



MTTK

MAATALOUDEN TUTKIMUSKESKUS

Tiedote 4/91

ERKKI KEMPPAINEN
Kainuun tutkimusasema

MARTTI VUORINEN
Hämeen tutkimusasema

**Maanparannusaineiden vertailu kenttäkokeessa
(Sotkamon maanparannuskoe)**

JOKIOINEN 1991
ISSN 0359-7652

MAATALOUDEN TUTKIMUSKESKUS

TIEDOTE 4/91

ERKKI KEMPPAINEN ja MARTTI VUORINEN

Maanparannusaineiden vertailu kenttäkokeessa
(Sotkamon maanparannuskoe)

Kainuun tutkimusasema
88600 Sotkamo
puh. 986-61741

Jokioinen 1991
ISSN 0359-7652

SISÄLLYSLUETTELO

	sivu
TIIVISTELMÄ	1
JOHDANTO	1
AINEISTO JA MENETELMÄT	2
TULOKSET	8
Sadot, niiden ravinnepitoisuus ja ravinteidenotto	8
Maa-analyysit	16
TULOSTEN TARKASTELU	20
KIRJALLISUUS	22

TIIVISTELMÄ

Tutkimus perustuu Sotkamossa vuosina 1984-1988 tehtyyn kenttäkokeeseen, jossa vertailtiin dolomiittikalkin, masuunikuonan, magnesiitin, turpeen ja puun tuhkan sekä asumajätevesilietteen maanparannusarvoa happamalla (pH 5,1) multamaalla. Viljelykierrossa olivat ohra ja apilapitoinen nurmi.

Maanparannusaineilla ei ollut juuri mitään vaikutusta vuosien 1984, 1985 ja 1988 ohrasatoihin. Vuosien 1986 ja 1987 nurmisatoja kohottivat eniten dolomiittikalkki, asumajätevesiliete, puun tuhka ja masuunikuona. Nurmen ravinnepitoisuuksiin vaikuttivat selvimmin dolomiittikalkki (Mg) ja puun tuhka (K). Maa-analyysien perusteella maan happamuutta vähensivät ja sen kalsiumtilaa kohottivat merkittävästi vain dolomiittikalkki ja puun tuhka. Maan kaliumtilaa paransi merkittävästi vain puun tuhka. Maan magnesiumtilaa kohottivat merkittävästi dolomiittikalkki, masuunikuona ja magnesiitti. Masuunikuonan ja magnesiitin vaikutus tuli kuitenkin esiin vasta 3-4 vuoden kuluttua maanparannusaineiden levityksestä.

JOHDANTO

Maassamme muodostuu huomattavia määriä erilaisia teollisuuden ja asutuksen jätteitä tai sivutuotteita, joilla voisi olla käyttöä kasvinviljelyssä. Vaihtelevasta koostumuksestaan jätteen nämä aineet voivat olla lannoitteita, kalkitusaineita tai maanparannusaineita. Lannoitteina tai kalkitusaineina voidaan kaupata vain tuotteita, jotka täyttävät lannoitteille ja kalkitusaineille asetetut laatuvaatimukset ja joiden koostumusta seurataan virallisoin tarkastuksin.

Maanparannusaineen määritelmä on edellisiä väljempi. Maanparannusaineeksi voidaan luokitella aine, jonka tuottama hyöty perustuu pääosin muuhun kuin sen ravinteisiin tai kalkitusominaisuuksiin. Esimerkiksi hiekka ja savi parantavat turve- maan lämpöoloja ja turve puolestaan tiiviin kivennäismaan pintarakennetta. Toisaalta maanparannusaineeksi voidaan lukea aine, jonka vaikutus perustuu lannoitus- tai kalkitusominaisuuksiin mutta joka ei täytä näiden virallisia laatuvaatimuksia. Tässä mielessä kaikki tämän tutkimuksen jätteaineet ovat maanparannusaineita.

Asutuksen ja teollisuuden jätteiden ja sivutuotteiden arvoa kasvinviljelyssä ei yleensä voida suoraan päätellä niiden kemiallisen koostumuksen perusteella, vaan asian selvittämiseksi tarvitaan kasvatuskokeita ja maan ravinnetilan kehittymisen seuranta. Maanparannusaine voi olla niin karkeaa tai niin kovaa, ettei kemiallinen analyysi anna oikeaa kuvaa sen reagoinnista maassa.

Tämän tutkimuksen tarkoituksena oli selvittää Rautaruukin Raahen tehtaiden masuunikuonan, Finnminerals Oy:n magnesiitin, Kainuun Osuusmeijerin lämpölaitoksella muodostuvien tuhkien sekä Sotkamon kunnan asumajätevesilietteen maanparannusarvo.

Tutkimukseen saatiin rahoitusta Sotkamon kunnalta, mistä tekijät haluavat esittää parhaat kiitöksensä.

AINEISTO JA MENETELMÄT

Sotkamon kunnan Naapurinvaaran kylään perustettiin keväällä 1984 maanviljelijä Eero Korhosen pellolle kenttäkoe, jossa tutkittiin paikallisten jäteaineiden (asumajätevesiliete, turpeen tuhka ja puun tuhka) sekä Finnminerals Oy:n magnesiitin (breunneriitti) maanparannusarvoa. Näitä paikallisia maanparannusaineita verrattiin dolomiittikalkkiin (1) ja Rautaruukki Oy:n masuunikuonaan.

Dolomiittikalkkia, masuunikuonaa ja magnesiittia levitettiin koeruudulle joko 7,5 t/ha tai 15 t/ha, turpeen tuhkaa joko 15 t/ha tai 30 t/ha ja jätevesilietettä joko 20 t/ha tai 40 t/ha. Puun tuhkaa levitettiin koeruudulle 15 t/ha. Lisäksi kokeessa oli verrannekoejäsen, johon ei levitetty mitään maanparannusainetta. Koejäseniä oli yhteensä 12, ja kerranteiden lukumäärä oli neljä. Koeruudut olivat kooltaan 5 m * 10 m.

Asumajätevesiliete saatiin Sotkamon kunnan jäteveden puhdistamolalta. Lieite käsiteltiin Sotkamossa tuolloin kalkilla. Lieite sisälsi kuiva-ainetta 8,35 % sekä tuorepainoa kohden kokonaistyyppiä 6,53 g/kg, liukoista tyyppiä 3,64 g/kg, fosforia 1,23 g/kg, kaliumia 0,53 g/kg, kalsiumia 6,31 g/kg ja magnesiumia 3,50 g/kg.

Turpeen ja puun tuhka saatiin Kainuun Osuusmeijerin lämpölaitokselta. Niiden kuten myös masuunikuonan ja magnesiitin kemiallisia ominaisuuksia esitetään Taulukoissa 1 ja 2. Puun tuhka oli peräisin sekalaisen havupuujätteen (haketta ja kuorta) poltosta. Analyysituloksissa kiinnittää huomiota tuhkien suuri vesipitoisuus; kuiva-ainetta oli turpeen tuhkassa 86 % ja puun tuhkassa vain 57 %. Suuri vesipitoisuus selittyy osittain sillä, että tuhkaan ruiskutetaan lämpölaitoksella vettä pölyämisen estämiseksi. Puun tuhkan suuri vesipitoisuus viittaa toisaalta myös siihen, että se oli kostunut varastoinnin aikana.

TAULUKKO 1. Maanparannusaineiden neutralointikyky

Aine	"Neutraloiva kalsium", % k.a.:sta	
	Ca+5/3 Mg	Titraamalla
Masuunikuona	33,2	27,0
Magnesiitti	25,8	23,7
Turpeen tuhka	2,6	0
Puun tuhka	31,8	30,3

Kun otetaan huomioon maanparannusaineiden neutralointikyky ja kuiva-ainepitoisuus, eri maanparannusaineissa annettiin koe-ruuduille kalkkia neutraloivaksi kalsiumiksi (Ca + 5/3 Mg) laskettuna seuraavasti:

Dolomiittikalkki (7,5 t/ha)	2,63 t/ha
Dolomiittikalkki (15 t/ha)	5,25 t/ha
Masuunikuona (7,5 t/ha)	2,34 t/ha
Masuunikuona (15 t/ha)	4,68 t/ha
Magnesiitti (7,5 t/ha)	1,78 t/ha
Magnesiitti (15 t/ha)	3,56 t/ha
Turpeen tuhka (15 t/ha)	0,34 t/ha
Turpeen tuhka (30 t/ha)	0,67 t/ha
Puun tuhka (15 t/ha)	2,72 t/ha

TAULUKKO 2. Maanparannusaineiden analyysituloksia (pitoisuus kuiva-aineessa).

