

MAATALOUDEN TUTKIMUSKESKUS
TIEDOTE

10/95

RIITTA KEMPPAINEN

Biotiitti ja raakafosfaatti apilanurmen lannoitteina

MAATALOUDEN TUTKIMUSKESKUS
TIEDOTE 10/95

RIITTA KEMPPAINEN

Biotiitti ja raakafosfaatti apilanurmen lannoitteina

***(Summary: Biotite and rock phosphate as fertilizers
for clover-containing grass leys)***

Maatalouden tutkimuskeskus
Pohjois-Suomen tutkimusyksikkö
Kainuun tutkimusasema
88600 SOTKAMO
Puh. (986) 666 1741

Jokioinen 1995
ISSN 0359-7652

SISÄLLYS

TIIVISTELMÄ	5
<i>SUMMARY</i>	6
1 JOHDANTO	7
2 AINEISTO JA MENETELMÄT	8
2.1 Biotiitin levitysmääräkoel	8
2.2 Raakafosfaatin levitysmääräkoel	8
2.3 Koe raakafosfaatin soveltuvuudesta nurmen peruslannoitteeksi	9
2.4 Tulosten käsittely	9
3 TULOKSET JA NIIDEN TARKASTELU	9
3.1 Biotiittilannoituksen vaikutus nurmisadon määrään ja laatuun	9
3.2 Biotiittilannoituksen vaikutus maan viljavuuslukuihin	12
3.3 Raakafosfaattilannoituksen vaikutus nurmisadon määrään ja laatuun	13
3.4 Raakafosfaattilannoituksen vaikutus maan viljavuuslukuihin	13
3.5 Biotiitti- ja raakafosfaattilannoituksen vaikutus nurmivuosien jälkeen viljellyn ohran satoon	15
3.6 Raakafosfaatin soveltuvuus nurmen peruslannoitteeksi	15
3.6.1 Lannoituksen ja nurmiseoksen vaikutus satoon ja nurmen apilapitoisuuteen	15
3.6.2 Lannoituksen ja nurmiseoksen vaikutus sadon ravinnepitoisuuteen	17
3.6.3 Nurmen jälkivaikutus ohrasadon määrään ja laatuun	19
3.6.4 Fosforilannoituksen vaikutus maan viljavuuslukuihin	19
4 PÄÄTELMÄT	20
KIRJALLISUUS	21

KEMPPAINEN, R. Biotiitti ja raakafosfaatti apilanurmen lannoitteina. (Summary: *Biotite and rock phosphate as fertilizers for clover-containing grass leys.*) Maatalouden tutkimuskeskus, Tiedote 10/95. 21 p.

Avainsanat: biotiitti, raakafosfaatti, kivennäislannoite, luonnonmukainen viljely, apilanurmi, heinäurmi, sato, sadon kivennäispitoisuus, maan viljavuus

TIIVISTELMÄ

Maatalouden tutkimuskeskuksen Kainuun tutkimusasemalla (64°06'N ja 28°20'E) toteutettiin vuosina 1988–1994 tutkimus 'Luonnonmukainen viljely Kainuussa'. Osana tutkimusta selvitettiin kenttäkokein biotiitin ja raakafosfaatin soveltuvuutta apilapitoisen nurmen kalium- ja fosforilannoitteeksi. Kokeissa mitattiin levitysmäärien sekä lannoituksen vaikutusta nurmisadon määrään ja kivennäispitoisuuteen. Lisäksi haluttiin selvittää, pystyykö apilanurmi hyödyntämään raakafosfaatin vaikealiukoista fosforia tehokkaammin kuin heinäurmi.

Biotiittia käytettiin 0, 4, 8, ja 12 tn/ha. Biotiitti sisälsi kaliumia vastaavasti 120, 240 ja 360 kg/ha. Verranneruodut lannoitettiin kalisuolalla. Kolmen nurmivuoden jälkeen koalueella viljeltiin ohraa.

Biotiitin käyttömäärällä ei ollut merkitsevää vaikutusta nurmisadon määrään eikä kasvilajikoostumukseen. Myöskään kalisuolan vaikutus ei ollut merkittävä. Nurmen kaliumpitoisuus nousi ensimmäisinä nurmivuosina eläinten ruokinnan kannalta haitallisen korkeaksi (yli 3 % kuiva-aineesta) lannoitustavasta riippumatta. Biotiittimäärän nostaminen kohotti nurmen kaliumpitoisuutta, mutta laski magnesiumipitoisuutta. Lannoituskäsittelyillä ei ollut vaikutusta ohran satoon. Maan kaliumpitoisuus laski huomattavasti jo kolmen viljelyvuoden aikana, voimakkainta lasku oli vähiten biotiittia saaneissa ja lannoittamattomissa ruuduissa.

Raakafosfaattia käytettiin 300, 600 ja 900 kg/ha. Verranneruodut lannoitettiin kaksoissuperfosfaatilla. Myöskään fosforilannoituksella ei ollut vaikutusta nurmisadon määrään eikä laatuun. Raakafosfaatin näennäinen hyväksikäyttö (sadon fosforisisällön ja ilman fosforilannoitusta kasvatetun sadon fosforisisällön erotus jaettuna lannoitteen fosforisisällöllä) oli tehokkainta 600 kg/ha levitysmäärällä, mutta se jäi kuitenkin heikommaksi kuin väkilannoitefosforin hyväksikäyttö. Suurinkaan käytetty raakafosfaattimäärä ei pystynyt estämään maan fosforipitoisuuden alenemista.

Toisessa kokeessa verrattiin raakafosfaattia ja kaksoissuperfosfaattia nurmen peruslannoitteina. Lannoitteet levitettiin ennen nurmen perustamista. Koe käsitti kolme nurmivuotta ja yhden viljavuoden. Lisäksi koetekijöinä olivat typpilannoitus ja nurmiseos (heinäurmi/apila-heinäurmi). Fosforilannoitus lisäsi vuotuista nurmisatoa keskimäärin vain 4 %. Satotulokset eivät tukeneet käsitystä, jonka mukaan apilapitoinen nurmi hyödyntäisi raakafosfaatin fosforia selvästi heinänurmea tehokkaammin. Toisena nurmivuonna apila oli kuitenkin raakafosfaattiruuduilla huomattavasti rehevämpi kuin kaksoissuperfosfaattiruuduilla. Nurmen jälkeen viljellystä ohrasta saatiin suurin sato kaksoissuperfosfaatilla lannoitetuilta ruuduilta. Ainoastaan kaksoissuperfosfaatti kohotti maan fosforipitoisuutta lannoittamattomaan koealaan verrattuna.

SUMMARY

Biotite and rock phosphate as fertilizers for clover-containing grass leys

The suitability of biotite and rock phosphate as fertilizers for clover-containing grass leys was studied at the Agricultural Research Centre, Kainuu Research Station, during 1988–1994. The optimum spreading rate and the effect of these fertilizers on grass yield and its mineral content were tested in field trials. One aim was to clarify whether a clover-grass mixture can utilize slowly soluble phosphorus from rock phosphate more effectively than pure grass ley.

Biotite (3% K) was spread at the following annual rates: 0, 4, 8 and 12 t/ha; control plots were fertilized with potassium chloride. After three years, the clover-grass mixture was replaced by barley on the experimental plots. Potassium fertilization, either by biotite or by potassium chloride, had no significant effect on either grass yield or its botanical composition. During the first two experimental years, the potassium content of grass reached a level noxious to cattle (over 3% of dry matter) with both biotite and potassium chloride fertilization. Increasing the rate of biotite addition raised the potassium content of grass but lowered its magnesium content. There were no differences in the yield of barley cultivated after the grass had been ploughed. After three years of cultivation, the potassium content of soil was markedly lower in plots without any potassium fertilization and in those fertilized at the lowest biotite rate than in those fertilized at other rates.

Rock phosphate (14.8% P) was spread at the following annual rates: 0, 300, 600 and 900 kg/ha; control plots were fertilized with triple super phosphate. Phosphorus fertilization by either rock phosphate or triple super phosphate had no significant effect on either the clover-grass yield or its chemical or botanical composition. The apparent recovery of the phosphorus in rock phosphate was highest at the 600 kg/ha rate. The apparent recovery of phosphorus in triple super phosphate was still higher. According to soil analyses, only triple super phosphate was able to maintain the original level of soil soluble phosphorus.

In another experiment, the value of rock phosphate and triple super phosphate as base fertilizers for grass ley was compared. The fertilizers were spread before the grass was established. After three years of grass, barley was cultivated for one year. In addition, nitrogen fertilization and a grass mixture (grass/clover-grass) were studied as experimental factors. Phosphorus fertilization increased grass yields by only 4%. Clover-containing grass could not utilize the phosphorus of rock phosphate more effectively than could grass ley. In the second experimental year, however, the percentage of clover was much higher on plots fertilized with rock phosphate than on plots fertilized with triple super phosphate. Triple super phosphate was superior to rock phosphate when measured by barley yield harvested four years after fertilization. Only triple super phosphate raised the phosphorus content of soil.

Key words: biotite, rock phosphate, organic farming, clover-grass mixture, grass ley, grass yield, mineral content of yield, soil fertility, mineral fertilizer

1 JOHDANTO

Luonnonmukaisessa viljelyssä lannoituksen keskeisenä tavoitteena on maan viljavuuden ja elävyyden parantaminen ja sitä kautta maan ravinnevarojen tehokas hyödyntäminen. Lannoitukseen tulee pääosin käyttää eloperäisiä lannoitteita, joiden sisältämiä orgaanisia yhdisteitä maaperän pieneliöstö hajottaa kasveille käyttökelpoiseen muotoon. Kivennäislannoitusta käytetään tarvittaessa täydentämään eloperäistä lannoitusta. Sallittuja lannoitteita ovat luonnosta saatavat kivennäisaineet, joita ei ole kemiallisesti väkevöity tai muutettu helppoliukoisemmiksi. Tällaisia ovat esim. biotiitti ja raakafosfaatti.

Siilinjärven biotiitti on kiillejätettä, jota syntyy sivutuotteena fosforimalmia rikastettaessa. Kiilteessä on ohuita hapesta, piistä, alumiinista, magnesiumista ja raudasta muodostuneita levyjä, joiden väleissä on kaliumia. Kiilteen levyt eli kidehilat ovat maaperässä kestäviä ja niihin sisältyvät ravinteet vapautuvat vain hyvin hitaasti kasvien käyttöön. Kestävien levyjen välissä oleva ns. hilavälinen kalium vapautuu kidehilojen hajoamatta paljon nopeammin.

Maataloudessa biotiittia voidaan käyttää lannoitteena ja kalkitusaineena. Se sisältää kaliumia 3–5 %, magnesiumia 5–8 % ja kalsiumia 5–10 %. Biotiitin kalkitusvaikutus on 15–20 % maatalouskalkin vaikutuksesta (SAARELA 1991).

Biotiittia käytettiin Suomessa vuonna 1994 yhteensä lähes 20 000 tonnia (STÄHLBERG 1995). Käyttö on runsainta Pohjois-Savon (6002 tn), Oulun (4065 tn) ja Mikkelin (2348 tn) maaseutukeskusten alueilla nurmiviljelyssä. Muualla Suomessa biotiittia käytetään paljon vähemmän ja lähinnä ainoastaan luomuviljelyssä.

Suomessa raakafosfaatteja on käytetty lannoitteena jo 1930-luvun alusta (TAINIO 1958). Raakafosfaatteja tuotiin pääasiassa Afrikan maista, Intiasta ja Eelistä. Etenkin 1940-luvun lopulla niiden tuonti kasvoi huomattavasti, sillä sotien aikana peltojen fosforipitoisuus oli heikentynyt eikä kotimainen superfosfaattiteollisuus pystynyt tyydyttämään fosforin tarvetta. Raakafosfaatin käyttöön vaikutti myös sen superfosfaattia edullisempi hinta. Eniten tuotiin tunisialaista Reno-raakafosfaattia, joka jau-

hettiin erittäin hienoksi (90 % läpäisi 0,05 mm:n seulan; seulan neliömuotoisen aukon sivu 0,05 mm). Suomessa sitä alettiin kutsua hienofosfaatiksi.

Tuontiraakafosfaatit kuuluivat ns. pehmeisiin, sedimenttisiin raakafosfaatteihin. Viimeksi Suomeen tuodun pohjois-afrikkalaisen raakafosfaatin fosforipitoisuus oli noin 15 % ja hiukkaskoko sellainen, että 75 % läpäisi 0,05 mm:n seulan. Pehmeän raakafosfaatin fosfori on helpommin liukenevaa kuin apatiitin fosfori.

