

VAARAMOREENIN LANNOITUS- JA KALKITUSKOKKEEN TULOKSIA

HEIKKI LUOSTARINEN

Suoviljelysyhdistys, Karjalan koeasema, Tohmajärvi

Saapunut 6. 3. 1967

Itä-Suomelle tyypillisten vaaramaiden lannoituksen ja kalkituksen tarpeen selvittämiseksi on Suoviljelysyhdistyksen toimesta Tohmajärven Kemienvaaralle perustettu pitkäaikainen kenttäkoe vuonna 1944. Sen tuloksia on alustavasti selostanut SALOHEIMO (1951, 1958). Koealueen maaperän rakennetta ja samalla vaaramoreenin ominaisuuksia kuvastaa maaperäleikkaus Kemienvaarasta Tohmajärveltä KIVISEN (1941) mukaan:

0—28 cm, multakerros	} Löyhä pinta- moreeni
28—33 cm, A ₂ , uuttunut, aivan valkoinen kerros, pH 5.76	
33—61 cm, B, keltaisen ruskea moreenihietä, pH 5.59	
61—77 cm, C, ruskea moreenihietä, pH 6.13	
77— cm, ruskea, kova pohjamoreeni	

Koesuunnitelma ja -tulosten käsittelytapa

Selostettavassa kokeessa tutkittiin väkilannoitteissa annetun typen, fosforin ja kalin vaikutusta satoon ilman kalkitusta sekä kalkkia ja karjanlantaa käyttäen. Koejäsenet olivat seuraavat:

- Koejäsenryhmä ilman kalkkia ja karjanlantaa. Lannoitukset: (1), N, P, K, NP, NK, NPK ja PK. N = 15 kg/ha N kalkkisalpietarina, P = 21.9 kg/ha P superfosfaattina ja K = 66.4 kg/ha K kalisuolana vuosittain.
- Koejäsenryhmä, jossa on annettu kalkkikivijauhetta 2 t/ha pintalevityksenä nurmelle kokeen perustamisvuonna 1944 ja toisen kerran sama kalkkimäärä vuonna 1951. Lannoitukset kuten koejäsenryhmässä A.
- Koejäsenryhmä, joka on otettu kokeeseen vuonna 1949. Karjanlantalannoitus 40 t/ha, mikä toistettiin vuonna 1962. Lannoitukset kuten koejäsenryhmässä A.

Koejäsenryhmät sijoitettiin kolmelle vierekkäiselle kaistalle. Kaistan koko oli 16.5×106 m. Lannoitusjäsenistä oli neljä kerrannetta jokaisessa koejäsenryhmässä. Lannoitusruudun koko oli 50 m^2 . Kokeen tulokset on esitetty kahden ensimmäisen koejäsenryhmän osalta väkilannoitus- kalkituskokeen nimellä ja kaikkien koejäsenryhmien osalta karjanlantakokeen nimellä.

Kokeen kasvijärjestys oli seuraava:

Vuosi	Koekasvi	Vuosi	Koekasvi
1944	Heinä	1955	Heinä
1945	»	1956	»
1946	»	1957	»
1947	Syysruis	1958	»
1948	Hernekaura	1959	Syysruis
1949	Ohra	1960	Kevätvehnä
1950	Heinä	1961	Kevätruis
1951	»	1962	Kesanto
1952	»	1963	Syysruis (ei koetulok-
1953	Syysruis	1964	Kevätvehnä sia)
1954	Ohra	1965	»

Eri vuosien (kasvien), lannoitusten ja koejäsenryhmien välistä vaihtelua sekä mainittujen tekijöiden yhteisvaikutuksia on selvitetty varianssianalyysillä (vrt. BONNIER ja TEDIN 1957). Ravinteiden pää- ja yhteisvaikutukset on laskettu jokai-

Taulukko 1. Lannoitusten ja kalkituksen vaikutus kevätiljojen jyväsatoihin, kg/ha (5 vuotta).
Table 1. The effect of fertilizations and liming on the grain yields of spring cereals, kg per ha (5 years).