Aine	Kuiva- aine-%	Uutto-*) liuos	g/kg							mg/kg			
			Ca	Mg	K	P	Fe	Mn	Zn	Cu	B	Mo	
Masuunikuona	94	Kv	267	71	6	0,1	1,3	3,7	3	6	-	1	
		HCl	228	59	5	0,1	1,2	3,5	2	5	540	1	
		Sh	99	25	2	0,1	0,5	1,4	-	3	260	1	
Magnesiitti	92	Kv	3	208	-	0,2	54,6	1,1	17	10	-	-	
		HCl	2	10	-	0,1	3,7	0,1	-	8	8	-	
		Sh	1	2	-	0,1	0,7	0,0	-	5	8	-	
Turpeen tuhka	86	Kv	23	6	3	6,1	61,6	0,8	72	44	-	7	
		HCl	17	2	2	4,8	7,2	0,2	7	13	23	5	
		Sh	13	1	1	3,3	3,6	0,2	3	6	19	5	
Puun tuhka	57	Kv	-	-	-	-	27,7	12,8	390	95	-	1	
		HCl	258	27	56	17,7	6,0	11,0	350	88	290	1	
		Sh	186	17	44	8,1	2,6	8,4	290	61	180	1	

*) Kv= uutto kuningasvedellä, HCl= uutto suolahapolla (1,0 M, 20 °C),
Sh= uutto sitruunahapolla

Selvästi eniten neutraloivaa kalsiumia annettiin maahan dolomiittikalkissa. Masuunikuonassa maahan annettiin 89 %, magnesiitissa 68 %, turpeen tuhkassa 6 % ja puun tuhkassa 52 % vastaavan dolomiittikalkkimäärän sisältämästä neutraloivasta kalsiumista. Jätevesilietteen neutraloivan kalsiumin pitoisuutta ei määritetty.

Maanparannusaineiden analyysituloksista nähdään edelleen, että magnesiitti sisälsi erittäin vähän kalsiumia mutta hyvin runsaasti magnesiumia (Taulukko 2). Magnesiitin ja masuunikuonan maa-alkalimetallit olivat hyvin niukkaliukoisia: esimerkiksi magnesiitin magnesiumista vain noin yksi prosentti oli sitruunahappoliukoista. Turpeen tuhka sisälsi vain vähän kalsiumia ja magnesiumia, kun taas puun tuhkassa niitä oli runsaasti helppoliukoisessa muodossa. Turpeen ja puun tuhkat sisälsivät myös merkittäviä määriä fosforia (Taulukko 2).

Puun tuhka sisälsi kaliumia, mangaania, sinkkiä ja kuparia kaikkein eniten (Taulukko 2). Se sisälsi myös runsaasti booria, mutta vielä suurempi booripitoisuus oli masuunikuonassa. Pienemmässä masuunikuonamäärässä (7,5 t/ha) maahan tuli hehtaaria kohden noin 1,8 kg booria ja suuremmassa määrässä noin 3,7 kg. Nämä määrät eivät kuitenkaan liene haitallisen suuria hajalevitetyssä kalkitusaineessa annettuina.

Magnesiitti oli hyvin hienojakoista: 96 % siitä läpäisi 0,15 mm seulan, 82 % 0,063 mm seulan ja vielä 70 % 0,032 mm seulan. Sen sijaan masuunikuona oli sangen karkeaa: myyjän ilmoituksen mukaan raekoko oli 0-5 mm. Turpeen ja puun tuhkan lajitekoostumusta ei määritetty mutta ne olivat luonteensa mukaisesti erittäin hienojakoisia.

Koepelto oli multamaata. Sen humuspitoisuus oli keskimäärin 19,6 %. Viljavuusanalyysin arvot koemaasta olivat: pH 5,09, Ca 1040 mg/l, K 96 mg/l, Mg 109 mg/l, P 6,1 mg/l, B 0,73 mg/l, Cu 13,2 mg/l, Zn 3,0 mg/l, Mn 64 mg/l, Fe 1650 mg/l ja Mo 0,09 mg/l. Hivenravinteiden pitoisuus koemaassa oli siten vähintäänkin tyydyttävällä tasolla, kun taas pää- ja sivuravinteiden sekä pH:n suhteen maa oli välttävää luokkaa. Maan Ca:Mg-suhde oli 9,5, jota voidaan pitää edullisena.

Ennen vuotta 1984 koemaa oli usean vuoden ajan yhtenäisenä heinänurmena. Maanparannusaineet levitettiin kynökselle 14.-15.5.1984. Koeala äestettiin ja kaikille muille paitsi jätevesiruuduille levitettiin 300 kg/ha normaali Y-lannosta 16.5. Samana päivänä ruuduille kylvettiin Arra-ohra, kylvömäärä oli 450 kpl itävää siementä/m². Koekenttää havainnoitiin kesän aikana, ja ohra puitiin 24.8. koeruutupuimurilla. Koeala kynnettiin syksyllä.

Seuraavana keväänä (6.6.1985) koekentälle kylvettiin seosnurmi (Venla-puna-apila 8 kg/ha + Tammisto-timotei 16 kg/ha). Suojaviljana oli Arra-ohra, jonka kylvömäärä oli 300 kpl itävää siementä/m². Kenttä lannoitettiin kylvön yhteydessä levittämällä koko alalle 200 kg/ha kalisuolaa. Koetta havainnoitiin kesän aikana, ja ohra puitiin koeruutupuimurilla 4.9.1985.

Ensimmäisen nurmivuoden keväällä (3.6.1986) koko koealalle kylvettiin 600 kg/ha ammonoitua PK-lannosta. Nurmi korjattiin Haldrup-korjuukoneella kaksi kertaa: 24.6. ja 8.8.1986.

Toisen nurmivuoden keväällä (27.5.1987) koe lannoitettiin levittämällä kentälle ammonoitua PK-lannosta 600 kg/ha. Nurmisato korjattiin Haldrup-korjuukoneella 30.6. ja 27.8. Koeala kynnettiin syksyllä 1987.

Vuonna 1988 koekentällä kasvatettiin Agneta-ohraa, joka kylvettiin 26.5. Kylvömäärä oli 500 kpl itävää siementä/m². Koe lannoitettiin kylvön yhteydessä levittämällä koko alalle 250 kg/ha Normaali Y-lannosta. Kirvojen torjumiseksi oraat ruis-kutettiin Roxion-valmisteella 19.6. Ohra puitiin koeruutupuimurilla 11.8.

Koekasvien sadot punnittiin ja niiden kuiva-ainepitoisuus määritettiin. Nurmivuosina määritettiin myös tuoresatojen kasvilajikoostumus. Koekasvien ravinnesisältö määritettiin kolmena viimeisenä koivuonna. Ravinnemääritykset tehtiin MTTK:n maanviljelyskemian ja -fysiikan osastolla Jokioisilla.

Koeruuduilta otettiin maanäytteet viisi kertaa kokeen aikana: 10.5.1984, 5.9.1985, 8.8.1986, 13.10.1987 ja 9.9.1988. Maanäytteistä tehtiin viljavuusanalyysi MTTK:n maantutkimusosastolla Jokioisilla. Kokeen perustamisvaiheessa otetuista näytteistä määritettiin myös hivenravinteet: vesiliukoinen B sekä HAAC-EDTA-seokseen uuttuvat Cu, Zn, Mn, Fe ja Mo.

Koetulosten tilastollinen käsittely tehtiin MTTK:n VAX-tietokoneella. Keskiarvojen erojen luotettavuutta testattiin Tukeyn HSD-arvolla ($P=0,05$).

Koivuodet olivat sääoloiltaan varsin vaihtelevia (Taulukko 3). Kesä 1987 oli poikkeuksellisen kolea, kun taas kesä 1988 oli hyvin lämmin. Poikkeuksellisen suuria kuukausittaisia sademääriä mitattiin kesäkuussa 1984, elokuussa 1985, touko- ja elokuussa 1986 sekä heinä- ja elokuussa 1987. Vuonna 1985 alku- ja keskikesä taas olivat poikkeuksellisen vähäsateisia.

TAULUKKO 3. Säätietoja Kajaanin lentoasemalta kasvukausilta 1984-1988 sekä pitkän ajan keskiarvoja.

Kuukausi	keskilämpötila, °C					
	1984	1985	1986	1987	1988	1931-1960
Toukokuu	12,0	5,3	8,1	6,9	8,3	6,9
Kesäkuu	12,9	12,7	16,2	12,6	14,8	13,0
Heinäkuu	15,1	15,3	16,5	13,4	18,9	16,1
Elokuu	12,6	14,3	10,9	10,7	13,1	14,0
Syyskuu	7,6	8,5	5,1	7,4	9,5	8,3

Kuukausi	sademäärä, mm					
	1984	1985	1986	1987	1988	1931-1960
Toukokuu	29	24	75	39	42	38
Kesäkuu	92	34	36	54	89	64
Heinäkuu	86	38	56	114	85	71
Elokuu	58	120	104	102	86	72
Syyskuu	40	50	75	65	62	60

TULOKSET

Sadot, niiden ravinnepitoisuus ja ravinteidenotto

Ensimmäisenä koevuonna (1984) koejäsenten ohrasadot eivät eronneet toisistaan merkitsevästi (Taulukko 4). Ohra kasvoi hyvin pitkäksi ja oli korjuuvaiheessa pahasti laossa. Vähiten lakoa oli käsittelemättömässä verrannekoejäsenessä sekä pienemmän määrän (20 t/ha) jätevesilietettä saaneessa koejäsenessä.

Myöskään toisena koevuonna nurmen suojaviljana olleen ohran sadot eivät eronneet toisistaan merkitsevästi (Taulukko 4). Ohra oli tällöin huomattavasti lyhyempää kuin edellisellä vuonna eikä lakoa esiintynyt.