Orgaanista alkuperää olevissa raakafosfaateissa on jonkin verran myös raskasmetalleja, joista kadmium on haitallisin. Se on jo hyvin pieninä pitoisuuksina myrkyllinen sekä ihmisille että eläimille. Fosforimineraalin kadmiumpitoisuus on yleensä 10–100 mg/kg (HEINONEN ym. 1992). Ravinnontuotannon kannalta on lisäksi ongelmallista, että kasveissa kadmium pyrkii rikastumaan valkuaisaineisiin. Magmaattista alkuperää oleva apatiitti ei sisällä juuri lainkaan kadmiumia.

Osittaisen happokäsittelyn vaikutusta erilaisten raakafosfaattien käyttökelpoisuuteen lannoitteena on tutkittu etenkin Australiassa ja Uudessa Seelannissa (RAJAN 1985a 1985b, RAJAN ja WATKINSON 1992, KUMAR ym. 1993, HAGIN ja HARRISON 1993). Kokeissa on käytetty eri puolilta maailmaa peräisin olevia raakafosfaatteja. Osittain happokäsittelyn raakafosfaatin lannoitusarvoa on verrattu monokalsiumfosfaatin tai kaksoissuperfosfaatin lannoitusarvoon. Sen on todettu olevan yhtä tehokasta nurmen ja viljojen fosforilannoituksessa, kun viljelymaa on hapan ja raakafosfaatti on hienorakeista. RAJAN ja WATKINSON (1992) osoittivat, että jo 30 %:n happokäsittelystä raakafosfaatista (alkuperä Pohjois-Carolina, USA) saatiin kaksoissuperfosfaatin veroista lannoitetta. Näiden tulosten soveltaminen meillä vallitseviin viljelyolosuhteisiin on vaikeaa. Fosfaattien liukeneminen ja pidätyminenhan vaihtelee suuresti maan ominaisuuksien, kuten happamuuden, kalkkipitoisuuden, kosteuden ja lämpötilan mukaan. Suomessa osittain happokäsiteltyjä raakafosfaatteja myytiin 50- ja 60-luvulla Kotkafosfaatti-nimisenä tuotteena, mutta superfosfaatin käytön yleistyminen on syrjäyttänyt tuotteen.

Vuodesta 1991 Suomessa on ollut myynnissä ainoastaan kotimaista apatiittia, joka on hienoksi jauhettua magmaattista raakafosfaattia. Apatiitti sisältää 16 % fosforia ja 36,5 % kalsiumia. Sitä louhitaan Kemiran Siilinjärven kaivoksesta. Apatiitti kuuluu ns. koviini raakafosfaatteihin ja sen sisältämä fosfori on hyvin vaikealiukoisessa muodossa. Apatiittia myytiin 440 tonnia vuonna 1994, joten sen käyttö on vielä melko vähäistä.

Tämän tutkimuksen tarkoituksena oli selvittää biotiitin ja raakafosfaatin käyttökelpoisuutta apilapitoisen nurmen kalium- ja fosforilannoitteena. Kenttäkokein selvitettiin tarvittavaa levitysmäärää sekä lannoituksen vaikutusta nurmisadon määrään ja kivennäisainepitoisuuksiin. Lisäksi tutkittiin, pystyykö apilanurmi hyödyntämään vaikealiukoista fosfaattia tehokkaammin kuin heinänurmi. Myös maan ravinnepitoisuuksien muutoksia seurattiin.

2 AINEISTO JA MENETELMÄT

2.1 Biotiitin levitysmääräko

Kesän 1988 kesannoidulle alueelle levitettiin syksyllä Siilinjärven maanparannusbiotiittia, joka sisälsi kaliumia 3 %, magnesiumia 5 % ja kalsiumia 7 %. Ennen biotiitin levitystä alueelta otettiin maanäytteenä. Maalaji oli hiesuista hietaa. Viljavuusanalyysin tulokset on esitetty taulukossa 1. Toiset maanäytteenä otettiin viimeisen nurmivuoden keväällä 1992 ja kokeen päättyessä syksyllä 1994.

Taulukko 1. Koemaiden pH ja viljavuusarvot (mg/l) ennen kokeen perustamista.

Koemaat	pH	Ca	K	Mg	P
Biotiitin levitysmääräko	6,50	1368	140	227	11,4
Raakafosfaatin levitysmääräko	6,35	1356	144	209	8,2
Raakafosfaatti nurmen peruslannoitteena	5,95	1049	186	140	4,4

Käytetyt biotiittimäärät olivat 0, 4, 8 ja 12 tn/ha. Biotiitin sisältämät kalimäärät olivat vastaavasti 120, 240 ja 360 kg/ha. Biotiitin levityksen jälkeen koealue äestettiin kahdesti ruutujen pituussuuntaan. Verranneruuduille annettiin viljavuusanalyysin tuloksen mukainen kaliumlannoitus kalisuola-

na, nurmen perustamisvuonna 40 kg K/ha ja nurmivuosina ensimmäiselle sadolle 30 ja toiselle 45 kg K/ha.

Seuraavana keväänä perustettiin apilanurmi, jonka siemenseoksessa oli 12 kg/ha Bottnia II timoteita, 8 kg/ha Boris nurminataa ja 5 kg/ha Bjursele puna-apilaa. Nurmen perustamisen yhteydessä koko koekentälle levitettiin 600 kg/ha raakafosfaattia, joka sekoitettiin maahan äestämällä kahdesti koeruutujen suuntaisesti. Muita lannoitteita ei annettu eikä kasvinsuojeluaineita käytetty. Ruudun koko oli 60 m² ja kerranteita oli neljä.

Nurmivuosina 1990–92 seurattiin satojen määrää, kasviviljakoostumusta ja satojen ravinnepitoisuuksia. Nurmen perustamisvuonna koealueella kasvoi niin runsaasti rikkakasveja, että se jouduttiin niittämään heinäkuun alussa nurmen alkukehityksen turvaamiseksi.

Nurmivuosien jälkeen koealue kynnettiin kesäkuun lopulla 1993. Elokuun toisella viikolla kylvettiin Voima-ruis (600 kpl/m²). Ruis talvehti kuitenkin niin huonosti, että alue jouduttiin kyntämään ja kylvämään uudelleen ohralle. Ohralajikkeena oli Arttu (500 kpl/m²).

2.2 Raakafosfaatin levitysmääräko

Kokeessa käytettiin Kemiran Kokkolan tehtailla valmistettua raakafosfaattia (alkuperä Pohjois-Afrikka), jonka kokonaisfosforipitoisuus oli 14,8 %. (Muuta raakafosfaattia ei ollut vielä myynnissä vuonna 1988.) Levitetyt raakafosfaattimäärät olivat 0, 300, 600 ja 900 kg/ha. Ne sisälsivät fosforia vastaavasti 44, 89 ja 133 kg/ha. Lisäksi koko alueelle levitettiin biotiittia 8 tn/ha. Sekä raakafosfaatti että biotiitti levitettiin jo nurmen perustamista edeltävänä syksynä. Verranneruuduille levitettiin keväällä nurmen perustamisen yhteydessä kaksois-superfosfaattia 200 kg/ha (40 kg P/ha) ja nurmivuosina ensimmäiselle sadolle 150 kg/ha (30 kg P/ha) ja toiselle 50 kg/ha (10 kg P/ha). Koejärjestelyt olivat muilta osin samat kuin biotiittikokeessa.

Koealueen maalaji oli hiesua, jonka viljavuusarvot esitetään taulukossa 1.

Seuraavat maanäytteenä otettiin samoin kuin biotiittikokeessa.

Koejärjestelyt olivat seuraavat:

A Vuotuinen typpilannoitus

A₀= ei typpilannoitusta

A₁= typpilannoitus perustamisvuonna,
nurmivuosina,

B₁-ruuduille 90 kg N/ha

B₂-ruuduille 45 kg N/ha

B₁-ruuduille 90+70 kg N/ha

B₂-ruuduille 45+35 kg N/ha

B Nurmiseos

B₁= timotei-nurminata, 12+8 kg/ha

B₂= timotei-nurminata-puna-apila, 12+8+5 kg/ha

C Fosforilannoitus nurmea perustettaessa

C₀= ei fosforilannoitusta

C₁= 600 kg/ha kaksoissuperfosfaattia = 120 kg P/ha

C₂= 810 kg/ha raakafosfaattia = 120 kg P/ha

2.3 Koe raakafosfaatin soveltuvuudesta nurmen peruslannoitteeksi

Tämän kokeen tarkoituksena oli selvittää puna-apilan kykyä hyödyntää raakafosfaatin fosforia. Koe toteutettiin osa-osaruutumenetelmällä, jossa pääruutujen koetekijänä oli typpilannoitus (A), osaruuduissa nurmiseos (B) ja osa-osaruuduissa fosforilannoitus (C).

Koealue hoidettiin avokesantona kesällä 1988. Syksyllä C₂-ruuduille levitettiin raakafosfaatti, joka muokattiin äestämällä ruudut kahdesti. Keväällä perustettiin nurmi, jolle annettiin viljavuustutkimuksen mukainen kaliumlannoitus (150 kg/ha kalisuolaa) koko alueelle. Nurmivuosina kalisuolaa annettiin ensimmäiselle sadolle 80 ja toiselle 140 kg/ha.

Ruudun koko oli 45 m² ja kerranteita oli neljä. Myös tässä kokeessa jouduttiin niittämään rikkakasveja nurmen perustamisvuonna heinäkuussa kahdesti ja vielä elokuussa kolmannen kerran. Nurmivaiheen päättyessä alue kynnettiin lokakuun alussa ja seuraavana keväänä kylvettiin Arra-ohra (500 kpl/m²).

Alueen maalaji oli hiesua, jonka viljavuusarvot esitetään taulukossa 1.

2.4 Tulosten käsittely

Koetulokset laskettiin Maatalouden tutkimuskeskuksen VAX-tietokoneella SAS-ohjelmistoa käyttäen (SAS 1985). Lannoitustavan ja -määrän sekä nurmiseoksen vaikutusta sadon määrään ja sadon

ravinnepitoisuuteen testattiin osaruutukoemallin mukaisella varianssianalyysillä. Varianssianalyysin osoittamat erot merkittiin tähdillä siten, että yksi tähti (*) tarkoittaa tilastollisesti merkitsevää (P<0,05), kaksi tähteä (**) hyvin merkitsevää (P<0,01) ja kolme tähteä (***) erittäin merkitsevää (P<0,001) eroa. Merkintä n.s. (not significant) tarkoittaa, että ero ei ole tilastollisesti merkitsevää. Lisäksi käytettiin Tukeyn HSD-testiä 5 %:n riskillä (STEEL ja TORRIE 1960).

3 TULOKSET JA NIIDEN TARKASTELU

3.1 Biotiittilannoituksen vaikutus nurmisadon määrään ja laatuun

Biotiitin käyttömäärällä ei ollut merkitsevää vaikutusta nurmisadon määrään (Taulukko 2). Kahtena ensimmäisenä nurmivuonna saatiin suurimmalla biotiittimäärällä kuitenkin 6–8 % enemmän satoa kuin lannoittamattomista ruuduista. Myöskään kalisuolan vaikutus ei ollut merkitsevää.

Nurmi oli hyvin apilavaltaista ensimmäisenä ja vielä toisenakin nurmivuonna (Taulukko 3). Apilan osuus oli ensimmäisenä vuonna keskimäärin 94 % ja toisena 74 %. Kolmantena vuonna nurminata valtasi alaa, jolloin apilan osuus putosi 47 %:iin. Biotiitin käyttömäärällä tai kalisuolalla ei juuri ollut vaikutusta nurmen kasvilajikoostumukseen.

Taulukko 2. Biotiitin levitysmääräkoee. Kuiva-ainesadot (kg/ha) vuosina 1990–1992. 1.n. = ensimmäinen niitto, 2.n. = toinen niitto.

Lannoitus	Kuiva-ainesato, kg/ha			
	1.n.	2.n.	Yht.	Suhdeluku *
1990				
Ei K-lannoitusta	7820	1540	9360	100
Biotiitti 4 tn/ha	8340	1430	9770	104
Biotiitti 8 tn/ha	8010	1730	9740	104
Biotiitti 12 tn/ha	8590	1560	10150	108
KCl 150 kg/ha	8410	1290	9700	103
Erojen merkitsevyys	n.s.	n.s.	n.s.	
1991				
Ei K-lannoitusta	4200	2230	6440	100
Biotiitti 4 tn/ha	4880	2250	7130	110
Biotiitti 8 tn/ha	4350	2230	6580	102
Biotiitti 12 tn/ha	4730	2160	6890	106
KCl 150 kg/ha	4090	2080	6170	95
Erojen merkitsevyys	n.s.	n.s.	n.s.	
1992				
Ei K-lannoitusta	2360	680	3040	100
Biotiitti 4 tn/ha	2590	700	3290	108
Biotiitti 8 tn/ha	2540	590	3130	102
Biotiitti 12 tn/ha	2490	590	3080	101
KCl 150 kg/ha	2690	690	3380	111
Erojen merkitsevyys	n.s.	n.s.	n.s.	

