

## Tuloksia eri suuruisten kalkkimäärien kokeista kiinteillä koekentillä vuoteen 1972 saakka

TUOMAS KERÄNEN

*Maatalouden tutkimuskeskus, maanviljelyskemian ja -fysiikan laitos, 01300 Vantaa*

### Results from field experiments with different amounts of lime until the year 1972.

TUOMAS KERÄNEN

*Agricultural Research Centre, Department of Agricultural Chemistry and Physics, 01300 Vantaa*

**Abstract.** The main part of the liming experiments reported here consisted of experiments in which 4 t/ha (24 experiments and 139 harvests) and 8 t/ha (30 experiments and 182 harvests) of limestone was used. The experiments lasted on an average 6 years. The most common plants were ley harvested as hay, oats and barley. The yield increase caused by the liming of 4 t/ha was higher (210 food units/ha) than in the phosphate fertilization — liming experiment reported earlier (129 Fu/ha). The fertilization with P and K was in both series of experiments the same and adequate as compared with N application, but in the experiments reported here the amount of N fertilizer (36 kg/ha N) was larger than in the phosphate fertilization — liming experiment (28 kg/ha N). In three experiment continuing 16–18 years the yield in the beginning decreased, but increased later nearly parallel with the amount of N fertilizers used. The yield response to 4 t/ha of ground limestone was in the first 3-year period 114 Fu/ha and in the last 212 Fu/ha, the response to 8 t/ha 154 and 386 Fu/ha respectively. The amount of fertilizer N was at the beginning 16 kg/ha, and at the end 50 kg/ha. The P and K applications were adequate both at the beginning and at the end. In the light of the experimental results it has been concluded that in long-term cultivation the effect of liming appears and continues only if the plants receive all nutrients adequately and proportionately.

Vuosina 1928–38 suoritettiin eri puolilla maatamme noin 500 kalkituskoetta. Maatalouskoelaitoksen maanviljelyskemian ja -fysiikan osastolle koottujen satotulosten ja siellä tehtyjen määritysten perusteella saatiin laaja selvitys kalkituksen antamista sadonlisäyksistä eri maalajeilla ja viljelyskasveilla, peltojemme happamuudesta ja vaihtuvan kalkin määrästä sekä osittain kalkin huuhtoutumisestakin (TUORILA ym. 1939). Osa kokeista sijaitsi mainitun osaston hoidossa olevilla kiinteillä koekentillä ja muutama koe jatkuvi vielä alussa mainitun ajan jälkeenkin. Uusia eri suuruisten kalkkimäärien kokeita, joiden tuloksia selostetaan seuraavassa, perustettiin tämän jälkeen vasta vuodesta 1948 alkaen.

Koeaineiston muodostaneet kokeet on lueteltu taulukossa 1. Uusintakalkituksesta lähtien on koe katsottu uudeksi kokeeksi (kokeet 3, 12, 17, 26 ja 27). Kokeita on ollut hieta-, hiesu-, liejusavi ja turvemaiilla. Hietamaat sijaitivat

Taulukko 1. Koeaineisto maalajiryhmittäin.  
Table 1. Experimental material in different soil groups.

