

**MAATALOUDEN TUTKIMUSKESKUS**

**SATA-HÄMEEN KOEASEMAN TIEDOTE N:o 5**

---

**Kalle Rinne ja Sirkka-Liisa Rinne**

**FOSFORILANNOITUSKOEITTEN TULOKSIA**

---

**MOUHIJÄRVI 1982**

ISSN 0357-9077

Kalle Rinne ja Sirkka-Liisa Rinne  
FOSFORILANNOITUSKOKKEITTEN TULOKSIA

SISÄLTÖ:

TIIVISTELMÄ	1
JOHDANTO	2
AINEISTO JA MENETELMÄT	4
TULOKSET	
Suojaviljan fosforilannoitus ja jälkivaikutus nurmen satoon	7
Niittonurmen fosforilannoitus	11
Kauran fosforilannoitus	12
Fosforin porraskokeet	13
TULOSTEN TARKASTELU	14
KIRJALLISUUS	19
PIIRROKSET JA TAULUKOT	20

## TIIVISTELMÄ

Fosforilannoituksen vaikutusta suojaviljan satoon, jälkivaikutusta nurmella, sekä fosforilannoitusta niitonurmella, kauralla ja ohralla tutkittiin 1970 luvulla Sata-Hämeen koeasemalla 22 kokeessa (15 vilja- ja 27 nurmivuotta) hiesumaalla.

Fosfori lisäsi suojaviljan satoa merkitsevästi ainoastaan sään puolesta edullisina ja pitkinä kasvukausina. Keskimääräinen ohrasadon lisäys 200 kilolla superfosfaattia (17 kg P) oli 9% (180 kg/ha). Kaksinkertaisella fosforimäärällä saatiin 11% (216 kg/ha) ja nelinkertaisella 27% (531 kg/ha) sadonlisäys. Nostettaessa fosforilannoitusta 200 kilosta ei suojaviljalla saatu lannoitekustannusten lisäystä kattavaa sadonlisäystä. Kun otetaan huomioon jälkivaikutus, taloudellinen tulos oli kaikilla fosforilannoitemäärillä hyvä. Jälkivaikutus kolmena vuotena yhteensä oli 200 kilolla superfosfaattia 430 kg/ha, 400 kilolla 860 kg/ha ja 800 kilolla 1030 kg/ha lisäystä heinän kuiva-ainesadossa ilman fosforia olleeseen koejäseneseen verrattuna.

Niittonurmen satoa fosforilannoitus lisäsi useimmissa kokeissa merkitsevästi, mutta sadonlisäyksen arvo ei 200 kg/ha superfosfaattia ylittävällä lannoitemäärällä peittänyt lisälannoitekustannusta. Koska kaikissa kokeissa kasveille käyttökelpoisen fosforin määrä maassa lisääntyi runsaalla fosforilannoituksella merkitsevästi, nousee kannattavan fosforilannoituksen raja. Seuraavat kasvit viljelykierrossa voivat käyttää tätä fosforia hyväkseen.

Uusissa neljä vuotta jatkuneissa fosforin porraskokeissa (0, 15, 30, 45 ja 60 kg/P) ohran fosforilannoitus antoi keskimäärin 30 kiloon asti fosforia (345 kg superfosfaattia) sadonlisäyksen, jonka arvo peitti lisälannoitekustannuksen. Nurmella vastaava määrä oli pienempi.

## JOHDANTO

Suomessa on fosforilannoitteita käytetty suhteellisen runsaasti. Suurimmillaan käyttö oli 1970-luvun loppuvuosina, josta se on jonkinverran vähentynyt, mutta on edelleenkin huomattavasti runsaampaa, sadot huomioonottaen, kuin esimerkiksi muissa Pohjoismaissa. Pirkanmaalla käytettiin vuonna 1979-80 fosforia keskimäärin 21,7 kg, kun vastaava luku koko maassa oli 27,5 kg/ha. Viimeksimainittu määrä vastaa n. 250 kg superfosfaattia. Samana aikana keskimääräinen viljasato Pirkanmaalla oli 2400 kg/ha ja nurmien kuiva-ainesato 3950 kg/ha. Kun viljan fosforipitoisuus on noin 0,4% ja nurmen 0,25%, poistui sadon mukana fosforia noin 10 kg vuodessa eli vajaa puolet lannoitteena annetusta. Kaikki annettu fosfori ei kuitenkaan ole kasvien käytettävissä, vaan jopa 70-90% siitä sitoutuu maahan vaikealiukoiseen muotoon (KORKMAN 1978). Lannoitteiden korkean hinnan takia on kuitenkin syytä tarkistaa nykyisiä käyttömääriä taloudelliseen lannoitukseen pääsemiseksi.

Lannoituksen vaikutus satoon on luonnollisesti sitä suurempi, mitä vähemmän ravinteita maassa on. Tämä on tullut selvästi esiin mm. Paikalliskoetoimiston kokeissa (SIPPOLA 1980), joissa fosforilannoituksen satoa lisäävä vaikutus oli suurin viljavuudeltaan huonoilla mailla, ja sadonlisäykset pienenevät viljavuusluokan parantuesssa. Huonoimmat sadonlisäykset näissä kokeissa saatiin savimailla, joilla myös viljavuusluokkien väliset erot olivat huomattavasti pienemmät kuin karkeilla kivennäismailla ja eloperäisillä mailla. Myös JAAKKOLAN (1980) kolmivuotisissa viljan lannoituskokeissa saatiin hiesulla vain 3% sadonlisäys 40 kilolla fosforia, kun lisäys

kaikilla maalajeilla oli keskimäärin 7%. Lounais-Suomen koeaseman kokeessa savimaalla ei saatu merkitsevää sadonlisäystä lisättäessä fosforilannoitusta 200 kilosta 800 kiloon (KÖYLIJÄRVI 1978). Samanlaiset tulokset saatiin Keski-Suomen koeasemalla hiesulla suoritetussa kokeessa (JAAKKOLA ym. 1975). Maassa olevan fosforin määrä lisääntyi kuitenkin runsaasti kaikissa kokeissa suuremmalla fosfaattimäärällä. Paikalliskoetoimiston kokeissa fosforilannoituksen vaikutus oli viljalla selvästi parempi kuin nurmella. Ohrasta saatiin 200 ja 400 kilolla superfosfaattia viljavuusluokassa "välttävä" keskimäärin 11-12% sadonlisäys.

Sata-Hämeen koeaseman kokeiden perusteella oli 1950-luvulla saatu sellainen käsitys, että fosforilannoituksen vaikutus oli koeaseman pelloilla niin viljoilla kuin nurmillakin hyvin vähäinen. Myöhemmin todettiin kuitenkin laidunnurmen lannoituskokeiden yhteydessä, että fosforilla oli selvä vaikutus. Tulosten mukaan 26 kg fosforia hehtaarille oli sopiva määrä laitumen vuotuislannoitukseksi (LAINE 1971). Myöhemmin järjestettiin uusia koesarjoja, joissa selvitettiin fosforilannoituksen vaikutusta myös suojaviljaan ja jälkivaikutusta nurmeen. Vuodesta 1969 lähtien on perustettu kaikkiaan 22 fosforilannoituskoetta, joista korjattiin 42 satoa. Näistä oli suojaviljakokeita kahdeksan, joista viidessä seurattiin kolmen vuoden ajan fosforin jälkivaikutusta nurmeen. Neljässä osin kolmivuotisessa kokeessa tutkittiin fosforin vaikutusta niittonurmeen ja kolmessa kauraan. Osa tuloksista on julkaistu (RINNE 1978). Vuonna 1978 aloitettiin koeasemalla Maanviljelyskemian ja -fysiikan laitoksen johtamat fosforin porraskokeet, joista tässä esitetään neljän vuoden tulokset viljasta ja kolmen vuoden tulokset nurmesta.

## AINEISTO JA MENETELMÄ

Suojaviljakokeita perustettiin vuosina 1968-1975 kaikkiaan kahdeksan, joista fosforin jälkivaikutusta seurattiin kolmena vuotena viidessä kokeessa. Kolmessa kokeessa nurmi orastui niin huonosti, että koe jouduttiin lopettamaan kesken. Maalaji oli kaikissa kokeissa hiesusavea lukuunottamatta koetta n:o 11, jossa se oli hietaista hiesua. Maan ravinnepitoisuudet tutkittiin ainoastaan sadonkorjuun jälkeen, mutta aikaisempien tietojen ja viereisiltä alueilta tehtyjen analyysien perusteella koalue kuului viljavuudeltaan lähinnä fosforiluokkaan välttävä (3-6 mg fosforia litrassa maata). Suojaviljana oli Pirkkaohra (200 kg/ha). Ruutujen pinta-ala oli 30m<sup>2</sup> ja kerranteita 4. Nurmiem siemenseokset ovat taulukossa 1 (s.25).

koe no	suojavilja	jälkivaikutus nurmeen
1	1968	1969, 1970, 1971
2	1969	
3	1970	
4	1971	1972, 1973, 1974
5	1972	1973, 1974, 1975
6	1973	
7	1974 1)	1975, 1976, 1977
8	1975	1976, 1977, 1978
	nurmi	
9	1969	
10	1970, 1971	
11	1972, 1973, 1974	
12	1973, 1974, 1975	
	kaura	
13	1969	
14	1970	
15	1971	
	ohra	
16	1978	} uudet porraskokeet
17	1979	
18	1980	
19	1981 (kaura)	
	nurmi	
20	1979	
21	1980	
22	1981	

1) Suojaviljan satoa ei mitattu

Neljässä kokeessa verrattiin fosforin vaikutusta kolme kertaa kesässä niitettävillä nurmilla vuosina 1969-1975. Kaksi ensimmäistä koetta perustettiin vanhaan nurmeen, joissa maa fosforitasoltaan kuului viljavuusluokkaan tyydyttävä (6-15 mg/l). Kaksi jälkimmäistä koetta perustettiin suojaviljaan (Pomo-ohra). Vanhoissa nurmissa heinien osuus kasvilajeista oli 75-78% koetta perustettaessa. Fosforilannoituksen vaikutusta kauraan (Sisu) selvitettiin kolmessa kokeessa. Kauran siemenmäärä oli noin 220 kg/ha.

