

**MAATALOUDEN TUTKIMUSKESKUS**  
**TIEDOTE**

**7/93**

**PERTTU VIRKAJÄRVI ja HARRI HUHTA**

**Nurmen viljely polttoturvesoiden jättöalueilla**  
**Timoteinurmen fosforilannoitus Tohmajärven Valkeasuolla**

MAATALOUDEN TUTKIMUSKESKUS  
TIEDOTE 7/93

PERTTU VIRKAJÄRVI ja HARRI HUHTA

**Nurmen viljely polttoturvesoiden jättöalueilla  
Timoteinurmen fosforilannoitus Tohmajärven Valkeasuolla**

*Grass production on cut-away peatlands  
Phosphorus fertilization for timothy (*Phleum pratense*) leys  
at Valkeasuo, Tohmajärvi*

Maatalouden tutkimuskeskus  
Karjalan tutkimusasema  
82600 TOHMAJÄRVI  
Puh. (973) 621 001

Jokioinen 1993  
ISSN 0359-7652

# SISÄLLYS

ESIPUHE	5
TIIVISTELMÄ	7
SUMMARY	8
1. JOHDANTO	9
2. AINEISTO JA MENETELMÄT	9
2.1 Koejärjestely	9
2.2 Havainnot ja mittaukset	10
3. TULOKSET JA TULOSTEN TARKASTELU	11
3.1 Talvituhot	11
3.2 Kokonaissato	11
3.3 Sadon raakavalkuaispitoisuus ja raakavalkuaissadot	14
3.4 Ruohon kivennäiskoostumus	15
3.4.1 Ruohon fosforipitoisuus	15
3.4.2 Ruohon kalium-, kalsium- ja magnesiumipitoisuus	17
3.4.3 Ruohon ravinnesuhteet	17
3.4.4 Ruohon hivenainepitoisuus	17
3.5 Pintamaan maa-analyysitulokset	18
3.5.1 Pintamaan fosforiluku	18
3.5.2 Pintamaan happamuus, kalsium, kalium ja magnesium	20
3.6 Pohjamaan maa-analyysitulokset	22
3.7 Fosforilannoituksen hyötysuhde	22
3.8 Taloudellinen tarkastelu	22
3.9 Fosforin huuhtoutuminen	23
4. JOHTOPÄÄTÖKSET	24
KIRJALLISUUS	26
LIITTEET	

## **ESIPUHE**

Tutkimuksen on suunnitellut vuonna 1979 Karjalan tutkimusaseman tutkija Rauno Peltomaa. Tutkimusaseman johtajat, Reijo Heikkilä ja Harri Huhta, olivat vastuussa kokeen toteutuksesta. Kenttätöistä vastasi tutkimusmestari Matti Laasonen. Kirjoittajat kiittävät Enso-Gutzeit OY:tä maa-alueen luovuttamisesta tutkimuksen ajaksi ja tutkija Pentti Seuria hyvistä neuvoista käsikirjoituksen laadinnassa.

Tohmajärvellä maaliskuussa 1993

Perttu Virkajärvi  
Harri Huhta

**PERTTU VIRKAJÄRVI ja HARRI HUHTA. Nurmen viljely polttoturvesoiden jättöalueilla. Timoteinurmen fosforilannoitus Tohmajärven Valkeasuolla. *Grass production on cut-away peatlands. Phosphorus fertilization for timothy (Phleum pratense) leys at Valkeasuo, Tohmajärvi. Maatalouden tutkimuskeskus, Tiedote 7/93. 27 p. + 2 liitettä.***

Avainsanat: fosforilannoitus, timotei, turvemaat

## TIIVISTELMÄ

Maatalouden tutkimuskeskuksen Karjalan tutkimusasema perusti Tohmajärven Valkeasuolle kaksi timoteinurmen fosforilannoituskoetta, jotka ovat osa polttoturvesoiden jättöalueiden viljelyedellytyksiä selvittävää tutkimusta. Kokeisiin valittiin kaksi eri typpilannoitusta, toiseen 90 ja toiseen 180 kg ha<sup>-1</sup> vuodessa. Kokeet perustettiin 1979 ja uusittiin 1984. Ensimmäisellä nurmijaksolla koejäsenet olivat 0, 30, 60, 90 ja 120 kg fosforia ha<sup>-1</sup> vuodessa. Uusimisen yhteydessä lannoitemäärät puolitettiin eli ne olivat 0, 15, 30, 45, ja 60 kg fosforia ha<sup>-1</sup> vuodessa. Nurmi korjattiin säilörehuasteella kahdesti kesässä, viimeinen satovuosi oli 1989.

Kuiva-ainesadon määrä lisääntyi 30 kg:n fosforilannoitukseen asti, kun typpeä käytettiin 90 kg ha<sup>-1</sup> vuosi<sup>-1</sup>, ja 60 kg:n fosforilannoitukseen asti käytettäessä typpeä 180 kg ha<sup>-1</sup>. Fosforilannoitus ei juurikaan vaikuttanut timotein raakavalkuaispitoisuuteen eikä raakavalkuaissatoon, kivennäiskoostumukseen tai kivennäissuhteisiin, joskin lannoittamaton ruoho poikkesi merkittävästi lannoitetusta. Vain ruohon fosforipitoisuus nousi merkittävästi fosforilannoitusta lisättäessä, mutta sekään ei sen jälkeen kun sadon maksimi saavuttiin.

Fosforilannoitus pienensi muokkauskerroksen kalium- ja magnesiumlukuja mutta nosti fosforilukua. Fosforiluvun viljavuusluokka tyydyttävä saavutettiin I jaksolla 60 kg fosforia ha<sup>-1</sup>. Se voitiin säilyttää II jaksolla 30 tai 45 kg ha<sup>-1</sup> fosforilannoituksella typen määrästä riippuen. Fosforilannoitus nosti kokeen lopussa mitattua pohjamaan fosforilukua.

Kun typpeä käytettiin suositusten mukainen 180 kg ha<sup>-1</sup> vuosi<sup>-1</sup>, fosforilannoituksen taloudellinen optimi oli ensin 60 kg ha<sup>-1</sup>, josta se laski ensimmäisen nurmikierron jälkeen 30 kg:aan ha<sup>-1</sup>. Edellämainituilla lannoituksilla vuosittaiset kuiva-ainesadot ( $\pm$  keskihajonta) olivat 6980 ( $\pm$ 470) (I nurmijakso) sekä 5820 ( $\pm$ 1220) kg ha<sup>-1</sup> (II nurmijakso). Annetun fosforin hyötysuhde oli keskimäärin 33–56 % ja maan fosforiluku kohosi luokkaan tyydyttävä (I jaksolla keskimäärin 13,2 $\pm$ 10 ja II jaksolla keskimäärin 8,4 $\pm$ 3,2 mg/l P).

Turvesuopohjan viljelyominaisuudet riippuvat suuresti alueen pohjamaan laadusta ja jätetyn turvekerroksen paksuudesta. Tässä kokeessa pohjamaana oli karkea hieta. Nurmen viljely alueella on mahdollista. Kokeen perusteella suositeltu fosforilannoitus vastaa kohtalaisen hyvin nykyisiä lannoitusohjeita. Alueen karuudesta huolimatta fosforilannoituksen ylimitoitus on hyödytöntä. Fosforilannoituksen jaotus on syytä tehdä kevät- ja perustamispainotteiseksi kuten nykyiset suositukset ohjaavat.

## SUMMARY

### *Grass production on cut-away peatlands*

#### *Phosphorus fertilization for timothy (*Phleum pratense*) leys at Valkeasuo, Tohmajärvi*

The effect of phosphorus fertilization on timothy (*Phleum pratense*) swards was studied as part of a research project on crop production on cut-away peatlands. Two field trials were established at Valkeasuo, Tohmajärvi by the Karelia Research Station of the Agricultural Research Centre. The top soil of the area was peat (15–50 cm layer) whereas the subsoil was fine sand. The nitrogen dressings used were 90 kg ha<sup>-1</sup> year<sup>-1</sup> in trial A (low N) and 180 kg in trial B (high N). The levels of phosphorus dressings were 0, 30, 60, 90 and 120 kg ha<sup>-1</sup> year<sup>-1</sup> in the first ley period in 1979–83. The plots were ploughed and established again in spring 1985. The phosphorus dressings were now halved i.e. the levels applied were 0, 15, 30, 45 and 60 kg ha<sup>-1</sup> year<sup>-1</sup>. The second ley period lasted until 1989. The leys were cut for silage twice a year.

The DM yields increased with increasing phosphorus fertilization up until 30 kg ha<sup>-1</sup> (low N) and 60 kg ha<sup>-1</sup> (high N), respectively. The effect of phosphorus on the crude protein content and CP yield as well as on the mineral content of the grass was small except the lowest P fertilization level. However, the P content of the grass rose significantly with increasing levels of P fertilization.

The increasing phosphorus dressings decreased the K, and Mg levels and increased the P level of the soil. A 'sufficient' P status (8–15 mg l<sup>-1</sup>) was reached by application of 60 kg ha<sup>-1</sup> P in the first ley period and this was maintained at application rate of 45 (low N) and 30 kg (high N) in the second ley period. The P status of the subsoil was also influenced by the P application rates.

At a N fertilization rate of 180 kg ha<sup>-1</sup> year<sup>-1</sup>, which is the recommended for grass production on peat soils, the economic optimum of phosphorus fertilization was reached by 60 kg ha<sup>-1</sup> during the first ley period and by 30 kg ha<sup>-1</sup> during the second ley period. By this treatment the average harvested DM yields ( $\pm$  s.d.) were 6980 ( $\pm$ 470) kg ha<sup>-1</sup> year<sup>-1</sup> in the first ley period and 5820 ( $\pm$ 1220) kg ha<sup>-1</sup> year<sup>-1</sup> in the second ley period. The apparent recovery of P was 33–56 % and the P status of the topsoil was maintained at a of 'sufficient' level.

It is noteworthy that the generalization of these results to other cut-away peatlands is very much affected by the characteristics of the subsoil, which in this trial was fine sand. Although the initial mineral status of the soil was very poor, the optimum level found in this study was only slightly above the level recommended for grass production on long cultivated peat soils in Finland. There was no advantage in using high application rates of phosphorus and which would increase the risk of leaching.

(Key words: phosphorus fertilization, *Phleum pratense*, peat soils)

## 1 JOHDANTO

Suomen soista on varattu turvetuotantoon noin 100 000 hehtaaria, josta tuotantokunnossa on noin puolet. Turvetuotannosta poistuu 1990-luvulla noin 2000 ha vuodessa. Vapautuneiden alueiden ominaisuudet (kivisyys, happamuus, maalaji) vaikuttavat ratkaisevasti niiden käyttökelpoisuuteen. Näiden suopohjien käyttöä on tutkittu eniten metsätalouden näkökulmasta, mutta eräät ominaisuudet, kuten tasaisuus sekä vapaus taudinaiheuttajista ja rikkaruohoista, ovat hyödyksi muussakin kuin metsätaloudessa. Niinpä turvesuopohjia on tutkittu myös maatalous- ja puutarha-alan käytössä (HEIKKILÄ ja ERVIÖ 1982, ANON. 1989b).

Karjalan tutkimusasema on järjestänyt Tohmajärven Valkeasuolla alueen jälkikäyttöä koskevia tutkimuksia 1970-luvun lopulta lähtien (HEIKKILÄ ja ERVIÖ 1982, HEIKKILÄ 1987, 1988). Tässä tutkimuksessa timoteinurmelle haluttiin löytää sopiva fosforilannoitus ottaen huomioon nurmen sato ja sadon laatu sekä maan fosforitilan muuttuminen. Lisäksi tuotetun ruohon laatua ja kivennäiskoostumusta haluttiin verrata muihin turvemaiden saatuihin tuloksiin sekä ruokinnallisiin suosituksiin.

## 2 AINEISTO JA MENETELMÄT

### 2.1 Koejärjestelyt

Maatalouden tutkimuskeskuksen Karjalan tutkimusasema suoritti kenttäkokeet Tohmajärven Valkeasuolla Enso-Gutzeit Oy:n omistuksessa olevalla maa-alueella (lohko 8, itäosa) vuosina 1979–89. Valkeasuon alueen turve on yleisesti rakkavaltaista ja von Postin asteikolla kohtalaisesti tai hyvin maatumutta (STEN 1979). Koealueella turvetta oli 15–50 cm:n kerros (humuspitoisuus 77,0–81,8 %). Pohjamaa oli 40–60 cm:n syvyydeltä pääosin kivetöntä karkeaa hietaa (71,2 %) ja hienoa hiekkaa (23,9 %). Muokkauskerroksen viljavuusluvut olivat: pH 5,0 (välttävä), Ca 413 (huono), K 13 (huono) ja P 0,1 (huono).

Fosforilannoituksen vaikutusta timoteinurmen kasvuun tutkittiin perustamalla kaksi erillistä porraskoetta, toisessa käytetty typpilannoitus oli  $90 \text{ kg ha}^{-1} \text{ vuosi}^{-1}$  ja toisessa  $180 \text{ kg ha}^{-1} \text{ vuosi}^{-1}$ . Kokeet perustettiin 9.8. 1979 Tammisto-timoteilla ilman suojaviljaa. Perustamislannoituksena käytettiin Kalirikasta Y-lannosta  $350 \text{ kg ha}^{-1}$  (45,5 kg N, 24,5 kg P, 52,5 kg K). Alue oli kalkittu käyttäen 7,5 tn dolomiittikalkkia hehtaaria kohden. Ensimmäinen nurmijakso kesti vuodet 1980–83 (4 satovuotta). Kokeet kynnettiin syksyllä 1983 ja alue kalkittiin uudestaan dolomiittikalkilla  $3,7 \text{ tn ha}^{-1}$ . Nurmen perustaminen epäonnistui vuonna 1984 ja kokeet kylvettiin uudestaan ilman suojaviljaa 23.5.85, joten vuonna 1985 korjattiin vain yksi sato. Uusimisen yhteydessä fosforiportaatt puolitettiin aiemmista. Toinen nurmijakso kesti 5 satovuotta (1985–89).