Koe Experiment No.	Koeipaikka Site	Kalkitus- vuosi Liming year	Satoja kpl No. of yields	Maan — Soil		Lannoitus Fertilization		
				pH	Ca mg/l	kg/ha		
						N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O
Hietamaat — Sand soils								
1	V. Ahola, Lappajärvi	1956	5	5.62	800	16	83	50
2	T. Tuorila, Himanka	1959	1	3.92	260	31	72	150
3	»	1960	10	3.92	260	50	72	162
4	M. Hautala, Lohtaja	1963	5	4.60	955	50	72	162
5	K. Pajunpää, Kälviä	1963	4	5.10	780	50	72	150
6	H. Märsylä, Himanka	1969	4	5.40	780	50	36	120
Keskiarvo — Mean				4.76	639	41	68	132
Hiesut — Silt soils								
7	Mm-koulu, Nurmes	1968	4	6.73	2 210	50	36	60
8	Itä-Hämeen koetila, Hartola	1969	4	5.70	750	50	36	120
9	O. Jäntti, Pihtipudas	1969	4	5.74	750	50	36	120
Keskiarvo — Mean				6.06	1 237	50	36	100
Liejusavet — Gyttja clay soils								
10	N. Suominen, Nakkila	1948	16	5.23	565	22	44	84
11	K. Hakanpää, »	1948	7	5.18	750	16	45	80
12	»	1955	9	5.18	750	27	43	87
13	J. Jokitulppo, »	1948	4	7.48	2 760	16	44	80
14	T. Pirhonen, Porin mlk	1953	18	4.39	900	35	51	97
15	E. Nikkonen, Luvia	1955	15	5.10	1 355	36	65	106
16	J. Uusi-Hanko, Porin mlk	1956	5	4.41	1 755	21	108	98
17	»	1961	10	4.41	1 755	48	58	116
18	P. Flycktig, »	1961	9	7.02	1 585	47	60	111
19	S. Sjöblom, »	1961	11	5.82	1 755	46	62	111
20	J. Issakoff, Eura	1969	3	4.83	1 185	50	36	120
21	Mustialan koulutila, Tammela	1969	3	5.58	2 180	50	36	60
Keskiarvo — Mean				5.36	1 441	35	54	96
Turvemaa — Peat soils								
22	M. Kumpulainen, Pihtipudas	1929	9	5.19	1 105	5	56	88
23	V. Hokkanen, Peipohja	1948	8	5.90	1 185	16	46	80
24	V. Alasimi, Kälviä	1948	2	5.22	2 605	16	36	80
25	V. Bragge, Kankaanpää	1950	4	4.30	1 260	16	70	100
26	»	1954	7	4.30	1 260	36	69	120
27	»	1961	8	4.30	1 260	50	72	120
28	J. Korpela, Lappajärvi	1956	4	5.02	1 030	12	52	31
29	P. Koskela, Alajärvi	1960	1	5.55	665	50	208	125
30	Mm-koulu, »	1962	1	5.58	1 570	50	144	150
31	J. Pihlajakangas, Kälviä	1968	2	5.09	715	50	72	180
32	Pelson varavankila, Vaala	1970	2	5.00	1 450	50	36	120
Keskiarvo — Mean				5.04	1 283	32	78	109
Kaikki kokeet, keskiarvo All experiments, mean				5.21	1 217	36	63	107

suurimmaksi osaksi Keski-Pohjanmaalla, liejusavet Satakunnassa ja turvemaat näillä molemmilla alueilla. Hieta- ja turvemaiden kentät olivat lähes poikkeuksesta erittäin happamia ja ne sisälsivät vähän vaihtuvaa kalkkia. Liejusavilla sekä happamuus että vaihtuvan kalkin määrä vaihtelivat paljon. Onkin mahdollista, että osa niistä oli kalkittu jo aikaisemmin. Kolmen hiesumaan happamuus oli vähintään tyydyttävä, mutta vain yhdessä oli runsaasti vaihtuvaa kalkkia.

Taulukkoon 1 on merkitty myös keskimääräinen vuotuinen lannoitus. Typpilannoitteena käytettiin aluksi kalkkialpietaria, myöhemmin kalkkiam-

Taulukko 2. Koekasvien keskisadot ilman kalkitusta ja kalkituksen aiheuttama sadon lisäys (sulkeissa kalkitus tn/ha).

Koekasvit: o = ohra, kv = kevätevehnä, r = ruis, k = kaura, vk = vihantakaura, h = niittounrmi  
Table 2. Mean yields without liming and yield increase caused by liming (rate, t/ha in brackets).  
Crops: o = barley, kv = spring wheat, r = rye, k = oats, vk = green forage oats, h = ley for cutting