Kesän 1986 ensimmäisessä nurmisadossa koejäsenten välillä ei ollut merkitseviä eroja (Taulukko 5). Talvituho oli hyvin pieni kaikissa koejäsenissä. Apilan osuus oli suurin 15 t/ha dolomiittikalkkia saaneessa koejäsenessä ja pienin magnesiittikoejäsenissä. Nurmen kalsium- ja kaliumpitoisuus oli suurin dolomiittiruuduissa ja puun tuhkaruuduissa. Magnesiumpitoisuus oli selvästi suurin 15 t/ha dolomiittikalkkia saaneissa ruuduissa. Nurmen typpipitoisuus oli yleensä sitä suurempi mitä enemmän koejäsenessä oli apilaa.

Nurmisadon typpisisältö (kg/ha) oli suurin dolomiittikalkkia (15 t/ha), jätevesilietettä ja puun tuhkaa saaneissa koejäsenissä. Nurmen kalium- ja kalsiumsisällön suhteen parhaita käsittelyjä olivat dolomiittikalkki (15 t/ha) ja puun tuhka. Nurmen magnesiumsisältö oli selvästi suurin 15 t/ha dolomiittikalkkia saaneessa koejäsenessä.

Kesän 1986 toisessa nurmisadossa koejäsenten välillä ei ollut merkitseviä eroja (Taulukko 6). Nurmen apilapitoisuus oli huomattavasti muita pienempi 40 t/ha jätevesilietettä saaneessa koejäsenessä ja muita suurempi 15 t/ha dolomiittikalkkia saaneessa koejäsenessä. Nurmen typpipitoisuuden suhteen osoittautuivat muita paremmiksi 15 t/ha dolomiittikalkkia ja

TAULUKKO 4. Kesien 1984, 1985 ja 1988 ohran jyväsadot, ohran lakoisuus puintivaiheessa kesinä 1984 ja 1988 (vuonna 1985 lakoa ei ollut lainkaan) sekä kesän 1988 jyväsadon kuiva-aineen fosfori- ja magnesiumipitoisuus (vain näissä merkitseviä eroja).

Koejäsen	1984		1985		1988		Mg g/kg
	sato, kg/ha (85 % k.a.)	lako %	sato, kg/ha (85 % k.a.)	lako %	sato, kg/ha (85 % k.a.)	lako %	
Käsittelemätön	4870	63	3450		3590	4	1,38
Dolom.kalkki 7,5 t/ha	4570	75	3590		3460	20	1,43
Dolom.kalkki 15 t/ha	4660	90	3560		3790	55	1,48
Masuunikuona 7,5 t/ha	4730	82	3370		3660	23	1,32
Masuunikuona 15 t/ha	4450	83	3620		3650	28	1,38
Magnesiitti 7,5 t/ha	4810	75	3530		3320	23	1,41
Magnesiitti 15 t/ha	4780	83	3330		3510	25	1,37
Turpeen tuhka 15 t/ha	4780	75	3400		3880	19	1,34
Turpeen tuhka 30 t/ha	4530	93	3500		3380	15	1,33
Jätevesiliete 20 t/ha	4790	43	3430		3270	28	1,37
Jätevesiliete 40 t/ha	4520	75	3600		3580	29	1,34
Puun tuhka 15 t/ha	4520	84	3770		3740	43	1,34
HSD (P=0,05)	1490	-	900	-	630	-	0,37

TAULUKKO 5. Kesän 1986 I niilton kuiva-ainesato, tuoresadon apilapitoisuus, talvituho, kuiva-aineen ravinnepitoisuus sekä sadon sisältämä ravinnemäärä hehtaaria kohden laskettuna.

Koejäsen	sato, apila kg/ha	apila %	talvi- tuho, %	g/kg				kg/ha					
				N	P	K	Ca	N	P	K	Ca	Mg	
Käsittelemätön	2020	12	4	19,5	2,85	28,6	3,43	1,01	40	5,7	58	6,8	2,0
Dolom.kalkki 7,5 t/ha	1690	14	7	19,8	2,63	31,0	4,26	1,66	33	4,4	53	7,2	2,8
Dolom.kalkki 15 t/ha	2440	36	2	22,9	2,73	30,5	5,69	2,21	55	6,7	74	13,2	5,2
Masuunikuona 7,5 t/ha	2220	20	4	20,1	2,59	27,0	4,87	1,58	45	5,7	60	10,6	3,5
Masuunikuona 15 t/ha	2000	11	6	19,6	2,80	28,1	3,69	1,23	39	5,5	56	7,6	2,5
Magnesiitti 7,5 t/ha	1760	6	4	18,5	2,73	28,0	3,16	1,14	32	4,8	49	5,6	2,0
Magnesiitti 15 t/ha	1940	7	2	19,1	2,59	26,4	3,12	1,15	37	5,0	51	5,9	2,2
Turpeen tuhka 15 t/ha	1980	23	4	19,4	2,69	26,7	3,32	1,03	38	5,2	52	6,4	2,0
Turpeen tuhka 30 t/ha	2010	12	4	19,6	2,72	28,4	4,12	1,17	39	5,5	57	8,2	2,4
Jätevesiliete 20 t/ha	2160	9	4	22,6	2,90	28,1	4,81	1,49	50	6,2	61	10,8	3,3
Jätevesiliete 40 t/ha	2230	23	4	21,0	2,80	30,0	4,74	1,52	47	6,3	67	10,7	3,4
Puun tuhka 15 t/ha	2360	22	4	22,0	2,68	32,7	5,92	1,65	52	6,3	77	14,0	3,8
HSD (P=0,05)	940	-	-	5,2	0,49	5,4	3,33	0,88	22	2,5	28	7,9	2,1

TAULUKKO 6. Kesän 1986 II niiton kuiva-ainesato, tuoresadon apilapitoisuus, kuiva-aineen ravinnepitoisuus sekä sadon sisältämä ravinnemäärä hehtaaria kohden laskettuna.

Koejäsen	sato, apila kg/ha	%	g/kg					kg/ha				
			N	P	K	Ca	Mg	N	P	K	Ca	Mg
Käsittelemätön	2000	52	22,8	3,02	24,8	9,43	2,66	45	6,0	50	18	5,1
Dolom.kalkki 7,5 t/ha	2670	44	27,9	3,08	24,5	11,38	3,84	75	8,2	67	30	10,1
Dolom.kalkki 15 t/ha	2940	63	29,1	2,87	24,8	11,60	3,98	85	8,4	73	34	11,5
Masuunikuona 7,5 t/ha	2120	40	26,5	2,87	25,9	12,05	3,11	58	6,1	55	27	6,9
Masuunikuona 15 t/ha	2330	38	25,9	3,03	26,8	11,18	3,23	61	7,1	64	26	7,7
Magnesiitti 7,5 t/ha	1840	55	24,7	3,07	26,9	9,48	2,72	47	5,7	50	19	5,2
Magnesiitti 15 t/ha	1730	29	22,9	3,19	26,3	8,22	2,59	41	5,5	46	15	4,7
Turpeen tuhka 15 t/ha	1960	48	27,0	3,23	26,6	10,83	2,71	52	6,3	53	21	5,3
Turpeen tuhka 30 t/ha	2040	42	24,8	3,14	24,8	10,91	2,93	51	6,4	50	23	6,1
Jätevesiliete 20 t/ha	2640	55	27,1	2,97	24,8	12,30	3,37	73	7,9	67	34	9,3
Jätevesiliete 40 t/ha	2290	10	27,6	3,03	23,2	13,40	3,85	63	6,9	53	30	8,7
Puun tuhka 15 t/ha	2610	48	30,0	2,97	32,2	13,43	3,04	78	7,7	84	35	7,9
HSD (P=0,05)	1560	-	6,8	0,31	4,0	6,21	1,54	48	4,6	41	26	7,2

puun tuhkaa saaneet koejäsenet. Nurmen fosforipitoisuus oli suurin 15 t/ha magnesiittia ja 15 t/ha turvetuhkaa saaneissa ruuduissa, mutta tämä lienee johtunut vain näiden koejäsenten pienestä sadosta. Kaliumpitoisuus oli poikkeuksellisen korkea puun tuhkaruuduissa. Nurmen kalsiumpitoisuuden suhteen parhaita käsittelyjä olivat jätevesiliete ja puun tuhka, magnesiumpitoisuuden suhteen taas dolomiittikalkki ja jätevesiliete.

Nurmisadon typpisisältö (kg/ha) oli suurin dolomiittikalkki-, jätevesiliete- ja puun tuhkaruuduissa. Samat käsittelyt osoittautuivat parhaiksi myös nurmen kalium-, kalsium- ja magnesiumsisällön suhteen.

Kesän 1987 ensimmäisessä nurmisadossa eri koejäsenten välillä ei ollut merkitseviä eroja (Taulukko 7). Talvituho oli pienin dolomiittikalkki-, jätevesiliete- ja puun tuhkaruuduissa. Apilapitoisuus oli suurin 15 t/ha dolomiittikalkkia saaneessa koejäsenessä ja pienin magnesiittikoejäsenissä. Nurmen typpipitoisuus (g/kg) oli yleensä sitä suurempi mitä suurempi oli apilan osuus. Nurmen fosfori-, kalsium- ja magnesiumpitoisuus oli suurin 15 t/ha dolomiittikalkkia saaneessa koejäsenessä, mutta kaliumpitoisuus oli suurin puun tuhkaruuduissa.

