurmen kalsiumpitoisuuteen sanottavasti. Kuitenkin vuoden 1981 odelmasadon kalsiumpitoisuus näytti laske-
neen lannoitusta lisättäessä. Tämä vaikutus oli erityisen selvä
Kainuun koeasemalla, jolla korjatussa odelmassa kalsiumpitoisuu-
det yleisesti olivat hyvin korkeita (liite 28). Kalkkilajien
välillä ei ollut yleensä eroja. Parissa tapauksessa rakeistami-
nen vähensi Siilinjärven kalkin tehoa (taulukko 22).

Heinän ja odelman magnesiumpitoisuus reagoi koekäsittelyihin
suunnilleen samalla tavalla kuin kalsiumpitoisuus (taulukko 23,
liitteet 29-32). Vaikuttaa siltä, että dolomiittikalkki on yleen-
sä saanut aikaan jonkin verran korkeamman magnesiumpitoisuuden
kuin kumpikaan Siilinjärven kalkeista. Rakeistaminen saattoi
hieman vähentää vaikutusta.

Koko aineiston keskiarvon perusteella rakeistaminen vähensi Siilin-
järven kalkin sekä kalsium- että magnesiumpitoisuutta nostavaa
vaikutusta, joka todettiin alemmalla lannoitustasolla. Sensijaan
korkeammalla lannoitustasolla Siilinjärven rakeistamaton kalkki
saattoi vähentää magnesiumpitoisuutta dolomiittikalkkiin verrat-
tuna (taulukko 24).

Taulukko 22. Nurmisojen keskimääräinen kalsiumpitoisuus vuosina 1980 ja 1981, g/kg kuiva-aineessa, eri kalkitus- ja lannoitustasoilla sekä koepaikoilla.

	Pohjois-Savon koeasema		Pohjois-Pohjanmaan koeasema		Kainuun koeasema		Karjalan koeasema	
	<u>Lannoitus</u> niukka	runsas	<u>Lannoitus</u> niukka	runsas	<u>Lannoitus</u> niukka	runsas	<u>Lannoitus</u> niukka	runsas
Ei kalkkia	2,8	3,4	2,6	2,6	3,7	3,9	1,8	1,9
5 t/ha dolomiittikalkkia	3,8	3,4	4,3 ^{ab}	2,6	5,9	3,9	2,4	2,1
5 t/ha Siilinjärven kalkkia	3,4	3,7	5,2 ^b	2,7	5,7	4,5	2,2	2,3
5 t/ha rakeistettua Siilinjärven kalkkia	3,4	3,5	3,7 ^a	2,8	5,0	4,5	2,4	2,3
10 t/ha dolomiittikalkkia	3,5	3,6	3,3	2,8	6,2	5,2	3,5 ^{ab}	2,5
10 t/ha Siilinjärven kalkkia	3,4	3,8	2,9	3,0	5,6	5,3	3,9 ^b	2,6
10 t/ha rakeistettua Siilinjärven kalkkia	3,5	3,6	3,8	3,0	5,8	5,1	2,9 ^a	2,4
Pienin merkitsevä ero 5 % riskillä (Tukey)	0,7	0,7	1,3	1,3	1,4	1,4	0,8	0,8

Kalkkilajien väliset erot ovat merkitsevät ($P=0,05$), jos yläindeksissä ei ole yhteistä kirjainta.

Taulukko 23. Nurmisojen keskimääräinen magnesiumpitoisuus vuosina 1980 ja 1981, g/kg kuiva-aineessa, eri kalkitus- ja lannoitustasoilla sekä koepaikoilla.

	Pohjois-Savon koeasema		Pohjois-Pohjanmaan koeasema		Kainuun koeasema		Karjalan koeasema	
	<u>Lannoitus</u> niukka	runsas	<u>Lannoitus</u> niukka	runsas	<u>Lannoitus</u> niukka	runsas	<u>Lannoitus</u> niukka	runsas
Ei kalkkia	1,0	1,4	1,3	1,6	1,9	2,5	0,6	0,7
5 t/ha dolomiittikalkkia	1,3	1,3	1,8 ^{ab}	1,6	2,7 ^b	2,4	0,9	0,9
5 t/ha Siilinjärven kalkkia	1,2	1,4	2,0 ^b	1,5	2,5 ^{ab}	2,6	0,8	0,8
5 t/ha rakeistettua Siilinjärven kalkkia	1,2	1,4	1,5 ^a	1,6	2,3 ^a	2,4	0,8	0,8
10 t/ha dolomiittikalkkia	1,3	1,4	1,5	1,6	2,6 ^l	3,0 ^s	1,1 ^b	1,0
10 t/ha Siilinjärven kalkkia	1,2	1,4	1,3	1,6	2,2 ^k	2,7 ^{rs}	1,1 ^b	0,9
10 t/ha rakeistettua Siilinjärven kalkkia	1,2	1,3	1,6	1,6	2,2 ^k	2,7 ^r	0,9 ^a	0,9
Pienin merkitsevä ero 5 % riskillä (Tukey)	0,3	0,3	0,4	0,4	0,5	0,5	0,2	0,2

Kalkkilajien väliset erot ovat merkitsevät ($P=0,05$), jos yläindeksissä ei ole yhteistä kirjainta.

Taulukko 24. Keskimääräinen nurmen kalsium- ja magnesiumpitoisuus eri kalkitus- ja lannoitustasoilla.

	Kalsium, mg/kg		Magnesium, mg/kg	
	Lannoitus niukka	runsas	Lannoitus niukka	runsas
Ei kalkkia	2,7	3,0	1,3	1,6
5 t/ha dolomiittikalkkia	4,1 ^b	3,0	1,7 ^b	1,6
5 t/ha Siilinjärven kalkkia	4,1 ^b	3,3	1,7 ^b	1,6
5 t/ha rakeistettua Siilinjärven kalkkia	3,6 ^a	3,3	1,5 ^a	1,6
10 t/ha dolomiittikalkkia	4,1	3,5	1,6	1,8 ^l
10 t/ha Siilinjärven kalkkia	4,0	3,7	1,5	1,5 ^k
10 t/ha rakeistettua Siilinjärven kalkkia	4,0	3,5	1,5	1,7 ^l
Pienin merkitsevä ero 5 % riskillä (Tukey)	0,5	0,5	0,2	0,2

Kalkkilajien väliset erot ovat merkitsevät ($P=0,05$), jos yläindeksissä ei ole yhteistä kirjainta.

Viisi vuotta aikaisemmin kyntökerrokseen sekoitettu 10 t/ha kalkkia nosti maan pH-arvoa kalkitseemattomaan verrattuna koepaikasta, lannoituksesta ja kalkkilajista riippuen 0,2-0,7 yksikköä (taulukko 25). Yleensä kalkkilajien välillä ei ollut merkitseviä eroja, mutta Pohjois-Savon koeasemalla rakeistamaton Siilinjärven kalkki oli muita tehokkaampi.

Taulukossa 26 on esitetty maan kalsiumpitoisuus koejäsenittäin keskimäärin kaikilla koepaikoilla syksyisin otetuista näytteistä määritettynä. Ca-pitoisuus nousi varsin selvästi kalkkimäärää lisättäessä. Vaikutus oli selvin ensimmäisen koevuoden syksyllä. Myöhemmin erot vähän pienenevät, mutta eivät kovin merkittävästi. Siilinjärven kalkki aiheutti jonkin verran suuremman maan Ca-pitoisuuden nousun kuin dolomiittikalkki. Rakeistamattoman ja rakeistetun Siilinjärven kalkin välillä ei ollut selvää eroa.

Yksittäisten koeasemien tulokset olivat samansuuntaisia (taulukko 27). Yleensä lannoitustaso ei vaikuttanut mainittavasti maan kalsiumpitoisuuteen. Poikkeuksen muodostaa Kainuun koeasema, jossa lannoitus näyttää vähän lisänneen syksyllä 1982 maassa olleen kalsiumin määrää. Tulos ei kuitenkaan ole kovin varma.

Taulukko 25. Maan pH syksyllä 1982 eri koejäsenissä, koepaikoilla ja lannoitustasoilla.

	Pohjois-Savon koeasema		Pohjois-Pohjanmaan koeasema		Kainuun koeasema		Karjalan koeasema	
	Lannoitus		Lannoitus		Lannoitus		Lannoitus	
	niukka	runsas	niukka	runsas	niukka	runsas	niukka	runsas
Ei kalkkia	5.49	5.50	5.33	5.31	5.24	5.36	4.71	4.88
5 t/ha dolomiittikalkkia	5.75	5.70	5.64	5.63	5.46	5.55	4.84	4.95
5 t/ha Siilinjärven kalkkia	5.73	5.66	5.65	5.60	5.55	5.56	4.91	4.88
5 t/ha rakeistettua Siilinjärven kalkkia	5.74	5.74	5.63	5.59	5.46	5.61	4.89	4.96
10 t/ha dolomiittikalkkia	5.94 ^a	5.81 ^k	5.69	5.90	5.79	5.73	5.15	5.18
10 t/ha Siilinjärven kalkkia	6.06 ^b	5.91 ^l	5.76	5.91	5.95	5.90	5.10	5.04
10 t/ha rakeistettua Siilinjärven kalkkia	5.95 ^a	5.85 ^{kl}	5.79	5.86	5.95	5.98	5.21	5.11
Pienin merkitsevä ero 5 % riskillä (Tukey)	0.13	0.13	0.18	0.18	0.44	0.44	0.41	0.41

Kalkkilajien väliset erot ovat merkitsevät ($P=0,05$), jos ylhäindeksissä ei ole yhteistä kirjainta.

Taulukko 26. Maan kalsiumpitoisuus syksyisin (mg/l) eri koejäsenissä keskimäärin kaikilla koepaikoilla ja molemmilla lannoitustasoilla.