* vertailu lannoittamattomaan (100)

Taulukko 3. Biotiitin levitysmääräkoee. Nurmisatojen kasvilajikoostumus vuosina 1990–1992. 1.n. = ensimmäinen niitto. 2.n. = toinen niitto.

Lannoitus	Kasvilajikoostumus, %					
	Timotei		Nurminata		Apila	
	1.n.	2.n.	1.n.	2.n.	1.n.	2.n.
1990						
Ei K-lannoitusta	1	2	2	8	97	89
Biotiitti 4 tn/ha	1	2	1	8	98	90
Biotiitti 8 tn/ha	1	1	1	6	98	93
Biotiitti 12 tn/ha	1	1	1	6	98	93
KCl 150 kg/ha	3	3	3	10	94	87
Erojen merkitsevyys	n.s.	*	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
1991						
Ei K-lannoitusta	8	29 ¹⁾	12	1 ¹⁾	80	71
Biotiitti 4 tn/ha	5	26 ¹⁾	11		83	74
Biotiitti 8 tn/ha	7	28 ¹⁾	16		77	72
Biotiitti 12 tn/ha	12	24 ¹⁾	20		68	76
KCl 150 kg/ha	4	35 ¹⁾	22		74	65
Erojen merkitsevyys	n.s.	n.s.	n.s.		n.s.	n.s.
1992						
Ei K-lannoitusta	9	3	50	36	40	59
Biotiitti 4 tn/ha	8	2	60	34	32	63
Biotiitti 8 tn/ha	10	2	55	41	35	56
Biotiitti 12 tn/ha	10	1	62	36	28	63
KCl 150 kg/ha	3	1	61	38	36	61
Erojen merkitsevyys	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.

¹⁾ timotein ja nurminadan osuutta ei eroteltu toisessa niitossa

Aikaisemmissa kaliumlannoitemäärien ja lannoitustapojen vaikutusta selvittelevissä tutkimuksissa on todettu, että satovaikutukset näkyvät melko hitaasti, vaikka käytettäisiin helppoliukoista kalilannoitetta. Kun koemaiden kaliumtaso ennen kokeen perustamista oli vähintään tyydyttävä, alkoi kaliumlannoituksen satovaikutus näkyä vasta 2–3 vuoden jälkeen (SUONURMI-RASI ja HUOKUNA 1983). Sadonlisäykset olivat selvimmät turvemaalla ja vähäisimmät hiesusavella ja karkealla hiedalla.

LINNA ja JANSSON (1994) ovat tutkineet biotiitin soveltuvuutta nurmen kaliumlannoitteeksi. Heidän mukaansa heinäkasvit reagoivat eri tavalla kaliumlannoitukseen. Koiranheinän ja italianraiheinän sdot kasvoivat, kun kaliumlannoitusta lisättiin. Biotiittilannoituksella saatiin selviä sadonlisäisiä. Timoteilla kaliumlannoitus ei vaikuttanut sadon määrään. Kenttäkokeita tehtiin viidellä eri maalaajilla. Kaliumlannoituksen teho oli selvästi riippuvainen maalaajista ja maan käyttökelpoisista kaliumvaroista. Kaliumia voimakkaasti pidättävillä maalaajeilla kaliumlannoitus ei tuottanut selviä sadonlisäisiä eikä nostanut maan kalilukuja annettiinpa kaliumlannoitus sitten biotiittina tai helppoliukoisena kalisuolana. Vähän vaihtuvaa kaliumia sisältävillä tai heikosti kaliumia pidättävillä mailla biotiittilannoitus nosti maiden kaliumlukuja. Lisäksi saatiin myös selviä sadonlisäisiä lannoittamattomiin käsittelyihin verrattuna.

HUHTA (1989) on tutkinut Siilinjärven biotiitin soveltuvuutta suonurmen kaliumlannoitteeksi. Kokeessa biotiittilannoitusta verrattiin NPK-lannoitukseen. Biotiitia käytettiin joko yhden vuoden kaliumlannoitustarvetta vastaava määrä vuosittain tai viiden vuoden kaliumlannoitustarve kerralla. Biotiittiruutujen typpi- ja fosforilannoitus annettiin väkilannoitteena. Biotiitilla lannoitettujen koejäsenten väliset satoerot olivat melko pieniä. Biotiittilannoitus antoi lähes yhtä hyvän sadon kuin vuotuinen NPK-lannoitus. Ero oli 10 vuoden aikana keskimäärin vain kaksi prosenttia ja vain yhtenä vuonna yli viisi prosenttia. Ilman kaliumlannoitusta viljellyn nurmen sato oli runsaat puolet tavanomaisella lannoituksella saadusta sadosta.

Omassa tutkimuksessani nurmen kaliumpitoisuus oli kokeen alussa ensimmäisessä niitossa 28–31 ja toisessa 35–40 g/kg kuiva-ainetta (Taulukko 4).

Kun kaliumia on runsaasti tarjolla, kasvit ottavat sitä tarpeisiinsa nähden ylimäärin. Ylimääräisestä kaliumista ei ole haittaa kasville, mutta se on haitallinen rehussa, koska se vähentää eläimille tarpeellisen magnesiumin ottoa (HEINONEN ym. 1992). Toisen sadon kaliumpitoisuus oli yli kolme prosenttia kuiva-aineesta, mitä pidetään eläinten ruokinnan kannalta haitallisen korkeana (Centre for Agricultural Publishing and Documentation 1973). Korkeimmaksi kaliumpitoisuus nousi niissä ruuduissa, joihin oli levitetty suurin biotiittimäärä. Vaikka nurmen kaliumpitoisuuksissa oli vuosittain tilastollisesti merkitseviä eroja, eivät erot olleet systemaattisesti biotiitti- ja väkilannoituksen välillä tai edes lannoitetun ja lannoittamattoman alueen välillä. Kolmannen koevuoden syysadossa lannoituksen vaikutus näkyi siten, että rehun kaliumpitoisuus oli selvästi alhaisempi lannoittamattomissa ruuduissa kuin korkeimman biotiittimäärän saaneissa tai kalisuolaa saaneissa ruuduissa. Pienimman biotiittimäärän kalilannoitusvaikutus näytti ehtyvän kolmantena nurmivuonna. Nurmen kaliumin otto oli yhteensä kolmen vuoden aikana 0-ruuduissa 542 kg/ha, kalisuolalla lannoitetuissa ruuduissa 580 kg/ha ja suurimmalla biotiittimäärällä lannoitettaessa 645 kg/ha.

Nurmen magnesiumipitoisuus oli ensimmäisenä vuonna 3,4–4,1, toisena 2,3–3,7 ja kolmantena 2,1–4,4 g/kg kuiva-ainetta. Toisen niiton magnesiumipitoisuus oli aina selvästi korkeampi kuin ensimmäisen. Ero kasvoi nurmen vanhetessa. Ensimmäisenä koevuonna suurimmalla biotiittimäärällä lannoitetun heinän magnesiumipitoisuus oli merkittävästi pienempi kuin kalisuolalla lannoitetun heinän. Biotiittimäärän lisääminen näytti vähentävän heinän magnesiumipitoisuutta myöhempinäkin koevuosina.

Nurmen fosforipitoisuus vaihteli 2,1–3,8 g/kg. Ensimmäisen niiton fosforipitoisuudet olivat aina alhaisempia kuin toisen. Biotiitin tai kalisuolan käytöllä ei ollut ensimmäisenä nurmivuonna vaikutusta nurmen fosforipitoisuuteen. Fosforipitoisuus oli kaikkina koevuosina ensimmäisessä niitossa matalin kalisuolalla lannoitettaessa.

LINNA ja JANSSON (1994) havaitsivat kokeissaan, että rehun kaliumpitoisuus nousi kaikissa koekäsittelyissä eläinten kannalta haitallisen korkeaksi sellaisilla paikoilla, joilla maan vaihtuvat kaliumvarat

Taulukko 4. Biotiitin levitysmääräkoen. Nurmisojen ravinnepitoisuudet (g/kg) vuosina 1990–1992. 1.n. = ensimmäinen niitto, 2.n. = toinen niitto.

Lannoitus	N		Ca		Mg		K		P	
	1.n.	2.n.	1.n.	2.n.	1.n.	2.n.	1.n.	2.n.	1.n.	2.n.
1990										
Ei K-lannoitusta	23,0	39,1	11,5	15,7	3,9 ^a	4,1	29,5 ^{ab}	35,4 ^b	2,5	3,8
Biotiitti 4 tn/ha	22,5	39,3	11,5	15,6	3,7 ^{ab}	4,1	29,7 ^{ab}	38,5 ^{ab}	2,4	3,8
Biotiitti 8 tn/ha	21,9	37,5	11,7	15,2	3,6 ^{ab}	3,9	30,6 ^{ab}	38,2 ^{ab}	2,7	3,6
Biotiitti 12 tn/ha	22,1	38,8	10,8	15,5	3,4 ^b	3,8	31,0 ^a	40,9 ^a	2,4	3,5
KCl 150 kg/ha	22,0	36,8	11,7	15,2	3,9 ^a	3,9	28,3 ^b	37,4 ^{ab}	2,2	3,3
Erojen merkitsevyys	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	*	n.s.	*	*	n.s.	n.s.
1991										
Ei K-lannoitusta	22,2	31,2	10,4	14,7	3,0	3,7 ^a	24,7 ^b	29,9 ^b	2,9 ^a	3,2 ^b
Biotiitti 4 tn/ha	19,9	31,3	8,9	14,3	2,6	3,7 ^a	25,6 ^{ab}	32,9 ^a	2,8 ^{ab}	3,4 ^{ab}
Biotiitti 8 tn/ha	21,4	30,0	9,5	14,5	2,5	3,4 ^{ab}	29,4 ^a	32,5 ^{ab}	2,8 ^{ab}	3,2 ^{ab}
Biotiitti 12 tn/ha	20,4	28,2	8,7	13,8	2,3	3,1 ^b	28,2 ^{ab}	32,6 ^{ab}	2,5 ^{bc}	3,4 ^a
KCl 150 kg/ha	19,1	28,7	8,7	13,2	2,6	3,4 ^{ab}	27,0 ^{ab}	31,9 ^{ab}	2,3 ^c	3,4 ^{ab}
Erojen merkitsevyys	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	**	*	*	***	*
1992										
Ei K-lannoitusta	14,6	25,4	6,5	14,4	2,6	4,4 ^a	19,4 ^b	21,6 ^c	2,3 ^{ab}	2,9
Biotiitti 4 tn/ha	15,2	24,7	6,6	13,7	2,6	4,0 ^{ab}	19,6 ^{ab}	23,0 ^{bc}	2,3 ^a	2,8
Biotiitti 8 tn/ha	13,6	24,1	5,7	13,2	2,1	3,7 ^{ab}	19,9 ^{ab}	23,4 ^{abc}	2,2 ^{ab}	2,8
Biotiitti 12 tn/ha	13,8	24,3	5,8	12,9	2,1	3,4 ^b	21,3 ^{ab}	24,2 ^{ab}	2,3 ^{ab}	2,9
KCl 150 kg/ha	14,5	25,3	6,8	13,3	2,6	3,7 ^{ab}	21,5 ^a	25,4 ^a	2,1 ^b	2,8
Erojen merkitsevyys	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	*	*	**	*	n.s.

Samalla yläindeksillä merkityt keskiarvot eivät eroa merkitsevästi toisistaan ($P=0,05$) kyseisen ryhmän sisällä

olivat kokeen alussa suuret. Kasvit ottivat tarpeensa nähden ylimäärin kaliumia. Pelkästään biotiittia saaneiden koejäsenen kivennäisainetasapaino oli kuitenkin kaikilla koepaikoilla parempi kuin helppoliukoista kalisuolaa saaneiden.

3.2 Biotiittilannoituksen vaikutus maan viljavuuslukuihin

Huomattavimmat maan viljavuuteen vaikuttavat muutokset tapahtuivat kaliumarvoissa. Koemaan kaliumarvo oli ennen kokeen perustamista tyydyttävä (140 mg/l). Keväällä 1992, jolloin oli kulunut kolme ja puoli vuotta biotiitin levityksestä, kaliumarvo oli laskenut alhaisimman biotiittimäärän saaneilla ruuduilla ja 0-ruuduilla huononlaiseksi (65 mg/l) (Taulukko 5). Kaliluku oli pysynyt välttävällä tasolla (81–94 mg/l) 8–12 tn/ha biotiittia saaneilla ja väkilannoiteruuduilla. Korkeimmat biotiittimäärät olivat siis pystyneet hidastamaan maan kalilukujen laskua samassa määrin kuin vuosittain annettu kalisuola.

12 tn/ha biotiittilannoituksella maahan lisättiin kaliumia 360 kg/ha, mutta jo ensimmäisen nurmivuoden sadon mukana sitä poistui 365 kg/ha. Vastavasti 0-ruuduissa kaliumia poistui ensimmäisenä vuonna 304 kg/ha. Vaikka maan kaliumarvo oli koetta perustettaessa vain tyydyttävällä tasolla, maa luovutti kasvien tarpeeseen nähden riittävästi kaliumia.