Nurmen typpi-, kalsium- ja magnesiumsisältö (kg/ha) oli suurin 15 t/ha dolomiittikalkkia saaneessa koejäsenessä. Nurmen fosfori- ja kaliumsisällön suhteen koejäsenillä ei ollut kovin suuria eroja.

Kesän 1987 toisen niiton sato jäi hyvin pieneksi eikä koejäsenten välillä ollut merkitseviä eroja (Taulukko 8). Apilapitoisuus oli verraten korkea kaikissa ruuduissa. Nurmen typpi- ja magnesiumpitoisuus oli suurin dolomiittikalkkiruuduissa (15 t/ha). Kaliumpitoisuus oli suurin puun tuhalla lannoite- tuissa ruuduissa, kun taas nurmen fosforipitoisuus oli suurin jätevesiliete- ja dolomiittikalkkiruuduissa. Nurmen kalsiumpitoisuus oli suurin dolomiittikalkki-, masuunikuona-, jätevesiliete- ja puun tuhkaruuduissa.

TAULUKKO 7. Kesän 1987 I niiton kuiva-ainesato, tuoresadon apilapitoisuus, talvituho, kuiva-aineen ravinnepitoisuus sekä sadon sisältämä ravinnemäärä hehtaaria kohden laskettuna.

Koejäsen	sato, apila %	talvi- tuho, %	g/kg				kg/ha						
			N	P	K	Ca	Mg	N	P	K	Ca	Mg	
Käsittelemätön	3160	21	25	19,6	3,49	29,8	3,63	1,41	62	11	94	11	4,4
Dolom.kalkki 7,5 t/ha	3510	28	6	22,5	3,63	27,2	4,61	2,04	79	13	95	16	7,2
Dolom.kalkki 15 t/ha	3500	48	4	26,2	3,84	28,4	6,21	2,93	91	13	99	22	10,2
Masuunikuona 7,5 t/ha	3450	22	16	21,2	3,55	29,4	4,91	1,80	74	12	101	17	6,4
Masuunikuona 15 t/ha	3410	23	15	19,8	3,50	30,6	3,60	1,50	68	12	105	13	5,2
Magnesiitti 7,5 t/ha	3730	12	19	18,7	3,27	29,0	2,87	1,36	70	12	109	11	5,1
Magnesiitti 15 t/ha	3720	7	25	18,0	3,24	28,1	2,47	1,31	67	12	105	9	4,9
Turpeen tuhka 15 t/ha	3320	25	18	19,4	3,34	29,9	3,51	1,41	64	11	100	11	4,6
Turpeen tuhka 30 t/ha	3490	20	14	22,0	3,64	29,3	4,91	1,73	77	13	102	18	6,1
Jätevesiliete 20 t/ha	3550	23	10	22,6	3,60	28,9	4,90	1,85	82	13	102	18	6,8
Jätevesiliete 40 t/ha	3430	30	6	21,6	3,56	29,7	4,90	1,92	74	12	102	17	6,6
Puun tuhka 15 t/ha	3150	39	5	24,0	3,73	34,1	5,65	1,89	75	12	108	18	5,9
HSD (P=0,05)	790	-	-	6,2	0,54	4,1	3,49	0,99	33	4	27	14	4,2

TAULUKKO 8. Kesän 1987 II niiton kuiva-ainesato, tuoresadon apilapitoisuus, kuiva-aineen ravinnepitoisuus sekä sadon sisältämä ravinnemäärä hehtaaria kohden laskettuna.

Koejäsen	sato, kg/ha	apila %	g/kg				kg/ha				
			N	P	K	Ca	N	P	K	Ca	Mg
Käsittelemätön	1160	44	25,5	2,97	19,1	9,88	31	3,5	22	13	3,0
Dolom.kalkki 7,5 t/ha	1660	56	30,8	3,44	15,8	11,83	51	5,7	27	19	5,7
Dolom.kalkki 15 t/ha	1800	51	32,0	3,38	16,9	12,35	57	6,1	31	22	7,6
Masuunikuona 7,5 t/ha	1480	61	29,7	3,28	18,7	12,23	45	4,9	28	18	4,8
Masuunikuona 15 t/ha	1470	45	27,8	3,17	17,8	12,20	42	4,7	26	19	4,7
Magnesiitti 7,5 t/ha	1300	46	26,8	3,12	19,1	10,08	37	4,1	25	15	3,9
Magnesiitti 15 t/ha	780	37	25,5	3,06	17,3	10,38	21	2,4	14	8	2,4
Turpeen tuhka 15 t/ha	1210	56	26,8	3,03	18,9	11,10	33	3,7	23	13	3,3
Turpeen tuhka 30 t/ha	1260	42	27,7	3,31	17,9	11,68	36	4,2	23	15	3,6
Jätevesiliete 20 t/ha	1610	57	29,2	3,34	16,6	12,48	48	5,4	27	20	5,2
Jätevesiliete 40 t/ha	1630	58	31,4	3,40	16,4	12,90	51	5,5	27	21	5,8
Puun tuhka 15 t/ha	1530	64	31,5	3,23	25,0	12,40	48	4,9	38	19	4,4
HSD (P=0,05)	1160	-	7,5	0,36	5,8	5,06	38	3,9	24	17	4,2

Nurmen typpisisällön (kg/ha) suhteen parhaiksi käsittelyiksi osoittautuivat dolomiittikalkki, jätevesiliete ja puun tuhka. Nurmen fosforisisältö oli suurin 15 t/ha dolomiittikalkkia saaneissa ruuduissa, ja kaliumsisältö puun tuhalla lannoite- tuissa ruuduissa. Nurmen kalsiumsisältö oli suurin dolomiittikalkki-, masuunikuona-, jätevesiliete- ja puun tuhkaruu- duissa, kun taas magnesiumsisältö oli selvästi muita korkeam- pi 15 t/ha dolomiittikalkkia saaneissa ruuduissa.

Tarkasteltaessa eri maanparannusaineiden tuottamia suhteelli- sia satoja havaitaan, ettei millään aineella ollut käytännös- sä vaikutusta ohran kasvuun (Taulukko 9). Nurmen kasvua pa- ransi eniten suurempi dolomiittikalkkimäärä (15 t/ha), ja myönteinen vaikutus oli myös pienemmällä dolomiittikalkkimää- rällä, masuunikuonalla, jätevesilietteellä sekä puun tuhkal- la. Sen sijaan magnesiitilla ei ollut mitään vaikutusta nur- men kasvuun, ja turvetuhkallakin vaikutus oli hyvin pieni. Eri koeruutujen suhteelliset nurmisadot näyttivät jossain määrin riippuvan nurmen apilapitoisuudesta.

TAULUKKO 9. Ohran ja nurmen suhteelliset sadot (käsittelemä- tön= 100) sekä vuosien 1986 ja 1987 nurmisatojen keskimääräi- nen apilapitoisuus (% tuorepainosta). Ohran osalta taulukossa esitetään vuosien 1984, 1985 ja 1988 ja nurmen osalta vuosien 1986 ja 1987 satojen keskiarvo.

Koejäsen	Suhteellinen sato		Keskimääräinen apila-%
	Ohra	Nurmi	
Käsittelemätön	100	100	32
Dolom.kalkki 7,5 t/ha	97	114	36
Dolom.kalkki 15 t/ha	101	129	50
Masuunikuona 7,5 t/ha	99	111	36
Masuunikuona 15 t/ha	98	111	29
Magnesiitti 7,5 t/ha	98	103	30
Magnesiitti 15 t/ha	97	98	20
Turpeen tuhka 15 t/ha	101	102	38
Turpeen tuhka 30 t/ha	96	106	29
Jätevesiliete 20 t/ha	96	119	36
Jätevesiliete 40 t/ha	98	115	30
Puun tuhka 15 t/ha	101	116	43

Maa-analyysit

Kokeesta otettiin maanäytteet joka vuosi ruuduittain. Vuoden 1984 näytteet otettiin ennen maanparannusaineiden levitystä, joten ne kuvaavat lähtötilannetta.

Kyntökerroksen happamuuteen oli tilastollisesti merkitsevä vaikutus vain pienemmällä dolomiittikalkkimäärällä (1986 ja 1988), suuremmalla dolomiittikalkkimäärällä (1985, 1986, 1987 ja 1988) sekä puun tuhalla (1985 ja 1986) (Taulukko 10). Puun tuhkan kalkitusvaikutus näytti olevan varsin lyhytaikainen.

Kyntökerroksen kalsiumtilaa kohotti merkitsevästi vain suurempi dolomiittikalkkimäärä (1985, 1986, 1987 ja 1988) sekä puun tuhka vuonna 1986 (Taulukko 10). Puun tuhkan vaikutus oli taas varsin lyhytaikainen. Masuunikuona näytti alkavan kohottaa maan kalsiumtilaa kokeen viimeisenä vuonna, muttei vaikutus ollut tilastollisesti merkitsevä.

Kyntökerroksen kaliumtilaan oli tilastollisesti merkitsevä vaikutus vain puun tuhalla vuosina 1985, 1986 ja 1987 (Taulukko 11).