Koe no. Expt. no.	Koekasvit Crops	Sato ry/ha Yield food units per hectare	Sadonlisäys, ry/ha Yield increase, food units per hectare		
Hietamaat — Sand soils					
1	2 o, 3 h	1 243	629 (2)	731 (4)	953 (8)
2	1 k	33	63 (4)	88 (8)	100 (12)
3	2 o, 1 k, 7 h	898	859 (8)	1181 (16)	1407 (24)
4	2 o, 3 h	2 765	239 (4)	174 (8)	283 (12)
5	2 o, 2 h	2 603	366 (4)	493 (8)	341 (12)
6	2 o, 2 h	2 065	320 (4)	291 (8)	487 (16)
Hiesut — Silt soils					
7	4 o	2 316	41 (2)	125 (8)	170 (32)
8	2 k, 2 h	3 083	55 (4)	— 27 (8)	17 (16)
9	1 o, 1 k, 2 h	1 809	172 (4)	131 (8)	157 (16)
Liejusavet — Gytja clay soils					
10	2 kv, 7 k, 7 h	1 954	210 (4)	382 (8)	431 (12)
11	2 kv, 5 k	1 250	414 (4)	577 (8)	648 (12)
12	3 k, 6 h	1 591	365 (8)	654 (16)	959 (24)
13	4 h	2 800	— 44 (4)	68 (8)	— 112 (12)
14	8 k, 10 h	1 975	127 (2)	195 (4)	257 (8)
15	1 r, 8 k, 6 h	2 238	118 (4)	141 (8)	245 (12)
16	2 k, 3 h	1 782	195 (4)	172 (8)	223 (12)
17	6 k, 4 h	2 104	115 (8)	182 (16)	283 (24)
18	3 o, 3 k, 3 h	1 289	343 (4)	269 (8)	294 (16)
19	3 o, 1 kv, 5 k, 2 h	2 234	145 (4)	177 (8)	287 (16)
20	3 k	3 055	77 (4)	119 (8)	146 (16)
21	2 o, 1 k	2 485	250 (2)	29 (8)	337 (32)
Turvemaat — Peat soils					
22	2 vk, 7 h	1 227	128 (5)	119 (10)	284 (20)
23	1 o, 1 k, 6 h	1 922	80 (4)	109 (8)	142 (12)
24	1 o, 1 k	2 325	— 281 (4)	— 456 (8)	— 4 (12)
25	1 k, 3 h	805	200 (4)	256 (8)	294 (12)
26	4 k, 3 h	938	90 (8)	418 (16)	639 (24)
27	2 o, 1 k, 5 h	1 664	68 (12)	190 (24)	299 (36)
28	2 o, 2 h	2 589	66 (2)	199 (4)	265 (8)
29	1 o	2 570	— 10 (2)	220 (4)	215 (8)
30	1 o	1 930	85 (2)	95 (4)	85 (8)
31	2 h	2 581	272 (4)	207 (8)	99 (12)
32	2 h	2 796	191 (4)	245 (8)	256 (16)

monsalpietaria (oulunsalpietaria). Fosforilannoitus annettiin kotka- ja superfosfaattina ja kalilannoitus 40, 50 ja 60 %:n kalisuolana. Typpilannoituksen määrä lisääntyi vuosina 1948—60 16 kilosta 50 kiloon hehtaarille eli suunnilleen samoin kuin talousviljelyksilläänkin. Fosforilannoituksen määrä vaihteli kokeittain ja vaihtelua lisäsi vielä muutamissa kokeissa alussa annettu peruslannoitus fosfaatilla. Kalilannoituskin vaihteli kokeittain, mutta yleensä se lisääntyi samassa suhteessa kuin kalisuolan kalipitoisuuskin. Keskimäärin oli aluslannoitus runsaampi kuin missään tähän saakka selostetussa, vähintään yhtä monta koetta ja koesatoa sisältäneessä kalkituskoesarjassa.

### Tulokset ja tarkastelu

Taulukkoon 2 on merkitty kaikista kokeista saadut satotulokset. Kunkin sadonlisäystä osoittavan luvun jäljessä on sulkeissa kalkituksen määrää (tn/ha) osoittava luku. Vertaamalla maan happamuutta ja kalkkipitoisuutta (taulukko 1) todettiin sadonlisäykseen havaitaan, että erittäin happamissa ja vähän kalkkia sisältäneissä maissa on kalkituksella saatu sadonlisäys ollut suuri, kuten luonnollista onkin. Näissä maissa kalkkimäärän suurentaminen on yleensä vielä nostanut sadonlisäystä päinvastoin kuin vähemmän happamissa maissa.