	1978	1979	1980	1981	1982
Ei kalkkia	1350	1400	1470	1320	1340
5 t/ha dolomiittikalkkia	1600	1600	1690	1520	1490
5 t/ha Siilinjärven kalkkia	1750	1690	1720	1550	1560
5 t/ha rakeistettua Siilinjärven kalkkia	1660	1620	1690	1580	1590
10 t/ha dolomiittikalkkia	1820	1750	1850	1730	1730
10 t/ha Siilinjärven kalkkia	2070	1800	1950	1890	1850
10 t/ha rakeistettua Siilinjärven kalkkia	2250	1880	1900	1930	1900
Pienin merkitsevä ero 5 % riskillä (Tukey)	340	220	220	190	180

Myös maan magnesiumpitoisuus nousi kalkituksen vaikutuksesta varsin selvästi (taulukko 28). Nimenomaan dolomiittikalkki nosti magnesiumpitoisuutta eniten, mikä oli luonnollista sen suuremman Mg-pitoisuuden perusteella. Vaikuttaa siltä, että Siilinjärven rakeistettu kalkki ei nostanut maan Mg-pitoisuutta kokeen alkuvaiheessa niin tehokkaasti kuin rakeistamaton Siilinjärven kalkki. Kuitenkaan viimeisinä koevuosina ei eroja enää ollut.

Viimeisenä vuonna koeasemittain määritetyt maan Mg-pitoisuudet olivat eri koeasemilla suunnilleen samansuuntaisia (taulukko 29). Rakeistetun ja rakeistamattoman Siilinjärven kalkin välille ei millään koepaikalla kummallakaan lannoitustasolla muodostunut selvää eroa. Myöskään lannoitus ei vaikuttanut maan magnesiumpitoisuuteen missään tapauksessa selvästi.

Kokeen päättyessä tehtyjen maa-analyysien keskiarvojen perusteella rakeistetusta Siilinjärven kalkista oli jäänyt maahan enemmän kalsiumia kuin dolomiittikalkista. Rakeistamaton Siilinjärven kalkki ei poikennut kummastakaan merkitsevästi. Dolomiittikalkki lisäsi maan magnesiumpitoisuutta enemmän kuin kumpikaan Siilinjärven kalkeista (taulukko 30).

Taulukko 27. Maan kalsiumpitoisuus (mg/l) syksyllä 1982 eri koejäsenissä, koepaikoilla ja lannoitustasoilla.

	Pohjois-Savon koeasema		Pohjois-Pohjanmaan koeasema		Kainuun koeasema		Karjalan koeasema	
	<u>Lannoitus</u> niukka	<u>Lannoitus</u> runsas	<u>Lannoitus</u> niukka	<u>Lannoitus</u> runsas	<u>Lannoitus</u> niukka	<u>Lannoitus</u> runsas	<u>Lannoitus</u> niukka	<u>Lannoitus</u> runsas
Ei kalkkia	1540	1540	1390	1330	950	1150	1270	1550
5 t/ha dolomiittikalkkia	1960	1740	1500	1600	1150	1160	1410	1380
5 t/ha Siilinjärven kalkkia	1900	1780	1640	1680	1230	1160	1560	1580
5 t/ha rakeistettua Siilinjärven kalkkia	1860	1830	1590	1660	1250	1250	1610	1700
10 t/ha dolomiittikalkkia	2060 ^a	1980	1840	1760	1300	1310 ^a	1820	1780
10 t/ha Siilinjärven kalkkia	2210 ^b	2090	1910	1880	1480	1750 ^b	1860	1650
10 t/ha rakeistettua Siilinjärven kalkkia	2260 ^b	2060	1980	1860	1540	1710 ^b	1950	1870
Pienin merkitsevä ero 5 % riskillä (Tukey)	180	180	240	240	380	380	580	580

Kalkkilajien väliset erot ovat merkitsevät ($P=0,05$), jos yläindeksissä ei ole yhteistä kirjainta.

Taulukko 28. Maan magnesiumpitoisuus (mg/l) syksyisin eri koejäsenissä keskimäärin kaikilla koepaikoilla ja molemmilla lannoitustasoilla.

	1978	1979	1980	1981	1982
Ei kalkkia	204	217	223	218	191
5 t/ha dolomiittikalkkia	235	244	268	267	237
5 t/ha Siilinjärven kalkkia	222	239	243	233	215
5 t/ha rakeistettua Siilinjärven kalkkia	207	224	230	228	213
10 t/ha dolomiittikalkkia	256	269	304	305	282
10 t/ha Siilinjärven kalkkia	232	242	261	260	247
10 t/ha rakeistettua Siilinjärven kalkkia	223	230	239	249	283
Pienin merkitsevä ero 5 % riskillä (Tukey)	39	34	37	35	30

Taulukko 29. Maan magnesiumpitoisuus (mg/l) syksyllä 1982 eri koejäsenissä, koepaikoilla ja lannoitustasoilla.

	Pohjois-Savon koeasema		Pohjois-Pohjanmaan koeasema		Kainuun koeasema		Kerjalan koeasema	
	<u>Lannoitus</u> niukka	<u>Lannoitus</u> runsas	<u>Lannoitus</u> niukka	<u>Lannoitus</u> runsas	<u>Lannoitus</u> niukka	<u>Lannoitus</u> runsas	<u>Lannoitus</u> niukka	<u>Lannoitus</u> runsas
Ei kalkkia	129	119	267	269	244	288	103	110
5 t/ha dolomiittikalkkia	205 ^b	178 ^s	289	321	270	308	158	165 ^k
5 t/ha Siilinjärven kalkkia	175 ^a	150 ^r	293	313	283	255	133	224 ^l
5 t/ha rakeistettua Siilinjärven kalkkia	166 ^a	153 ^r	276	305	270	269	135	134 ^k
10 t/ha dolomiittikalkkia	230 ^l	219 ^y	371 ^b	346 ^l	316	314	234 ^b	223 ^s
10 t/ha Siilinjärven kalkkia	196 ^k	186 ^x	330 ^a	303 ^k	320	311	174 ^a	155 ^r
10 t/ha rakeistettua Siilinjärven kalkkia	189 ^k	174 ^x	315 ^a	288 ^k	276	324	173 ^a	165 ^r
Pienin merkitsevä ero 5 % riskillä (Tukey)	29	29	49	49	97	97	54	54

Kalkkilajien väliset erot ovat merkitsevät ($P=0,05$), jos yläindeksissä ei ole yhteistä kirjainta.

Taulukko 30. Keskimääräinen maan pH sekä kalsium- ja magnesiumipitoisuus syksyllä 1982 eri kalkitus- ja lannoitustasoilla.

	pH		Kalsium, mg/l		Magnesium, mg/l	
	<u>Lannoitus</u> niukka	runsas	<u>Lannoitus</u> niukka	runsas	<u>Lannoitus</u> niukka	runsas
Ei kalkkia	5,19	5,26	1290	1390	186	197
5 t/ha dolomiittikalkkia	5,42	5,45	1510	1470	231	243 ^l
5 t/ha Siilinjärven kalkkia	5,45	5,42	1580	1550	221	236 ^{kl}
5 t/ha rakeistettua Siilinjärven kalkkia	5,43	5,47	1580	1610	212	215 ^k
10 t/ha dolomiittikalkkia	5,64	5,65	1760 ^a	1710 ^k	288 ^b	276 ^s
10 t/ha Siilinjärven kalkkia	5,71	5,69	1870 ^{ab}	1840 ^{kl}	255 ^a	239 ^r
10 t/ha rakeistettua Siilinjärven kalkkia	5,72	5,70	1930 ^b	1880 ^l	238 ^a	238 ^r
Pienin merkitsevä ero 5 % riskillä (Tukey)	0,16	0,16	190	190	31	31

Kalkkilajien väliset erot ovat merkitsevät ($P=0,05$), jos yläindeksissä ei ole yhteistä kirjainta.

TULOSTEN TARKASTELU

Tutkittavien aineiden koostumus

Tutkittavana olleet Siilinjärven kalsiittierät sisälsivät keskimäärin 32,8 % kalsiumia ja 4,1 % magnesiumia. Näitten perusteella laskettuna aine sisälsi noin 2/3 kalsiittia ja 1/3 dolomiittia, edellyttäen että kalsium oli aineessa kalsiittina ja dolomiittina ja magnesium ainoastaan dolomiittina. Tämän mukaan muiden aineiden osuudeksi jäi vajaa 4 %. Tuote oli siis varsin puhdas kalsiitin ja dolomiitin seos tämän mukaan.

Rakeistettu Siilinjärven kalkki sisälsi jonkin verran vähemmän kalsiumia ja magnesiumia kuin rakeistamaton tuote. Tämä johtui rakeistuksessa lisätyistä lisäaineista, joita oli kaikkiaan 2-4,5 %:in valmistusohjeen mukaan. Kalsiumpitoisuuden muutoksen perusteella määrä oli tätä pienempi, mutta magnesiumipitoisuuden muutos viittasi suurempaan lisäaineen lisäykseen. Ilmeistä on, että rakeistettavana ollut erä poikkesi koostumukseltaan jonkin verran kenttäkokeissa olleista Siilinjärven kalsiittieristä.

Samoin olettamuksin laskettuna vertailtavana ollut dolomiittikalkkierä sisälsi noin 60 % dolomiittia ja 24 % kalsiittia. Muiden aineiden osuudeksi tässä tuotteessa jää näin ollen 16 %. Siinä oli siis sivuaineita paljon enemmän kuin tutkittavissa Siilinjärven kalkkierissä. On kuitenkin muistettava, että kenttäkokeissa käytetty rakeistamaton Siilinjärven kalkki sisälsi vajaan 10 % vettä. Näin ollen kenttäkokeissa käytetyt jauheisten kalkkien määrät sisälsivät suunnilleen yhtä paljon neutraloivaa kalsiumia. Sen sijaan rakeistettu Siilinjärven kalkki, joka oli kuivaa, sisälsi neutraloivaa kalsiumia enemmän kuin nämä. Astiakokeissa käytettiin kuivattua Siilinjärven kalkkierää, jonka takia niissä myös jauheista Siilinjärven kalkkia tuli neutraloivana kalsiumina laskettuna annetuksi enemmän kuin dolomiittikalkkia.

Verrattavat tuotteet poikkesivat toisistaan selvästi raekoostumuksen puolesta. Dolomiittikalkki täytti sille asetetut vaatimukset yhtä erää lukuunottamatta. Vaatimushan on 50 % $< 0,15$ mm:n ainesta. Jauheisesta Siilinjärven kalkista 80-90 % läpäisi tämän seulakoon. Siinä ei ollut oikeastaan lainkaan $> 0,3$ mm:n ainesta, kun sitä vertailtavassa kalkissa oli 25 tai yhdessä erässä jopa 40 %.