Kyntökerroksen magnesiumtilaa kohottivat merkitsevästi molemmat dolomiittikalkkimäärät (1985, 1986, 1987 ja 1988), suurempi masuunikuonamäärä (1988), pienempi magnesiittimäärä (1988) ja suurempi magnesiittimäärä (1987 ja 1988) (Taulukko 11). Dolomiittikalkin vaikutus maan magnesiumtilaan oli siis hyvin nopea, kun taas masuunikuonan ja magnesiitin vaikutus alkoi näkyä vasta 3-4 vuoden kuluttua levityksestä.

Millään maanparannusaineella ei ollut merkitsevää vaikutusta kyntökerroksen fosforitilaan (Taulukko 12).

Jankon ravinnetilaan oli merkitsevä vaikutus vain suuremmalla dolomiittikalkkimäärällä sekä puun tuhalla (Taulukko 13). Dolomiittikalkki kohotti jankon magnesiumtilaa, kun taas puun tuhkan vaikutus näkyi jankon kaliumtilan paranemisena.

TAULUKKO 10. Kyntökerroksen pH ja kalsiumpitoisuus viljavuusanalyysin mukaan.

Koejäsen	pH				Ca, mg/l					
	1984	1985	1986	1987	1988	1984	1985	1986	1987	1988
Käsittelemätön	5.05	5.22	5.04	5.25	5.11	1010	1200	1150	1120	1170
Dolom.kalkki 7,5 t/ha	5.01	5.44	5.43	5.35	5.48	940	1400	1420	1230	1380
Dolom.kalkki 15 t/ha	5.08	5.83	5.93	5.85	5.70	1080	1680	1710	1580	1630
Masuunikuona 7,5 t/ha	5.13	5.26	5.23	5.34	5.31	1080	1230	1190	1210	1350
Masuunikuona 15 t/ha	5.10	5.27	5.23	5.38	5.31	980	1230	1240	1290	1420
Magnesiitti 7,5 t/ha	5.10	5.24	5.15	5.28	5.28	1130	1280	1180	1140	1210
Magnesiitti 15 t/ha	5.01	5.14	5.13	5.25	5.23	1030	1180	1140	1200	1170
Turpeen tuhka 15 t/ha	5.10	5.23	5.21	5.23	5.25	1020	1280	1190	1200	1220
Turpeen tuhka 30 t/ha	5.13	5.30	5.19	5.29	5.16	1180	1400	1290	1260	1270
Jätevesiliete 20 t/ha	5.14	5.25	5.14	5.25	5.15	1090	1280	1190	1160	1210
Jätevesiliete 40 t/ha	5.13	5.23	5.14	5.23	5.18	1040	1230	1280	1140	1190
Puun tuhka 15 t/ha	5.05	5.67	5.68	5.47	5.33	930	1600	1680	1290	1270
HSD (P=0,05)	0.32	0.32	0.35	0.28	0.31	290	480	350	320	300

TAULUKKO 11. Kyntökerroksen kalium- ja magnesiumpitoisuus viljavuusanalyysin mukaan.

Koejäsen	K, mg/l				Mg, mg/l					
	1984	1985	1986	1987	1988	1984	1985	1986	1987	1988
Käsittelemätön	101	78	69	55	63	103	114	106	95	104
Dolom.kalkki 7,5 t/ha	93	85	69	50	58	89	240	264	183	240
Dolom.kalkki 15 t/ha	94	78	68	50	53	111	376	392	323	315
Masuunikuona 7,5 t/ha	89	74	71	54	60	113	130	128	132	154
Masuunikuona 15 t/ha	101	89	74	54	59	100	153	153	157	179
Magnesiitti 7,5 t/ha	99	96	77	62	66	131	155	140	147	171
Magnesiitti 15 t/ha	98	74	68	57	59	101	154	155	164	194
Turpeen tuhka 15 t/ha	100	100	80	66	66	116	123	109	104	118
Turpeen tuhka 30 t/ha	99	76	71	55	54	121	130	114	104	111
Jätevesiliete 20 t/ha	86	79	73	48	56	116	140	125	111	117
Jätevesiliete 40 t/ha	94	88	68	51	61	109	139	137	114	123
Puun tuhka 15 t/ha	103	148	129	86	70	98	157	152	121	118
HSD (P=0,05)	30	40	23	20	20	63	108	88	69	57

TAULUKKO 12. Kyntökerroksen fosforipitoisuus viljavuusanalyysin mukaan.

Koejäsen	P, mg/l				
	1984	1985	1986	1987	1988
Käsittelemätön	6.3	5.5	5.3	4.6	4.8
Dolom.kalkki 7,5 t/ha	6.9	4.6	6.5	5.3	4.4
Dolom.kalkki 15 t/ha	6.1	4.4	4.8	5.0	3.5
Masuunikuona 7,5 t/ha	5.3	3.6	4.6	4.7	3.2
Masuunikuona 15 t/ha	5.8	4.0	4.9	4.4	3.6
Magnesiitti 7,5 t/ha	6.1	4.4	4.9	4.3	3.7
Magnesiitti 15 t/ha	5.6	4.4	5.0	5.3	3.2
Turpeen tuhka 15 t/ha	6.3	4.5	5.0	5.5	3.9
Turpeen tuhka 30 t/ha	6.9	5.7	6.2	6.1	4.9
Jätevesiliete 20 t/ha	6.4	4.7	5.5	4.8	4.5
Jätevesiliete 40 t/ha	5.5	4.7	5.2	6.0	4.2
Puun tuhka 15 t/ha	5.7	5.4	6.1	4.2	3.6
HSD (P=0,05)	3.0	2.5	2.2	2.7	1.8

TAULUKKO 13. Jankon viljavuus kokeen päättyessä syksyllä 1988.

Koejäsen	pH	mg/l			
		Ca	K	Mg	P
Käsittelemätön	5.26	920	29	88	0.5
Dolom.kalkki 7,5 t/ha	5.24	960	24	102	0.6
Dolom.kalkki 15 t/ha	5.20	1000	26	128	0.9
Masuunikuona 7,5 t/ha	5.23	980	27	92	0.4
Masuunikuona 15 t/ha	5.18	1080	31	100	0.6
Magnesiitti 7,5 t/ha	5.14	950	33	89	0.7
Magnesiitti 15 t/ha	5.20	1100	27	98	0.7
Turpeen tuhka 15 t/ha	5.14	890	33	81	1.0
Turpeen tuhka 30 t/ha	5.25	870	32	83	0.7
Jätevesiliete 20 t/ha	5.25	930	33	100	0.7
Jätevesiliete 40 t/ha	5.25	940	26	90	0.7
Puun tuhka 15 t/ha	5.28	890	63	99	0.8
HSD (P=0,05)	0.29	440	19	36	1.1

TULOSTEN TARKASTELO

Tämän tutkimuksen tarkoituksena oli lähinnä selvittää paikallisten maanparannusaineiden arvoa maanviljelyssä Sotkamon olosuhteissa. Tutkimuksen tavoitteenasettelu oli siinä mielessä ongelmallinen, etteivät testattavat maanparannusaineet olleet yhteismitallisia. Useimmat niistä olivat kylläkin potentiaalisia kalkitusaineita, mutta joillakin oli myös selviä lannoitusvaikutuksia. Tämä vaikeuttaa tulosten tulkintaa.

Suurimmat nurmisadonlisäykset saatiin dolomiittikalkilla (14 ja 29 %). Dolomiittikalkki lisäsi apilan osuutta nurmessa ja kohotti selvästi maan pH:ta sekä kalsium- ja magnesiumtilaa. Nämä vaikutukset heijastuivat myönteisesti nurmisatojen typpi-, kalsium- ja magnesiumpitoisuuteen.

Masuunikuona kohotti nurmisatoa keskimäärin 11 %. Vaikutus oli samansuuruinen molemmilla kuonamäärillä, mikä johtune apilan paremmasta kasvusta vähemmän kuonaa saaneilla ruuduilla. Kuona myös kohotti nurmen kalsium- ja magnesiumpitoisuutta jonkin verran käsittelemättömään koejäseneseen verrattuna.

Viljavuusanalyysissä masuunikuonan vaikutus alkoi näkyä vasta kokeen loppupuolella maan kalsium- ja magnesiumtilan paranemisenä. Kuonan kalkitusvaikutus oli vähäinen, ja neutraloivan kalsiumin kemiallinen määrittäminen antoi siitä aivan liian lupaan kuvan. Kuonan nurmisatoa kohottava vaikutus saattoikin johtua kuonan muista hyödyllisistä vaikutuksista, joihin JAAKKOLA ym. (1985) viittaavat.

Masuunikuonan suhteellisen heikko vaikutus tässä kokeessa johtune siitä, että kuona oli hyvin karkeaa. Nykyisin maanparannusaineina myytävät kuonat on jauhettu huomattavasti hienommiksi, jolloin niiden kalkitusvaikutus on vastaavasti parempi. Masuunikuonan nykyinen raekoko on vakuustodistuksen mukaan seuraava: 90 % alle 2 mm ja 3 % alle 0,15 mm. Masuunikuonan käyttösuositus on noin kaksinkertainen varsinaisiin kalkkeihin verrattuna. Hienoksi jauhamisen on todettu kohottavan kuonien kalkitusvaikutusta merkittävästi (JAAKKOLA ym. 1985, VUORINEN 1986).