Kokeen päätyttyä (1994) otettujen maanäytteiden kaliumarvot olivat 0-ruuduissa ja alhaisimman biotiittimäärän ruuduissa hieman korkeammat kuin kevään 1992 näytteissä.

Maan magnesiumiluku oli ennen kokeen perustamista viljavuusluokassa hyvä (227 mg/l). Se laski nurmivaiheen aikana tyydyttävälle tasolle (182–189 mg/l). Biotiitin käyttömäärällä ei ollut nurmi-vuosina vaikutusta maan magnesiumlukuun.

Viljanviljelyn jälkeen (syksy -94) maan Mg-luku oli 0-ruuduissa ja alhaisimman biotiittimäärän saa-

Taulukko 5. Koemaiden viljavuusarvot (mg/l maata) kolmannen nurmivuoden keväällä (1992) ja kokeen päättyessä (1994).

Lannoitus	Biotiitin levitysmääräko				
	pH	Ca	K	Mg	P
Kevät 1992					
0	6,45	1243	64	185	13,8
4 tn/ha	6,50	1190	65	186	13,1
8 tn/ha	6,47	1214	81	182	13,2
12 tn/ha	6,57	1363	94	189	12,9
KCl	6,44	1214	81	183	11,9
Syksy 1994					
0	6,10	1110	76	161	11,0
4 tn/ha	6,20	1080	71	166	10,0
8 tn/ha	6,50	1140	78	191	8,3
12 tn/ha	6,10	1210	84	201	8,6
KCl	6,20	1100	81	187	9,8
Raakafosfaatin levitysmääräko					
Kevät 1992					
0	6,28	1265	103	202	6,9
300 kg/ha	6,29	1321	104	205	7,2
600 kg/ha	6,32	1272	100	200	6,9
900 kg/ha	6,38	1373	105	222	7,6
KSF*	6,29	1358	105	209	8,1
Syksy 1994					
0	6,10	1100	85	199	5,6
300 kg/ha	6,10	1220	99	207	4,6
600 kg/ha	6,10	1200	99	206	5,7
900 kg/ha	6,00	1200	94	211	6,6
KSF*	6,30	1230	104	215	8,2

* KSF = kaksoissuperfosfaatti

neissa ruuduissa edelleen laskenut. Magnesiumluku oli kokeen päättyessä hyvä 8–12 tonnia biotiittia saaneissa ruuduissa.

Maan pH oli hyvä kokeen alussa ja pysyi hyvällä tasolla kokeen ajan. Biotiitti näytti kohottavan maan pH-arvoa hieman, mutta vaikutukset eivät olleet systemaattisia. Maan kalsium- ja fosforiluvuissa muutokset olivat vähäisiä.

3.3 Raakafosfaattilannoituksen vaikutus nurmisadon määrään ja laatuun

Raakafosfaatin tai superfosfaatin käytöllä ei ollut merkittävää vaikutusta nurmisadon määrään, kasviviljekoostumukseen eikä nurmen ravinnepitoisuuksiin kolmen nurmivuoden aikana (Taulukot 6–8). Ensimmäisen nurmivuoden ensimmäinen sato oli erittäin suuri, mutta seuraavat sadot olivat korkeintaan keskinkertaisia. Toisen ja kolmannen nurmivuoden toiset sadot olivat hyvin pieniä.

Lannoituksessa annetun fosforin näennäinen hyväksikäyttö (sadon fosforisisällön ja ilman fosfori-

lannoitusta kasvatetun sadon fosforisisällön erotus jaettuna lannoitteen fosforisisällöllä) jäi hyvin pieneksi. Se oli kaksoissuperfosfaatilla kolmen vuoden aikana yhteensä 4,3 %, 300 kg:lla raakafosfaattia 2,0 %, 600 kg:lla raakafosfaattia 3,5 %, ja 900 kg:lla raakafosfaattia olematon (negatiivinen).

Nurmen fosforipitoisuus oli yleensä korkein superfosfaatilla lannoitetuissa ruuduissa.

3.4 Raakafosfaattilannoituksen vaikutus maan viljavuuslukuihin

Maan fosforipitoisuus oli koetta perustettaessa välttävällä tasolla (8,2 mg/l). Kahden nurmivuoden aikana se laski raakafosfaatti- ja lannoittamattomilla ruuduilla (Taulukko 5). Kaksoissuperfosfaattia saaneilla ruuduilla fosforiluku pysyi muuttumattomana. Kokeen päättyessä otetuissa maanäytteissä fosforiluku oli edelleen laskenut lannoittamattomissa ruuduissa 1,3 ja raakafosfaatilla lannoitetuissa 1–2,6 mg/l.

Taulukko 6. Raakafosfaatin levitysmääräkokeen kuiva-ainesadot (kg/ha) vuosina 1990–1992. 1.n. = ensimmäinen niitto, 2.n. = toinen niitto.

Lannoitus	Kuiva-ainesato, kg/ha			
	1.n.	2.n.	yht.	Suhdeluku **
1990				
Ei P-lannoitusta	7380	2380	9760	100
Raakafosfaatti 300 kg/ha	7630	2390	10020	102
Raakafosfaatti 600 kg/ha	8000	2450	10450	107
Raakafosfaatti 900 kg/ha	7480	2350	9830	100
KSF* 200 kg/ha	8770	2490	11260	115
Erojen merkitsevyys	n.s.	n.s.	n.s.	
1991				
Ei P-lannoitusta	4530	1690	6220	100
Raakafosfaatti 300 kg/ha	4500	1520	6020	96
Raakafosfaatti 600 kg/ha	4600	1470	6070	97
Raakafosfaatti 900 kg/ha	3870	1400	5270	84
KSF* 200 kg/ha	4270	1530	5800	93
Erojen merkitsevyys	n.s.	n.s.	n.s.	
1992				
Ei P-lannoitusta	3150	930	4080	100
Raakafosfaatti 300 kg/ha	2920	890	3810	93
Raakafosfaatti 600 kg/ha	3230	880	4110	100
Raakafosfaatti 900 kg/ha	2970	820	3790	92
KSF* 200 kg/ha	3030	830	3860	94
Erojen merkitsevyys	n.s.	n.s.	n.s.	

*KSF = kaksoissuperfosfaatti, ** vertailu lannoittamattomaan (100)

Taulukko 7. Raakafosfaatin levitysmääräko. Nurmisatojen kasvilajikoostumus vuosina 1990–1992. 1.n. = ensimmäinen niitto, 2.n. = toinen niitto.

Lannoitus	Kasvilajikoostumus, %					
	Timotei		Nurminata		Apila	
	1.n.	2.n.	1.n.	2.n.	1.n.	2.n.
1990						
Ei P-lannoitusta	9	6	12	13	79	81
Raakafosfaatti 300 kg/ha	11	4	7	10	81	86
Raakafosfaatti 600 kg/ha	17	5	10	12	73	82
Raakafosfaatti 900 kg/ha	12	3	10	6	78	91
KSF ² 200 kg/ha	10	6	3	11	87	83
Ei merkitseviä eroja						
1991						
Ei P-lannoitusta	43	41	21	1)	36	59
Raakafosfaatti 300 kg/ha	31	50	31		38	50
Raakafosfaatti 600 kg/ha	31	63	27		42	37
Raakafosfaatti 900 kg/ha	36	55	34		30	45
KSF ² 200 kg/ha	40	57	33		27	43
Ei merkitseviä eroja						
1992						
Ei P-lannoitusta	19	3	71	58	9	38
Raakafosfaatti 300 kg/ha	19	5	77	55	4	40
Raakafosfaatti 600 kg/ha	11	3	81	53	8	43
Raakafosfaatti 900 kg/ha	18	4	73	50	9	45
KSF ² 200 kg/ha	18	7	76	55	6	38
Ei merkitseviä eroja						

¹⁾ timotein ja nurminadan osuutta ei erotettu toisessa niitossa, ²⁾ kaksoissuperfosfaatti

Taulukko 8. Raakafosfaatin levitysmääräko. Nurmisatojen ravinnepitoisuudet (g/kg) vuosina 1990–1992. 1.n. = ensimmäinen niitto, 2.n. = toinen niitto.

Lannoitus	N		Ca		Mg		K		P	
	1.n.	2.n.	1.n.	2.n.	1.n.	2.n.	1.n.	2.n.	1.n.	2.n.
1990										
Ei P-lannoitusta	17,6	35,5	11,0	15,1	3,3	4,1	26,9	42,2 ^a	1,8	3,7 ^b
Raakafosfaatti 300 kg/ha	21,5	36,0	11,3	15,1	3,6	4,0	28,0	39,3 ^{ab}	2,1	3,7 ^b
Raakafosfaatti 600 kg/ha	20,2	36,5	10,8	14,4	3,4	3,8	26,3	39,5 ^{ab}	2,1	3,7 ^b
Raakafosfaatti 900 kg/ha	20,1	36,4	10,8	13,4	3,4	3,6	26,4	38,1 ^b	2,0	3,7 ^b
KSF* 200 kg/ha	19,0	36,2	9,0	14,5	2,9	3,9	25,7	40,1 ^{ab}	2,3	4,0 ^a
Erojen merkitsevyys	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	*	n.s.	**
1991										
Ei P-lannoitusta	24,4	14,8	9,0 ^{ab}	4,8	2,8 ^b	1,7	29,4	24,0 ^a	3,8	3,0
Raakafosfaatti 300 kg/ha	24,9	15,4	11,0 ^a	5,3	3,2 ^a	1,8	31,0	24,4 ^a	3,7	2,9
Raakafosfaatti 600 kg/ha	22,2	13,3	8,8 ^b	4,1	2,8 ^b	1,5	30,0	22,6 ^a	3,8	2,9
Raakafosfaatti 900 kg/ha	21,8	12,5	8,7 ^b	3,4	2,8 ^b	1,3	29,4	21,4 ^a	3,8	2,9
KSF* 200 kg/ha	22,1	12,5	8,7 ^b	3,9	2,8 ^b	1,4	29,5	21,7 ^a	3,9	2,9
Erojen merkitsevyys	n.s.	n.s.	*	n.s.	**	n.s.	n.s.	*	n.s.	n.s.
1992										
Ei P-lannoitusta	13,3	21,8	3,9	11,9	1,6	3,3	19,6	23,7	2,4	2,9 ^b
Raakafosfaatti 300 kg/ha	13,7	21,0	4,1	11,4	1,7	3,2	19,7	23,1	2,4	3,0 ^b
Raakafosfaatti 600 kg/ha	12,7	21,8	3,8	11,7	1,6	3,3	19,7	23,6	2,3	3,1 ^{ab}
Raakafosfaatti 900 kg/ha	12,7	23,3	3,7	12,1	1,6	3,4	19,2	23,8	2,4	3,0 ^b
KSF* 200 kg/ha	12,7	20,6	3,6	11,0	1,5	3,0	18,8	22,6	2,5	3,3 ^a
Erojen merkitsevyys	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	**

* KSF = kaksoissuperfosfaatti

Samalla yläindeksillä merkityt keskiarvot eivät eroa merkitsevästi toisistaan (P=0,05) kyseisen ryhmän sisällä

Maan kalium- ja kalsiumluvut laskivat koko kokeen ajan (vuosien 1992 ja 1994 näytteet). Magnesiumluvut pysyivät lähes muuttumattomina. Maan pH oli vuoden 1992 näytteissä lähes sama kuin koetta perustettaessa, mutta vuoden 1994 näytteissä se oli laskenut useimmissa ruuduissa selvästi. Maan pH:n lasku näytti olevan vähäisintä väkilannoitefosforiruuduissa.

3.5 Biotiitti- ja raakafosfaattilannoituksen vaikutus nurmivuosien jälkeen viljellyn ohran satoon

Ohran jyväsato oli biotiittikokeessa 2440–2590 kg/ha ja raakafosfaattikokeessa 2990–3170 kg/ha (Taulukko 9). Lannoituksella ei ollut vaikutusta satoon määrään, hehtolitrainoon eikä tuhannen jyvän painoon.

Ohrasato on tavanomaista viljelyä harjoittavilla tiloilla Kainuussa keskimäärin alle 3 tonnia hehtaarilta, joten tässä kokeessa saadut luomuohrasadot vastaavat tätä tasoa.

MELAn (1988) johtamassa haastattelututkimuksessa luonnonmukaisesti viljeltyjen tilojen (n=72) keskimääräinen ohrasato vuosina 1984–86 oli 2160 kg/ha.

