

MAATALOUDEN TUTKIMUSKESKUS  
MAANVILJELYSKEMIAN JA -FYSIKAN LAITOS

## TIEDOTE N:o 16

---

---

INTO SAARELA JA PAAVO ELONEN:  
FOSFORILANNOITUKSEN PORRASKOKEET 1977—1981

---

JOKIOINEN 1982  
ISSN 0356-7710

MAATALOUDEN TUTKIMUSKESKUS

MAANVILJELYSKEMIAN JA -FYSIIKAN LAITOS

TIEDOTE N:o 16

---

INTO SAARELA JA PAAVO ELONEN:

FOSFORILANNOITUKSEN PORRASKOKEET 1977-1981

---

31600 JOKIOINEN  
PUH. 916-133 33

ISSN 0356-7710

| Sisällysluettelo                                | sivu  |
|---|-------|
| Esipuhe   |       |
| Tiivistelmä                                     | 4     |
| Johdanto  | 6     |
| Aineisto ja menetelmät                          | 7     |
| Kenttäkoesuunnitelmat ja kokeiden viljely       | 7     |
| Näytteiden otto ja analysointi                  | 11    |
| Koepaikkojen maaperä                            | 12    |
| Tulokset  | 15    |
| Nurmen kuiva-ainesadot                          | 15    |
| Viljan jyväsadot                                | 18    |
| Satojen fosforisisältö                          | 23    |
| Maan fosforitilan kehitys                       | 24    |
| Muut ravinteet nurmikokeiden sadoissa ja maassa | 27    |
| Tarkastelu                                      | 28    |
| Tulosten vertailu aikaisempiin koetuloksiin     | 28    |
| Heinänurmen ja viljan fosforilannoitus          | 31    |
| Kirjallisuutta                                  | 34    |
| Taulukot 4-18                                   | 37-55 |

## Esipuhe

Tämän laajan ja edelleen jatkuvan koesarjan toteuttamiseen ovat osallistuneet hyvin monet henkilöt. Itse asiassa tekijöiksi voitaisiin nimetä noin 20 henkilöä.

Koeasemien johtajien panos on ollut painava, sillä pääosa tavallista vaativammista kokeista on hoidettu koeasemilla. Erityisen kiitoksen ansaitsee Lounais-Suomen koeaseman johtaja Jaakko Köylijärvi, joka on osallistunut koesarjojen suunnitteluun ja joka on perustanut koeasemalleen useita porraskokeita.

Koekenttien maa-analyysit on tehty maantutkimuslaitoksessa tohtori Jouko Sippolan johdolla. Suuri maa-analyysimäärä käsittää normaalien rutiinianalyysien lisäksi joukon erikoisanalyyseja. On tarkoitus, että tohtori Sippola vielä täydentää näitä analyyseja AL-menetelmällä ja mahdollisesti myös EUF-menetelmällä sekä osallistuu tulosten julkaisemiseen. Tulokset on laskettu laskentatoimistossa maisteri Liisa Mattilan johdolla.

Maanviljelyskemian ja -fysiikan laitoksella tutkimukseen ovat alkuvuosina osallistuneet myös lisensiaatit Jorma Kähäri ja Hilikka Tähtinen, edellinen kasvianalyyseistä, jälkimmäinen laitoksen kiinteistä koekentistä vastaavana tutkijana. Myös heille, samoin kuin laitoksen tekniselle henkilökunnalle suuren kasvianalyysimäärän ja Jokioisten kokeiden taidokkaasta suorittamisesta, lämmin kiitoksemme.

Jokioisissa helmikuussa 1982

Into Saarela<sup>1)</sup>

Paavo Elonen<sup>2)</sup>

---

1) Jokioisten kokeiden hoidosta sekä kaikkien porraskokeiden kasvianalyyseistä vastaava tutkija ja julkaisun käsikirjoituksen laatija

2) Koesarjojen suunnittelija ja kokeiden alkuunpanija

## TIIVISTELMÄ

Suomen peltojen fosforitila parani nopeasti 1960-luvulla ja 1970-luvun alussa runsaan lannoituksen seurauksena. Ravinteiden hyväksikäyttöä tehostava sijoituslannoitustekniikka omaksuttiin yleiseen käyttöön 1970-luvun puoliväliin mennessä. Kun viljelytekniikka oli muutenkin kehittynyt ja satotaso noussut, lannoitussuosituksia ei enää voitu antaa vanhoihin koetuloksiin nojautuen.

Nykyaikaista viljelytekniikkaa ja nykyistä peltojen ravinnetilaa vastaavan taloudellisesti edullisimman fosforilannoituksen selvittämiseksi aloitettiin vuonna 1977 laaja tutkimus. Maanviljelyskemian ja -fysiikan laitoksen ja koeasemien toimesta perustettiin monivuotinen koesarja, jonka tavoitteena on fosforilannoitussuositusten tarkistaminen nykytilannetta vastaaviksi. Kokeissa verrataan 15 fosforikilon portain nousevia lannoitustasoja välillä 0-60 kg fosforia hehtaarille. Perustetut 36 koetta edustavat fosforitilaltaan hyvin Suomen nykyisiä viljelymaita. Tässä neljän ensimmäisen koevuoden välitiedotteessa on saatu seuraavat päätulokset:

1. Pienin fosforiannos lisäsi nurmen kuiva-ainesatoa 390 kg/ha eli viisi prosenttia. Fosforilannoituksen lisääminen 15:stä 60 kiloon lisäsi satoa edelleen 5 %. Taloudellisesti fosforilannoituksen lisääminen 15 kilosta ei ollut välittömän sadonlisäyksen perusteella kannattavaa kuin muutamassa tapauksessa. Eri vuosien tulosten mukaan edullisin fosforilannoitustaso nousee vuosien mittaan.

2. Sijoituslannoituksena annettu superfosfaatti lisäsi keskimäärin jyväsatoa 100, 100, 200 ja 240 kg/ha fosforimäärien ollessa 15, 30, 45 ja 60 kg/ha. Sadonlisäykset olivat ohralla huomattavasti suurempia kuin kauralla ja kivennäismailla suurempia kuin turvemaille. Ohralla kivennäismailla kolmantena ja neljäntenä koevuonna saadut keskimääräiset (11 satoa) jyväsadon lisäykset olivat pienimmältä suurimmalle lannoitusportaalle 190, 320, 330 ja 390 kg/ha.

Taloudellisesti edullisin rehuohran fosforilannoitus nykyisillä hintasuhteilla on kolmannen ja neljännen koevuoden tulosten mukaan keskimäärin 20 kiloa fosforia hehtaarille. Viljavuuspalvelun nykyisiin lannoitussuosituksiin verrattuna tämä vastaa noin 30 % eli yhtä viljavuusluokkaa alemmaa tasoa. Myöhempinä vuosina edullisin lannoitus saattaa nousta jonkin verran suuremmaksi kuin 3-4 vuonna. Leipäviljan ja mallasohran taloudellisesti edullisin fosforilannoitus on jonkin verran korkeampi mutta kauran huomattavasti alempi kuin rehuohran.

3. Viljavuusanalyysillä määritetty maan "helppoliukoinen" fosfori osoitti fosforilannoitustarpeen viljalla huomattavasti paremmin kuin aikaisemmissa kokeissa. Tämä johtui ilmeisesti suurelta osin käytetystä sijoituslannoitustekniikasta. Nurmikokeissa, joissa käytettiin pintalannoitusta, viljavuusanalyysi osoitti lannoittamatta viljellyn heinän fosforin saantia, mutta ei fosforilannoituksen aiheuttamaa sadonlisäystä merkittävästi.

## Johdanto

Runsas fosforilannoitus perustuu Suomessa vanhoihin lannoituskokeisiin. Maamme maaperässä on luontaisesti hyvin vähän kasveille käyttökelpoista fosforia. Happamassa maassa aktiivisessa muodossa olevat rauta- ja alumiiniyhdisteet sitovat maahan lisättyä helppoliukoista fosforia voimakkaasti. Lujasta sitoutuminen maahan huonontaa helppoliukoisen fosforin käyttökelpoisuutta kasveille ja alentaa siten fosforilannoituksen hyväksikäyttöastetta.

Sitoutuminen maa-ainekseen estää toisaalta tehokkaasti fosforin huuhtoutumista. Maan läpi vajoavan veden mukana poistuu hienojakoista kivennäisainetta sisältävistä maista fosforia mitättömän vähän. Sadoissa pois kuljetetun määrän ylittävä osuus fosforilannoituksesta on kerääntynyt käytännöllisesti katsoen kokonaan maan kyntökerrokseen.

Suuret väkilannoitefosforimäärät ovat lisänneet myös maan kasveille käyttökelpoisia fosforivaroja. Happamaan ammoniumasetattiin uuttuvaa ns. helppoliukoista fosforia Suomen pelloissa on ollut keskimäärin Viljavuuspalvelu Oy:n tilastojen mukaan vuosina 1955-1960 5,4 mg/l, 1961-1965 5,0 mg/l, 1966-1970 7,7 mg/l, 1971-1975 10,7 mg/l ja 1976-1980 11,1 milligrammaa maa-litrassa (KURKI 1979 ja henkilökohtaisesti 1981).

Viljelymaiden yleisesti kohentuneen fosforitilan lisäksi vanhojen koetulosten soveltuvuutta lannoitussuositusten perustaksi huonontaa lannoitustekniikan kehittyminen. Nykyisin tavallinen lannoitteen multaaminen maahan rivitai kylvölannoittimella tehostaa ravinteiden hyväksikäyttöä ja pienentänee kasvien fosforinsaannin turvaamiseksi tarvittavia fosforimääriä.

Korkealle kohonnut lannoitefosforin hinta korostaa ajan tasalla olevien lannoitussuositusten merkitystä. Nykyinen koko maan keskimääräinen vuotuinen fosforilannoitus, 28 kg P/ha, maksaa peltohehtaaria kohti superfosfaatin vähittäishinnan mukaan (marraskuussa 1981) 250 mk. Valtakunnallisella tasolla on kysymys yli 500 miljoonan markan summasta. Fosforin osuus lannoituskustannuksista on noin 40 % eli suunnilleen yhtä suuri kuin typen osuus.

Nyky aikaista viljelytekniikkaa ja nykyistä peltojen ravinnetilaa vastaavan taloudellisesti edullisimman fosforilannoituksen selvittämiseksi käynnistettiin vuonna 1977 "fosforilannoituksen porraskokeet"-niminen tutkimus. Vuodes-

ta 1977 alkaen on perustettu kaikkiaan 36 monivuotista kenttäkoetta fosforitilaltaan erilaisille pelloille maan eri puolille. Kokeissa seurataan eri fosforilannoitustasojen vaikutusta tärkeimpien peltokasvien satoihin ja maan ravinnetilaan. Tavoitteena on maan fosforitilaan perustuvat lannoitussuosittukset, joita varten kehitetään lannoitustarpeen määrittämistä maa- ja satoanalyysitietojen avulla.

Kokeiden kesto aika on alkuperäisen suunnitelman mukaan kymmenen vuotta. Maanviljelyskemian ja -fysiikan osaston kiinteille koekentille perustetut nurmikokeet jouduttiin kuitenkin koetoiminnan uudelleenjärjestelyjen yhteydessä lopettamaan syksyllä 1979 kahden tai kolmen koevuoden jälkeen. Koeasemien kokeet ja Maanviljelyskemian ja -fysiikan osaston Jokioisten koekentille Tikkurilasta muuton jälkeen perustetut kokeet jatkuvat. Tässä tiedotteessa esitetään vuosien 1977-1980 tulokset sekä joitakin kesän 1981 satoja.

## Aineisto ja menetelmät

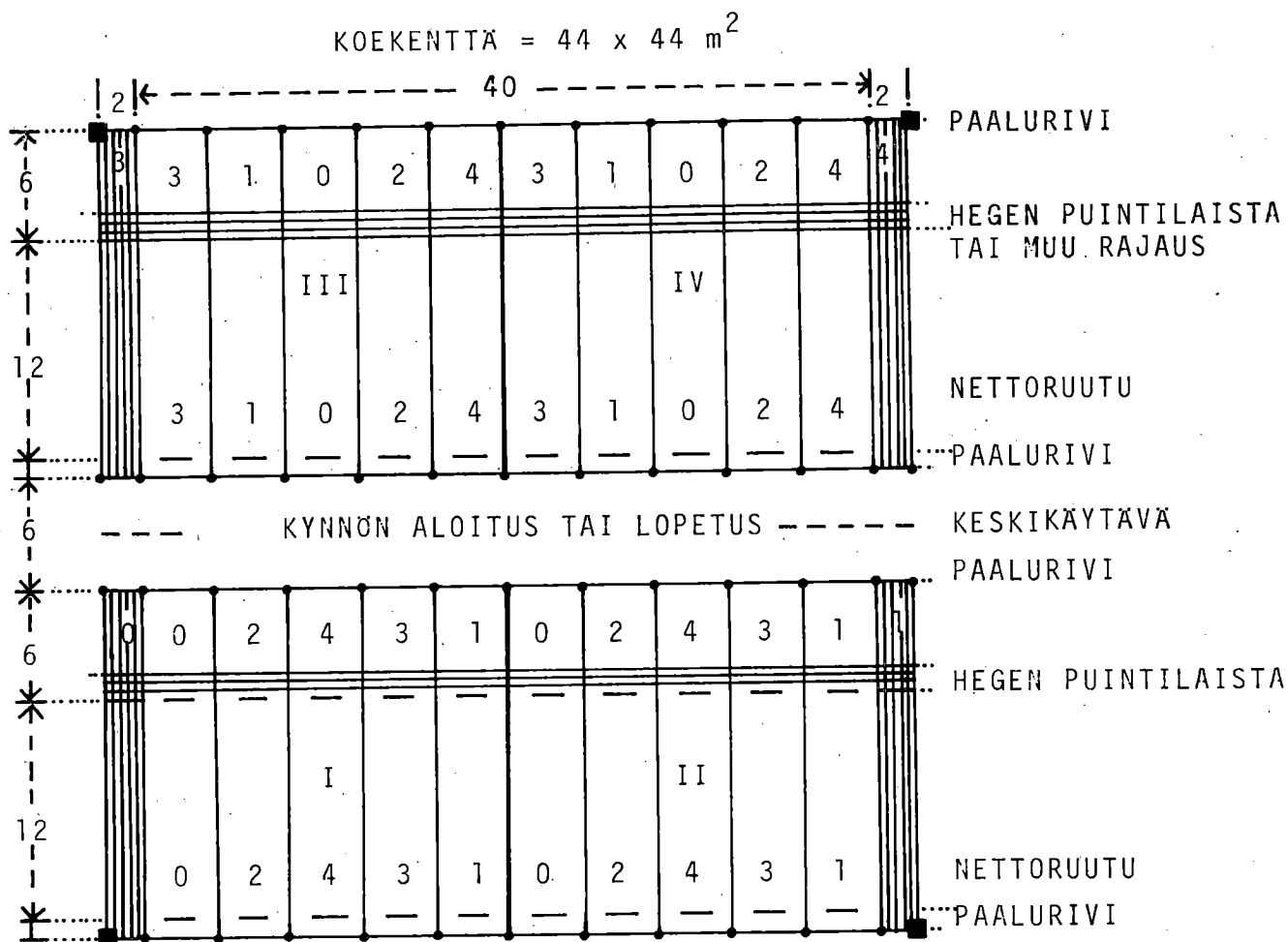
### Kenttäkoesuunnitelmat ja kokeiden viljely

Koejäseninä kenttäkokeissa on viisi eri fosforilannoitustasoa. Vilja- ja nurmikokeissa fosforimäärä nousee 15 kilon portain nolasta kuuteenkymmeneen kiloon hehtaarille ja perunakokeissa 25 kilon portain nolasta sataan kiloon hehtaarille.

Koejäsenten sijoitus kentälle sekä vilja- ja nurmikokeissa käytettävät lannoitteet ja niiden määrät on esitetty kuvassa 1. Perunakokeissa (kuva 2) kaliumlannoitteena käytetään kaliumsulfaattia (362 kg = 150 kg K/ha). Avoviljelyssä superfosfaattiportaot ja kaliumlannoite mullataan rivilannoittimella tai yleisvannaskylvökoneella eri ajokerroilla. Oulunsalpietari mullataan erikseen tai sijoitetaan kylvön yhteydessä kylvölannoittimella. Nurmille superfosfaatti levitetään vuosittain keväällä, oulunsalpietari ja kalisuola kutakin satoa varten erikseen. Typpilannoitusohjeena on taloudellisesti optimaalinen määrä lakoviljaa välttämällä. Kiinteiden kenttien nurmilla typpilannoitus on ollut aina 80 kg N/sato.

Kahdessa Jokioisten viljakokeessa (kuva 3) on toisena koetekijänä kalkitus. Kalkitustasot nolla ja kymmenen tonnia kalkkikivijauhetta hehtaarille on sijoitettu pääruutuihin, jotka sisältävät osaruutuina eri fosforitasot





### Fosforilannoituksen porraskoe

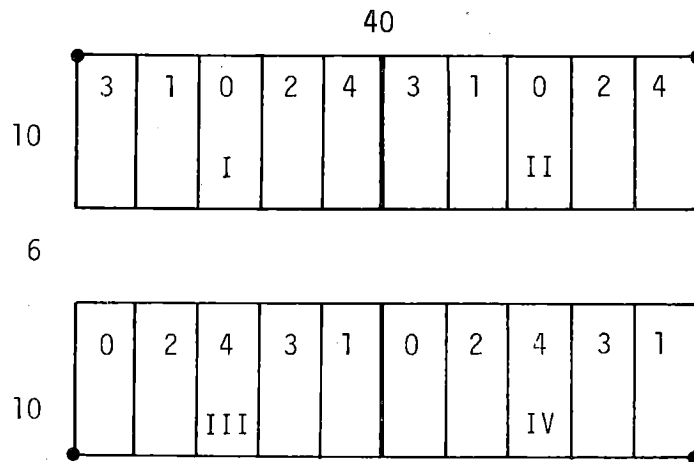
| Koejäsen | P<br>kg/ha | Superfosfaattia<br>(8,7 % P) kg/ha |
|----------|------------|------------------------------------|
| 0        | 0          | 0                                  |
| 1        | 15         | 172                                |
| 2        | 30         | 345                                |
| 3        | 45         | 517                                |
| 4        | 60         | 690                                |

Lisäksi kaikille ruuduille:

Kalisuolaa 120 kg/ha = 60 kg K  
(säilörehunurmille kutakin niitto-  
kerta kohden)

Oulunsalpietaria määrä, joka on  
mahdollisimman lähellä taloudel-  
lista optimia (lakoviljaa pyri-  
tään välttämään).

Kuva 1. Fosforilannoituksen porraskokeiden lannoituskäsittelyt ja koejäsenten sijoitus viljakokeissa. Nurmikokeet on tehty samalla koejärjestelyllä.

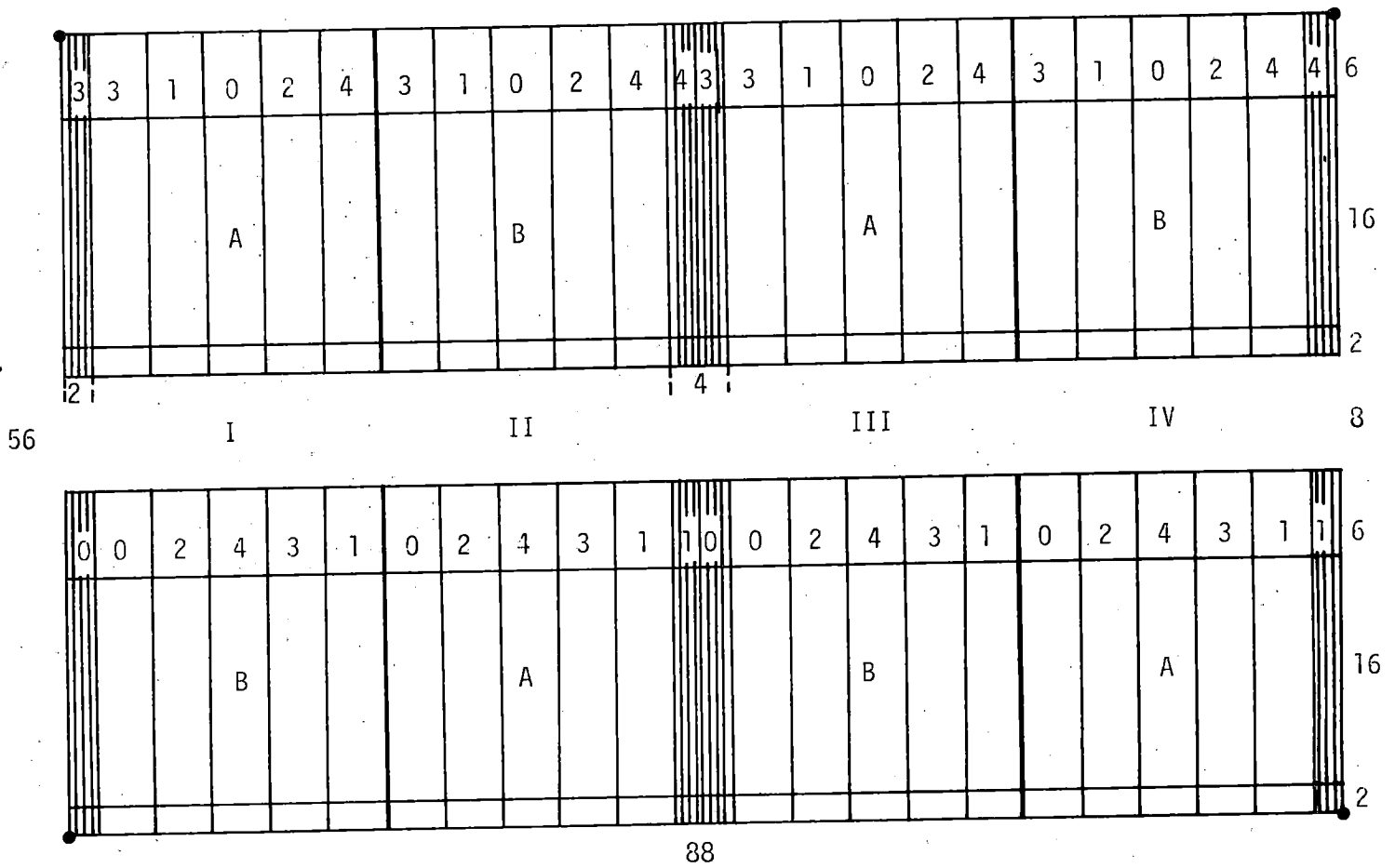


Fosforilannoituksen porraskoe perunalla

|     |           |   |                                   |
|-----|-----------|---|-----------------------------------|
| 0 = | 0 kg/ha P | = | 0 kg/ha superfosfaattia (8,7 % K) |
| 1 = | 25 "      | = | 287 "                             |
| 2 = | 50 "      | = | 574 "                             |
| 3 = | 75 "      | = | 862 "                             |
| 4 = | 100 "     | = | 1149 "                            |

N-lannoitus 90 kg/ha = 327 kg/ha oulunsalpietaria

Kuva 2. Fosforilannoitusportaajat ja niiden sijoitus perunakokeissa.



### Fosforilannoituksen porraskoe II

A = kalkitsematon

B = kalkitus 10 t/ha syksyllä

0 = 0 kg/ha P = 0 kg/ha superfosf.

1 = 15 " = 172 " "

2 = 30 " = 345 " "

3 = 45 " = 517 " "

4 = 60 " = 690 " "

Kuva 3. Fosforilannoitus ja kalkitus sekä niiden sijoitus fosforilannoitus-kalkituskokeissa.

samalla tavalla ja samankokoisina ruutuina kuin pienempien kokeiden lohkot. Kalkitus suoritettiin ensimmäisen koevuoden syksyllä. Noin kaksi kolmannesta kalkista levitettiin ennen kyntöä ja loput routaantuneelle kynnöksele.

Kokeita viljellään mahdollisimman tarkasti nykyaikaista käytännön viljelyä vastaavalla tekniikalla. Oljet kynnetään silputtuina maahan omiin ruutuihin. Nettoruutujen päässä oleva jatke (kuvat 1 ja 3) mahdollistaa tasaisen olkikatteen koko nettoruudun pituudelle, kun olkien silppuaminen leikkuupuimurilla suoritetaan yhteen suuntaan ajaen.