Magnesiitti osoittautui tässä kokeessa lähes arvottomaksi viljelymaan parantamisessa. Vaikka se oli hyvin hienoksi jauhattua, sillä ei ollut vaikutusta satoihin tai niiden ravinnepitoisuuteen. Maan kemiallisen viljavuuden suhteen magnesiitin ainoa vaikutus oli hidas magnesiumtilan paraneminen. Kun magnesiitin "neutraloivan kalsiumin" pitoisuus oli kemiallisen analyysin mukaan lähes 26 %, voidaan analyysituloksen tässä tapauksessa päätellä antavan täysin virheellisen kuvan aineen kalkitusvaikutuksesta. Magnesiitin vaikutus oli tässä tutkimuksessa vielä heikompi kuin JOKISEN (1979) talkkiteollisuuden sivutuotteena muodostuvan karbonaattirikasteen arvoa selvittäneessä tutkimuksessa.

Turpeen tuhka näytti kohottavan keskimääräistä nurmisatoa hieman, mutta käyttömäärään nähden sitä voidaan pitää melko vähäarvoisena maanparannusaineena. Sen neutralointikyky oli kemiallisessa analyysissäkin hyvin pieni. Turpeen tuhkan on yleensäkin todettu olevan huonoa kalkitusainetta (SAARELA 1989). Tuhka sisälsi kuitenkin merkittävästi fosforia; 15 tonnissa oli n. 43 kg sitruunahappoliukoista fosforia. Fosforin vaikutus ei kuitenkaan tullut tässä kokeessa ilmi.

Puun tuhka lisäsi keskimääräistä nurmisatoa 16 % käsittelemättömään verrattuna. Sillä oli myönteinen vaikutus apilan osuuteen nurmessa, ja se kohotti myös selvästi nurmen ravinnepitoisuuksia, erityisesti kaliumpitoisuutta. Viljavuusanalyysissä puun tuhkan vaikutus näkyi maan pH:n ja kalsium- sekä kaliumtilan väliaikaisena kohoamisena. Kemiallisen analyysin mukaan puun tuhka sisälsi merkittävästi fosforia; noin 69 kg 15 tonnissa. Tuhkan fosforin vaikutus ei kuitenkaan tullut esiin satotuloksissa, kun väkilannoitefosforia annettiin nurmen perustamisvuotta lukuunottamatta vuosittain.

Puun tuhkan vaikutuksen lyhytaikaisuus johtui ilmeisesti siitä, että suuren vesipitoisuutensa vuoksi se sisälsi vaikuttavia ainesosia suhteellisen vähän. Toisaalta puun tuhkan vaikutuksesta jankon kaliumtilan kohoamiseen voidaan päätellä, että sen sisältämiä ravinteita on voinut myös huuhtoutua kasvien juurien ulottumattomiin. Käytetty tuhka oli peräisin havupuun poltosta. Lehtipuiden tuhka olisi ollut vielä arvokkaampaa.

Asumajätevesiliete kohotti nurmisatoa käsittelemättömään koejäseneen verrattuna, mutta - vastoin odotuksia - pienemmällä lietemäärällä oli parempi vaikutus kuin suuremmalla (satonlisäykset 19 ja 15 %). Tämän ilmiön syynä lienee apilan parempi kasvu pienemmällä lietemäärällä. Jätevesiliete kohotti jonkin verran nurmen ravinnepitoisuuksia kaliumpitoisuutta lukuunottamatta, mutta sillä ei ollut selvää vaikutusta maan kemialliseen viljavuuteen.

Tämä tutkimus mittasi koejärjestelyistä johtuen lähinnä maanparannusaineiden kalkitusvaikutusta. Tähän liittyen aineiden vaikutus apilan kasvuun näkyi myös tuloksissa. Testaamatta jäi kuitenkin fosforilannoitusvaikutus, joka asumajätevesilietteellä sekä turpeen ja puun tuhkalla olisi saattanut olla merkittävä. Myös asumajätevesilietteen pitkäaikainen typpi-vaikutus jäi selvittämättä kokeessa käytetyn apilanurmen takia.

KIRJALLISUUS:

JAAKKOLA, A., HAKKOLA, H., HIIVOLA, S-L., JÄRVI, A., KÖYLI-JÄRVI, J. & VUORINEN, M. 1985. Terästeollisuuden kuonat kalkitusaineina. Maatalouden tutkimuskeskus. Tiedote 10/85: 1-44.

JOKINEN, R. 1979. Talkkitekiteollisuuden sivutuote maanparannusaineena ja magnesiumlannoitteena. MTTK, Maanviljelyskemian ja -fysiikan laitos. Tiedote 11:1-16.

SAARELA, I. 1989. Growth of rye grass, barley and oats in soils amended with ashes of wood, bark, peat and coal. Ann. Agric. Fenn. 28:121-132.

VUORINEN, M. 1986. Kalkituskokeiden tuloksia saraturvemaalta 1977-83. Maatalouden tutkimuskeskus. Tiedote 23/86:1-22.

1986

1. Tiivistelmiä MTTK:n tutkimuksista ja julkaisuista 1985. 69 p.
2. KEMPPAINEN, E. Karjanlannan hoito ja käyttö Suomessa. 102 p. + 6 liitettä.
3. KEMPPAINEN, E. & HAKKOLA, H. Lietelanta nurmen peruslannoitteena. 25 p.
4. NIEMELÄINEN, O. Nurmikkoheinien ominaisuudet. Kirjallisuustutkimus. Tuloksia punanatojen ja niittynurmikan virallisista nurmikon lajikekokeista vuosilta 1977-1984. 48 p.
5. MUSTONEN, L., PULLI, S., RANTANEN, O. & MATTILA, L. Virallisten lajikekokeiden tuloksia 1978-1985. 128 p. + 4 liitettä.
6. NIEMELÄINEN, O. & PULLI, S. Puna-apilalajikkeiden siemenmuodostus. Tuloksia apilan virallisista siemenviljelyn lajikekokeista vuosilta 1978-1984. 42 p.
7. NIEMELÄINEN, O. Syksyn, talven ja kevään lämpö- ja valo-olojen vaikutus koiranheinän, niittynurmikan ja punanadan röyhymuodostukseen. Kirjallisuustutkimus. 51 p.
8. ERVIÖ, L-R. & ERKAMO, M. Pakettipellon viljelyn uudelleen aloittaminen herbisidien avulla. p. 1-15.
 ERVIÖ, L-R. Korren vahvistaminen timotein siemenviljelyksillä. p. 16-21.
 HIIVOLA, S-L. Klormekvatin käyttö timotein siemennurmilla. p. 22-27.
 ERVIÖ, L-R. & HIIVOLA, S-L. Herbisidien käytön vähentäminen viljakasvustossa. p. 28-42.
9. KEMPPAINEN, E. & HAKKOLA, H. Säilörehun puristeneste ja virtsa lannoitteina. 43 p.
10. MATIKAINEN, A. & HUHTA, H. Nurmikasvilajikkeet Karjalan tutkimusasemalla. 24 p.
11. SOVERO, M. Nopsa-kevätrypsi. 15 p. + 2 liitettä.
12. NIEMELÄ, P. Kuiviketurpeen soveltuvuus turkistarhoilla kertyvän sonnan ja virtsan käsittelyyn. 15 p. + 4 liitettä.
13. PULLI, S., VESTMAN, E., TOIVONEN, V. & AALTONEN, M. Yksivuotisten tuorerehukasvien sopeutuminen Suomen kasvuoloihin. 51 p.
14. SIMOJOKI, P., RINNE, S-L., SIPPOLA, J., RINNE, K., HIIVOLA, S-L. & TALVITIE, H. Hernekaurasta saatava typpilannoitusohje. 27 p. + 22 liitettä.
15. SÄKÖ, J. & YLI-PIETILÄ, M. Hedelmäpuiden ja marjakasvien talvehtiminen talvella 1984-1985. 28 p.
16. MANNER, R. & KORTET, S. Niina-ohra. 31 p. + liite.

17. TURTOLA, E. & JAAKKOLA, A. Viljelykasvien, lannoituksen ja sadetuksen vaikutus kaliumin, kalsiumin, magnesiumin, natriumin, sulfaattirikin sekä kloridin huuhtoutumiseen savimaasta. 43 p.
18. TOIVONEN, V. & LAMPILA, M. Juurikasvisäilörehujen valmistus, laatu, rehuarvo ja mahdollinen käyttö etanolin valmistuksessa. 106 p. + 23 liitettä.
19. ETTALA, E. & VIRTANEN, E. Ayrshiren, friisiläisen ja suomenkarjan monivuotinen vertailu kotovaraisella säilörehu-vilja- ja heinä-vilja-urearuokinnalla. 1. Kolmen ensimmäisen lypsykauden tuotantotulokset. 114 p. + 5 liitettä.
20. ETTALA, E. & VIRTANEN, E. Ayrshiren, friisiläisen ja suomenkarjan monivuotinen vertailu kotovaraisella säilörehu-vilja- ja heinä-vilja-urearuokinnalla. 2. Lehmien syöntikyky, ravinnonsaanti ja rehun hyväksikäyttö sekä hedelmällisyys ja kestävyys kolmen ensimmäisen tuotantovuoden aikana. 293 p. + 23 liitettä.
21. RAVANTTI, S. Iki-timotei. 33 p. + 1 liite.
22. URVAS, L. & VIRKKI, K. Maaperäkarttaselitys. Turku-Rymättylä. 34 p. + 7 liitettä.
23. VUORINEN, M. Kalkituskoekiden tuloksia saraturvemaalta 1977-1983. 22 p.