Rakeistettu tuote sisälsi rakeita 1 ja 4 mm:n väliltä. Näiden äärrirajojen välillä näytti olleen kaikkia kokoluokkia yhtä paljon. Rakeistettu tuote oli siis erittäin paljon karkearakeisempaa kuin jauheiset aineet.

Kalkkien vaikutus maan pH-arvoon

Sekä astiakokeessa koemaana olleen rahkaturpeen että kenttäkoe-
maiden pH-arvo nousi kalkituksen ansiosta hyvin selvästi. Suurempi kalkkimäärä aiheutti molemmissa tapauksissa suurimman vaikutuksen. Nousu oli yleensä lähes lineaarinen.

Tutkittavien kalkkien väliset erot eivät kuitenkaan olleet yleensä riittävän suuria ollakseen tilastollisesti merkitseviä. Aika suurella varmuudella voitiin kuitenkin todeta, että astiakokeessa ainakin muutaman ensimmäisen viikon aikana Siilinjärven kalkki rakeistamattomana aiheutti suurimman maan pH:n nousun. Seuraava-

na oli dolomiittikalkki, ja viimeiseksi jäi rakeistettu tuote.

Jo noin kuukauden kuluttua rakeistettu Siilinjärven kalkki ja dolomiittikalkki olivat suunnilleen tasoissa, mutta jauheinen Siilinjärven kalkki oli näitä selvästi edellä. Toisen koevuoden lopulla, siis kahden kasvukauden kuluttua lisäyksestä, kaikki tutkittavat kolme kalkkia olivat aiheuttaneet suurinpiirtein yhtä suuren pH:n nousun käsittelemättömään verrattuna.

Kenttäkokeissa erot olivat jonkin verran epämääräisempiä kuin astiakokeissa. Ilmeisesti kuitenkin ensimmäisen vuoden lopulla rakeistamaton Siilinjärven kalkki oli vaikuttanut tehokkaimmin. Seuraavana oli rakeistettu tuote ja dolomiittikalkki jäi jonkin verran vielä sen jälkeen. Seuraavina vuosina erot kuitenkin tasoittuivat. Kokeen lopussa kaikki kalkit olivat aiheuttaneet suurinpiirtein yhtäsuuren pH:n nousun.

Vaikuttaa siis siltä, että Siilinjärven kalkki rakeistamattomana on aluksi ollut tehokkaampaa kuin dolomiittikalkki. Tämä johtunee lähinnä sen suuremmasta hienoudesta. Aikaisemmassa JAAKKOLAN ja JOKISEN (1980) julkaisemassa tutkimuksessa todettiin, että kalkin jättäminen normaalia karkeammaksi vähentää sen vaikutusta. Näyttää siis siltä, että normaalia suurempi hienous puolestaan tehostaa kalkin maan pH:ta kohottavaa vaikutusta.

Siilinjärven kalkin ja dolomiittikalkin välinen ero tasoittui kuitenkin kokeen aikana. Tämä tapahtui sekä astioissa että kentällä ilmeisesti pääasiassa jo kahden vuoden kuluessa. Siis kalkin hienous ilmeisesti nopeutti vaikutusta, mutta pitemmällä aikavälillä ei kuitenkaan suurentanut tehokkuutta.

Rakeistaminen näytti hidastaneen selvästi kalkin välitöntä vaikutusta. Ilmeisesti rakeiden hajoamisesta johtui, että rakeistettu kalkki varsin nopeasti saavutti jauheiset kalkit. Viimeistään vuoden kuluttua rakeistettu kalkki oli osoittautunut yhtä tehokkaaksi kuin vastaava rakeistamaton tuote.

Sadon määrä ja laatu

Astiakokeessa käytetty maa oli erittäin hapanta rahkaturvetta. Tämän takia kalkitus vaikutti erittäin selvästi satoon. Itse asiasa ilman kalkkia ei kaurasta saatu jyväsatoa juuri lainkaan.

Tutkittavien kalkkilajienkin välille tuli eroja. Ensimmäisenä vuonna hieno Siilinjärven kalkki oli tehokkaampaa kuin dolomiittikalkki tai rakeistettu Siilinjärven kalkki. Viimeksi mainitut kalkkilajit olivat suunnilleen yhtä tehokkaita. Toisen vuoden tulosten mukaan hieno Siilinjärven kalkki ja rakeistettu Siilinjärven kalkki olivat teholtaan jo samanarvoisia ja selvästi parempia kuin dolomiittikalkki. Kaikki nämä erot tulivat esiin lähinnä pienimmällä kalkkimäärällä. Suuremmilla määrillä kalkkia ilmeisesti oli ylimäärin, minkä takia tehokkuuserot eivät päässeet näkyviin.

Vaikka ohran tiedetään olevan happamuudelle aran kasvin, ja maan pH kenttäkokeissa oli verraten alhainen, ei kalkitus parantanut ohrasatoja. Sensijaan joissakin tapauksissa heinäsadot paranivat kalkituksen ansiosta, mutta vain alemmalla lannoitustasolla. Tähän saattoi vaikuttaa kalkin mobilisoima maan orgaaninen tyyppi, jolla oli luonnollisesti enemmän merkitystä, kun lannoitetyypeä annettiin vähemmän. Vähintään yhtä luonnollinen selitys on siinä, että kalkitus paransi apilan kasvua ja tätä kautta suurensi apilasatoa. Osoituksena tästä on kalkituksen kohottama apilapitoisuus nurmissa. Tämä näkyi yleensä nimenomaan alemmalla lannoitustasolla, jolla apilapitoisuudet ylipäättäänkin olivat korkeammat. Kalkkilajien välille ei muodostunut selviä eroja.

Myös JAAKKOLAN ja JOKISEN (1980) suorittamassa tutkimuksessa kalkitus vaikutti sadon määrään selvemmin astiakokeessa, jossa koemaana oli hyvin hapan hieta. Myös kahdella koekentällä kolmesta kalkitus nosti ohran satoa. Satoeroista, jotka noudattivat suurin piirtein eroja maan happamuudessa, saattoi päätellä kalkitusaineen hienouden parantaneen sen tehoa. Tässä tutkimuksessa, jossa Siilinjärven kalkki oli vielä paljon hienompaa kuin mainitun tutkimuksen hienot kalkit, oli sama vaikutus selvästi havaittavissa

astiakokeen tulosten perusteella. Tutkittavien kalkkilajien erilaisesta mineraalikoostumuksesta johtuvat erot eivät tulleet näkyviin astiakokeissakaan, koska erilainen hienousaste peitti mahdolliset erot.

Astiakekeessa dolomiittikalkki nosti sadon magnesiumipitoisuutta tehokkaammin kuin kumpikaan Siilinjärven kalkeista. Päinvastainen tilanne oli kalsiumpitoisuuden kohdalla. Ero on luonnollinen ja helposti selitettävissä kalkkien erilaisen ravinnepitoisuuden perusteella. Myös kenttäkokeissa todettiin joissakin tapauksissa vastaavia eroja, mutta yleensä erot eivät olleet kovin selviä. Vastaavat erot sadon kalsium- ja magnesiumipitoisuudessa todettiin myös JAAKKOLAN ja JOKISEN (1980) suorittamassa tutkimuksessa, jossa verrattiin dolomiittista ja kalsiittista kalkkikivijauhetta. Dolomiitin ja kalsiitin käyttö kalkitusaineena aiheutti samanlaiset erot rypsin kalsium- ja magnesiumipitoisuuteen JOKISEN (1982) suorittamassa astiakokeessa. Mainitussa kokeessa kalsiitti kohotti huomattavasti enemmän rypsin kalsiumpitoisuutta kuin dolomiitti. Kalsiittinen kalkkikivijauhe suorastaan alensi rypsin magnesiumipitoisuutta, jota dolomiitti puolestaan kohotti. Tämän tutkimuksen Siilinjärven kalkki ja dolomiittikalkki 2 eivät poikenneet mineraalikoostumukseltaan niin paljon kuin mainitussa JOKISEN (1982) suorittamassa tutkimuksessa vertaillut kalkit.

Kenttäkokeista määritettiin myös nurmen apilapitoisuus. Nurmia perustettaessa oli käytetty hyvin apilapitoista siemenseosta. Yleensä lannoitustason kohottaminen vähensi apilapitoisuutta. Siis heinäkasvien osuus suureni, kun annettiin enemmän lannoitteita. Ilmeisesti lähinnä oli kysymys tpeestä. Alemmalla lannoitustasolla, jolla apilapitoisuus oli siis korkeampi, kalkitus usein nosti apilapitoisuutta varsin selvästi. Kalkkilajien välille ei kuitenkaan saatu eroa.

Maan ravinnepitoisuus

Tutkittavien aineiden erilaisen mineraalikoostumuksen perusteella oli odotettavissa, että eroja syntyy myös maan ravinnepitoisuudessa. Astiakokeessa syntyikin maan kalsium- ja magnesiumipitoisuus-

teen selvät erot, jotka olivat kalkkien kalsium- ja magnesiumpitoisuuksien mukaisia.

Kenttäkokeissa kalkitus nosti maan uuttuvan kalsiumin pitoisuutta. Kalsiumpitoisempi Siilinjärven kalkki nosti sitä enemmän kuin dolomiittikalkki. Rakeistetun ja rakeistamattoman Siilinjärven kalkin välille ei muodostunut merkitsevää eroa, mutta näytti siltä kuin rakeistetusta tuotteesta olisi maahan jäänyt enemmän kalsiumia.

Ensimmäinen määrittely maanäytteistä tehtiin vasta ensimmäisen vuoden syksyllä. Näinollen ei ole tietoa, oliko eroja mahdollisesti aikaisemmin ensimmäisen kasvukauden aikana. Dolomiittikalkin ja Siilinjärven kalkin välinen ero oli selvin ensimmäisenä syksynä. Ajan kuluessa ero jonkinverran pieneni. Vastaavat erot todettiin myös JAAKKOLAN ja JOKISEN (1980) ja JOKISEN (1982) tutkimuksissa.

Maan magnesiumpitoisuus kohosi puolestaan enemmän dolomiittikalkin ansiosta kuin Siilinjärven kalkkien jälkeen. Maan magnesiumpitoisuudessa ei näkynyt eroa rakeistetun ja rakeistamattoman Siilinjärven kalkin välillä. Maan magnesiumpitoisuuskin oli kalkituskoekäytännössä ensimmäisenä syksynä suurimmillaan ja tasoittui jonkinverran myöhemmin. Magnesiumpitoisuuden nousu ja mineraalikoostumukseltaan erilaisten kalkkien väliset erot on havaittu aikaisemmissakin tutkimuksissa (JAAKKOLA ja JOKINEN 1980, JOKINEN 1982 a ja JOKINEN 1982 b).