Maan siirtyminen muokattaessa ruudulta toiselle saattaa aiheuttaa monivuotissa kokeissa koevirhettä. Reunavaikutuksen rajoittamiseksi koejäsenet on sijoitettu siten, että viereisten ruutujen fosforitasojen erotus on korkeintaan kaksi porrasta. Lisäksi muokattaessa varotaan maan kulkeutumista erityisesti ruutujen poikkisuunnassa.

Leikkuupuidut viljasadot punnitaan tuoreena tai kuivattuna ja lajiteltuna. Kosteusmäärityksen perusteella jyväsadot lasketaan 15 % kosteutta vastaaviksi. Nurmen sadot punnitaan tuoreena, ja kosteusmäärityksen perusteella lasketaan kuiva-ainesadot. Perunalla neljän metrin levyisellä bruttoruudulla olevista kuudesta rivistä kaksi keskimmäistä riviä muodostavat nettoruudun.

### Näytteiden otto ja analysointi

Koekentistä otetaan maanäytteitä perustamisvuoden keväällä ja sen jälkeen kolmen kasvukauden välein syksyllä. Näytteet otetaan ruuduittain muokkauskerroksesta 0-20 (-30) senttimetrin syvyydestä ja jankosta 20-40 (30-45) senttimetrin syvyydestä. Kultakin ruudulta otetaan Oiva-kairalla viisi osanäytettä, joista 2/3-litran pahvirasia täyttyy. Korkeintaan 35<sup>o</sup>C:en lämpötilassa kuivatetut maanäytteet jauhetaan puukiekolla pyöreäreikäisen seulalevyn ( $\emptyset = 2 \text{ mm}$ ) päällä, jonka läpäissyt osa näytteestä otetaan analysoitavaksi.

Maanäytteistä määritetään pH, johtoluku, kalsium, kalium, magnesium ja fosfori viljavuustutkimuksessa käytettävällä ns. viljavuusanalyysillä: pH ja johtoluku mitataan vesilietteestä ja ravinteet määritetään hapanta ammoniumasettaattia uuttoneesteinä käyttäen (VUORINEN ja MAKITIE 1955). Myös vaikealiukoinen ns. varasto- eli reservifosfori määritetään 2-molaarisella suolahapolla uuttaen samalla tavalla kuin viljavuustutkimuksessa. Muokkauskerrok-

sen aloitusnäytteistä määritettiin vesiliukoinen fosfori hollantilaisella menetelmällä (SISSINGH 1971). Aloitusnäytteistä määritettiin lohkoittain lajitekoostumus mekaanisella maa-analyysillä (ELONEN 1971) ja orgaanisen aineen pitoisuus dikromaattimenetelmällä.

Nurmisadoista ja viljan jyväsadoista otetaan näytteet ruuduittain. Olkinäytteet otetaan pois korjattavista oljista, esim. suojaviljasta. Oljista ja nurmen sadosta otetut noin neljän litran näytteet silputaan ja jauhetaan kemiallista analyysiä varten. Perunasta otetaan viiden kilon näyte tärkkelyspitoisuuden määrittämiseksi ja siitä kolme kiloa jauhetaan lihamylyllä ravinnepitoisuuksien määrittämiseksi varten.

Jyväsadon ulkoista laatua tutkitaan määrittämällä siitä hehtolitraino ja tuhannen siemenen paino. Kaikista satoinäytteistä määritetään typpi-, fosfori-, kalium-, kalsium- ja magnesiumpitoisuus. Typpi määritetään Kjeldahl-menetelmän mukaisesti märkäpoltolla ja tislauksella (Tecator-laitteella). Muut ravinteet määritetään kaikki samasta näyte-erästä, joka poltetaan sähköuunissa tuhaksi ja uutetaan suolahappoon. Suodatetusta uutteesta määritetään fosfori vanadaattimenetelmällä ja muut ravinteet mitataan atomiabsorptiospektrometrillä.

Tulokset lasketaan pääosin ATK:n avulla ja testataan varianssianalyysillä. Koejäsenten välisten erojen riskitaso (F) esitetään seuraavasti: (xxx) = alle 0,1 %, (xx) = 0,1-1,0 %, (x) = 1,0-5,0 % ja (-) = yli 5 %. Merkinnän puuttuminen tarkoittaa testin puuttumista ja merkintä (=) analyysin suorittamista koejäsenittäin. Koejäsenten välisten erojen ollessa "merkitseviä" (riski alle 5 %) on suoritettu parittainen vertailu Duncanin testillä ja merkitty samalla kirjaimella ne keskiarvot, jotka eivät testin mukaan eroa toisistaan. Tuloksia käsitellään myös regressioanalyysillä muuttujien välisten suhteiden selvittämiseksi.

#### Koepaikkojen maaperä

Koekenttien maalaji, hiukkaskokojakauma ja orgaanisen aineen pitoisuus sekä keskimääräinen ravinteisuus kokeen alussa esitetään taulukossa 4 (s.37). Kokeet ovat koeyksiköittäin numerojärjestyksessä pienimmästä alkaen. Kaksi ensimmäistä numeroa ilmoittavat suorittavan yksikön (ATK-koodi) ja kolme viimeistä yksittäisen kokeen.

Koepaikat jakaantuvat muokkauskerroksen maalajin mukaan seuraavasti:

|                       | Kiinteiden kenttien<br>nurmikokeet |     | Muut kokeet |     | Kaikki kokeet |     |
|-----------------------|------------------------------------|-----|-------------|-----|---------------|-----|
|                       | n                                  | %   | n           | %   | n             | %   |
| Savimaat              | 1                                  | 8   | 7           | 29  | 8             | 22  |
| Karkeat kivennäismaat | 3                                  | 25  | 11          | 46  | 14            | 39  |
| Eloperäiset maat      | 8                                  | 67  | 6           | 25  | 14            | 39  |
| Yhteensä              | 12                                 | 100 | 24          | 100 | 36            | 100 |

Koko maan nurmi- ja vilja-alan sekä kokonaispeltoalan muokkauskerroksen maalajijakautuma on viljavuustutkimusten (KURKI 1972) ja peltoalan käytön (ANON. 1980) mukaan maatalouskeskuksittain laskettuna seuraava:

|                       | Nurmiala<br>% | Vilja-ala<br>% | Koko peltoala<br>% |
|-----------------------|---------------|----------------|--------------------|
| Savimaat              | 8             | 20             | 16                 |
| Karkeat kivennäismaat | 59            | 53             | 54                 |
| Eloperäiset maat      | 33            | 27             | 30                 |

(Viljavuustutkimusnäytteistä on eloperäisten maiden multavuusluokkiin sijoitunut 26,6 % (KURKI 1972, s. 134), mutta alueittaisten ja maalajeittaisten näytetiheyksien erojen takia eloperäiset näytteet edustavat keskimäärin suurempaa peltoalaa kuin muut näytteet.)

Fosforilannoituksen porraskokeissa ovat koko maahan verrattuna ylliedustettuna kiinteillä kentillä eloperäiset maat ja muilla koepaikoilla savimaat.

Kiinteiden kenttien kokeet ovat alueellisesti keskittyneet pohjoiseen Keski-Suomeen ja Pohjois-Pohjanmaalle. Muut kokeet ovat jakaantuneet melko tasaisesti koko maan viljelyalueelle. Koekenttien muokkauskerroksen happamuus (pH) ja eri tavoin määritetty fosforipitoisuus (mg/l) kokeen alussa keskimäärin ja koko maan peltojen keskimääräinen (KURKI 1979) happamuus ja fosforipitoisuus on seuraava:

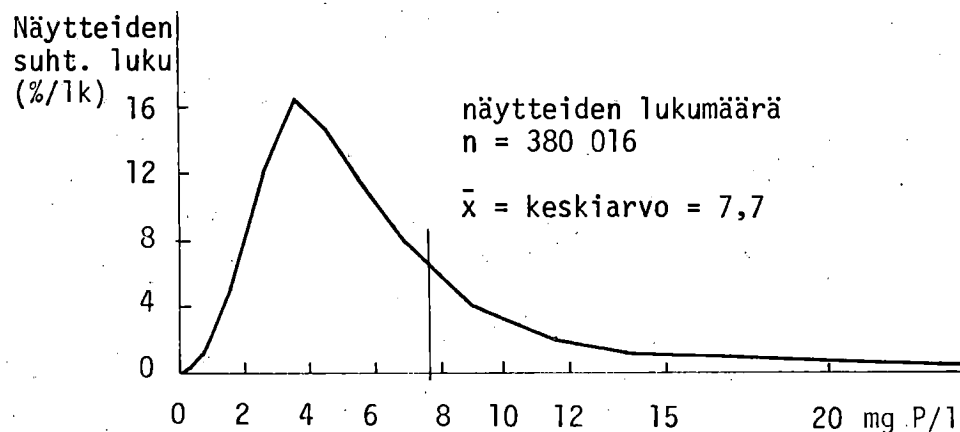
|                                    | Kokeita | pH   | P <sub>HAc</sub> | P <sub>H<sub>2</sub>O</sub> | P <sub>HCl</sub> |
|------------------------------------|---------|------|------------------|-----------------------------|------------------|
| Kiinteiden kenttien<br>nurmikokeet | 12      | 5,7  | 9,0              | 7,0                         | 401              |
| Muut kokeet                        |         |      |                  |                             |                  |
| Kaikki                             | 24      | 5,6  | 11,3             |                             | 759              |
| 1977-79 aloitetut                  | 21      | 5,5  | 8,9              | 9,1                         | 701              |
| Koko maa 1976-77                   |         | 5,62 | 10,8             |                             |                  |

(P<sub>HAc</sub> = viljavuustutkimuksen "helppoliukoinen" fosfori, P<sub>H<sub>2</sub>O</sub> = vesiliukoinen fosfori, P<sub>HCl</sub> = viljavuustutkimuksen "reservifosfori").

Koepaikat jakaantuvat "helppoliukoisen" fosforin mukaisiin luokkiin samantapaisesti kuin koko Suomen peltoala nykyisin vuosien 1966-70 viljavuustutkimusten (KURKI 1972) mukaan arvioituna:

| P <sub>HAc</sub> | Kiinteiden kenttien<br>nurmikokeet | Muut<br>kokeet | Kaikki<br>kokeet | Koko Suomen peltoala<br>1981 (arvio) | 1966-70   |
|------------------|------------------------------------|----------------|------------------|--------------------------------------|-----------|
|                  | n                                  | n              | n                | %                                    | %         |
| 0 - 3,0          | 2                                  | 1              | 3                | 9                                    | ( 8) 17,1 |
| 3,1- 5,0         | 2                                  | 4              | 6                | 18                                   | (22) 31,0 |
| 5,1- 8,0         | 1                                  | 7              | 8                | 23                                   | (29) 27,2 |
| 8,1-12,5         | 4                                  | 4              | 8                | 23                                   | (20) 13,0 |
| 12,6-20          | 2                                  | 4              | 6                | 18                                   | (12) 6,1  |
| 20,1-            | -                                  | 3              | 3                | 9                                    | ( 9) 5,6  |

Epäsymmetrisen jakautuman takia keskimääräinen fosforiluku on noin kaksi kertaa niin suuri kuin yleisin fosforiluku, kuten oheisesta vuosien 1966-70 viljavuustutkimusnäytteiden fosforilukujen jakautumaa osoittavasta käyrästä voidaan havaita (kuva 4):



Kuva 4. Maanäytteiden jakautuminen eri fosforipitoisuusluokkiin vuosina 1966-70 keskimäärin (KURKI 1972).

## Tulokset

### Nurmen kuiva-ainesadot

Kiinteiden koekenttien nurmikokeiden sadot esitetään taulukossa 5 (s. 39). Kuiva-ainesatojen ohella taulukkoon on merkitty niittopäivät, nurmen ikä ja suuntaa antava kasvilajikoostumus. Niittopäivä osoittaa jossain määrin kasvuston kehitysastetta. Ensimmäinen sato on niitetty useimmiten heinäasteella. Sadot ovat olleet timoteivaltaisista. Ainoastaan yhdessä sadossa on ollut yli 10 % apilaa. Koeasemilla fosforilannoituksen porraskokeissa on ollut nurmi viidessä kokeessa (taulukko 6 s. 41).

Keskimääräinen sadonlisäys 173 kilolla superfosfaattia (15 P) oli 390 kg/ha (taulukko 1). Suurin eli nelinkertainen lannoitus (60 P) lisäsi satoa edelleen suunnilleen yhtä paljon eli kaikkiaan 810 kg/ha. Sato näytti suurenevan lineaarisesti fosforilannoitusta lisättäessä, mutta satofunktion tarkkaa muotoa ei voida tulosten hajonnan takia luotettavasti määrittää. Maalajiryhmien välillä ei ollut sadonlisäyksissä merkitseviä eroja. Joissakin kiinteiden koekenttien kokeissa sadonlisäys oli toisena vuonna paljon suurempi kuin ensimmäisenä vuonna. On mahdollista, että osa superfosfaatin tuottamasta sadonlisäyksestä on joissakin kokeissa johtunut sen sisältämästä rikistä (vertaa TAHTINEN 1977). Rikkiä on heinälle riittävästi pienimmässäkin superfosfaattianoksessa, joten se ei ole voinut vaikuttaa eri fosforimäärillä lannoitettujen portaiden välisiin satoeroihin.

Kokeen alussa määritetty koekentän keskimääräinen fosforitila osoitti fosforilannoituksella saatua sadonlisäystä sangen epätarkasti (kuva 5). Viljavuustutkimuksen helppoliukoinen fosfori selitti kahden ensimmäisen nurmivuoden keskimääräisestä sadonlisäyksestä 19 % lannoituksen ollessa 15 kg P/ha ja 13 % lannoituksen ollessa 60 kg P/ha. Vesiliukoinen fosfori, jota useimmissa maissa oli suunnilleen yhtä paljon kuin happamaan ammoniumasetattiin uuttuvaa fosforia ( $r^2 = 64\%$ ), selitti sadonlisäyksestä 15 % lannoitustasolla 15 kg P/ha ja 7 % lannoitustasolla 60 kg P/ha. Happoliukoinen varastofosfori selitti vastaavista sadonlisäyksistä 13 ja 7 %. Mikään analyysi ei selittänyt sadonlisäystä merkitsevästi laskettaessa korrelaatiot kokeiden keskjarvoilla. Maanalyytit eivät osoittaneet fosforimäärää lisättäessä saatua sadonlisäystä välillä 15-60 kg P/ha (kuva 5).

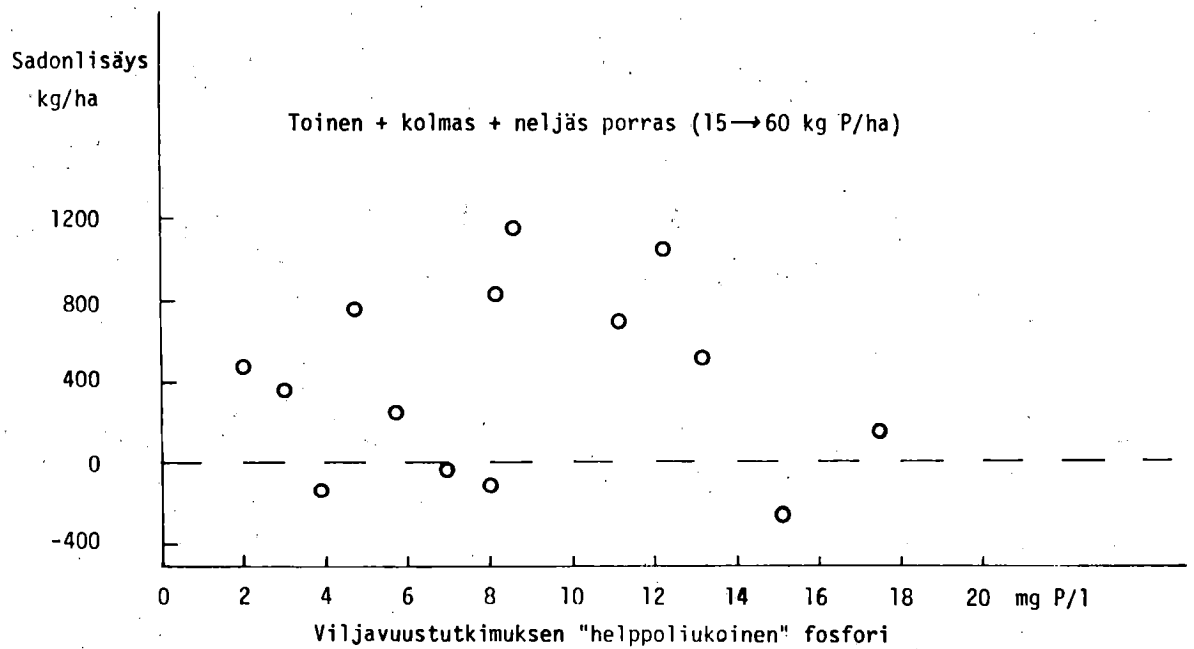
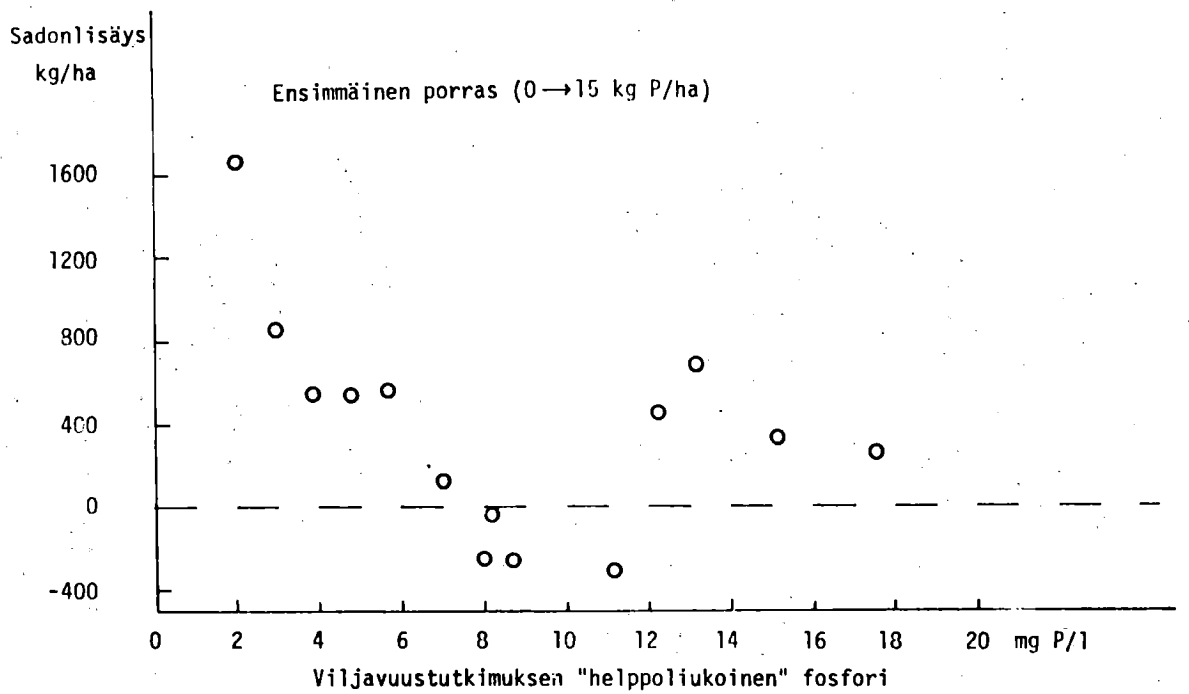


Taulukko 1. Fosforilannoituksen keskimääräinen vaikutus nurmen vuotuisen kuiva-ainesatoon.

| Koe  | Maalaji | P <sub>HAc</sub> | P <sub>H<sub>2</sub>O</sub> | P <sub>HCl</sub> | Vuosia | Fosforilannoitus kg P/ha |       |       |       |       |
|--|---------|------------------|-----------------------------|------------------|--------|--------------------------|-------|-------|-------|-------|
|  |         |                  |                             |                  |        | 0                        | 15    | 30    | 45    | 60    |
|  |         |                  |                             |                  |        | kuiva-ainesato, kg/ha    |       |       |       |       |
| 02065  | HtMr    | 8,6              | 6,4                         | 869              | 2      | 11030                    | 10670 | 11350 | 10730 | 11840 |
| 02066  | Lct     | 12,3             | 12,8                        | 304              | 3      | 8980                     | 9310  | 9280  | 9780  | 10160 |
| 02067  | Mm/Kht  | 5,7              | 5,3                         | 273              | 3      | 7020                     | 7600  | 7510  | 8090  | 8130  |
| 02068 <sup>*</sup>                             | Mm/Kht  | 12,2             | 7,8                         | 222              | (3)    | 4890                     | 5630  | 5390  | 5320  | 5220  |
| 02069 <sup>*</sup>                             | Ct      | 2,0              | 3,9                         | 177              | (3)    | 5620                     | 7050  | 7460  | 7710  | 7600  |
| 02071  | Mm/Kht  | 13,2             | 7,8                         | 559              | 3      | 6890                     | 7600  | 7620  | 7880  | 8120  |
| 02072  | Mm/LjS  | 3,9              | 3,5                         | 229              | 2      | 7540                     | 8100  | 8010  | 8020  | 7960  |
| 02073  | hsHsS   | 3,0              | 2,4                         | 590              | 2      | 6590                     | 7420  | 7740  | 7910  | 7790  |
| 02074  | Kht     | 17,5             | 11,1                        | 660              | 2      | 8130                     | 8370  | 8450  | 8700  | 8520  |
| 02075  | Kht     | 4,8              | 5,5                         | 162              | 2      | 7330                     | 7890  | 8320  | 8080  | 8650  |
| 02076 <sup>*</sup>                             | Ct      | 9,1              | 4,1                         | 368              | 2      | 3350                     | 3230  | 3440  | 3520  | 3290  |
| 17114  | Kht     | 8,2              | 5,3                         | 552              | 2      | 6520                     | 6480  | 7160  | 6970  | 7290  |
| 21006  | Hs(-Mm) | 7,0              | 3,5                         | 657              | 2      | 6080                     | 6220  | 5810  | 6430  | 6180  |
| 24801  | Mm/Ct   | 8,0              | 7,0                         | 178              | (3)    | 6330                     | 6420  | 6430  | 6480  | 6450  |
| 25418  | HsS     | 15,2             | 15,0                        | 811              | 2      | 6320                     | 6670  | 6700  | 6610  | 6400  |
| 43106  | Ct      | 11,2             | 16,1                        | 398              | 2      | 10580                    | 10270 | 10400 | 11000 | 10970 |
| Kaikki <sup>*</sup> keskimäärin (33 koevuotta) |         |                  |                             |                  |        | 7500                     | 7890  | 8030  | 8210  | 8310  |
| Sadon suhdeluku                                |         |                  |                             |                  |        | 100                      | 105   | 107   | 109   | 111   |
| Sadonlisäys                                    |         |                  |                             |                  |        |                          | 390   | 530   | 710   | 810   |
| Sadonlisäys edelliseltä portaalta              |         |                  |                             |                  |        |                          | 390   | 140   | 180   | 100   |
| Ensimmäinen koevuosi (9 koetta <sup>**</sup> ) |         |                  |                             |                  |        | 8740                     | 9150  | 9230  | 9440  | 9440  |
| Sadon suhdeluku                                |         |                  |                             |                  |        | 100                      | 105   | 106   | 108   | 108   |
| Toinen koevuosi (9 koetta <sup>**</sup> )      |         |                  |                             |                  |        | 7170                     | 7950  | 8270  | 8350  | 8670  |
| Sadon suhdeluku                                |         |                  |                             |                  |        | 100                      | 111   | 115   | 116   | 121   |
| Kivennäismaat (7 koetta)                       |         |                  |                             |                  |        | 7430                     | 7670  | 7930  | 7920  | 8100  |
| Sadon suhdeluku                                |         |                  |                             |                  |        | 100                      | 103   | 107   | 107   | 109   |
| Eloperäiset maat (8 koetta)                    |         |                  |                             |                  |        | 7740                     | 8240  | 8320  | 8580  | 8620  |
| Sadon suhdeluku                                |         |                  |                             |                  |        | 100                      | 106   | 108   | 111   | 111   |

1) \* vihantaviljat kokeista 02068-69 ja koe 02076 eivät sisälly yhdistelmiin

2) \*\* kiinteiden koekenttien kokeet, ei 02068 ja -76



Kuva 5. Fosforilannoituksella saadun nurmen kuiva-ainesadon lisäyksen riippuvuus maasta happamaan ammoniumasetaattiin uuttuvasta fosforista (= viljavuustutkimuksen "helppoliukoinen" fosfori).