Lannoitukset Fertilizations	Koejäsenryhmä A Treatment group A		Koejäsenryhmä B Treatment group B	
	Sadonlisäykset Increases in yield	Ravinteiden pää- ja yhteisvaikutukset The main effects and interactions of nutrients	Sadonlisäykset Increases in yield	Ravinteiden pää- ja yhteisvaikutukset The main effects and interactions of nutrients
(1) Sato — Yield	(1794)	—	(1900)	—
N	26	116*	-20	147***
P	122	147**	14	169***
K	164	109*	-6	208***
NP	316	86	162	26
NK	196	5	260	84
NPK	374	2	464	-60
PK	164	-58	268	71

Vuodet — Years (a)***

Lannoitukset — Fertilizations (b)***

Koejäsenryhmät — Groups of treatments (c)*

a x b*

a x c***

b x c

selta koejäsenryhmältä erikseen ja niiden merkitsevyydet on testattu jakamalla lannoitusten välinen neliösumma eri komponentteihin (BAILEY 1964). Ravinteiden pää- ja yhteisvaikutusluvut on esitetty neljäsosana ortogonaalisten vertailujen arvosta. Ravinteiden osuudet NPK-lannoituksella saadusta sadonlisäyksestä on laskettu siten, että NPK-yhteisvaikutus on jaettu tasan eri päävaikutuksille (menetelmä I). Ravinteiden vaikutukset on laskettu myös parittaisista lannoiteyhdistelmistä (vrt. TENNBERG 1939) jakamalla sekundäärinen yhdistelmävaikutus tasan eri ravinteille (menetelmä II).

Väkilannoitus-kalkituskokeen tulokset

Koetuloksia on tarkasteltu erikseen kevätiljojen, rukiin ja heinän osalta. Kaikkien kevätiljojen tulokset esitetään keskimääräisinä, sillä koevuosia on liian vähän eri kasvien erittelyyn. Kevätvehnässä ilmenneet tyvitaudit (*Ophiobolus graminis* ja *Cereosporella herpotrichoides*) vaikuttivat vuonna 1965 jyväsatoihin siinä määrin, että nämä tulokset on otettu vain kaikkien kasvien keskimääräisiin koetuloksiin, joissa myös olkisadot ovat mukana. Kevätiljojen keskimääräiset jyväsadot on laskettu viiden vuoden koetuloksista (taulukko 1). Satotaso on vaihdellut vuosittain voimakkaasti. Lannoitusjäsenten välillä on todettavissa erittäin merkitseviä eroja ($P < 0.001$). Kalkitus on lisännyt satoja merkitsevästi ($P < 0.05$), mutta kalkituksen vaikutus on eri vuosina (eri kevätiljoilla) vaihdellut voimak-

Taulukko 2. Eri ravinteiden keskimääräinen vaikutus kevätiljojen jyväsatoihin, kg/ha ja kg/ravinne kg (5 vuotta).

Table 2. Average effect of different nutrients on the grain yields of spring cereals, kg per ha and kg per kg nutrient (5 years).

Koejäsenryhmät <i>Groups of treatments</i>	Menetelmä <i>Method</i>	Sadonlisäykset — <i>Increases in yield</i>						NPK kg/ha
		N kg/ha	kg/kgN	P kg/ha	kg/kgP	K kg/ha	kg/kgK	
A	I	117	7.8	147	6.7	110	1.7	374
	II	186	12.4	154	7.0	34	0.5	374
B	I	127	8.5	149	6.8	188	2.8	464
	II	117	7.8	125	5.7	222	3.3	464

kaasti. Kalin vaikutus on ollut kalkkia käytettäessä parempi kuin ilman kalkitusta, mikä näkyy myös eri ravinteilla saaduista sadonlisäyksistä (taulukko 2).

Syysruis on ollut koekasvina kolme kertaa ja kevätruis kerran. Kalkituksen vaikutus käytettäessä täyslannoitusta on ollut yhtä hyvä kuin kevätiljoilla (taulukko 3). Lannoitusten ja kalkituksen tehot vaihtelevat vuosittain voimakkaasti kuten varianssianalyysi ja taulukko 4 osoittavat. Fosforilannoituksen vaikutus

Taulukko 3. Lannoitusten ja kalkituksen vaikutus rukiin jyväsatoihin, kg/ha (4 vuotta).
 Table 3. The effect of fertilizations and liming on the grain yields of rye, kg per ha (4 years).

Lannoitukset Fertilizations	Koejäsenryhmä A Treatment group A		Koejäsenryhmä B Treatment group B	
	Sadonlisäykset Increases in yield	Ravinteiden pää- ja yhteisvaikutukset The main effects and interactions of nutrients	Sadonlisäykset Increases in yield	Ravinteiden pää- ja yhteisvaikutukset The main effects and interactions of nutrients
(1) Sato — Yield	(1548)	—	(1535)	—
N	—190	57	143	43
P	142	319***	263	366***
K	—41	39	98	184*
NP	347	147	352	86
NK	—31	49	152	69
NPK	364	—51	563	—30
PK	162	—21	395	—12