Kokeet järjestettiin satunnaistettujen lohkojen menetelmällä, kerranteita oli neljä. Koejäsenet olivat:

Koejäsen <i>Treatment</i>	Fosforilannoitus $\text{kg ha}^{-1} \text{ vuosi}^{-1}$ <i>P fertilization <math>\text{kg ha}^{-1} \text{ year}^{-1}</math></i>	
	1980–83	1985–89
1	0	0
2	30	15
3	60	30
4	90	45
5	120	60



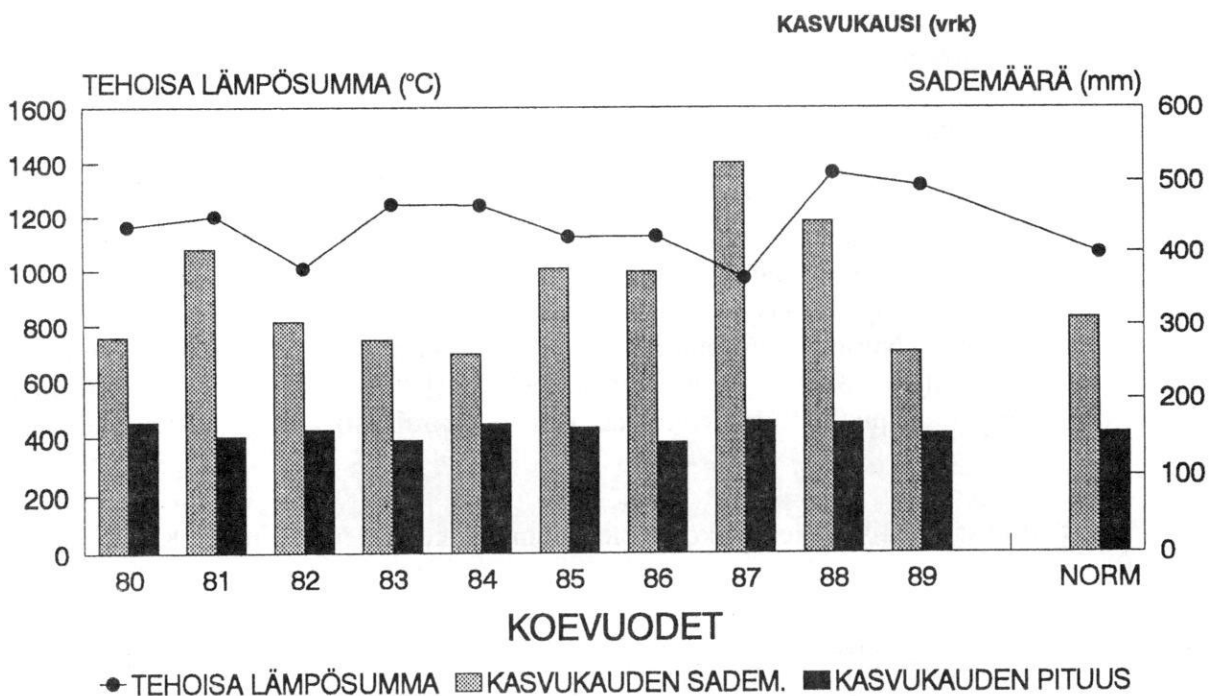
Fosforilannoitus annettiin superfosfaattina. Kaliumlannoitus ( $240 \text{ kg ha}^{-1} \text{ vuosi}^{-1}$ ) annettiin kali-suolana ja typpi ( $90 \text{ tai } 180 \text{ kg ha}^{-1} \text{ vuosi}^{-1}$ ) oulunsalpietarina. Lannoitteet levitettiin ruuduille kahdesti kasvukaudessa, puolet fosforista ja kaliumista kerralla ja typpi joko  $50+40$  tai  $100+80 \text{ kg ha}^{-1}$ . Ensimmäisen lannoituksen päivämäärät ovat taulukossa 1, toinen lannoitus annettiin ensimmäisen niiton jälkeen. Vuonna 1985 koejäsenet saivat vain yhden lannoituksen eli puolet toisen jakson vuotuisesta määrästä. Sato korjattiin ruuduittain kahdesti kasvukaudessa säilörehuasteella (Taulukko 1). Koeruutujen leveys oli 2 m ja korjuualan leveys 1,5 m. Korjuuala oli  $15 \text{ m}^2$ .

## 2.2 Havainnot ja mittaukset

Sadosta otettiin kerranteet yhdistäen kuiva-aine- ja analyysinäytteet. Kuiva-ainemääritystä lukuun ottamatta näytteet analysoitiin Maatalouden tutkimuskeskuksen keskuslaboratoriossa. Näytteistä määritettiin typpi, kalsium, kalium, magnesium ja fosfori. Vuosina 1980–81 analysoitiin myös kupari, mangaani, rauta, sinkki ja boori sekä vuosina 1982–83 raakakuitu ja tuhka. Tulosten perusteella laskettiin raakavalkuaispitoisuus ( $RV = N \times 6,5$ ), sadon mukana poistunut fosfori,  $K/(Ca+Mg)$  ekvivalenttisuhte, sekä  $K/N$  ja  $Ca/P$  -suhteet. Talvituhot laskettiin syksyn ja kevään ruuduttaisten tiheyksien perusteella (1982–83; 1985–88).

Maanäytteet otettiin ruuduittain kasvukauden lopulla. Näytteistä analysoitiin pH, johtoluku, vaihtuva kalsium, kalium, magnesium ja helppoliukoinen fosfori Maatalouden tutkimuskeskuksen maantutkimusosastolla. Lisäksi kokeen päätyttyä otettiin ruuduittain pohjamaanäytteet, joista tehtiin samat analyysit kuin pintamaanäytteistäkin.

Säähavainnot on kerätty Karjalan tutkimusasemalta, noin 12 km:n etäisyydeltä tutkimusalueelta. Koejakson kasvukausien keskeisimmät säätiedot on esitetty kuvassa 1.



**Kuva 1. Kasvukauden pituus, tehoisa lämpösumma ja sademäärä koevuosittain sekä pitkän ajan keskiarvo 1930–60 (norm.) Karjalan tutkimusasemalla.**

*Fig 1. The length of growing season, effective temperature sum ( $>5.0 \text{ }^\circ\text{C}$ ) and precipitation during the trial as well as the long term average values 1930–60.*



**Taulukko 1. Kenttäkokeiden kevätlannoitus- ja sadonkorjuupäivämäärät.**

*Table 1. The date of the 1st application of fertilizers and harvest dates of the trial.*

Vuosi Year	Kevätlannoitus 1st application		Sadonkorjuu Harvest	
	N	P, K	1.	2.
1980	22.5.	23.5.	26.6.	26.8.
1981	27.5.	20.5.	30.6.	3.9.
1982	26.5.	11.5.	1.7.	17.8.
1983	19.5.	19.5.	28.6.	17.8.
1984	–	–	ei satoa	ei satoa
1985	23.5.	23.5.	15.8.	–
1986	30.5.	22.5.	23.6.	28.8.
1987	20.5.	15.5.	7.7.	8.10.
1988	25.5.	25.5.	29.6.	15.9.
1989	19.5.	19.5.	21.6.	8.9.

Aineisto käsiteltiin tilastollisesti käyttäen PC-SAS-ohjelmistoa. Ruutuhavainnot (kokonaissato, maa-analyysit, talvituhot) analysoitiin osaruutumenetelmällä käyttäen lannoitusta pääruutuna ja vuotta osaruutuna (STEEL ja TORRIE 1960). Talvituhohavainnoille suoritettiin neliöjuurimuunnos  $x' = (x + 1/2)^{-1/2}$  (STEEL ja TORRIE 1960, p. 157). Koejäsenittäin yhdistettyjen näytteiden tulokset (ruohon ravinnepitoisuudet ja niistä johdetut muuttujat) laskettiin käyttäen lannoitusta pääruutuna, niittokertaa osaruutuna ja vuotta kerranteena. Parivertailut on tehty Tukey'n menetelmällä ( $p < 0,05$ ). Tulosten yhteydessä käytetyt lyhenteet ovat: \*\*\*  $p < 0,001$ , \*\*  $p < 0,01$ , \*  $p < 0,05$  ja ns = ei tilastollista merkitsevyyttä. Ilmoitetut erot ovat kaikki tilastollisia ellei toisin mainita. Typpilannoitustasot 90 ja 180 kg ha<sup>-1</sup> esitetään havainnollisuuden vuoksi rinnakkain, vaikka niiden ollessa erillisiä kokeita ei tilastollisia johtopäätöksiä kyetä esittämään. Rehun laatua arvioitaessa on syytä muistaa, että tässä mainitut analyysitulokset perustuvat ruhosta mitattuihin pitoisuuksiin ja että varsinaisen rehun kivennäissuhteet ja pitoisuudet poikkeavat raaka-aineen vastaavista (ETTALA ja KOSSILA 1979, RINNE 1988).

### 3 TULOKSET JA TULOSTEN TARKASTELU

#### 3.1 Talvituhot

Fosforilannoitus ei vaikuttanut talvituhoihin merkittävästi, lukuun ottamatta 0-ruutuja, joiden talvituhot olivat selvästi muiden koejäsenten talvituhoja suuremmat. Muiden kuin 0-ruutujen talvituhot olivat tavanomaisella tasolla (ANON. 1982, 1983, 1985, 1986, 1987, 1988).

#### 3.2 Kokonaissato

Fosforilannoituksen vaikutus kokonaissatoon ensimmäisellä nurmijaksolla on esitetty taulukossa 2. Alemmalla typpilannoituksella (90 kg ha<sup>-1</sup>) vain 0-taso erosi muista. Ylemmällä typpitasolla (180 kg ha<sup>-1</sup>) fosfori antoi merkitseviä sadonlisäisiä 60 kg:n fosforiportaaseen asti. Sekä vuoden vaikutus että vuoden ja lannoituksen yhdysvaikutus olivat merkitseviä. Yhdysvaikutus johtui perustamisen yhteydessä annetusta fosforilannoituksesta: 0-portaan sato putosi jyrkästi ja neljäntenä vuonna, kun tämä varasto oli käytetty loppuun, sato oli enää vain noin 1000 kg kuiva-ainetta ha<sup>-1</sup> (Kuva 2). 0-portaan heikko sato johtui sekä heikosta kasvusta että heikosta talvehtimisestä.

**Taulukko 2. Fosforiporraskokeen kokonaissadot 1980–83 sekä muutos edellisen lannoitusportaan sadosta.**

Table 2. The average DM yields of different phosphorus treatments and the change of each phosphorus level 1980–83.

Fosforiporras P fertilization	N=90 kg ha <sup>-1</sup> vuosi <sup>-1</sup> – N=90 kg ha <sup>-1</sup> year <sup>-1</sup>			Fosforiporras P fertilization	N=180 kg ha <sup>-1</sup> vuosi <sup>-1</sup> – N=180 kg ha <sup>-1</sup> year <sup>-1</sup>		
	Sato ka kg ha <sup>-1</sup> Yield DM kg ha <sup>-1</sup>	Muutos – Change kg ha <sup>-1</sup> – kg ha <sup>-1</sup>	%		Sato ka kg ha <sup>-1</sup> Yield DM kg ha <sup>-1</sup>	Muutos – Change kg ha <sup>-1</sup> – kg ha <sup>-1</sup>	%
0	3470 <sup>b</sup>	0		0	25010 <sup>c</sup>	0	
30	5900 <sup>a</sup>	2430	70	30	6470 <sup>b</sup>	3960	158
60	5950 <sup>a</sup>	50	1	60	6980 <sup>ab</sup>	510	8
90	6260 <sup>a</sup>	310	5	90	7220 <sup>a</sup>	240	3
120	6190 <sup>a</sup>	-70	-1	120	7350 <sup>a</sup>	130	2
F-arvot – F values:	lannoitus – P fertilization	55.75***			291.73***		
	vuosi – year	34.65***			3.01*		
	lann. x vuosi – P x year interaction	26.31***			40.39***		
	hsd – hsd (p<0.05)	710			540		

Samalla kirjaimella merkityt saman sarakkeen luvut eivät poikkea toisistaan tilastollisesti merkittävästi (Tukey'n testi p<0,05).

Means marked with a different letter within a column are significantly different (P<0.05, Tukey's procedure).

**Taulukko 3. Fosforiporraskokeen kokonaissadot 1985–89 sekä muutos edellisen lannoitusportaan sadosta.**

Table 3. The average DM yields of different phosphorus treatments and the change of each phosphorus level 1985–89.

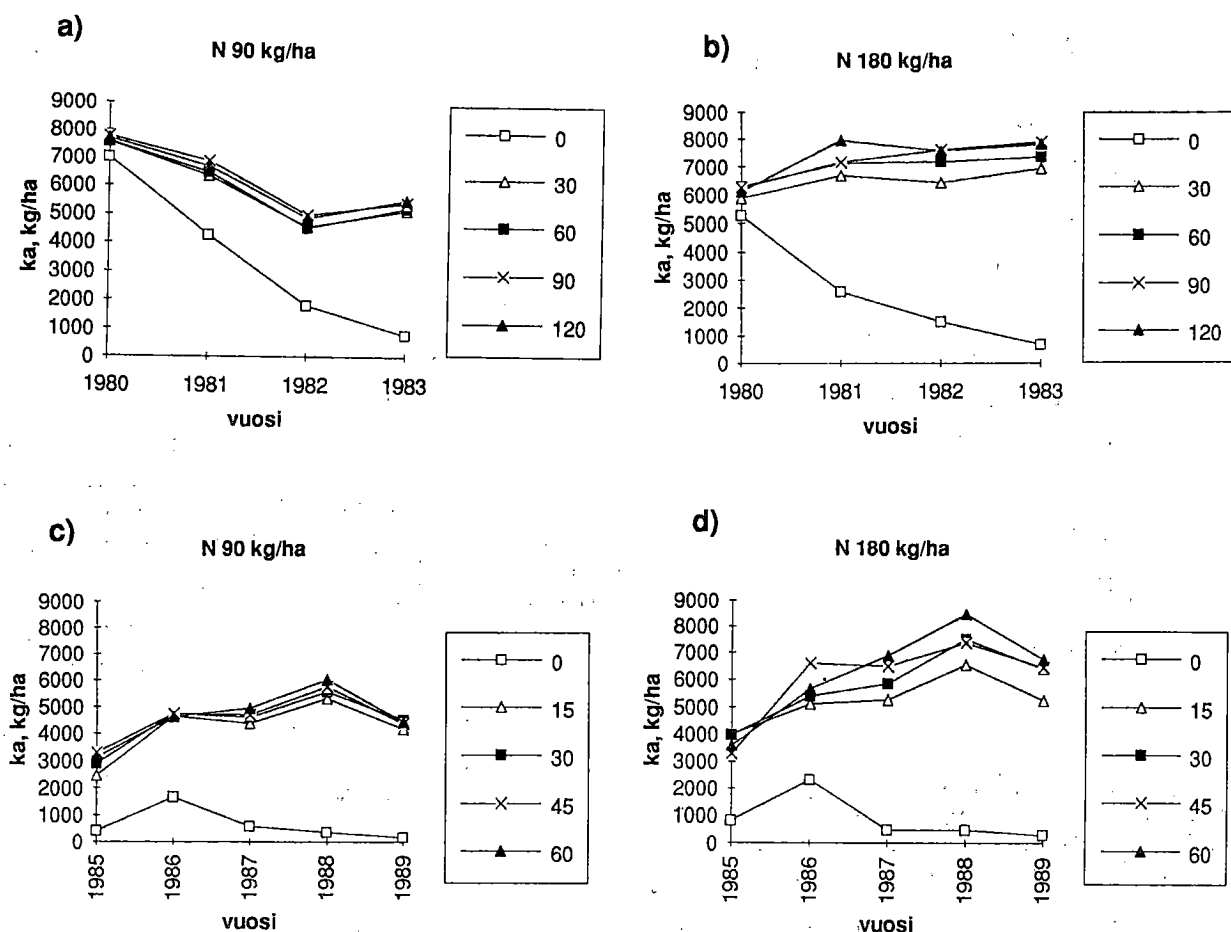
Fosforiporras P fertilization	N=90 kg ha <sup>-1</sup> vuosi <sup>-1</sup> – N=90 kg ha <sup>-1</sup> year <sup>-1</sup>			Fosforiporras P fertilization	N=180 kg ha <sup>-1</sup> vuosi <sup>-1</sup> – N=180 kg ha <sup>-1</sup> year <sup>-1</sup>		
	Sato ka kg ha <sup>-1</sup> Yield DM kg ha <sup>-1</sup>	Muutos – Change kg ha <sup>-1</sup> – kg ha <sup>-1</sup>	%		Sato ka kg ha <sup>-1</sup> Yield DM kg ha <sup>-1</sup>	Muutos – Change kg ha <sup>-1</sup> – kg ha <sup>-1</sup>	%
0	630 <sup>c</sup>	0		0	870 <sup>d</sup>	0	
15	4190 <sup>b</sup>	3560	565	15	5230 <sup>c</sup>	4360	499
30	4460 <sup>ab</sup>	270	6	30	5820 <sup>b</sup>	590	11
45	4570 <sup>a</sup>	110	2	45	5840 <sup>b</sup>	20	0
60	4630 <sup>a</sup>	60	1	60	6270 <sup>a</sup>	430	7
F-arvot – F values:	lannoitus – P fertilization	430.62***			599.53***		
	vuosi – year	126.68***			326.51***		
	lann. x vuosi – P x year interaction	10.04***			47.22***		
	hsd – hsd (p<0.05)	370			410		

Samalla kirjaimella merkityt saman sarakkeen luvut eivät poikkea toisistaan tilastollisesti merkittävästi (Tukey'n testi p<0,05).

a–d: see Table 2.