### Viljan jyväsadot

Vuosittain eri fosforimäärillä saadut viljasadot esitetään taulukossa 6 (s. 41). Satolukujen rinnalle on merkitty kasvilaji ja -lajike, typpilannoitus, kylvö- ja korjuupäivä sekä keskimääräinen lakoisuus (useimpien kokeiden kohdalle). Jokioisten fosforilannoitus-kalkituskokeissa ei kalkituksella ollut merkitsevää vaikutusta, ja niistä esitetään nyt vain ilman kalkitusta saadut sadot.

Kaikissa vähintään kaksi vuotta korsiviljaa kasvaneissa kokeissa fosforilannoitukset 15, 30, 45 ja 60 kg P/ha lisäsivät jyväsatoa keskimäärin 100, 200, 200 ja 240 kg/ha (taulukko 2). Ensimmäisen vuoden jälkeen keskimääräinen sato suureni selvästi lisättäessä lannoitusta yli ensimmäisen 15 kilon portaan.

Viljasadoista on ollut noin puolet ohraa, jonka satoa fosforilannoitus on lisännyt enemmän kuin kauran satoa. Ruis ja vehnä, joita on viljelty vain Lounais-Suomen koeaseman kokeissa, näyttävät reagoivan ohran tapaan. Herneen satoa fosforilannoitus on Lounais-Suomen koeasemalla alentanut, mutta vaikutus ei ole tilastollisesti merkitsevä (koe 13099, taulukko 6, s. 41).

Ryhmiteltäessä tulokset maalajin mukaan saadaan kivennäismailla suurempia sadonlisäyksiä kuin turvemilla. Vaatimattoman kauran osuus on ollut turvemilla keskimääräistä suurempi.

Kivennäismailla kolmantena ja neljäntenä koevuonna ohralla keskimäärin (11 koesatoa) eri fosforimäärillä saadut jyväsadon lisäykset ovat: 15 P 190 kg, 30 P 320 kg, 45 P 330 kg ja 60 P 390 kg. Näiden tulosten mukaan laskettu satofunktio esitetään kuvassa 6.

Fosforilannoituksen vaikutusta kuvaavan satofunktion derivaatan ( $y' = 14,2 - 0,28x$ ) mukaan yksi kilo superfosfaatin fosforia lisää ohran jyväsatoa eri lannoitustasoilla seuraavasti:

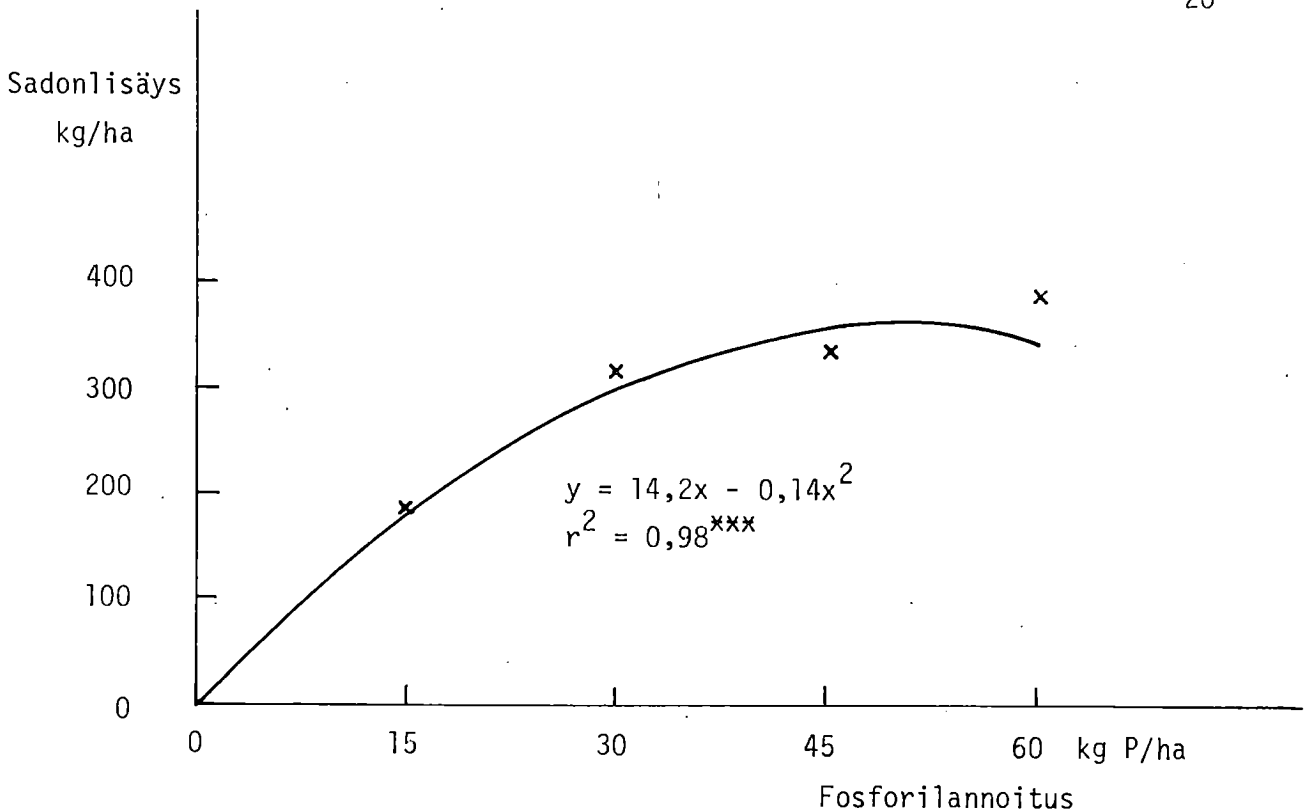
|                               |      |      |      |      |     |       |
|-------------------------------|------|------|------|------|-----|-------|
| Fosforilannoitustaso, kg P/ha | 0    | 7,5  | 15   | 22,5 | 30  | 37,5  |
| Sadonlisäys, kg jyviä/kg P    | 14,5 | 12,1 | 10,0 | 7,9  | 5,8 | (3,7) |

Pienen aineiston ja satunnaishajonnan takia käyrän tarkkaa muotoa ei voida varsinkaan suurimpien portaiden kohdalla määrittää luotettavasti. Yksittäisten kokeiden tulokset poikkeavat keskiarvoista satofunktion muodon suhteen.

Taulukko 2. Fosforilannoituksen keskimääräinen vaikutus viljasatoon.

| Koe                               | Maalaji  | P <sub>HAc</sub> | P <sub>H<sub>2</sub>O</sub> | P <sub>HCl</sub> | Kasvi-<br>lajit <sup>x</sup> | Fosforilannoitus kg P/ha       |      |      |      |      |
|-----------------------------------|----------|------------------|-----------------------------|------------------|------------------------------|--------------------------------|------|------|------|------|
|                                   |          |                  |                             |                  |                              | 0                              | 15   | 30   | 45   | 60   |
|                                   |          |                  |                             |                  |                              | jyväsato, kg/ha (kosteus 15 %) |      |      |      |      |
| 02105                             | Mm/LCt   | 9,2              |                             | 576              | oo                           | 3010                           | 3070 | 3160 | 3140 | 3100 |
| 02106                             | HtS      | 56,6             |                             | 1473             | oo                           | 4040                           | 3950 | 4110 | 3960 | 3960 |
| 13014                             | AS       | 3,9              | 4,6                         | 877              | vwoo                         | 3190                           | 3280 | 3480 | 3410 | 3590 |
| 13015                             | KHt      | 8,9              | 5,0                         | 872              | okvk                         | 3880                           | 3890 | 3870 | 3970 | 4040 |
| 13018                             | HeS      | 14,1             | 29,9                        | 1012             | rrs                          | 2860                           | 3140 | 3190 | 3310 | 3100 |
| 14811                             | He (erm) | 9,1              | 9,8                         | 708              | ooo                          | 3520                           | 3680 | 3730 | 3520 | 3800 |
| 15677                             | Hs (erm) | 6,9              | 5,4                         | 465              | oooo                         | 2020                           | 2300 | 2280 | 2360 | 2350 |
| 16066                             | He       | 3,0              | 5,7                         | 517              | oko                          | 3370                           | 3500 | 3660 | 3520 | 3730 |
| 18261                             | HHT      | 14,2             | 11,4                        | 1879             | oooo                         | 3630                           | 3660 | 3740 | 3770 | 3680 |
| 19024                             | Hs       | 27,8             | 18,6                        | 1140             | kook                         | 2860                           | 2960 | 3000 | 3010 | 3070 |
| 20231                             | He (erm) | 5,8              | 1,6                         | 747              | kkkk                         | 3920                           | 3880 | 4080 | 3950 | 4030 |
| 21003                             | HHT      | 4,7              | 1,6                         | 595              | oooo                         | 2800                           | 3080 | 3330 | 3390 | 3490 |
| 21005                             | hsCt     | 6,5              | 4,8                         | 341              | kkk                          | 3780                           | 3780 | 3720 | 3940 | 3850 |
| 22007                             | Mm/KHt   | 14,8             | 24,2                        | 324              | oooo                         | 3320                           | 3340 | 3480 | 3470 | 3600 |
| 25419                             | HsS      | 3,7              | 6,7                         | 620              | oo                           | 2080                           | 2350 | 2530 | 2600 | 2690 |
| 43017                             | Ct       | 5,2              | 5,3                         | 271              | kkkk                         | 3720                           | 3820 | 3720 | 3790 | 3740 |
| 43237                             | HHT      | 4,6              | 4,6                         | 766              | kkkk                         | 3600                           | 3660 | 3940 | 3870 | 3950 |
| Kaikki keskimäärin (59 koesatoa)  |          |                  |                             |                  |                              | 3300                           | 3400 | 3500 | 3500 | 3540 |
| Sadon suhdeluku                   |          |                  |                             |                  |                              | 100                            | 103  | 106  | 106  | 107  |
| Sadonlisäys                       |          |                  |                             |                  |                              |                                | 100  | 200  | 200  | 240  |
| Ohra keskimäärin (32 koesatoa)    |          |                  |                             |                  |                              | 3060                           | 3200 | 3320 | 3300 | 3380 |
| Sadonlisäys                       |          |                  |                             |                  |                              |                                | 140  | 260  | 240  | 320  |
| Kaura keskimäärin (20 koesatoa)   |          |                  |                             |                  |                              | 3640                           | 3630 | 3700 | 3740 | 3780 |
| Sadonlisäys                       |          |                  |                             |                  |                              |                                | -10  | 60   | 100  | 140  |
| Savimaat (11 koesatoa)            |          |                  |                             |                  |                              | 3040                           | 3200 | 3340 | 3340 | 3360 |
| Sadonlisäys                       |          |                  |                             |                  |                              |                                | 160  | 300  | 300  | 320  |
| Hiesu- ja hieumaat (18 koesatoa)  |          |                  |                             |                  |                              | 3100                           | 3230 | 3310 | 3240 | 3360 |
| Sadonlisäys                       |          |                  |                             |                  |                              |                                | 130  | 210  | 140  | 260  |
| Hietamaat (16 koesatoa)           |          |                  |                             |                  |                              | 3480                           | 3580 | 3720 | 3750 | 3790 |
| Sadonlisäys                       |          |                  |                             |                  |                              |                                | 100  | 240  | 270  | 310  |
| Multa- ja turvemaat (13 koesatoa) |          |                  |                             |                  |                              | 3500                           | 3550 | 3560 | 3630 | 3620 |
| Sadonlisäys                       |          |                  |                             |                  |                              |                                | 50   | 60   | 130  | 120  |

x o = ohra, v = kevävehnä, k = kaura, r = ruis, s = syysvehnä

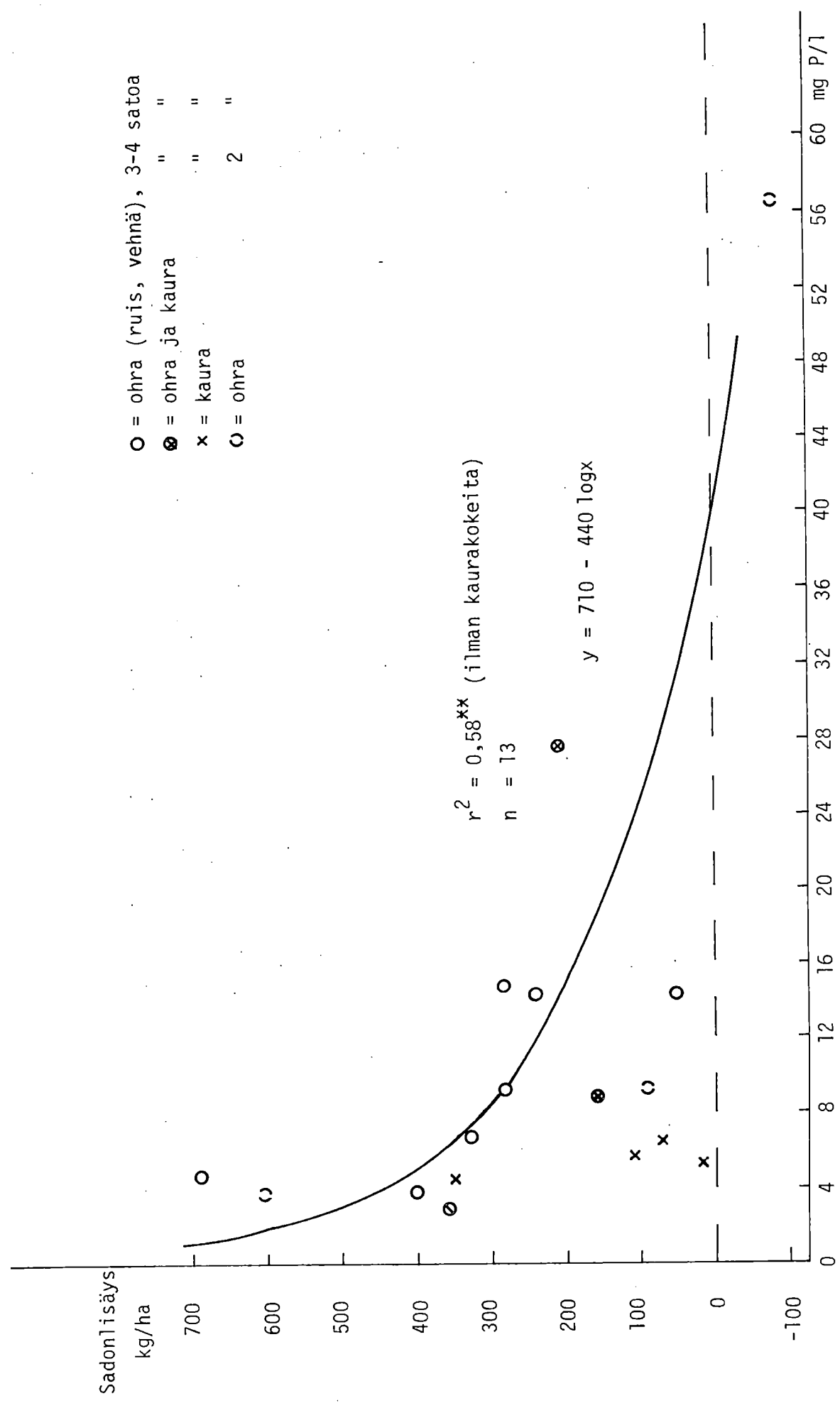


Kuva 6. Fosforilannoituksen vaikutus ohran jyväsatoon kivennäismailla 3.-4. koevuonna, 11 koesatoa. (x = lannoitustason keskimääräinen sadonlisäys).

Maan fosforianalyysi selitti fosforilannoituksella saatua sadonlisäystä viljoilla tarkemmin kuin nurmilla (kuvat 7 ja 8). Jätettäessä laskuista pois puhtaat kaurakokeet, joissa vain yhdessä tuli sadonlisäystä, saadaan "helppoliukoisen" fosforin selvitysasteeksi logaritmisessa mallissa  $0,58^{**}$  (kaikki 13 koetta, kuva 7a) tai  $0,47^x$  (ilman Jokioisten 2 koetta). Jälkimmäisessä ryhmässä vesiliukoinen fosfori selitti sadonlisäyksestä 38 % (kuva 7b), reservifosfori 28 % (kuva 7c). Toisin kuin nurmilla, viljavuustutkimuksen helppoliukoinen fosfori osoitti viljoilla myös lannoitusta lisättäessä saatua sadonlisäystä merkitsevästi ( $r^2 = 0,46^x$ , kuva 8).

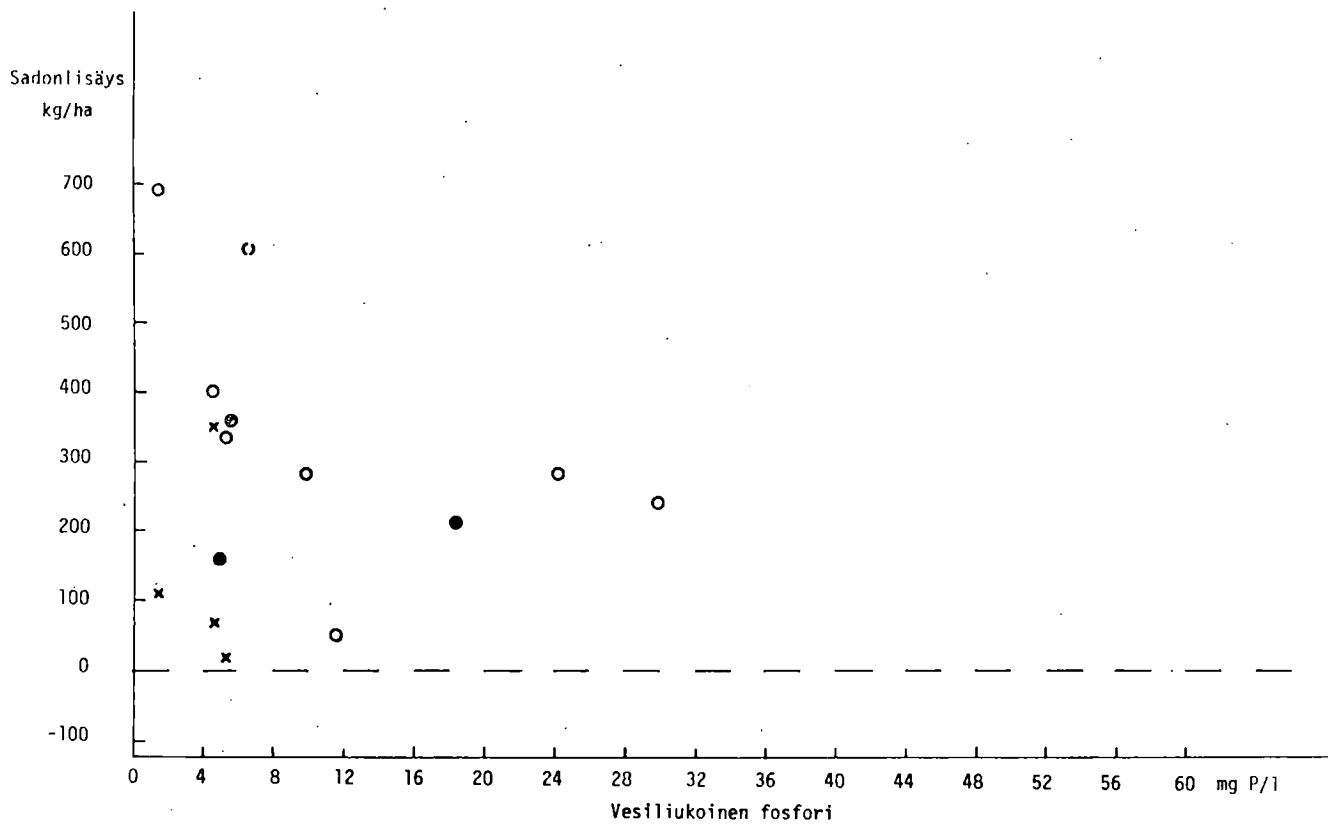
Kahdessa perunan koesadossa fosforilannoituksen vaikutus satoon ei ollut merkitsevä (taulukko 6, s. 41).

- = ohra (ruis, vehnä), 3-4 sataa
- ⊗ = ohra ja kaura
- x = kaura
- = ohra

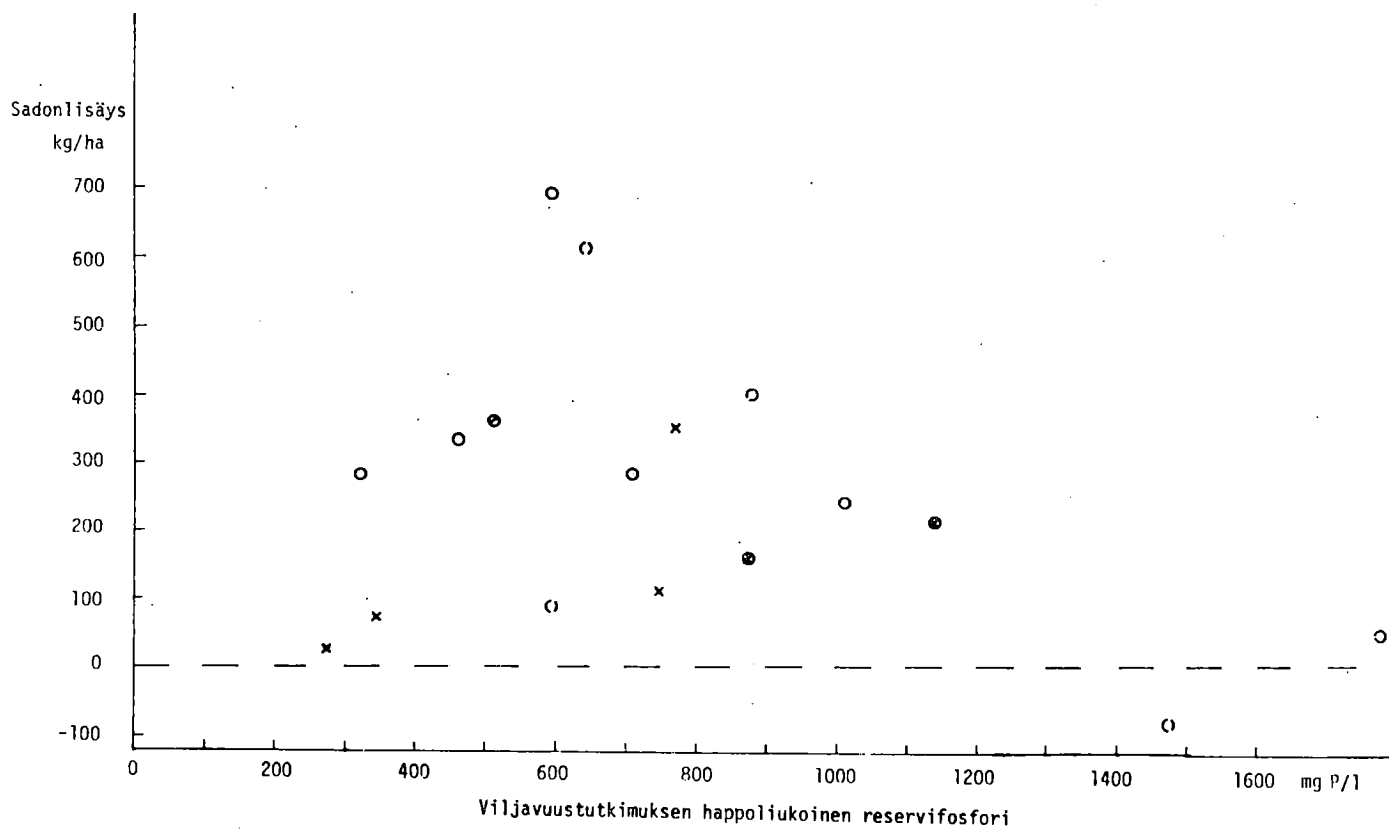


Viiljavuustutkimuksen "helppoliukoinen" fosfori

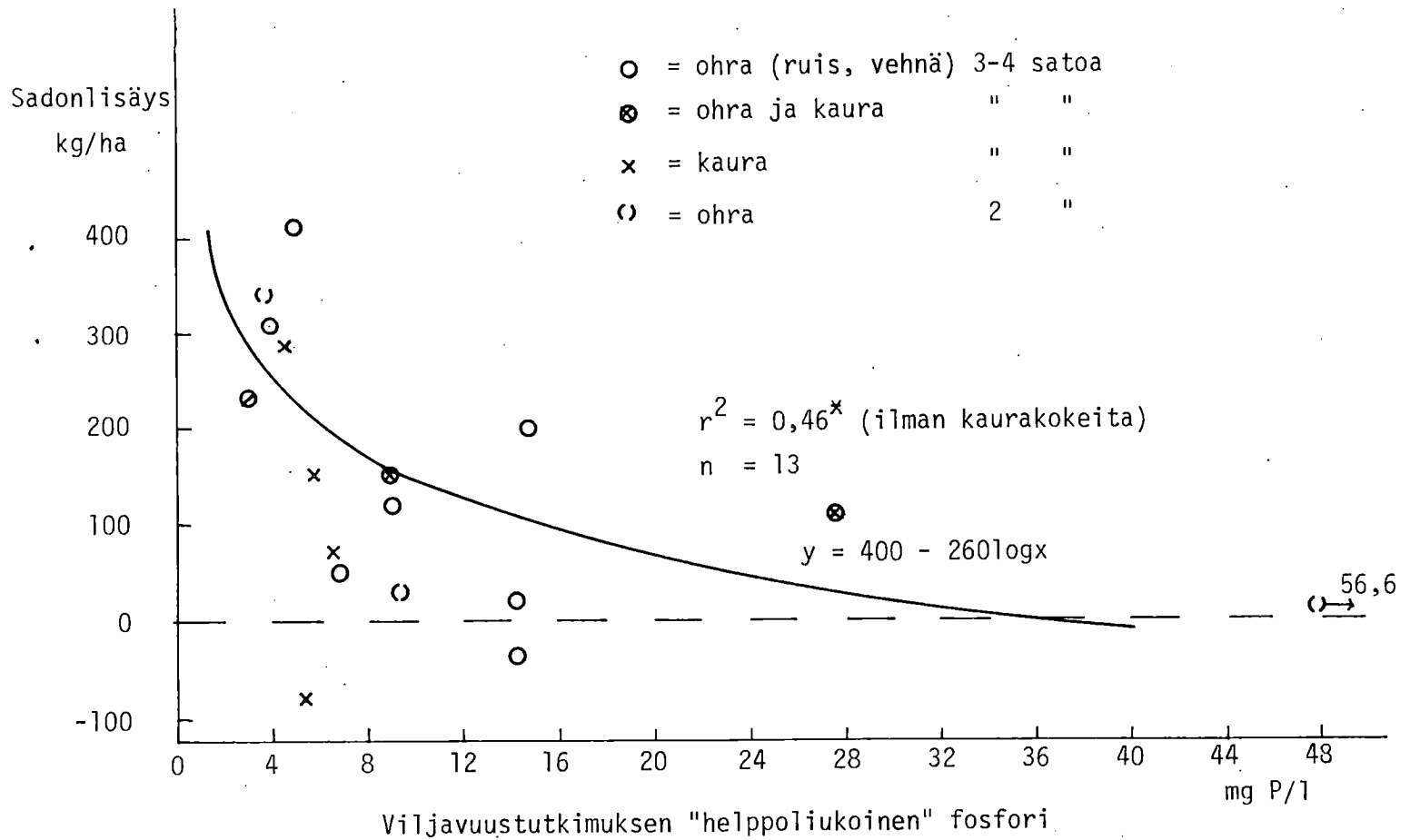
Kuva 7a. Fosforilannoituksella (60 kg P/ha) saadun viljasadon lisäyksen riippuvuus eri menetelmillä määritetystä maan fosforitiilasta.