Vuodet — Years (a)***

a x b***

Lannoitukset — Fertilizations (b)***

a x c***

Koejäsenryhmät — Groups of treatments (c)***

b x c

on ollut rukiilla noin kaksi kertaa parempi kuin kevätviljoilla. Kalin vaikutus on myös rukiilla tehostunut kalkituksen johdosta. Menetelmillä I ja II lasketun typen ja kalin vaikutusluvut poikkeavat selvästi toisistaan. Typpijäsenen alhainen sato pienentää keskimääräisen vaikutuksen mukaan (menetelmä I) laskien typen osuutta. Toisaalta menetelmä II ei anna ravinteiden vaikutuksista tarkasti oikeata kuvaa, sillä koejäsenryhmässä A keskimääräinen kalin vaikutus on negatiivinen, vaikka täyslannoituksella saatu sadonlisäys on parempi kuin NP-lannoituksen vaikutus.

Timotei-apilaheinän sadot on ilmoitettu ilmakuivana heinäna ilman odelmasatoja (taulukko 5). Kaikkien pääravinteiden vaikutus on ollut hyvä. Pelkän typpijäsenen sato on jäänyt pienemmäksi kuin fosfori- ja kalijäsenen sadot. Osaksi tästä johtuen menetelmällä I laskettu typen vaikutus on pienempi kuin parittaisista lannoiteyhdistelmistä (menetelmä II) laskettu typen vaikutus. NP-yhteisvaikutus vaikuttaa myös samansuuntaisesti. Fosforilla saadut sadonlisäykset ovat pienentyneet kalkituksen seurauksena (taulukko 6).

Taulukossa 7 esitetään kaikkien kasvien keskimääräiset sadot rehuyksikköinä hehtaarilta. Ry-sadot on laskettu seuraavia korvauslukuja käyttäen: ohra, ruis ja kevätvehnä 1.0, hernekaura 1.1, heinä 2.5, ohran ja hernekauran oljet 4.0 sekä rukiin ja vehnän oljet 5.0. Koesatojen suuren lukumäärän (20) takia satunnaisvaihtelun vaikutus on pieni, mikä näkyy testien tuloksista. Esimerkiksi koejäsen-

Taulukko 4. Eri ravinteiden keskimääräinen vaikutus rukiin jyväsatoihin, kg/ha (4 vuotta).
 Table 4. Average effect of different nutrients on the grain yields of rye, kg per ha (4 years).

Ravinne Nutrient	Menetelmä Method	Sadonlisäykset eri vuosina Increases in yield in different years				Keskim. Average
		1947	1953	1959	1961 ¹⁾	
Koejäsenryhmä A — Treatment group A						
N	I	163	72	-46	-29	40
	II	246	133	87	10	119
P	I	138	42	550	479	302
	II	157	14	577	500	311
K	I	39	-4	-164	220	22
	II	-63	-37	-324	160	-66
NPK		340	110	340	670	364
Koejäsenryhmä B — Treatment group B						
N	I	183	-73	82	-61	33
	II	263	-10	206	-90	92
P	I	163	37	712	513	356
	II	84	-30	757	530	336
K	I	194	76	166	258	174
	II	193	80	-3	270	135
NPK		540	40	960	710	563

¹⁾ kevätruus — spring rye

Taulukko 5. Lannoitusten ja kalkituksen vaikutus heinäsatoihin, kg/ha (10 vuotta).
 Table 5. The effect of fertilizations and liming on the yields of hay, kg per ha (10 years).

Lannoitukset Fertilizations	Koejäsenryhmä A Treatment group A		Koejäsenryhmä B Treatment group B	
	Sadonlisäykset Increases in yield	Ravinteiden pää- ja yhteisvaikutukset The main effects and interactions of nutrients	Sadonlisäykset Increases in yield	Ravinteiden pää- ja yhteisvaikutukset The main effects and interactions of nutrients
(I) Satö — Yield	(4925)	—	(5354)	—
N	235	328***	104	403***
P	516	472***	158	392***
K	689	416***	236	391***
NP	1022	186*	745	135
NK	738	-43	667	57
NPK	1266	50	1080	-106
PK	746	-180	591	1

Vuodet — Years (a)***

Lannoitukset — Fertilizations (b)***

Koejäsenryhmät — Groups of treatments (c)***

a x b*

a x c*

b x c

Taulukko 6. Eri ravinteiden keskimääräinen vaikutus heinäsatoihin, kg/ha ja kg/ravinne kg (10 vuotta).
 Table 6. Average effect of different nutrients on the yields of hay, kg per ha and kg per kg nutrient (10 years).