3.6 Raakafosfaatin soveltuvuus nurmen peruslannoitteeksi

3.6.1 Lannoituksen ja nurmiseoksen vaikutus satoon ja nurmen apilapitoisuuteen

Typpilannoitus lisäsi erittäin selvästi satoa kaikilla nurmivuosina (Taulukko 10). Apilanurmi tuotti kokeen alkupuolella merkitsevästi suurempia satoja kuin heinänurmi, mutta kolmantena nurmivuonna sen sato jäi apilan vähenemisen myötä jo heinänumea heikommaksi. Nurmiseoksen vaikutus riippui kuitenkin typpilannoituksesta siten, että esim. ensimmäisenä nurmivuonna apilapitoisesta nurmesta saatiin heinänumeen verrattuna ilman typpilannoitusta lähes kaksinkertainen kokonaissato (10680 kg/ha ja 5790 kg/ha), mutta typpilannoitusta käytettäessä nurmisatojen välillä ei ollut eroja (sato noin 13400 kg/ha).

Taulukko 9. Ohran jyväsato (kg/ha), hehtolitrapaino, HLP (kg) ja tuhannen jyvän paino, TJP (g). Ohra seurasi viljelykierrossa nurmivuosia.

Kaliumlannoitus	Jyväsato, kg/ha	Suhdeluku **	HLP	TJP
Ei K-lannoitusta	2480	100	67	31
Biotiitti 4 tn/ha	2590	104	68	32
Biotiitti 8 tn/ha	2550	103	68	32
Biotiitti 12 tn/ha	2490	100	67	32
KCl 150 kg/ha	2440	98	67	31
Erojen merkitsevyys	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
Fosforilannoitus				
Ei P-lannoitusta	2990	100	69	34
Raakafosfaatti 300 kg/ha	3170	106	69	34
Raakafosfaatti 600 kg/ha	3110	104	69	34
Raakafosfaatti 900 kg/ha	3140	105	69	33
KSF* 200 kg/ha	3150	105	69	34
Erojen merkitsevyys	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.

*KSF = kaksoissuperfosfaatti, ** vertailu lannoittamattomaan (100)

Taulukko 10. Raakafosfaatti nurmen peruslannoitteena. Keskimääräiset kuiva-ainesadot koetekijöittäin vuosina 1990–1992. 1.n. = ensimmäinen niitto, 2.n. = toinen niitto.

Koetekijä	Nurmen kuiva-ainesato, kg/ha		
	1.n.	2.n.	Yht.
1990			
Ei N-lannoitusta	6610	1620	8230
Typpilannoitus	10090	3340	13430
HSD (P=0,05)	710	190	590
Heinänurmi	7760	1990	9760
Apila-heinänurmi	8940	2970	11910
HSD (P=0,05)	650	75	670
Ei P-lannoitusta	8020	2450	10470
Kaksoissuperfosfaatti	8650	2550	11200
Raakafosfaatti	8380	2440	10820
HSD (P=0,05)	720	126	750
Merkitsevät yhdysvaikutukset:			
N-lannoitus x nurmiseos	**	***	***
1991			
Ei N-lannoitusta	3850	1350	5200
Typpilannoitus	5290	3310	8600
HSD (P=0,05)	750	360	1040
Heinänurmi	4480	2380	6870
Apila-heinänurmi	4660	2270	6930
HSD (P=0,05)	790	340	1080
Ei P-lannoitusta	4440	2280	6720
Kaksoissuperfosfaatti	4600	2380	6980
Raakafosfaatti	4670	2330	7000
HSD (P=0,05)	500	210	630
Merkitsevät yhdysvaikutukset:			
N-lannoitus x nurmiseos		*	
1992			
Ei N-lannoitusta	3070	950	4020
Typpilannoitus	4890	2660	7550
HSD (P=0,05)	420	480	890
Heinänurmi	3920	2080	6000
Apila-heinänurmi	4050	1520	5570
HSD (P=0,05)	215	180	360
Ei P-lannoitusta	3880	1760	5640
Kaksoissuperfosfaatti	4020	1830	5850
Raakafosfaatti	4060	1820	5880
HSD (P=0,05)	210	150	300
Merkitsevät yhdysvaikutukset:			
N-lannoitus x nurmiseos	*	**	**
P-lannoitus x nurmiseos		*	

Fosforilannoituksen vaikutus nurmisatoon oli vähäinen. Kolmannen nurmivuoden toisessa niitossa apilanurmesta saatiin raakafosfaattilannoituksella suurin sato. Heinänurmiruudut antoivat parhaimman sadon kaksoissuperfosfaattilannoituksella. Kaksoissuperfosfaattilannoitus lisäsi satoa vuosittain keskimäärin vain 4 % lannoittamattoman nurmen satoon verrattuna.

Typpilannoitus alensi selvästi nurmen apilapitoisuutta. Ensimmäisenä nurmivuonna ensimmäisen ja toisen niiton keskimääräinen apilapitoisuus oli ilman typpeä viljeltäessä 67 % ja typpilannoitusta käytettäessä 40 %, toisena nurmivuonna vastaavasti 48 ja 19 % ja kolmantena 35 ja 7 %.

Fosforilannoituksen vaikutus nurmen apilapitoisuuteen ei ollut yhtä suuri. Ensimmäisenä nurmivuonna raakafosfaatilla lannoitetun nurmen apilapitoisuus oli keskimäärin 56 %, superfosfaatilla lannoitetun 55 % ja ilman fosforilannoitusta viljelyn 50 %. Toisena nurmivuonna apilapitoisuus oli laskenut raakafosfaattiruuduilla 39 %:iin, lannoittamattomilla ruuduilla 38 %:iin, mutta kaksoissuperfosfaattiruuduilla apilapitoisuus oli pudonnut selvästi pienemmäksi (24 %). Kolmantenakin nurmivuonna apilapitoisuus oli alhaisin (19 %) superfosfaattiruuduissa, mutta ero lannoittamattomaan (24 %) ja raakafosfaatilla lannoitettuun (20 %) oli hyvin pieni.

Toisena nurmivuonna oli siten havaittavissa, että apila hävisi superfosfaatilla lannoitetusta nurmesta nopeammin. Ilmeisesti helppoliukoinen fosfori lisäsi heinän kasvua ja vähensi näin apilan osuutta. Astiakokeissa on todettu, että biologisen typensidonnan seurauksena maan pH alenee palkokasvin juuriston läheisyydessä. Tämän seurauksena apila kykenee tehokkaammin käyttämään raakafosfaattia hyväkseen, ja sen kilpailukyky heiniin nähden paranee (AGUILAR ja van DIEST 1981).

Varhaisimmat tutkimukset hienofosfaatin lannoitusarvosta on tehty jo 1940 ja -50 luvulla (TAINIO 1958). Hienofosfaatin käyttöarvoa superfosfaattiin verrattuna eri maalajeilla mitattiin 31 kokeen sarjassa. Kokeissa käytetyn hienofosfaatin kokonaisfosforihappopitoisuus oli keskimäärin 28,5 %. Koemat olivat multavaa hietaa ja mutasuoturvetta, joiden pH oli keskimäärin 5,4 ja vaihteluväli 4,6–6,1. Näissä kokeissa hienofosfaatilla saadut

sadonlisäykset olivat keskimäärin ensimmäisinä vuosina 40–50 %, 6–7 vuoden jälkeen 80–85 % ja 10 vuodessa jopa yli 90 % superfosfaatilla saadusta sadonlisäyksestä. Hienofosfaatin vaikutuksen todettiin riippuvan maalajista, maan vaihtuvan kalkin pitoisuudesta ja maan pH:sta. Kivennäismailla hienofosfaatin lannoitusvaikutus oli keskimäärin parempi kuin turvemilla. Hienofosfaatin lannoitusarvo superfosfaattiin verrattuna tuli parhaiten esille niukasti kalkituilla (alle 5 tn/ha), suhteellisen happamilla mailla.

KÄHÄRI (1975) on tutkinut astiakokeilla Soklin ja Siilinjärven fosforirikasteen käyttökelpoisuutta fosforilannoitteena. Soklin fosforimalmiesiintymä on kiille- ja kalsiittipitoista laimeaa apatiittimalmia, kuten Siilinjärven esiintymäkin. Molemmat raakafosfaatit osoittautuivat käyttökelpoisiksi kauran lannoittamiseen hyvin happamalla (pH 3,9) rahkaturpeella, mutta happamalla kivennäismaalla (pH 4,9) niiden lannoitusvaikutus jäi heikoksi. Kalkitus heikensi Siilinjärven apatiitin vaikutusta, mutta Soklin fosforiitin vaikutus parani pienellä kalkkimäärällä. Tulosten perusteella Kähäri suositelikin kotimaisten raakafosfaattien käyttöä lähinnä metsän lannoitukseen happamilla rahkasoilla.

SAARELA (1983) tutki astiakokeilla Soklin fosforirikasteen ja viiden malminäytteen käyttökelpoisuutta fosforilannoitteena vertaamalla niitä superfosfaattiin. Hienoksi jauhetut näytteet paransivat kauran ja raiheinän kasvua happamalla, niukasti fosforia sisältävällä maalla, mutta niiden fosforin käyttökelpoisuus superfosfaattiin verrattuna oli huono. Happaman turpeen kalkitus esti tehokkaasti Soklin fosfaattien vaikutusta. Tulosten mukaan Soklin fosforin käyttö peltojen lannoitteeksi edellyttää fosforin käyttökelpoisuutta parantavaa prosessointia.

3.6.2 Lannoituksen ja nurmiseoksen vaikutus sadon ravinnepitoisuuteen

Typpilannoituksen ja nurmiseoksen vaikutus nurmen ravinnepitoisuuksiin on esitetty taulukoissa 11–13. Apilapitoisessa nurmessa typpi-, kalsium-, magnesium- ja káliumpitoisuudet olivat selvästi korkeampia kuin heinänurmessa. Ero oli suurin ilman typpilannoitusta jätetyissä ruuduissa. Nurmen vanhetessa ja apilapitoisuuden laskiessa ravinnepitoisuserot pienenevät.

Taulukko 11. Raakafosfaatti nurmen peruslannoitteena. Keskimääräiset nurmen ravinnepitoisuudet (g/kg) koetekijöittäin vuonna 1990. 1.n. = ensimmäinen niitto, 2.n. = toinen niitto.

Koetekijä	N		Ca		Mg		K		P	
	1.n.	2.n.	1.n.	2.n.	1.n.	2.n.	1.n.	2.n.	1.n.	2.n.
Ei N-lannoitusta	13,5	27,2	6,3	11,5	2,0	2,9	23,6	35,3	2,2	3,5
Typpilannoitus	14,1	22,2	4,7	8,0	1,6	2,3	24,8	37,9	2,4	3,3
HSD (P=0,05)	1,5	1,2	0,8	1,1	0,3	0,1	0,8	2,0	0,3	0,2
Heinänurmi	11,8	20,2	3,3	7,1	1,2	2,1	22,9	34,0	2,3	3,4
Apila-heinänurmi	15,8	29,2	7,7	12,4	2,3	3,1	25,5	39,2	2,3	3,4
HSD (P=0,05)	1,2	1,7	0,5	0,9	0,2	0,1	1,4	1,4	0,2	0,2
Ei P-lannoitusta	13,8	24,5	5,3	9,6	1,7	2,6	24,6	36,8	2,2	3,4
Kaksoissuperfosfaatti	14,4	25,4	5,7	10,2	1,8	2,7	24,1	36,5	2,4	3,3
Raakafosfaatti	13,3	24,1	5,4	9,4	1,7	2,6	24,0	36,5	2,2	3,4
HSD (P=0,05)	1,1	1,0	0,6	0,6	0,2	0,1	1,0	1,3	0,4	0,2
Merkitsevät yhdysvaikutukset:										
N-lannoitus x nurmiseos	***	*	***		**		***	***		
P-lannoitus x nurmiseos	**	**		**						
N-lannoitus x P-lannoitus		***		**				**		
N-lannoitus x P-lannoitus x nurmiseos		*		*						

Taulukko 12. Raakafosfaatti nurmen peruslannoitteena. Keskimääräiset nurmen ravinnepitoisuudet (g/kg) koetekijöittäin vuonna 1991. 1.n. = ensimmäinen niitto, 2.n. = toinen niitto.