#### Koetekijät

Superfosfaattia (Psf) kg/ha	Fosforia (P) kg/ha
0	0
200	17
400	35
800	70

Porraskokeet s. 13

#### Lannoitus

Koealueet kalkittiin 3,5 tonnilla kalkkikivijauhetta hehtaarille. Lannoitteet levitettiin pintaan. Typpi- ja kalilannoitus oli 400 kg/ha oulunsalpietaria ja 300 kg/ha 60% kalisuolaa (100kg N ja 180kg K). Fosforin jälkivaikutusta seurattaessa ja nurmen fosforilannoituskokeissa annettiin nurmelle 1200 kg/ha oulunsalpietaria ja 200 kg/ha kalia. Kauran fosforilannoituskokeessa muu lannoitus oli 300 kg/ha K60 ja 400 kg/ha oulunsalpietaria sekä vuoden 1970 sadolle pihatolantaa edellisenä syksynä 30 tn/ha.

### Analyysit

Suojaviljasta ja kaurasta määritettiin jyvä- ja olkisato, korren pituus, hehtolitraino, 1000 jyvän paino, tuleentumisaste (kosteus) ja tuleentumisen tasaisuus (vihannan kasvuston osuus).

Suojaviljan korjuun jälkeen otettiin maanäytteet ja määritettiin niistä happamuus ja ravinnepitoisuus viljavuustutkimuksessa käytettävillä menetelmillä.

Nurmisadot punnittiin tuoreena ruuduittain. Koejäsenittäin otetuista näytteistä määritettiin kuiva-ainepitoisuus ja vuodesta 1976 lähtien myös raakavalkuais-, raakakuitu- ja tuhkapitoisuus sekä makroravinteet (P, K, Ca, Mg). Kasvilajianalyysit tehtiin koejäsenittäin kaikista nurmisadoista.

### Sää

Poutakaudet olivat tyypillisiä alkukesän säätilalle useimpina koevuosina (taul. 2, s.25 ). Vuosina 1972 ja 1974 kasvukaudet olivat edulliset ja pitkät. Ensinmainittuna vuotena lämmin ja sateinen loppukesä edisti erikoisesti nurmen kasvua. Poikkeuksellisen kuivasta keskikesästä v. 1973 kärsi varsinkin suojavilja. Vuonna 1975 lämmin ja sateinen varhaiskevät ja syksy korvasivat erittäin kylmien ja kuivien kesäkuukausien heikkoa nurmen kasvua. Seuraavina vuosina säätila oli hyvin vaihteleva, mutta kesä-heinäkuun sateet olivat yleensä runsaammat kuin aikaisempina vuosina.



TULOKSET

Suojaviljan fosforilannoitus ja jälkivaikutus nurmen satoon

Jyväsato (taul. 3.)

Satotaso vaihteli huomattavasti kesän sääsuhteiden mukaan. Ensimmäisinä vuosina alkukesän pitkät poudat alensivat satotasoa. Vuoden 1973 (koe 6) poikkeuksellisen kuiva loppukesä tuleennutti suojaviljan keskenkasvuisena ja tuhosi nurmen oraan. Seuraavana vuonna heinäkuun sateet edistivät suojaviljan kehitystä ja satotaso muodostui korkeaksi. Fosforilannoituksella saadut sadonlisäykset vaihtelivat hyvin paljon. Vain edullisina ja pitkinä kasvukausina 1972 ja 1974 (kokeet 5 ja 7) lisäykset olivat merkitsevät. Koska sadonlisäystä miltei poikkeuksetta kuitenkin jokaisessa kokeessa saatiin, suurimman fosforimäärän vaikutus oli keskimäärin kaikissa kokeissa merkitsevä. 200 kg superfosfaattia hehtaarille antoi 9% (180 kg/ha) sadonlisäystä, 400 kg Psf 11% (216 kg/ha) ja 800 kg Psf 27% (531 kg/ha).

Taul. 3. Fosforin vaikutus suojaviljan satoon. Ohra-sadot kg/ha (85%). Koejäsen 0=100.

Koe	1	2	3	4	5	6	7	1-7
Psf								
0	<u>1980</u>	<u>1053</u>	<u>2210</u>	<u>2450</u>	<u>1870</u>	<u>700</u>	<u>3500</u>	<u>1966</u>
200	99	120	102	111	124	109	108	109
400	106	115	105	113	142	107	101	111
800	135	128	106	124	165	157	111	127
F	-	-	-	-	xx	-	xx	xxx

Olkisato (taul. 4.)

Fosforilannoituksen vaikutus olkisatoon oli samansuuntainen, mutta vähäisempi kuin jyväsatoon. Keskimäärin kaikissa kokeissa vain suurin fosforimäärä lisäsi ohran olkisatoa tilastollisesti merkitsevästi.

Taul. 4. Fosforin vaikutus suojaviljan olkisatoon.  
Olkisato, kg/ha ilmakeivää. Koejäsen 0=100.

Psf	Koe 1	2	3	4	5	6	7	1-7
0	<u>2248</u>	<u>1023</u>	<u>3590</u>	<u>3060</u>	<u>3320</u>	<u>1600</u>	<u>5380</u>	<u>2890</u>
200	100	111	94	108	120	101	104	105
400	109	126	92	105	120	131	101	108
800	112	155	97	117	117	143	101	113
							F	x

Sadon laatu (taul. 5. s. 26)

Suurin fosforimäärä vähensi merkitsevästi vihannan kasvuston osuutta tuleentuneessa suojaviljassa ja nosti merkitsevästi tuhannen jyvän painoa ja korren pituutta. Hehtolitrainoon fosforilla ei ollut vaikutusta. Viljan puintikosteus aleni fosforilannoitusta lisättäessä, mutta muutokset eivät olleet merkitseviä.

Vaikutus maahan

Maanäytteitä ei otettu ennen kokeitten aloittamista vaan vasta kokeen loputtua. Näinollen ei tiedetä eri ravinteiden lähtötasoja. Kun kuitenkin voidaan olettaa, että koealueet ovat olleet tasalaatuisia koetta aloitettaessa, nähdään lopputilanteesta, miten eri koejäsenet ovat vaikuttaneet maan ravinnepitoisuuksiin ja happamuuteen (taulukko 6., s.27). Fosforilannoituksen suuretessa

maan happamuus lisääntyi hiukan, mutta ei merkitsevästi. Fosforipitoisuuksilla sensijaan oli merkitsevä ero kaikkien lannoitustasojen välillä. Kun fosforia 200 kilon superfosfaattilannoituksella oli maassa 5,6 mg/l, olivat vastaavat luvut 400 ja 800 kilon lannoituksilla 6,7 ja 7,8 mg/l. Vaihtuvan kaliumin määrä oli eniten fosforia saaneilla ruuduilla merkitsevästi alempi kuin muilla. Kalsiumissa ja magnesiumissa ei ollut merkitseviä eroja.

### Fosforin jälkivaikutus

#### Nurmisadot (taulukko 7., s.28)

Suojaviljan fosforilannoituksen jälkivaikutusta seurattiin kolmen vuoden ajan kolme kertaa kesässä niitettävillä nurmilla. Merkitsevä jälkivaikutus todettiin kolmena vuotena viidestätoista. Niissä kokeissa, joissa fosfori lisäsi merkitsevästi suojaviljan satoa ja siten ilmeisesti käytti annetun fosforin ja muut lannoitteet hyväkseen (kokeet 5 ja 7), fosforin jälkivaikutusta ei ollut tai se oli negatiivinen. Merkitsevä jälkivaikutus sekä 1. että 2. vuoden nurmeen oli fosforilla kokeessa 4, jossa suojaviljan jälkeen vertailuruudun fosforiluku oli alhainen ja liukoisen fosforin määrä maassa oli noussut jyrkästi fosforilannoitustasoa nostettaessa. Fosforin jälkivaikutus kesti muilla paitsi suurimmalla fosforimäärällä kaksi vuotta, ja oli keskimäärin kaikissa kokeissa seuraava:

Ensimmäisenä vuotena saatiin 200 kilolla superfosfaattia keskimäärin 3% (180 kg/ha) sadonlisäys. 400 kilolla se oli 9% (540 kg/ha) ja suurimmalla fosforimäärällä 6% (360 kg/ha). Toisena vuotena vastaavat sadonlisät

olivat 3%, 4% ja 6%. Kolmantena vuotena jälkivaikutusta oli enää suurimmalla määrällä (5%). Yhteensä jälkivaikutus oli kolmena vuotena 200 kilolla superfosfaattia 430 kg/ha kuiva-ainetta, 400 kilolla 860 kg/ha ja 800 kilolla 1030 kg/ha.

#### Nurmisadon laatu (taulukot 8. ja 9., s.29 ja 30)

Sadon kemiallinen koostumus selvitettiin vuodesta 1976 lähtien. Vaihtelut olivat erittäin suuria. Vuodenaajoista johtuvat erot, kuten ensimmäisten satojen alhainen magnesiumpitoisuus, olivat selvimmät. Sensijaan fosforilannoituksen jälkivaikutusta, joka ei ollut merkittävä näitten kokeitten sadoissa, ei näkynyt myöskään sadon laadussa. Ainoastaan suurin fosforimäärä nosti useimmiten sadon fosforipitoisuutta.

#### Kasvilajiston kehitys

Ensimmäisessä kokeessa timotei ja nurminata hävisivät kolmannen vuoden aikana täysin (kuva 2., s.21). Fosforilannoituksella ei siinä ollut vaikutusta kasvilajiston kehitykseen. Kokeissa 4. ja 5. timotei ja nurminata olivat valtakasveina vielä kolmantena vuotena puna-apilan osuuden pienentyessä (kuvat 3. ja 4. s.22, 23). Fosforilannoitus näytti kokeessa 4. hiukan edistävän nurminadan viihtymistä. Muissakin tutkimuksissa on nurminadan todettu hyötyvän fosforilannoituksesta (RAATIKAINEN, M. ja RAATIKAINEN, T. 1975). Kasvilajiston kehitys oli nurmen iän kasvaessa erilainen eri kokeissa, mutta fosforilannoituksen vaikutus siihen vähäinen (kuva 5. s. 24).

Kokeessa 7. (taulukko 10. s. 31) kylvetyn kasvin osuus oli ensimmäisenä vuotena 89-91%, toisena 94-97% ja kolmantena vielä 71-84%. Fosforilannoituksella ei ollut selvää vaikutusta. Kokeessa 8. (taulukko 11. s. 32) oli ensimmäisen vuoden keväällä runsaasti saunakukkaa varsinkin 0- ja 200 Psf-ruuduilla. Myöhemmin lisäytyi kylvetyn kasvin osuus ja se oli kolmantena vuotena jo 88-98%. Erot koejäsenten välillä olivat pienet tässäkin kokeessa.