Toisella nurmijaksolla perustamisen yhteydessä ei annettu erillistä perustamislannoitusta. Tämä näkyi 0-portaan heikkona satona jo ensimmäisestä koevuodesta alkaen (Kuva 2). Vaikka fosforiportaat olivat vain puolet alkuperäisistä, oli kunkin portaan antama sadonlisä hyvin samantyyppinen kuin ensimmäisellä nurmijaksolla. Edelleen suuremmalla typpilannoituksella fosforin optimi siirtyi korkeammalle ja eri koejäsenten erot tulivat suuremmiksi kuin alemmalla typpilannoituksella. Fosforin lisäys ei kohottanut satoa kumpanakaan koejaksona alemmalla typpilannoituksella enää 30 kg ha<sup>-1</sup> jälkeen eikä ylemmällä typpilannoituksella 60 kg ha<sup>-1</sup> jälkeen (Taulukko 3).

Satofunktiot laskettiin kummallekin typpitasolle ja nurmijaksolle erikseen. Kokonaissadon riippuvuutta fosforilannoituksesta voitiin kuvata logaritmisella funktiolla, muotoa  $Y = a + b(\ln x)$ ; x



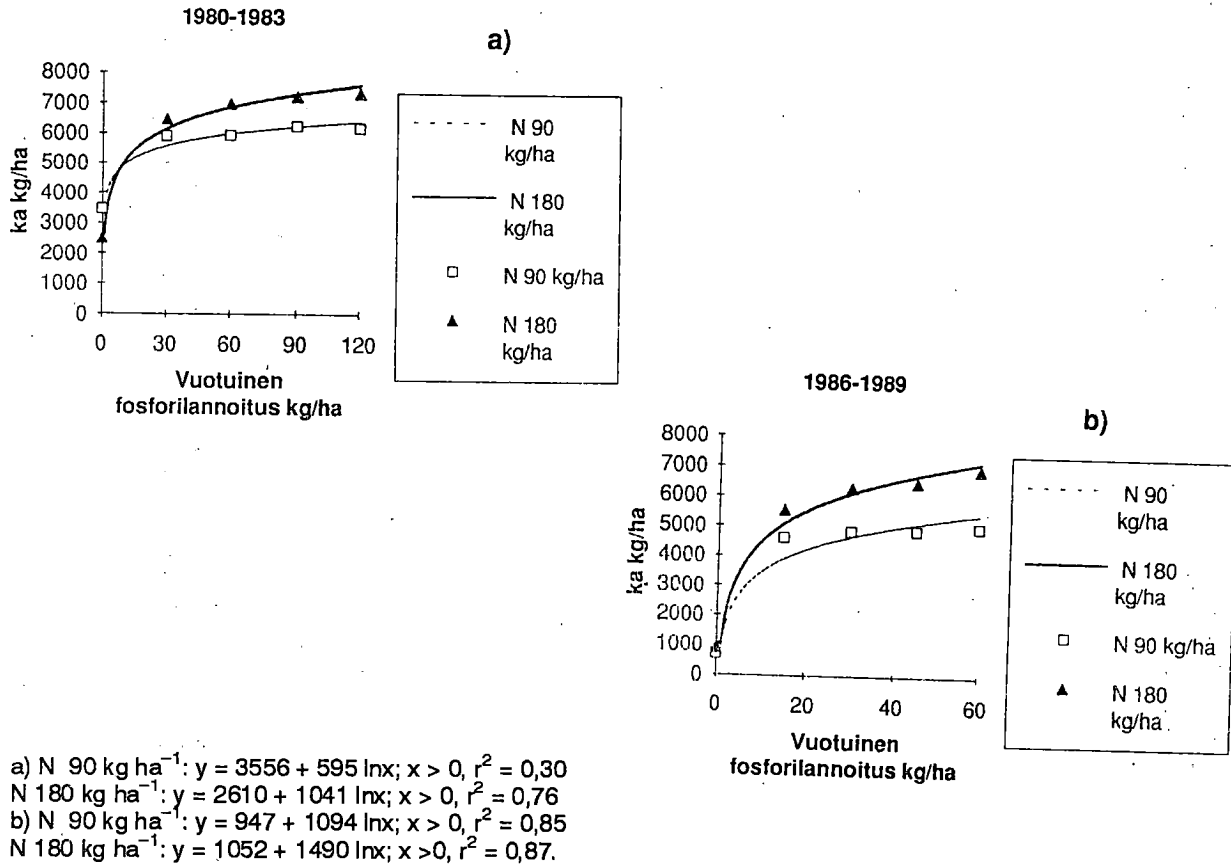
Kuva 2. Fosforilannoituksen vaikutus kokonaiskuiva-ainesatoon. Typpilannoitus a) 90, b) 180 c) 90 ja d) 180 kg ha<sup>-1</sup> vuosi<sup>-1</sup>.

Fig. 2. Effect of phosphorus fertilization on average DM yields kg ha<sup>-1</sup>. Nitrogen dressings a) 90, b) 180, c) 90 and d) 180 kg ha<sup>-1</sup> year<sup>-1</sup>.

suhteen oli vain viisi ja estimoitavia parametreja oli kaksi, on funktioiden luonne kuvaava. Etenkin alemmalla typpitasolla kuvaavuus on heikko, sillä sato ei noussut tai nousi vain erittäin vähän ensimmäisen lannoiteportaan jälkeen (Kuva 3). Satofunktiot on esitetty liitteessä 1.

Fosforilannoituksella saadut sadonlisät olivat suurempia kuin hyväkuntoisilla viljelysmailla tehdyissä fosforiporraskokeissa (SAARELA ja ELONEN 1982), etenkin kun tyyppiä käytettiin 180 kg ha<sup>-1</sup>. Fosforilannoituksen optimi oli aina korkeampi käytettäessä tyyppiä 180 kg ha<sup>-1</sup>, mikä on hyvä osoitus ravinnetasapainon merkityksestä.

Sinänsä satotaso oli tyydyttävä, vaikka useissa tutkimuksissa vastaavilla typpilannoituksilla on saatu suurempia satoja (esim. RAININKO 1968, PULLI 1980, NYKÄNEN-KURKI 1988). Toisella nurmijaksolla satotaso oli pienempi kuin ensimmäisellä jaksolla ja typpilannoitukseen nähden hivenen alhainen. Jakson keskiarvoa alentaa se, että vuonna 1985 korjattiin vain yksi sato. Vuosien 1980–83 timotein virallisten lajikekokeiden vuotuinen kuiva-ainesato turvemaalla oli Karjalan tutkimusasemalla keskimäärin 9380 kg ha<sup>-1</sup> (ANON. 1980, 1981, 1982, 1983) ja vuosien 1985–89 keskimäärin 7090 kg ha<sup>-1</sup> (ANON. 1985, 1986, 1987, 1988, 1989a).



**Kuva 3. Kuiva-ainesato fosforilannoituksen funktiona a) 1980–83 ja b) 1986–89 kahdella eri typpilannoituksella (vuosi 1985 on jätetty pois, sillä silloin sato korjattiin vain yhden kerran).**

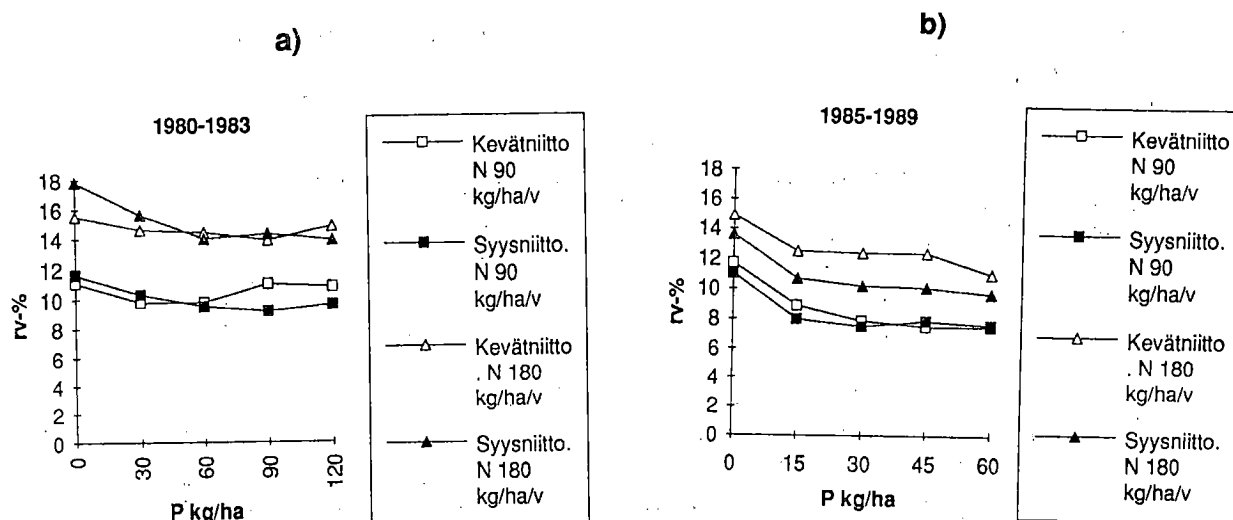
*Fig. 3. Relationship between phosphorus fertilization and average DM yield a) 1980–1983 and b) 1986–1989 (year 1985 is left out because the trial was harvested only once).*

Maa-analyyseistä lasketut ravinteiden suhteet (Ca/Mg, Mg/K ja K/P) eivät poikenneet olennaisesti suosituksista (MARJANEN ym.1979) tai aikaisemmin turvemailta julkaistuista tuloksista (URVAS ja SOINI 1984), joten muokkauskerroksen ravinnetilanne 0-ruutuja lukuun ottamatta ei ollut yleisesti alhaisen satotason syy. Todennäköisenä syynä voitaneen pitää alueen heikköä vesitaloutta: koealue oli turpeennoston jäljiltä sarkaojissa, joten lannoitus voitiin suorittaa vasta verraten myöhään (Taulukko 1). Lisäksi sarka oli voimakkaasti kupera, jonka vuoksi kosteusolot ruutujen sisällä olivat haitallisen epätasaiset.

### 3.3 Sadon raakavalkuaispitoisuus ja raakavalkuaissadot

Fosforilannoituksen lisäys alensi ruohon raakavalkuaispitoisuutta vähän kummallakin jaksolla (Kuva 4). Käytännössä vain 0-portaan RV-pitoisuus oli muita korkeampi, mikä johtui heikosta kasvusta. Fosforilannoituksen vaikutus oli samanlainen molemmissa niitoissa. Sinänsä RV-pitoisuus oli erittäin alhainen 90 kg:n typpilannoituksella, mutta kohtuullinen 180 kg:n lannoituksella. Keskimääräistä myöhäisempi korjuuaste alensi raakavalkuaispitoisuutta.

Fosforilannoitus ei vaikuttanut raakavalkuaissatoihin, vain 0-portaan sato oli niin heikko, ettei lievästi kohonnut valkuaispitoisuus voinut sitä korvata (Taulukko 4). Tulos on yhtenevä SAARE-



**Kuva 4. Fosforilannoituksen vaikutus ruohon raakavalkuaispitoisuuteen, a) 1980–83, b) 1985–89.**  
*Fig. 4. Effect of phosphorus fertilization on crude protein content (%) of dried herbage. a) 1980–83, b) 1985–89.*

LAN ja ELOSEN (1982) tuloksiin, joissa 0–60 kg fosforilannoitus ei vaikuttanut turvemailla timotein RV-satoon.

Ensimmäisen nurmijakson raakavalkuaisadot olivat melko normaalit, mutta toisen jakson alhaiset verrattuna aiemmissä tutkimuksissa vastaavalla viljelytekniikalla saatuihin satoihin (RAININKO 1968, PULLI 1980, NYKÄNEN-KURKI 1988). Toisaalta Kainuussa tehdyssä tutkimuksessa timoteinurmen RV-sadot olivat turvemaalla samaa luokkaa (KEMPPAINEN ym. 1991).

### 3.4 Ruohon kivennäiskoostumus

#### 3.4.1 Ruohon fosforipitoisuus

Fosforilannoitus nosti ruohon fosforipitoisuutta selvästi (Taulukko 5). Toisella nurmijaksolla kevätniiton pitoisuus oli korkeampi kuin syysniiton. Ensimmäisellä jaksolla ruohon fosforipitoisuus nousi merkittävästi alemmalla typpitasolla aina 90 kg ha<sup>-1</sup> vuosi<sup>-1</sup> asti ja ylemmällä typpitasolla 60 kg ha<sup>-1</sup> asti. Toisella nurmijaksolla fosforipitoisuus kohosi vain 30 kg ha<sup>-1</sup> asti molemmilla typpilannoitustasoilla. Lukuun ottamatta I jakson alempaa typpilannoitusta, fosforipitoisuus ei ruohossa noussut sen jälkeen, kun sadon maksimi oli saavutettu. II jakson ylemmällä typpitasolla tilanne oli oikeastaan päinvastainen, sato lisääntyi aina viimeiselle portaalle asti. Lisäfosfori ei siis ollut hyödyllistä sadon laadun kannalta, kun sato oli jo optimissaan, mikäli typpilannoitus oli riittävä. Yleisesti fosforipitoisuus oli keskimäärin korkeampi 180 kg:n kuin 90 kg:n typpilannoituksella.

Ainoastaan ensimmäisen nurmijakson ylemmän typpitason 90–120 kg ha<sup>-1</sup> lannoituksen saaneiden koejäsenten fosforipitoisuus ylitti normaalina pidetyn fosforitason 2,0–3,5 g kg<sup>-1</sup> (McDO-

**Taulukko 4. Fosforilannoituksen vaikutus raakavaikuaissatoihin (kg ha<sup>-1</sup> vuosi<sup>-1</sup>).**

Table 4. The effect of phosphorus fertilization on the crude protein yields (kg ha<sup>-1</sup> year<sup>-1</sup>).

Fosforilannoitus P fertilization	1980-83		1985-89		
	Typpilannoitus kg ha <sup>-1</sup> vuosi <sup>-1</sup> - N fertilization kg ha <sup>-1</sup> year <sup>-1</sup>				
	90	180	90	180	
0	390 <sup>b</sup>	420 <sup>b</sup>	0	70 <sup>b</sup>	120 <sup>b</sup>
30	600 <sup>a</sup>	960 <sup>a</sup>	15	360 <sup>a</sup>	630 <sup>a</sup>
60	580 <sup>a</sup>	980 <sup>a</sup>	30	350 <sup>a</sup>	690 <sup>a</sup>
90	660 <sup>a</sup>	990 <sup>a</sup>	45	350 <sup>a</sup>	680 <sup>a</sup>
120	650 <sup>a</sup>	1030 <sup>a</sup>	60	350 <sup>a</sup>	670 <sup>a</sup>
F-arvo - F value:	13.68***	15.13***	30.33***	18.08***	
hsd - hsd (p<0.05)	134	296	97	250	

Samalla kirjaimella merkityt saman sarakkeen luvut eivät poikkea toisistaan tilastollisesti merkittävästi (Tukey'n testi p<0.05).

a-d: see Table 2.