Kuva 7b.



Kuva 7c.



Kuva 8. Fosforilannoitusta lisättäessä (15:stä 60:een kiloon P/ha) saadun viljasadon lisäyksen riippuvuus maan fosforitilasta.

#### Satojen fosforisisältö

Heinän fosforipitoisuus (taulukot 7-18, s. 43-54) vaihteli laajasti kasvu- paikkojen mukaan ja saman kokeen eri satojen välillä. Nurmisadon fosforipi- toisuus laskee kasvuston vanhetessa vielä jyrkemmin kuin typpipitoisuus. Säilörehuasteella fosforipitoisuus on kuiva-ainetta kohti paljon korkeampi kuin heinäasteella.

Superfosfaatin vaikutus nurmisadon fosforipitoisuuteen oli suurin fosforiköy- hillä turvemilla. Lannoitus kohotti fosforipitoisuutta merkitsevästi melkein



kaikissa nurmikokeissa osassa sadoista. Keskimäärin fosforipitoisuus kohosi fosforilannoituksen lisääntyessä jyrkemmin kuin kuiva-ainesato, kuten seuraavasta asetelmasta nähdään:

| P-lann.<br>kg/ha | Sadon fosforimäärä vuodessa |     |                                     |                     | P-pitoisuus |     | Sato<br>s1 |
|------------------|-----------------------------|-----|-------------------------------------|---------------------|-------------|-----|------------|
|                  | kg/ha                       | s1  | lisäys edelliseltä tasolta<br>kg/ha | % lann. lisäyksestä | g/kg k.a.   | s1  |            |
| 0                | 18,2                        | 100 |                                     |                     | 2,43        | 100 | 100        |
| 15               | 20,9                        | 115 | 2,7                                 | 18                  | 2,65        | 109 | 105        |
| 30               | 22,7                        | 124 | 1,8                                 | 12                  | 2,83        | 116 | 107        |
| 45               | 24,3                        | 134 | 1,6                                 | 11                  | 2,96        | 122 | 109        |
| 60               | 24,9                        | 137 | 0,6                                 | 4                   | 3,00        | 123 | 111        |

Lannoituksen aiheuttamasta nurmisadon fosforimäärän lisäyksestä noin kaksi kolmannesta johtui fosforipitoisuuden kohoamisesta ja yksi kolmannes sadon määrän suurenemisesta.

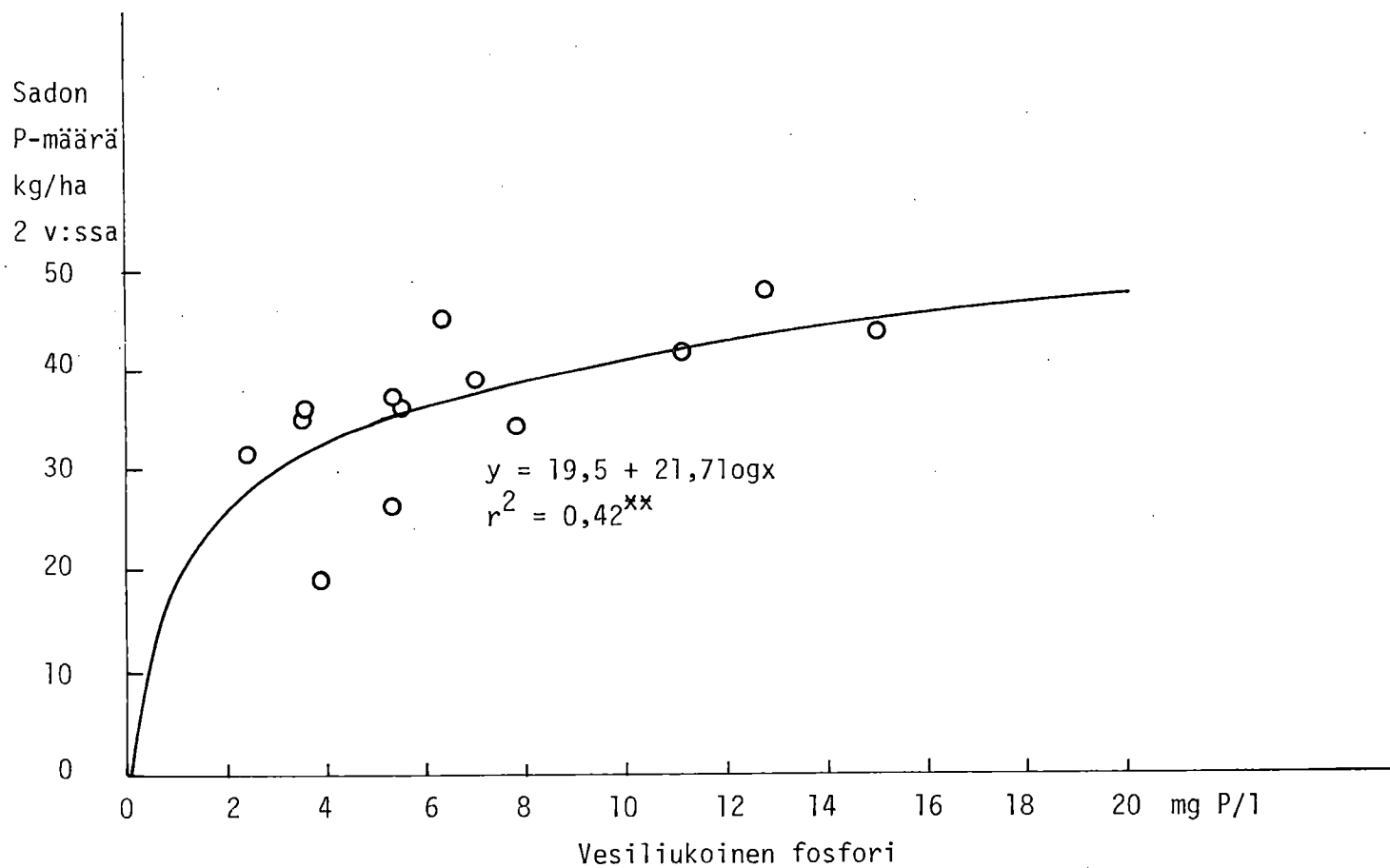
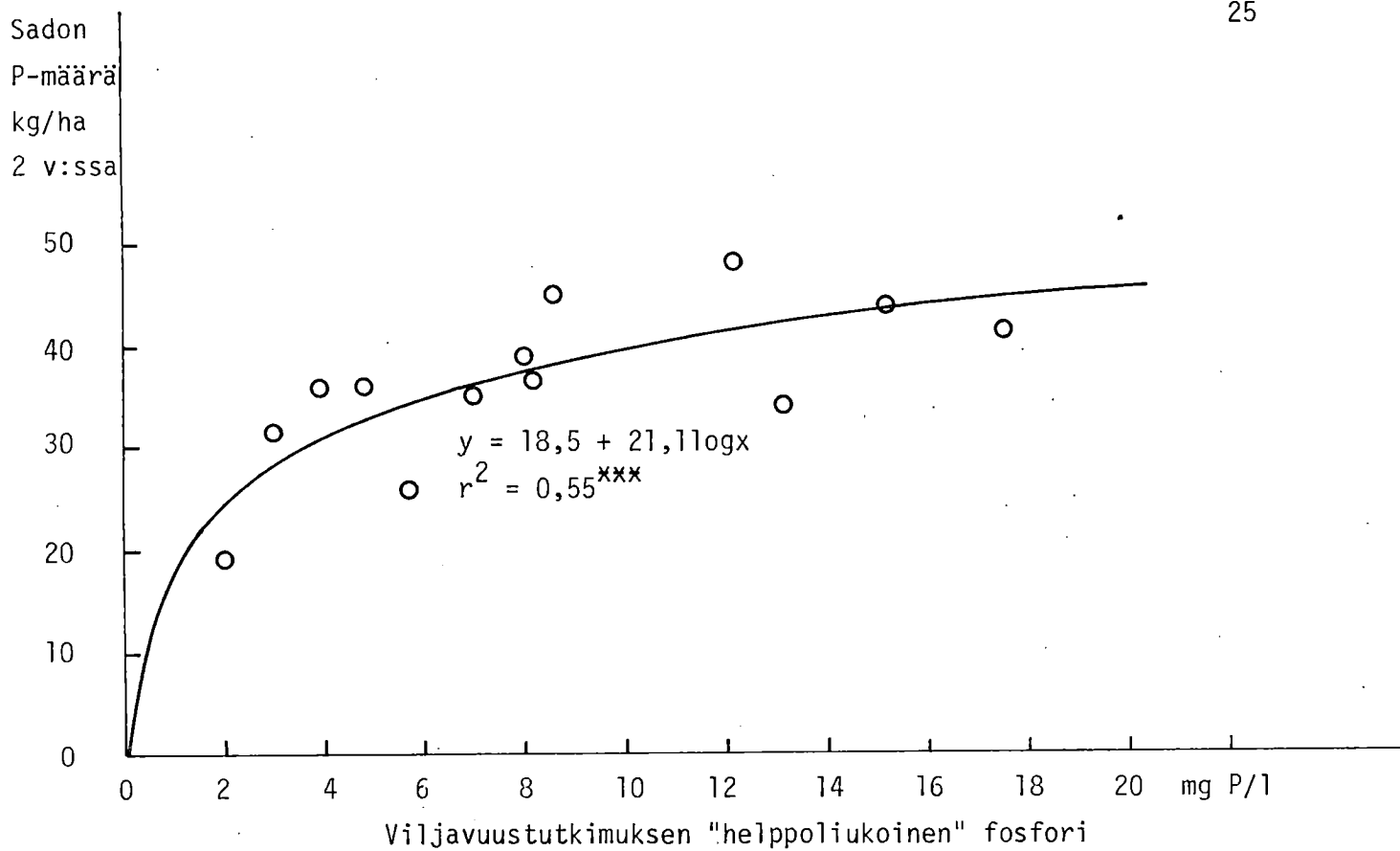
Viljan jyväsadon fosforipitoisuutta fosforilannoitus kohotti merkittävästi ainoastaan yhdessä koesadossa (koe 02065 s. 43). Keskimäärinkin jyväsadon fosforimäärä suureni vain sadon suurenemista vastaavasti:

| P-lannoitus<br>kg/ha | Jyväsato |     | Sadon P-määrä |     | P-pitoisuus<br>g/kg k.a. |
|----------------------|----------|-----|---------------|-----|--------------------------|
|                      | kg/ha    | s1  | kg/ha         | s1  |                          |
| 0                    | 3300     | 100 | 11,1          | 100 | 3,36                     |
| 15                   | 3400     | 103 | 11,4          | 102 | 3,35                     |
| 30                   | 3500     | 106 | 11,6          | 104 | 3,31                     |
| 45                   | 3500     | 106 | 11,7          | 106 | 3,34                     |
| 60                   | 3540     | 107 | 12,0          | 108 | 3,39                     |

Maan happamaan ammoniumasetaattiin uuttuva "helppoliukoinen" fosfori ja vesiliukoinen fosfori selittivät merkittävästi ilman fosforilannoitusta kasvaneen heinän fosforinottoa (kuva 9). Happoliukoinen reservifosfori ei selittänyt heinän fosforinottoa merkittävästi.

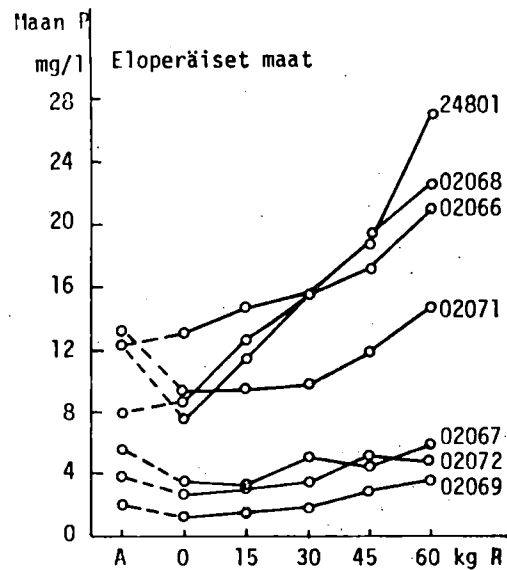
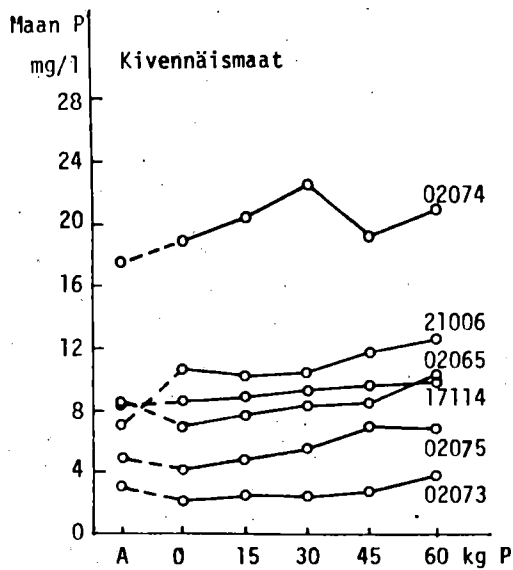
#### Maan fosforitilan kehitys

Kolmen kasvukauden jälkeen (osassa nurmikokeita kahden kasvukauden jälkeen) tehtyjen maa-analyysien tuloksissa (taulukot 7-18, s. 43-54 ja kuva 10) fosforilannoituksen vaikutus näkyy selvästi useimmissa kokeissa. Kokeen alun fos-

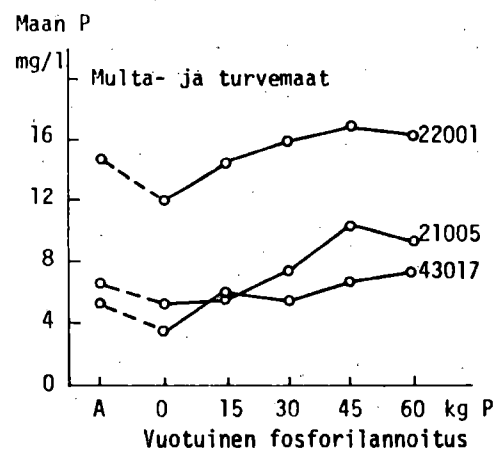
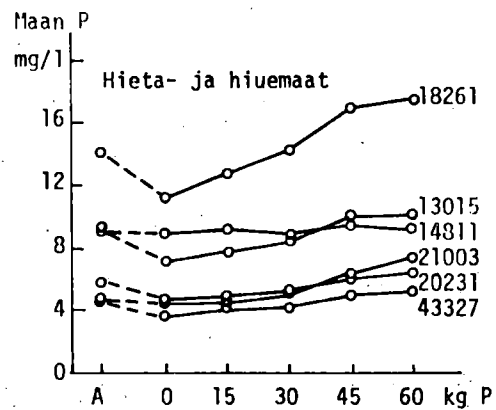
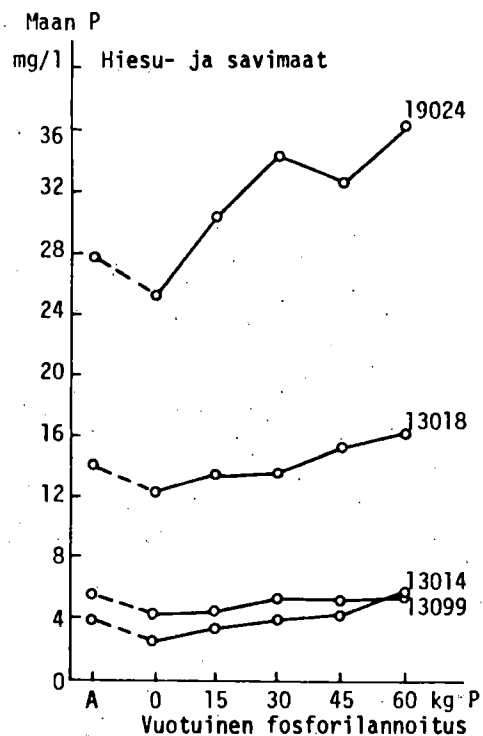


Kuva 9. Ilman fosforilannoitusta viljellyn heinän fosforinoton riippuvuus maan fosforitilasta.

## NURMET



## VILJAPELLOT



Kuva 10. Maan "helppoliukoinen" fosfori kokeen alussa keskimäärin (A) ja 2-3 kasvukauden jälkeen eri fosforiportilla.

foritilanne on useimmiten ollut lannoittamatta ja suurimmalla lannoituksella saavutetun fosforitilan välillä, mutta näin lyhyen ajan tuloksista ei voida luotettavasti määrittää fosforitilan ennallaan pitämiseksi pitkänä aikana tarvittavaa fosforimäärää. Aloituspäytteet on otettu keväällä ja myöhemmät syksyllä. Nurmen pintaan levitetty fosfori rikastuneen pääosin hyvin ohueen kerrokseen eivätkä nurmesta otetut näytteet ehkä osoita nurmen kynnön jälkeistä tilannetta tarkasti.

Fosforiporras 30 kg P/ha on myöhemmissä näytteissä ollut useimmin lähellä alkutilannetta. Varsinkin viljalla näyttää fosforitilan ennallaan pitämiseksi tarvittavan huomattavasti enemmän fosforia kuin sadoissa poistuu. Tämä johtuu fosforin sitoutumisesta vähitellen yhä vaikeammin vapautuvaksi erilaisella energialla maahan pidättyneiden fraktioiden tasapainopyrkimyksen mukaisesti. Mikäli fosforitase on negatiivinen, lujemmin sitoutunutta "vaikealiukoista" fosforia vapautuu poistuneen "helppoliukoisen" fosforin tilalle. Happamaan ammoniumasetaattiin uuttuva fosfori onkin happamalla mailla vesiliukoisen fosforin tapaan ns. fosforin intensiteetin osoittaja eikä mittaa kvantitatiivisesti kasveille käyttökelpoisen fosforin määrää.

Maan fosforinpidätystaipumus vaihtelee lähinnä aktiivisten alumiini- ja rautayhdisteiden määrän ja reagoivuuden mukaan. Maalajeista savimaat sitovat fosforia voimakkaimmin ja turvemaat heikoimmin. Fosforilannoituksen porraskokeissa fosforilannoitus paransi kolmen multa- ja turvemaan fosforitilaa poikkeuksellisen jyrkästi (24801, 02068, 02066), mikä osoittaa näiden maiden vähäistä fosforinpidätystaipumusta.

Jankon "helppoliukoinen" fosfori vaihteli matalalla tasolla fosforiportaista riippumatta. Merkittävä vaikutus todettiin vain kokeessa 02071 (s. 48). Happoliukoinen reservifosfori lisääntyi lannoituksen lisääntyessä muokkauskerroksessa, mutta ei jankossa tukien käsitystä, että fosfori liikkuu maassa erittäin hitaasti.

#### Muut ravinteet nurmikokeiden sadoissa ja maassa

Sato- ja maa-analyysien tuloksista tässä tiedotteessa esitetään muut kuin fosforianalyysit vain kiinteiden kenttien nurmikokeista, jotka jo ovat päättyneet (taulukot 7-17, s. 43-53). Nurmen vuotuiset sadot sisälsivät ravinteita keskimäärin seuraavat määrät:

| P-lannoitus<br>kg/ha | Kuiva-ainesato |     | Typpi<br>N |     | Kalium<br>K |     | Kalsium<br>Ca |     | Magnesium<br>Mg |     |
|----------------------|----------------|-----|------------|-----|-------------|-----|---------------|-----|-----------------|-----|
|                      | kg/ha          | sl  | kg/ha      | sl  | kg/ha       | sl  | kg/ha         | sl  | kg/ha           | sl  |
| 0                    | 7960           | 100 | 181        | 100 | 213         | 100 | 28,1          | 100 | 12,6            | 100 |
| 15                   | 8550           | 107 | 192        | 106 | 222         | 104 | 30,2          | 109 | 13,8            | 109 |
| 30                   | 8750           | 110 | 197        | 109 | 229         | 107 | 31,3          | 111 | 14,3            | 114 |
| 45                   | 8900           | 112 | 200        | 110 | 236         | 111 | 32,7          | 116 | 14,5            | 115 |
| 60                   | 9060           | 113 | 205        | 113 | 241         | 113 | 33,2          | 118 | 14,3            | 114 |

Kalsiumia sisältävä superfosfaatti lisäsi kalsiumin ottoa jyrkemmin kuin kuiva-ainesatoa ja kohotti siis keskimääräistä kalsiumpitoisuutta. Typpi- ja kaliumsisältö suureni keskimäärin samalla tavalla kuin sato. Joissakin kokeissa vähäistä laimenemista on havaittavissa, toisissa näiden ravinteiden otto on kasvanut enemmän kuin kuiva-ainesato. Sadon magnesiumissa on havaittavissa sekä keskiarvossa että joissakin kokeissa käyräviivaista vaikutusta ja jopa laskua suurimmilla portailla.