LOPPUPÄÄTELMÄ

Tehdyn tutkimuksen mukaan Siilinjärven kalkki on käyttöarvoltaan täysiarvoista kalkitusainetta. Ominaisuuksiltaan se asettuu tavallisen kalkkikivijauheen ja dolomiittikalkin välille. Hienon aineksen suuri osuus tekee siitä vaikutukseltaan jonkin verran nopeamman kuin kalkkikivijauheesta tai dolomiittikalkista. Käytännössä tällä ei ole kuitenkaan suurta merkitystä, koska ero tasoittuu ilmeisesti pääasiassa jo vuoden kuluessa. Vesipitoisuus saattaa aiheuttaa vaikeuksia levityksessä ja kuljetuksessa ainakin tietyissä olosuhteissa.

Siilinjärven kalkin rakeistaminen paransi epäilemättä sen levitysominaisuuksia. Tätä ei tutkittu tässä tutkimuksessa. Rakeistaminen hidasti jonkin verran vaikutusta, mutta ero tasoittui jo ensimmäisen kasvukauden aikana. Näinollen sillä tuskin on käytännön merkitystä.

KIRJALLISUUTTA

- JAAKKOLA, A. & JOKINEN, R. 1980. Comparison of fine and coarse limestones in pot and field experiments. Ann. Agric. Fenn. 19: 108-124.
- JOKINEN, R. 1982 a. Effect of liming on the value of magnesium sulphate and two dolomitic limestones as magnesium sources for ryegrass. J. Scient. Agric. Soc. Finl. 54: 77-88.
- 1982 b. The efficiency of dolomitic limestone, basic slag and peat ash as liming agents and as calcium and magnesium sources for turnip rape. J. Scient. Agric. Soc. Finl. 54: 371-383.
- STEEL, R. G. D. & TORRIE, J. H. 1960. Principles and Procedures of Statistics. New York. 481 p.

LIITE 1. Kalkituksen vaikutus ohran satoon (jyväsato 85 % kuiva-ainetta, kg/ha) kahdella lannoitustasolla eri koepaikoilla vuonna 1978.

	Pohjois-Savon koeasema		Pohjois-Pohjanmaan koeasema		Kainuun koeasema		Karjalan koeasema	
	<u>Lannoitus</u>		<u>Lannoitus</u>		<u>Lannoitus</u>		<u>Lannoitus</u>	
	niukka	runsas	niukka	runsas	niukka	runsas	niukka	runsas
Ei kalkkia	3060	3270	3960	4050	1620	1400	2760	2730
5 t/ha dolomiittikalkkia	2860	2990	3920	4380	2030	1790	3120	3240
5 t/ha Siilinjärven kalkkia	3320	3070	3810	4040	1960	1560	3270	2990
5 t/ha rakeistettua Siilinjärven kalkkia	3020	3020	3820	4390	2380	1580	2920	2730
10 t/ha dolomiittikalkkia	3300	2720	4070	4190	1450	1870	3310	2940
10 t/ha Siilinjärven kalkkia	3250	2690	4010	4310	1260	1970	2960	2870
10 t/ha rakeistettua Siilinjärven kalkkia	3610	2820	3830	4340	2110	2340	3170	2790
Pienin merkitsevä ero 5 % riskillä (Tukey)	910	910	490	490	950	950	590	590

LIITE 2. Kalkituksen vaikutus heinä- ja ohrasatoihin (85 % kuiva-ainetta, kg/ha) kahdella lannoitustasolla eri koepaikoilla vuonna 1979.

	Pohjois-Savon koeasema, heinä		Pohjois-Pohjanmaan koeasema, ohra		Kainuun koeasema, ohra		Karjalan koeasema ohra	
	<u>Lannoitus</u>		<u>Lannoitus</u>		<u>Lannoitus</u>		<u>Lannoitus</u>	
	niukka	runsas	niukka	runsas	niukka	runsas	niukka	runsas
Ei kalkkia	3370	3630	2730	3220	2540	3350	1690	2420
5 t/ha dolomiittikalkkia	3440	3420	2540	3270	3100	3860	2120	2860
5 t/ha Siilinjärven kalkkia	3260	3460	2820	3330	2710	4030	2420	3000
5 t/ha rakeistettua Siilinjärven kalkkia	3400	3360	2710	3240	2880	3890	2150	3030
10 t/ha dolomiittikalkkia	3190	3670	2950	3350	2990	3660	2600	2990
10 t/ha Siilinjärven kalkkia	3280	3740	2910	3380	2820	4020	2080	2850
10 t/ha rakeistettua Siilinjärven kalkkia	3470	3550	2890	3360	2620	3850	2260	3000
Pienin merkitsevä ero 5 % riskillä (Tukey)	690	690	450	450	780	780	720	720

LIITE 3. Kalkituksen vaikutus ohran satoon (jyväsato 85 % kuiva-ainetta, kg/ha) kahdella lannoitustasolla eri koepaikoilla vuonna 1982.

	Pohjois-Savon koeasema		Pohjois-Pohjanmaan koeasema		Kainuun koeasema		Karjalan koeasema	
	<u>Lannoitus</u> niukka	<u>Lannoitus</u> runsas	<u>Lannoitus</u> niukka	<u>Lannoitus</u> runsas	<u>Lannoitus</u> niukka	<u>Lannoitus</u> runsas	<u>Lannoitus</u> niukka	<u>Lannoitus</u> runsas
Ei kalkkia	6080	5200	1590	2030	2980	4600	1220	3590
5 t/ha dolomiittikalkkia	5870	5250	1640	1990	4630	4780	1470	3190
5 t/ha Siilinjärven kalkkia	5800	5470	1710	2010	4430	4380	1530	3210
5 t/ha rakeistettua Siilinjärven kalkkia	5810	5230	1620	2010	4310	4870	1260	3190
10 t/ha dolomiittikalkkia	6100	5530	1580	2010	3880	4890	1460	3000
10 t/ha Siilinjärven kalkkia	5990	5770	1530	2010	3530	5150	1540	3180
10 t/ha rakeistettua Siilinjärven kalkkia	5990	5280	1430	2010	3870	5110	1600	3330
Pienin merkitsevä ero 5 % riskillä (Tukey)	850	850	300	300	1460	1460	1100	1100

LIITE 4. Ohran jyvien typpipitoisuus, g/kg k.a., eri kalkitustasoilla, lannoitustasoilla ja koepaikoilla vuonna 1978.

	Pohjois-Savon koeasema		Pohjois-Pohjanmaan koeasema		Kainuun koeasema		Karjalan koeasema	
	<u>Lannoitus</u> niukka	<u>Lannoitus</u> runsas	<u>Lannoitus</u> niukka	<u>Lannoitus</u> runsas	<u>Lannoitus</u> niukka	<u>Lannoitus</u> runsas	<u>Lannoitus</u> niukka	<u>Lannoitus</u> runsas
Ei kalkkia	29.0	31.5	18.8	21.0	28.9	31.0	23.6	25.2
5 t/ha dolomiittikalkkia	30.7	29.8	18.3	20.9	29.5	29.2	23.5	25.8
5 t/ha Siilinjärven kalkkia	30.5	29.2	19.0	21.7	28.5	30.9	23.2	25.9
5 t/ha rakeistettua Siilinjärven kalkkia	30.0	30.3	19.2	21.2	28.4	30.9	23.8	26.1
10 t/ha dolomiittikalkkia	29.5	30.2	19.2	22.1	28.4	31.4	24.7	26.4
10 t/ha Siilinjärven kalkkia	28.6	31.5	21.0	20.8	29.6	31.8	25.3	26.3
10 t/ha rakeistettua Siilinjärven kalkkia	29.6	30.5	19.3	20.8	28.9	30.5	24.7	25.4

LIITE 5. Heinän (Pohjois-Savon koeasema) ja ohran typpipitoisuus, g/kg k.a., eri kalkitustasoilla, lannoitustasoilla ja koe-
paikoilla vuonna 1979.

	Pohjois-Savon koeasema, heinä		Pohjois-Pohjanmaan koeasema, ohra		Kainuun koeasema ohra		Karjalan koeasema, ohra	
	<u>Lannoitus</u>		<u>Lannoitus</u>		<u>Lannoitus</u>		<u>Lannoitus</u>	
	niukka	runsas	niukka	runsas	niukka	runsas	niukka	runsas
Ei kalkkia	30.7	28.6	15.3	16.7	23.1	24.3	14.9	15.9
5 t/ha dolomiittikalkkia	29.7	30.0	15.6	15.8	22.7	23.5	14.6	16.7
5 t/ha Siilinjärven kalkkia	30.8	30.4	15.7	16.4	23.2	23.3	14.5	15.7
5 t/ha rakeistettua Siilinjärven kalkkia	32.1	29.6	15.0	16.5	23.4	23.6	14.9	16.4
10 t/ha dolomiittikalkkia	31.6	29.7	15.1	16.8	23.3	24.5	15.9	16.8
10 t/ha Siilinjärven kalkkia	31.9	29.8	15.3	16.5	23.2	23.1	14.8	16.3
10 t/ha rakeistettua Siilinjärven kalkkia	32.1	31.6	15.3	16.3	22.9	25.1	15.4	16.5

LIITE 6. Ohran jyvien typpipitoisuus, g/kg k.a., eri kalkitustasoilla, lannoitustasoilla ja koepaikoilla vuonna 1982.

	Pohjois-Savon koeasema		Pohjois-Pohjanmaan koeasema		Kainuun koeasema		Karjalan koeasema	
	<u>Lannoitus</u>		<u>Lannoitus</u>		<u>Lannoitus</u>		<u>Lannoitus</u>	
	niukka	runsas	niukka	runsas	niukka	runsas	niukka	runsas
Ei kalkkia	17.1	19.0	14.8	15.8	21.7	21.2	18.1	16.9
5 t/ha dolomiittikalkkia	17.3	19.1	14.0	16.1	18.9	19.8	17.4	16.5
5 t/ha Siilinjärven kalkkia	17.6	19.7	14.8	16.3	18.5	21.8	17.7	16.9
5 t/ha rakeistettua Siilinjärven kalkkia	16.7	20.2	14.6	16.6	18.9	20.4	18.4	16.5
10 t/ha dolomiittikalkkia	18.5	19.1	15.4	16.1	18.6	20.5	17.7	16.6
10 t/ha Siilinjärven kalkkia	18.0	19.2	14.5	16.0	20.2	21.0	18.1	16.7
10 t/ha rakeistettua Siilinjärven kalkkia	18.2	19.2	15.4	16.2	20.3	20.0	18.6	16.1

LIITE 7. Kalkituksen vaikutus nurmen kuiva-ainesatoon (kg/ha, 2 niittoa) kahdella lannoitustasolla eri koepaikoilla vuonna 1980.