### Niittonurmen fosforilannoitus

#### Nurmisadot (taulukko 12 s. 33)

Fosforilannoituksen vaikutus nurmilla oli selvempi kuin suojaviljalla. Fosfori lisäsi kuiva-ainesatoa merkittävästi seitsemänä vuotena yhdeksästä. Pienimmät sadonlisäykset saatiin vanhoihin nurmiin perustetuilta kokeilta, joilla kokeen jälkeen liukoisen fosforin määrä maassa oli tyydyttävällä tasolla vertailuruuduillakin. Suurimmat sadonlisäykset saatiin uusilta nurmilta, joilla liukoisen fosforin määrä maassa oli alhaisempi.

Fosforilannoituksen edulliseen vaikutukseen ja korkeaan satotasoon lienevät osaltaan vaikuttaneet koekauden edulliset säät. 200 kilon fosfaattimäärän antama sadonlisäys vaihteli 150 kilosta 1500 kiloon kuiva-ainetta. Keskimäärin kaikissa nurmikokeissa se antoi 8% (550 kg) sadonlisäyksen, 400 kiloa superfosfaattia antoi 10% (680 kg) ja 800 kiloa 13% (900 kg) sadonlisän. Suurimman fosforimäärän antama sadonlisäys oli siis vain n. 1,6 kertainen pienimpään verrattuna, vaikka ero lannoitemäärässä oli nelinkertainen.

### Vaikutus maahan

Sadonkorjuun jälkeen tehtyjen analyysien mukaan (taulukko 13., s. 34) suurimmat fosforimäärät lisäsivät maan happamuutta 0,1-0,2 pH-yksikön verran. Fosforia kertyi maahan runsaasti. Liukoisen fosforin määrä maassa kokeen jälkeen oli kaikissa kokeissa keskimäärin:

superfosfaattia, kg/ha	0	200	400	800
liukoista fosforia maassa, mg/l	9,8	11,7	12,9	16,4

### Kasvilajiston kehitys

Kasvilajikoostumukseen fosforilannoituksella ei ollut näissäkään kokeissa selvää suuntaa (taulukko 14. ja 15. s. 35-36). Nurminadan viihtymiseen fosforilla näytti kuitenkin olevan edullinen vaikutus, kuten fosforin jälkivaikutus nurmeen jo myös osoitti.

### Kauran fosforilannoitus (taul. 16. s. 37)

Poikkeuksellisen kuivan alkukesän takia kaurasadot jäivät ensimmäisessä kokeessa noin 1000 kg normaalia heikkommiksi. Toisessa kokeessa taas sato oli pääasiassa heinäkuun sateiden aiheuttamasta jälkiversonnasta. Kolmannessakin kokeessa kuiva alkukesä heikensi orastumista. Näissä olosuhteissa fosforilannoituksen vaikutus kauran satoon oli erittäin vaihteleva. Keskimäärin kaikissa kokeissa 200 kg superfosfaattia lisäsi jyväsatoa 4% (80 kg), 400 kg lisäsi sitä 8% (150 kg) ja 800 kg 10% (200 kg). Fosforilannoituksen vaikutus sadon laatuun oli samansuuntainen kuin suojaviljakokeissa. Se lisäsi korren pituutta ja lakoprosenttia, mutta

vähensi vihannan kasvuston osuutta. Liukoisen fosforin määrä maassa lisääntyi selvästi kaikissa kokeissa, keskimäärin 5,0 mg/l:sta 7,0 mg/l:aan.

#### Fosforin porraskokeet (taulukko 17. s. 38)

Vuonna 1978 aloitettiin koeasemalla Maanviljelyskemian ja -fysiikan laitoksen johtamat uudet fosforin porraskokeet viljalla ja nurmella. Niissä fosforimäärä lisääntyi tasavälein (0, 15, 30, 45 ja 60 kg P/ha). Ensimmäisessä kokeessa ohra oli nurmen suojaviljana. Vuosien väliset satoerot olivat suuret. Esimerkiksi vuoden 1980 ohrasato oli vain neljännes vuoden 1978 sadosta. Ilman fosforilannoitusta vuonna 1978 sato oli 5500 kg/ha, eikä fosforia lisäämällä saatu merkittävästi suurempaa satoa. Huonona vuotena fosforilannoitus lisäsi satoa eniten. Kolmen vuoden keskimääräiset tulokset olivat samansuuntaiset kuin ennemminkin. Sadonlisäykset eri fosforilannoitusportailta olivat ilman fosforia olleeseen koejäseneseen verrattuna 243, 363, 413 ja 467 kg/ha. Vuonna 1981 oli koekasvina kaura. Fosforilannoitus ei vaikuttanut sen satoon.

Kolmivuotisessa kokeessa nurmella saatiin suurin sadonlisäys (8%) pienimmällä fosforimäärällä.

Kahden ensimmäisen vuoden ohra ja nurmisatojen typpi- ja kivennäispitoisuuteen fosforilannoituksella ei ollut selvää vaikutusta (taulukko 18 ja 19). Toisen vuoden nurmisadon fosforipitoisuus lisääntyi jonkin verran fosforimäärää lisättäessä, mutta niittojen ja vuosien väliset erot olivat huomattavasti tätä muutosta suuremmat.

## TULOSTEN TARKASTELU

Sen, onko jokin lannoituksella saatu sadonlisäys ollut taloudellisesti kannattavaa, ratkaisee lannoitteen ja satotuotteen hintasuhde. Koska lannoitustyöstä aiheutuvat kustannukset eivät juuri kasva lannoitemäärää lisättäessä, on lisätyn lannoituksen taloudellisuutta arvioitaessa otettu yleensä huomioon vain lannoitekustannus.

Esimerkiksi fosforin ja ohran hintasuhde on kymmenen viikoksi kuluneen vuoden aikana vaihdellut. Kun suhde 1970-luvun alussa oli 4,7, se oli vuosikymmenen lopulla lähes 9, eli ohrakilolla on saanut yhä vähemmän fosforia. Vuoden 1981 maataloustuloratkaisu muutti kuitenkin suhdetta hiukan edullisempaan suuntaan. Suhde oli sen jälkeen 6,6, mikä vastaa suunnilleen vuoden 1975 tasoa. Samalla nousi kannattava fosforilannoituksen raja.

Kun Paikalliskoetoimiston kokeitten perusteella tehtiin arvioita kannattavuudesta, oli fosforin ja ohran hintasuhde 8. Fosforilannoitus oli silloin kannattavaa vain kahdessa alimmassa viljavuusluokassa (SIPPOLA 1978). Kannattavin määrä fosforia oli viljoilla 26 kg P fosforiluokassa "huono" ja 15 kg luokassa "huononlainen". Nurmilla sadonlisäyksen arvo jäi lannoitekustannuksia pienemmäksi kaikissa viljavuusluokissa. Vuoden 1979 hintasuhtein taloudellisesti edullisimmat määrät olivat jo keskimäärin alemmat kuin lannoitussuosituksset ja jopa pienemmät kuin satojen mukana maasta poistuneet fosforimäärät, jos maan ravinnetila oli hyvä (SIPPOLA 1980).



Sata-Hämeen koeasemalla ohrasta 200 ja 400 kilolla superfosfaattia saadut sadonlisäykset vastaavat SIP-POLAN (1980) Paikalliskoetoimiston kokeista laskelmia sadonlisäyksiä vastaavassa viljavuusluokassa savimail-la. Alentunut fosforin ja ohran hintasuhde, hiesulla saadut hyvät sadonlisäykset, hyvä jälkivaikutus ja uusissa kokeissa sijoituslannoitus antavat fosforilannoituksesta tällä hetkellä paremman kuvan kuin aikaisemmat arviot, joiden mukaan 400 kilolla superfosfaattia saadun sadonlisäyksen arvo jäi selvästi alle lannoitekustannuksen. Ohran perushinta oli vuoden 1981 lopulla 1,28 mk ja superfosfaatin hinta 0,765 mk (8,50 mk/kg P), joten ohran ja fosforin hintasuhde oli 6,6 eli vuoden 1975 tasolla.

Kun suojaviljalle annettiin 200 kg/ha (17 kg P) superfosfaattia, saatiin kaikissa kokeissa keskimäärin 230 markan arvoinen sadonlisä ilman fosforia olleeseen koejäseneseen verrattuna (kuva 1). 400 kilolla (35 kg P) saatiin keskimäärin 276 markan sadonlisäys ja 800 kilolla (70 kg P) 680 markan lisäys samaten ilman fosforia olleeseen verrattuna. Kun 200 kg superfosfaattia maksaa 153 mk, voidaan todeta, että pienimmän fosforilannoituksen antama sadonlisäys oli selvästi suurempi kuin lannoitekustannus. Lisättäessä lannoitus 400 kiloon saatiin sadonlisäystä vain 46 markan arvosta, mikä ei luonnollisesti kattanut lannoitekustannusta. Kun sitten lannoitemäärä vielä kaksinkertaistettiin, nousi sadonlisäys yli kaksinkertaiseksi, mikä taas kattoi lannoitekustannukset. Syytä tähän useimmissa kokeissa hyvin selvään ilmiöön on vaikea selittää. Se saattaa liittyä fosforin sitoutumiseen, joka tietyn portaan jälkeen ehkä vähenee, ja liukoista fosforia alkaa jäädä enemmän kasvien käyttöön.

Jos otetaan huomioon suojaviljan fosforilannoituksen jälkivaikutus nurmen satoon kolmena vuotena, kattoi sadonlisäyksen arvo lannoitekustannuksen kaikilla lannoitemäärillä. Seuraavassa asetelmassa on esitetty keskiarvot niistä viidestä kokeesta, joista saatiin kolmen vuoden jälkivaikutus:

S a d o n l i s ä y k s e t						
Psf		Suojavilja		Jälkivaikutus		Yhteensä
kg	mk	kg	mk	kg	mk	mk
200	153	245	314	430	215	529
400	306	315	403	860	430	833
800	612	725	928	1030	515	1443

Suojaviljan ja jälkivaikutuksen yhteenlaskettu sadonlisäyksen arvo oli 200 kilolla superfosfaattia noin 3,5-kertainen lannoitteen hintaan verrattuna. Fosforilannoituksen kaksinkertaistuksessa oli sadonlisäyksen arvo edelleen 2,7-kertainen ja fosforimäärän nelinkertaistuksessa se oli vieläkin 2,4-kertainen lannoitteen hintaan verrattuna. Käytännössä tosin laskelmat joudutaan tekemään toiselta pohjalta, sillä fosforilannoitusta käytetään yleensä vuosittain, eikä luoteta suojaviljalle annetun fosforin riittävyteen nurmella. Sattotaso voi myös silloin olla korkeampi.