Fosforilannoitus vaikutti vain vähän muihin määritettyihin maan ominaisuuksiin kuin fosforitilaan. Superfosfaatin kalsiuminkin vaikutus jäi tilastollisesti merkityksettömäksi.

### Tarkastelu

#### Tulosten vertailu aikaisempiin koetuloksiin

Vertailua varten fosforilannoituksen porraskokeiden nurmisatojen keskiarvot on muunnettu rehuyksikkösadoiksi aikaisempien tulosten mukaisesti. Kuiva-aineen korvauslukuna on käytetty eri kehitysasteella korjattujen satojen painotettua keskiarvoa vastaavaa säilörehu- ja heinäasteen kuiva-aineen korvausluvun keskiarvoa 1,6. Viljasatoja verrataan jyväsatoina (kosteus 15 %). Vertailutaulukossa (taulukko 3) tutkimus 1 on fosforilannoituksen porraskokeet 1977-1981, tutkimus 2 on kiinteiden koekenttien vanhoja pitkäaikaisia kokeita (SALONEN ja TAINIO 1957), tutkimus 3 on vuosien 1955-1964 paikalliskokeita (MARJANEN ja VALMARI 1975) ja tutkimus 4 on pääasiassa kolmevuotisia kokeita kiinteillä koekentillä (JAAKKOLA 1980).

Nurmilla fosforilannoituksen porraskokeissa saadut sadonlisäykset ovat vähintään samaa tasoa kuin vanhoissa pitkäaikaisissa fosforilannoituskokeissa. Uusissa kokeissa satotaso on ollut lähinnä runsaamman typpilannoituksen ansiosta yli kaksinkertainen aikaisempiin kokeisiin verrattuna ja suhteelliset

Taulukko 3. Satotulosten vertailu aikaisempien kokeiden tuloksiin. Nurmet ry/ha, viljat kg/ha. Tutkimukset 1-4 selostettu tekstissä.

| "Kasvilaji" | Koevuosi                    | Kokei-<br>den lkm | Fosforilannoitus kg P/ha |                |     |     |     | Fosforilannoitus kg P/ha |     |     |     |     |
|-------------|-----------------------------|-------------------|--------------------------|----------------|-----|-----|-----|--------------------------|-----|-----|-----|-----|
|             |                             |                   | 0                        | 15             | 30  | 45  | 60  | 0                        | 15  | 30  | 45  | 60  |
| Tutkimus    | Maalaji                     |                   | sato                     | sadonlisäys    |     |     |     | sadon suhdeluku          |     |     |     |     |
| Nurmet      |                             |                   |                          |                |     |     |     |                          |     |     |     |     |
| 1           |                             | 15                | 4690                     | 240            | 330 | 440 | 510 | 100                      | 105 | 107 | 109 | 111 |
| 1           | 1. koev.                    | 9                 | 5460                     | 260            | 310 | 440 | 440 | 100                      | 105 | 106 | 108 | 108 |
| 1           | 2. koev.                    | 9                 | 4480                     | 490            | 690 | 740 | 940 | 100                      | 111 | 115 | 116 | 121 |
| 2           | Kiv.maata <sup>x</sup>      | 11                | 2060                     | 230            | 280 | 340 |     | 100                      | 110 | 114 | 117 |     |
| 2           | Vanhat turvem. <sup>x</sup> | 7                 | 1990                     | 620            | 730 | 750 |     | 100                      | 130 | 136 | 136 |     |
| 3           |                             | 1359              | 2270                     | 140 ry/27 kg P |     |     |     | 100                      | 106 |     |     |     |
| Ohra        |                             |                   |                          |                |     |     |     |                          |     |     |     |     |
| 1           |                             | 12                | 3060                     | 140            | 260 | 240 | 320 | 100                      | 105 | 108 | 108 | 110 |
|             | 3.-4. koev.                 | 7                 | 3040                     | 190            | 320 | 330 | 390 | 100                      | 106 | 110 | 111 | 113 |
| 2           | Kiv.maata <sup>x</sup>      | 3                 | 2060                     | 270            | 410 | 420 |     | 100                      | 113 | 120 | 121 |     |
| 2           | Turvemaata <sup>x</sup>     | 2                 | 1340                     | 300            | 250 | 460 |     | 100                      | 122 | 119 | 134 |     |
| 3           |                             | 107               | 2350                     | 200 kg/32 kg P |     |     |     | 100                      | 109 |     |     |     |
| 4           |                             | 19                | 2530                     | 200 kg/40 kg P |     |     |     | 100                      | 108 |     |     |     |
| Kaura       |                             |                   |                          |                |     |     |     |                          |     |     |     |     |
| 1           |                             | 7                 | 3640                     | -10            | 60  | 100 | 140 | 100                      | 100 | 102 | 103 | 104 |
| 2           | Kiv.maata <sup>x</sup>      | 5                 | 2650                     | 230            | 350 | 370 |     | 100                      | 109 | 113 | 114 |     |
| 2           | Turvemaata <sup>x</sup>     | 3                 | 2210                     | 660            | 840 | 910 |     | 100                      | 130 | 138 | 141 |     |
| 3           |                             | 248               | 2270                     | 190 kg/31 kg P |     |     |     | 100                      | 108 |     |     |     |

<sup>x</sup> Tutkimuksessa 2 fosforiportaattia kivennäismailla 0, 12, 24 ja 36 sekä turvemilla 0, 16, 32 ja 48 kg P/ha.

sadonlisäykset alhaisempia. Lyhytaikaisissa paikalliskokeissa fosforilannoituksen suhteellinenkin vaikutus on ollut yhtä vaatimatonta kuin fosforilannoituksen porraskokeissa.

Ohran sadonlisäykset olivat fosforilannoituksen porraskokeissa suurempia kuin vuosien 1955-1964 paikalliskokeissa ja JAAKKOLAN (1980) tutkimuksessa, mutta pienempiä kuin vanhoissa kiinteiden koekenttien pitkäaikaisissa kokeissa.

Kauralla saadut pienet sadonlisäykset poikkeavat eniten vanhoista tuloksista, joiden suurimmat sadonlisäykset on saatu kauralla turvemaalla. Fosforilannoituksen porraskokeissa ei ole saatu turve- ja multamailla merkitsevää kauran jyväsadon lisäystä. Vihantakauran kuiva-ainesadon superfosfaatti kuitenkin kaksinkertaisti kolmantena koivuonna turvemaan kokeessa 02069, jonka fosfori-tila oli koko aineiston huonoin.

Todennäköinen selitys sille, ettei ohran kauraan verrattuna suurempi vaateliaisuus fosforin suhteen ole tullut vanhoissa kokeissa esiin, on ohran sijoittuminen kokeissa fosforitilaltaan huomattavasti paremmille maille kuin kaura.

Ruotsissa on fosforilannoitus 34 kg P/ha lisännyt 1960-luvulla viljasatoja (500 koesatoa) 410 kg/ha alimmassa maan fosforiluokassa ja 180, 120, 140 ja 60 kg/ha paremmissa luokissa sekä 45 kg P/ha apila-heinänurmien kuiva-ainesatoja (50 koesatoa) 1240 kg/ha alimmassa ja 750, 380 ja 70 kg/ha paremmissa maan fosforiluokissa (HAHLIN 1973). Ruotsalaisia fosforilannoituskokeiden tuloksia ovat esittäneet lisäksi HAHLIN ja JOHANSSON (1977) sekä HAHLIN ja ERICSSON (1981) lähinnä graafisina yhteenvetoina.

Aikaisemmissa tutkimuksissa maan fosforianalyysi on selittänyt kasvien fosforinottoa tyydyttävästi astiakokeissa (KERÄNEN ym. 1963, AURA 1978, SIPPOLA ja JAAKKOLA 1980), mutta kenttäkokeissa selvitysaste on jäänyt alhaiseksi, vaikka korrelaatio olisi ollutkin merkitsevä (SALONEN ja TAINIO 1957, LAKANEN 1963, HAHLIN ja JOHANSSON 1977, SIPPOLA 1980, SIPPOLA ja JAAKKOLA 1980).

Fosforilannoituksen porraskokeissa fosforilannoituksella saadun sadonlisäyksen ja maan fosforitilan välisen, muihin kenttäkokeisiin verrattuna paljon kiinteämmän korrelaation (kuva 7, s. 21) saavuttamiseen ovat ilmeisesti myötävaikuttaneet sään vaikutuksen tasoittuminen laskettaessa sadonlisäykset useamman vuoden keskiarvoina, muita viljoja vaatimattomamman kauran satojen erottaminen sekä kehittynyt lannoitus- ja muu viljelytekniikka. Tärkein hyvään tu-

lokseen johtanut tekijä on ilmeisesti kaikista muista vastaavista kokeista puuttunut lannoitteen multaaminen riviin juuristokerrokseen. Kanadalaisissa kokeissa rivilannoitus on jopa kaksinkertaistanut fosforilannoitteella saadun sadonlisäyksen (RACZ 1981).

Nurmen pintaan levitetyn fosforin huono ja epävarma käyttökelpoisuus kasveille on todennäköinen selitys sille ristiriitaisuudelle, että maa-analyysi selitti ilman fosforilannoitusta kasvaneen heinän fosforin saantia mutta ei fosforilannoituksella saatua sadonlisäystä.

#### Heinänurmen ja viljan fosforilannoitus

Fosforilla on solujen aineenvaihdunnassa niin keskeinen merkitys, että kasvit ovat kehittäneet kyvyn sopeuttaa kasvunsa fosforin saannin mukaiseksi. Kun fosforin saanti on niukkaa, kasvit jäävät pienikokoisiksi, mutta pahoja kehityshäiriöitä ja epämuodostumia ei esiinny muulloin kuin erittäin ankarissa puutostiloissa. Viljojen fosforitaloudessa orasvaihe on sadonmuodostuksen kannalta tärkeä. Puutos hidastaa ja pitkittää versoutumista, mikä näkyy myöhäisenä ja epätasaisena tuleentumisena. Fosforilannoitus saattaa alentaa puutikosteutta ja kuivatuskustannuksia, mutta merkittävästi ehkä vain ankarissa puutostapauksissa.

Jyväsadoista määritetyissä hehtolitrainoissa ja tuhannen siemenen painoissa on ollut merkitseviä eroja vain muutamassa sadossa ja vain lannoittamattoman ja lannoitettujen portaiden välillä. Viljoilla fosforilannoituksen vaikutus sadon arvoon on siten käytännöllisesti katsoen kokonaan sadon määrän kasvun mukainen ainakin taloudellisen optimin tasolla.

Nurmisadon laatua fosforilannoitus parantaa kohottamalla rehun fosforipitoisuutta lähemmäksi eläinten tarvetta. Fosforilannoituksen porraskokeissa lannoitteen fosfori suurensi sadon fosforisisältöä lannoitustasolla 15-45 P/ha keskimäärin 11-12 %:n hyötysuhteella, mutta sadossa palautuva osuus suurenee jälkivaikutusajan pidentyessä.

Viljasadon lisäyksen arvo voidaan laskea tavoitehinnan mukaan. Lannoituksen tuotto saadaan vähentämällä hinnasta sadonlisäystä vastaavat korjuu- ja käsittelykustannukset, ainakin koneiden käyttökustannukset. Mikäli korjuu- ja käsittelykustannukset ovat 15 % tavoitehinnasta, yhden superfosfaatin fosfori-



kilon maksuun tarvitaan (marraskuussa 1981) sadonlisäyksenä 9,3 kg rehukauraa, 8,7 kg rehuohraa, 6,4 kg leipävehnää tai 5,9 kg leipäruista. Ohran 3.-4. koevuoden satofunktion (kuva 6, s. 20) derivaatan mukaan rehuohran taloudellinen fosforilannoituspäättymä on ollut 20 kg P/ha. Kokeiden jatkuessa taloudellinen optimi kohonnee nykyisillä hintasuhteilla jonkin verran korkeammalle (esim. HAHLIN ja ERICSSON 1981, s. 14).

Nurmisadon hinnoittelussa on käytettävä välillisiä menetelmiä vakaan, yleispätevän markkinahinnan puuttuessa. Rehukauran tavoitehinnan perusteella saadaan korvauslukujen ja varastotappioiden mukaan kasvavan säilörehusadon kuiva-ainekilon hinnaksi 95 penniä. Korjuu-, varastointi- ja käsittelykustannukset ovat TURKIN (1980) laskelmista nykyiseen hintatasoon muunnettuna (kerroin 1,15) kuiva-ainekiloa kohden 40-48 penniä. Näiden keskiarvon mukaan sadonlisäyksen tuotoksi jää 51 penniä kuiva-ainekiloa kohden. Vastaavasti saadaan kasvavan heinän kuiva-ainekilon bruttohinnaksi 68 penniä, korjuu-, varastointi- ja käsittelykustannuksiksi HEMILAN (1980) mukaan 39-63 penniä ja tuotoksi 18 (5-29) penniä. Fosforilannoituksen porraskokeiden nurmisatojen kuiva-ainekilon keskimääräiseksi tuotoksi saadaan noin 35 penniä.

Mikäli sadon fosforipitoisuuden kohoamisen lasketaan kattavan 20 % lannoitefosforin hinnasta, tarvitaan nurmisadon kuiva-ainetta superfosfaatin fosforikilon maksuun edelläesitettyjen laskelmien mukaan 21 kiloa. Tämän perusteella fosforilannoituksen porraskokeissa saatiin ensimmäisellä 15 kilon portaalla yleensä kannattava sadonlisäys, mutta fosforilannoituksen lisääminen tältä tasolta oli sadonlisäyksen perusteella kannattavaa vain muutamissa tapauksissa. Satoerojen huomattavaan kasvuun koeajan pidentyessä viittaa se, että joissakin kokeissa sadonlisäykset olivat toisena koevuonna paljon suurempia kuin ensimmäisenä koevuonna.

Viljavuustutkimuksen viljavuusluokkajako ja siihen perustuvat lannoitussuositukset ovat viljoille ja nurmille fosforin osalta peltomaiden ravinteisuustasoilla seuraavat (KURKI 1981):

| Viljavuusluokka | Helppoliukoinen fosfori, mg/l |                       | Fosforilannoitus, kg P/ha |            |
|-----------------|-------------------------------|-----------------------|---------------------------|------------|
|                 | Savi- ja eloperäiset maat     | Karkeat kivennäismaat | Vilja<br>Nurmi            | Suojavilja |
| Huono           | 0 - 1,5                       | 0- 2                  | 60                        | 100        |
| Huononlainen    | 1,5- 3                        | 2- 4                  | 50                        | 90         |
| Välttävä        | 3 - 6                         | 4-10                  | 40                        | 80         |
| Tyydyttävä      | 6 -15                         | 10-25                 | 30                        | 60         |
| Hyvä            | 15 -40                        | 25-70                 | 20                        | 40         |

Vastaavat ruotsalaiset ammoniumlaktaatti-asetatti-menetelmään ( $P_{AL}$ ) perustuvat luokat ja lannoitussuositukset ovat seuraavat (HAHLIN ja ERICSSON 1981):

| Luokka | $P_{AL}$ , mg/100 g | Fosforilannoitus, kg P/ha |            |              |
|--------|---------------------|---------------------------|------------|--------------|
|        |                     | Kevätviljat               | Syysviljat | Niittonurmet |
| I      | 0 - 2,0             | 25-35                     | 35-45      | 40-50        |
| II     | 2,1- 4,0            | 20-25                     | 25-35      | 30-40        |
| III    | 4,1- 8,0            | 15-20                     | 20-25      | 25-30        |
| IV     | 8,1-16              | 0-15                      | 10-20      | 10-25        |
| V      | 16 -                | 0-15                      | 10-20      | 10-25        |

Suositukset koskevat fosforilannoitusta monipuolisessa viljelyssä. Yksipuolisessa viljanviljelyssä pitää lannoitusta suositusten mukaan lisätä 5-10 kg P/ha sekä kevät- että syysviljoille. Erilaisten analyysimenetelmien takia suositukset eivät ole suoraan vertailukelpoiset, mutta kevätiljoille ruotsalaiset suositukset ovat lisäyksen jälkeenkin vielä pienemmät kuin suomalaiset.

Fosforilannoituksen porraskokeissa suomalaisen viljavuustutkimusmenetelmän "helppoliukoinen" fosfori osoitti viljan fosforilannoitustarpeen niin luotettavasti ja tarkasti, että sitä voidaan varauksetta suositella kalliin fosforilannoituksen mitoituksen perustaksi.

Vesiuuttomenetelmä oli tässä tutkimuksessa hiukan epätarkempi kuin hapan ammoniumasetattimenetelmä, päinvastoin kuin kahdessa muussa vertailussa (AURA 1978, SIPPOLA ja JAAKKOLA 1980). Tulokset eivät sulje pois mahdollisuutta, että vesiuutto olisi joissakin olosuhteissa, esimerkiksi runsaasti kalkituilla mailla, merkittävästi edellistä parempi fosforin käyttökelpoisuuden osoittaja. Vesiliukoisen fosforin tulkintaan soveltuneen "helppoliukoisen" fosforin luokitus.

Happoliukoista reservifosforia ei tässä tutkimuksessa sillä saatujen huonojen tulosten perusteella kannata määrittää. Ruotsalaiset kokemukset ovat olleet samankaltaisia (HAHLIN ja JOHANSSON 1977). Mikäli "helppoliukoinen" fosfori on suuria lannoitemääriä käytettäessä lisääntynyt vain vähän, maan fosforitilakin on kasvien kannalta parantunut yhtä vähän.

Nykyiset viljavuustutkimuksen lannoitussuositukset ovat ilmeisesti muiden viljojen kuin kauran osalta aika lähellä pitkän ajan taloudellista optimia. Alkuvuosina taloudellinen optimi on ohrallakin ollut noin 30 % eli noin yhden viljavuusluokan suosituksia pienempi, mutta lyhyen ajan optimimäärät johtavat

maan fosforitilan hitaaseen huononemiseen, minkä takia suuremmat määrät tulevat ajan mittaan edullisemmiksi (esim. HAHLIN ja ERICSSON 1981). Pitkän ajan vaikutuksen seuraamiseksi kokeet ovat alunperin suunnitellut kymmenvuotiksi, joten nyt esitetyt tulokset ja päätelmät ovat tässä suhteessa alustavia.

Kaura näyttää olevan fosforin suhteen muita viljoja vaatimattomampi. Erittäin fosforiköyhillä (uudis)mailla aikanaan saadut suuret sadonlisäykset eivät enää sovellu runsaan fosforilannoituksen perusteluiksi. Turvemaidilla, kuten yleensäkin silloin, kun haitallista lakoa esiintyy, runsas fosforilannoitus näyttää jopa alentavan satoa.

Vaikka maa-analyysit eivät nurmikokeissa osoittaneet fosforilannoituksen aiheuttamaa sadonlisäystä, niiden pätevydestä fosforitilan määrittämisessä saatiin välillistä näyttöä. Runsaalla työllä lannoitettu timoteinurmi hyötyi fosforilannoituksesta suhteellisesti hiukan enemmän kuin viljat keskimäärin, vaikka pintalannoitus ei ole fosforin hyväksikäytön kannalta edullinen. Huono fosforitila tulisi korjata jo ennen nurmen perustamista esimerkiksi antamalla suojaviljalle runsaasti fosforia sisältävää Y-lannosta, mieluummin rivi- tai sijoituslannoituksena. Maan fosforitilan ylläpitämisessä nurmitilojen karjanlannalla on huomattava merkitys, eikä väkilannoitefosforia tarvittane nurmi- valtaisessa viljelyssä ainakaan enempää kuin sadot ottavat fosforia, mikäli lannan talteenotto ja käyttö on tarkoituksenmukaisesti järjestetty.

#### Kirjallisuutta

- ANON. 1980. Peltoalan käyttö kesällä 1980. Maataloustilastollinen kuukausikatsaus, heinäkuu 1980: 208-213.
- AURA, E. 1978. Determination of available soil phosphorus by chemical methods. Selostus: Käyttökelpoisen fosforin määrittäminen maasta kemiallisin menetelmin. Maatal.tiet. Aikak. 50: 305-316.
- ELONEN, P. 1971. Particle-size analysis of soil. Selostus: Maan raekoostumuksen määrittäminen. Suomen Maatal.tiet. Seuran Julk. 122: 122 s.
- HAHLIN, M. 1973. Gödsling med fosfor till olika grödor. Växtpressen 1973, 3: 4-6.
- & ERICSSON, J. 1981. Fosfor och fosforgödsling. Aktuellt från Lantbruksuniversitetet 294: 21 s.

- HAHLIN, M. & JOHANSSON, L. 1977. Några analysmetoders förmåga att beskriva växtnäringstillståndet för fosfor och kalium i marker. Lantbruks-högskolans meddelanden A 271: 34 s.
- HEMILÄ, K. 1980. Heinänkorjuumenetelmien taloudellisuus. Esitelmä maatalous-tutkimuksen päivillä 5.3.1980. Maatalouden tutkimuskeskus, Hel-sinki 1980: K 1-4.
- JAAKKOLA, A. 1980. Astiakoe ohran typpi-, fosfori- ja kaliumlannoitustarpeen osoittajana. Maanviljelyskemian ja -fysiikan laitoksen tiedote 13: 1-23.
- KERÄNEN, T., BARKOFF, E. & JOKINEN, R. 1963. Vergleich einiger für die Beurteilung des Nährstoffzustandes der Böden gebräuchlichen chemischen Analysemethoden. Ann. Agric. Fenn. 2: 19-32.
- KURKI, M. 1972. Suomen peltojen viljavuudesta II. Viljavuuspalvelu Oy, Helsin-ki 1972: 182 s.
- 1979. Suomen peltojen viljavuuden kehityksestä. Viljavuuspalvelu Oy, Helsinki 1979: 41 s.
- 1981. Viljavuustutkimuksen hyväksikäyttö. Viljavuuspalvelu Oy, Helsinki 1981: 20 s.
- LAKANEN, E. 1963. A comparison of three extractants used in routine soil analysis. Selostus: Kolmen uuttonesteen vertailu viljavuusanalyysissä. Ann. Agric. Fenn. 2: 163-168.
- MARJANEN, H. & VALMARI, M. 1975. Kolmen pääravinteen vaikutus satoon ajanjak-soina 1926-39, 1940-54 ja 1955-64. Yleislannoituskokeiden tuloksia. Paikalliskoetoimiston tiedote 3: 65 s.
- RACZ, G. 1981. Phosphorus application for annual crops. Manitoba agriculture, Farm facts. Manitoban yliopisto, Winnipeg, kesäkuu 1981: 7 s.
- SALONEN, M. & TAINIO, A. 1957. Fosforilannoitusta koskevia tutkimuksia. Selos-tus kiinteillä koekentillä vuosina 1931-54 suoritetuista lisätty-jen fosforimäärien kokeista. Valt. Maatal.koetoim. Julk. 164: 104 s.
- SISSINGH, H. A. 1971. Analytical technique of the Pw method, used for the assessment of the phosphate status of arable soils in the Nether-lands, Plant and Soil 34: 483-486.
- SIPPOLA, J. & JAAKKOLA, A. 1980. Maasta eri menetelmillä määritetyt typpi, fos-fori ja kalium lannoitustarpeen osoittajina. Maanviljelyskemian ja -fysiikan laitoksen tiedote 13: 24-41.
- TURKKI, A. 1980. Säilörehun taloudelliset tuotantomenetelmät. Esitelmä maatalous-tutkimuksen päivillä 5.3.1980. Maatalouden tutkimuskeskus, Helsin-ki 1980: M 1-4.

- TÄHTINEN, H. 1977. The effect of sulphur on the yield and chemical composition of timothy. Selostus: Rikkilannoituksen vaikutus timotein satoon ja kemialliseen koostumukseen. Ann. Agric. Fenn. 16: 220-226.
- VUORINEN, J. & MÄKITIE, O. 1955. The method of soil testing in use in Finland. Selostus Viljavuustutkimuksen analyysimenetelmästä. Agrogeol. Julk. 63: 44 s.