Koejäsenryhmät <i>Groups of treatments</i>	Menetelmä <i>Method</i>	N		P		K		NPK kg/ha
		kg/ha	kg/kgN	kg/ha	kg/kgP	kg/ha	kg/kgK	
A	I	345	23.0	488	22.3	433	6.5	1266
	II	511	34.0	519	23.8	236	3.6	1266
B	I	368	24.5	357	16.4	355	5.3	1080
	II	436	29.0	361	16.5	283	4.3	1080

Taulukko 7. Lannoitusten ja kalkituksen keskimääräinen vaikutus kaikilla kasveilla, ry/ha (20 vuotta).
 Table 7. Average effect of fertilizations and liming on all crops, f.u. per ha (20 years).

Lannoitukset <i>Fertilizations</i>	Koejäsenryhmä A <i>Treatment group A</i>		Koejäsenryhmä B <i>Treatment group B</i>	
	Sadonlisäykset <i>Increases in yield</i>	Ravinteiden pää- ja yhteisvaikutukset <i>The main effects and interactions of nutrients</i>	Sadonlisäykset <i>Increases in yield</i>	Ravinteiden pää- ja yhteisvaikutukset <i>The main effects and interactions of nutrients</i>
(1) Sato — Yield	(2196)	—	(2312)	—
N	16	154***	—23	167***
P	190	249***	95	239***
K	196	135***	61	202***
NP	472	124***	327	65*
NK	238	4	287	63*
NPK	529	—9	546	—62*
PK	256	—74*	313	16

Vuodet — Years (a)***

Lannoitukset — Fertilizations (b)***

Koejäsenryhmät — Groups of treatments (c)***

a x b***

a x c***

b x c***

ryhmien ja lannoitusten yhteisvaikutus on erittäin merkitsevä ($P < 0.001$), minkä mukaisesti kalkitus on aiheuttanut muutoksia lannoiteyhdistelmien tehoon. Monet ravinteiden yhteisvaikutukset ovat merkitseviä. Esimerkiksi NP-yhteisvaikutus koejäsenryhmässä A osoittaa, että typen vaikutus on ollut erittäin merkitsevästi ($P < 0.001$) parempi fosforilannoituksen »normaalisella» tasolla kuin fosforilannoituksen 0-tasolla. Kalkitus on lisännyt kokeessa kalilannoituksen keskimääräistä vaikutusta (taulukko 8).

Taulukko 8. Eri ravinteiden keskimääräinen vaikutus kaikilla kasveilla, ry/ha ja ry/ravinne kg (20 vuotta)

Table 8. Average effect of different nutrients on all crops, f.u. per ha and f.u. per kg nutrient (20 years).

Koejäsenryhmät <i>Groups of treatments</i>	Menetelmä <i>Method</i>	N		P		K		NPK
		ry/ha <i>f.u. per ha</i>	ry/kgN <i>f.u. per kgN</i>	ry/ha <i>f.u. per ha</i>	ry/kgP <i>f.u. per kgP</i>	ry/ha <i>f.u. per ha</i>	ry/kgK <i>f.u. per kgK</i>	ry/ha <i>f.u. per ha</i>
Sadonlisäykset — <i>Increases in yields</i>								
A	I	151	10.1	246	11.3	132	2.0	529
	II	242	16.1	260	11.9	27	0.4	529
B	I	147	9.8	218	10.0	181	2.7	546
	II	178	11.9	204	9.3	164	2.5	546

Taulukko 9. Karjanlantakokeen tulokset, ry/ha (15 vuotta).

Table 9. Results of farmyard manure experiment, f.u. per ha (15 years).

Lannoitukset <i>Fertilizations</i>	Koejäsenryhmä A <i>Treatment group A</i>		Koejäsenryhmä B <i>Treatment group B</i>		Koejäsenryhmä C <i>Treatment group C</i>	
	Sadonlisäykset <i>Increases in yield</i>	Ravinteiden pää- ja yhteisvaikutukset <i>The main effects and interactions of nutrients</i>	Sadonlisäykset <i>Increases in yield</i>	Ravinteiden pää- ja yhteisvaikutukset <i>The main effects and interactions of nutrients</i>	Sadonlisäykset <i>Increases in yield</i>	Ravinteiden pää- ja yhteisvaikutukset <i>The main effects and interactions of nutrients</i>
(1) Sato — <i>Yield</i> (2068)	—		(2191)	—	(2471)	—
N	—63	135***	—48	137***	66	53
P	201	284***	116	277***	196	114***
K	168	142***	50	194***	92	7
NP	462	145***	337	68*	206	18
NK	211	36	235	51	96	15
NPK	544	—17	542	—66*	220	46
PK	245	—79*	353	27	87	—54