Vuosittain lannoitetusta nurmesta saatiin fosforilla useammin merkitseviä sadonlisäyksiä kuin viljasta. Tulos oli päinvastainen, kuin mitä oli saatu Paikalliskoetoimiston kokeissa. Heinälle arvioitavasta hinnasta riippuen kattoi sadonlisäys lannoitekustannukset

eri tavoin, kuten nähdään seuraavasta asetelmasta:

S a d o n l i s ä y k s e t

Psf		kg	markkaa	
kg	mk	kuiva-ainetta	heinä 50p/kg	heinä 1mk/kg
200	153	550	225	550
400	306	680	340	680
800	612	900	450	900

200 kg/ha superfosfaattia antoi lannoitekustannukset kattavan sadonlisäyksen, vaikka heinän hinnaksi olisi laskettu vain 50 p/kg. Myös 400 kg/ha superfosfaattia antoi ilman fosforia olleeseen koejäseneseen verrattuna lannoitekustannusta suuremman sadonlisän, joskaan lisäys 200 kiloon verrattuna ei kattanut lisälannoituksen arvoa. Suurin fosforimäärä ei olisi ollut kannattava 50 pennin heinän hinnalla. Laskelmissa on nurmen sato hinnoitettu heinän mukaan, vaikka kolme kertaa niitettävän nurmen kuiva-ainesato onkin rehuarvoltaan vähintään säilörehun raaka-aineen arvoista. Toisaalta ei ole otettu huomioon mitään korjuu- tai säilöntätappiota, joita käytännössä aina on, tehtiinpä nurmen sato heinäksi tai säilörehuksi.

Uusien fosforin porraskokeiden tuloksia on tähän mennessä neljältä vuodelta. Niiden mukaan suurinkin fosforimäärä (60 P) antoi ohralla sadonlisäyksen, jonka arvo oli suurempi kuin lannoitteen. Tosin lisälannoituksella ei enää 30 fosforikilon jälkeen saatu sadonlisäystä, joka olisi kattanut lannoitelisäyksen arvon. Porraskokeissa saatiin nurmella kannattava sadonlisäys vain pienimmällä lannoitemäärällä, mikäli heinän hinnaksi laskettiin 50 p/kg. Näissä kokeissa oli fosforin teho ohralla parempi kuin aikaisemmissa viljakokeissa. Se johtunee sijoituslannoituksen käyttöönotosta.

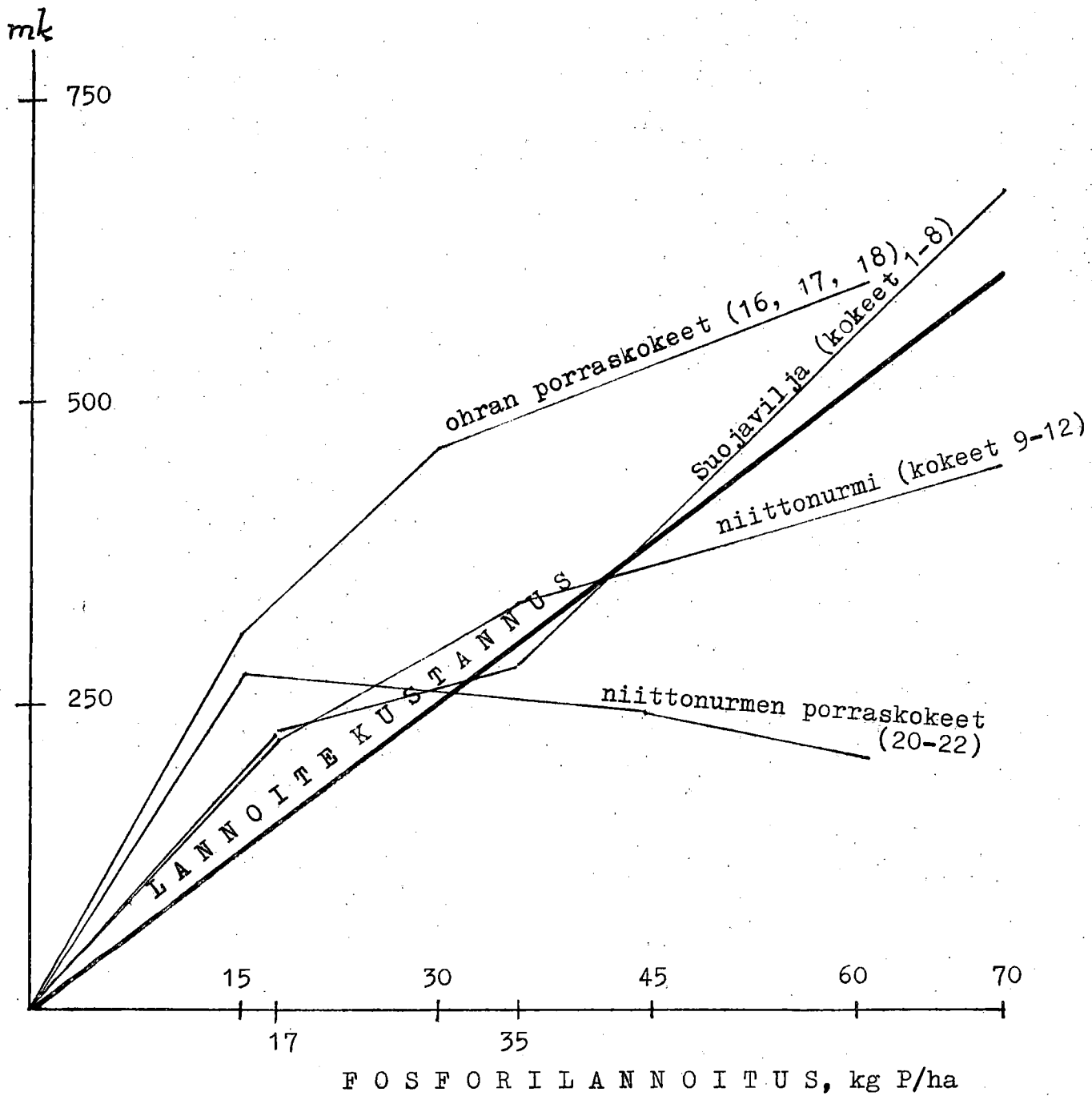
Lannoitussuositukset ja sadon ottama fosforimäärä.

Satakunnan ja Pirkanmaan hiesuilla kevätiljalle suositellut seoslannoitemäärät (KEMIRA 1981) sisältävät noin 45 kg/ha ja kolme kertaa niitettävälle nurmille yhteensä noin 60 kg/ha fosforia alkuaineena. Sata-Hämeen koeaseman kokeissa suojaviljan sato otti keskimäärin 13 kg/ha fosforia ilman fosforilannoitusta ja suurimmallakin lannoituksella 17 kg/ha. Kolme kertaa kesässä niitettävä nurmisato otti ilman fosforilannoitusta noin 20 kg/ha ja suurimmalla fosforilannoitusmäärällä noin 23 kg/ha fosforia vuodessa. Sadon ottamat fosforimäärät ovat siis noin kolmasosa suositelluista lannoitemääristä. Jälkivaikutuskokeissa koejäsenen, jolle ei ollut annettu fosforia, sato otti yhteensä neljässä vuodessa 64 kg fosforia. Suurimmalla fosforilannoitusmäärällä vastaava määrä oli 71 kg/ha, mikä oli suunnilleen sama määrä kuin suojaviljalle lannoitteena annettu fosforimäärä.

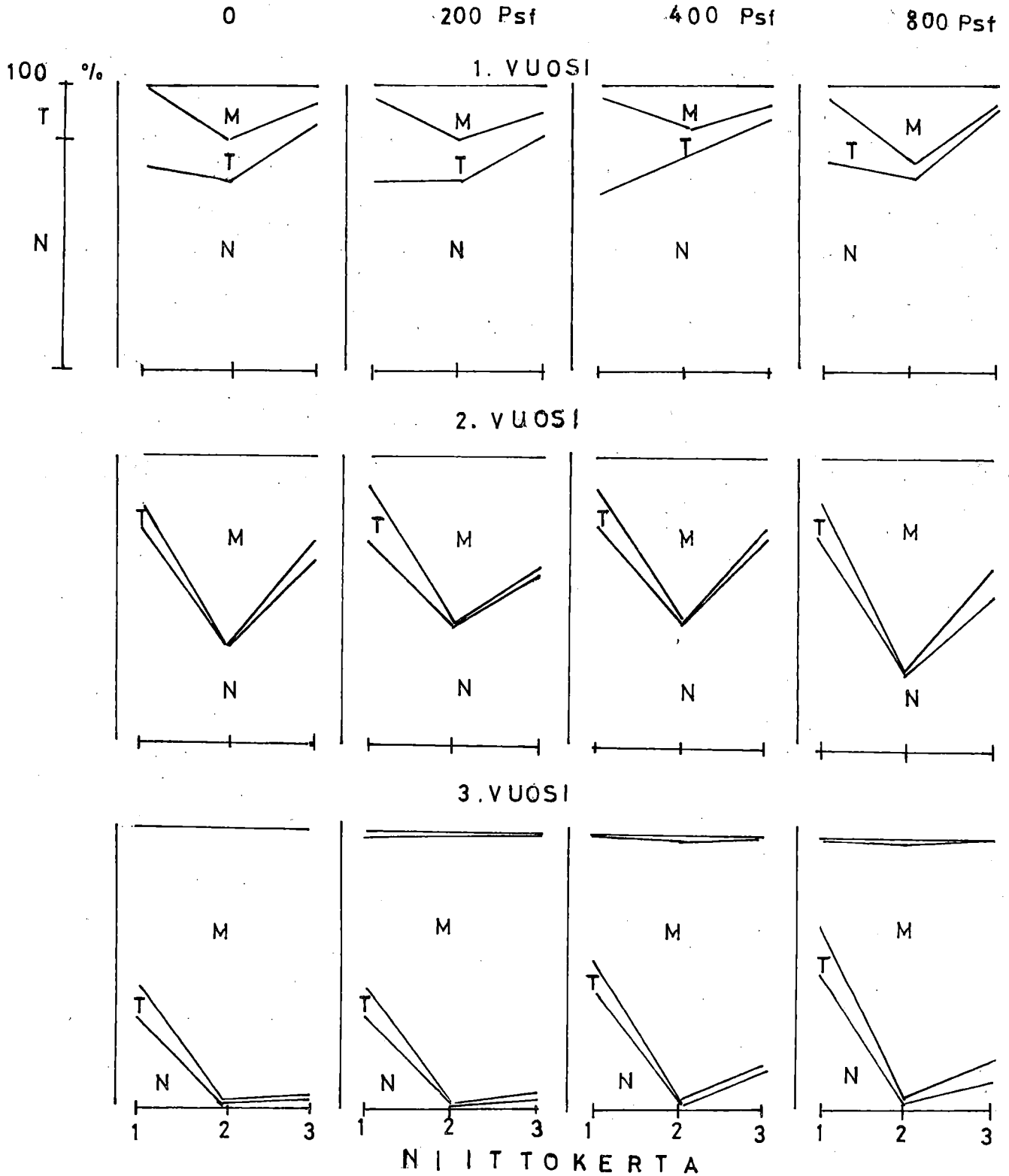
Jos lähdetään siitä, että lannoitekustannukset kattavia sadonlisäyksiä on saatu sadon ottamiin fosforimääriin verrattuna kolminkertaisilla lannoitemäärillä, eivät lannoitussuositukset juuri liene ylimitoitettuja. Toisaalta kun fosforin jälkivaikutuskokeet osoittivat, että suojaviljalle annettu runsas fosforilannoitus lisäsi merkittävästi vielä kolmannenkin vuoden nurmisatoja, ei ainakaan runsaasti fosforia sisältävillä maillole ole haitaksi, vaikka viljoillakin käytettäisiin ajoittain esimerkiksi typpirikasta Y-lannosta normaali-Y:n sijasta. Näin säästettäisiin lannoitekustannuksissa tynen määrää muuttamatta. Lisätutkimuksia tarvittaisiin siitä, kuinka viljelysmaan omat fosforivarat parhaiten saataisiin kasvien käyttöön, ja kuinka pitkälle ne riittävät.