Koetekijä	N		Ca		Mg		K		P	
	1.n.	2.n.	1.n.	2.n.	1.n.	2.n.	1.n.	2.n.	1.n.	2.n.
Ei N-lannoitusta	13,6	27,1	4,6	3,1	1,6	2,7	25,7	33,3	2,5	3,4
Typpilannoitus	15,5	20,4	4,0	6,5	1,6	2,4	27,2	35,3	2,4	2,9
HSD (P=0,05)	2,4	2,7	1,6	3,3	0,2	0,2	2,5	3,1	0,1	0,1
Heinänurmi	13,3	24,1	3,5	5,3	1,4	2,4	25,1	34,2	2,4	3,2
Apila-heinänurmi	15,8	23,5	5,1	4,3	1,7	2,7	27,8	34,4	2,5	3,1
HSD (P=0,05)	2,3	2,8	0,9	2,2	0,2	0,1	1,7	1,5	0,1	0,1
Ei P-lannoitusta	14,7	23,6	4,5	4,8	1,6	2,6	26,4	33,7	2,4	3,1
Kaksoissuperfosfaatti	14,4	23,0	4,1	4,9	1,5	2,5	26,3	34,2	2,5	3,2
Raakafosfaatti	14,6	24,8	4,4	4,6	1,6	2,7	26,6	35,0	2,4	3,1
HSD (P=0,05)	1,4	1,7	0,7	1,8	0,1	0,2	0,9	1,4	0,1	0,1
Merkitsevät yhdysvaikutukset:										
N-lannoitus x nurmiseos	*				*	***				**
P-lannoitus x nurmiseos										*
N-lannoitus x P-lannoitus							***			

Taulukko 13. Raakafosfaatti nurmen peruslannoitteena. Keskimääräiset nurmen ravinnepitoisuudet (g/kg) koetekijöittäin vuonna 1992. 1.n. = ensimmäinen niitto, 2.n. = toinen niitto.

Koetekijä	N		Ca		Mg		K		P	
	1.n.	2.n.	1.n.	2.n.	1.n.	2.n.	1.n.	2.n.	1.n.	2.n.
Ei N-lannoitusta	12,0	24,8	4,5	11,1	1,7	2,8	19,9	27,5	2,1	3,1
Tyypilannoitus	16,9	20,5	4,8	6,9	1,9	2,5	20,0	30,1	1,8	2,6
HSD (P=0,05)	1,3	5,9	1,2	1,1	0,4	0,2	2,1	5,2	0,1	0,5
Heinänummi	14,2	24,7	3,8	8,3	1,6	2,5	19,1	29,4	2,0	3,0
Apila-heinänummi	14,7	20,5	5,4	9,7	1,9	2,8	20,8	28,2	2,0	2,7
HSD (P=0,05)	1,2	1,4	1,0	0,9	0,2	0,2	0,7	0,8	0,1	0,1
Ei P-lannoitusta	14,5	22,4	4,8	8,8	1,8	2,6	20,0	28,8	2,0	2,8
Kaksoissuperfosfaatti	14,2	22,6	4,5	8,9	1,8	2,7	19,9	28,2	2,0	2,9
Raakafosfaatti	14,7	22,9	4,5	9,2	1,7	2,7	19,9	29,4	1,9	2,8
HSD (P=0,05)	0,8	0,8	0,7	0,6	0,2	0,1	0,7	1,2	0,1	0,1
Merkitsevät yhdysvaikutukset:										
N-lannoitus x nurmiseos	**				*	**		**	**	
P-lannoitus x nurmiseos									**	**
N-lannoitus x P-lannoitus		**								

Fosforilannoituksella oli vain vähän vaikutusta sadon ravinnepitoisuuksiin. Ensimmäisenä nurmivuonna rehun typpi-, kalsium- ja magnesiumpitoisuudet olivat superfosfaatilla lannoitetussa nurmessa hieman korkeampia kuin raakafosfaatilla lannoitetussa tai lannoittamattomassa nurmessa (Taulukko 11). Toisena ja kolmantena nurmivuonna fosforilannoituksesta johtuvia eroja ei enää ollut (Taulukot 12 ja 13). Kalium- ja fosforipitoisuuksissa ei ollut eroja ensimmäisenäkään nurmivuonna.

3.6.3 Nurmen jälkivaikutus ohrasadon määrään ja laatuun

Nurmivuosien jälkeen viljellystä Arra-ohrasta saatiin hyvä sato, keskimäärin 3100 kg/ha (Taulukko 14). Jyväsato oli 670 kg/ha parempi niissä ruuduissa, joita ei lannoitettu tyypellä nurmivuosina. Apilapitoisella nurmella ei ollut heinänummea parempaa jälkivaikutusta ohrasatoon. Fosforilannoituksen vaikutus jyväsadon määrään oli hyvin vähäinen. Kaksoissuperfosfaatilla lannoitetuissa ruuduissa sato oli hieman parempi kuin raakafosfaatti- ja lannoittamattomissa ruuduissa. Hehtolitrapainoissa ja tuhannen jyvän painoissa ei ollut merkitseviä eroja.

Jyvien typpi- ja kivennäispitoisuuksissa oli vain vähäisiä eroja (Taulukko 14). Heinänurmen jälkivaikutus jyvien typpipitoisuuteen oli tässä kokeessa edullisempi kuin apilapitoisen nurmen. Fosforilannoituksella ei ollut merkitystä jyvien

kivennäispitoisuuksiin, sillä lannoittamattomissa ruuduissa pitoisuudet olivat yhtä korkeita tai korkeampia kuin lannoitetuissa.

3.6.4 Fosforilannoituksen vaikutus maan viljavuustiloihin

Koetta perustettaessa maan kalsium- ja kaliumluvut olivat välttävällä tasolla, pH ja magnesiumluku olivat tyydyttäviä, mutta fosforiluku huononlainen (Taulukko 1).

Kolmannen nurmivuoden keväällä otetut maanäytteet osoittavat, että muutosta oli tapahtunut lähinnä fosfori- ja kaliumluvuissa (Taulukko 15). Fosforiluku nousi välttävälle tasolle kaikissa ruuduissa. Koska fosforiluvun nousua tapahtui myös lannoittamattomissa ruuduissa, on maahan sitoutunutta fosforia vapautunut kokeen aikana enemmän kuin kasvit ovat sitä käyttäneet. Maan fosforiluku oli lannoittamattomissa ruuduissa keskimäärin 5,4 mg/l, raakafosfaattiruuduissa 5,5 mg/l ja väkilannoitefosforilla lannoitetuissa ruuduissa 6,1 mg/l. Maan fosforiluku oli paras väkilannoitefosforilla lannoitetuissa ruuduissa, mutta jäi niissäkin vain välttävälle tasolle. Suurin osa annetusta fosforista siis sitoutui maahan. Maan kaliumluku laski selvästi, merkittävämmiin niissä ruuduissa, joita lannoitettiin tyypellä. Voimakas nurmen kasvu etenkin ensimmäisenä nurmivuonna verotti maan kaliumvaroja eikä kaliumlannoitus pystynyt sitä korvaamaan.

Taulukko 14. Raakafosfaatti nurmen peruslannoitteena. Ohran keskimääräiset jyväsadot (kg/ha), hehtolitrapainot (HLP), tuhannen siemenen painot (TSP) ja jyvien ravinnepitoisuudet (g/kg) koetekijöittäin vuonna 1993. Ohra on kylvetty neljän nurmivuoden jälkeen.

Koetekijä	Sato	HLP	TSP	N	Ca	Mg	K	P
Ei N-lannoitusta	3450	63,21	36,19	17,97	0,39	1,27	6,61	4,62
Typpilannoitus	2780	61,22	34,98	18,10	0,43	1,24	6,38	4,55
HSD (P=0,05)	232	1,70	1,27	0,04	0,01	0,02	0,09	0,09
Heinänurmi	3110	61,80	35,40	18,35	0,42	1,26	6,51	4,55
Apila-heinänurmi	3120	62,63	35,78	17,72	0,40	1,36	6,48	4,62
HSD (P=0,05)	345	1,76	1,13	0,05	0,01	0,03	0,28	0,09
Ei P-lannoitusta	3020	62,18	35,13	18,23	0,41	1,26	6,58	4,61
Kaksoissuperfosfaatti	3330	62,49	36,14	17,74	0,41	1,25	6,37	4,51
Raakafosfaatti	3000	61,98	35,48	18,14	0,42	1,26	6,53	4,63
HSD (P=0,05)	290	1,68	1,21	0,04	0,02	0,02	0,20	0,11

Merkitsevät yhdysvaikutukset:
 N-lannoitus x nurmiseos *

P-lannoitus x nurmiseos **

Taulukko 15. Raakafosfaatti nurmen peruslannoitteena. Maanäytteiden viljavuusarvot (mg/l maata) keväällä 1992.

Koejäsen	pH	Ca	K	Mg	P
A ₀ B ₁ C ₀	6,15	1081	133	156	5,2
A ₀ B ₁ C ₁	6,12	1015	142	146	5,6
A ₀ B ₁ C ₂	6,17	1055	143	149	5,4
A ₀ B ₂ C ₀	6,04	1005	120	147	5,3
A ₀ B ₂ C ₁	6,00	974	110	142	5,7
A ₀ B ₂ C ₂	6,04	1004	129	142	5,6
A ₁ B ₁ C ₀	6,20	1087	92	161	5,3
A ₁ B ₁ C ₁	6,26	1167	89	164	6,7
A ₁ B ₁ C ₂	6,13	1065	94	153	5,6
A ₁ B ₂ C ₀	6,09	1103	84	159	5,7
A ₁ B ₂ C ₁	6,06	1037	98	150	6,5
A ₁ B ₂ C ₂	6,16	1120	96	160	5,4

A⁰ = ei typpilannoitusta

A₁ = typpilannoitus

B₁ = timotei-nurminata

B₂ = timotei-nurminata-puna-apila

C₀ = ei fosforilannoitusta

C₁ = 600 kg/ha kaksoissuperfosfaattia

C₂ = 810 kg/ha raakafosfaattia

4 PÄÄTELMÄT

Kolmen nurmivuoden ja yhden viljavuoden pituisena viljelyjaksona ei hidasliukoisen biotiitin vaikutus satomääriin tullut esille. Maan luontaiset kaliumvarat riittivät tyydyttämään kasvien kaliumin tarpeen. Kuitenkin vain suurimmat biotiittimäärät (8–12 tn/ha) olivat riittäviä pitämään maan kalium- ja magnesiumarvot välttävällä tasolla. Jos maan kaliumarvoa pyritään kohottamaan, tulisi biotiittiä käyttää vähintään 10–12 tn/ha nurmea perustettaessa. Biotiitin hinta tehtaalla on 40-50 mk/tonni. Lisäksi tulevat rahtikustannukset, joiden suuruus riippuu tilan etäisyydestä Siilinjärven tehtailta. Kannattava kuljetussäde lienee 150–200 km.

Myöskään raakafosfaatin tai väkilannoitefosforin käyttö ei vaikuttanut merkittävästi nurmi- tai ohra-sadon määrään eikä laatuun. Raakafosfaatin sisältämän fosforin näennäinen hyväksikäyttö oli tehokkainta 600 kg/ha levitysmäärällä, mutta jäi kuitenkin heikommaksi kuin väkilannoitefosforin hyväksikäyttö.

Raakafosfaatin soveltuvuutta nurmen peruslannoitteenksi selvittävällä kokeella ei pystytty osoittamaan, että apilanurmi hyödyntäisi raakafosfaatin hidasliukoista fosforia heinänurmea tehokkaammin. Käyttökelpoisen fosforin määrä maassa ei näyttänyt olevan nurmen sadontuottoa rajoittava tekijä, vaikka maan fosforiluku oli koetta perustettaessa alhainen. Raakafosfaattilannoitus ei suurim-

mallakaan käyttömäärällä pystynyt estämään maan fosforiluvun alenemista kokeen aikana, mikä vahvistaa käsitystä raakafosfaatin fosforin hidasliukoisuudesta. Tulokset osoittavat, ettei maan fosforipitoisuutta pystytä yhden nurmivaiheen aikana merkittävästi kohottamaan raakafosfaattia lisäämällä. Vaihtoehdoksi luomuviljelyssä jää orgaanisten lannoitteiden, esimerkiksi karjanlannan käyttö.