	Pohjois-Savon koeasema <u>Lannoitus</u>		Pohjois-Pohjanmaan koeasema <u>Lannoitus</u>		Kainuun koeasema <u>Lannoitus</u>		Karjalan koeasema <u>Lannoitus</u>	
	niukka	runsas	niukka	runsas	niukka	runsas	niukka	runsas
Ei kalkkia	7920	9430	2150	5090	5690	9630	5740	10060
5 t/ha dolomiittikalkkia	8270	9890	2440	4370	6520	9180	6020	10660
5 t/ha Siilinjärven kalkkia	8150	10000	2290	5500	6420	9710	6050	10170
5 t/ha rakeistettua Siilinjärven kalkkia	7330	10100	2290	5950	6720	9640	6250	10210
10 t/ha dolomiittikalkkia	9320	8960	2430	5860	6220	9020	6830	10960
10 t/ha Siilinjärven kalkkia	10410	9430	2820	5680	6040	9540	7010	10880
10 t/ha rakeistettua Siilinjärven kalkkia	9960	9240	2610	5560	6380	9760	6950	10460
Pienin merkitsevä ero 5 % riskillä (Tukey)	2160	2160	2510	2510	950	950	870	870

LIITE 8. Kalkituksen vaikutus nurmen kuiva-ainesatoon (kg/ha, 2 niittoa) kahdella lannoitustasolla eri koepaikoilla vuonna 1981.

	Pohjois-Savon koeasema <u>Lannoitus</u>		Pohjois-Pohjanmaan koeasema <u>Lannoitus</u>		Kainuun koeasema <u>Lannoitus</u>		Karjalan koeasema <u>Lannoitus</u>	
	niukka	runsas	niukka	runsas	niukka	runsas	niukka	runsas
Ei kalkkia	6140	6630	4550	9140	6720	8170	3310	6850
5 t/ha dolomiittikalkkia	6630	6890	4860	9520	7770	8380	3820	7170
5 t/ha Siilinjärven kalkkia	5990	6300	5620	9620	7470	8150	3820	7170
5 t/ha rakeistettua Siilinjärven kalkkia	5570	7050	5110	8450	7370	8290	4090	6940
10 t/ha dolomiittikalkkia	6840	6810	5540	9710	8050	8730	4630	7890
10 t/ha Siilinjärven kalkkia	6500	6980	5110	9070	7350	8320	4790	7420
10 t/ha rakeistettua Siilinjärven kalkkia	6270	6800	5590	9770	7760	8620	4860	7770
Pienin merkitsevä ero 5 % riskillä (Tukey)	1530	1530	1670	1670	1530	1530	1140	1140

LIITE 9. Apilapitoisuus, %, vuonna 1980 korjatussa heinässä (1. niitto) eri kalkitustasoilla ja lannoitustasoilla sekä koepai-koilla.

	Pohjois-Savon koeasema		Pohjois-Pohjanmaan koeasema		Kainuun koeasema		Karjalan koeasema	
	<u>Lannoitus</u> niukka	<u>Lannoitus</u> runsas	<u>Lannoitus</u> niukka	<u>Lannoitus</u> runsas	<u>Lannoitus</u> niukka	<u>Lannoitus</u> runsas	<u>Lannoitus</u> niukka	<u>Lannoitus</u> runsas
Ei kalkkia	2.5	5.3	15.9	10.5	1.3	3.8	0.5	0.0
5 t/ha dolomiittikalkkia	7.5	8.5	47.7	30.0	5.0	3.8	5.0	0.3
5 t/ha Siilinjärven kalkkia	8.0	7.0	62.6	22.8	8.8	5.0	2.8	0.8
5 t/ha rakeistettua Siilinjärven kalkkia	5.5	10.5	52.6	52.5	5.0	5.0	1.5	0.3
10 t/ha dolomiittikalkkia	11.5	9.3	14.9	28.3	10.0	8.8	8.5	3.0
10 t/ha Siilinjärven kalkkia	8.5	7.8	11.0	23.3	7.5	11.3	9.5	3.3
10 t/ha rakeistettua Siilinjärven kalkkia	9.0	7.0	13.4	89.0	6.3	8.8	1.0	1.5

LIITE 10. Apilapitoisuus, %, vuonna 1980 korjatussa odelmassa (2. niitto) eri kalkitus- ja lannoitustasoilla sekä koepai-koilla.

	Pohjois-Savon koeasema		Kainuun koeasema		Karjalan koeasema	
	<u>Lannoitus</u> niukka	<u>Lannoitus</u> runsas	<u>Lannoitus</u> niukka	<u>Lannoitus</u> runsas	<u>Lannoitus</u> niukka	<u>Lannoitus</u> runsas
Ei kalkkia	3.8	2.3	13.8	8.8	2.0	2.5
5 t/ha dolomiittikalkkia	7.3	4.0	27.5	7.5	8.8	0.0
5 t/ha Siilinjärven kalkkia	7.3	1.8	25.0	12.5	5.8	1.5
5 t/ha rakeistettua Siilinjärven kalkkia	8.8	3.3	16.3	15.0	8.8	0.8
10 t/ha dolomiittikalkkia	9.3	3.8	37.5	20.0	23.8	1.8
10 t/ha Siilinjärven kalkkia	5.5	4.5	28.8	16.3	30.3	2.3
10 t/ha rakeistettua Siilinjärven kalkkia	6.8	3.5	28.8	13.8	13.8	1.3

LIITE 11. Apilapitoisuus, %, vuonna 1981 korjatussa heinässä (1. niitto) eri kalkitustasoilla ja lannoitustasoilla sekä koepaikoilla.

	Pohjois-Savon koeasema <u>Lannoitus</u>		Kainuun koeasema <u>Lannoitus</u>		Karjalan koeasema <u>Lannoitus</u>		Pohjois-Pohjanmaan koeasema <u>Lannoitus</u>	
	niukka	runsas	niukka	runsas	niukka	runsas	niukka	runsas
Ei kalkkia	2.8	0.5	3.8	7.5	1.0	0.3	13.3	1.5
5 t/ha dolomiittikalkkia	6.5	1.0	15.0	1.3	8.8	3.0	13.8	0.9
5 t/ha Siilinjärven kalkkia	10.3	1.5	15.0	6.3	5.5	2.5	35.0	0.4
5 t/ha rakeistettua Siilinjärven kalkkia	3.8	1.3	10.0	3.8	7.5	3.0	18.0	0.8
10 t/ha dolomiittikalkkia	9.3	0.5	15.0	10.0	23.8	10.0	12.6	5.9
10 t/ha Siilinjärven kalkkia	7.3	0.5	10.0	10.0	25.0	7.5	4.0	2.8
10 t/ha rakeistettua Siilinjärven kalkkia	7.5	0.5	13.8	11.3	13.8	3.3	14.3	2.0

LIITE 12. Apilapitoisuus, %, vuonna 1981 korjatussa odelmassa (2. niitto) eri lannoitus- ja kalkitustasoilla sekä koepaikoilla.

	Pohjois-Savon koeasema <u>Lannoitus</u>		Kainuun koeasema <u>Lannoitus</u>		Karjalan koeasema <u>Lannoitus</u>	
	niukka	runsas	niukka	runsas	niukka	runsas
Ei kalkkia	1.3	0.3	30.0	18.8	0.8	0.5
5 t/ha dolomiittikalkkia	1.8	0.0	48.8	10.0	2.6	0.3
5 t/ha Siilinjärven kalkkia	2.5	0.5	38.8	22.5	2.0	2.3
5 t/ha rakeistettua Siilinjärven kalkkia	2.0	0.3	42.5	22.5	1.8	1.5
10 t/ha dolomiittikalkkia	1.3	0.5	58.8	22.5	10.8	2.0
10 t/ha Siilinjärven kalkkia	1.3	0.5	52.5	31.3	3.0	2.5
10 t/ha rakeistettua Siilinjärven kalkkia	1.3	0.3	47.5	25.0	5.0	2.8

LIITE 13. Heinän (1. niitto) typpipitoisuus, g/kg k.a., eri kalkitustasoilla, lannoitustasoilla ja koepaikoilla vuonna 1980.

	Pohjois-Savon koeasema		Pohjois-Pohjanmaan koeasema		Kainuun koeasema		Karjalan koeasema	
	<u>Lannoitus</u> niukka	<u>Lannoitus</u> runsas	<u>Lannoitus</u> niukka	<u>Lannoitus</u> runsas	<u>Lannoitus</u> niukka	<u>Lannoitus</u> runsas	<u>Lannoitus</u> niukka	<u>Lannoitus</u> runsas
Ei kalkkia	14.4	19.8	14.2	23.3	13.5	19.0	12.5	16.4
5 t/ha dolomiittikalkkia	18.8	18.4	16.2	21.6	14.2	20.1	14.1	17.4
5 t/ha Siilinjärven kalkkia	14.8	20.4	16.2	21.5	14.5	19.8	13.5	15.2
5 t/ha rakeistettua Siilinjärven kalkkia	14.8	21.3	14.9	21.0	14.5	17.2	14.7	17.6
10 t/ha dolomiittikalkkia	18.2	18.6	16.3	20.6	14.1	19.6	13.2	17.8
10 t/ha Siilinjärven kalkkia	15.9	19.3	19.0	21.4	14.6	19.7	13.8	17.1
10 t/ha rakeistettua Siilinjärven kalkkia	15.8	19.4	15.3	22.0	14.6	19.3	13.0	17.9

LIITE 14. Odelman (2. niitto) typpipitoisuus, g/kg k.a., eri kalkitustasoilla, lannoitustasoilla ja koepaikoilla vuonna 1980.