Regressioanalyysi osoitti seuraavan riippuvuuden vallitsevan kalkkikivijauheen määrän ( $x_1$ , kg/ha) ja sadonlisäyksen ( $y$ , ry/ha) välillä, silloin kun maan kalkkilukua ei otettu huomioon:

Hietamaat ja hiesut ( $n = 87$ )	$y = 207.50 + 44.787 x_1$	( $R^2 = 25.9\%$ )
Liejusavet ( $n = 333$ )	$y = 148.04 + 12.931 x_1$	( $R^2 = 8.8\%$ )
Turvemaat ( $n = 146$ )	$y = 63.65 + 10.297 x_1$	( $R^2 = 11.6\%$ )
Koko aineisto ( $n = 566$ )	$y = 159.63 + 14.684 x_1$	( $R^2 = 8.1\%$ )

Kaikki regressiokertoimet ja selvitysasteet olivat erittäin merkitseviä ( $P = 0.001$ ). Yhtälöiden selvitysasteet olivat alhaisia. Regressioanalyysiä tarkennettaessa havaittiin maan kalkkiluvun ( $x_2$ , mg/l Ca) huomioonottamisen parantavan yhtälöiden selvitystasetta:

Hietamaat ja hiesut	$y = 455.31 + 59.264 x_1 - 0.076 x_1 x_2$	( $R^2 = 39.5\%$ )
Liejusavet	$y = 114.80 + 43.844 x_1 - 0.021 x_1 x_2$	( $R^2 = 30.8\%$ )
Turvemaat	$y = 58.28 + 33.539 x_1 - 0.018 x_1 x_2$	( $R^2 = 15.5\%$ )
Koko aineisto	$y = 141.72 + 50.833 x_1 - 0.030 x_1 x_2$	( $R^2 = 34.8\%$ )

Regressiokertoimet ja selvitysasteet olivat erittäin merkitseviä ( $P = 0.001$ ) lukuunottamatta turvemaiden  $x_1 x_2$ -termin kerrointa ( $-0.018$ ), jonka merkitsevyys oli  $P = 0.05$ .

Koska kokeita, joissa kalkitus oli alle 4 tai yli 8 tn/ha, oli vähän, on taulukkoon 3 laskettu maalajeittain ilman kalkitusta saadut sadot ja vain mainituilla kalkkimäärillä saadut sadonlisäykset. Happamilla hietamailla sadonlisäys on ollut suuri, vähemmän happamilla liejusavilla keskinkertainen ja hiesuilla pieni. Liejusavia vielä happamammilla turvemaiden vaikutus on jäänyt suhteellisen pieneksi, mikä on todettu aikaisemminkin (TUORILA ym.

Taulukko 3. Ilman kalkitusta saadut sadot ja kalkituksella 4 ja 8 tn/ha saadut sadonlisäykset ry/ha sekä maan pH ja vaihtuva kalkki.

Table 3. Yields without liming and yield increase caused by liming (4 and 8 t/ha), food units per hectare, together with soil pH and exchangeable lime.

Kokeita kpl No. of experiments	Satoja kpl No. of yields	Sato Yield	Sadonlisäys Yield increase		pH	CaCO <sub>3</sub> tn/ha t/ha
			4	8		
<i>Hietamaat — Sand soils</i>						
5 .....	19	2 039	403		4.93	3.9
6 .....	29	1 646		601	4.76	3.5
<i>Hiesut — Silt soils</i>						
2 .....	8	2 446	113		5.72	4.1
3 .....	12	2 403		94	6.06	7.1
<i>Liejusavet — Gyttja clay soils</i>						
9 .....	88	1 984	196		5.50	8.8
12 .....	110	1 977		247	5.36	8.7
<i>Turvemaat — Peat soils</i>						
8 .....	24	2 036	121		5.24	7.8
9 .....	31	1 788		125	5.13	7.8
<i>Koko aineisto — All soils</i>						
24 .....	139	2 051	207		5.31	7.1
30 .....	182	1 897		266	5.25	7.3

Taulukko 4. Eri kasvien ilman kalkitusta saadut sadot ja kalkituksella 4 ja 8 tn/ha saadut sadonlisäykset ry/ha keskimäärin sekä maa pH ja vaihtuva kalkki.

Table 4. Yields without liming and yield increase caused by liming (4 and 8 t/ha) of different crops, food units per hectare, together with soil pH and exchangeable lime (CaCO<sub>3</sub>).