KIRJALLISUUS

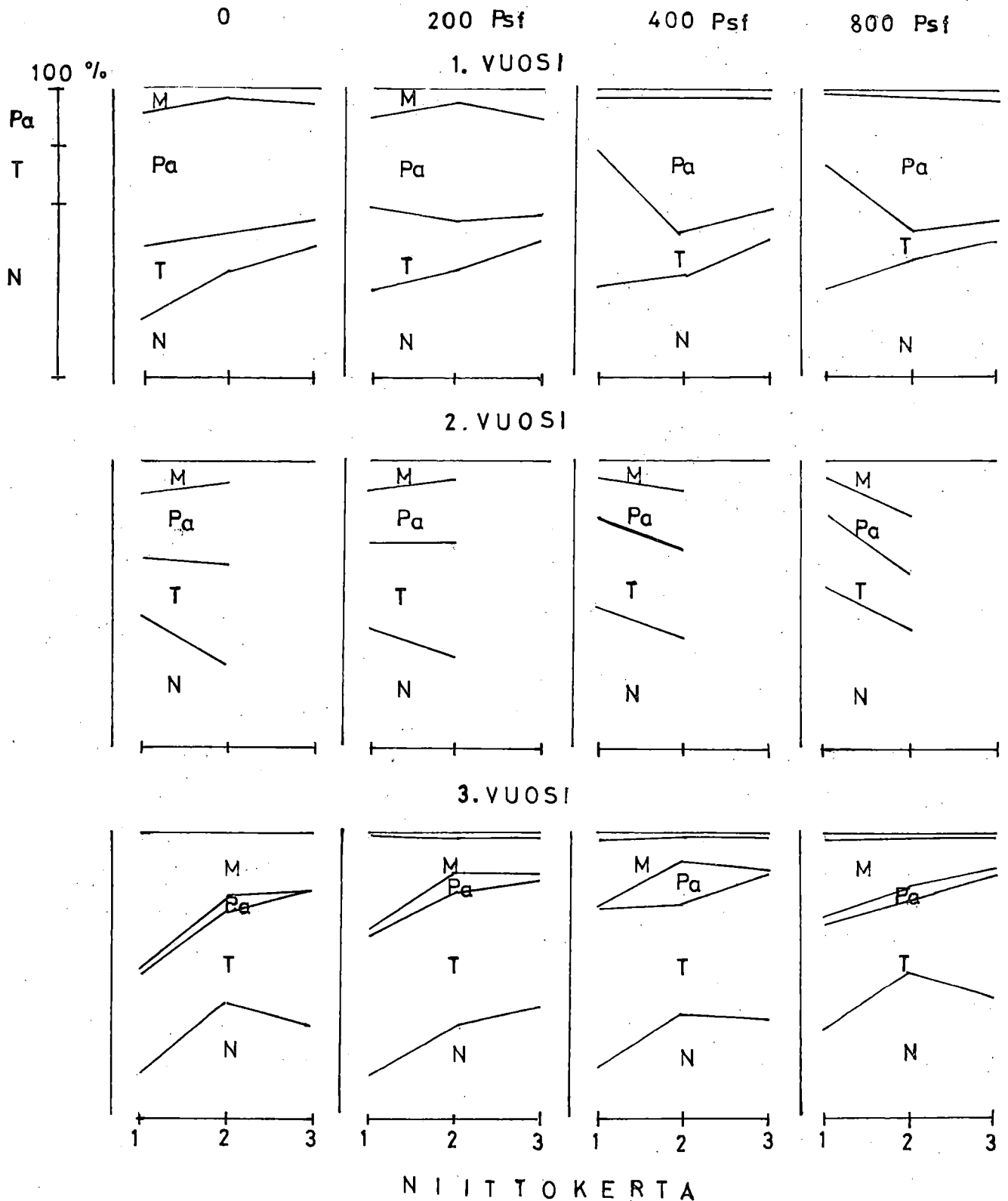
- JAAKKOLA, A. 1980b. Astiakoe ohran typpi-, fosfori- ja kaliumlannoitustarpeen osoittajana. MTTK Maanviljelyskemian ja -fysiikan laitoksen tiedote no 13.
- , HAKKOLA, H., KÖYLIJÄRVI, J. & SIMOJOKI, P. 1975. Fosforilannoitus ja kalkitus viljan- ja nurmenviljelyssä. Koetoim. ja Käyt. 32: 26.
- KORKMAN, J. 1978. Fosforia tarvitaan yli kasvin käytön. Leipä leveämmäksi 26: 1: 14-15.
- KÖYLIJÄRVI, J. 1977. Koeaseman tuloksiin perustuvat lannoitus- ja rikkakasvien torjuntasuositukset viljanviljelyssä. Lounais-Suomen koeaseman tiedote no 7.
- LAINNE, T. 1971. Laitumen fosfaattilannoitustarve savi- mailla. Koetoim. ja Käyt. 28: 14
- RAATIKAINEN, M. & RAATIKAINEN, T. 1975. Heinänurmien sato, kasvilajikoostumus ja sen muutokset. Ann. Agric. Fenn. 14: 57-191.
- RINNE, K. 1978. Suojaviljan ja nurmen fosforilannoitus. Koetoim. ja Käyt. 11.4.
- SIPPOLA, J. 1980. Viljavuustutkimuksen tulokinnan ja nousevien fosfori-kaliummäärien kokeiden tulosten vertailu. Maantutkimuslaitoksen tiedote no 10.
- , MARJANEN, H. 1978. Viljavuusluokittaiset sadonlisäykset paikallisissa nousevien fosfori- ja kaliummäärien kokeissa. Maantutkimuslaitoksen tiedote no 3.



Kuva 1. Fosforilannoituksella saatujen sadonlisäysten arvo suhteessa lannoitekustannukseen (ohra 1,28 mk/kg, heinä 0,50 mk/kg). Suora kuvaa lannoitekustannusta silloin, kun superfosfaatin hinta on 0,765 mk/kg (P 8,5 mk/kg).

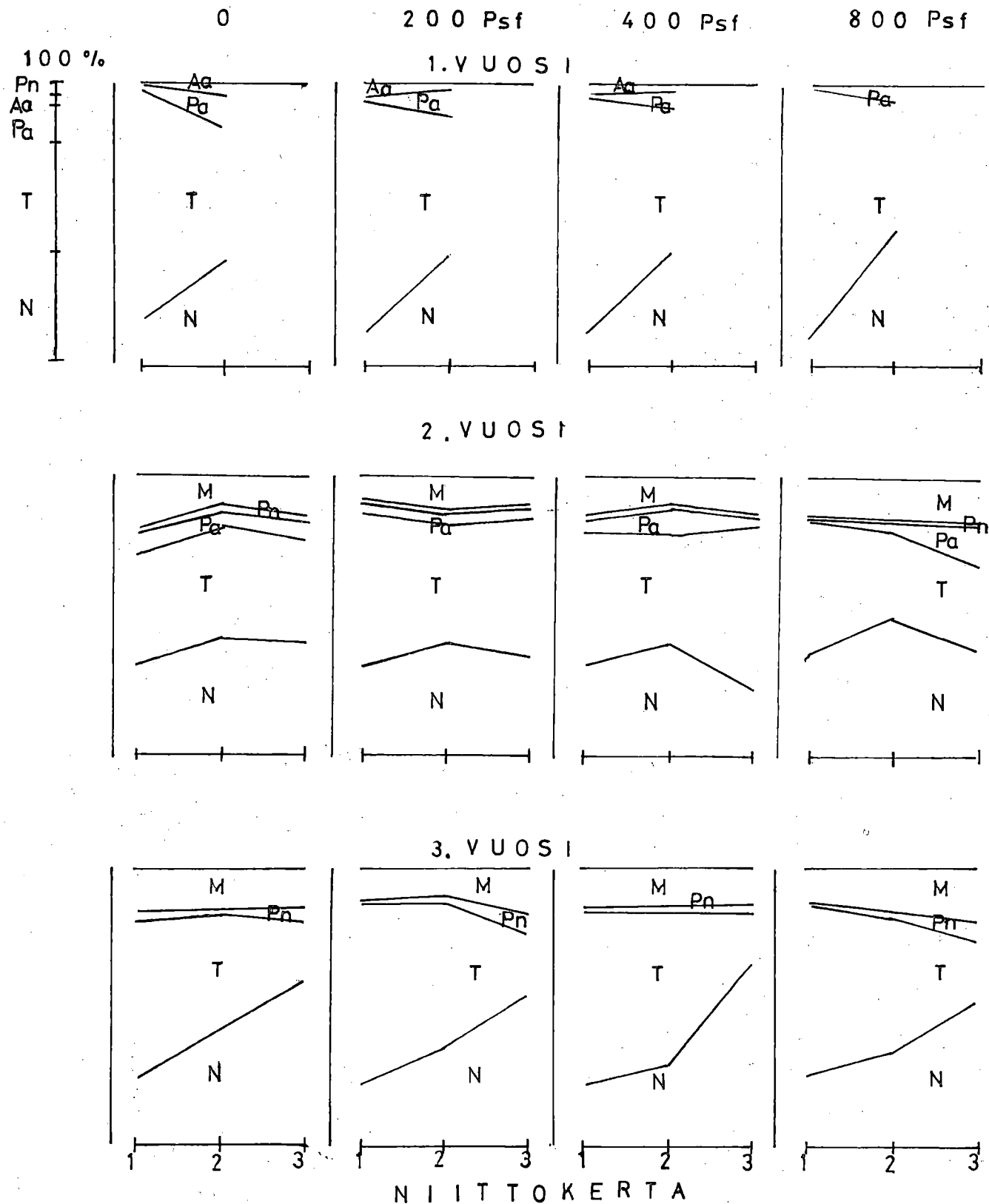


Kuva 2. Fosforilannoituksen vaikutus kasvilajiston kehitykseen kasvukauden aikana. Koe no 1 (1969-71).  
 N= nurminata, T= timotei, M= muut kasvit. Siemen-  
 seos ylhäällä vasemmalla.