	Pohjois-Savon koeasema		Pohjois-Pohjanmaan koeasema		Kainuun koeasema		Karjalan koeasema	
	<u>Lannoitus</u> niukka	<u>Lannoitus</u> runsas	<u>Lannoitus</u> niukka	<u>Lannoitus</u> runsas	<u>Lannoitus</u> niukka	<u>Lannoitus</u> runsas	<u>Lannoitus</u> niukka	<u>Lannoitus</u> runsas
Ei kalkkia	17.3	24.3	13.3	16.4	21.9	21.0	18.9	17.0
5 t/ha dolomiittikalkkia	19.7	23.7	19.7	13.8	22.3	21.5	19.2	17.2
5 t/ha Siilinjärven kalkkia	19.0	23.3	20.2	13.9	22.2	21.2	19.3	17.3
5 t/ha rakeistettua Siilinjärven kalkkia	19.1	23.8	21.0	12.5	22.4	21.0	19.4	16.8
10 t/ha dolomiittikalkkia	20.9	24.7	13.6	14.0	22.3	24.6	21.1	17.2
10 t/ha Siilinjärven kalkkia	19.3	23.2	13.0	15.0	21.2	23.8	22.6	17.1
10 t/ha rakeistettua Siilinjärven kalkkia	20.9	22.4	16.6	19.6	21.7	23.3	18.9	17.2

LIITE 15. Heinän (1. niitto) typpipitoisuus, g/kg k.a., eri kalkitustasoilla, lannoitustasoilla ja koepaikoilla vuonna 1981.

	Pohjois-Savon koeasema <u>Lannoitus</u>		Pohjois-Pohjanmaan koeasema <u>Lannoitus</u>		Kainuun koeasema <u>Lannoitus</u>		Karjalan koeasema <u>Lannoitus</u>	
	niukka	runsas	niukka	runsas	niukka	runsas	niukka	runsas
Ei kalkkia	15.1	17.5	13.8	19.7	16.5	23.7	12.4	16.3
5 t/ha dolomiittikalkkia	16.5	18.0	15.5	18.8	17.0	20.4	13.1	15.6
5 t/ha Siilinjärven kalkkia	16.4	18.9	18.8	18.9	17.6	21.0	12.3	16.5
5 t/ha rakeistettua Siilinjärven kalkkia	17.1	18.4	15.1	18.5	16.9	21.6	12.5	15.1
10 t/ha dolomiittikalkkia	16.8	18.3	14.8	17.2	16.4	21.6	15.1	15.1
10 t/ha Siilinjärven kalkkia	18.0	18.1	14.0	17.8	16.1	21.4	15.7	15.8
10 t/ha rakeistettua Siilinjärven kalkkia	16.9	18.5	14.5	16.9	16.8	22.1	14.7	16.1

LIITE 16. Odelman (2. niitto) typpipitoisuus, g/kg k.a., eri kalkitustasoilla ja koepaikoilla vuonna 1981.

	Pohjois-Savon koeasema <u>Lannoitus</u>		Pohjois-Pohjanmaan koeasema <u>Lannoitus</u>		Kainuun koeasema <u>Lannoitus</u>		Karjalan koeasema <u>Lannoitus</u>	
	niukka	runsas	niukka	runsas	niukka	runsas	niukka	runsas
Ei kalkkia	29.1	32.0	22.7	20.1	25.0	21.2	15.6	16.2
5 t/ha dolomiittikalkkia	29.2	34.4	23.1	22.3	29.3	20.4	16.2	15.7
5 t/ha Siilinjärven kalkkia	30.7	34.1	25.4	20.9	26.5	21.1	16.4	16.2
5 t/ha rakeistettua Siilinjärven kalkkia	27.5	31.8	22.9	22.4	27.0	21.0	15.4	16.5
10 t/ha dolomiittikalkkia	29.2	34.4	23.7	21.0	29.9	23.6	16.7	16.9
10 t/ha Siilinjärven kalkkia	30.0	33.8	24.8	21.7	28.6	22.8	16.1	16.5
10 t/ha rakeistettua Siilinjärven kalkkia	30.7	32.2	24.7	22.1	27.9	23.5	16.2	16.6

LIITE 17. Heinän (1. niitto) fosforipitoisuus, g/kg k.a., eri kalkitustasoilla, lannoitustasoilla ja koepaikoilla vuonna 1980.

	Pohjois-Savon koeasema		Pohjois-Pohjanmaan koeasema		Kainuun koeasema		Karjalan koeasema	
	<u>Lannoitus</u> niukka	runsas	<u>Lannoitus</u> niukka	runsas	<u>Lannoitus</u> niukka	runsas	<u>Lannoitus</u> niukka	runsas
Ei kalkkia	1,64	1,96	3,02	3,51	2,33	2,54	2,36	2,46
5 t/ha dolomiittikalkkia	1,86	1,87	2,90	3,45	2,34	2,50	2,49	2,63
5 t/ha Siilinjärven kalkkia	1,66	1,81	2,91	3,29	2,42	2,52	2,46	2,61
5 t/ha rakeistettua Siilinjärven kalkkia	1,71	1,90	2,78	3,28	2,31	2,36	2,61	2,76
10 t/ha dolomiittikalkkia	1,76	1,93	2,94	2,98	2,35	2,36	2,44	2,69
10 t/ha Siilinjärven kalkkia	1,61	2,05	3,15	3,26	2,36	2,55	2,46	2,70
10 t/ha rakeistettua Siilinjärven kalkkia	1,64	1,92	2,94	3,20	2,43	2,44	2,51	2,71

LIITE 18. Odelman (2. niitto) fosforipitoisuus, g/kg k.a., eri kalkitustasoilla, lannoitustasoilla ja koepaikoilla vuonna 1980.

	Pohjois-Savon koeasema		Pohjois-Pohjanmaan koeasema		Kainuun koeasema		Karjalan koeasema	
	<u>Lannoitus</u> niukka	runsas	<u>Lannoitus</u> niukka	runsas	<u>Lannoitus</u> niukka	runsas	<u>Lannoitus</u> niukka	runsas
Ei kalkkia	2,66	2,71	2,35	2,52	3,51	3,43	3,14	3,21
5 t/ha dolomiittikalkkia	2,77	2,84	2,40	2,45	3,35	2,23	3,13	3,31
5 t/ha Siilinjärven kalkkia	2,69	2,66	2,35	2,44	3,29	3,30	3,16	3,35
5 t/ha rakeistettua Siilinjärven kalkkia	2,77	2,74	2,34	2,47	3,41	3,28	3,17	3,18
10 t/ha dolomiittikalkkia	3,83	2,93	2,32	2,46	3,11	3,37	3,33	3,31
10 t/ha Siilinjärven kalkkia	2,73	2,74	2,46	2,48	3,20	3,48	3,43	3,38
10 t/ha rakeistettua Siilinjärven kalkkia	3,83	2,74	2,37	2,42	3,37	3,27	3,28	3,32

LIITE 19. Heinän (1. niitto) fosforipitoisuus, g/kg k.a., eri kalkitustasoilla, lannoitustasoilla ja koepaikoilla vuonna 1981.

	Pohjois-Savon koeasema		Pohjois-Pohjanmaan koeasema		Kainuun koeasema		Karjalan koeasema	
	<u>Lannoitus</u>		<u>Lannoitus</u>		<u>Lannoitus</u>		<u>Lannoitus</u>	
	niukka	runsas	niukka	runsas	niukka	runsas	niukka	runsas
Ei kalkkia	2.21	2.34	2.63	3.25	3.06	3.60	2.42	2.87
5 t/ha dolomiittikalkkia	2.33	2.38	2.76	3.25	3.10	3.35	2.53	2.86
5 t/ha Siilinjärven kalkkia	2.69	2.40	3.02	3.14	3.16	3.44	2.45	2.83
5 t/ha rakeistettua Siilinjärven kalkkia	2.34	2.37	2.68	3.15	2.08	3.49	2.53	2.82
10 t/ha dolomiittikalkkia	2.37	2.35	2.73	2.97	3.13	3.44	2.64	2.83
10 t/ha Siilinjärven kalkkia	2.39	2.37	2.69	3.08	3.01	3.42	2.76	2.88
10 t/ha rakeistettua Siilinjärven kalkkia	2.18	2.41	2.66	2.95	3.14	3.45	2.56	2.90

LIITE 20. Odelman (2. niitto) fosforipitoisuus, g/kg k.a., eri kalkitustasoilla, lannoitustasoilla ja koepaikoilla vuonna 1981.

	Pohjois-Savon koeasema		Pohjois-Pohjanmaan koeasema		Kainuun koeasema		Karjalan koeasema	
	<u>Lannoitus</u>		<u>Lannoitus</u>		<u>Lannoitus</u>		<u>Lannoitus</u>	
	niukka	runsas	niukka	runsas	niukka	runsas	niukka	runsas
Ei kalkkia	3.45	3.67	3.58	3.50	3.88	3.81	2.64	2.86
5 t/ha dolomiittikalkkia	3.47	3.89	3.59	3.63	4.37	3.85	2.76	2.91
5 t/ha Siilinjärven kalkkia	3.57	3.78	4.02	3.40	4.05	3.67	2.75	2.93
5 t/ha rakeistettua Siilinjärven kalkkia	3.31	3.62	3.53	3.80	4.17	3.63	2.65	2.94
10 t/ha dolomiittikalkkia	3.45	3.79	3.69	3.56	4.31	3.75	2.79	3.09
10 t/ha Siilinjärven kalkkia	3.52	3.29	3.84	3.59	4.15	3.72	2.73	2.89
10 t/ha rakeistettua Siilinjärven kalkkia	3.52	3.71	3.81	3.64	4.07	3.72	2.74	2.93

LIITE 21. Heinän (1. niitto) kaliumpitoisuus, g/kg k.a., eri kalkitustasoilla, lannoitustasoilla ja koepaikoilla vuonna 1980.