Taulukko 4. Fosforilannoituksen porraskokeiden koekenttien muokkauskerroksen (M) ja jankon (J) maalaji, humuspitoisuus ja lajitekoostumus sekä happamuus ja ravinteisuus kokeen alussa.

| Koepaikka<br>kokeen n:o   | Ker-<br>ros | Maa-<br>laji | Humus<br>% | Lajitekoostumus % |    |     |     |    | Happamuus ja ravinteisuus (mg/l) |      |     |      |                  |                             |                  |
|---|-------------|--------------|------------|-------------------|----|-----|-----|----|----------------------------------|------|-----|------|------------------|-----------------------------|------------------|
|   |             |              |            | S                 | Hs | HHT | KHT | Hk | pH <sub>H<sub>2</sub>O</sub>     | Ca   | K   | Mg   | P <sub>HAc</sub> | P <sub>H<sub>2</sub>O</sub> | P <sub>HCl</sub> |
| Maanviljelyskemian ja -fysiikan laitoksen kiinteiden kenttien nurmikokeet |             |              |            |                   |    |     |     |    |                                  |      |     |      |                  |                             |                  |
| Hartola<br>02065  | M           | HtMr         | 6.9        | 14                | 32 | 27  | 22  | 5  | 5.5                              | 825  | 117 | 43   | 8.6              | 6.4                         | 869              |
|   | J           | HtMr         | 0.8        | 15                | 37 | 29  | 17  | 2  | 5.9                              | 445  | 82  | 89   | 1.1              |                             |                  |
| Ilomantsi<br>02066  | M           | LCt          | 54         | -                 | -  | -   | -   | -  | 5.5                              | 3570 | 74  | 120  | 12.3             | 12.8                        | 304              |
|   | J           | LCt          | 58         | -                 | -  | -   | -   | -  | 5.6                              | 3042 | 35  | 149  | 3.2              |                             |                  |
| Pihtipudas<br>02067   | M           | htMm         | 28         | 4                 | 10 | 18  | 58  | 10 | 5.8                              | 1540 | 53  | 419  | 5.7              | 5.3                         | 273              |
|   | J           | KHt          | 3.5        | 2                 | 4  | 14  | 72  | 8  | 5.1                              | 55   | 16  | 45   | 0.2              |                             |                  |
| Pihtipudas<br>02068   | M           | htMm         | 21         | 3                 | 8  | 8   | 62  | 19 | 5.9                              | 1283 | 41  | 176  | 12.2             | 7.8                         | 223              |
|   | J           | KHt          | 1.3        | 1                 | 2  | 5   | 75  | 17 | 5.6                              | 155  | 29  | 31   | 2.5              |                             |                  |
| Pihtipudas<br>02069   | M           | Ct           | 54         | -                 | -  | -   | -   | -  | 5.6                              | 1397 | 48  | 296  | 2.0              | 3.9                         | 177              |
|   | J           | Ct           | 63         | -                 | -  | -   | -   | -  | 5.3                              | 1072 | 43  | 230  | 1.2              |                             |                  |
| Vaala<br>02070  | M           | Ct           | 40         | -                 | -  | -   | -   | -  | 5.1                              | 1140 | 60  | 207  | 15.2             | 13.0                        | 392              |
|   | J           | Ct           | 58         | -                 | -  | -   | -   | -  | 4.9                              | 898  | 68  | 186  | 6.6              |                             |                  |
| Muhos<br>02071  | M           | Mm           | 34         | -                 | -  | -   | -   | -  | 6.2                              | 1840 | 97  | 521  | 13.2             | 7.8                         | 559              |
|   | J           | KHt          | 3.3        | 13                | 17 | 12  | 48  | 10 | 5.5                              | 442  | 48  | 139  | 3.9              |                             |                  |
| Pihtipudas<br>02072   | M           | SMm          | 23         | 42                | 40 | 15  | 3   | 0  | 5.9                              | 1440 | 44  | 171  | 3.9              | 3.5                         | 229              |
|   | J           | LJS          | 6.8        | 39                | 45 | 14  | 1   | 0  | 5.5                              | 768  | 54  | 157  | 0.5              |                             |                  |
| Pihtipudas<br>02073   | M           | HsS          | 13         | 33                | 47 | 18  | 2   | 0  | 5.4                              | 1010 | 98  | 242  | 3.0              | 2.4                         | 590              |
|   | J           | hsHe         | 3.5        | 29                | 49 | 21  | 1   | 0  | 5.6                              | 890  | 42  | 231  | 1.2              |                             |                  |
| Muhos<br>02074  | M           | KHt          | 4.3        | 2                 | 3  | 9   | 82  | 4  | 5.9                              | 833  | 157 | 99   | 17.5             | 11.1                        | 660              |
|   | J           | KHt          | 1.1        | 2                 | 2  | 9   | 86  | 1  | 5.6                              | 90   | 75  | 37   | 1.1              |                             |                  |
| Muhos<br>02075  | M           | KHt          | 10         | 2                 | 4  | 8   | 68  | 18 | 5.3                              | 435  | 28  | 100  | 4.8              | 5.5                         | 162              |
|   | J           | KHt          | 3.7        | 1                 | 1  | 5   | 76  | 17 | 5.0                              | 25   | 11  | 27   | 0.9              |                             |                  |
| Kuusamo<br>02076  | M           | Ct           | 54         | -                 | -  | -   | -   | -  | 5.8                              | 3230 | 61  | 164  | 9.1              | 4.1                         | 368              |
|   | J           | Ct           | 64         | -                 | -  | -   | -   | -  | 6.1                              | 4500 | 42  | 298  | 1.3              |                             |                  |
| Muut kokeet   |             |              |            |                   |    |     |     |    |                                  |      |     |      |                  |                             |                  |
| Jokioinen<br>02105  | M           | Mm           | 39         | -                 | -  | -   | -   | -  | 5.3                              | 2900 | 175 | 534  | 9.2              |                             | 576              |
|   | J           | LCt          | 62         | -                 | -  | -   | -   | -  | 4.7                              | 1780 | 70  | 503  | 1.2              |                             |                  |
| Jokioinen<br>02106  | M           | HeS          | 4.7        | 43                | 24 | 15  | 8   | 10 | 6.6                              | 2870 | 370 | 368  | 56.6             |                             | 1473             |
|   | J           | HeS          | 1.6        | 54                | 22 | 13  | 6   | 5  | 6.7                              | 3010 | 234 | 901  | 3.8              |                             |                  |
| Jokioinen<br>02145  | M           | HtS          | 5.8        | 42                | 8  | 13  | 18  | 19 | 6.2                              | 2700 | 617 | 320  | 18.2             |                             | 1435             |
|   | J           | HtS          | 1.0        | 35                | 9  | 18  | 21  | 17 | 5.6                              | 1930 | 239 | 670  | 1.5              |                             |                  |
| Mietoinen<br>13014  | M           | AS           | 3.3        | 74                | 19 | 3   | 3   | 1  | 6.5                              | 2545 | 360 | 890  | 3.9              | 4.6                         | 877              |
|   | J           | AS           | 1.4        | 80                | 17 | 2   | 1   | 0  | 7.0                              | 1900 | 362 | 1417 | 0.5              |                             |                  |
| Mietoinen<br>13015  | M           | sKHt         | 2.9        | 24                | 11 | 23  | 41  | 1  | 5.7                              | 1110 | 238 | 123  | 8.9              | 5.0                         | 872              |
|   | J           | sKHt         | 0.6        | 20                | 11 | 26  | 43  | 0  | 5.4                              | 812  | 122 | 246  | 1.8              |                             |                  |
| Mietoinen<br>13018  | M           | HeS          | 3.7        | 35                | 25 | 15  | 20  | 5  | 5.8                              | 1450 | 218 | 262  | 14.1             | 29.9                        | 1012             |
|   | J           | HsS          | 1.4        | 52                | 28 | 13  | 6   | 1  | 6.8                              | 1790 | 212 | 806  | 0.7              |                             |                  |
| Mietoinen<br>13099  | M           | sHsS         | 3.6        | 59                | 28 | 5   | 4   | 4  | 6.2                              | 2040 | 322 | 514  | 5.5              | 5.4                         | 995              |
|   | J           | AS           | 1.9        | 70                | 27 | 2   | 1   | 0  | 6.5                              | 1668 | 296 | 920  | 0.6              |                             |                  |
| Kokemäki<br>14811   | M           | He           | 14         | 25                | 33 | 27  | 15  | 0  | 5.7                              | 1850 | 176 | 93   | 9.1              | 9.8                         | 708              |
|   | J           | ljHeS        | 2.0        | 34                | 42 | 18  | 6   | 0  | 4.6                              | 760  | 91  | 138  | 6.3              |                             |                  |
| Anjala<br>15677   | M           | Hs           | 17         | 25                | 59 | 16  | 0   | 0  | 6.0                              | 2200 | 136 | 109  | 6.9              | 5.4                         | 465              |
|   | J           | Hs           | 1.2        | 28                | 53 | 18  | 1   | 0  | 6.0                              | 1342 | 58  | 403  | 0.5              |                             |                  |
| Pälkäne<br>16066  | M           | He           | 4.0        | 12                | 31 | 24  | 18  | 15 | 5.6                              | 1110 | 147 | 44   | 3.0              | 5.7                         | 517              |
|   | J           | He           | 1.3        | 13                | 42 | 30  | 11  | 4  | 6.0                              | 565  | 91  | 47   | 0.1              |                             |                  |
| Mikkeli<br>17114  | M           | KHt          | 8.0        | 3                 | 4  | 15  | 61  | 17 | 5.8                              | 725  | 260 | 67   | 8.2              | 5.3                         | 552              |
|   | J           | KHt          | 4.5        | 2                 | 1  | 16  | 64  | 17 | 5.2                              | 45   | 167 | 21   | 0.8              |                             |                  |
| Maaninka<br>18261   | M           | HHT          | 2.8        | 8                 | 17 | 33  | 35  | 7  | 6.1                              | 1398 | 73  | 150  | 14.2             | 11.4                        | 1879             |
|   | J           | HHT          | 1.2        | 6                 | 19 | 37  | 33  | 5  | 6.3                              | 1075 | 60  | 137  | 3.6              |                             |                  |
| Laukaa<br>19024   | M           | Hs           | 4.6        | 26                | 56 | 10  | 5   | 3  | 6.2                              | 1682 | 114 | 230  | 27.8             | 18.6                        | 1140             |
|   | J           | Hs           | 1.1        | 21                | 62 | 11  | 4   | 2  | 6.7                              | 1140 | 64  | 245  | 2.6              |                             |                  |
| Ylistaro<br>20231   | M           | He           | 12         | 27                | 45 | 23  | 4   | 1  | 5.4                              | 815  | 177 | 103  | 5.8              | 1.6                         | 747              |
|   | J           | He           | 4.6        | 23                | 42 | 28  | 6   | 1  | 4.6                              | 260  | 87  | 61   | 3.7              |                             |                  |

Taulukko 4. Fosforilannoituksen porraskokeiden koekenttien muokkauskerroksen (M) ja jankon (J) maalaji, humuspitoisuus ja lajitekoostumus sekä happamuus ja ravinteisuus kokeen alussa.

| Koepaikka<br>kokeen n:o | Ker-<br>ros | Maa-<br>laji | Humus<br>% | Lajitekoostumus % |    |     |     |    | Happamuus ja ravinteisuus (mg/l) |      |     |     |                  |                             |                  |
|-------------------------|-------------|--------------|------------|-------------------|----|-----|-----|----|----------------------------------|------|-----|-----|------------------|-----------------------------|------------------|
|                         |             |              |            | S                 | Hs | HHT | KHT | Hk | pH <sub>H<sub>2</sub>O</sub>     | Ca   | K   | Mg  | P <sub>HAc</sub> | P <sub>H<sub>2</sub>O</sub> | P <sub>HCl</sub> |
| Toholampi<br>21003      | M           | HHT          | 5.1        | 6                 | 26 | 46  | 18  | 4  | 5.4                              | 275  | 131 | 68  | 4.7              | 1.6                         | 595              |
|                         | J           | HHT          | 1.6        | 6                 | 30 | 49  | 14  | 1  | 5.3                              | 106  | 51  | 39  | 2.3              |                             |                  |
| Toholampi<br>21005      | M           | hsCt         | 43         | -                 | -  | -   | -   | -  | 4.8                              | 1060 | 97  | 149 | 6.5              | 4.8                         | 341              |
|                         | J           | Ct           | 51         | -                 | -  | -   | -   | -  | 4.7                              | 915  | 58  | 141 | 3.1              |                             |                  |
| Toholampi<br>21006      | M           | Hs           | 17         | 18                | 53 | 26  | 3   | 0  | 4.9                              | 493  | 88  | 75  | 7.0              | 3.5                         | 657              |
|                         | J           | Hs           | 1.2        | 15                | 54 | 29  | 3   | 0  | 5.1                              | 533  | 45  | 126 | 6.0              |                             |                  |
| Ruukki<br>22001         | M           | htMm         | 31         | 10                | 24 | 24  | 30  | 12 | 4.7                              | 955  | 80  | 154 | 14.8             | 24.2                        | 324              |
|                         | J           | KHT          | 14         | 12                | 24 | 24  | 30  | 10 | 4.6                              | 702  | 50  | 136 | 11.7             |                             |                  |
| Vaala<br>24801          | M           | Mm           | 26         | -                 | -  | -   | -   | -  | 4.6                              | 768  | 30  | 109 | 8.0              | 7.0                         | 178              |
|                         | J           | Ct           | 72         | -                 | -  | -   | -   | -  | 4.3                              | 710  | 25  | 112 | 3.2              |                             |                  |
| Mouhijärvi<br>25418     | M           | hsHsS        | 5.0        | 33                | 47 | 9   | 4   | 7  | 6.5                              | 1940 | 200 | 158 | 15.2             | 15.0                        | 811              |
|                         | J           | hsHsS        | 1.8        | 32                | 50 | 8   | 4   | 6  | 6.5                              | 1470 | 129 | 302 | 3.0              |                             |                  |
| Mouhijärvi<br>25419     | M           | hsHsS        | 4.2        | 35                | 51 | 7   | 3   | 4  | 5.7                              | 1350 | 96  | 186 | 3.7              | 6.7                         | 620              |
|                         | J           | hsHsS        | 1.9        | 36                | 50 | 7   | 3   | 4  | 6.0                              | 1400 | 90  | 377 | 0.9              |                             |                  |
| Tohmajärvi<br>43017     | M           | Ct           | 54         | -                 | -  | -   | -   | -  | 4.8                              | 1867 | 86  | 91  | 5.2              | 5.3                         | 271              |
|                         | J           | Ct           | 62         | -                 | -  | -   | -   | -  | 4.7                              | 1795 | 68  | 89  | 3.2              |                             |                  |
| Tohmajärvi<br>43327     | M           | HHT          | 6.1        | 5                 | 20 | 55  | 17  | 3  | 5.6                              | 788  | 231 | 50  | 4.6              | 4.6                         | 766              |
|                         | J           | HHT          | 1.8        | 4                 | 19 | 57  | 18  | 2  | 5.9                              | 220  | 155 | 19  | 1.6              |                             |                  |
| Tohmajärvi<br>43106     | M           | Ct           | 49         | -                 | -  | -   | -   | -  | 4.6                              | 1350 | 103 | 121 | 11.2             | 16.1                        | 398              |
|                         | J           | Ct           | 55         | -                 | -  | -   | -   | -  | 4.4                              | 1360 | 111 | 131 | 9.1              |                             |                  |

Taulukko 5. Fosforilannoituksen vaikutus satoihin kiinteiden kenttien nurmikokeissa (nurmi, vihantarvis ja oljet, kuiva-ainesato, jyvät 15 % k.o.l.)

| Koe                 | Vuosi               | Niitto<br>pv      | Fosforilannoitus, kg P/ha |                     |                     |                     |                     | merk               | Nurmen<br>ikä | Yasvilajit, % |         |      |             |
|---------------------|---------------------|-------------------|---------------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|--------------------|---------------|---------------|---------|------|-------------|
|                     |                     |                   | 0                         | 15                  | 30                  | 45                  | 60                  |                    |               | Apila         | Timotei | Muut |             |
| 02065<br>Hartola    | 1977                | 23.6              | 5730                      | 5570                | 5460                | 5350                | 5780                | -                  | 3             | 8             | 80      | 12   |             |
|                     |                     | 15.8              | 4260                      | 4110                | 4640                | 3710                | 4490                | -                  |               |               |         |      |             |
|                     |                     | yht.              | 10040                     | 9680                | 10100               | 9060                | 10270               | -                  |               |               |         |      |             |
|                     | 1978                | 15.6              | 6640 <sup>ab</sup>        | 6340 <sup>a</sup>   | 7060 <sup>b</sup>   | 6550 <sup>ab</sup>  | 7170 <sup>b</sup>   | x                  | 4             | 2             | 98      |      |             |
|                     |                     | 2.8               | 5180                      | 5320                | 5530                | 5840                | 6230                | -                  |               |               |         |      |             |
|                     |                     | yht.              | 11820 <sup>a</sup>        | 11660 <sup>a</sup>  | 12590 <sup>ab</sup> | 12390 <sup>ab</sup> | 13400 <sup>b</sup>  | xx                 |               |               |         |      |             |
| 1979                | 29.1                | 2850              | 3060                      | 2940                | 3090                | 3000                | -                   | Ohra Hja 673       |               |               |         |      |             |
|                     | oljet<br>yht. k.a.  | 2680              | 3030                      | 2950                | 2950                | 2950                | -                   |                    |               |               |         |      |             |
| 02066<br>Ilomantsi  | 1977                | 28.6              | 3760                      | 4470                | 4270                | 4280 <sup>b</sup>   | 4530                | -                  | 1             | 3             | 96      |      |             |
|                     |                     | 22.8              | (5970 <sup>a</sup> )      | 5620 <sup>a</sup>   | 6020 <sup>a</sup>   | 7180 <sup>b</sup>   | 6420 <sup>ab</sup>  | x                  |               |               |         |      |             |
|                     |                     | yht.              | (9740 <sup>a</sup> )      | 10090 <sup>ab</sup> | 10290 <sup>ab</sup> | 11460 <sup>b</sup>  | 10950 <sup>ab</sup> | x                  |               |               |         |      |             |
|                     | 1978                | 28.6              | 4340 <sup>a</sup>         | 4460 <sup>a</sup>   | 4620 <sup>a</sup>   | 4690 <sup>a</sup>   | 5430                | x                  | 2             | 5             | 95      |      |             |
|                     |                     | 11.8              | (3220)                    | 3640                | 3510                | 3760                | 3860                | -                  |               |               |         |      |             |
|                     |                     | yht.              | (7560)                    | 8100                | 8130                | 8450                | 9290                | -                  |               |               |         |      |             |
|                     | 1979                | 26.6              | 4980                      | 5120                | 5170                | 5280                | 5430                | -                  | 3             | 1             | 99      |      |             |
|                     |                     | 27.8              | (4670)                    | 4630                | 4240                | 4160                | 4800                | -                  |               |               |         |      |             |
|                     | 02067<br>Pihtipudas | 1977              | 14.7                      | 5650                | 6200                | 5210                | 6070                | 5720               | -             | 2             |         | 95   | 5           |
| 8.9                 |                     |                   | 2900                      | 2950                | 2880                | 2920                | 3030                | -                  |               |               |         |      |             |
| yht.                |                     |                   | 8550                      | 9150                | 8200                | 9000                | 8750                | -                  |               |               |         |      |             |
| 1978                | 13.7                | 4210              | 4720                      | 4280                | 4860 <sup>ab</sup>  | 5060                | -                   | 3                  |               | 95            | 5       |      |             |
|                     | 5.9                 | 2710 <sup>a</sup> | 2750 <sup>a</sup>         | 3800 <sup>b</sup>   | 3340 <sup>ab</sup>  | 3280 <sup>ab</sup>  | x                   |                    |               |               |         |      |             |
|                     | yht.                | 6920 <sup>a</sup> | 7470 <sup>ab</sup>        | 8080 <sup>b</sup>   | 8190 <sup>b</sup>   | 8330 <sup>b</sup>   | x                   |                    |               |               |         |      |             |
| 1979                | 5.7                 | 3380 <sup>a</sup> | 3670 <sup>ab</sup>        | 3670 <sup>ab</sup>  | 4130 <sup>b</sup>   | 3750 <sup>ab</sup>  | x                   | 4                  |               | 95            | 5       |      |             |
|                     | 16.9                | 2220 <sup>a</sup> | 2520 <sup>a</sup>         | 2570 <sup>a</sup>   | 2950 <sup>ab</sup>  | 3450 <sup>b</sup>   | xx                  |                    |               |               |         |      |             |
|                     | yht.                | 5600 <sup>a</sup> | 6190 <sup>a</sup>         | 6240 <sup>a</sup>   | 7080 <sup>b</sup>   | 7200 <sup>b</sup>   | xx                  |                    |               |               |         |      |             |
| 02068<br>Pihtipudas | 1977                | 30.6              | 3440                      | 3410                | 3700                | 3200                | 3450                | -                  | 4             |               | 94      | 6    |             |
|                     |                     | 1978              | 15.7                      | 6210 <sup>a</sup>   | 8080 <sup>b</sup>   | 7140 <sup>b</sup>   | 7230 <sup>b</sup>   | 6800 <sup>ab</sup> |               | x             |         |      | Vihantarvis |
|                     |                     | 1979              | 20.6                      | 2320                | 2890 <sup>a</sup>   | 2720 <sup>a</sup>   | 2780 <sup>a</sup>   | 2670 <sup>a</sup>  |               | x             |         |      | 1           |
| 02069<br>Pihtipudas | 1977                | 9.7               | 5070                      | 5050                | 5480                | 5400                | 5390                | -                  | 2             |               | 96      | 4    |             |
|                     |                     | 9.9               | 3360                      | 3850                | 3680                | 3990                | 3790                | -                  |               |               |         |      |             |
|                     |                     | yht.              | 8430                      | 8900                | 9160                | 9390                | 9180                | -                  |               |               |         |      |             |
| 1978                | 27.6                | 2470              | 3720 <sup>a</sup>         | 3860 <sup>a</sup>   | 4190 <sup>a</sup>   | 3770 <sup>a</sup>   | xxx                 | 3                  |               | 90            | 10      |      |             |
|                     | 24.8                | 3060              | 4680 <sup>a</sup>         | 5390 <sup>a</sup>   | 5300 <sup>a</sup>   | 5300 <sup>a</sup>   | xxx                 |                    |               |               |         |      |             |
|                     | yht.                | 5530              | 8400 <sup>a</sup>         | 9350 <sup>a</sup>   | 9490 <sup>a</sup>   | 9070 <sup>a</sup>   | xxx                 |                    |               |               |         |      |             |
| 1979                | 26.7                | 2200              | 3330 <sup>a</sup>         | 3530 <sup>ab</sup>  | 3750 <sup>b</sup>   | 4100 <sup>a</sup>   | xxx                 | Vihantakaura       |               |               |         |      |             |
|                     | 16.9                | 700               | 530 <sup>a</sup>          | 450 <sup>a</sup>    | 500 <sup>a</sup>    | 450 <sup>a</sup>    | x                   |                    |               |               |         |      |             |
|                     | yht.                | 2900              | 3850 <sup>a</sup>         | 3980 <sup>a</sup>   | 4250 <sup>ab</sup>  | 4550 <sup>b</sup>   | xxx                 |                    |               |               |         |      |             |
| 02070<br>Vaala      | 1977                | 19.7              | 6550                      | 6530                | 7020                | 5780                | 6650                | -                  | 2             |               | 95      | 5    |             |
| 02071<br>Muhos      | 1977                | 18.7              | 6490 <sup>a</sup>         | 6970 <sup>ab</sup>  | 7190 <sup>ab</sup>  | 7650 <sup>b</sup>   | 7830 <sup>b</sup>   | xxx                | 2             |               | 99      | 1    |             |
|                     |                     | 24.8              | 1920                      | 2080                | 1960                | 2010                | 2020                | -                  |               |               |         |      |             |
|                     |                     | yht.              | 8410 <sup>a</sup>         | 9050 <sup>ab</sup>  | 9150 <sup>ab</sup>  | 9660 <sup>b</sup>   | 9850 <sup>b</sup>   | xx                 |               |               |         |      |             |
| 1978                | 13.7                | 5050              | 5560 <sup>a</sup>         | 5080                | 5390 <sup>a</sup>   | 5740 <sup>a</sup>   | -                   | 3                  |               | 95            | 5       |      |             |
|                     | 13.9                | 1970              | 2300 <sup>a</sup>         | 2470 <sup>a</sup>   | 2250 <sup>a</sup>   | 2340 <sup>a</sup>   | x                   |                    |               |               |         |      |             |
|                     | yht.                | 7020 <sup>a</sup> | 7860 <sup>a</sup>         | 7550 <sup>ab</sup>  | 7640 <sup>ab</sup>  | 8080 <sup>b</sup>   | x                   |                    |               |               |         |      |             |
| 1979                | 4.7                 | 3390              | 3590 <sup>ab</sup>        | 3370 <sup>b</sup>   | 3620 <sup>b</sup>   | 3810 <sup>b</sup>   | -                   | 4                  | 1             | 90            | 9       |      |             |
|                     | 29.8                | 1860 <sup>a</sup> | 2300 <sup>ab</sup>        | 2790 <sup>b</sup>   | 2730 <sup>b</sup>   | 2620 <sup>b</sup>   | x                   |                    |               |               |         |      |             |
|                     | yht.                | 5250 <sup>a</sup> | 5890 <sup>ab</sup>        | 6160 <sup>b</sup>   | 6350 <sup>b</sup>   | 6430 <sup>b</sup>   | x                   |                    |               |               |         |      |             |
| 02072<br>Pihtipudas | 1978                | 27.6              | 3970                      | 4180                | 3860                | 3960                | 3550                | -                  | 2             | 5             | 90      | 5    |             |
|                     |                     | 21.8              | 4040                      | 4180                | 4040                | 4340                | 4100                | -                  |               |               |         |      |             |
|                     |                     | yht.              | 8010                      | 8360                | 7900                | 8300                | 7650                | -                  |               |               |         |      |             |
| 1979                | 23.6                | 3400              | 3880 <sup>a</sup>         | 3810 <sup>a</sup>   | 3790 <sup>a</sup>   | 3880 <sup>a</sup>   | x                   | 3                  | 3             | 67            | 30      |      |             |
|                     | 17.8                | 3660              | 3960 <sup>a</sup>         | 4320                | 3940                | 4390 <sup>b</sup>   | -                   |                    |               |               |         |      |             |
|                     | yht.                | 7060 <sup>a</sup> | 7840 <sup>ab</sup>        | 8120 <sup>b</sup>   | 7730 <sup>ab</sup>  | 8270 <sup>b</sup>   | x                   |                    |               |               |         |      |             |