Vuodet — *Years* (a)***

a x b***

Lannoitukset — *Fertilizations* (b)***

a x c***

Koejäsenryhmät — *Groups of treatments* (c)***

b x c***

Karjanlantakokeen tulokset

Karjanlantajäsen on otettu kokeeseen vuonna 1949. Taulukossa 9 esitetään tulokset ry-satoina hehtaarilta. Vastaavalta ajalta on laskettu myös muiden koejäsenryhmien tulokset. Karjanlanta on parantanut yksipuolisen väkilantalannoituk-

Taulukko 10. Nurmien kasvilajikoostumus (%) keskimäärin vuosina 1950, -52 ja -57.

Table 10. Botanical composition (%) of leys, average in the years 1950, -52 and -57.

Lannoitukset <i>Fertilizations</i>	<i>Hyötykasvit — Cultivated plants</i>				<i>Rikkakasveista — Weeds</i>				
	<i>Trifolium pratense</i>	<i>Phleum pratense</i>	<i>Yhteensä Total</i>	<i>Deschampsia caespitosa</i>	<i>Agropyron repens</i>	<i>Ranunculus Spp</i>	<i>Rumex acetosella</i>	<i>Achillea millefolium</i>	<i>Taraxacum officinale</i>
<i>Koejäsenryhmä A — Treatment group A</i>									
(I)	43.8	20.7	64.5	13.3	7.5	0.5	2.4	4.9	3.0
N	29.9	20.9	50.8	20.7	14.2	0.7	2.6	5.6	2.0
P	45.8	20.7	66.5	14.8	7.1	0.3	1.5	3.5	3.8
K	44.1	12.5	56.6	19.2	10.4	0.3	1.2	6.7	2.1
NP	34.4	24.5	58.9	13.7	18.0	0.3	0.6	4.6	1.9
NK	33.7	20.6	54.3	15.6	17.3	0.2	1.6	6.6	1.6
NPK	39.3	24.8	64.1	7.5	16.9	0.2	0.6	4.4	2.0
PK	50.8	16.7	67.5	8.8	13.6	0.3	0.8	3.2	1.9
Keskim. <i>Average</i>	40.2	20.2	60.4	14.2	13.1	0.4	1.4	4.9	2.3
<i>Koejäsenryhmä B — Treatment group B</i>									
(I)	56.0	18.0	74.0	4.8	9.1	0.3	1.3	3.5	2.8
N	37.6	26.6	64.2	7.5	17.4	0.6	2.2	2.7	3.2
P	53.8	19.2	73.0	5.6	8.8	0.3	1.9	3.6	2.5
K	56.2	14.9	71.1	5.6	10.7	0.5	1.9	4.3	2.8
NP	42.3	30.5	72.8	7.9	10.1	0.6	0.6	2.2	1.6
NK	48.8	21.6	70.4	4.4	14.1	0.4	0.6	4.5	3.5
NPK	43.2	27.5	70.7	2.7	14.2	0.2	0.3	4.3	3.9
PK	58.3	15.7	74.0	4.2	11.2	0.3	0.4	0.4	3.3
Keskim. <i>Average</i>	49.5	21.8	71.3	5.3	12.0	0.4	1.2	3.2	3.0
<i>Koejäsenryhmä C — Treatment group C</i>									
(I)	41.3	28.8	70.1	6.9	11.5	0.5	0.7	3.6	1.3
N	36.8	38.5	75.3	6.2	8.8	0.2	0.6	3.2	2.8
P	45.5	32.2	77.7	4.3	8.9	0.3	0.5	2.9	2.2
K	43.1	34.4	77.5	7.9	5.9	0.1	0.3	3.0	2.5
NP	40.0	43.2	83.2	3.8	4.6	0.2	0.4	3.4	1.1
NK	41.5	39.0	80.7	6.5	5.8	0.1	0.3	3.4	1.7
NPK	37.0	38.6	75.6	5.5	10.1	0.3	0.2	0.3	2.5
PK	52.1	25.5	77.6	6.2	7.7	0.2	0.9	3.1	1.5
Keskim. <i>Average</i>	42.2	35.0	77.2	5.9	7.9	0.2	0.5	2.9	2.0

sen saaneiden koejäsenten satoja. NPK-lannoitusta käytettäessä karjanlannan vaikutus on jäänyt kuitenkin pieneksi. Fosforin päävaikutus on karjanlantaa käytettäessä erittäin merkitsevä ($P < 0.001$). Kokeesta ei saada kuitenkaan selvitettyksi sitä, olisiko kalkitus karjanlannan ohella käytettynä aiheuttanut muutoksia ravinteiden vaikutuksiin.