**Taulukko 5. Lannoituksen vaikutus ruohon fosforipitoisuuteen, keskiarvo (g/kg ka) ja keskihajonta.**

Table 5. Effect of treatments on phosphorus content of dried herbage, mean ± s.d. (g/kg DM).

Fosforilannoitus P fertilization	1980-83							
	N 90				N 180			
	Kevätniitto 1st cut		Syysniitto 2nd cut		Kevätniitto 1st cut		Syysniitto 2nd cut	
	$\bar{x}$	s.d.	$\bar{x}$	s.d.	$\bar{x}$	s.d.	$\bar{x}$	s.d.
0	1.3	0.4	1.3	0.3	1.6	0.5	1.5	0.4
30	2.4	0.2	2.3	0.3	2.9	0.2	2.8	0.1
60	2.7	0.3	2.4	0.2	3.3	0.5	3.4	0.2
90	2.8	0.2	2.7	0.3	3.6	0.4	3.7	0.4
120	2.9	0.3	2.9	0.3	3.7	0.4	3.7	0.3
F-arvo - F value:	P-lannoitus - P fertilization		113.89***		95.81***			
	Niitto - Cut		0.77 <sup>ns</sup>		0.01 <sup>ns</sup>			
	P-lann.xniitto - P fertilization x cut interaction		0.26 <sup>ns</sup>		0.11 <sup>ns</sup>			
Fosforilannoitus P fertilization	1985-89							
	N 90				N 180			
	Kevätniitto 1st cut		Syysniitto 2nd cut		Kevätniitto 1st cut		Syysniitto 2nd cut	
	$\bar{x}$	s.d.	$\bar{x}$	s.d.	$\bar{x}$	s.d.	$\bar{x}$	s.d.
0	1.1	0.2	1.1	0.0	1.3	0.4	1.1	0.1
15	1.9	0.2	1.7	0.2	2.0	0.3	1.9	0.5
30	2.2	0.2	2.0	0.2	3.0	0.3	2.6	0.3
45	2.4	0.3	2.1	0.2	3.4	0.4	2.9	0.4
60	2.4	0.4	2.2	0.1	3.3	0.4	2.9	0.4
F-arvot - F values:	P-lannoitus - P fertilization		32.51***		38.56***			
	Niitto - Cut		8.48*		6.01*			
	P-lann.xniitto - P x cut interaction		1.1 <sup>ns</sup>		0.45 <sup>ns</sup>			

NALD ym. 1989). Vastaavasti 0-portaan fosforipitoisuudet olivat huomattavasti normaaliarvoja alemmat, mikä on osoitus fosforin puutteesta. Kokonaisuutena ruohon fosforipitoisuus oli hieman alempi kuin aiemmin Suomessa turvemaalla havaitut (KÄHÄRI ja NISSINEN 1978, SAARELA ja ELONEN 1982) tai yleensä säilörehuasteella Suomessa (ETTALA ja KOSSILA 1979).

### 3.4.2 Ruohon kalium-, kalsium- ja magnesiumpitoisuus

Fosforilannoituksen vaikutus ruohon kalium-, kalsium- ja magnesiumpitoisuuksiin oli vähäinen kuten odotettua (REITH ym. 1964, SAARELA ja ELONEN 1982). 0-portaan ruohon kalsium- ja magnesiumpitoisuudet olivat muiden portaiden pitoisuuksia alemmat (Liite 2). Lannoituksen ja niiton yhdysvaikutusta ei havaittu.

Ruohon kalium- ja kalsiumpitoisuudet olivat samaa tasoa kuin turvemailla aikaisemmin havaitut ja ruokinnallisesti hyväksyttävät lukuun ottamatta 0-porrasta, jonka kalsiumpitoisuus oli alhainen (KEMP 1960, ETTALA ja KOSSILA 1979, KÄHÄRI ja NISSINEN 1978, McDONALD ym. 1989). Sen sijaan Mg-pitoisuus oli alhaisempi kuin KÄHÄRI:n ja NISSINEN (1978) sekä SAARELAN ja ELOSEN (1982) tutkimuksissa ja se jäi alemmalla typpitasolla lähes aina suositusten 1,2–2,0 alapuolelle (McDONALD ym. 1989), mutta ylempällä typpitasolla pitoisuus oli riittävä lukuun ottamatta 0-porrasta. Typpilannoituksen on havaittu nostavan ruohon Mg-pitoisuutta (RINNE ym. 1974, TÄHTINEN 1979). Osaltaan tähän vaikuttaa typpilannoituksen mukana kasveille tullut magnesium (TÄHTINEN 1979). Kokeessa käytetty Oulunsalpietari sisälsi 2,2 % Mg:a (ANON. 1979, ANON. 1989c) eli sitä oli typpilannoituksen mukana 7,2 tai 14,4 kg ha<sup>-1</sup>.

### 3.4.3 Ruohon ravinnesuhteet

0-ruutujen ruohon K/N-suhde ja K/(Ca + Mg)-ekvivalenttisuhde olivat muita korkeammat ja vähäisenkin fosforilannoitus korjasi ravinnesuhteita optimia kohti (Liite 2). Lisäksi alemman typpilannoituksen saaneiden koejäsenten K/N-suhde (1,5) osoitti typen olleen kasvua rajoittava tekijä, sillä optimina pidetään 0,82–1 (PALAZZO ja JENKINS 1979, COOKE 1982, KOIKKALAINEN ym. 1990). Edelleen alemman typpilannoituksen saaneiden koejäsenten K/(Ca + Mg)-suhde ylitti fosforilannoituksesta riippumatta suosituksen 2,2 (KEMP ja HART 1956) lukuun ottamatta toisen jakson syysniittoa.

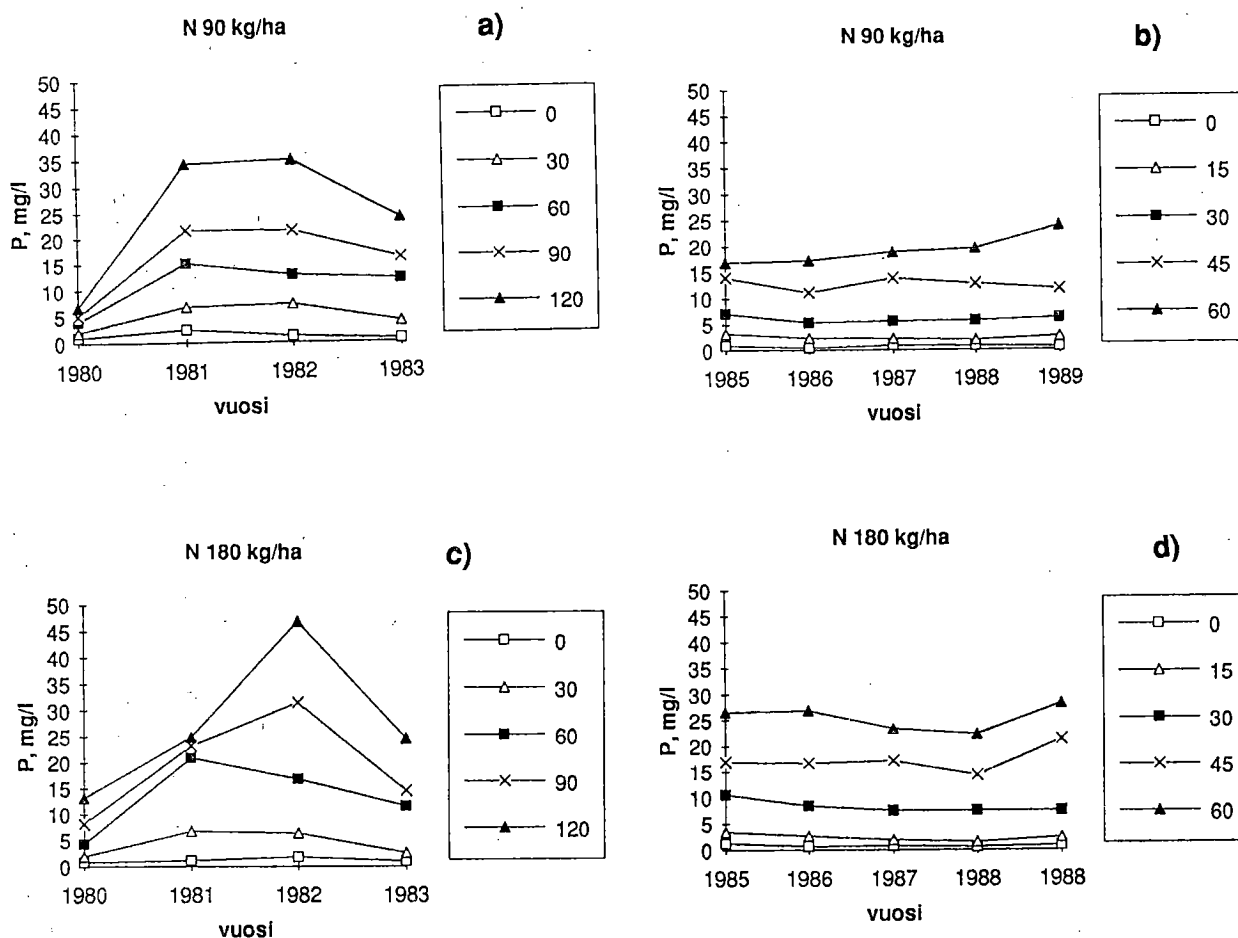
Ruohon Ca/P-suhde on eläinten ravitsemuksen kannalta merkittävämpi kuin ruohon fosforipitoisuus, sillä kalsium vaikuttaa fosforin imeytymiseen (McDONALD ym. 1989). Fosforilannoituksen lisääntyessä ruohon Ca/P-suhde pieneni, mutta pysyi kaikilla koejäsenillä suositusten 1–2 (McDONALD ym. 1989) rajoissa. Syyssadossa suhde oli merkittävästi korkeampi kuin kevätniitossa. Niiton ja lannoituksen yhdysvaikutus ei ollut merkitsevää (Liite 2).

### 3.4.4 Ruohon hivenainepitoisuus

Sadon kuparipitoisuus oli alhainen normaaleina pidettyihin pitoisuuksiin verrattuna (ETTALA ja KOSSILA 1979, McDONALD ym. 1989), mutta samaa tasoa kuin aiemmin Suomessa turvemailla havaittu (KÄHÄRI ja NISSINEN 1978). Vastaavasti rauta- ja mangaanipitoisuudet olivat korkeahkoja aiempiin turvemaalla tehtyihin selvityksiin nähden (KÄHÄRI ja NISSINEN 1978). Fosforilannoitus ei vaikuttanut hivenainepitoisuuksiin lukuun ottamatta mangaanipitoisuutta kun tyypeä oli 180 kg ha<sup>-1</sup> vuosi<sup>-1</sup>. Tällöin 0-portaan mangaanipitoisuus oli merkitsevästi muiden fosforiportaiden pitoisuuksia alempi (p<0,05). On huomattava, että hivenainepitoisuudet määritettiin vain vuosina 1980 ja 1981 (Liite 2).

Hivenainepitoisuuksiin lienee syytä kiinnittää huomiota viljelyn jatkuessa, vaikka toisaalta monien ravinteiden (K, P, B, Co, Cu, Fe) on havaittu rikastuneen turvemaihin viljelyn aikana





Kuva 5. Fosforilannoituksen vaikutus maan fosforilukuun. Typpilannoitus a) 90, b) 180 c) 90 ja d) 180 kg ha<sup>-1</sup> vuodessa.

Fig. 5. Effect of phosphorus fertilization on phosphorus status of the topsoil samples. Nitrogen dressings a) 90, b) 180 c) 90 ja d) 180 kg ha<sup>-1</sup> year<sup>-1</sup>.

(URVAS 1985). Irlannissa pidetään kuparin puutosta yhtenä suurimmista turvesuon jättöalueiden viljelyn ongelmista (HEALY 1978).

### 3.5 Pintamaan maa-analyysitulokset

#### 3.5.1 Pintamaan fosforiluku

Koska lähtötilanne oli erittäin matala, oli fosforilannoituksella selvä vaikutus maan fosforilukuun (Taulukko 6, Kuva 5). Tämä selittää myös ensimmäisen nurmijakson lannoitus × vuosi -yhdysvaikutuksen. Viljavuusluokka tyydyttävä saavutettiin ensimmäisellä nurmijaksolla, kun fosforia käytettiin 60 kg ha<sup>-1</sup> vuodessa ja toisella jaksolla, kun fosforia käytettiin 30–45 kg ha<sup>-1</sup> vuodessa (180 ja 90 kg ha<sup>-1</sup> typpilannoitus).

I jaksolla käytetty näytteenottokaira ei toiminut tyydyttävästi koealueen vähän maatuneella turvemaalla. Tästä syystä näytteenottoosyyvyys ei pysynyt vakiona, mikä vaikuttaa osaltaan I jaksos viljavuuslukujen epäloogiseen vuosivaihteluun.

**Taulukko 6. Maanäytteiden keskimääräiset fosforiluvut (mg/l).**

Table 6. Average phosphorus content of topsoil samples, mg /l.

P-lannoitus P fertilization	1980-83		1985-89		
	Typpilannoitus kg ha <sup>-1</sup> vuosi <sup>-1</sup> - N fertilization kg ha <sup>-1</sup> year <sup>-1</sup>				
	90	180	90	180	
0	1.3 <sup>c</sup>	1.2 <sup>c</sup>	0	0.7 <sup>d</sup>	0.9 <sup>d</sup>
30	5.0 <sup>c</sup>	4.4 <sup>c</sup>	15	2.4 <sup>d</sup>	2.4 <sup>d</sup>
60	11.5 <sup>b</sup>	13.4 <sup>b</sup>	30	6.0 <sup>c</sup>	8.4 <sup>c</sup>
90	16.1 <sup>b</sup>	19.5 <sup>ab</sup>	45	12.7 <sup>b</sup>	17.3 <sup>b</sup>
120	25.1 <sup>a</sup>	27.6 <sup>a</sup>	60	19.4 <sup>a</sup>	25.6 <sup>a</sup>
F-arvot - F values:					
P-lannoitus - P fertilization	76.86***	31.58***	100.73***	144.36***	
Vuosi - Year	39.61***	20.95***	1.83ns	3.11*	
P × v - P × year interaction	6.93***	3.92***	1.89*	1.00ns	

Samalla kirjaimella merkityt saman sarakkeen luvut eivät poikkea toisistaan tilastollisesti merkittävästi (Tukey'n testi p<0.05).

a-b: see Table 2.

**Taulukko 7. Muokkauskerroksen pH:n ja kalsiumluvun (mg/l) keskiarvot ± keskihajonta.**

Table 7. pH and Ca values of topsoil samples, mean ± s.d. (mg/l).