Kasvi Crop	Kokeita kpl No. of exp.	Satoja kpl No. of yields	Sato Yield	Sadonlisäys Yield increase		pH	CaCO <sub>3</sub> tn/ha t/ha
				4	8		
Ohra — <i>Barley</i> .....	12	21	2 143	298		5.56	7.6
» » .....	15	29	2 053		311	5.52	7.8
<i>Kevätvehnä —</i>							
<i>Spring wheat</i> .....	3	5	1 084	488	1 001	5.41	5.9
Ruis — <i>Rye</i> .....	1	1	1 800	150	250	5.10	8.0
Kaura — <i>Oats</i> .....	15	48	1 982	117		5.22	7.7
» » .....	18	60	1 852		177	5.05	7.5
Nurmi — <i>Ley</i> .....	18	64	2 067	185		5.38	7.3
» » .....	22	87	1 951		226	5.22	6.9
<i>Koko aineisto — Whole material</i>							
		139	1 994	210		5.37	7.4
		182	1 900		278	5.25	7.3

1939). Maalajeittain laskettuihin satotuloksiin vaikuttavat maan ominaisuuksien ohella myös koekasvit.

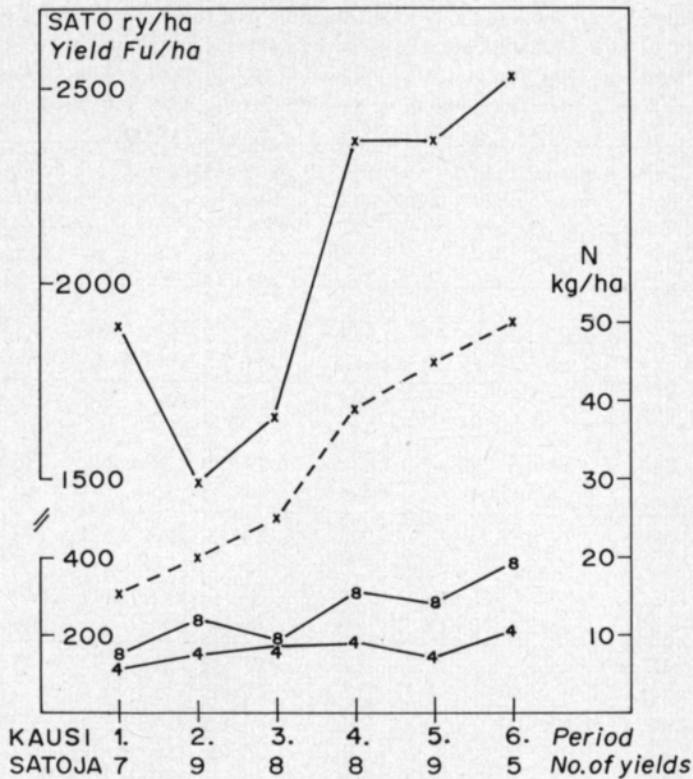
Koekasveina oli 32 kokeessa yhteensä 31 ohraa, 5 kevätehnää, 1 ruis, 64 kauraa, 2 vihantakauraa, 96 nurmea eli yhteensä 199 satoa. Käytettyjen kalkkimäärien suuren vaihtelun takia on satotuloksista vaikea saada aikaisemmin esitettyjen tulosten kanssa vertailukelpoista yhdistelmää. Sellainen on tehty kasvilajeittain taulukkoon 4 kalkituksilla 4 ja 8 tn/ha. Se edustaa vastaavasti 139 ja 182 koetasoa. Suurin sadonlisäys on saatu ohralla ja kevätehnällä, seuraavaksi suurin rukiilla (1 koetaso) ja nurmilla ja pienin kauralla. Tässä suhteessa tulokset poikkeavat aikaisemmista vain vehnällä, mutta kokeiden pienen lukumäärän takia eivät tulokset vaikuta paljon kaikkien kasvien keskiarvoon. Keskiarvoissa tasoittuvat kaikkia kasveja edustavat kenttien pH-luvut ja vaihtuvan kalkin määrät. Ne tulevat myös lähelle niitä lukuja, jotka on esitetty aikaisempien laajojen kalkituskoesarjojen tulosten yhteydessä (TUORILA ym. 1939, KERÄNEN ja MARJANEN 1970, 1972). Niiden ja esillä olevan koesarjan tulosten vertailu on esitetty seuraavassa:

	Sadonlisäys kalkituksella		Lannoitus kg/ha			
	4 tn/ha	8 tn/ha	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	K <sub>2</sub> O:N
1. TUORILA ym. 1939 .....	232	274	—	—	—	
2. KERÄNEN ja MARJANEN 1970 .....	206	302	—	—	—	
3. KERÄNEN ja MARJANEN 1972 .....	129	—	28	62	84	3.0
4. Tämä aineisto .....	210	278	36	63	107	3.0

Kahdessa ensimmäisessä sarjassa oli viljelijäin antama lannoitus. Lannoituksen määrää ei tunneta. Ottaen huomioon ko. ajankohtien väkilannoitteiden yleisen käytön voidaan otaksua, että lannoitus oli pienempi kuin sarjoissa 3 ja 4. Sarjassa 4 vastaa esitetty aluslannoitus kalkitusta 8 tn/ha, mutta kalkituksella 4 tn/ha oli sekä P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>- että K<sub>2</sub>O-määrää vain 3 kg/ha pienempi.

Tulosten vertailussa pääpaino on heinällä, kauralla ja ohralla, joita kaikissa koesarjoissa oli jokseenkin samassa suhteessa. Fosfaattilannoituskalkituskokeissa (3) kalkituksen (4 tn/ha) antama sadonlisäys oli runsaasti puolet kolmessa muussa sarjassa saadusta lisäyksestä. Fosfaattilannoitus-kalkituskokeiden tulosten esittäjät otaksuivat, että runsas fosfori- ja kalilannoitus oli pienentänyt kalkin vaikutusta, minkä fosforin suhteen on todennut SALONEN (1953) ja molempien ravinteiden suhteen PERSSON (1970).

Esillä olevan koesarjan kolmen pitkäaikaisimman kokeen tulokset viittaavat siihen, että myös typpilannoituksella on suuri vaikutus kalkituksella saatuun sadonlisäykseen. Näissä kokeissa (no 10, 14 ja 15) oli typpilannoitus aluksi 15,5, myöhemmin 50 kg/ha. Ne kaikki jatkuivat vähintään 16 vuotta kalkituksen jälkeen, sillä vaikka kokeesta no 15 korjattiin vain 15 koetasoa, niin se oli ollut yhden väli vuoden laitumena, jolloin satoa ei voitu punnita. Kun jätetään laskuista pois kokeen no 10 alussa viljellyt kaksi kevätehnää, joiden sato oli erittäin pieni ja sadonlisäys kalkituksella suuri sekä kokeen no 15 ruis, oli kokeissa 23 kauraa ja 23 nurmea, jotka jakautuivat lähes tasan kunkin kokeen osalle (taulukko 2). Kokeista saadut kauran ja heinän keskimääräiset tulokset kolmivuotiskausittain sekä niitä vastaava typpilannoitus on



Kuva 1. Kauran ja heinän keskimääräinen sato kolmivuotiskausittain sekä vastaava typpilannoitus.

————— Sato ilman kalkitusta  
 ——— 4 ——— 4 ——— Sadonlisäys kalkituksella 4 tn/ha  
 ——— 8 ——— 8 ——— » » 8 tn/ha  
 - - - - - N-lannoitus

Fig. 1. Mean yield of oats and ley in 3-year periods and corresponding N fertilization.

————— Yield without liming  
 ——— 4 ——— 4 ——— Yield increase caused by 4 t/ha of lime  
 ——— 8 ——— 8 ——— » » » » 8 » » »  
 - - - - - N fertilization

esitetty kuvassa 1. Heinää ei tosin viljelty ensimmäisellä kaudella, mutta asiallisesti sama tulos saataisiin yksinomaan kauralla (taulukko 5). Kuvassa 1 esitettyjen lukujen mukaan satotaso aluksi jopa alentui ja alkoi myöhemmin nousta jokseenkin samassa suhteessa kuin typpilannoituskin. Sadonlisäys molemmilla kalkkimäärillä oli aluksi pieni ja lisääntyi koeajan loppuun mennessä pienemmällä määrällä kaksinkertaiseksi (114—212 ry/ha) ja suuremmalla määrällä vielä enemmän (154—386 ry/ha). Fosforilannoitus pysyi koeajan kuluessa samana ja oli nykyisten, koetuloksiin perustuvien tietojen mukaan vielä koeajan lopussakin riittävä. Typpilannoitus lisääntyi vastaavasti 3,2-kertaiseksi ja kalilannoitus 1,4-kertaiseksi. Koeajan alussa oli kalin ja typen suhde ( $K_2O:N$ ) 5,4 ja lopussa 2,5.