Taulukko 11. Maa-analyysien tulokset vuosina 1951 ja 1966.
Table 11. The results of soil analyses in the years 1951 and 1966.

Koejäsenryhmät Groups of treatments	(1)	N	Lannoitukset — Fertilizations					PK	Keskim. Average	
			P	K	NP	NK	NPK			
					pH					
A	1	5.53	5.48	5.45	5.53	5.55	5.58	5.55	5.48	5.52
	2	5.65	5.64	5.54	5.61	5.58	5.66	5.61	5.59	5.61
B	1	5.70	5.80	5.80	5.88	5.68	5.70	5.60	5.65	5.73
	2	5.86	5.96	5.91	6.01	5.90	5.91	5.83	5.86	5.91
C	1	5.70	5.65	5.60	5.63	5.58	5.63	5.63	5.73	5.64
	2	5.55	5.56	5.54	5.60	5.59	5.69	5.59	5.60	5.59
						K mg/l maata — K mg per litre soil				
A	1	58	46	49	96	48	82	66	98	68
	2	60	49	48	150	55	129	136	148	97
B	1	41	62	48	90	35	63	55	56	56
	2	59	61	69	161	56	146	133	146	104
C	1	105	79	79	93	93	102	134	172	107
	2	146	125	144	226	159	231	224	230	186
						P mg/l maata — P mg per litre soil				
A	1	3.3	3.2	4.7	4.1	4.7	3.4	4.3	4.1	4.0
	2	3.8	3.6	5.5	4.2	5.2	3.8	5.8	6.6	4.8
B	1	3.4	7.0	8.0	6.7	4.1	3.0	3.7	4.1	5.0
	2	6.4	5.0	7.9	6.6	5.6	4.2	6.5	6.9	6.1
C	1	4.6	5.4	4.6	5.8	4.3	4.4	5.8	5.4	5.0
	2	6.0	6.6	8.8	9.2	7.4	6.5	9.3	10.0	8.0
						Ca mg/l maata — Ca mg per litre soil				
A	2	550	525	575	488	669	500	580	544	554
B	2	894	969	1025	931	1063	981	919	869	956
C	2	738	688	756	700	756	688	750	756	729

1 = Vuonna 1951 — In the year 1951

2 = Vuonna 1966 — In the year 1966

Lannoitusten ja kalkituksen vaikutus nurmien kasvilajikoostumukseen

Kokeessa olleista nurmista on tehty botaanisia määriytyksiä vuosina 1950, 1952 ja 1957. Taulukosta 10 nähdään yhden ensimmäisen vuoden ja kahden kolmannen vuoden nurmen keskimääräinen kasvilajikoostumus, mikä kuvastaa timotein ja apilan sekä yleisimpinä esiintyneiden rikkakasvien suhtautumista lannoitukseen ja kalkitukseen. Apila on selvästi hyötynyt kalkituksesta. Apilaprosentit ovat suurimmat PK-lannoituksen saaneilla koejäsenillä. Myös todelliset apilasadot ovat PK-lannoituksella suurempia kuin esimerkiksi täyslannoituksella, mikä johdunee pääasiallisesti siitä, että heinäkasvit pystyvät käyttämään typpilannoituksen tehokkaammin kuin apila. Karjanlanta on edistänyt timotein kasvua. Myös NP-lannoitus on lisännyt timotein osuutta.

Rikkakasveista nurmilauhan osuus on pienentynyt kalkituksen ja monipuolisen lannoituksen seurauksena. Typpilannoitus on edistänyt juolavehnan kasvua. Keskimäärin rikkakasvien osuudet ovat pienimmät karjanlantaa käytettäessä.

Koetulosten tarkastelua

Lannoitteilla saadut sadonlisäykset riippuvat mm. maalajista, viljelykasvista, kasvupaikan maantieteellisestä sijainnista sekä käytetyistä lannoitemääristä. Selostettavassa kokeessa saadut tulokset eivät täten ole suoraan verrattavissa muiden lannoituskokeiden tuloksiin. Typellä saadut kevätiljosten jyväsadonlisäykset ovat suuruusluokaltaan samoja kuin paikalliskokeissa (TENNBERG 1955). Fosforin ja kalin vaikutus kevätiljosten jyväsatoihin vastaa hyvin Etelä-Suomen (Turun ja Porin, Uudenmaan ja Hämeen läänit) paikalliskokeiden tuloksia hietamailta. Kiinteillä koekentillä on SALOSEN ja TAINION (1957) mukaan 54.9 kg P₂O₅ antanut sadonlisäystä hietä- ja hietamoreenimailla 324 ry/ha, mikä on vähän suurempi kuin esitetystä kokeesta. Kalin vaikutus on hietamailta ollut SALOSEN ja TAINION (1961) mukaan parempi kuin suoritettussa kokeessa. Saadut sadonlisäysluvut vastaavat parhaiten Etelä-Suomen hietamailta saatuja tuloksia.