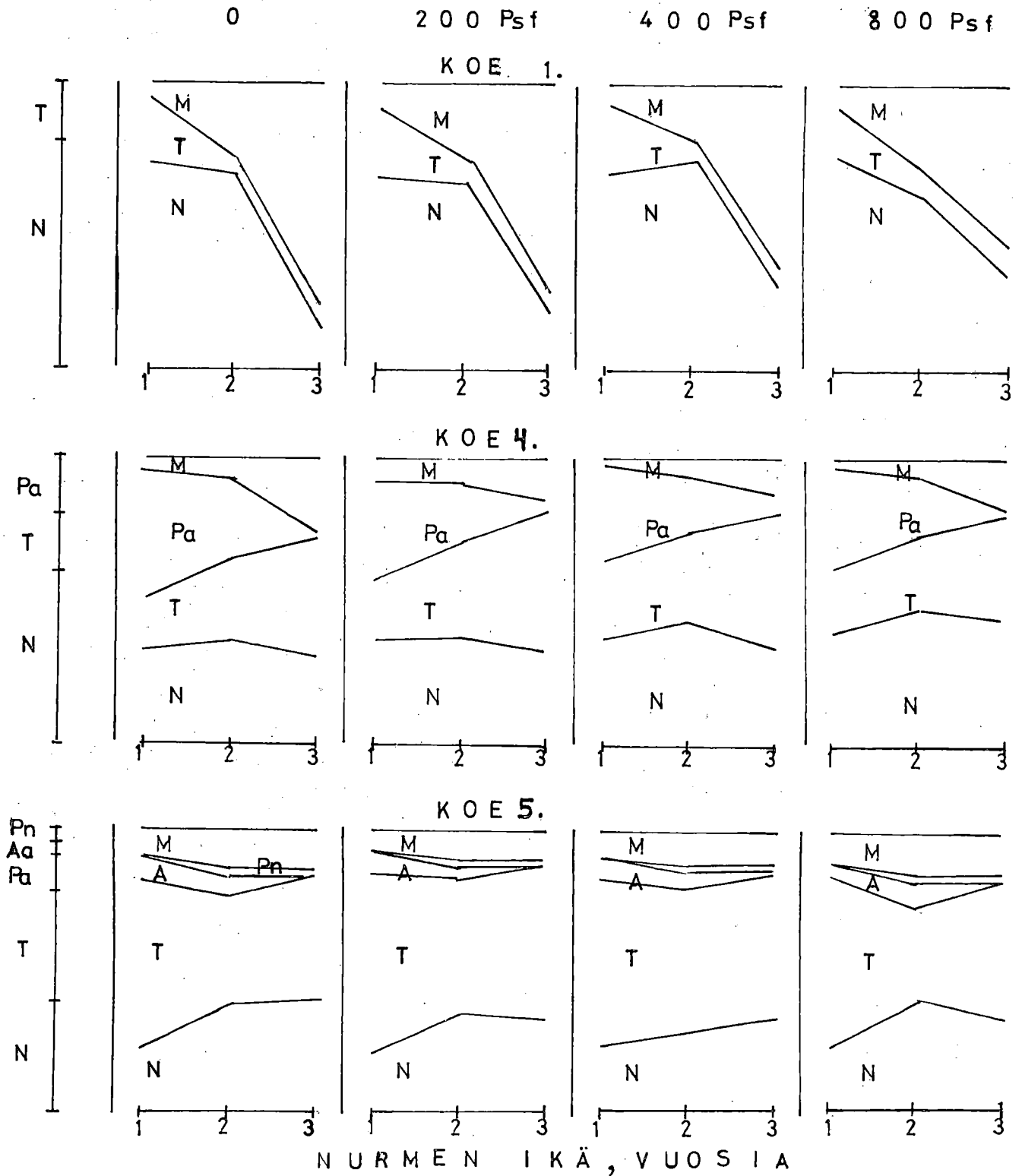


Kuva 3. Fosforilannoituksen vaikutus kasvilajiston kehitykseen kasvukauden aikana. Koe no 4 (1972-74). Pa= puna-apila, T= timotei, N= nurminata, M= muut kasvit. Siemenseos ylhäällä vasemmalla.





Kuva 4. Fosforilannoituksen vaikutus kasvilajiston kehitykseen kasvukauden eri aikoina. Koe no 5 (1973-75). Pn= punanata, Aa= alsikeapila, Pa= puna-apila, T= timotei, N= nurminata, M= muut kasvit. Siemenseos ylhäällä vasemmalla.



Kuva 5. Fosforilannoituksen vaikutus kasvilajiston kehitykseen nurmen iän kasvaessa. Kokeet no 1, 4, 5. Pn= punanata, Aa= alsikeapila, Pa= puna-apila, T= timotei N= nurminata, M= muut kasvit. Siemenseos vasemmalla.

Taul. 1. Nurmen siemenseos, kg/ha.

Koe no	1	2	3	4	5	7	8	9	10	11	12
Valko- apila								1			
Puna- apila				6	5	5	9		10	8	5
Alsike- apila					1	2					1
Timotei	5	5	10	6	15	15	13	5	10	14	15
Nurmi- nata	20		10	18	15	15	16	18	10	7	15
Koiran- heinä		25	10								
Puna- nata			1		2	4		2			2

Taul. 2. Sademäärä, mm.

	Poikkeamat normaalista				Kesä-heinäk., % normaalista
	Kesäkuu	Heinäkuu	Elokuu	Yht	
1968	-21	-40	-36	-97	53
1969	-35	-38	-50	-123	43
1970	-50	+35	-46	-61	88
1971	-23	-19	+42	0	67
1972	-6	+1	+69	+64	96
1973	+20	-33	-24	-37	90
1974	0	+53	-18	+35	140
1975	-14	-46	-34	-94	53
1976	+9	+9	-55	-37	114
1977	-13	+35	-51	-29	117
1978	+23	-36	+26	+13	90
1979	-16	+76	+2	+62	147
1980	-17	-21	-1	-39	71
1981	+84	+44	+3	+131	199
1931-60	54	75	80	209	



Taul. 6. Maan happamuus ja ravinnepitoisuudet suojaviljan jälkeen eri fosforilannoitusmäärillä.

Koe	1	2	3	4	5	6	Keskimäärin
Psf kg/ha				pH			
0	6.1	5.9	5.9	5.6	5.8	6.0	5.88
200	5.9	6.1	6.0	5.6	5.7	5.8	5.85
400	6.0	5.8	5.9	5.6	5.7	5.8	5.80
800	6.0	5.8	5.8	5.6	5.7	5.7	5.77
							F -
Liukoista fosforia, mg/l maata							
0	5.0	6.0	6.2	3.8	5.1	7.2	5.6
200	4.9	6.7	6.3	4.3	5.0	6.6	5.6
400	5.4	7.5	8.2	5.1	5.6	8.3	6.7
800	6.9	9.1	8.1	5.8	6.6	10.0	7.8
							F +++
Vaihtuvaa kalsiumia mg/l maata							
0	1725	1750	1575	1200	1750	1750	1625
200	1425	2200	1800	1075	1700	1650	1642
400	1450	2000	1925	1100	1800	1675	1658
800	1550	2000	1700	1375	1825	1625	1679
							F -
Vaihtuvaa kaliumia, mg/l maata							
0	210	175	145	150	185	200	178
200	190	185	165	145	190	220	183
400	155	175	155	145	170	190	165
800	160	160	135	145	175	200	163
							F ++
Magnesiumia, mg/l maata							
0				98		123	111
200				92		120	106
400				90		120	105
800				142		128	135

Taul. 7. Suojaviljan fosforilannoituksen jälkivaikutus. Nurmi-  
sadot, kg/ha kuiva-ainetta. Koejäsen 0=100.

	Psf kg/ha	1. vuosi	2.vuosi	3. vuosi
	0	<u>2950</u>	<u>4600</u>	<u>2440</u>
Koe no 1. (1969-71)	200	110	102	98
	400	117	112	101
	800	117	121	109
	F	-	+	-
	0	<u>7360</u>	<u>3290</u>	<u>6880</u>
Koe no 4. (1972-74)	200	112	116	100
	400	118	116	95
	800	122	129	106
	F	++	+++	-
	0	<u>6150</u>	<u>8070</u>	<u>6910</u>
Koe no 5. (1973-75)	200	98	99	100
	400	103	96	99
	800	100	97	106
	F	-	-	-
	0	<u>6300</u>	<u>7890</u>	<u>5760</u>
Koe no 7. (1975-77)	200	97	105	99
	400	99	104	104
	800	93	102	99
	F	-	-	-
	0	<u>7090</u>	<u>9280</u>	<u>5790</u>
Koe no 8. (1976-78)	200	102	100	104
	400	110	103	106
	800	103	101	109
	F	-	-	-
	0	<u>5970</u>	<u>6630</u>	<u>5560</u>
Keskim.	200	103	103	101
	400	109	104	101
	800	106	106	105

Taul. 8. Suojaviljan fosforilannoituksen jälkivaikutus nurmisadon laatuun, koe no 7.