1987

1. Tiivistelmiä MTTK:n tutkimuksista ja julkaisuista 1986. 72 p.
2. PALDANIUS, E. Oljen kompostointi erilaisia seosmateriaaleja typpilähteinä käyttäen. 55 p. + 1 liite.
3. LEIVISKÄ, P. & NISSILÄ, R. Säämittauksen tuloksia Pohjois-Pohjanmaan tutkimusasemalla Ruukissa. 31 p.
4. HAKKOLA, H., HEIKKILÄ, R., RINNE, K. & VUORINEN, M. Odelman typpilannoitus, sängenkorkeus ja niittoaika. 39 p.
5. NIEMELÄ, T. & NIEMELÄINEN, O. Kasvualustan tiivistyminen ja nurmikon kuluminen nurmikon stressitekijöinä. Kirjallisuuskatsaus. p. 1-30.
NIEMELÄ, T. Siirtonurmikon kasvatus ja käyttö. Kirjallisuuskatsaus. p. 31-42.
6. LUOMA, S., RAHKO, I. & HAKKOLA, H. Kiinankaalin viljelykoekiden tuloksia 1981-1985. 25 p.
7. MUSTONEN, L., PULLI, S., RANTANEN, O. & MATTILA, L. Virallisten lajikekoekiden tuloksia 1979-1986. 165 p. + 9 liitettä.
8. SEPPÄLÄ, R. & KONTTURI, M. Mallasohran reagointi typpilannoitukseen. p. 1-66.
KUISMA, T. & KONTTURI, M. Typpilannoituksen vaikutus ohralajikkeiden mallastuvuuteen. p. 67-134.

9. YLI-PIETILÄ, M., SÄKÖ, J. & KINNANEN, H. Puuvartisten koriste-kasvien talvehtiminen talvella 1984-1985. 38 p.
10. VUORINEN, M. & TAKALA, M. Porkkanan ja punajuurikkaan sadetus, typpilannoitus ja kalkitus poutivalla hiekkamaalla. 30 p.
11. MULTAMÄKI, K. & KASEVA, A. Kotimaiset lajikkeet. p. 1-8.
Domestic Varieties. p. 9-17.
12. TUOVINEN, T. Omenakääriäisen ennustemenetelmä. p. 1-17. Pih-läjänmarjakoin ennustemenetelmä. p. 18-32.
13. MÄKELÄ, K. Peittauksen vaikutus kotimaisen heinänsiemenen itävyyteen, orastuvuuteen ja sienistöön. 15 p.
14. Osa 1. YLÄRANTA, T. Radioaktiivinen laskeuma ja säteilyval-vonta. PAASIKALLIO, A. Radionuklidien siirtyminen viljely-kasveihin. 62 p.
Osa 2. KOSSILA, V. Radionuklidien siirtyminen kotieläimiin ja eläintuotteisiin sekä vaikutukset eläinten terveyteen ja tuotantoon. 109 p.
15. RAVANTTI, S. Alma-timotei. 38 p. + 2 liitettä.
16. LEHMUSHOVI, A. Ryhmäruusujen lajikekokeet vuosina 1981-1984. 29 p.
17. JOKINEN, R. & TÄHTINEN, H. Karkeiden kivennäismaiden ja turve-maiden kuparipitoisuus ja sen vaikutus kauran kasvuun astia-kokeessa. p. 1-17.
Maan kuparipitoisuuden ja happamuuden vaikutus kuparilannoi-tuksella saatuihin kauran satotuloksiin. p. 18-37.
Maan pH-luvun ja kuparilannoituksen vaikutus kauran hivenra-vinnepitoisuuksiin. p. 38-47.
Kaura- ja ohralajikkeiden herkkyys kuparin puutteelle ja eri kuparimäärillä saadut tulokset. p. 48-62.
Kuparilannoitelajien vertailu astiakokeessa kauralla. p. 63-68.
18. HIIRSALMI, H., JUNNILA, S. & SÄKÖ, J. Ahomansikasta suomalainen viljelylajike. p. 1-8.
Mesimarjan jalostus johtanut tulokseen. p. 9-21.
19. TALVITIE, H., HIIVOLA, S-L. & JÄRVI, A. Satojen ja satovahin-kojen arviointitutkimus. 87 p.
20. KEMPPAINEN, R. Puna-apilan ympäys Rhizobium-bakteerilla. Inoculation of red clover by Rhizobium strain. 24 p.
21. LAMPILA, M., VÄÄTÄINEN, H. & ALASPÄÄ, M. Korsirehujen vertailu kasvavien ayrshire-sonnien ruokinnassa. p. 1-40.
ARONEN, I., HEPOLA, H., ALASPÄÄ, M. & LAMPILA, M. Erisuuruiset väkirehuannokset kasvavien ayrshire-sonnien olkiruokinnassa. p. 41-66.
ARONEN, I., ALASPÄÄ, M., HEPOLA, H. & LAMPILA, M. Bentsoehappo säilörehun valmistuksessa. p. 67-86.
22. TURTOLA, E. & JAAKKOLA, A. Viljelykasvien vaikutus ravinteiden huuhtoutumiseen savimaasta Jokioisten huuhtoutumiskentällä v. 1983-1986. 32 p. + 2 liitettä.

23. PIETOLA, L. & ELONEN, P. Peltokasvien sadetus normaalia kosteampina kasvukausina 1980-85. 76 p. + 1 värikuvaliite.
24. PIETOLA, L. Maan mekaaninen vastus kasvutekijänä. 94 p. + 3 liitettä.

1988

1. Tiivistelmiä MTTK:n tutkimuksista ja julkaisuista 1987. 83 p.
2. ANISZEWSKI, T. Puiden, pensaiden ja viljeltävän turvemaan fenologinen tutkimus. Phenological study on the trees, bushes and arable peat land. 120 p. + 5 liitettä.
3. RINNE, S-L., HIIVOLA, S-L., TALVITIE, H., SIMOJOKI, P., RINNE, K. & SIPPOLA, J. Viherkesannon vaihtoehdot rukiin viljelyssä. 53 p. sisältäen 9 liitettä.
4. JUNNILA, S. Pienannosherbisidit kevätiljoilla - Glean 20 DF, Ally 20 DF ja Logran 20 WG. p. 1-15.
Starane M kevätiljojen rikkakasvien torjunnassa. p. 16-18.
Kamilon B ja Kamilon D kevätiljojen rikkakasvien torjunnassa. p. 19-23.
Kevätviljajherbisidit Rikkahävite KH 10/77, KH 2/83 ja Impactil. p. 24-31.
5. KIISKINEN, T. & MÄKELÄ, J. Kasviperaisten valkuaisrehujen sulavuus minkillä. Smältbarhet av vegetabiliska proteinfodermedel hos mink. Digestibility of protein feedstuffs derived from plants in mink. p. 1-13
KIISKINEN, T., MÄKELÄ, J. & ROUVINEN, K. Eri viljalajien sulavuus minkillä ja siniketulla. Smältbarhet av olika spannmål hos mink och blåräv. Digestibility of different grains in mink and blue fox. p. 14-23.
6. SIMOJOKI, P. Ohran boorinpuutos. 100 p. + 3 liitettä.
7. SIMOJOKI, P. Lupiinin viljelytekniikka. p. 3-22, 2 liitettä.
EKLUND, E. & SIMOJOKI, P. Yksivuotisen lupiinin nystyräbakteerien eristäminen ja valikoitujen siirroskantojen testaus kenttäolosuhteissa. p. 23-34, 1 liite.
- ANISZEWSKI, T. Kylvöajan vaikutus lupiinin (*Lupinus angustifolius* L.) siemensatoon Keski- ja Pohjois-Suomessa. p. 35-54.
- ANISZEWSKI, T. Lupiinin siementuotanto Keski- ja Pohjois-Suomessa. p. 55-90.
8. HÄMÄLÄINEN, I. & ERVIÖ, R. Maaperäkarttaselitys, Jyväskylä. 39 p. + 14 liitettä.
9. ERVIÖ, R. & HÄMÄLÄINEN, I. Maaperäkarttaselitys, Lahti. 41 p. + 2 liitettä.
10. TAKALA, M. Palkokasvien biologiasta. 18 p. + 26 taulukkoa.
11. TAKALA, M., TAHVONEN, R. & VUORINEN, M. Väkilannoitus ja "biologiset" viljelymenetelmät perunan, porkkanan ja punajuurikkaan viljelyssä. 36 p.