KIRJALLISUUS

- AGUILAR, S. & van DIEST, A. 1981. Rock-phosphate mobilization induced by the alkaline uptake pattern of legumes utilizing symbiotically fixed nitrogen. *Plant and Soil* 61: 27–41.
- Centre for Agricultural Publishing and Documentation. 1973. Tracing and treating mineral disorders in dairy cattle. Wageningen, The Netherlands. 61 p.
- HAGIN, J. & HARRISON, R. 1993. Phosphate rocks and partially-acidulated phosphate rocks as controlled release fertilizers. *Fert. Res.* 35: 25–31.
- HEINONEN, R., HARTIKAINEN, H., AURA, E., JAAKKOLA, A. ja KEMPPAINEN, E. 1992. Maa, viljely ja ympäristö. WSOY, Helsinki. 334 p.
- HUHTA, H. 1989. Kokemuksia biotiitista suonurmen kaliumlannoitteena. *Koetoiminta ja käytäntö* 46: 82.
- KUMAR, V., GILKES, R.J. & BOLLAND, M.D.A. 1993. The agronomic effectiveness of reactive rock phosphate, partially acidulated rock phosphate and monocalcium phosphate in soils of different pH. *Fert. Res.* 34: 161–171.
- KÄHÄRI, J. 1975. Siilinjärven apatiitti ja Soklin fosforiitti fosforilannoitteena. *Koetoiminta ja Käytäntö* 32: 12.
- LINNA, P. & JANSSON, H. 1994. Biotiitti nurmen kaliumlannoitteena. *Maatalouden tutkimuskeskuksen tiedote* 1/94: 1–13.
- MELA, T. 1988. Luononmukainen peltoviljely Suomessa. Viljelymenetelmät, rikkakasvit, peltojen viljavuus, sadot ja sadon laatu. Helsingin yliopiston kasvinviljelytieteen laitos. *Julkaisu* 16: 1–220.
- RAJAN, S.S.S. 1985a. Partial acidulation of an 'unground' phosphate rock: I. Preparation and characteristics. *Fert. Res.* 8: 147–155.
- 1985b. Partial acidulation of an 'unground' phosphate rock: II. Plant availability of phosphate. *Fert. Res.* 8: 219–229.
- & WATKINSON, J. H. 1992. Unacidulated and partially acidulated phosphate rock: agronomic effectiveness and the rate of dissolution of phosphate rock. *Fert. Res.* 33: 267–277.
- SAARELA, I. 1983. Soklin fosforimalmi fosforilannoitteena. *Maatalouden tutkimuskeskuksen tiedote* 10/83: 1–20.
- 1991. Kalkitus opas. *Tieto tuottamaan* 55: 1–77.
- SAS. 1985. SAS User's guide: Basics. Version 5 Edition. Cary, North Carolina. 1290 p.
- STBEL, R.G.D. & TORRIE, J.H. 1960. Principles and Procedures of Statistics. Mcraw-Hill Book Company, Inc. New York. 481 p.
- STÅHLBERG, K. 1995. Kemira Chemicals Oy Silinjärven tehtaat. Henkilökohtainen tiedonanto maanparannusbiotiitin myyntitilastosta vuodelta 1994.
- SUONURMI-RASI, R. & HUOKUNA, E. 1983. Kaliumlannoitustason ja -tavan vaikutus tuorerehunurmien satoiin ja maiden K-pitoisuuksiin. *Maatalouden tutkimuskeskuksen tiedote* 5/83: 1–13.
- TAINIO, A. 1958. Hienofosfaatin lannoitusarvosta superfosfaattiin verrattuna. Kiinteillä koekentillä suoritettujen kokeiden tuloksia v. 1947–1956. *Valtion maatalouskoetöiminnan julkaisuja* N:o 168: 1–22.

MAATALOUDEN TUTKIMUSKESKUKSEN TIEDOTTEET

(Tiedotteet vuosilta 1983–90 on lueteltu aiempien vuosikertojen numeroissa.)

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 kenttäkokeessa. (Sotkamon maanparannuskoe). 22 p.
5. YLÄRANTA, T. Maataloustuotannon vaikutus kasvihuoneilmistöön Suomessa. Kasvihuonekaasupäästöjen vähentäminen. 18 p.
6. HANNUKKALA, A. E. Puikulan viljelytekniikka Lapissa. 23 p.
7. URVAS, L. & HÄMÄLÄINEN, I. Viljeltyjen moreenimaiden kemialliset ominaisuudet. Kirjallisuuskatsaus. 28 p.
8. JUHANOJA, S. Freesian sadon ajoittaminen. 57 p.
9. LAURILA, L., HIIVOLA, S-L. & KARVONEN, T. Rukiin sakoluku Etelä-Pohjanmaalla. 56 p.
10. HUUSELA-VEISTOLA, E., PAHKALA, K. & MELA, T. Peltokasvit sellun ja paperin raaka-aineena. Kirjallisuustutkimus. 36 p. + 1 liite.
11. TIIRI, J. Muokkauksen vaikutus maan toimintoihin. 82 p.
12. NIEMELÄINEN, O. & HUUSELA-VEISTOLA, E. Typpilannoituksen vaikutus niittynurmikka-, nurmirölli-, puisto- ja punanatanurmikon kasvuun ja kestävyYTEEN. 38 p.
13. HUUSELA-VEISTOLA, E., NIEMELÄINEN, O. & HUHTA, H. Lajikkeen, lannoituksen ja leikkuun vaikutus niittynurmikka-natanurmikon menestymiseen. 33 p.
14. HUUSELA-VEISTOLA, E., NIEMELÄINEN, O. & HUHTA, H. Siemenmäärä nurmikon perustamisessa. 30 p.
15. NIEMELÄINEN, O., HUUSELA-VEISTOLA, E., NISSINEN, O., AHVENNIEMI, P., LAURILA, A. & RAVANTTI, S. Lannoituksen ja leikkuukorkeuden vaikutus nata- ja niittynurmikkalajikkeiden peittävyYTEEN ja kestävyYTEEN nurmikossa. 35 p. + 1 liite.
16. NIEMELÄINEN, O., HUUSELA-VEISTOLA, E. NISSINEN, O. & TALVITIE, H. Nurmikkosiemen-seosten menestyminen eri tavoin kunnostetulla kasvualustalla. 51 p., 5 liitettä.
17. HÄRKÖNEN, E., NIEMELÄINEN, O. & HUUSELA-VEISTOLA, E. Englanninraiheinä nurmikon perustamisessa Suomessa. 26 p. + 1 liite.

18. JUNNILA, S. & ERVIÖ, L.-R. Uusien herbisidien tehokkuus ja käyttökelpoisuus viljakasvustoissa. 48 p.
19. ALAVIUHKOLA, T., SUOMI, K. & FRIMAN, T. Uusimmat koetulokset sikatalouden tutkimus-asemalta. 77p.
20. KEMPPAINEN, E., ANISZEWSKI, T. & MIETTINEN, E. Nurmikasvilajien vertailu Pohjois-Kainuussa. 17 p.
21. **Salaatin viljely ja sadon laatu. *Cultivation of lettuce and quality of yield.***
Yhteistutkimuksen "Salaatin viljelymenetelmien kehittäminen ja viljelytoimien vaikutus salaatin laatuun" loppuraportti. 179 p.
Toimittaneet RAILI JOKINEN ja RISTO TAHVONEN.
22. AVIKAINEN, H., HARJU, P., KOPONEN, H., MANNINEN, M., MEINANDER, B. & TAHVONEN, R. Desinfointiaineiden soveltuvuus pelto- ja kasvihuonetuotannossa. 52 p. + 2 liitettä.
23. JOKI-TOKOLA, E. Rehun kuiva-ainepitoisuuden, paalien muovitustavan ja säilytyspaikan vaikutus pyöröpaalisäilörehun säilyvyyteen. 27 p.
24. JUHANOJA, S. & HIIRSALMI, A. Tuloksia puiden ja koristepensaiden menestymisen seurannasta vuosina 1970–90. 116 p.

1992

1. HAKKOLA, H. & KERÄNEN, T. Rehuviljakokeiden tuloksia 1977-91 Pohjois-Pohjamaan tutkimusasemalta. 22 p.
2. KOSSILA, V. & MÄNTYSAARI, P. Pikkuvasikoiden ruokintakoetuloja Maatalouden tutkimuskeskuksessa v. 1973-89. 110 p. + 3 liitettä.
3. URVAS, L. Kalium-, mangaani- ja sinkkilannoituksen vaikutus timotein ravinnepitoisuuteen Pohjois-Suomen suonurmilla. 23 p.
4. NISSINEN, O. Yksivuotisten tuoreherukasvien soveltuminen laidun- ja niittoruokintaan Pohjois-Suomessa. 45 p.
5. HANNUKKALA, A.E. Timoteinurmen perustaminen Pohjois-Lapissa. 15 p.
6. MÄKELÄ-KURTTO, R., SIPPOLA, J. & JOKINEN, R. Teollisuuden jätevesilietteet ja niiden hyötykäyttö maataloudessa. (Loppuraportti tutkimushankkeesta "Teollisuuden jätevesilietteet ja niiden mahdollinen hyväksikäyttö maataloudessa".) 51 p. + 40 liitettä.
7. VANHALA, P. Rikkakasvien fyysikaalinen ja mekaaninen torjunta kasvukauden aikana. 68 p.
8. SAASTAMOINEN, M. Sohvi-herne. 41 p. + 2 liitettä.
9. MUSTONEN, L., RANTANEN, O., NIEMELÄINEN, O., PAHKALA, K., KONTTURI, M. & MÄKELÄ, L. Virallisten lajikekokeiden tuloksia 1984–1991. 109 p. + 2 liitettä.
10. GALAMBOSI, B. & RAHUNEN, I. Yrttien käyttö ja viljely. 39 p. + 1 liite.

11. SIMOJOKI, P., MEHTO-HÄMÄLÄINEN, U., LAITINEN, V. & RÄKKÖLÄINEN, M. Rikkakasvien torjunta ilman herbisidejä. 37 p.
12. **Hiehokasvatuskokeiden tuloksia.**
 SAIRANEN, S., KOSSILA, V., ARONEN, I. & MICORDIA, A. Risteytyshiehot. P. 4–23.
 KOSSILA, V., SAIRANEN, S., MICORDIA, A., VALMARI, A. & HAKKOLA, H. Hiehot ja hieholehmät. P. 24–40 + 9 liitettä.
 KOSSILA, V., HEIKKILÄ, T. & SAIRANEN, S. Kaksoset ja kolmoset. P. 41–48 + 2 liitettä.
 Toimittaneet VAPPU KOSSILA ja SILJA SAIRANEN.
13. URVAS, L. & HYVÄRINEN, S. Maaperäkarttaselitys. Lapinlahti. 13 p. + 2 liitettä.
14. **Pikkuvärikoiden ruokintakoetuloja 1990–91.** 57 p. + 1 liite.
 KOSSILA, V., ARONEN, I., TOIVONEN, V. & SAIRANEN, S. Korsirehun korjuuasteen vaikutus pikkuvärikoiden kasvuun ja rehunkulutukseen. P. 4–20.
 KOSSILA, V., ARONEN, I., SAIRANEN, S. & MÄNTYSAARI, P. Piimäjauhe ja maitojauhe-10 verrattuna kurrijauhejuottoon ja ohrajauhoihin lisätyn kauraproteiinin vaikutus värikoilla. P. 21–40.
 KOSSILA, V., ARONEN, I., SAIRANEN, S. & NOUSIAINEN, J. Probioottien vaikutus pikkuvärikoiden kasvuun, rehunkulutukseen ja terveyteen. Eri suoliston osiin vaikuttavien probioottien yhdysvaikutus. P. 41–57.
 Toimittaneet VAPPU KOSSILA & SILJA SAIRANEN.
15. NISSLÄ, E. Arttu-ohra. 16 p. + 3 liitettä.
16. SALO, T. Typpi- ja kloridilannoituksen vaikutus punajuurikkaan nitraattipitoisuuteen ja satoon. *The effect of nitrogen and chloride fertilization on the nitrate content and yield of beetroot.* 37 p. + 6 liitettä.
17. GALAMBOSI, B. & PIEKKARI, S. Yrtit, mausteet ja rohdokset Suomessa. Luettelo julkaisuista. 48 p.
18. MÄKELÄ-KURTTO, R., LINDSTEDT, L. & SIPPOLA, J. Laboratorioiden ja analyysimenetelmien välinen vertailututkimus viljelymaan raskasmetalleista. 61 p. + 3 liitettä.

1993

1. SAASTAMOINEN, M. Sisko-kaura. 24 p. + 2 liitettä.
2. MUSTONEN, L., RANTANEN, O., NIEMELÄINEN, O., PAHKALA, K., KONTTURI, M. & MÄKELÄ, L. Virallisten lajikekokeiden tuloksia 1985–1992. 108 p. + 2 liitettä.
3. KIVIJÄRVI, P., DALMAN, P. & VALO, R. Vihanneslajikkeet Etelä-Savon tutkimusasemalla vuosina 1983–91. (*Summary: Vegetable varieties tested at the South-Savo Research Station of the Agricultural Research Centre of Finland in 1983–91.*) 34 p.
4. RINNE, S-L., SIPPOLA, J. & SIMOJOKI, P. Omavaraisen viljelyn vaikutus maan ominaisuuksiin. (*Summary: Effect of self-sufficient cultivation on soil properties.*) 26 p. + 12 liitettä.