Maantutkimuslaitos on tehnyt koalueesta maa-analyysejä vuosina 1951 ja 1966. Vuoden 1951 tulokset on muunnettu nykyisen ilmoitustavan mukaisiksi KURJEN ym. (1965) esittämällä tavalla. Kalkituksen vaikutus maan pH-lukuun ja vaihtuvan kalsiumin määriin on selvästi todettavissa (taulukko 11). Karjanlannoitus on lisännyt liukoista fosforia ja erityisesti liukoista kalia. Tästä huolimatta satotaso ei ole ollut korkeampi kuin NPK-lannoituksella ja kalkituksella saatu (taulukko 9). Kalkituksen seurakusena fosforiluvut ovat nousseet, millä on ilmeisesti ollut vaikutusta fosforilannoituksella saatujen heinäsadonlisäysten pienemiseen. Rukiilla ei ole mainitunlaista sadonlisäysten pienemistä todettavissa, mikä johdunee sen suuresta fosforintarpeesta (vrt. TENNBERG 1955). LAKANEN ja VUORINEN (1963) ovat todenneet kalkituksen pienentävän moreenimailla liukoisen kalin määrää. Vuonna 1951 suoritettun viljavuustutkimuksen mukaan liukenevaa kalia oli kalkituissa lannoitusjäsenissä vähemmän kuin kalkitsemattomissa. Vuonna 1966 kaliluvut olivat selvästi edellisiä suuremmat kalilannoituksen saaneilla koejäsenillä eikä kalkituksen vaikutusta kalimääriin ole todettavissa. Kalin vaikutus on ollut

kuitenkin jatkuvasti parempi kalkituksen saaneilla koejäsenillä kuin kalkitsematomilla, joskin vuotuisvaihtelut ovat suuria. Vuosina 1944—51 oli kalilannoituksen osuus NPK-lannoituksen vaikutuksesta ilman kalkitusta —3 ry/ha ja kalkituksen yhteydessä 263 ry/ha vuodessa sekä vuosina 1952—65 vastaavasti 47 ja 148 ry/ha.

Tiivistelmä

Suoviljelysyhdistyksen Karjalan koeasemalla Tohmajärvellä on tutkittu vaaramoreenin lannoitus- ja kalkitustarvetta pitkäaikaisella kenttäkokeella. Tällöin on todettu, että satotaso sekä lannoituksella ja kalkituksella saadut sadonlisäykset vaihtelevat vuosittain voimakkaasti samallakin kasvilajilla. Väkilannoitteilla saadut sadonlisäykset vastaavat parhaiten Etelä-Suomen hietamailta saatuja sadonlisäyksiä. Lannoiteyhdistelmällä on ollut vaikutusta eri ravinteilla saatujen sadonlisäysten suuruuteen. Kalkitus on lisännyt satoja ja on aiheuttanut muutoksia ravinteiden vaikutuksiin. Kalkitus on lisännyt liukoisen fosforin määriä maassa ja sen johdosta fosforilannoituksella saadut nurmikasvien sadonlisäykset ovat pienentyneet. Kalilannoituksen vaikutus on kalkituksen seurauksena tehostunut. Karjanlanta on lisännyt muokkauskerroksen liukoisen fosforin ja kalin määriä. Karjanlantalannoitus on suurentunut yksipuolisen väkilantalannoituksen saaneiden koejäsenten satoja, mutta NPK-lannoitusta käytettäessä sen vaikutus on jäänyt pieneksi.

Kalkitus ja PK-lannoitus ovat lisänneet apilan osuutta nurmissa. Nurmi-
lauhan määrä on pienentynyt monipuolisen lannoituksen ja kalkituksen seurauksena. Typpilannoitus näyttää lisänneen juolavehnän osuutta nurmissa.