	1980-83		1985-89	
	Typpilannoitus kg ha <sup>-1</sup> vuosi <sup>-1</sup> - N fertilization kg ha <sup>-1</sup> year <sup>-1</sup>			
	90	180	90	180
pH	5.1±0.1	4.8±0.2	5.5±0.1	5.3±0.1
Ca	1524±186	1185±152	1692±161	1654±168

**Taulukko 8. Fosforilannoituksen vaikutus muokkauskerroksen keskimääräisiin kaliumlukuihin (mg/l).**

Table 8. Effect of phosphorus fertilization on potassium status of topsoil samples (mg/l).

Fosforilannoitus P fertilization	1980-83		1985-89	
	Typpilannoitus kg ha <sup>-1</sup> vuosi <sup>-1</sup> - N fertilization ha <sup>-1</sup> year <sup>-1</sup>			
	90	180	90	180
0	162 <sup>a</sup>	132 <sup>a</sup>	130 <sup>a</sup>	101 <sup>a</sup>
30	94 <sup>b</sup>	59 <sup>b</sup>	55 <sup>b</sup>	32 <sup>b</sup>
60	138 <sup>ab</sup>	56 <sup>b</sup>	55 <sup>b</sup>	24 <sup>b</sup> <sup>c</sup>
90	96 <sup>b</sup>	48 <sup>b</sup>	54 <sup>b</sup>	21 <sup>c</sup>
120	93 <sup>b</sup>	45 <sup>b</sup>	53 <sup>b</sup>	20 <sup>c</sup>
F-arvot - F values:				
P-lannoitus - F fertilization	7.23**	59.29***	66.23***	296.46***
Vuosi - Year	36.03***	10.64***	45.48***	52.71***
P × v - P × year interaction	2.95**	14.21***	6.98***	14.05***

Samalla kirjaimella merkityt saman sarakkeen luvut eivät poikkea toisistaan tilastollisesti merkittävästi (Tukey'n testi p<0.05).

a-b: see Table 2.

**Taulukko 9. Fosforilannoituksen vaikutus muokkauskerroksen keskimääräisiin magnesiumlukupuhin (mg/l).**

*Table 9. Effect of phosphorus fertilization on magnesium status of topsoil samples (mg/l).*

Fosforilannoitus – <i>P fertilization</i>	1980–83		1985–89		
	Typpilannoitus kg ha <sup>-1</sup> vuosi <sup>-1</sup> – <i>N fertilization kg ha<sup>-1</sup> year<sup>-1</sup></i>				
	90	180	90	180	
0	100 <sup>a</sup>	85 <sup>a</sup>	0	184	191 <sup>a</sup>
30	88 <sup>b</sup>	82 <sup>a</sup>	15	177	180 <sup>ab</sup>
60	88 <sup>b</sup>	77 <sup>ab</sup>	30	173	172 <sup>bc</sup>
90	77 <sup>bc</sup>	66 <sup>b</sup>	45	167	160 <sup>c</sup>
120	72 <sup>c</sup>	69 <sup>b</sup>	60	161	156 <sup>c</sup>
F-arvot – <i>F values:</i>					
P-lannoitus – <i>P fertilization</i>	19.32***	9.95***	1.48 <sup>ns</sup>	11.54***	
Vuosi – <i>Year</i>	26.54***	7.98***	17.11***	38.38***	
P × v – <i>P × year interaction</i>	2.56*	2.21*	1.47 <sup>ns</sup>	0.52 <sup>ns</sup>	

Samalla kirjaimella merkityt saman sarakkeen luvut eivät poikkea toisistaan tilastollisesti merkittävästi (Tukey'n testi  $p < 0.05$ ).

a–c: see Table 2.

**Taulukko 10. Pohjamaanäytteiden pH ja ravinnetila (keskiarvo ja keskihajonta mg/l) kokeen päätyttyä 1989.**

*Table 10. pH and nutrient status of subsoil samples (mean ± s.d., mg/l) at the end of the trial, 1989.*

	N 90 kg ha <sup>-1</sup> <i>N 90 kg ha<sup>-1</sup></i>	N 180 kg ha <sup>-1</sup> <i>N 180 kg ha<sup>-1</sup></i>
pH	4.98±0.18	4.85±0.15
Ca	432±105	632±196
K	43.0±23.8	28.5±31.5
Mg	40.9±9.7	62.6±17.4
P	2.0±1.9	3.7±4.4

Toisen nurmijakson ensimmäisenä vuonna alemman typpilannoituksen saaneiden koejäsenten P-luku aleni lievästi, mutta pysyi sitten suhteellisen tasaisena kokeen loppuun asti. Alentuminen johtunee osittain kynnön vaikutuksesta.

### 3.5.2 Pintamaan happamuus, kalsium, kalium ja magnesium

Koevuosien aikana maan pH laski hieman. Fosforilannoitus ei muuttanut sitä johdonmukaisesti, eikä vaikuttanut kalsiumpitoisuuteenkaan. Keskimääräiset pH- ja Ca-arvot ovat taulukossa 7.

Maan kaliumpitoisuus nousi vuosittain voimakkaan kaliumlannoituksen (240 kg ha<sup>-1</sup> vuodessa) vuoksi. Fosforilannoitus laski maan kaliumlukuja. Lannoituksen ja vuoden yhdysvaikutus oli merkitsevä, sillä kaliumpoistuma oli pienin 0-portaalla ja siten sen kaliumluku nousi voimakkaammin (Taulukko 8).

Fosforilannoitus laski myös maan magnesiumlukuja. Vuosien vaikutus ei ollut selkeä; ensimmäisellä jaksolla Mg-luku laski ja toisella jaksolla nousi vuosien kuluessa (Taulukko 9).

**Taulukko 11. Fosforilannoituksen vaikutus pohjamaan P- ja K-lukuihin (mg/l) 1989.**

Table 11. The effect of phosphorus fertilization on the P and K status of subsoil samples (mg/l) 1989.

P	N=90		N=180	
	P	K	P	K
0	0.2 <sup>c</sup>	87 <sup>a</sup>	0.4 <sup>b</sup>	90 <sup>a</sup>
15	0.7 <sup>c</sup>	34 <sup>b</sup>	1.0 <sup>b</sup>	16 <sup>b</sup>
30	1.6 <sup>b</sup>	36 <sup>b</sup>	2.1 <sup>b</sup>	13 <sup>b</sup>
45	3.2 <sup>ab</sup>	29 <sup>b</sup>	5.3 <sup>ab</sup>	12 <sup>b</sup>
60	4.7 <sup>a</sup>	29 <sup>b</sup>	9.5 <sup>a</sup>	12 <sup>b</sup>

F-arvo – F value: 17.45\*\*\* 29.3\*\*\* 6.11\*\* 525.56\*\*\*

Samalla kirjaimella merkityt saman sarakkeen luvut eivät poikkea toisistaan tilastollisesti merkittävästi (Tukey'n testi  $p < 0.05$ ).

a–c: see Table 2.

**Taulukko 12. Sadon mukana poistunut fosfori ja fosforilannoituksen näennäinen hyötysuhde.**

Table 12. Uptake (kg) and apparent recovery (%) of phosphorus.

P-lannoitus P fertilization	1980–1983			
	N=90		N=180	
	Poist. kg ha <sup>-1</sup> Uptake <sub>1</sub> kg ha	Hyötys. Apparent recovery %	Poist. kg ha <sup>-1</sup> Uptake <sub>1</sub> kg ha	Hyötys. Apparent recovery %
0	5.0 <sup>d</sup>		4.5 <sup>c</sup>	
30	14.2 <sup>c</sup>	31	18.2 <sup>b</sup>	46
60	15.5 <sup>bc</sup>	18	23.2 <sup>ab</sup>	31
90	17.0 <sup>ab</sup>	13	26.0 <sup>a</sup>	24
120	18.0 <sup>a</sup>	11	27.2 <sup>a</sup>	19

F-arvo – F value:

P-lannoitus –  
P fertilization 124.96\*\*\* 42.84\*\*\*

P-lannoitus P fertilization	1985–1989			
	N=90		N=180	
	Poist. kg ha <sup>-1</sup> Uptake <sub>1</sub> kg ha	Hyötys. Apparent recovery %	Poist. kg ha <sup>-1</sup> Uptake <sub>1</sub> kg ha	Hyötys. Apparent recovery %
0	0.5 <sup>d</sup>		1.0 <sup>d</sup>	
15	8.5 <sup>c</sup>	53	11.0 <sup>c</sup>	67
30	10.5 <sup>b</sup>	33	17.8 <sup>b</sup>	56
45	12.0 <sup>ab</sup>	26	20.2 <sup>ab</sup>	43
60	12.5 <sup>a</sup>	20	22.2 <sup>a</sup>	35

F-arvo – F value:

P-lannoitus –  
P fertilization 133.53\*\*\* 74.49\*\*\*

Samalla kirjaimella merkityt saman sarakkeen luvut eivät poikkea toisistaan tilastollisesti merkittävästi (Tukey'n testi  $p < 0.05$ ).

a–b: see Table 2.

### 3.6 Pohjamaan maa-analyysitulokset

Kokeen päätyttyä otetut pohjamaanäytteet osoittivat, että pohjamaa oli hyvin karua (Taulukko 10). Ottaen huomioon että pohjamaanäytteiden (20–40 cm) maalaji oli karkeaa hietaa, olivat viljavuusluvut samaa luokkaa kuin valtakunnallisissa fosforiporraskokeissa (SAARELA ja ELONEN 1982).

Lisääntyvä fosforilannoitus nosti pohjamaan fosforilukua merkittävästi. Kaliumluku taas oli merkittävästi korkeampi ilman fosforilannoitusta (Taulukko 11).

SAARELAN ja ELOSEN (1982) mukaan fosforilannoitus ei nostanut turvemaan jankon fosforipitoisuuksia. Ero tähän tutkimukseen aiheutuu todennäköisesti siitä, että nyt maa kynnettiin kerran koejakson (10 v.) aikana, ja mikäli kyntösyvyys on ylittänyt 20 cm, on osa maan pintakerrokseen rikastuneesta fosforista joutunut pohjamaakerrokseen. Toisaalta fosforin huuhtoutuminenkin on mahdollista. Uusimpien tutkimusten mukaan arveluttavan korkea tasapainopitoisuus maanesteessä (0,5 mg/l) saavutetaan turvemaissa jo kun helppoliukoisen fosforin pitoisuus on 14 mg/l (SIPPOLA ja SAARELA 1992). Keskimäärin tämä raja-arvo ylittyi muokkauskerroksessa ensimmäisellä jaksolla 60–90 kg:n ja toisella jaksolla 45–60 kg:n P-lannoituksilla typpilannoituksesta riippuen.

### 3.7 Fosforilannoituksen hyötysuhde

Sadon mukana poistuneen fosforin perusteella laskettiin kullekin lannoitustasolle fosforin näennäinen hyötysuhde (Taulukko 12).

$$\text{hyötysuhde} = 100 \times \frac{(\text{sadon sis. P, kg}) - (\text{0-portaan sis. P, kg})}{\text{lannoituksena annettu P, kg}}$$

Keskimäärin hyötysuhde oli korkea verrattuna SAARELAN ja ELOSEN (1982) tuloksiin, joiden mukaan hyötysuhde jäi 12 ja 20 %:n välille. Toisaalta turvemaan huuhtoutumiskokeessa hyötysuhde on ollut korkeampikin, mutta tällöin se laskettiin ilman 0-ruutua (HUHTA 1989). Tässä kokeessa hyötysuhteeseen vaikutti olennaisesti nollaruutujen vähäinen poistuma etenkin II jaksolla (4,5–5,0 I jaksolla ja 0,5–1,0 kg ha<sup>-1</sup> II jaksolla) verrattuna viljavilta mailta laskettuun poistumaan, mikä luonnollisesti nostaa laskettua hyötysuhdetta. Nollaruutujen poistumasta näkyy selvästi peruslannoituksen vaikutus I jaksolla sekä toisaalta vähäinen mobilisoituminen II jaksolla, mikä on yhdenmukaista KAILAN (1948) tulosten kanssa.

Hyötysuhde aleni voimakkaasti fosforilannoituksen lisääntyessä. Luonnollisesti hyötysuhde nousi kun typpilannoitusta lisättiin eli ravinteet olivat paremmin tasapainossa keskenään. Hyötysuhteen nousu tapahtui sekä sadon nousun että fosforipitoisuuden seurauksena. Kummallakin nurmijaksolla verrattavissa olevien koejäsenten (30 ja 60 kg P ha<sup>-1</sup> vuosi<sup>-1</sup>) hyötysuhde on likimain sama 31 vs 33, 46 vs 56, 18 vs 20 ja 31 vs 35.

### 3.8 Taloudellinen tarkastelu

Satofunktion perustuessa vain viiteen x:n arvoon, ei sen derivaattaa valittu taloudellisten laskelmien perustaksi. Taloudellista kannattavuutta tarkasteltiin laskemalla koejäsenittäin saatujen kuiva-ainesatojen perusteella arvioitu rehuyksikkösato (ry ha<sup>-1</sup>). Korjuutappioiden arvioitiin olevan 29 % (RINNE 1988) ja rehun korvausluvun 1,42 kg ka ry<sup>-1</sup> (SALO ym. 1990). Edelleen ry-sato ha<sup>-1</sup> muunnettiin markoiksi käyttämällä ohran kausiporrastettua hintaa (1,82 mk/kg 5.12.92) oletuksena, että korjaamatta jäänyt karkearehu korvattaisiin ostamalla viljaa tilan ulkopuolelta.

**Taulukko 13. Fosforilannoituksen taloudellinen kannattavuus.**  
**Table 13. Calculated economic optimum of phosphorus fertilization.**

1980-83								
Typpilannoitus kg ha <sup>-1</sup> vuosi <sup>-1</sup> - N fertilization kg ha <sup>-1</sup> year <sup>-1</sup>								
		90			180			
P-lannoitus P fertilizer	Sato Yield		Hyöty Profit		Sato Yield		Hyöty Profit	
	P	mk - FIM	kg - kg	mk - FIM	mk ha <sup>-1</sup> - FIM ha <sup>-1</sup>	kg - kg	mk - FIM	mk ha <sup>-1</sup> - FIM ha <sup>-1</sup>
0	0	3470	3140	3140		2510	2270	2270
30	400	5900	5340	4940	opt.	6470	5860	5460
60	800	5950	5380	4580		6980	6310	5510 opt.
90	1200	6260	5660	4460		7220	6530	5330
120	1600	6190	5600	4000		7350	6650	5050

1985-89								
Typpilannoitus kg ha <sup>-1</sup> vuosi <sup>-1</sup> - N fertilization kg ha <sup>-1</sup> year <sup>-1</sup>								
		90			180			
P-lannoite P fertilizer	Sato Yield		Hyöty Profit		Sato Yield		Hyöty Profit	
	P	mk - FIM	kg - kg	mk - FIM	mk ha <sup>-1</sup> - FIM ha <sup>-1</sup>	kg - kg	mk - FIM	mk ha <sup>-1</sup> - FIM ha <sup>-1</sup>
0	0	630	570	570		870	790	790
15	200	4190	3790	3590		5230	4730	4530
30	400	4460	4040	3640	opt.	5820	5270	4870 opt.
45	600	4570	4130	3530		5840	5280	4680
60	800	4630	4190	3390		6270	5670	4870 opt.

Fosforilannoituksen kustannuksena käytettiin superfosfaatin hintaa (8,5 % P, 1,13 mk/kg joulukuun 1992), erillistä levityskustannusta ei otettu huomioon. Laskelman tulokset ovat taulukossa 13.