	Pohjois-Savon koeasema <u>Lannoitus</u>		Pohjois-Pohjanmaan koeasema <u>Lannoitus</u>		Kainuun koeasema <u>Lannoitus</u>		Karjalan koeasema <u>Lannoitus</u>	
	niukka	runsas	niukka	runsas	niukka	runsas	niukka	runsas
Ei kalkkia	21.9	27.6	27.5	35.6	19.9	21.4	26.1	29.7
5 t/ha dolomiittikalkkia	23.8	25.7	27.8	35.3	18.6	21.6	25.5	31.3
5 t/ha Siilinjärven kalkkia	20.9	25.4	27.8	34.5	18.6	20.6	25.5	31.3
5 t/ha rakeistettua Siilinjärven kalkkia	20.8	25.8	26.8	34.7	19.6	19.2	26.1	33.3
10 t/ha dolomiittikalkkia	23.8	25.2	28.2	32.2	19.0	21.5	26.2	31.4
10 t/ha Siilinjärven kalkkia	22.2	25.8	29.7	34.3	19.7	22.2	26.3	31.0
10 t/ha rakeistettua Siilinjärven kalkkia	21.0	26.3	27.5	32.9	19.4	20.5	26.8	31.0

LIITE 22. Odelman (2. niitto) kaliumpitoisuus, g/kg k.a., eri kalkitustasoilla, lannoitustasoilla ja koepaikoilla vuonna 1980.

	Pohjois-Savon koeasema <u>Lannoitus</u>		Pohjois-Pohjanmaan koeasema <u>Lannoitus</u>		Kainuun koeasema <u>Lannoitus</u>		Karjalan koeasema <u>Lannoitus</u>	
	niukka	runsas	niukka	runsas	niukka	runsas	niukka	runsas
Ei kalkkia	29.5	32.2	21.7	26.4	27.7	24.0	34.1	36.3
5 t/ha dolomiittikalkkia	29.6	33.2	25.6	24.4	25.9	24.3	33.9	36.3
5 t/ha Siilinjärven kalkkia	30.3	32.1	23.9	25.6	23.7	22.3	33.9	37.3
5 t/ha rakeistettua Siilinjärven kalkkia	30.2	32.6	23.9	25.5	26.5	22.9	34.6	35.9
10 t/ha dolomiittikalkkia	32.0	33.5	21.7	24.7	25.5	24.4	37.1	36.2
10 t/ha Siilinjärven kalkkia	30.7	31.9	22.3	26.4	25.7	25.3	39.0	38.5
10 t/ha rakeistettua Siilinjärven kalkkia	30.3	31.6	23.1	25.4	28.7	22.9	35.5	36.8

LIITE 23. Heinän (1. niitto) kaliumpitoisuus, g/kg k.a., eri kalkitustasoilla, lannoitustasoilla ja koepaikoilla 1981.

	Pohjois-Savon koeasema		Pohjois-Pohjanmaan koeasema		Kainuun koeasema		Karjalan koeasema	
	<u>Lannoitus</u>		<u>Lannoitus</u>		<u>Lannoitus</u>		<u>Lannoitus</u>	
	niukka	runsas	niukka	runsas	niukka	runsas	niukka	runsas
Ei kalkkia	20.0	21.4	22.6	27.8	22.9	20.9	23.5	27.6
5 t/ha dolomiittikalkkia	21.3	21.6	23.6	27.4	22.3	19.2	25.3	27.5
5 t/ha Siilinjärven kalkkia	23.9	23.0	26.1	26.1	22.0	18.9	23.7	26.0
5 t/ha rakeistettua Siilinjärven kalkkia	21.5	21.7	23.3	26.6	22.3	19.4	24.7	25.5
10 t/ha dolomiittikalkkia	22.1	22.3	22.8	25.6	21.5	18.8	26.3	26.2
10 t/ha Siilinjärven kalkkia	22.0	21.9	22.7	25.9	21.5	18.8	27.0	26.7
10 t/ha rakeistettua Siilinjärven kalkkia	20.6	21.8	22.9	24.7	22.4	18.9	25.0	26.8

LIITE 24. Odelman (2. niitto) kaliumpitoisuus, g/kg k.a., eri kalkitustasoilla, lannoitustasoilla ja koepaikoilla 1981.

	Pohjois-Savon koeasema		Pohjois-Pohjanmaan koeasema		Kainuun koeasema		Karjalan koeasema	
	<u>Lannoitus</u>		<u>Lannoitus</u>		<u>Lannoitus</u>		<u>Lannoitus</u>	
	niukka	runsas	niukka	runsas	niukka	runsas	niukka	runsas
Ei kalkkia	28.8	30.0	27.6	27.4	29.5	18.5	22.8	23.2
5 t/ha dolomiittikalkkia	28.4	32.2	26.9	23.7	19.6	18.4	23.5	22.6
5 t/ha Siilinjärven kalkkia	29.9	32.2	29.1	28.2	20.8	17.0	23.7	22.3
5 t/ha rakeistettua Siilinjärven kalkkia	26.6	30.3	27.6	29.3	20.1	16.2	22.7	23.3
10 t/ha dolomiittikalkkia	29.6	32.2	28.0	28.7	18.8	18.4	23.0	24.3
10 t/ha Siilinjärven kalkkia	29.7	27.5	29.0	27.9	18.3	18.8	22.7	23.1
10 t/ha rakeistettua Siilinjärven kalkkia	29.7	31.0	28.8	27.7	19.7	18.5	22.3	24.2

LIITE 25. Heinän (1. niitto) kalsiumpitoisuus, g/kg k.a., eri kalkitustasoilla, lannoitustasoilla ja koepaikoilla vuonna 1980.

	Pohjois-Savon koeasema <u>Lannoitus</u>		Pohjois-Pohjanmaan koeasema <u>Lannoitus</u>		Kainuun koeasema <u>Lannoitus</u>		Karjalan koeasema <u>Lannoitus</u>	
	niukka	runsas	niukka	runsas	niukka	runsas	niukka	runsas
Ei kalkkia	2.82	4.22	2.50	3.79	3.05	3.56	1.87	2.19
5 t/ha dolomiittikalkkia	4.21	4.05	3.62	3.26	3.75	3.99	2.43	2.36
5 t/ha Siilinjärven kalkkia	3.17	4.60	3.39	3.18	4.15	3.99	2.25	2.41
5 t/ha rakeistettua Siilinjärven kalkkia	3.20	4.60	2.87	3.02	3.79	3.54	2.34	2.71
10 t/ha dolomiittikalkkia	4.04	3.96	3.08	3.26	3.77	4.33	2.83	2.86
10 t/ha Siilinjärven kalkkia	3.66	4.86	3.10	3.71	4.06	4.68	3.13	2.97
10 t/ha rakeistettua Siilinjärven kalkkia	3.55	4.56	3.46	3.53	3.86	4.45	2.33	2.78

LIITE 26. Odelman (2. niitto) kalsiumpitoisuus, g/kg k.a., eri kalkitustasoilla, lannoitustasoilla ja koepaikoilla vuonna 1980.

	Pohjois-Savon koeasema <u>Lannoitus</u>		Pohjois-Pohjanmaan koeasema <u>Lannoitus</u>		Kainuun koeasema <u>Lannoitus</u>		Karjalan koeasema <u>Lannoitus</u>	
	niukka	runsas	niukka	runsas	niukka	runsas	niukka	runsas
Ei kalkkia	3.01	3.50	4.79	3.10	6.07	4.72	2.50	2.15
5 t/ha dolomiittikalkkia	3.54	3.66	9.81	3.16	9.52	4.84	3.45	2.27
5 t/ha Siilinjärven kalkkia	3.92	3.85	10.56	3.26	8.38	5.98	3.21	2.53
5 t/ha rakeistettua Siilinjärven kalkkia	3.64	3.63	8.44	3.16	7.17	6.20	3.51	2.45
10 t/ha dolomiittikalkkia	3.82	3.89	5.56	3.55	10.62	6.82	5.68	2.61
10 t/ha Siilinjärven kalkkia	3.59	3.87	4.02	3.59	9.42	6.71	6.66	2.74
10 t/ha rakeistettua Siilinjärven kalkkia	3.83	3.70	8.10	3.57	9.27	5.73	4.63	2.64

LIITE 27. Heinän (1. niitto) kalsiumpitoisuus, g/kg k.a., eri kalkitustasoilla, lannoitustasoilla ja koepaikoilla vuonna 1981.

	Pohjois-Savon koeasema		Pohjois-Pohjanmaan koeasema		Kainuun koeasema		Karjalan koeasema	
	<u>Lannoitus</u> niukka	<u>Lannoitus</u> runsas	<u>Lannoitus</u> niukka	<u>Lannoitus</u> runsas	<u>Lannoitus</u> niukka	<u>Lannoitus</u> runsas	<u>Lannoitus</u> niukka	<u>Lannoitus</u> runsas
Ei kalkkia	2.73	2.81	1.84	2.13	2.14	2.98	1.27	1.54
5 t/ha dolomiittikalkkia	3.72	2.65	3.24	2.30	3.35	2.61	1.99	1.62
5 t/ha Siilinjärven kalkkia	3.37	2.92	4.17	2.25	3.45	3.12	1.62	1.90
5 t/ha rakeistettua Siilinjärven kalkkia	3.46	2.51	2.91	2.30	2.98	2.97	1.98	1.76
10 t/ha dolomiittikalkkia	2.99	3.11	2.64	2.30	3.50	3.79	3.44	2.20
10 t/ha Siilinjärven kalkkia	3.28	3.20	3.04	2.43	3.12	3.62	3.96	2.12
10 t/ha rakeistettua Siilinjärven kalkkia	3.22	2.79	2.49	2.59	3.65	3.99	2.86	2.04

LIITE 28. Odelman (2. niitto) kalsiumpitoisuus, g/kg k.a., eri kalkitustasoilla, lannoitustasoilla ja koepaikoilla vuonna 1981.

	Pohjois-Savon koeasema		Pohjois-Pohjanmaan koeasema		Kainuun koeasema		Karjalan koeasema	
	<u>Lannoitus</u> niukka	<u>Lannoitus</u> runsas	<u>Lannoitus</u> niukka	<u>Lannoitus</u> runsas	<u>Lannoitus</u> niukka	<u>Lannoitus</u> runsas	<u>Lannoitus</u> niukka	<u>Lannoitus</u> runsas
Ei kalkkia	2.93	2.81	4.08	2.40	7.46	5.05	2.08	1.64
5 t/ha dolomiittikalkkia	2.94	2.71	4.65	2.68	12.16	5.10	2.44	1.80
5 t/ha Siilinjärven kalkkia	3.00	2.71	5.76	2.63	10.90	6.00	2.27	2.18
5 t/ha rakeistettua Siilinjärven kalkkia	3.16	2.64	4.80	2.96	10.89	6.50	2.16	2.02
10 t/ha dolomiittikalkkia	3.02	2.83	4.50	2.82	13.57	7.07	2.65	1.92
10 t/ha Siilinjärven kalkkia	2.97	3.08	4.95	3.33	12.90	7.93	2.51	2.09
10 t/ha rakeistettua Siilinjärven kalkkia	2.96	2.83	5.21	3.17	11.30	7.20	2.72	2.10

LIITE 29. Heinän (1. niitto) magnesiumpitoisuus, g/kg k.a., eri kal-
kitustasoilla, lannoitustasoilla ja koepaikoilla vuonna
1980.