KIRJALLISUUTTA:

- BAILEY, N. 1964. Statistical methods in biology. 200 p. London.
- BONNIER, G. & TEDIN, O. 1957. Biologisk variations analys. 185 p. Stockholm.
- KIVINEN, E. 1941. Tutkimuksia vaara-alueiden moreenimaiden ominaisuuksista. *Agrogeol. julk.* 51: 10—33.
- KURKI, M., LAKANEN, E., MÄKITIE, O., SILLANPÄÄ, M. & VUORINEN, J. 1965. Viljavuusanalyysien tulosten ilmoitustapa ja tulkinta. Summary: Interpretation of soil testing results. *Ann. Agric. Fenn.* 4: 145—153.
- LAKANEN, E. & VUORINEN, J. 1963. On the effect of liming on the solubility of nutrients in various Finnish soils. *Selostus: Kalkin vaikutuksesta ravinteiden liukoisuuteen. Ibid.* 2: 91—102.
- SALOHEIMO, L. 1951. Vaaramoreenimaan kalkitus- ja lannoitustarpeesta. *Koetoin. ja Käyt.* 8—9: 3.
- 1958. Vaaramaan maanparannus- ja lannoituskokeen tuloksia. *Suovilj. yhd. vuosik.* 63: 19—23.
- SALONEN, M. & TAINIO, A. 1957. Fosforilannoitusta koskevia tutkimuksia. *Valt. Maatal. koetoin. julk.* 164: 1—104.
- 1961. Kalilannoitusta koskevia tutkimuksia. *Ibid.* 185: 1—60.
- TENNBERG, F. 1939. Synpunkter på tolkning av resultatet från gödslingsförsök med indirekt plan Nord. *Jordbr. Forskn.* 1—2.
- 1955. Väkilannoitteissa annettujen ravinteiden satoa lisäävästä vaikutuksesta Suomessa. Väkilannoitteet maataloutemme kohottajina. Pellervo-Seura. Erip. Helsinki.

SUMMARY:

RESULTS FROM A FERTILIZING AND LIMING TEST ON HILL MORAINE

HEIKKI LUOSTARINEN

Society of Peat Cultivation, Kavelia Experimental Station, Tohmajärvi

At the Karelia Experimental Station (at Tohmajärvi) of the Society of Peat Cultivation the fertilizing and liming requirements of hill moraine (cf. KIVINEN 1941) have been studied in a long-term field test established in 1944. The effects of nitrogen, phosphorus and potassium given in artificial fertilizers on the crop yield were observed both without liming and when liming and farmyard manure were applied. The following test members were included:

- (A) Test member group without lime and without farmyard manure. Fertilizers: (1), N, P, K, NP, NK, NPK, and PK. N = 15 kg N per hectare as calcium nitrate, P = 21.9 kg P per hectare as superphosphate, and K = 66.4 kg K per hectare as potassium salt, annually.
- (B) Test member group in which ground limestone was applied at 2000 kg per hectare as top dressing on grass ley in the year the test was established (1944) and the same amount of limestone was given once again in 1951. Fertilizers as in test member group (A).
- (C) Test member group included in the tests in 1949. Farmyard manure fertilizing at 40.000 kg per hectare, repeated in 1962. Fertilizers as in test member group (A).

The contributions of the different nutrients towards the crop yield increment achieved with NPK fertilizing were calculated by distributing the combined NPK effect evenly among the different main effects (Method I). The effects of the nutrients were also calculated from binary fertilizer combinations in the manner presented by TENNBERG (1939) (Method II).

The spring cereals were treated as one group as the test years were too few to allow a separate study of the individual species. Barley and spring wheat occurred twice in the test and mixed peas and oats once. The test results are presented in Tables 1 and 2. Winter rye was present in the tests three times and spring rye once in 1961. The effect of phosphorus was favourable with rye (Tables 3 and 4).

Timothy-clover grass was included in the test in the years 1944—1946, 1950—1952 and 1955—1958. The crop yields are stated as air-dry hay without aftermath yields, in Tables 5 and 6. Tables 7 and 8 contain the crop yield results of all plants.

It was noted that the crop yield level and the increases in crop yield obtained with fertilizing as well as liming varied greatly in different years even with one and the same plant species. A combination of fertilizers affected the crop yield increments produced by different nutrients. Liming increased the crop yields and caused changes in the effects of the nutrients. Liming increased the amounts of soluble phosphorus in the soil (Table 11), and the increments in crop yield of grassland plants obtained with phosphorus fertilizing consequently decreased. The effect of potassium fertilizing was enhanced as result of liming. Farmyard manure increased the soluble potassium and phosphorus quantities. Farmyard manure dressing increased the crop yields of the treatments given on-sided fertilizer additions, while its effect remained low in association with NPK fertilization (Table 9).

Liming and PK fertilizing increased the percentage of clover in grass leys (Table 10). That of tufted hair grass was reduced as a result of diversified fertilizing and of liming. Nitrogen fertilization seems to have increased the porportion of couchgrass in the grass leys.