Psf kg/ha	1976 (2. v.)			1977 (3. v.)		
	1	2	3	1	2	3
	Niidot					
	Kuiva-ainetta, %					
0	22.5	27.5	31.0	21.0	26.5	23.8
200	22.5	26.8	32.0	20.5	24.8	22.7
400	23.0	27.0	32.5	21.5	25.5	24.5
800	22.0	27.5	31.8	20.8	25.2	23.5
	Raakakuitua, %/ka					
0	22.8	25.1	23.5	27.4	23.3	24.5
200	21.9	26.8	23.8	27.8	22.4	22.7
400	21.8	25.9	23.5	26.4	24.6	23.5
800	22.9	22.6	23.9	27.1	22.7	22.3
	Raakavalkuaista, %/ka					
0	13.4	17.1	11.6	14.6	17.2	14.5
200	13.7	17.1	10.1	13.8	16.6	14.6
400	13.4	17.5	9.7	14.2	17.7	12.4
800	14.5	15.9	10.4	14.9	17.8	12.9
	Tuhkaa, %/ka					
0	7.3	7.7	9.5	8.0	8.7	7.7
200	7.3	7.7	9.4	7.6	8.4	8.4
400	7.6	10.5	8.4	6.6	7.4	5.2
800	6.9	11.1	10.2	7.3	8.4	8.7
	Fosforia, %/ka					
0	0.26	0.27	0.21	0.32	0.29	0.29
200	0.29	0.27	0.18	0.33	0.28	0.33
400	0.31	0.28	0.21	0.42	0.28	0.31
800	0.32	0.27	0.19	0.32	0.31	0.38
	Kaliumia, %/ka					
0	2.43	2.45	2.20	2.55	2.36	2.42
200	2.44	2.56	2.15	2.70	2.22	2.51
400	2.54	2.46	2.02	2.60	2.00	2.37
800	2.33	2.57	1.75	2.58	2.15	2.38
	Kalsiumia, %/ka					
0	0.58	0.64	0.65	0.44	0.67	0.58
200	0.62	0.71	0.59	0.46	0.65	0.63
400	0.57	0.74	0.54	0.45	0.67	0.48
800	0.44	0.64	0.61	0.41	0.73	0.56
	Magnesiumia, %/ka					
0	0.13	0.21	0.19	0.18	0.26	0.24
200	0.13	0.20	0.16	0.18	0.31	0.26
400	0.12	0.23	0.15	0.18	0.29	0.19
800	0.12	0.20	0.18	0.17	0.31	0.22

Taul. 9. Suojaviljan fosforilannoituksen jälkivaikutus nurmi-  
sadan laatuun, koe no 8.

Psf kg/ha	1976 (1. v.)			1977 (2. v.)			1978 (3. v.)		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3
	Niitot								
	Kuiva-ainetta, %								
0	19.5	13.3	18.8	19.5	15.0	21.3	20.2	24.1	16.8
200	19.8	13.5	17.3	20.5	14.3	20.0	19.8	25.3	17.3
400	21.8	14.0	17.5	20.8	15.2	21.0	19.8	25.4	17.8
800	19.5	13.5	18.3	20.8	14.7	20.2	20.1	25.1	17.5
	Raakakuitua, %/ka								
0	20.1	24.2	24.1	29.2	26.5	25.3	27.8	26.4	26.2
200	19.4	22.6	22.9	27.0	25.7	24.0	26.0	23.6	24.8
400	21.5	23.4	24.0	29.8	26.4	25.5	23.4	25.7	23.3
800	19.9	21.0	24.1	29.1	27.1	26.4	24.5	28.0	25.1
	Raakavalkuaista, %/ka								
0	9.4	20.0	16.1	11.6	21.1	16.1	15.6	16.7	21.3
200	11.2	20.1	16.9	11.5	21.9	15.2	15.9	17.6	21.9
400	10.1	21.2	17.9	13.2	20.4	13.8	16.8	15.7	19.5
800	12.2	20.6	17.0	13.4	22.3	14.2	17.5	17.4	21.0
	Tuhkaa, %/ka								
0	14.4	11.6	9.4	7.6	8.7	8.7	5.7	6.1	7.8
200	9.5	11.5	9.4	10.0	10.8	5.2	5.0	6.4	7.6
400	10.1	11.5	9.1	6.3	9.7	8.6	6.0	6.1	7.2
800	10.1	11.9	9.4	7.6	10.1	8.7	6.0	6.5	7.2
	Fosforia, %/ka								
0	0.24	0.32	0.24	0.29	0.42	0.29	0.22	0.25	0.35
200	0.20	0.31	0.22	0.33	0.41	0.30	0.23	0.25	0.36
400	0.20	0.30	0.32	0.31	0.42	0.27	0.29	0.24	0.33
800	0.26	0.33	0.22	0.33	0.44	0.30	0.29	0.27	0.36
	Kaliumia, %/ka								
0	2.67	3.35	2.57	2.45	2.83	2.59	2.31	2.38	3.13
200	2.43	3.07	2.24	2.48	2.78	2.58	2.38	2.41	2.93
400	2.36	4.87	2.25	2.56	2.65	2.44	2.51	2.42	2.99
800	2.40	3.68	2.55	2.48	2.97	2.34	2.64	2.51	3.02
	Kalsiumia, %/ka								
0	0.93	1.34	1.11	0.43	0.67	0.55	0.33	0.58	0.62
200	1.19	1.50	1.34	0.40	0.79	0.59	0.37	0.60	0.62
400	0.84	1.28	0.94	0.53	0.71	0.48	0.37	0.58	0.68
800	1.59	1.11	1.28	0.49	0.80	0.49	0.47	0.62	0.66
	Magnesiumia, %/ka								
0	0.21	0.34	0.29	0.16	0.23	0.19	0.10	0.17	0.21
200	0.20	0.35	0.32	0.15	0.27	0.20	0.11	0.18	0.21
400	0.20	0.34	0.33	0.17	0.24	0.17	0.11	0.18	0.21
800	0.22	0.36	0.32	0.16	0.28	0.19	0.13	0.19	0.22



Taul. 10. Fosforilannoituksen jälkivaikutus nurmen kasvilajiston kehitykseen, % tuorepainosta.

Koe no 7												
Psf	1. niittokerta				2. niittokerta				3. niittokerta			
	0	200	400	800	0	200	400	800	0	200	400	800
1. vuosi												
puna-												
apila	6	8	7	11	2	6	7	5	17	21	20	26
alsike-												
apila	3	2	1	1	-	-	2	2	-	2	1	-
timo-												
tei	84	80	81	78	85	74	73	71	53	45	56	51
nurmi-												
nata	6	7	8	7	7	7	10	7	24	25	18	18
puna-												
nata	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-
muut kasvit												
ja sänki	1	3	3	3	6	13	8	15	5	7	5	5
2. vuosi												
puna-												
apila	7	5	1	4	12	9	7	5	16	9	16	9
alsike-												
apila	1	-	1	1	2	-	1	-	1	2	2	5
timo-												
tei	66	70	79	74	55	54	62	62	56	65	50	58
nurmi-												
nata	19	16	12	13	20	21	18	13	12	17	18	12
puna-												
nata	1	2	1	1	3	1	2	2	4	2	4	2
muut kasvit												
ja sänki	6	7	6	7	8	15	10	18	11	5	10	14
3. vuosi												
puna-												
apila	-	-	-	-	13	9	6	8	9	7	4	9
alsike-												
apila	6	3	6	3	2	1	-	1	-	-	1	3
timo-												
tei	60	53	68	59	31	25	33	29	39	32	38	42
nurmi-												
nata	23	19	13	19	26	24	22	19	19	18	15	8
puna-												
nata	3	5	2	3	10	3	7	4	8	5	8	8
muut kasvit												
ja sänki	8	20	11	16	18	38	32	39	25	62	34	30

1) sänkeä alle 10%

Taul. 11. Fosforilannoituksen jälkivaikutus nurmen kasvilajiston kehitykseen, % tuorepainosta.

Koe no 8												
Psf	1. niittokerta				2. niittokerta				3. niittokerta			
	0	200	400	800	0	200	400	800	0	200	400	800
1. vuosi												
puna-												
apila	15	21	28	48	23	27	38	21	65	60	69	63
timo-												
tei	10	8	25	7	1	4	2	2	5	16	8	11
sauna-												
kukka	60	60	43	41	75	64	57	74	29	22	17	24
muut kasvit												
ja sänki	15	11	4	4	2	5	3	3	1	2	6	2
2. vuosi												
puna-												
apila	14	10	17	11	13	17	15	12	15	6	9	9
timo-												
tei	74	86	78	78	75	71	68	76	78	82	75	83
muut kas-												
vit	12	4	5	11	12	12	17	12	7	12	16	8
3. vuosi												
puna-												
apila	+	-	-	-	1	1	2	+	-	+	-	-
timo-												
tei	81	75	82	70	62	57	47	61	66	59	56	65
nurmi-												
nata	13	18	16	25	25	30	30	29	25	35	32	28
muut kasvit												
ja sänki	6	7	2	5	12	12	21	10	9	6	12	7

Taul. 12. Fosforilannoituksen vaikutus niittonurmeen. Nurmisadot, kg/ha kuiva-ainetta.

Psf	1. vuosi				Koe 9 (1969) 2. vuosi				3. vuosi			
	Niitot				Niitot				Niitot			
	1	2	3	Yht	1	2	3	Yht	1	2	3	Yht
0	<u>2355</u>	<u>1259</u>	<u>1151</u>	<u>4770</u>								
200	99	106	108	103								
400	109	100	103	105								
800	112	113	114	113								
F				+								
Koe 10 (1970-71)												
0	<u>2730</u>	<u>1450</u>	<u>1720</u>	<u>5900</u>	<u>2980</u>	<u>1420</u>	<u>2480</u>	<u>6880</u>				
200	106	108	111	108	99	93	119	105				
400	96	105	126	107	99	88	116	103				
800	111	112	114	112	108	95	129	113				
F				-				+++				
Koe 11 (1972-74)												
0	<u>2610</u>	<u>4670</u>	<u>2900</u>	<u>10180</u>	<u>2720</u>	<u>1570</u>	<u>1570</u>	<u>5870</u>	<u>1800</u>	<u>1830</u>	<u>3220</u>	<u>6850</u>
200	116	100	100	104	101	121	106	112	112	126	111	115
400	117	99	98	103	111	120	106	114	126	131	109	119
800	121	100	104	107	107	133	106	122	134	137	92	115
F				-				++				+++
Koe 12 (1973-75)												
0	<u>2620</u>	<u>3080</u>	<u>1930</u>	<u>7630</u>	<u>2880</u>	<u>1670</u>	<u>3070</u>	<u>7620</u>	<u>1900</u>	<u>1910</u>	<u>1370</u>	<u>5180</u>
200	108	104	108	107	128	113	103	115	123	96	85	103
400	103	119	110	111	133	114	105	118	136	102	89	111
800	100	122	119	113	132	121	97	116	135	105	98	114
F				+++				+++				+++

Taul. 13. Maan happamuus ja ravinnepitoisuudet nurmen sadonkorjuun jälkeen.