Taulukko 5. Kauran ja heinän sadot ja kalkituksella 4 ja 8 tn/ha saadut sadonlisäykset ry/ha kokeissa 10, 14 ja 15 kolmella alku- ja kolmella loppukaudella sekä vastaava lannoitus.

Table 5. Oats and ley yields and yield increase caused by liming (4 and 8 t/ha) in experiments 10, 14 and 15 in three periods in the beginning and three periods at the end and NPK fertilization.

Koekasvi <i>Crop</i>	Satoja kpl No. of yields	Kausi <i>Period</i>	Sato Yield <sup>1)</sup>	Sadonlisäys <i>Yield increase</i>		Lannoitus kg/ha <i>Fertilization kg/ha</i>			
				4	8	N P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> K <sub>2</sub> O			K <sub>2</sub> O:N
						N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	
Kaura — <i>Oats</i> .....	12	1—3	1 939	118	198	18	61	84	
Heinä — <i>Ley</i> .....	12	2—3	1 645	174	187	23	47	85	
Keskiarvo — <i>Mean</i>			1 792	146	193	20	54	84	4.2
Kaura — <i>Oats</i> .....	11	4—6	2 632	173	326	42	59	104	
Heinä — <i>Ley</i> .....	11	4—6	2 184	198	280	45	49	113	
Keskiarvo — <i>Mean</i>			2 408	186	303	43	54	108	2.5
Kaura — <i>Oats</i> .....	23	1—6	2 270	144	259	30	60	93	
Heinä — <i>Ley</i> .....	23	2—6	1 903	186	232	34	38	98	
Keskiarvo — <i>Mean</i>			2 086	165	245	32	54	96	

<sup>1)</sup> food units per hectare

Useiden koetulosten (BRUMMER 1959, SALONEN ym. 1962, KERÄNEN ja TAINIO 1968) perusteella voidaan päätellä, että silloin kuin fosfori- ja kalilannoitus on riittävä, satotaso määräytyy pääasiassa typpilannoituksen mukaan. Fosforilannoitus on ollut typpilannoitukseen nähden riittävä, 2—4-kertainen (P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>:N). Kalilannoituksen suhteen on 1,6-kertainen kalilannoitus osoittautunut riittäväksi karkeilla kivennäismailla jatkuvassa viljelyssä (KERÄNEN 1968). On ilmeistä, että esimerkiksi 1940- ja 1950-luvuilla perustetuissa kalkituskokeissa, jolloin oli vähemmän tietoja lannoituksessa tarvittavien pääravinteiden määristä ja suhteista, typpilannoitus tuli minimitekijäksi, eikä riittänyt täysin kalkituksen vaikutuksen esille tuloon. Niinpä fosfaattilannoitus-kalkituskokeissa (KERÄNEN ja MARJANEN 1972) ja nyt esitetyissä kokeissa kalkituksella 4 tn/ha saadun sadonlisäysten eron, 81 ry/ha, selittänee ainakin osaksi viimeksi mainittujen saama 8 kg/ha suurempi typpilannoitus (vrt. s. 190). Täysi varmuus asiasta saataisiin vain pitkäaikaisilla kenttäkokeilla, joissa on myös uempia typpilannoitustasoja. Todennäköisenä voidaan kuitenkin pitää, että pitkäaikaisessa viljelyssä pääsee kalkituksen vaikutus täysin esille ja jatkuu vasta silloin, kun kasvit saavat riittävästi ja tasapainoisesti kaikkia ravinteita.