Laskelman mukaan fosforista saatu hyöty oli ilmeinen, koska maaperä oli luontaisesti äärimmäisen köyhää. Typpilannoitus vaikutti taloudelliseen optimiin siten, että korkeammalla typpilannoituksella myös fosforin optimi oli korkeammalla tasolla (vrt. ravinnetase). Molemmilla nurmijaksoilla tilanne oli melko samankaltainen, joskin jälkimmäisellä nurmijaksolla optimikohta oli laakeampi. Koska jälkimmäisen nurmijakson 30 ja 60 kg:n fosforilannoituksilla saatiin lähes yhtä suuri hyöty, on suositeltavampaa käyttää alemmaa lannoitusoptimia ympäristövaikutusten perusteella. Optimi sijoittui siis samalle tasolle kuin SAARELAN ja ELOSEN (1982) laskemissa.

Huomionarvoinen seikka on edellämainitun kaltaisten laskelmien herkkyyt: Ensinnäkin satotapioiden taso vaikuttaa tuntuvasti hehtaarilta saatavien rehuyksiköiden määrään. Mitä suurempi tappioprosentti on, sen alempi on taloudellinen optimi ja päinvastoin. Rehun kivennäispitoisuuksissa tapahtunutta muutosta ei hinnoiteltu.

### 3.9 Fosforin huuhtoutuminen

Ympäristövaikutuksia ei tässä kokeessa erikseen mitattu. Koska maan kokonaisfosforin määrän muutosta ei määritetty, ei voida varmuudella sanoa, minkä verran annetusta fosforista on pidättynyt, huuhtoutunut maan läpi tai poistunut pintavirtailujen mukana.

Yleensä fosfori pidättyy maahan tiukasti ja vain osa siitä on kasveille käyttökelpoista. Kuitenkin useissa tutkimuksissa fosforin on todettu pidättyvän heikoimmin turvemaahan (SAARELA 1989, SIPPOLA 1989), joskin turvemailta salaojiin huuhtoutuneen fosforin määrä ollut vain  $1,1 \text{ kg ha}^{-1}$  nurmiviljelyssä (HUHTA 1989). Fosforin osalta suurin riski nurmiviljelyssä on pintalannoituksen annettun lannoitteen huuhtoutuminen pintavirtailujen mukana. Tästä syystä suositellaan fosfori annettavaksi mieluiten perustamisen yhteydessä ja mahdollinen vuotuislannoitus vain keväällä (RINNE 1992).

Turvemaiden keskimääräinen fosforinpidätyskapasiteetti oli  $1554 \text{ kg ha}^{-1}$  (SIPPOLA 1989). Tässä aineistossa taloudellista optimia noudattaen ( $180 \text{ kg ha}^{-1} \text{ N}$ , ensimmäinen jakso  $60 \text{ kg ha}^{-1} \text{ P}$ , toinen jakso  $30 \text{ kg ha}^{-1} \text{ P}$ ) sadossa poistumattoman fosforin määrä olisi 10 vuoden aikana  $196 \text{ kg ha}^{-1}$ , mikä on verraten vähän maan fosforinpidätyskapasiteettiin nähden. Viljavuusluvun muutos vastaa tästä n.  $16 \text{ kg:aa ha}^{-1}$  helppoliukoista fosforia.

Oleellisempaa fosforin huuhtoutumiselle turvemaista on maanesteen tasapainopitoisuuden arvo, joka tulee arveluttavan suureksi jo ennen pidätyskapasiteetin loppumista. Siis kun turvemaan P-luku suurenee, nousee vesiliukoisen fosforin määrä hyvin nopeasti verrattuna muihin maalajeihin. Arveluttavan korkea tasapainopitoisuus turvemailta saavutetaan niinkin alhaisella fosforiluvulla kuin  $14 \text{ mg/l}$ . Tämän johdosta suositellaan lannoituksen perustaksi sadossa poistuneen fosforin korvaamista (SIPPOLA 1989, SAARELA 1989, SIPPOLA ja SAARELA 1992).

Suosittelulla lannoituksella pintamaan fosforiluku pysyi huuhtoutumisen kannalta tärkeän raja-arvon  $14 \text{ mg/l}$  alapuolella yhtä koevuotta lukuun ottamatta. Siten maan vesiliukoisen fosforin määrä olisi pysynyt alhaisena, joskin maanäytteet otettiin vain syksyisin. Pohjamaan P-luku kohosi a.o. lannoituksella hieman, alkutilanteen  $0,4$ :stä  $\rightarrow 2,1$ :een, mutta muutos ei ollut tilastollisesti merkittävä, sillä kerranteiden välinen hajonta oli suuri. Myös kyntö on voinut vaikuttaa pohjamaan kohonneeseen fosforilukuun, sikäli kun kyntösyvyys on ylittänyt  $20 \text{ cm}$ , mikä turvemaalla on varsin hyvin mahdollista.

Pintavirtailujen mukana poistuneen fosforin määrää on mahdoton arvioida. Maan läpi valuneen fosforin määrä suositellulla lannoitustasolla lienee kuitenkin vähäinen alhaisen pH:n, muokauskerroksen alhaisen P-luvun ja aiempien huuhtoutumistutkimusten (HUHTA 1989) sekä fosforin pidättymisestä koskevien tutkimusten nojalla, esim. KAILA (1948), OTABBONG (1981), KUNTZE (1984). Toisaalta kokeessa havaittu korkea hyötysuhde kuvastaa fosforin heikkoa pidättymistä (SAARELA 1992).

On huomattava, että esitettyä voimakkaampi fosforilannoitus on tarpeetonta ja myös haitallista: se ei juurikaan nostanut satoa eikä kasvin fosforipitoisuutta, vaan alensi merkittävästi fosforin hyötysuhdetta. Edelleen maan fosforiluku ylitti selvästi kriittisen raja-arvon  $14 \text{ mg/l}$  ja myös pohjamaan fosforiluku nousi selvästi lannoituksen ollessa  $90 + 45$  ja  $120 + 60 \text{ kg ha}^{-1} \text{ P}$  (I jakso + II jakso).

#### 4 JOHTOPÄÄTÖKSET

Hallitsevaa kokeen tuloksissa on alueen käyttökelpoisen fosforin luontaisesti alhainen pitoisuus. Siten ilman fosforilannoitusta viljeltyt kojäsenet kasvoivat erittäin heikosti ja poikkesivat lähes kaikkien tarkasteltujen muuttujien osalta muista kojäsenistä, joiden keskinäiset erot olivat huomattavasti pienemmät.

Sadon määrä lisääntyi tilastollisesti aina  $30 \text{ kg ha}^{-1}$  vuosi<sup>-1</sup> asti käytettäessä  $90 \text{ kg}$  typpeä hehtaarille ja  $60 \text{ kg ha}^{-1}$  asti käytettäessä typpeä  $180 \text{ kg ha}^{-1}$ . Käytetyllä fosforilannoitusvälillä



0–120 kg ha<sup>-1</sup> satotaso oli logaritmisesti nouseva. Sato ei pienentynyt suurimmallakaan lannoituksella. Ilman fosforilannoitusta viljeltyjen koejäsenten heikko sato johtui sekä heikosta kasvusta että heikosta talvehtimisestä.

Fosforilannoituksen vaikutus ruohon laatuun oli verraten pieni lukuun ottamatta ilman fosforilannoitusta viljeltyjen koejäsenten ja muiden koejäsenten eroa. Poikkeuksen tästä teki fosforipitoisuus.

Lannoituksen näennäinen hyötysuhde oli laskennallisesti korkea, mutta fosforipoistuma tavanomaista luokkaa. Ruohon fosforipitoisuus ei juurikaan kohonnut enää maksimisadon saavuttamisen jälkeen; yhtä paljon oli näyttöä päinvastaisesta. Hyötysuhde heikkeni fosforilannoituksen noustessa. Se oli selvästi parempi korkeammalla typpilannoituksella, jolloin ravinteet olivat olennaisesti paremmassa tasapainossa.

Maan helppoliukoisen fosforin pitoisuus nousi lannoitustasosta riippuen nopeasti kokeen alussa, mutta toisella nurmijaksolla maan fosforiluvut vakiintuivat. Viljavuusluokka tyydyttävä saavutettiin ensimmäisellä nurmijaksolla, kun fosforia käytettiin 60 kg ha<sup>-1</sup> vuodessa ja toisella jaksolla, kun fosforia käytettiin 30–45 kg ha<sup>-1</sup> vuosi<sup>-1</sup> (typpilannoitus 180 ja 90 kg ha<sup>-1</sup>). Fosforilannoituksen noustessa pohjamaan fosforiluku oli kokeen aikana noussut selvästi kahdella korkeimmalla lannoitustasolla, mikä osoittaa yllannoituksen olevan mahdollista näinkin karuilla alueilla.

Typpilannoituksen ollessa suositusten mukainen 180 kg ha<sup>-1</sup> vuosi<sup>-1</sup> (ANON. 1991, HAKKOLA 1991) oli fosforilannoituksen taloudellinen optimi aluksi 60 kg ha<sup>-1</sup>, josta se voitiin ensimmäisen nurmikierron jälkeen laskea 30 kg:aan ha<sup>-1</sup>. Edellämainituilla lannoituksilla maan fosforiluku kohosi luokkaan tyydyttävä. Pohjamaahan fosforia ei juurikaan rikastunut. Fosforin hyötysuhde oli melko korkea. 90 kg:n ha<sup>-1</sup> typpilannoitusta ei voida pitää tarkoituksenmukaisena.

Polttoturvesuon jättöalue Valkeasuolla sopii nurmenviljelyyn, kun alueen kalkituksesta, vesitaloudesta ja ravinteista huolehditaan. Satotaso oli hivenen alhainen, mikä johtui lähinnä heikosta vesitaloudesta. Rehun kivennäiskoostumus oli hyvin rinnastettavissa turvemailta julkaistuihin tuloksiin. Vaikka alue on luontaisesti hyvin vähäravinteista, ei tarvittavan fosforilannoituksen määrää ole syytä yliarvioida. Yhden tai kahden nurmikierron jälkeen voitaneen siirtyä normaaleihin turvemaiden viljelysuosituksiin. Ruohon ja rehun ravinnetasapainoon ja hivenainesisältöön on kiinnitettävä riittävästi huomiota.

On huomattava, että turvesuopohjan viljelyominaisuudet riippuvat suuresti alueen pohjamaan laadusta ja jätetyn turvekerroksen paksuudesta. Tässä kokeessa pohjamaana oli karkea hieta. Kokeen perusteella suositeltu fosforilannoitus vastaa kuitenkin kohtalaisen hyvin nykyisiä lannoitusohjeita, joiden mukaan tarve olisi aluksi 40–50 kg ja myöhemmin maan fosforiluvun kohotessa tarve olisi vain 10–20 kg ha<sup>-1</sup> vuosi<sup>-1</sup> (ANON. 1991, HAKKOLA 1991). Fosforilannoituksen jaotus on syytä tehdä kevä- ja perustamispainotteiseksi kuten nykyiset suositukset ohjaavat (HAKKOLA 1991, RINNE 1992). Yllannoituksesta ei ole osoitettavissa olevaa hyötyä näinkään neutraalisella ja köyhällä maaperällä.

## KIRJALLISUUS

- ANON. 1979. Lannoitteiden hinnasto, lannoitevuosi 1979/1980. Kemira OY. 12 p.
- 1980. Koetuloksia vuodelta 1980. Maatalouden tutkimuskeskus, Karjalan tutkimusasema. 102 p.
- 1981. Koetuloksia vuodelta 1981. Maatalouden tutkimuskeskus, Karjalan tutkimusasema. 89 p.
- 1982. Koetuloksia vuodelta 1982. Maatalouden tutkimuskeskus, Karjalan tutkimusasema. 118 p.
- 1983. Koetuloksia vuodelta 1983. Maatalouden tutkimuskeskus, Karjalan tutkimusasema. 114 p.
- 1985. Koetuloksia vuodelta 1985. Maatalouden tutkimuskeskus, Karjalan tutkimusasema. 93 p.
- 1986. Koetuloksia vuodelta 1986. Maatalouden tutkimuskeskus, Karjalan tutkimusasema. 87 p.
- 1987. Koetuloksia vuodelta 1987. Maatalouden tutkimuskeskus, Karjalan tutkimusasema. 78 p.
- 1988. Koetuloksia vuodelta 1988. Maatalouden tutkimuskeskus, Karjalan tutkimusasema. 77 p.
- 1989a. Koetuloksia vuodelta 1989. Maatalouden tutkimuskeskus, Karjalan tutkimusasema. 59 p.
- 1989b. Taustatietoa turvesoiden jälkikäytöstä. VAPO OY, Jyväskylä. 8 p.
- 1989c. Lannoitteiden hinnasto, lannoitevuosi 1989/1990. Kemira OY. 7 p.
- 1991. Viljavuustutkimuksen tulkinta peltoviljelyssä. Viljavuuspalvelu 70 p.
- COOKE, G.W. 1982. Fertilizing for maximum yields. 3rd ed. Lontoo 465 p.
- ETTALA, E. & KOSSILA, V. 1979. Mineral content in heavily nitrogen fertilized grass and its silage. *Ann Agric. Fenn* 18: 252–262.
- HAKKOLA, H. 1991. Lannoitussuunnitelma koko nurmikierrolle. *Suomalainen maaseutu* 1/1991 p. 5.
- HEALY, J. 1978. Some aspects of development and utilization of cutaway bog by Bord na Mona. Irish Society for Agronomy and Land Use, Conference on development of Irish Midland peat. February 2., 1978. 9 p.
- HEIKKILÄ, R. 1987. Turpeen tuhka turvetuotannosta vapautuneen suopohjan kalkitusaineena. *Suovilj.yhd. Vuosik.* 1985: 13–21.
- 1988. Hieta turvejättöalueen maanparannusaineena. *Suovilj.yhd. Vuosik.* 1987: 30–37.
- & ERVIÖ, R. 1982. Polttoturvesoiden jälkikäyttö maatalousmaana. *Koetoim. ja Käyt.* 39: 60.
- HUHTA, H. 1989. Typen ja fosforin huuhtoutuminen turvemaan nurmesta ja viljapellosta. *Koetoim. ja Käyt.* 46: 47.
- KAILA, A. 1948. Viljelysmaan orgaanisesta fosforista. *Valt. Maatal.koetoim. Julk.* 129. 118 p.
- KEMP, A. 1960. Hypomagnesia in milking cows: The response of serum magnesium to alterations in herbage composition resulting from potash and nitrogen dressings on pasture. *Neth. J. Agric. Sci* 8: 281–304.
- & HART, M.L.T 1956. Grass tetany in grazing milking cows. *Neth. J. Agric. Sci.* 5: 4–17.
- KEMPPAINEN, E., ANIZEWSKI, T. & MIETTINEN, E. 1991. Nurmikasvilajien vertailu Pohjois-Kainuussa. Maatalouden tutkimuskeskus, Tiedote 20/91. 17 p.
- KOIKKALAINEN, K., HUHTA, H., VIRKAJÄRVI, P. & HEIKKILÄ, R. 1990. Pitkääikäisen säilörehunurmen kaliumlannoitus heikosti kaliumia pidättävillä mailla. Maatalouden tutkimuskeskus, Tiedote 9/90. 59 p.
- KUNTZE, H. 1984. The risks of water pollution by agricultural utilization of peatlands and practical defences. Proceedings of the 7th international peat congress, Dublin, June 18–23 1984. 1: 246–267.