	Pohjois-Savon koeasema		Pohjois-Pohjanmaan koeasema		Kainuun koeasema		Karjalan koeasema	
	<u>Lannoitus</u> niukka	runsas	<u>Lannoitus</u> niukka	runsas	<u>Lannoitus</u> niukka	runsas	<u>Lannoitus</u> niukka	runsas
Ei kalkkia	0.96	1.62	1.45	2.03	1.76	2.32	0.64	0.77
5 t/ha dolomiittikalkkia	1.47	1.46	1.76	2.00	2.11	2.45	0.90	0.95
5 t/ha Siilinjärven kalkkia	1.03	1.62	1.61	1.87	2.12	2.46	0.77	0.86
5 t/ha rakeistettua Siilinjärven kalkkia	1.06	1.68	1.40	1.84	1.99	2.10	0.77	0.94
10 t/ha dolomiittikalkkia	1.45	1.44	1.68	1.94	1.95	2.65	0.96	1.12
10 t/ha Siilinjärven kalkkia	1.19	1.69	1.57	2.02	1.84	2.50	0.99	1.07
10 t/ha rakeistettua Siilinjärven kalkkia	1.19	1.55	1.40	2.02	1.76	2.52	0.76	1.00

LIITE 30. Odelman (2. niitto) magnesiumpitoisuus, g/kg k.a., eri kal-
kitustasoilla, lannoitustasoilla ja koepaikoilla vuonna
1980.

	Pohjois-Savon koeasema		Pohjois-Pohjanmaan koeasema		Kainuun koeasema		Karjalan koeasema	
	<u>Lannoitus</u> niukka	runsas	<u>Lannoitus</u> niukka	runsas	<u>Lannoitus</u> niukka	runsas	<u>Lannoitus</u> niukka	runsas
Ei kalkkia	1.13	1.60	1.91	1.79	2.85	1.93	0.94	0.84
5 t/ha dolomiittikalkkia	1.30	1.52	3.41	1.73	3.99	2.93	1.18	0.93
5 t/ha Siilinjärven kalkkia	1.30	1.61	3.73	1.75	3.48	3.16	1.05	0.93
5 t/ha rakeistettua Siilinjärven kalkkia	1.29	1.51	2.92	1.63	3.14	3.08	1.10	0.87
10 t/ha dolomiittikalkkia	1.43	1.60	2.16	1.85	4.13	3.84	1.69	1.04
10 t/ha Siilinjärven kalkkia	1.28	1.54	1.70	1.75	3.39	3.51	1.70	0.98
10 t/ha rakeistettua Siilinjärven kalkkia	1.42	1.44	2.83	1.65	3.32	3.03	1.28	0.93

LIITE 31. Heinän (1. niitto) magnesiumpitoisuus, g/kg k.a., eri kal-
kitustasoilla, lannoitustasoilla ja koepaikoilla vuonna
1981.

	Pohjois-Savon koeasema		Pohjois-Pohjanmaan koeasema		Kainuun koeasema		Karjalan koeasema	
	<u>Lannoitus</u> niukka	<u>Lannoitus</u> runsas	<u>Lannoitus</u> niukka	<u>Lannoitus</u> runsas	<u>Lannoitus</u> niukka	<u>Lannoitus</u> runsas	<u>Lannoitus</u> niukka	<u>Lannoitus</u> runsas
Ei kalkkia	1.02	1.08	1.04	1.42	1.46	2.25	0.56	0.66
5 t/ha dolomiittikalkkia	1.31	1.06	1.48	1.45	1.91	1.94	1.78	0.79
5 t/ha Siilinjärven kalkkia	1.22	1.16	1.73	1.40	1.84	2.09	0.66	0.78
5 t/ha rakeistettua Siilinjärven kalkkia	1.25	1.00	1.29	1.41	1.63	2.00	0.71	0.75
10 t/ha dolomiittikalkkia	1.12	1.17	1.27	1.39	1.88	2.54	1.16	0.97
10 t/ha Siilinjärven kalkkia	1.17	1.13	1.07	1.34	1.63	2.20	1.18	0.85
10 t/ha rakeistettua Siilinjärven kalkkia	1.15	1.09	1.21	1.41	1.67	2.30	0.95	0.82

LIITE 32. Odelman (2. niitto) magnesiumpitoisuus, g/kg k.a., eri kal-
kitustasoilla, lannoitustasoilla ja koepaikoilla vuonna
1981.

	Pohjois-Savon koeasema		Pohjois-Pohjanmaan koeasema		Kainuun koeasema		Karjalan koeasema	
	<u>Lannoitus</u> niukka	<u>Lannoitus</u> runsas	<u>Lannoitus</u> niukka	<u>Lannoitus</u> runsas	<u>Lannoitus</u> niukka	<u>Lannoitus</u> runsas	<u>Lannoitus</u> niukka	<u>Lannoitus</u> runsas
Ei kalkkia	1.08	1.07	1.48	1.38	2.87	2.58	0.54	0.48
5 t/ha dolomiittikalkkia	1.10	1.16	1.56	1.51	4.17	2.59	0.68	0.58
5 t/ha Siilinjärven kalkkia	1.14	1.10	1.87	1.38	3.71	2.87	0.61	0.62
5 t/ha rakeistettua Siilinjärven kalkkia	1.04	1.01	1.54	1.58	3.67	2.84	0.57	0.58
10 t/ha dolomiittikalkkia	1.14	1.20	1.66	1.50	4.38	3.24	0.72	0.71
10 t/ha Siilinjärven kalkkia	1.08	1.15	1.57	1.55	3.80	3.15	0.63	0.63
10 t/ha rakeistettua Siilinjärven kalkkia	1.10	1.09	1.61	1.47	3.44	2.98	0.67	0.62

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. MULTAMÄKI, 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. Jordanalytiska metoder 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

1. Tiivistelmät eräistä MTTK:n julkaisuista 1983. 74 p.
2. ESALA, M. & LARPES, G. Kevätviljojen sijoituslannoitus savimailla. 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. Kasvihuonetomaatin viljelylämpötiloista. Kasvihuonekurkun tuentamenetelmien vertailua. Sijoituslannoitus ja kasvualustan ilmastus kasvihuonekurkulla ja tomaattilla. 21 p.
6. VUORINEN, M. Italianraiheinä ja viljat tuorerehuna. 17 p.
7. ANISZEWSKI, T. Lupiini viherlannoituskasvina. Arviointeja esikokeiden 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. Kuonakalkituskoekokeiden tuloksia 1978-83. 42 p.
11. SIPPOLA, J. & SAARELA, I. Eräät maa-analyysimenetelmät fosforilannoitustarpeen ilmaisijoina. 20 p.
12. RAVANTTI, S. Terhi-punanata. 37 p.
13. URVAS, L. & HYVÄRINEN, S. Kolme ravinnesuhdetta Suomen maalajeissa. 10 p.
14. ANSALEHTO, A., ELOMAA, E., ESALA, M., KERSALO, J. & NORDLUND, A. Maatalouden sääpalvelukokeilu kesällä 1983. 101 p.
15. MUSTONEN, L., PULLI, S., RANTANEN, O. & MATTILA, L. Virallisten lajikekokeiden tuloksia 1976-1983. 202 p. + 4 liitettä.
16. JUNNILA, S. Ympäristötekijöiden vaikutus herbisidien käyttäytymiseen maassa. Kirjallisuustutkimus. 15 p. + 4 liitettä.
17. PESSALA, R., HAKKOLA, H. & VALMARI, A. Kylvöajan merkitys porkkanan viljelyssä. 22 p.
18. NISULA, H. Uusimpia tuloksia Ruukin lihanautakokeista. 39 p.
19. SAARELA, I. Kevätöljykasvien boorilannoitus. 122 p. + 2 liitettä.
20. URVAS, L. Maaperäkarttaselitys. PÖRÄ - HARJAVALLA. 28 p. + 14 liitettä.
21. LEHTINEN, S. Avomaavihannesten lannoitus- ja kastelukokeet 1978-1983. 62 p. + 17 liitettä.
22. ANISZEWSKI, T. & SIMOJOKI, P. Rikkakasvien siementen määrä ja elinvoima eräillä MTTK:n kiertokoealueilla. Kirjallisuustutkimus ja MTTK:n kolmen tutkimusaseman näytteiden analyysi. p. 1-38.
- PALDANIUS, E. & SIMOJOKI, P. Rikkakasvien siementen määrä ja elinvoima Satakunnan ja Etelä-Pohjanmaan tutkimusasemien maanäytteissä. p. 39-56.

23. RINNE, S-L. & SIPPOLA, J. Maatalouden jätteen kompostointi. 52 p.

I Typpi- ja fosforilisä oljen kompostoinnissa

II Maatalouden jätteet kompostin raaka-aineina

III Kompostin arvo lannoitteena

1985

2. ANSALEHTO, A., ELOMAA, E., ESALA, M., NORDLUND, A. & PILLI-SIHVOLA, Y.
Maatalouden sääpalvelukokeilu kesällä 1984. 127 p.

3. ETTALA, E. Säilörehu Maatalouden tutkimuskeskuksen lypsykarjakokeissa
1970 - luvulla. 270 p.

5. TUORI, M., NISULA, H. Ruokintarutiinien merkitys naudoilla. Kirjallisuus-
tutkimus. 38 p.

7. AURA, E. Avomaan vihannesten veden ja typen tarve.
Nitrogen and water requirements for carrot, beetroot, onion and cabbage.
61 p.

8. Puutarhaosaston tutkimustuloksia. Taimitarha ja dendrologia. 94 p.

9. KEMPPAINEN, E. Kuivikkeen vaikutus lannan arvoon.
Kuivikkeiden ammoniakki sitomiskyky. 25 p.

11. JAAKKOLA, A., ETTALA, E., HAKKOLA, H., HEIKKILÄ, R. & VUORINEN, M.
Siilinjärven kalkki kalkitusaineena. 53 p.