5. RINNE, K., SUVITIE, M. & RINNE, S-L. Ayrshiren, friisiläisen ja suomenkarjan monivuotinen vertailu kotovaraisella säilörehu–vilja- ja heinä–vilja–urearuokinnalla. Lehmien rehunkulutus, ravinnonsaanti, tuotokset, maidon koostumus sekä hedelmällisyys ja kestävyys 4.–6. lypsykausina. *Comparison of Finnish Ayrshire, Friesian and Finncattle on grass silage-cereal and hay-urea-cereal diets. Feed intake and nutrient supply, production and composition of milk, fertility and culling of the cows during the 4th–6th production years.* 48 p. + 1 liite.
6. VILKKI, J. Helmi-öljypellava. 8 p. + 3 liitettä.
7. VIRKAJÄRVI, P. & HUHTA H. Nurmen viljely polttoturvesoiden jättöalueilla. Timotein fosforilannoitus Tohmajärven Valkeasuolla. *Grass production on cut-away peatlands. Phosphorus fertilization for timothy (Phleum pratense) leys at Valkeasuo, Tohmajärvi.* 27 p. + 2 liitettä.
8. SANKARI, H. Bioenergian tuotantoon soveltuvat peltokasvit. Kirjallisuuskatsaus. Kasvin-tuotannon osaraportti esitutkimukseen “Energian tuottaminen elintarviketuotannosta vapautu-valla peltoalalla.” *Suitability of cultivated plants for bioenergy production. Literary survey. The partial report of plant production to the preliminary study entitled “Energy production in the areas released from food production.”* 38 p.
9. GALAMBOSI, B., KEMPPAINEN, R., SIKKILÄ, J. & TALVITIE, H. Maustekasvien merkitys mehiläisille. (*Summary: The significance of culinary herbs to bees.*) 62 p. + 9 liitettä.
10. URONEN, K.R., TAHVONEN, R., JOKINEN, R. & BARTOSIK, M-L. Kasvualustan johtokyvyn vaikutus vaikutus turpeessa viljellyn tomaatin satoon ja sadon laatuun. (*Summary; Samman-fattning.*) 34 p. + 3 liitettä.
11. ARONEN, I., LAMPILA, M. & HEPOLA, H. Säilörehu, heinä ja olki kasvavien ayrshiresonnien ruokinnassa. (*English summary.*) 24 p.
12. SUVELA, M. & SORMUNEN-CRISTIAN, R. Ympärivuotisen karitsoinnin merkitys lihan-tuotantoon ja kannattavuuteen. *Effect of out-of-season lambing on meat production and profi-tability.* 52 p. + 3 liitettä.
SUVELA, M. & SORMUNEN-CRISTIAN, R. Ympärivuotinen karitsointi ja lihantuotanto. P. 7–43.
SUVELA, M. & SORMUNEN-CRISTIAN, R. Tiheän ja normaalin karitsoinnin vertailu. P. 44–52.
13. SIMOJOKI, P. Selluloosatehtaan jätelietteen lannoitusvaikutus. (*Summary: Fertilizer effect of sludge from a sulphate and paper mill.*) 17 p. + 2 liitettä.
14. **Omavaraisen viljelyn kannattavuuslaskelmia.** 33 p. + 4 liitettä.
MÄKINEN-HANKAMÄKI, S. Laskelmia omavaraisten viljelymenetelmien kannattavuudesta. (*Summary: Calculations on the profitability of self-sufficient cultivation methods.*) p. 7–23.
RIEPPONEN, L. Omavaraisen ja tavanomaisen viljelyn kannattavuuden vertailu. (*Summary: Comparison of the profitability of self-sufficient and conventional cultivation methods.*) p. 25–33.
15. KEMPPAINEN, E., JAAKKOLA, A. & ELONEN, P. Peltomaiden kalkitustarve ja kalkituksen vai-utus viljan ja nurmen satoon. (*Summary: Effect of liming on yield of cereals and grass.*) 44 p. + 29 liitettä ja 7 kuvaliitettä.
16. VUORINEN, M. & TAKALA, M. Sinimailasen viljelyyn vaikuttavia tekijöitä. (*Summary: Management of alfalfa.*) 17 p. + 1 liite ja 19 liitetaulukkoa.

17. VILKKI, J. Jyty-sareptansinappi. (*English summary.*) 12 p. + 8 liitettä.
18. PÄRSSINEN, P. Antti-nurminata. (*English summary.*) 10 p. + 2 liitettä.
19. LUOSTARINEN, M. & OLIN, A. Maatilojen ympäristönhoito ja -suunnittelu. Lounais-Hämeen maatilojen ympäristönsuunnittelun tulokset ja maatilayhteistyön tutkimusohjelma vuosille 1993–96. (*Abstract: Environmental management and planning by farms. The results of environmental planning by farms in South-West Häme, Finland, and the research plan for farm co-operation during 1993 to 1996.*) 86 p. + 1 liite.
20. HUHTA, H. & JAAKKOLA, A. Viljelykasvin ja lannoituksen vaikutus ravinteiden huuhtoutumiseen turvemaasta Tohmajärven huuhtoutumiskentällä v. 1983–87. 66 p. + 7 liitettä.

1994

1. LINNA, P. & JANSSON, H. Biotiitti nurmen kaliumlannoitteena. (*Summary: Biotite as a potassium fertilizer in grass production.*) 13 p. + 18 liitettä.
2. MUSTONEN, L., RANTANEN, O., NIEMELÄINEN, O., SANKARI, H., KONTTURI, M. & MÄKELÄ, L. Virallisten lajikekokeiden tuloksia 1986–1993. 112 p. + 1 liite.
3. HAKKOLA, H. Turpeeseen sekoitetun naudanlietelannan lannoitusvaikutus ja varastoinnin aikaiset ravinnehävikit. (*Summary: The fertilization effect of peat manure and nutrient losses during storage.*) 20 p. + 1 liite.
4. EVERS, A-M. Lannoituksen vaikutus kasvisten ravitsemukselliseen laatuun. Kirjallisuustutkimus. (*Summary: The effect of fertilization on the nutritional quality of vegetables. A literature review.*) 22 p.
5. KEMPPAINEN, R. Lannoitustavan vaikutus porkkana-, peruna- ja ohralajikkeiden satoon ja sadon laatuun. Komposti- ja väkilannoituksen vertailu. (*Summary: Effect of fertilization method on yield and yield quality of carrot, potato and barley. Comparison between compost and mineral fertilizer.*) 29 p. + 5 liitettä.
6. KANGAS, A., SIMOJOKI, P. & TALVITIE, H. Kevätviljojen kylvösiemenen taantuminen. (*Summary: Deterioration of the yielding capacity of cereal seed.*) 17 p.
7. VÄNNINEN, I. Kasvihuoneviljelmien tuhoeläimet ja torjunta-aineiden käyttö. Vuoden 1992 kyselytutkimuksen tulokset. (*Summary: Pests and pesticide usage on greenhouse cultivations. Results of a questionnaire survey from 1992.*) 30 p.
8. VIRKAJÄRVI, P. & KARVONEN, K. Mittalautasen soveltuvuus timoteivaltaisen laidunnurmen kuiva-ainemassan määrittämiseen. 21 p. + 1 liite.
9. RANTALA, M., UUSIVIRTA, R., ULMANEN, S. & HANNUKKALA, A. Sellutehtaan kuorijäte lietelannan, sakokaivolietteen ja jätevesien käsittelyssä. (*Summary: The barking waste from a pulp mill in the treatment of cow slurry, septic tank sludge and waste water.*) 54 p.

10. KALLIO, M. & SAIRANEN, S. Kotieläinten luonnonmukainen ruokinta. Kirjallisuuskatsaus. 20 p.
11. REGÅRDH, E. & NIEMELÄINEN, O. Luonnonvaraisten ruohovartisten kasvien siemenlisäyksen kehittäminen. Kirjallisuusselvitys. (*Summary: Developing the seed multiplication of herbaceous wild plants. A literature survey.*) 50 p. + 2 liitettä.
12. PAHKALA, K., MELA, T. & LAAMANEN, L. Agrokuidun tuotanto- ja käyttömahdollisuudet Suomessa. Alustavan tutkimuksen loppuraportti 1990–1992. (*Summary: Prospects for the production and use of agrofibre in Finland. Final report of the preliminary study in 1990–1992.*) 56 p. + 2 liitettä.
13. VIRKAJÄRVI, P. & HUHTA, H. Nurmen viljely polttoturvesoiden jättöalueilla. Timoteinurmen kaliumlannoitus Tohmajärven Valkeasuolla. (*Summary: Grass production on cut-away peatlands. Potassium fertilization of timothy (Phleum pratense) leys at Valkeasuo, Tohmajärvi.*) 23 p. + 10 liitettä.
14. LAITINEN, P. Allelopatia – kasvien ja muiden eliöiden biokemiallinen vuorovaikutus. Kirjallisuustutkimus. 44 p.
15. URVAS, L. Salaojavesien ravinnehuhtoutumat karjatiljoilla. (*Summary: Leached nutrients in drain water on livestock farms.*) 32 p.
16. KEMPPAINEN, E. Naudan lietelannan ja ketun lannan ravinteiden huuhtoutuminen lysimetrikokeessa. (*Summary: Leaching of nutrients from cow slurry and fox manure in a lysimeter trial.*) 46 p. + 2 liitettä.
17. ALAKUKKU, L. & ELONEN, P. Syksyn kuljetusajon aiheuttama savimaan tiivistyminen. (*Summary: Compaction of a heavy clay soil by transport traffic in autumn.*) 30 p. + 13 liitettä.
18. KOIKKALAINEN, K. Luonnonmukaisen viljelyn talousseuranta. (*Summary: Economic follow-up of ecological farming.*) 23 p.
19. NISSINEN, O. & HAKKOLA, H. Korjuutavan ja kasvilajin vaikutus nurmen tuottokykyyn Pohjois-Suomessa. (*Summary: The effect of the harvesting method and plant species on the grassland productivity in North Finland.*) 48 p.

1995

1. LEPPÄNEN, A. & ESALA, M. Keväisen mineraalityypianalyysin käyttö lannoitustarpeen enustamisessa. Esitutkimus. (*Summary: Analysis of mineral nitrogen in soil in spring for assessing nitrogen fertilizer requirement in Finland. A preliminary study.*) 29 p. + 1 liite.
2. JÄRVI, A., KANGAS, A., MUSTONEN, L., SALO, Y., TALVITIE, H., VUORINEN, M. & MÄKELÄ, L. Virallisten lajikekokeiden tuloksia 1987–1994. 126 p.
3. AULA, S. & TALVITIE, H. Ruis- ja kevätvehnälajikkeiden soveltuvuus luonnonmukaiseen viljelyyn. (*Summary: The suitability of rye and spring wheat varieties for ecological cultivation.*) 46 p. + 6 liitettä.

4. **Lammas ja laidun. (Summary: Sheep production on pasture.) (Sammandrag: Får på betet.)** 60 p.
 SAIRANEN, S. & SORMUNEN-CRISTIAN, R. Laidun lampaiden ruokinnassa. Kirjallisuuskat-
 saus. (*Sheep grazing. Literature review.*) p. 8–40.
 SORMUNEN-CRISTIAN, R., SAIRANEN, S. & PAASIKALLIO, A. Lampaiden ruokintatutkimuk-
 set laitumella. (*Grazing experiments with sheep.*) p. 41–60.

5. LUOSTARINEN, M. & OLIN, A. Maiseman- ja ympäristöhoito osana maaseudun kehittämis-
 tä. Delfoi-tutkimuksen tulokset. (*Abstract: Landscape and environmental management as a
 part of the rural development. Results of the Delphoi study.*) 33 p. + 2 liitettä

6. JUHANOJA, S. & HEIKKILÄ, M. Hallitusti liukenevan lannoitteen käyttö alppiruusujen taimi-
 kasvatuksessa. (*Summary: Effect of three modifications of controlled-release fertilizer (Os-
 mocote) on the growth and flowering of micropropagated plantlets of rhododendrons.*) 22 p.
 + 4 liitettä.

7. HUOKUNA, E., DALMAN, P., NYKÄNEN-KURKI, P., GALAMBOSI, B., HÄKKINEN, S. &
 SORMUNEN-CRISTIAN, R. Etelä-Savon tutkimusasema 75 vuotta. Tutkimusta ja koetoimintaa
 viljelijän hyväksi vuodesta 1919. 69 p.

8. **Kasvunsäätteiden käyttökelpoisuus rukiilla. (Summary: The effect of plant growth regula-
 tors on rye.)** 31 p.
 ERVIÖ, L-R., VANHALA, P., KONTTURI, M. & KANGAS, A. Kasvunsäätteiden käyttökelpoi-
 suus rukiilla. (*Summary: The effect of plant growth regulators on rye.*) p. 1–19.
 JUNNILA, S. Moddus 250 EC rukiin kasvunsäätteenä. (*Summary: Moddus 250 EC as a plant
 growth regulator in rye.*) p. 21–27.
 Viljojen kasvunsäätteitä käsittelevää kirjallisuutta. (*Litterature concerning plant growth regu-
 lators in cereals.*)

9. ERVIÖ, R. Sokerijuurikas raskasmetalleilla saastuneen maan puhdistajana. Kirjallisuuskat-
 saus. (*Summary: Sugar beet as a cleaner of contaminated arable soil. A literature survey.*)
 14 p

10. KEMPPAINEN, R. Biotiitti ja raakafosfaatti apilanurmen lannoitteina. (*Summary: Biotite and
 rock phosphate as fertilizers for clover-containing grass leys.*) 21 p.

JAKELU: MAATALOUDEN TUTKIMUSKESKUS

Kirjasto

31600 JOKIOINEN

puh. (916) 41881, telekopio (916) 4188 339

HINTA: 50 mk (+ alv.)