- KÄHÄRI, J. & NISSINEN, H. 1978. The mineral element content of timothy (*Phleum pratense* L.) in Finland. I. The elements calcium, magnesium, phosphorus, potassium, chromium, cobalt, copper, iron, manganese, sodium and zinc. *Acta Agric. Scand. Suppl.* 20: 26–39.
- MARJANEN, H., SOINI, S. & SIPPOLA, J. 1979. Timotei Pohjois-Suomen nurmikasvina. Maatalouden tutkimuskeskus, paikalliskoetoimiston tiedote 11: 1–65.
- MCDONALD, P., EDWARDS, R.A. & GREENHALGH, J.F.D. 1989. *Animal nutrition*. 4th ed. Hong Kong. 543 p.
- NYKÄNEN-KURKI, P. 1988. Apilaseosnurmen sadon määrän ja laadun muutokset kasvukauden aikana. Pro gradu -työ. Helsingin yliopisto, kasvinviljelytieteen laitos. 78 p.
- OTABBONG, E. 1981. Immobilization and mobilization of phosphorus, status of calcium and soil acidity in two peats incubated without and with lime. *Acta Agric. Scand.* 31: 123–131.
- PALAZZO, A.J. & JENKINS, T.F. 1979. Land application of waste water: effect on soil and plant potassium. *J. environ. Qual.* 8: 309–312.
- PULLI, S. 1980. Growth factors and management technique used in relation to the developmental rhythm and yield formation pattern of a pure grass stand. *J. Sci Agric. Soc. Finland.* 52: 281–330.
- RAININKO, K. 1968. The effects of nitrogen fertilization, irrigation and number of harvestings upon leys established with various seed mixtures. *Suom. Maatal.tiet. Seur. Julk.* 112. 137 p.
- REITH, J.W.S., INKSON, R.H.E., HOLMES, W., MACLUSKY, D.S., REID, D., HEDDLE, R.G. & COPPEMAN, G.J.F. 1964. The effects of fertilizers on herbage production II. The effect of nitrogen, phosphorus and potassium on botanical and chemical composition. *J. Agric. Sci.* 63: 209–219.
- RINNE, K. 1988. Säilöntätappiot tuorerehun valmistuksessa. *Koetoim. ja Käyt.* 45: 55.
- 1992. Nurmen lannoitussuosituksset. Suuri nurmiseminaari, Helsinki 18.11. 1992. Maaseutukeskusten Liiton moniste.
- RINNE, S-L., SILLANPÄÄ, M., HUOKUNA, E. & HIIVOLA, S-L. 1974. Effects of heavy nitrogen fertilization on potassium, calcium, magnesium and phosphorus contents of ley grasses. *Ann. Agric. Fenn.* 13: 96–108.
- SAARELA, I. 1989. Fosforilannoitus tarpeen mukaan. Ylimäärä turhaa ympäristökuormitusta. *Koetoim. ja Käyt.* 46: 12.
- 1992. Lannoituksen optimointi ympäristön ja tuotannon kannalta. *Ympäristö ja terveys* 23: 308–312.
- & ELONEN, P. 1982. Fosforilannoituksen porraskokeet 1977–1981. Maatalouden tutkimuskeskus, maanviljelyskemian ja fysiikan laitos, Tiedote 16. 55 p.
- SALO, M-L., TUORI, M. & KIISKINEN, T. 1990. Rehutaulukot ja ruokintanormit. Märehtijätsiat-siipikarja-turkiseläimet. 3. painos. Helsinki 70 p.
- SIPPOLA, J. 1989. Eloperäisiin maihin fosfori pidättyy heikosti. *Koetoiminta ja Käytäntö*, 46: 62.
- & SAARELA, I. 1992. Suomen maalajien fosforinpidätysominaisuudet ja niiden merkitys vesien kuormituksen kannalta. *Maatalous ja vesien kuormitus* (toim. Rekolainen, S. & Kauppi, L.). Yhteistutkimusprojektin tutkimusraportit. Vesi- ja ympäristöhallituksen monistesarja 359.
- STEEL, R.G.D. & TORRIE, J.H. 1960. *Principles and procedures of statistics with special reference to the biological sciences*. New York. 81 p.
- STEN, C.G. 1979. Selvitys Tohmajärven Valkeasuon turvetutkimuksista. Geologinen tutkimuslaitos, maaperäosasto. 4 p.
- TÄHTINEN, H. 1979. The effect of nitrogen fertilization on the potassium requirement of grassland for silage. *Ann. Agric. Fenn.* 18: 231–245.
- URVAS, L. 1985. Viljelyn vaikutus turpeen ravinnepitoisuuteen. *Suo* 36: 61–64.
- & SOINI, S. 1984. The effect of intensive grass cultivation on the plant nutrient balance in peat soil. *Proc. 7th Int. Peat Congress, Dublin, Ireland* 4: 71–85.

Liite 1. Estimoidut satofunktioiden parametrit ja niiden keskiyirheet (*s.e.*).

Malli:  $Y = a + b (\ln x)$ ;  $x > 0$ ,  $Y = \text{kokonaissato kg ha}^{-1} \text{ vuosi}^{-1}$ ,  $x = \text{fosforilannoitus kg ha}^{-1} \text{ vuosi}^{-1}$ .

*Appendix 1. Prediction models for estimating DM yields: estimated parameters ( $\pm s.e.$ ). Model:  $Y = a + b (\ln x)$ ;  $x > 0$ ,  $Y = \text{Total DM yield (kg ha}^{-1} \text{ year}^{-1})$ ,  $x = \text{phosphorus fertilization (kg ha}^{-1} \text{ year}^{-1})$ .*

	a	s.e	b	s.e	r <sup>2</sup>
1980–1983:					
90 kg N ha <sup>-1</sup> vuosi <sup>-1</sup>	3556	±385	595	±102	0,30
180 kg N ha <sup>-1</sup> vuosi <sup>-1</sup>	2610	±249	1041	±66	0,76
1986–1989:					
90 kg N ha <sup>-1</sup> vuosi <sup>-1</sup>	947	±166	1094	±52	0,85
180 kg N ha <sup>-1</sup> vuosi <sup>-1</sup>	1052	±209	1490	±66	0,87

$p < 0,0001$  kaikille estimaateille

Liite 2. Ruohon kalium-, kalsium- ja magnesiumpitoisuudet ja ravinnesuhteet eri fosforilannoituksilla sekä ruohon hivenainepitoisuudet.

Appendix 2. Information of mineral content of dried herbage.

**Taulukko 1. Lannoituksen vaikutus ruohon kaliumpitoisuuteen, keskiarvo (g/kg ka) ja keskihajonta.**

Table 1. Effect of treatments on potassium content of dried herbage, mean  $\pm$  s.d. (g/kg DM).

1980-83									
N 90					N 180				
P	Kevätniitto 1st cut		Syysniitto 2nd cut		Kevätniitto 1st cut		Syysniitto 2nd cut		s.d.
	$\bar{x}$	s.d.	$\bar{x}$	s.d.	$\bar{x}$	s.d.	$\bar{x}$	s.d.	
0	22.6	1.6	21.6	3.7	24.8	2.3	23.8	4.8	
30	24.1	1.2	24.0	2.2	24.4	2.6	28.7	2.1	
60	25.4	0.9	24.0	3.0	25.5	3.6	29.2	3.3	
90	24.0	0.5	23.1	1.6	24.2	2.9	28.3	1.7	
120	24.2	0.4	24.6	2.7	25.4	3.0	27.6	2.2	
F-arvo	P-lannoitus		2.94 <sup>ns</sup>				1.29 <sup>ns</sup>		
	Niitto		0.92 <sup>ns</sup>				8.41*		
	P-lannoitus $\times$ niitto		0.27 <sup>ns</sup>				1.15 <sup>ns</sup>		
1985-89									
N 90					N 180				
P	Kevätniitto 1st cut		Syysniitto 2nd cut		Kevätniitto 1st cut		Syysniitto 2nd cut		s.d.
	$\bar{x}$	s.d.	$\bar{x}$	s.d.	$\bar{x}$	s.d.	$\bar{x}$	s.d.	
0	20.6	2.1	17.1	0.9	22.5	6.0	16.7	1.8	
15	22.3	1.5	17.7	2.6	21.8	1.4	19.4	1.9	
30	21.7	3.0	16.9	2.2	20.8	2.1	18.7	2.9	
45	20.8	2.6	17.7	2.9	20.8	3.3	18.0	4.8	
60	20.6	3.4	17.0	2.4	19.0	3.0	17.0	2.3	
F-arvo	P-lannoitus		1.62 <sup>ns</sup>				1.21 <sup>ns</sup>		
	Niitto		29.14 <sup>ns***</sup>				7.88*		
	P-lannoitus $\times$ niitto		0.15 <sup>ns</sup>				0.13 <sup>ns</sup>		

**Taulukko 2. Lannoituksen vaikutus ruohon kalsiumpitoisuuteen, keskiarvo (g/kg ka) ja keskihajonta.**

Table 2. Effect of treatments on calcium content of dried herbage, mean  $\pm$  s.d. (g/kg DM).

		1980-83							
		N 90				N 180			
		Kevätniitto 1st cut		Syysniitto 2nd cut		Kevätniitto 1st cut		Syysniitto 2nd cut	
P		$\bar{x}$	s.d.	$\bar{x}$	s.d.	$\bar{x}$	s.d.	$\bar{x}$	s.d.
0		2.1	0.9	3.3	0.4	2.7	1.1	3.7	0.7
30		2.6	0.6	3.8	0.3	3.6	0.2	4.3	0.4
60		2.8	0.8	3.7	0.4	3.8	0.5	4.0	0.6
90		2.9	0.6	3.7	0.4	3.8	0.6	4.0	0.7
120		2.8	0.5	3.8	0.3	4.0	0.3	4.2	0.6
F-arvo	P-lannoitus					8.44**			
	Niitto					10.41***			
	P-lannoitus $\times$ niitto					11.72***			
						0.14 <sup>ns</sup>			
						1.47 <sup>ns</sup>			

		1985-89							
		N 90				N 180			
		Kevätniitto 1st cut		Syysniitto 2nd cut		Kevätniitto 1st cut		Syysniitto 2nd cut	
P		$\bar{x}$	s.d.	$\bar{x}$	s.d.	$\bar{x}$	s.d.	$\bar{x}$	s.d.
0		1.6	0.5	3.1	0.9	1.9	0.6	2.6	0.5
15		2.4	0.3	4.2	1.2	3.0	0.3	3.4	0.4
30		2.6	0.5	4.3	0.9	3.6	0.5	3.8	0.4
45		2.6	0.4	4.6	1.3	3.6	0.5	3.6	0.3
60		2.6	0.4	4.6	1.3	3.4	0.5	3.6	0.3
F-arvo	P-lannoitus					30.68***			
	Niitto					16.23***			
	P-lannoitus $\times$ niitto					3.53 <sup>ns</sup>			
						0.38 <sup>ns</sup>			
						0.9 <sup>ns</sup>			

**Taulukko 3. Lannoituksen vaikutus ruohon magnesiumipitoisuuteen, keskiarvo (g/kg ka) ja keskihajonta.**

Table 3. Effect of treatments on magnesium content of dried herbage, mean  $\pm$  s.d. (g/kg DM).

1980-83									
P	N 90				N 180				
	Kevätniitto 1st cut		Syysniitto 2nd cut		Kevätniitto 1st cut		Syysniitto 2nd cut		
	$\bar{x}$	s.d.	$\bar{x}$	s.d.	$\bar{x}$	s.d.	$\bar{x}$	s.d.	
0	0.77	0.24	0.84	0.06	1.08	0.40	1.22	0.16	
30	0.94	0.29	0.96	0.14	1.44	0.33	1.64	0.16	
60	0.92	0.35	0.84	0.10	1.46	0.35	1.44	0.20	
90	0.92	0.39	0.87	0.14	1.49	0.50	1.37	0.32	
120	0.92	0.33	0.80	0.08	1.45	0.43	1.37	0.32	
F-arvo	P-lannoitus			5.29*				11.58***	
	* Niitto			0.18 <sup>ns</sup>				1.16 <sup>ns</sup>	
	P-lannoitus $\times$ niitto			0.22 <sup>ns</sup>				0.90 <sup>ns</sup>	

1985-89									
P	N 90				N 180				
	Kevätniitto 1st cut		Syysniitto 2nd cut		Kevätniitto 1st cut		Syysniitto 2nd cut		
	$\bar{x}$	s.d.	$\bar{x}$	s.d.	$\bar{x}$	s.d.	$\bar{x}$	s.d.	
0	0.78	0.13	1.04	0.22	0.99	0.20	1.11	0.16	
15	1.02	0.09	1.16	0.22	1.56	0.34	1.48	0.16	
30	1.02	0.16	1.13	0.13	1.95	0.20	1.70	0.35	
45	1.02	0.10	1.21	0.28	1.98	0.26	1.59	0.41	
60	0.98	0.16	1.08	0.22	1.88	0.39	1.48	0.32	
F-arvo	P-lannoitus			9.69***				11.18***	
	Niitto			5.18*				11.41**	
	P-lannoitus $\times$ niitto			0.19 <sup>ns</sup>				2.03 <sup>ns</sup>	



**Taulukko 4. Lannoituksen vaikutus ruohon K/(Ca + Mg) ekvivalenttisuhteeseen, keskiarvo ja keskihajonta.**

Table 4. Effect of treatments on K/(Ca + Mg) -ratio (ekv. basis) of dried herbage, mean  $\pm$  s.d.