Taulukko 5. Fosforilannoituksen vaikutus satoihin kiinteiden kenttien nurmikokeissa (nurmi, vihantaruus (jatkoa) ja oljet, kuiva-ainesato, jyvät 15 % kost.)

| Koe                 | Vuosi | Niitto<br>pv | Fosforilannoitus, kg P/ha |                    |                    |                    |                    | merk | Nurmen<br>ikä | Kasvilajit, % |         |      |
|---------------------|-------|--------------|---------------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|------|---------------|---------------|---------|------|
|                     |       |              | 0                         | 15<br>sato         | 30<br>kg/ha        | 45                 | 60                 |      |               | Apila         | Timotei | Muut |
| 02073<br>Pihtipudas | 1978  | 20.6         | 3380                      | 3790               | 3600 <sup>b</sup>  | 3680               | 3600 <sup>ab</sup> | -    | 2             | 95            | 5       |      |
|                     |       | 8.8          | 4210 <sup>a</sup>         | 4720 <sup>ab</sup> | 5390 <sup>b</sup>  | 5010 <sup>ab</sup> | 5020 <sup>ab</sup> | x    |               |               |         |      |
|                     |       | yht.         | 7590 <sup>a</sup>         | 8510 <sup>ab</sup> | 8990 <sup>b</sup>  | 8690 <sup>ab</sup> | 8620 <sup>ab</sup> | x    |               |               |         |      |
|                     | 1979  | 17.6         | 2230                      | 2620 <sup>ab</sup> | 2830 <sup>ab</sup> | 2980               | 2980 <sup>b</sup>  | -    | 3             | 90            | 10      |      |
|                     |       | 8.8          | 3350 <sup>a</sup>         | 3700 <sup>ab</sup> | 3650 <sup>a</sup>  | 4150 <sup>b</sup>  | 3980 <sup>ab</sup> | x    |               |               |         |      |
|                     |       | yht.         | 5580                      | 6320 <sup>a</sup>  | 6480 <sup>a</sup>  | 7130 <sup>b</sup>  | 6960 <sup>ab</sup> | xx   |               |               |         |      |
| 02074<br>Muhos      | 1978  | 19.6         | 3530                      | 3630               | 3630               | 3460               | 3550               | -    | 1             | 100           |         |      |
|                     |       | 9.8          | 6350                      | 6450               | 6490               | 6950               | 6650               | -    |               |               |         |      |
|                     |       | yht.         | 9880                      | 10060              | 10120              | 10410              | 10200              | -    |               |               |         |      |
|                     | 1979  | 21.6         | 2970                      | 3190               | 3270               | 3350               | 3330               | -    | 2             | 100           |         |      |
|                     |       | 8.8          | 3400                      | 3500               | 3510               | 3640               | 3500               | -    |               |               |         |      |
|                     |       | yht.         | 6370                      | 6680               | 6780               | 6990               | 6830               | -    |               |               |         |      |
| 02075<br>Muhos      | 1978  | 3.7          | 4680 <sup>a</sup>         | 4730 <sup>a</sup>  | 5110 <sup>b</sup>  | 5020 <sup>ab</sup> | 5000 <sup>ab</sup> | x    | 2             | 100           |         |      |
|                     |       | 4.9          | 3350                      | 3790 <sup>a</sup>  | 4070 <sup>a</sup>  | 4010 <sup>a</sup>  | 4510 <sup>b</sup>  | xxx  |               |               |         |      |
|                     |       | yht.         | 8030                      | 8520               | 9180 <sup>ab</sup> | 9030 <sup>a</sup>  | 9510 <sup>b</sup>  | xxx  |               |               |         |      |
|                     | 1979  | 2.7          | 4070 <sup>a</sup>         | 4250 <sup>a</sup>  | 4510 <sup>ab</sup> | 4290 <sup>a</sup>  | 4900 <sup>b</sup>  | x    | 3             | 100           |         |      |
|                     |       | 24.8         | 2560                      | 3000 <sup>a</sup>  | 2940 <sup>a</sup>  | 2830 <sup>a</sup>  | 2880 <sup>a</sup>  | x    |               |               |         |      |
|                     |       | yht.         | 6630                      | 7250 <sup>a</sup>  | 7460 <sup>a</sup>  | 7120 <sup>a</sup>  | 7780 <sup>a</sup>  | x    |               |               |         |      |
| 02076<br>Kuusamo    | 1978  | 21.7         | 4260                      | 3840               | 4460               | 4300               | 4110               | -    | 2             | 100           |         |      |
|                     |       | 9.9          | 1330                      | 1400               | 1460               | 1658               | 1580               | -    |               |               |         |      |
|                     |       | yht.         | 5590                      | 5240               | 5920               | 5950               | 5690               | -    |               |               |         |      |
|                     | 1979  | 11.7         | 1110                      | 1220               | 960                | 1090               | 890                | -    | 3             | 60            | 40      |      |

Taulukko 6. Fosforilannoituksen vaikutus satoihin koeasemien ja maanviljelyskemian ja -fysiikan laitoksen kokeissa (viljat jyväsato, kosteus 15 %, nurmet kuiva-ainesato, peruna mukulasato)

| Koe   | Vuosi | Fosforilannoitus, kg P/ha |                    |                    |                    |                    | merk | Kasvi   |          | N-lann.<br>kg/ha | Kylvö<br>pv | Korjuu<br>pv | Lako<br>%      |
|-------|-------|---------------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|------|---------|----------|------------------|-------------|--------------|----------------|
|       |       | 0                         | 15                 | 30                 | 45                 | 60                 |      | Laji    | Lajike   |                  |             |              |                |
| 02105 | 1980  | 3910                      | 3820               | 3930               | 3940               | 4000               | -    | ohra    | Pomo     | 55               | 21.5        | 28.8         | 5              |
|       | 1981  | 2100                      | 2320               | 2380               | 2340               | 2190               | -    | ohra    | Pomo     | 47               | 26.5        | 2.9          | 20             |
| 02106 | 1980  | 4410                      | 4220               | 4610               | 4260               | 4470               | -    | ohra    | Pomo     | 100              | 20.5        | 1.9          | 5              |
|       | 1981  | 3660                      | 3670               | 3610               | 3650               | 3440               | -    | ohra    | Pomo     | 100              | 13.5        | 18.8         | 55             |
| 02145 | 1980  | 39100                     | 40400              | 40900              | 41100              | 40600              | -    | peruna  | Pito     | 90               | 25.5        | 29.9         |                |
| 02161 | 1981  | 25900                     | 24600              | 25900              | 27500              | 26300              | -    | peruna  | Pito     | 90               | 28.5        |              |                |
| 13014 | 1977  | 3390 <sup>a</sup>         | 3580 <sup>ab</sup> | 3680 <sup>b</sup>  | 3670 <sup>b</sup>  | 3670 <sup>b</sup>  | x    | k.vehnä | Ruso     | 100              | 24.5        | 27.9         | 0              |
|       | 1978  | 3090                      | 3250               | 3230               | 3280               | 3380               | -    | k.vehnä | Tähti    | 99               | 23.5        | 4.10         | 0              |
|       | 1979  | 1570 <sup>a</sup>         | 1590 <sup>a</sup>  | 1890 <sup>a</sup>  | 1730 <sup>a</sup>  | 2030 <sup>a</sup>  | x    | ohra    | Suvi     | 99               | 21.5        | 29.8         | 0              |
|       | 1980  | 4720 <sup>a</sup>         | 4710 <sup>a</sup>  | 5110 <sup>b</sup>  | 4990 <sup>b</sup>  | 5260 <sup>b</sup>  | xxx  | ohra    | Suvi     |                  |             |              |                |
| 13015 | 1977  | 2960                      | 3080               | 3000               | 3110               | 3100               | -    | ohra    | Karri    | 83               | 31.5        | 20.9         | 80             |
|       | 1978  | 4070                      | 4000               | 3910               | 4080               | 4500               | -    | kaura   |          | 83               | 26.5        | 14.9         | 90             |
|       | 1979  | 3100                      | 3100               | 3280               | 3270               | 3250               | -    | k.vehnä | Ruso     | 83               | 24.5        | 21.9         | 15             |
|       | 1980  | 5400                      | 5370               | 5300               | 5410               | 5310               | -    | kaura   | Puhti    |                  |             |              |                |
| 13018 | 1978  | 2630                      | 3160               | 3290               | 3340               | 3010               | -    | ruis    | Voima    | 124              | 31.8        | 16.8         | 22             |
|       | 1979  | 2600                      | 2660               | 2620               | 2760               | 2720               | -    | ruis    | Voima    | 124              | 30.8        | 16.8         | 63             |
|       | 1980  | 3360                      | 3590               | 3650               | 3820               | 3560               | -    | s.vehnä | Vakka    |                  |             |              |                |
| 13099 | 1977  | 1660                      | 1510               | 1570               | 1580               | 1400               | -    | herne   | Jo 9161  | -                | 24.5        | 28.9         |                |
|       | 1978  | 2990                      | 2970               | 3150               | 2860               | 2980               | -    | herne   | Jo 9161  | -                | 24.5        | 29.9         |                |
|       | 1979  | 2240                      | 1650               | 1710               | 1660               | 1810               | -    | herne   |          | -                |             |              |                |
|       | 1980  | 3280                      | 3420               | 3330               | 3230               | 3570               | -    | k.vehnä | Tähti    |                  |             |              |                |
| 14811 | 1978  | 3320                      | 3620               | 3650               | 3330               | 3650               | -    | ohra    | Birgitta | 53               | 23.5        | 27.9         | 73             |
|       | 1979  | 3930                      | 3990               | 4140               | 3840               | 4180               | -    | ohra    | Suvi     | 53               | 25.5        | 6.9          | 40             |
|       | 1980  | 3310                      | 3420               | 3400               | 3400               | 3560               | -    | ohra    |          |                  |             |              |                |
| 15677 | 1977  | 2530                      | 2670               | 2530 <sup>ab</sup> | 2650 <sup>b</sup>  | 2590               | -    | ohra    |          | 80               | 1.6         | 30.8         | 75             |
|       | 1978  | 1220                      | 1450 <sup>a</sup>  | 1500 <sup>ab</sup> | 1680 <sup>b</sup>  | 1770               | xx   | ohra    |          | 55               |             |              |                |
|       | 1979  | 1760                      | 2060               | 2010               | 2020               | 2090               | -    | ohra    |          |                  |             |              |                |
|       | 1980  | 2580                      | 3000 <sup>a</sup>  | 3080 <sup>a</sup>  | 3080 <sup>a</sup>  | 2960 <sup>a</sup>  | xx   | ohra    |          |                  |             |              |                |
| 16066 | 1978  | 2640                      | 2850               | 3010 <sup>b</sup>  | 2660 <sup>b</sup>  | 3090 <sup>b</sup>  | -    | ohra    | Pomo     | 55               | 26.5        | 31.8         | 0              |
|       | 1979  | 3930 <sup>ab</sup>        | 3790 <sup>a</sup>  | 4010 <sup>b</sup>  | 4000 <sup>b</sup>  | 4080 <sup>b</sup>  | x    | kaura   | Heikki   | 55               | 25.5        | 5.9          | 60             |
|       | 1980  | 3550                      | 3870 <sup>a</sup>  | 3950 <sup>a</sup>  | 3890 <sup>a</sup>  | 4010 <sup>a</sup>  | x    | ohra    |          |                  |             |              |                |
| 17114 | 1978  | 1830                      | 1920               | 2030               | 2100               | 1940               | -    | ohra    | Eero     | 55               | 10.5        | 21.8         |                |
|       | 1979  | 4980                      | 4900               | 5330               | 5570               | 5120               | -    | timotei |          | 300              |             | 15.6         |                |
|       |       | 2740                      | 2780               | 2040               | 2600               | 3160               | -    |         |          |                  |             | 30.7         |                |
|       | 1980  | 2710                      | 2500               | 3100               | 2950               | 3210               | -    | timotei |          |                  |             |              |                |
|       |       | 2190                      | 2350               | 2510               | 2410               | 2630               | -    |         |          |                  |             |              |                |
|       | 420   | 420                       | 440                | 410                | 460                | x                  |      |         |          |                  |             |              |                |
| 18261 | 1977  | 3730 <sup>b</sup>         | 3720 <sup>ab</sup> | 3720 <sup>ab</sup> | 3820               | 3670               | -    | ohra    |          | 80               |             |              | 95             |
|       | 1978  | 2810 <sup>b</sup>         | 2600 <sup>ab</sup> | 2710 <sup>ab</sup> | 2660 <sup>ab</sup> | 2440 <sup>a</sup>  | x    | ohra    |          | 80               |             |              | 93             |
|       | 1979  | 3700                      | 3770 <sup>ab</sup> | 4030 <sup>ab</sup> | 3730               | 3900 <sup>b</sup>  | -    | ohra    | Vigdis   | 60               | 31.5        | 29.8         | 100            |
|       | 1980  | 4290 <sup>a</sup>         | 4550 <sup>ab</sup> | 4490 <sup>ab</sup> | 4850 <sup>c</sup>  | 4690 <sup>bc</sup> | x    | ohra    |          |                  |             |              |                |
| 19024 | 1977  | 2230                      | 2200               | 2230               | 2190               | 2290               | -    | kaura   | Tiitus   | 83               | 2.6         | 20.10        | (50)           |
|       | 1978  | 3560                      | 3750               | 3600               | 3770               | 3750 <sup>b</sup>  | -    | ohra    | Otra     | 83               | 26.5        | 4.9          | (30)           |
|       | 1979  | 3000 <sup>a</sup>         | 3210 <sup>ab</sup> | 3470 <sup>b</sup>  | 3380 <sup>b</sup>  | 3580 <sup>b</sup>  | xx   | ohra    | Otra     | 83               | 29.5        | 9.9          |                |
|       | 1980  | 2650                      | 2660               | 2690               | 2680               | 2740               | -    | kaura   | Tiitus   | 69               | 28.5        | 26.8         |                |
| 20231 | 1977  | 4050                      | 3980               | 4310               | 3920               | 4160               | -    | kaura   | Tiitus   | 52               | 26.5        | 26.9         | 25             |
|       | 1978  | 3720                      | 3720               | 3800               | 3870               | 3950               | -    | kaura   | Tiitus   | 52               | 12.5        | 8.9          | 13             |
|       | 1979  | 3850                      | 3840               | 4000               | 4000               | 4070               | -    | kaura   | Tiitus   | 55               | 23.5        | 9.9          | 5              |
|       | 1980  | 4060                      | 3970               | 4210               | 4000               | 3950               | -    | kaura   |          |                  |             |              |                |
| 21003 | 1977  | 3110 <sup>a</sup>         | 3380 <sup>ab</sup> | 3640 <sup>b</sup>  | 3570 <sup>b</sup>  | 3630 <sup>b</sup>  | xxx  | ohra    |          |                  |             |              |                |
|       | 1978  | 3160                      | 3650               | 3990 <sup>a</sup>  | 4160 <sup>ab</sup> | 4320 <sup>b</sup>  | xxx  | ohra    | Otra     | 61               | 29.5        | 7.9          | 60             |
|       | 1979  | 2410                      | 2660               | 2890 <sup>a</sup>  | 2930 <sup>a</sup>  | 3110 <sup>a</sup>  | xxx  | ohra    |          |                  |             |              |                |
|       | 1980  | 2530                      | 2630               | 2800               | 2880               | 2890               | x    | ohra    |          |                  |             |              |                |
| 21005 | 1978  | 2060                      | 1930               | 1710               | 2110               | 1760               | -    | kaura   | Tiitus   | 61               | 30.5        | 27.9         | 90 ei tuleent. |
|       | 1979  | 5220                      | 5110               | 5110               | 5390               | 5440               | -    | kaura   |          |                  |             |              |                |
|       | 1980  | 4070                      | 4290               | 4360               | 4310               | 4340               | -    | kaura   |          |                  |             |              |                |
| 21006 | 1978  | 3530                      | 4010               | 3880               | 3970               | 3890               | -    | kaura   | Tiitus   | 61               | 30.5        | 25.9         | 0              |
|       | 1979  | 1460                      | 1710               | 1590               | 1710               | 1850               | -    | timotei |          |                  |             |              |                |
|       |       | 1460                      | 1430               | 1400               | 1580               | 1470               | -    |         |          |                  |             |              |                |
|       |       | 680                       | 590                | 630                | 810                | 620                | -    |         |          |                  |             |              |                |
|       | 1980  | 5390                      | 5110               | 4970               | 5290               | 4850               | -    | timotei |          |                  |             |              |                |
|       | 3170  | 3590                      | 3030               | 3460               | 3560               | x                  |      |         |          |                  |             |              |                |

Taulukko 6. Fosforilannoituksen vaikutus satoihin koemasien ja maanviljelyskemian ja -fysiikan laitoksen kokeissa (viljat jyväsato, kosteus 15 %, nurmet kuiva-ainesato, peruna mukulasato)

| Koe   | Vuosi | Fosforilannoitus, kg P/ha |                    |                   |                    |                    | merk  | Kasvi         |        | N-lann.<br>kg/ha | Kylvö<br>pv | Korjuu<br>pv |
|-------|-------|---------------------------|--------------------|-------------------|--------------------|--------------------|-------|---------------|--------|------------------|-------------|--------------|
|       |       | 0                         | 15                 | 30                | 45                 | 60                 |       | Laji          | Lajike |                  |             |              |
| 22001 | 1977  | 2490                      | 2560               | 2450              | 2530               | 2710               | -     | ohra          |        | 75               | 6.6         | 26.9         |
|       | 1978  | 4180                      | 4380               | 4720              | 4400               | 4650               | -     | ohra          |        | 75               | 26.5        | 4.9          |
|       | 1979  | 4040                      | 3810               | 4070              | 4170               | 4230               | -     | ohra          |        | 75               | 31.5        | 6.9          |
|       | 1980  | 2550                      | 2620               | 2680              | 2760               | 2800               | -     | ohra          |        |                  |             |              |
| 24801 | 1978  | 2620                      | 2490               | 2100              | 2530               | 2190               | -     | raiheinä      |        |                  |             |              |
|       |       | 2030                      | 2090               | 2030              | 1980               | 1920               | -     |               |        |                  |             |              |
|       | 1979  | 2310 <sup>a</sup>         | 2380 <sup>a</sup>  | 2680 <sup>b</sup> | 2460 <sup>ab</sup> | 2700 <sup>b</sup>  | x     | kaura-timotei |        | 160              | 1.6         | 17.7         |
|       |       | 2460                      | 2220               | 2090              | 2330               | 2140               | -     |               |        |                  |             |              |
|       | 1980  | 4450                      | 4600               | 4880              | 4530               | 4680               | -     | timotei       |        |                  |             | 28.7         |
| 5130  |       | 5490                      | 5510               | 5620              | 5720               | -                  |       |               |        |                  |             |              |
| 25418 | 1978  | 5500                      | 5700               | 5700              | 5710               | 5680               | -     | ohra          |        | 80               | 26.5        | 27.9         |
|       |       | 900                       | 1020               | 950               | 980                | 700                | -     | nurmi         |        |                  |             |              |
|       | 1979  | 2300 <sup>a</sup>         | 2500 <sup>ab</sup> | 2830 <sup>b</sup> | 2660 <sup>ab</sup> | 2380 <sup>a</sup>  | x     |               |        |                  |             |              |
|       |       | 3140 <sup>b</sup>         | 3120 <sup>b</sup>  | 2930 <sup>a</sup> | 2960 <sup>a</sup>  | 3000 <sup>ab</sup> | x     |               |        |                  |             |              |
|       | 1980  | 3620                      | 3810               | 3650              | 3530               | 3640               | -     | nurmi         |        |                  |             |              |
|       |       | 1020                      | 980                | 1070              | 1120               | 1120               | -     |               |        |                  |             |              |
|       | 1660  | 1900 <sup>a</sup>         | 1960 <sup>a</sup>  | 1960 <sup>a</sup> | 1960 <sup>a</sup>  | xxx                |       |               |        |                  |             |              |
| 25419 | 1979  | 2780 <sup>a</sup>         | 3020 <sup>ab</sup> | 3190 <sup>b</sup> | 3140 <sup>b</sup>  | 3330 <sup>b</sup>  | xx    | ohra          |        | 80               | 30.5        | 6.9          |
|       | 1980  | 1380                      | 1670               | 1860              | 2050 <sup>a</sup>  | 2050 <sup>a</sup>  | xxx   | ohra          |        |                  |             |              |
| 43017 | 1977  | 3250                      | 3080               | 3040              | 3010               | 3070               | -     | kaura         |        |                  |             |              |
|       | 1978  | 3530                      | 3780               | 3500              | 3630               | 3390               | -     | kaura         | Tiitus | 55               | 20.5        | 28.9         |
|       | 1979  | 3870                      | 3950               | 3840              | 3950               | 3950               | -     | kaura         | Tiitus | 55               | 25.5        | 13.9         |
|       | 1980  | 4210                      | 4470               | 4480              | 4550               | 4540               | -     | kaura         |        |                  |             |              |
| 43106 | 1979  | 5830                      | 6250               | 6120              | 6190               | 6090               | -     | timotei       |        | 180              |             | 27.6         |
|       |       | 4940                      | 4310               | 4560              | 5610               | 5870               | (xxx) |               |        |                  |             | 28.8         |
|       | 1980  | 5950                      | 5640               | 5620              | 5710               | 5580               | -     | timotei       |        |                  |             |              |
|       |       | 4430                      | 4350               | 4490              | 4490               | 4400               | -     |               |        |                  |             |              |
| 43237 | 1977  | 3840                      | 3790               | 3800              | 3720               | 3790               | -     | kaura         |        |                  |             |              |
|       | 1978  | 3760                      | 3850               | 4010              | 3970               | 4030               | -     | kaura         | Tiitus | 75               | 20.5        | 8.9          |
|       | 1979  | 2910 <sup>a</sup>         | 2830 <sup>a</sup>  | 3430 <sup>b</sup> | 3230 <sup>ab</sup> | 3390 <sup>b</sup>  | x     | kaura         | Tiitus | 75               | 26.5        | 4.9          |
|       | 1980  | 3870 <sup>a</sup>         | 4150 <sup>ab</sup> | 4530 <sup>b</sup> | 4550 <sup>b</sup>  | 4600 <sup>b</sup>  | xx    | kaura         |        |                  |             |              |