12. MUSTONEN, L., RANTANEN, O., NIEMELÄINEN, O., PAHKALA, K., KONTTURI, M. & MATTILA, L. Virallisten lajikekokeiden tuloksia 1980-1987. 138 p. + 1 liite.
13. LUNDEN, K. & SÄKÖ, J. Koristepuiden ja pensaiden talvehtiminen. Talvi 1986/87. 86 p. + 4 liitettä.
14. SÄKÖ, J. & LUNDEN, K. Talven 1986-87 tuhot hedelmä- ja marjatarhoissa. 34 p.
15. RINNE, K. & MÄKELÄ, J. Karitsoiden kasvu laitumella. 18 p.
16. ILOLA, A. Katovuoden 1987 kevätviljojen siemenen orastumisko-
keet. p. 1-17.
RANTANEN, O. & SOLANTIE, R. Uusi peltoviljelyn alue- ja vyöhy-
kejakoehdotus. p. 18-31.
17. RAHKONEN, A. & ESALA, M. Kevätviljojen ja öljykasvien kylvö-
aika. 72 p.
18. JUNNILA, S. Perunaherbisidejä tehokkuustarkastuksessa. p. 1-15.
Lehvästön hävitys herneellä ja öljykasveilla. p. 16-24.
19. KEMPPAINEN, E. Didinin (disyandiamidi) vaikutus naudan liete-
lannan tehoon ohran lannoitteena. 35 p.
20. ETTALA, E. & VIRTANEN, E. Ayrshiren, friisiläisen ja suomenkar-
jan vertailu vasikka- ja hiehkokaudella säilörehu-vilja- ja
heinä-vilja-urea-ruokinnalla. 92 p.
21. PITKÄNEN, J., ELONEN, P., KANGASMÄKI, T., KÖYLIJÄRVI, J., TAL-
VITIE, H., VIRRI, K. & VUORINEN, M. Aurattoman viljelyn vai-
kutukset kevätviljojen satoon ja laatuun: kuuden koevuoden
tulokset. p. 1-61 sisältäen 3 liitettä.
Summary: Effects of ploughless tillage on yield and quality
of cereals: results after six years.
- PITKÄNEN, J. Aurattoman viljelyn vaikutukset maan fysikaalisiin
ominaisuuksiin ja maan viljavuuteen. p. 62-167 sisältäen 3
liitettä.
Summary: Effects of ploughless tillage on physical and chemi-
cal properties of soil.
22. KÄNKÄNEN, H. & KONTTURI, M. Kylvötiheyden vaikutus lehtityy-
piltään erilaisten herneiden sadon muodostumiseen. 69 p.

1989

1. Tiivistelmiä MTTK:n tutkimuksista. 23 p.
2. MUSTONEN, L., RANTANEN, O., NIEMELÄINEN, O., PAHKALA, K. & KONT-
TURI, M. Virallisten lajikekokeiden tuloksia 1981-1988.
147 p. + 8 liitettä.
3. VUORINEN, M. Turvemaan kaliumlannoitus. 17 p.
4. TAKALA, M. Saderiskien ja korjuutappioiden vähentämismahdolli-
suuksista heinäkorjuussa. 21 p. + 12 liitettä.

5. HAKKOLA, H., PULLI, S. & HEIKKILÄ, R. Nurmikasvien siemenseoskokeiden tuloksia. 57 p.
6. HAKKOLA, H. & LUOMA, S. Perunan viljelykokeiden tuloksia 1981-88. 25 p.
7. AFLATUNI, A. & LUOMA, S. Avomaan vihannesten lajikekokeiden tuloksia 1986-88. 36 p.
8. HÄRKÖNEN, M. & MUSTALAHTI, A. Perennojen menestyminen ja kukinta-ajat Pohjois-Suomessa 1979-85. 20 p. + 2 liitettä.
9. RUOTSALAINEN, S. Marjakasvien tervetaimituotanto ja sen merkitys Suomessa. 57 p.
10. UUSI-KÄMPPI, J. Vesistöjen suojaaminen rantapeltojen valumiltoista. 66 p.
11. Öljykasvien viljelyn edistäminen. Yhteistutkimuksen tuloksia vuosilta 1985 - 1988. Toimittanut Katri Pakkala. 95 p.
12. JUHANOJA, S. Juurrutushormonien käyttö vesiviikunan *Ficus pumila* L. pistokkaiden juurrutuksessa. p. 2-6.
 JUHANOJA, S. & PESSALA, T. Vuodenajan vaikutus viherkasvien pistokkaiden juurtumiseen ja taimien jatkokasvatusaikaan. p. 7-22.
 JUHANOJA, S. Ampelikasvien viljelyaikatauluja. p. 23-34.
 PESSALA, T. Sulkasaniaisen lisääminen. p. 35-38.
14. JOKI-TOKOLA, E. Väkiheinä ja säilörehut lihanautojen ruokintakokeissa. 46 p.
15. MÄKELÄ, K. Kesäkukkien kauppa siemenen laatu. 15 p. + 10 liitettä.
16. KÄNKÄNEN, H., HIIVOLA, S.-L. & HEIKKILÄ, R. Kalkitusajankohdan vaikutus kalkituksen tehoon. 38 p. + 1 liite.
17. ROUVINEN, K. & NIEMELÄ, P. Plasmasytoosi heikentää pentutulosta ja pentujen varhaiskehitystä minkillä. Plasmacytos försämrad avelsresultatet och valparnas tidiga tillväxt hos mink. Plasmacytosis impairs breeding result and early kit growth in the mink. p. 1-17.
 ROUVINEN, K. Erilaisien rasvojen sulavuus minkin ja siniketun pennuilla - emulgaattorien vaikutus. Fettsmältbarhet hos mink- och blårevsvalpar - inverkan av emulgerande ämnen. Digestibility of different fats in mink and blue fox kits - influence of emulsifying agents. p. 18-37.
18. JOKINEN, R. Fosforin saostukseen käytettävien kemikaalien vaikutus jätevesilietteiden ominaisuuksiin sekä käyttöarvoon lannoitteena ja maanparannusaineena. p. 54.
19. JÄRVI, A. Typpilannoitus ja kasvuston CCC-käsittely timotein siemennurmilla. p. 1-24.
 Timotein siemennurmen typpilannoitus, riviväli ja siemenmäärä. p. 26-48.
 Alkuperältään erilaiset timoteilajikkeet siementuotannossa. p. 50-52.
20. URVAS, L. & TARES, T. Maanäytteiden ottoaika ja viljavuusluvut. 17 p.

21. SAASTAMOINEN, M. & PÄRSSINEN, P. Yty-kaura. 29 p. + 2 liitettä.
22. RAVANTTI, S. Juliska-punanata. 51 p. + 1 liite.

1990

1. Tiivistelmiä MTTK:n tutkimuksista. 40 p.
2. MARKKULA, M., TIITTANEN, K. & VASARAINEN, A. Torjunta-aineet maa- ja metsätaloudessa 1953 - 1987. 58 p.
3. KUMPULA, R. Mikrolisätyn mansikan emotaimiklooneissa esiintyvä muuntelu. 61 p. + 2 liitettä.
4. MELA, T., KÄNKÄNEN, H. & ILOLA, A. Heikkoitoisen kevätiljan arvo kylvösiemenenä. 28 p. + 20 liitettä.
5. SALO, Y & PIETILÄ, E. Laari-kevätheinä. 32 p. + 2 liitettä.
6. RIEPPONEN, L. & RINNE, S-L & HIIVOLA, S-L & SIMOJOKI, P. & SIPPOLA, J. ja TALVITIE, H. Omavaraisen ja tavanomaisen viljelyn kannattavuusvertailu. 38 p. + 8 liitettä.
7. MUSTONEN, L., RANTANEN, O., NIEMELÄINEN, O., PAHKALA, K. & KONTTURI, M. Virallisten lajikekokeiden tuloksia 1982 - 1989. 129 p. + 2 liitettä.
8. URVAS, L. Sinkkisulfaatti timotein lannoitteena p. 1-11
Sinkkisulfaatti ja kelaatit sinkkilannoitteina p. 12-18
9. KOIKKALAINEN, K., HUHTA, H., VIRKAJÄRVI, P. & HEIKKILÄ, R. Pitkäaikaisen säilörehunurmen kaliumlannoitus heikosti kaliumia pidättävillä mailla. 59p. 9 liitettä.
10. AURA, E. Salaojien toimivuus savimaassa. 93p.
11. UOSUKAINEN, M. Tervetaimiasemalla tuotannossa olevat ja lajikekokeita varten lisätyt luumulajikkeet. p. 1-29.
UUSITALO, M. Luumujen ja kirsikan virustaudit. p. 31-42.
12. JUHANOJA, S. Kesäkukkien leikkoviljely kasvihuoneessa.
JUHANOJA, S. Morsiusharson kaksivuotinen lasinalaisviljely.
JUHANOJA, S. Pikkusipulikukkien leikkoviljely kasvihuoneessa.

1991

2. MUSTONEN, L., RANTANEN, O., NIEMELÄINEN, O., PAHKALA, K. & KONTTURI, M. Virallisten lajikekokeiden tuloksia 1983-1990. 146 p. + 2 liitettä.
3. VILKKI, J. Kulta-kevätrypsi. 20 p. + 1 liite.

4. KEMPPAINEN, E. & VUORINEN, M. Maanparannusaineiden vertailu kenttäte-
keessa. (Sotkamon maanparannuskoe) 22 p.