Psf	Koe 9	Koe 10		Koe 11		Koe 12	Keski- määrin
	1.vuosi	1.vuosi	2.vuosi	1.vuosi	2.vuosi	1.vuosi	
	pH						
0	6.1	6.5	6.1	6.1	6.2	5.6	6.10
200	6.1	6.4	6.1	6.1	6.3	5.6	6.10
400	6.0	6.3	5.9	6.0	6.0	5.5	5.95
800	5.9	6.3	5.9	6.0	6.0	5.4	5.92
	Liukoista fosforia, mg/l maata						
0	18.2	12.7	10.1	5.3	6.5	5.8	9.8
200	21.3	14.5	13.6	6.9	7.7	6.3	11.7
400	22.5	15.1	15.8	8.0	9.5	6.3	12.9
800	27.9	17.0	18.5	12.3	14.8	8.2	16.4
	Vaihtuvaa kalsiumia, mg/l maata						
0	2150	2500	2400	1675	1625	1225	1929
200	2350	2450	2100	1625	1650	1250	1904
400	2250	2300	2000	1500	1525	1300	1813
800	2200	2500	2050	1475	1550	1300	1846
	Vaihtuvaa kaliumia, mg/l maata						
0	190	185	175	100	125	140	153
200	170	170	165	85	95	135	137
400	185	170	170	75	85	135	137
800	160	170	160	80	90	135	133
	Magnesiumia, mg/l maata						
0		390	300	142	149	141	224
200		378	300	110	115	130	207
400		375	288	102	114	133	202
800		370	290	100	106	140	201

Taul. 14. Fosforilannoituksen vaikutus niittonurmen kasvilajikoostumukseen, % tuorepainosta.

	Koe no 11											
	1. niittokerta				2. niittokerta				3. niittokerta			
	0	200	400	800	0	200	400	800	0	200	400	800
	1. vuosi											
puna- apila	29	26	31	23	23	25	15	23	27	21	24	29
timo- tei	47	49	42	57	28	33	35	33	27	22	15	15
nurmi- nata	20	24	25	19	42	38	41	36	40	45	53	48
muut kasvit	4	1	2	1	7	4	9	8	6	12	8	8
	2. vuosi											
puna- apila	11	3	2	1	1	2	1	1	1	1	+	+
timo- tei	30	48	47	39	40	49	46	43	31	40	32	25
nurmi- nata	57	49	48	60	57	47	49	54	65	53	58	70
muut kasvit	2	0	3	0	2	0	4	2	3	6	10	5
	3. vuosi											
puna- apila	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
timo- tei	47	41	57	63	53	48	56	59	40	36	50	37
nurmi- nata	43	55	38	34	32	37	36	29	50	47	36	54
muut kasvit	9	3	5	3	15	15	8	12	10	17	14	9

Taul. 15. Fosforilannoituksen vaikutus niittonurmen kasvilajikoostumukseen, % tuorepainosta.

		Koe no 12											
		1. niittokerta				2. niittokerta				3. niittokerta			
Psf		0	200	400	800	0	200	400	800	0	200	400	800
1. vuosi													
puna-													
apila	3	3	2	+	7	2	3	4	8	4	5	2	
timo-													
tei	67	70	71	63	37	35	36	23	25	21	17	20	
nurmi-													
nata	28	25	23	31	50	59	54	69	56	68	68	65	
muut													
kasvit	2	2	4	6	6	4	7	4	11	7	10	13	
2. vuosi													
puna-													
apila	20	3	15	5	5	8	5	6	4	6	6	4	
timo-													
tei	30	36	25	25	23	20	14	22	18	13	15	18	
nurmi-													
nata	45	58	56	66	63	67	72	67	58	70	70	73	
puna-													
nata	1	1	1	1	3	2	4	3	4	2	1	1	
muut kas-													
vit ja													
sänki	4	2	3	3	6	3	5	2	16	9	8	4	
3. vuosi													
puna-													
apila	1	1	1	-	2	1	-	-	1	-	-	-	
timo-													
tei	47	39	42	34	43	44	40	36	15	14	17	19	
nurmi-													
nata	44	56	52	60	40	44	51	55	66	65	62	67	
puna-													
nata	2	2	2	1	2	3	2	2	5	6	6	3	
muut kas-													
vit ja													
sänki	6	2	3	5	13	8	7	7	13	15	15 <sup>1)</sup>	11 <sup>1)</sup>	

1) sänkeä 10%

Taul. 16. Fosforilannoituksen vaikutus kauran satoon ja sadon laatuun sekä maan happamuuteen ja ravinnepitoisuuteen (mg/l maata kokeen jälkeen).

		Fosforilannoitus, Psf kg/ha						Fosforilannoitus, Psf kg/ha			
		0	200	400	800			0	200	400	800
koe no	kauran jyväsato (0=100)					koe no	maan pH kokeen jälkeen				
13	<u>1370</u>	114	113	132	13	5,2	5,2	5,1	5,1		
14	<u>2320</u>	103	107	104	14	5,9	5,9	5,9	5,8		
15	<u>2360</u>	100	105	103	15	5,9	5,6	5,6	5,7		
	olkisato						liukoista fosforia				
13	<u>1690</u>	104	119	118	13	6,0	5,8	7,9	9,1		
14	<u>4980</u>	100	94	96	14	3,9	4,5	4,8	5,4		
15	<u>2990</u>	111	128	131	15	5,0	5,4	6,2	6,6		
	korren pituus, cm						vaihtuvaa kalsiumia				
13	53	57	62	62	13	1300	1275	1300	1375		
14	77	77	77	79	14	1925	1950	1975	2000		
15	68	70	72	72	15	1575	1575	1575	1625		
	lakoa, %						vaihtuvaa kaliumia				
14	16	20	33	38	13	165	170	145	155		
	vihantaa, %				14	190	195	175	220		
13	10	7	5	3	15	145	150	180	165		
14	16	15	10	8			vaihtuvaa magnesiumia				
15	14	9	8	6	15	162	160	160	167		
	hehtolitrapaino, kg										
13	48,0	47,2	48,2	47,4							
14	43,8	44,1	44,1	44,0							
15	49,0	48,0	49,0	50,0							
	1000 sp, g										
13	32,0	31,5	31,6	31,6							
14	29,2	28,7	29,0	28,9							
15	34,4	33,9	33,4	30,8							

Taulukko 17. Fosforin porraskoe ohralla, kauralla ja nurmella.  
Koejäsen O=100.

Lannoitus kg P/ha	<u>Jyväsatto ohra kg/ha 85% (kokeet 16-18)</u>				<u>Kaura (koe 19)</u>
	1978	1979	1980	1978-80	1981
0	<u>5500</u>	<u>2780</u>	<u>1380</u>	<u>3220</u>	<u>3520</u>
15	104	109	121	108	100
30	104	115	135	111	97
45	104	113	148	113	102
60	103	120	148	115	98

	<u>Nurmi kg/ha ka (kokeet 20-22)</u>			
	1979	1980	1981	
	1.v.	2.v.	3.v.	1.-3.v.
0	<u>6350</u>	<u>6290</u>	<u>7870</u>	<u>6840</u>
15	105	106	112	108
30	106	106	111	108
45	104	105	111	107
60	96	106	114	106



Taulukko 18 . Fosforin porraskokeet. Ohrasato ja sen laatu, %/ka.

	Fosforilannoitus, kg P/ha				
	0	15	30	45	60
Jyväsato, kg/ha (85%)	2780	3018	3190	3138	3333
N %	1,88	1,91	1,91	1,92	1,90
P %	0,417	0,406	0,417	0,407	0,420
K %	0,70	0,75	0,66	0,72	0,76
Ca%	0,043	0,043	0,043	0,041	0,040
Mg%	0,114	0,115	0,114	0,112	0,113
		1980			
Jyväsato, kg/ha (85%)	1380	1675	1863	2048	2048
N %	2,05	1,94	1,99	1,90	1,91
P %	0,402	0,392	0,377	0,390	0,376
K %	0,95	0,87	0,79	0,83	0,78
Ca%	0,067	0,068	0,058	0,072	0,056
Mg%	0,138	0,136	0,134	0,139	0,133

Taulukko 19. Fosforin porraskokeet. Nurmisato (kg/ha ka) ja sen laatu (% kuiva-aineessa).

Fosforilannoitus, kg P/ha

1979

1980

0 15 30 45 60 0 15 30 45 60

1. niitto

1. niitto

Sa-	to	900	1020	950	980	700	3620	3815	3655	3530	3638
N	1,76	1,86	1,85	1,73	1,80	2,51	2,46	2,46	2,48	2,41	2,41
P	0,199	0,195	0,208	0,194	0,199	0,279	0,298	0,295	0,316	0,319	0,319
K	2,36	2,25	2,36	2,35	2,17	3,52	3,54	3,59	3,61	3,63	3,63
Ca	0,286	0,293	0,252	0,322	0,274	0,440	0,437	0,419	0,427	0,443	0,443
Mg	0,075	0,078	0,068	0,090	0,079	0,13	0,128	0,125	0,126	0,128	0,128

2. niitto

2. niitto

Sa-	to	2300	2500	2830	2660	2380	1015	978	1068	1120	1123
N	3,28	3,05	2,83	3,00	3,06	3,64	3,73	3,70	3,64	3,58	3,58
P	0,503	0,500	0,498	0,492	0,499	0,290	0,303	0,315	0,323	0,338	0,338
K	4,92	5,14	4,93	5,05	5,04	3,41	3,53	3,54	3,54	3,56	3,56
Ca	0,386	0,335	0,384	0,277	0,326	0,624	0,659	0,670	0,653	0,675	0,675
Mg	0,135	0,115	0,132	0,100	0,111	0,170	0,173	0,176	0,172	0,170	0,170

3. niitto

3. niitto

Sa-	to	3140	3120	2930	2960	3000	1658	1905	1960	1960	1940
N	2,92	2,88	3,10	3,13	3,04	2,96	3,07	3,14	2,99	3,04	3,04
P	0,434	0,456	0,496	0,461	0,468	0,249	0,245	0,258	0,260	0,269	0,269
K	5,34	5,49	5,69	5,37	5,82	3,26	3,30	3,40	3,36	3,33	3,33
Ca	0,426	0,462	0,373	0,378	0,445	0,524	0,579	0,573	0,574	0,571	0,571
Mg	0,154	0,148	0,124	0,126	0,142	0,160	0,162	0,165	0,163	0,162	0,162

Yht

Yht:

Sa-	to	6350	6650	6710	6600	6080	6290	6698	6680	6610	6700
N	2,88	2,78	2,81	2,87	2,91	2,81	2,82	2,86	2,83	2,79	2,79
P	0,425	0,432	0,444	0,434	0,449	0,273	0,284	0,287	0,300	0,308	0,308
K	4,76	4,85	4,90	4,79	5,09	3,44	3,47	3,53	3,52	3,53	3,53
Ca	0,391	0,388	0,361	0,329	0,379	0,492	0,510	0,505	0,509	0,519	0,519
Mg	0,136	0,125	0,119	0,110	0,123	0,144	0,144	0,145	0,145	0,145	0,145