		1980-83							
		N 90				N 180			
P		Kevätniitto 1st cut		Syysniitto 2nd cut		Kevätniitto 1st cut		Syysniitto 2nd cut	
		$\bar{x}$	s.d.	$\bar{x}$	s.d.	$\bar{x}$	s.d.	$\bar{x}$	s.d.
0		3.7	1.0	2.4	0.3	3.0	0.8	2.2	0.4
30		3.1	0.8	2.3	0.2	2.1	0.4	2.1	0.3
60		3.2	0.8	2.4	0.3	2.2	0.4	2.3	0.2
90		2.9	0.7	2.3	0.1	2.0	0.4	2.4	0.4
120		3.0	0.7	2.5	0.2	2.0	0.3	1.7	0.8
F-arvo	P-lannoitus					11.63***			
	Niitto					13.63**			
	P-lannoitus $\times$ niitto					0.45 <sup>ns</sup>			
						10.13**			
						0.11 <sup>ns</sup>			
						3.36*			
		1985-89							
		N 90				N 180			
P		Kevätniitto 1st cut		Syysniitto 2nd cut		Kevätniitto 1st cut		Syysniitto 2nd cut	
		$\bar{x}$	s.d.	$\bar{x}$	s.d.	$\bar{x}$	s.d.	$\bar{x}$	s.d.
0		3.7	0.6	1.9	0.6	3.3	0.4	2.0	0.5
15		2.8	0.1	1.6	0.5	2.0	0.3	1.7	0.3
30		2.6	0.2	1.5	0.4	1.6	0.2	1.5	0.4
45		2.5	0.3	1.4	0.5	1.5	0.2	1.5	0.5
60		2.5	0.3	1.4	0.5	1.5	0.1	1.5	0.3
F-arvo	P-lannoitus					13.9***			
	Niitto					60.46***			
	P-lannoitus $\times$ niitto					0.06 <sup>ns</sup>			
						33.29***			
						4.97*			
						2.45 <sup>ns</sup>			

**Taulukko 5. Lannoituksen vaikutus ruohon K/N-suhteeseen, keskiarvoja keskihajonta.**  
*Table 5. Effect of treatments on K/N-ratio of dried herbage, mean ± s.d.*

1980-83									
N 90					N 180				
P	Kevätniitto 1st cut		Syysniitto 2nd cut		Kevätniitto 1st cut		Syysniitto 2nd cut		s.d.
	$\bar{x}$	s.d.	$\bar{x}$	s.d.	$\bar{x}$	s.d.	$\bar{x}$	s.d.	
0	1.3	0.2	1.2	0.2	1.0	0.1	0.8	0.1	
30	1.6	0.4	1.5	0.1	1.1	0.2	1.2	0.2	
60	1.7	0.4	1.6	0.1	1.1	0.2	1.3	0.2	
90	1.5	0.4	1.6	0.2	1.1	0.2	1.3	0.2	
120	1.5	0.4	1.6	0.1	1.1	0.2	1.3	0.2	
F-arvo	P-lannoitus		4.22*				4.17*		
	Niitto		0.11 <sup>ns</sup>				7.95*		
	P-lannoitus × niitto		0.66 <sup>ns</sup>				4.72*		

1985-89									
N 90					N 180				
P	Kevätniitto 1st cut		Syysniitto 2nd cut		Kevätniitto 1st cut		Syysniitto 2nd cut		s.d.
	$\bar{x}$	s.d.	$\bar{x}$	s.d.	$\bar{x}$	s.d.	$\bar{x}$	s.d.	
0	1.1	0.1	1.0	0.2	0.9	0.2	0.8	0.2	
15	1.6	0.1	1.4	0.3	1.1	0.1	1.1	0.2	
30	1.7	0.2	1.4	0.3	1.0	0.1	1.2	0.2	
45	1.7	0.2	1.4	0.3	1.0	0.2	1.1	0.2	
60	1.7	0.2	1.4	0.3	1.1	0.1	1.1	0.1	
F-arvo	P-lannoitus		25.14***				13.08***		
	Niitto		14.79**				5.3*		
	P-lannoitus × niitto		0.26 <sup>ns</sup>				1.79 <sup>ns</sup>		

**Taulukko 6. Lannoituksen vaikutus ruohon Ca/P -suhteeseen, keskiarvo ja keskihajonta.**

Table 6. Effect of treatments on Ca/P -ratio of dried herbage, mean  $\pm$  s.d.

1980-83									
N 90					N 180				
P	Kevätniitto 1st cut		Syysniitto 2nd cut		Kevätniitto 1st cut		Syysniitto 2nd cut		s.d.
	$\bar{x}$	s.d.	$\bar{x}$	s.d.	$\bar{x}$	s.d.	$\bar{x}$	s.d.	
0	1.57	0.23	2.61	0.70	1.72	0.27	2.58	0.73	
30	1.11	0.24	1.67	0.28	1.25	0.08	1.54	0.10	
60	1.02	0.20	1.51	0.20	1.14	0.20	1.20	0.18	
90	1.04	0.17	1.41	0.14	1.07	0.11	1.10	0.17	
120	0.98	0.10	1.31	0.15	1.09	0.10	1.12	0.10	
F-arvo	P-lannoitus			50.02***				85.84***	
	Niitto			24.76***				6.59*	
	P-lannoitus $\times$ niitto			1.32 <sup>ns</sup>				2.55 <sup>ns</sup>	

1985-89									
N 90					N 180				
P	Kevätniitto 1st cut		Syysniitto 2nd cut		Kevätniitto 1st cut		Syysniitto 2nd cut		s.d.
	$\bar{x}$	s.d.	$\bar{x}$	s.d.	$\bar{x}$	s.d.	$\bar{x}$	s.d.	
0	1.46	0.26	2.78	0.70	1.55	0.32	2.50	0.66	
15	1.30	0.13	2.48	0.98	1.53	0.26	1.84	0.55	
30	1.20	0.19	2.23	0.59	1.21	0.21	1.47	0.26	
45	1.09	0.20	2.19	0.63	1.08	0.16	1.25	0.20	
60	1.10	0.22	2.08	0.55	1.04	0.16	1.27	0.27	
F-arvo	P-lannoitus			4.98***				13.49***	
	Niitto			41.35***				14.29**	
	P-lannoitus $\times$ niitto			0.1 <sup>ns</sup>				1.47ns	

**Taulukko 7. Timotein hivenainepitoisuuksien keskiarvot (mg/kg ka) ja keskihajonnat.**

Table 7. Cu, Fe, Mn and Zn content of dried herbage, mean  $\pm$  s.d.

mg/kg kg	N=90 kg ha <sup>-1</sup> vuosi <sup>-1</sup>				N=180 kg ha <sup>-1</sup> vuosi <sup>-1</sup>			
	Kevätniitto 1st cut		Syysniitto 2nd cut		Kevätniitto 1st cut		Syysniitto 2nd cut	
	$\bar{x}$	s.d.	$\bar{x}$	s.d.	$\bar{x}$	s.d.	$\bar{x}$	s.d.
Cu	4.2	1.6	3.2	0.9	3.8	1.5	3.6	0.9
Fe	183.3	22.9	89.8	11.9	250.5	32.1	183.8	14.6
Mn	105.5	4.3	150.1	27.8	104.2	9.4	124.9	33.7
Zn	28.1	5.1	20.9	1.5	37.6	11.1	27.3	1.8
B	6.6	0.7	6.1	1.2	6.8	0.6	7.3	2.3

## MAATALOUDEN TUTKIMUSKESKUKSEN TIEDOTTEET

(Tiedotteet vuosilta 1983–86 on lueteltu aiempien vuosikertojen numeroissa.)

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 viljelykokeiden tuloksia 1981–1985. 25 p.
7. MUSTONEN, L., PULLI, S., RANTANEN, O. & MATTILA, L. Virallisten lajikekokeiden 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 koristekasvien talvehtiminen talvella 1984–1985. 38 p.
10. VUORINEN, M. & TAKALA, M. Porkkanan ja punajuurikkaan sadetus, typpilannoitus ja kalitus 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.  
TUOVINEN, T. Pihlajanmarjakoin 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 säteilyvalvonta. P. 1–27.  
PAASIKALLIO, A. Radionuklidien siirtyminen viljelykasveihin. P. 28–62.

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 turvemaiden kuparipitoisuus ja sen vaikutus kauran kasvuun astiakokeessa. P. 1–17.  
 JOKINEN, R. & TÄHTINEN, H. Maan kuparipitoisuuden ja happamuuden vaikutus kuparilannoituksella saatuihin kauran satotuloksiin. P. 18–37.  
 JOKINEN, R. & TÄHTINEN, H. Maan pH-luvun ja kuparilannoituksen vaikutus kauran hivenravinnepitoisuuksiin. P. 38–47.  
 JOKINEN, R. & TÄHTINEN, H. Kaura- ja ohralajikkeiden herkkyys kuparin puutteelle ja eri kuparimäärillä saadut tulokset. P. 48–62.  
 JOKINEN, R. & TÄHTINEN, H. Kuparilannoitelajien vertailu astiakokeessa kauralla. P. 63–68.
18. HIIRSALMI, H., JUNNILA, S. & SÄKÖ, J. Ahomansikasta suomalainen viljelylajike. P. 1–8.  
 HIIRSALMI, H., JUNNILA, S. & SÄKÖ, J. Mesimarjan jalostus johtanut tulokseen. P. 9–21.
19. TALVITIE, H., HIIVOLA, S-L. & JÄRVI, A. Satojen ja satovahinkojen arviointitutkimus. 87 p.
20. KEMPPAINEN, R. Puna-apilan ympärys Rhizobium-bakteerilla. *Inoculation of red clover by Rhizobium strain.* 24 p.
21. LAMPILA, M., VÄÄTÄINEN, H. & ALASPÄÄ, M. Korsirehujen vertailu kasvavien ayrshiresonnien ruokinnassa. *Comparison of forages in the feeding of growing ayrshire bulls.* P. 1–40.  
 ARONEN, I., HEPOLA, H., ALASPÄÄ, M. & LAMPILA, M. Erisuuriset väkirehuannokset kasvavien ayrshiresonnien olkiruokinnassa. *Different levels of concentrate supply in straw-based feeding of growing ayrshire bulls.* P. 41–66.  
 ARONEN, I., ALASPÄÄ, M., HEPOLA, H. & LAMPILA, M. Bentsoehappo säilörehun valmistuksessa. *Benzoic acid as silage preservative.* 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.
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.

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.  
— Kevätviljaherbisidit Rikkahävite KH 10/77, KH 2/83 ja Ipatril. 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.  
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. + 6 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. & MATILA, 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 kevätiljojen siemenen orastumiskokeet. P. 1–17.  
RANTANEN, O. & SOLANTIE, R. Uusi peltoviljelyn alue- ja vyöhykejakoehdotus. P. 18–31.
17. RAHKONEN, A. & ESALA, M. Kevätviljojen ja -öljykasvien kylvöaika. 72 p.
18. JUNNILA, S. Perunaherbisidejä tehokkuustarkastuksessa. P. 1–15.  
JUNNILA, S. Lehvästön hävitys herneellä ja öljykasveilla. P. 16–24.
19. KEMPPAINEN, E. Didinin (disyandiamidi) vaikutus naudan lietelannan tehoon ohran lannoitteena. 35 p.

20. ETTALA, E. & VIRTANEN, E. Ayrshiren, friisiläisen ja suomenkarjan vertailu vasikka- ja hie-  
hokaudella säilörehu-vilja- ja heinä-vilja-urea-ruokinnalla. 92 p.
21. PITKÄNEN, J., ELONEN, P., KANGASMÄKI, T., KÖYLIJÄRVI, J., TALVITIE, H., VIRRI, K. &  
VUORINEN, M. Aurattoman viljelyn vaikutukset kevätiljosten satoon ja laatuun: kuuden koe-  
vuoden tulokset. *Summary: Effects of ploughless tillage on yield and quality of cereals: re-  
sults after six years.* P. 1–61.  
PITKÄNEN, J. Aurattoman viljelyn vaikutukset maan fysikaalisiin ominaisuuksiin ja maan vil-  
javuuteen. *Summary: Effects of ploughless tillage on physical and chemical properties of  
soil.* P. 62–167.
22. KÄNKÄNEN, H. & KONTTURI, M. Kylvötiheyden vaikutus lehtityypiltään erilaisten hernei-  
den sadon muodostumiseen. 69 p.

### 1989

1. Tiivistelmiä MTTK:n tutkimuksista. 23 p.
2. MUSTONEN, L., RANTANEN, O., NIEMELÄINEN, O., PAHKALA, K. & KONTTURI, M. Virallisten  
lajikekokeiden tuloksia 1981-1988. 147 p. + 8 liitettä.
3. VUORINEN, M. Turvemaan kaliumlannoitus. 17 p.
4. TAKALA, M. Saderiskien ja korjuutappioiden vähentämismahdollisuuksista 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-Suo-  
messä 1979–85. 20 p. + 2 liitettä.
9. RUOTSALAINEN, S. Marjikasvien tervetäimituotanto ja sen merkitys Suomessa. 57 p.
10. UUSI-KÄMPPÄ, J. Vesistöjen suojaaminen rantapeltojen valumilta. 66 p.
11. Öljykasvien viljelyn edistäminen. Yhteistutkimuksen tuloksia vuosilta 1985–1988. 95 p. Toi-  
mittanut KATRI PAHKALA.
12. JUHANOJA, S. Juurrutushormonien käyttö vesiviikunan *Ficus pumila* L. pistokkaiden juuru-  
tuksessa. 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 lisäys. P. 35–38.
14. JOKI-TOKOLA, E. Väkiheinä ja säilörehut lihanautojen ruokintakokeissa. 46 p.



15. MÄKELÄ, K. Kesäkukkien kauppasiemenen 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. *Plasmacytosis försämras avelsresultatet och valparnas tidiga tillväxt hos mink. Plasmacytosis impairs breeding result and early kit growth in the mink.* P. 1–17.  
ROUVINEN, K. Erilaisten 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 vaikutusjätevesilietteiden ominaisuuksiin sekä käyttöarvoon lannoitteena ja maanparannusaineena. 54 p.
19. JÄRVI, A. Typpilannoitus ja kasvuston CCC-käsittely timotein siemennurmilla. P. 1–24.  
JÄRVI, A. Timotein siemennurmen typpilannoitus, riviväli ja siemenmäärä. P. 26–48.  
JÄRVI, A. 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.
23. TOIVONEN, V. & LAMPILA, M. Juurikassäilörehu ohran korvaajana kasvavien aysonnien säilörehuvaltaisessa ruokinnassa. P. 2–43.  
TOIVONEN, V. & LAMPILA, M. Naattinauriin juurisäilörehu ohran korvaajana kasvavien aysonnien säilörehuvaltaisessa ruokinnassa. P. 44–66.

## 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. & TALVITIE, H. Oma-varaisen 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. Pitkääikäisen säilörehunurmen kaliumlannoitus heikosti kaliumia pidättävillä mailla. 59 p.
10. AURA, E. Salaojien toimivuus savimaassa. 93 p.
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. P. 1–24  
JUHANOJA, S. Morsiusharson kaksivuotinen lasinalaisviljely. P. 25–32.  
JUHANOJA, S. Pikkusipulikukkien leikkoviljely kasvihuoneessa. P. 33–37.

## 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-kevättrypsi. 20 p. + 1 liite.
4. KEMPPAINEN, E. & VUORINEN, M. Maanparannusaineiden vertailu kenttäkokeessa. (Sotkamon maanparannuskoe). 22 p.
5. YLÄRANTA, T. Maataloustuotannon vaikutus kasvihuoneilmiöön 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.
16. NIEMELÄINEN, O., HUUSELA-VEISTOLA, E. NISSINEN, O. & TALVITIE, H. Nurmikkosiemen-seosten menestyminen eri tavoin kunnostetulla kasvualustalla. 51 p., 5 liitettä.
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-Kai nuussa. 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. Desinfiointiaineiden 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 ruokintakoetuloksia 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 tuorerehukasvien 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 hieho-lehmät. 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. Pikkuvasikoiden ruokintakoetuloksia 1990–91. 57 p. + 1 liite.  
KOSSILA, V., ARONEN, I., TOIVONEN, V. & SAIRANEN, S. Korsirehun korjuuasteen vaikutus pikkuvasikoiden 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 vasikoilla. P. 21–40.  
KOSSILA, V., ARONEN, I., SAIRANEN, S. & NOUSIAINEN, J. Probiottien vaikutus pikkuvasikoiden kasvuun, rehunkulutukseen ja terveyteen. Eri suoliston osiin vaikuttavien probioottien yhdysvaikutus. P. 41–57.  
Toimittaneet VAPPU KOSSILA & SILJA SAIRANEN.
15. NISSILÄ, 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 julkaisuisista. 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. S-L. RINNE, 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. Kasvintuotannon osaraportti esitutkimukseen "Energian tuottaminen elintarviketuotannosta vapautuvalle 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.
10. URONEN, K.R., TAHVONEN, R., JOKINEN, R. & BARTOSIK, M-L. Kasvualustan johtokyvyn vaikutus vaikutus turpeessa viljellyn tomaatin satoon ja sadon laatuun. (*Summary; Sammanfattning.*) 34 p. + 3 liitettä.

**JAKELU: MAATALOUDEN TUTKIMUSKESKUS**  
Kirjasto  
31600 JOKIOINEN  
puh. (916) 1881, telekopio (916) 188 339

**HINTA: 50 mk**