## Yhteenveto

Kalkituskoesarjan pääosan muodostivat ne kokeet, joissa kalkitus oli 4 (24 koetta ja 139 koesatoa) ja 8 tn/ha (30 koetta ja 182 koesatoa) kalkkikivijauhetta. Kokeet jatkuivat keskimäärin noin 6 vuotta. Pääosan koekasveista muodostivat heinäksi korjattu nurmi, kaura ja ohra. Kalkituksella 4 tn/ha saatu sadonlisäys (210 ry/ha) oli suurempi kuin aikaisemmin esitetyissä fosfaattilannoitus-kalkituskokeissa (129 ry/ha). Fosfori- ja kalilannoitus olivat molemmissa kokeissa jokseenkin yhtä suuret ja tyypeen nähden riittävät, mutta tässä selostetuissa kokeissa oli typpilannoitus (36 kg/ha N) suurempi kuin fosfaattilannoitus-kalkituskokeissa (28 kg/ha N). Kolmessa 16–18 vuotta jatkuneessa kokeessa kauran ja heinän satotaso aluksi jopa laski, mutta nousi myöhemmin jokseenkin samassa suhteessa kuin typpilannoitus. Kalkituksella 4 tn/ha oli sadonlisäys ensimmäisenä kolmivuotiskautena 114 ry/ha ja viimeisenä 212 ry/ha, kalkituksella 8 tn/ha vastaavasti 154 ja 386 ry/ha. Typpilannoitus oli alussa 16 ja lopussa 50 kg/ha ja fosfori- ja kalilannoitus tyypeen nähden sekä alussa että lopussa riittävät. Koetulosten nojalla on päätelty, että pitkäaikaisessa viljelyssä pääsee kalkituksen vaikutus täysin esille ja jatkuu vasta silloin, kun kasvit saavat riittävästi ja tasapainoisesti kaikkia ravinteita.

## KIRJALLISUUTTA

- BRUMMER, V. 1959. Lannoituksen vaikutuksesta sokerijuurikkaan satoon. Summary: Effect of fertilization on the yield of sugar beet. Suom. Maatal.tiet. Seur. Julk. 94: 201–236.
- KERÄNEN, T. 1968. Kalilannoitus-kalkituskokeiden tuloksia hieta- ja savimailla. Koetoin. ja Käyt. 25: 29, 32.
- \* — & MARJANEN, H. 1970. Kalkituksen vaikutus ja kannattavuus. Koetoin. ja Käyt. 27: 10–11.
- \* — & MARJANEN, H. 1972. Kalkitus ja fosfaattilannoitus. Paikalliskokeiden tuloksia 1940-, 1950-, ja 1960-luvulta. Referat: Kalkning och fosfatgödsling. Resultat i lokala fältförsök under 1940-, 1950-, och 1960-talen. *Kehittyvä Maatalous* 6, 1972.
- \* — & TAINIO, A (†). 1968. Hiesu- ja savimaiden kalilannoitustarpeesta. Zusammenfassung: Über den Kalidüngungsbedarf von Lehm- und Tonböden. *Ann. Agric. Fenn.* 7: 161–174.
- PERSSON, J. 1970. De permanenta kalkningsförsöken. *Växtnäringsnytt* 26, 4: 23–28.
- SALONEN, M. 1953. Peruslannoituskokeita superfosfaatilla. Summary: Store dressing experiments with superphosphate. *Valt. Maatal.koetoin.* Julk. 139: 1–40.
- \* —, TAINIO, A. & TÄHTINEN, H. 1962. Typpilannoitusta koskevia tutkimuksia. Selostus kiinteillä koekentillä v. 1928–1960 suoritetuissa eri typpimäärien kokeissa saaduista tuloksista. Summary: Investigations of nitrogen fertilization. *Ann. Agric. Fenn.* 1: 133–174.
- TUORILA, P., TAINIO, A. & TERÄSVUORI, A. 1939. Suomen viljelysmaiden kalkitustarpeesta. Valtion maatalouskoetoininnan tuloksia vuosilta 1928–38. I osa. Referat: Über den Kalkdüngungsbedarf der finnischen Böden. Ergebnisse der staatlichen landwirtschaftlichen Versuchstätigkeit von den Jahren 1928–38. Erster Teil. *Valt. Maatal.koetoin.* Julk. 104: 1–529.