Taulukko 10. Fosforilannoituksen vaikutus satojen ravinnesisältöön ja maan ravinnetilaan kokeessa 02068, hietainen multamaa, Pihtipudas

| P-lannoitus<br>vuodessa<br>kg P/ha | 1977              | 1978          |                   | 1979             |                | 1977             | 1978              | 1979 | yht.              | Maa-analyysi<br>syksyllä 1979 |     | Muokk.<br>kerros | Jankko<br>kerros |        |                  |  |
|------------------------------------|-------------------|---------------|-------------------|------------------|----------------|------------------|-------------------|------|-------------------|-------------------------------|-----|------------------|------------------|--------|------------------|--|
|                                    | 1                 | Vihantaruus 2 |                   | 1                | 2              |                  |                   |      |                   | kg/ha                         |     |                  |                  | Muokk. | Jankko           |  |
|                                    | mg/g              |               |                   |                  |                |                  | kg/ha             |      |                   |                               |     |                  | pH               |        |                  |  |
|                                    | Typpi, N          |               |                   |                  |                |                  |                   |      |                   |                               |     |                  | (5.9)            | (5.6)  |                  |  |
| 0                                  | 24.4              | 12.6          | 23.2              | 26.8             | 83             | 78               | 126 <sup>a</sup>  | 287  | 6.0               | 5.7                           |     |                  |                  |        |                  |  |
| 15                                 | 23.5              | 13.0          | 23.8              | 26.0             | 80             | 105              | 133 <sup>ab</sup> | 318  | 6.0               | 5.5                           |     |                  |                  |        |                  |  |
| 30                                 | 23.8              | 13.4          | 22.1              | 26.5             | 88             | 96               | 129 <sup>ab</sup> | 313  | 6.0               | 5.6                           |     |                  |                  |        |                  |  |
| 45                                 | 25.7              | 13.4          | 24.3              | 27.0             | 82             | 98               | 141 <sup>b</sup>  | 321  | 5.9               | 5.4                           |     |                  |                  |        |                  |  |
| 60                                 | 23.7              | 13.4          | 24.6              | 27.2             | 82             | 91               | 139 <sup>b</sup>  | 312  | 5.9               | 5.4                           |     |                  |                  |        |                  |  |
| merk.                              | -                 | -             | -                 | -                | -              | -                | x                 | -    | -                 | -                             |     |                  |                  |        |                  |  |
|                                    | Fosfori, P        |               |                   |                  |                |                  |                   |      |                   |                               |     |                  | P <sub>HAc</sub> |        | P <sub>HCl</sub> |  |
|                                    |                   |               |                   |                  |                |                  |                   |      |                   |                               |     |                  | (12.2)           | (2.5)  | (223)            |  |
| 0                                  | 1.9 <sup>a</sup>  | 2.6           | 3.2 <sup>a</sup>  | 3.9 <sup>a</sup> | 6 <sup>a</sup> | 16 <sup>a</sup>  | 18                | 40   | 13.1 <sup>a</sup> | 6.7                           | 258 | 240              |                  |        |                  |  |
| 15                                 | 1.8 <sup>a</sup>  | 2.7           | 3.4 <sup>ab</sup> | 3.9 <sup>a</sup> | 6 <sup>a</sup> | 22 <sup>b</sup>  | 20 <sup>a</sup>   | 48   | 14.8 <sup>a</sup> | 5.2                           | 283 | 133              |                  |        |                  |  |
| 30                                 | 2.4 <sup>ab</sup> | 2.7           | 3.5 <sup>bc</sup> | 4.0 <sup>a</sup> | 9 <sup>b</sup> | 19 <sup>ab</sup> | 20 <sup>a</sup>   | 48   | 15.6 <sup>a</sup> | 4.1                           | 235 | 158              |                  |        |                  |  |
| 45                                 | 2.7 <sup>b</sup>  | 2.7           | 3.7 <sup>cd</sup> | 4.3 <sup>b</sup> | 9 <sup>b</sup> | 19 <sup>ab</sup> | 22 <sup>b</sup>   | 50   | 19.5 <sup>b</sup> | 6.2                           | 235 | 189              |                  |        |                  |  |
| 60                                 | 2.6 <sup>b</sup>  | 2.9           | 3.8 <sup>d</sup>  | 4.4 <sup>b</sup> | 9 <sup>b</sup> | 20 <sup>b</sup>  | 22 <sup>b</sup>   | 51   | 22.8 <sup>b</sup> | 3.1                           | 293 | 181              |                  |        |                  |  |
| merk.                              | xx                | -             | xxx               | xx               | x              | x                | xxx               | -    | xxx               | -                             | -   | -                |                  |        |                  |  |
|                                    | Kalium, K         |               |                   |                  |                |                  |                   |      |                   |                               |     |                  | (41)             | (29)   |                  |  |
| 0                                  | 20.6              | 17.1          | 35.4              | 40.9             | 71             | 106              | 192               | 369  | 35                | 30                            |     |                  |                  |        |                  |  |
| 15                                 | 19.7              | 17.2          | 33.6              | 39.4             | 67             | 139              | 194               | 400  | 39                | 21                            |     |                  |                  |        |                  |  |
| 30                                 | 15.5              | 17.1          | 31.5              | 36.9             | 57             | 122              | 181               | 360  | 36                | 16                            |     |                  |                  |        |                  |  |
| 45                                 | 19.1              | 17.7          | 32.0              | 38.4             | 60             | 128              | 194               | 382  | 36                | 15                            |     |                  |                  |        |                  |  |
| 60                                 | 19.1              | 18.8          | 34.2              | 39.4             | 64             | 128              | 199               | 391  | 40                | 23                            |     |                  |                  |        |                  |  |
| merk.                              | -                 | -             | -                 | -                | -              | -                | -                 | -    | -                 | -                             |     |                  |                  |        |                  |  |
|                                    | Kalsium, Ca       |               |                   |                  |                |                  |                   |      |                   |                               |     |                  | (1283)           | (155)  |                  |  |
| 0                                  | 3.2               | 2.4           | 4.4               | 9.0              | 11             | 15               | 34                | 60   | 1388              | 150                           |     |                  |                  |        |                  |  |
| 15                                 | 3.1               | 2.6           | 4.1               | 9.3              | 11             | 21 <sup>a</sup>  | 42                | 74   | 1438              | 125                           |     |                  |                  |        |                  |  |
| 30                                 | 3.3               | 2.6           | 4.4               | 9.9              | 12             | 19 <sup>a</sup>  | 38                | 69   | 1413              | 125                           |     |                  |                  |        |                  |  |
| 45                                 | 3.3               | 2.4           | 3.8               | 8.4              | 11             | 17 <sup>a</sup>  | 34                | 62   | 1463              | 156                           |     |                  |                  |        |                  |  |
| 60                                 | 3.1               | 2.5           | 4.6               | 9.5              | 11             | 17 <sup>a</sup>  | 38                | 66   | 1438              | 150                           |     |                  |                  |        |                  |  |
| merk.                              | -                 | -             | -                 | -                | -              | x                | -                 | -    | -                 | -                             |     |                  |                  |        |                  |  |
|                                    | Magnesium, Mg     |               |                   |                  |                |                  |                   |      |                   |                               |     |                  | (176)            | (31)   |                  |  |
| 0                                  | 1.5 <sup>ab</sup> | 1.0           | 1.6               | 2.9              | 5              | 6 <sup>a</sup>   | 12                | 23   | 209               | 33                            |     |                  |                  |        |                  |  |
| 15                                 | 1.5 <sup>ab</sup> | 1.1           | 1.6               | 2.9              | 5              | 9 <sup>c</sup>   | 14                | 28   | 208               | 33                            |     |                  |                  |        |                  |  |
| 30                                 | 1.7 <sup>b</sup>  | 1.1           | 1.6               | 3.1              | 6              | 8 <sup>bc</sup>  | 15                | 29   | 196               | 33                            |     |                  |                  |        |                  |  |
| 45                                 | 1.6 <sup>ab</sup> | 1.0           | 1.5               | 2.6              | 5              | 7 <sup>ab</sup>  | 13                | 25   | 203               | 33                            |     |                  |                  |        |                  |  |
| 60                                 | 1.4 <sup>a</sup>  | 1.0           | 1.6               | 2.8              | 5              | 7 <sup>ab</sup>  | 15                | 27   | 185               | 30                            |     |                  |                  |        |                  |  |
| merk.                              | x                 | -             | -                 | -                | -              | x                | -                 | -    | -                 | -                             |     |                  |                  |        |                  |  |

Taulukko 11. Fosforilannoituksen vaikutus nurmisatojen ravinnesisältöön ja maan ravinnetilaan kokeessa 02069, saraturve, Pihtipudas

| P-lannoitus<br>vuodessa<br>kg P/ha | 1977          |                   | 1978              |                   | 1979              |                   | 1977            | 1978             | 1979             | yht.             | Maa-analyysi<br>syksyllä 1979<br>(sulkeissa kok. alussa) |                     |                           |
|------------------------------------|---------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-----------------|------------------|------------------|------------------|--|---------------------|---------------------------|
|                                    | 1             | 2                 | 1                 | 2                 | 1                 | 2                 |                 |                  |                  |                  | kg/ha  |                     | Muokk. Jank-<br>kerros ko |
|                                    | Typpi, N      |                   |                   |                   |                   |                   |                 |                  |                  |                  |  | (5.6) <sup>PH</sup> | (5.3)                     |
| 0                                  | 19.7          | 21.6              | 25.3              | 22.9              | 23.6              | 16.5              | 170             | 133              | 63 <sup>a</sup>  | 366              | 5.5  | 4.8                 |                           |
| 15                                 | 20.9          | 21.9              | 23.4              | 20.4              | 19.2 <sup>a</sup> | 18.0              | 191             | 183 <sup>a</sup> | 73 <sup>ab</sup> | 447              | 5.4  | 4.9                 |                           |
| 30                                 | 18.7          | 19.9              | 24.8              | 20.7              | 19.9 <sup>a</sup> | 19.6              | 177             | 207 <sup>a</sup> | 79 <sup>b</sup>  | 463              | 5.4  | 4.8                 |                           |
| 45                                 | 20.7          | 20.3              | 24.0              | 22.4              | 18.2 <sup>a</sup> | 18.9              | 193             | 219 <sup>a</sup> | 77 <sup>b</sup>  | 489              | 5.4  | 4.8                 |                           |
| 60                                 | 20.9          | 22.4              | 23.7              | 21.8              | 17.3 <sup>a</sup> | 19.8              | 198             | 204 <sup>a</sup> | 80 <sup>b</sup>  | 422              | 5.4  | 4.8                 |                           |
| merk.                              | -             | -                 | -                 | -                 | xxx               | -                 | -               | xxx              | x                | -                | -  | -                   |                           |
|                                    | Fosfori, P    |                   |                   |                   |                   |                   |                 |                  |                  |                  |  | P <sub>HAC</sub>    | P <sub>HCl</sub>          |
|                                    |               |                   |                   |                   | (2.2)             |                   |                 |                  |                  |                  | (2.0)  | (1.2)               | (177)                     |
| 0                                  | 1.4           | 1.2               | 1.8               | 1.2 <sup>a</sup>  | 2.0               | 11                | 8               | 7 <sup>a</sup>   | 26               | 1.2 <sup>a</sup> | 0.0  | 173 <sup>a</sup>    | 63                        |
| 15                                 | 1.5           | 1.2               | 2.6               | 1.4 <sup>ab</sup> | 2.2               | 12                | 16              | 8 <sup>a</sup>   | 36               | 1.7 <sup>a</sup> | 0.0  | 203 <sup>a</sup>    | 55                        |
| 30                                 | 1.5           | 1.2               | 3.2 <sup>a</sup>  | 1.6 <sup>bc</sup> | 2.1               | 12                | 21 <sup>a</sup> | 9 <sup>ab</sup>  | 42               | 1.9 <sup>a</sup> | 0.2  | 213 <sup>a</sup>    | 58                        |
| 45                                 | 1.6           | 1.4               | 3.4 <sup>a</sup>  | 1.9 <sup>c</sup>  | 2.5               | 14                | 24 <sup>a</sup> | 11 <sup>b</sup>  | 49               | 2.9              | 0.0  | 217 <sup>a</sup>    | 48                        |
| 60                                 | 1.7           | 1.5               | 3.3 <sup>a</sup>  | 1.8 <sup>c</sup>  | 3.0               | 15                | 21 <sup>a</sup> | 14               | 50               | 3.7              | 0.0  | 275                 | 47                        |
| merk.                              | -             | -                 | xxx               | xx                | -                 | xxx               | xxx             | xxx              | xxx              | xxx              | -  | x                   | -                         |
|                                    | Kalium, K     |                   |                   |                   |                   |                   |                 |                  |                  |                  |  | (48)                | (43)                      |
| 0                                  | 16.4          | 17.0              | 25.9              | 26.7              | 29.9 <sup>a</sup> | 14.0              | 137             | 146              | 75               | 358              | 55 <sup>c</sup>  | 18                  |                           |
| 15                                 | 15.8          | 15.8              | 24.7              | 26.1              | 20.6 <sup>a</sup> | 13.4              | 141             | 215 <sup>a</sup> | 76               | 363              | 53 <sup>bc</sup>   | 15                  |                           |
| 30                                 | 15.8          | 14.8              | 24.8              | 27.4              | 20.6 <sup>a</sup> | 11.2              | 142             | 244 <sup>a</sup> | 78               | 464              | 45 <sup>ab</sup>   | 24                  |                           |
| 45                                 | 16.5          | 16.2              | 24.1              | 26.0              | 19.3 <sup>a</sup> | 12.5              | 155             | 238 <sup>a</sup> | 79               | 472              | 43 <sup>a</sup>  | 16                  |                           |
| 60                                 | 16.4          | 16.0              | 22.4              | 23.8              | 18.0 <sup>a</sup> | 12.3              | 147             | 211 <sup>a</sup> | 79               | 437              | 45 <sup>ab</sup>   | 18                  |                           |
| merk.                              | -             | -                 | -                 | -                 | xx                | -                 | xxx             | xxx              | -                | xxx              | x  | -                   |                           |
|                                    | Kalsium, Ca   |                   |                   |                   |                   |                   |                 |                  |                  |                  |  | (1397)              | (1072)                    |
| 0                                  | 2.1           | 2.5               | 2.9 <sup>a</sup>  | 4.2               | 2.0 <sup>a</sup>  | 2.6 <sup>a</sup>  | 18              | 20               | 6                | 44               | 1513   | 575                 |                           |
| 15                                 | 2.0           | 2.8               | 2.8 <sup>a</sup>  | 3.8               | 2.1 <sup>a</sup>  | 2.6 <sup>a</sup>  | 21              | 29               | 9                | 59               | 1513   | 613                 |                           |
| 30                                 | 2.0           | 2.3               | 3.4 <sup>ab</sup> | 3.7               | 3.2 <sup>b</sup>  | 3.4 <sup>ab</sup> | 20              | 33 <sup>a</sup>  | 13 <sup>a</sup>  | 66               | 1525   | 694                 |                           |
| 45                                 | 2.4           | 2.6               | 3.8 <sup>b</sup>  | 3.9               | 3.2 <sup>b</sup>  | 3.7 <sup>b</sup>  | 23              | 36 <sup>a</sup>  | 14 <sup>a</sup>  | 73               | 1563   | 625                 |                           |
| 60                                 | 2.6           | 2.8               | 3.6 <sup>b</sup>  | 3.9               | 3.5 <sup>b</sup>  | 3.7 <sup>b</sup>  | 25              | 34 <sup>a</sup>  | 16 <sup>a</sup>  | 75               | 1625   | 575                 |                           |
| merk.                              | -             | -                 | xx                | -                 | xxx               | x                 | xxx             | xxx              | xxx              | -                | -  | -                   |                           |
|                                    | Magnesium, Mg |                   |                   |                   |                   |                   |                 |                  |                  |                  |  | (296)               | (230)                     |
| 0                                  | 1.4           | 1.4 <sup>ab</sup> | 1.5 <sup>a</sup>  | 1.7               | 2.0 <sup>a</sup>  | 2.2               | 12              | 9                | 6 <sup>a</sup>   | 27               | 315  | 131                 |                           |
| 15                                 | 1.5           | 1.8 <sup>b</sup>  | 1.6 <sup>ab</sup> | 1.7               | 1.9 <sup>a</sup>  | 2.2               | 14              | 14               | 7 <sup>a</sup>   | 35               | 310  | 138                 |                           |
| 30                                 | 1.4           | 1.2 <sup>a</sup>  | 1.9 <sup>c</sup>  | 1.6               | 2.6 <sup>b</sup>  | 2.6               | 12              | 16 <sup>a</sup>  | 10 <sup>b</sup>  | 38               | 306  | 153                 |                           |
| 45                                 | 1.7           | 1.3 <sup>a</sup>  | 2.0 <sup>c</sup>  | 1.7               | 2.5 <sup>b</sup>  | 2.8               | 14              | 17 <sup>a</sup>  | 11               | 56               | 293  | 133                 |                           |
| 60                                 | 1.8           | 1.4 <sup>ab</sup> | 1.8 <sup>bc</sup> | 1.9               | 2.6 <sup>b</sup>  | 2.6               | 15              | 17 <sup>a</sup>  | 12 <sup>b</sup>  | 44               | 298  | 120                 |                           |
| merk.                              | -             | x                 | xx                | -                 | x                 | -                 | xxx             | xxx              | xxx              | -                | -  | -                   |                           |







Taulukko 14. Fosforilannoituksen vaikutus nurmisatojen ravinnesisätöön ja maan ravinnetilaan kokeessa 02073, hiesusavi, Pihtipudas

| P-lannoitus<br>vuodessa<br>kg P/ha | 1978             |                   | 1979              |                   | 1978             | 1979             | yht. | Maa-analyysi<br>syksyllä 1979<br>(sulkeissa kok. alussa) |                   |                  |     |
|------------------------------------|------------------|-------------------|-------------------|-------------------|------------------|------------------|------|--|-------------------|------------------|-----|
|                                    | 1                | 2                 | 1                 | 2                 |                  |                  |      | mg/g   |                   | kg/ha            |     |
|                                    |                  |                   |                   |                   |                  |                  |      | (5.4)  | (5.6)             |                  |     |
| 0                                  | 34.3             | 25.7              | 26.2              | 27.7              | 225              | 151              | 376  | 5.4 <sup>ab</sup>  | 5.5 <sup>a</sup>  |                  |     |
| 15                                 | 33.3             | 24.1              | 28.2              | 28.7              | 241              | 179 <sup>a</sup> | 420  | 5.4 <sup>a</sup>   | 5.7 <sup>b</sup>  |                  |     |
| 30                                 | 35.0             | 24.5              | 28.0              | 29.1              | 259              | 186 <sup>a</sup> | 445  | 5.4 <sup>ab</sup>  | 5.5 <sup>ab</sup> |                  |     |
| 45                                 | 35.7             | 25.1              | 26.7              | 26.8              | 258              | 190 <sup>a</sup> | 448  | 5.3 <sup>r</sup>   | 5.6 <sup>b</sup>  |                  |     |
| 60                                 | 36.5             | 24.0              | 26.7              | 26.3              | 252              | 184 <sup>a</sup> | 436  | 5.3 <sup>b</sup>   | 5.5 <sup>a</sup>  |                  |     |
| merk.                              | -                | -                 | -                 | -                 | -                | xx               |      | x  |                   |                  |     |
|                                    | Fosfori, P       |                   |                   |                   |                  |                  |      | P <sub>HAC</sub>   |                   | P <sub>HCl</sub> |     |
|                                    |                  |                   |                   |                   |                  |                  |      | (3.0)  | (2.4)             | (590)            |     |
| 0                                  | 2.8 <sup>a</sup> | 1.7 <sup>a</sup>  | 2.6 <sup>a</sup>  | 2.6 <sup>a</sup>  | 17 <sup>a</sup>  | 15               | 32   | 2.1 <sup>a</sup>   | 1.2               | 589              | 550 |
| 15                                 | 3.1 <sup>a</sup> | 1.6 <sup>a</sup>  | 2.8 <sup>a</sup>  | 2.8 <sup>ab</sup> | 20 <sup>ab</sup> | 18 <sup>a</sup>  | 38   | 2.5 <sup>a</sup>   | 0.8               | 587              | 444 |
| 30                                 | 3.7 <sup>b</sup> | 1.9 <sup>ab</sup> | 3.2 <sup>ab</sup> | 3.0 <sup>b</sup>  | 24 <sup>b</sup>  | 20 <sup>a</sup>  | 44   | 2.4 <sup>a</sup>   | 0.9               | 602              | 456 |
| 45                                 | 4.0 <sup>b</sup> | 2.0 <sup>b</sup>  | 3.6 <sup>b</sup>  | 3.3 <sup>c</sup>  | 25 <sup>b</sup>  | 24 <sup>b</sup>  | 49   | 2.7 <sup>a</sup>   | 0.8               | 688              | 520 |
| 60                                 | 4.2 <sup>b</sup> | 2.0 <sup>b</sup>  | 3.7 <sup>b</sup>  | 3.3 <sup>c</sup>  | 25 <sup>b</sup>  | 24 <sup>b</sup>  | 49   | 3.8  | 0.9               | 668              | 481 |
| merk.                              | xxx              | x                 | xx                | xxx               | xx               | xxx              |      | x  | -                 | -                | -   |
|                                    | Kalium, K        |                   |                   |                   |                  |                  |      | (98)   | (42)              |                  |     |
| 0                                  | 35.5             | 33.4              | 28.7              | 31.6              | 264              | 169              | 433  | 76   | 40                |                  |     |
| 15                                 | 32.8             | 29.4              | 33.1              | 33.8              | 266              | 211 <sup>a</sup> | 477  | 80   | 29                |                  |     |
| 30                                 | 33.6             | 30.5              | 29.6              | 32.1              | 286              | 201 <sup>a</sup> | 487  | 73   | 36                |                  |     |
| 45                                 | 33.9             | 31.9              | 32.9              | 31.0              | 284              | 227 <sup>a</sup> | 511  | 75   | 36                |                  |     |
| 60                                 | 35.6             | 29.8              | 30.2              | 35.6              | 283              | 230 <sup>a</sup> | 513  | 78   | 45                |                  |     |
| merk.                              | -                | -                 | -                 | -                 | -                | x                |      | -  | -                 |                  |     |
|                                    | Kalsium, Ca      |                   |                   |                   |                  |                  |      | (1010)   | (890)             |                  |     |
| 0                                  | 2.8              | 3.3               | 3.5               | 3.7               | 23               | 20               | 43   | 988  | 1056              |                  |     |
| 15                                 | 3.2              | 3.3               | 2.7               | 4.0               | 28               | 22               | 50   | 1025   | 1088              |                  |     |
| 30                                 | 3.5              | 3.1               | 2.9               | 4.2               | 29               | 24               | 53   | 1019   | 1031              |                  |     |
| 45                                 | 3.4              | 3.3               | 3.2               | 3.8               | 29               | 25               | 54   | 1100   | 1000              |                  |     |
| 60                                 | 3.2              | 3.7               | 3.2               | 3.9               | 29               | 25               | 54   | 1080   | 1062              |                  |     |
| merk.                              | -                | -                 | -                 | -                 | -                | -                |      | -  | -                 |                  |     |
|                                    | Magnesium, Mg    |                   |                   |                   |                  |                  |      | (242)  | (231)             |                  |     |
| 0                                  | 1.6              | 1.7               | 1.6               | 2.0               | 12               | 10 <sup>a</sup>  | 22   | 226  | 216               |                  |     |
| 15                                 | 1.7              | 1.7               | 1.6               | 2.1               | 14               | 12 <sup>ab</sup> | 26   | 213  | 255               |                  |     |
| 30                                 | 1.8              | 1.6               | 1.6               | 2.3               | 15               | 13 <sup>b</sup>  | 28   | 220  | 234               |                  |     |
| 45                                 | 1.8              | 1.8               | 1.7               | 2.0               | 15               | 13 <sup>b</sup>  | 28   | 228  | 223               |                  |     |
| 60                                 | 1.7              | 1.8               | 1.8               | 2.0               | 15               | 13 <sup>b</sup>  | 28   | 230  | 248               |                  |     |
| merk.                              | -                | -                 | -                 | -                 | -                | x                |      | -  | -                 |                  |     |



Taulukko 16. Fosforilannoituksen vaikutus nurmisatojen ravinnesisältöön ja maan ravinnetilaan kokeessa 02075, karkea hieta, Muhos

| P-lannoitus<br>vuodessa<br>kg P/ha | 1978              |                  | 1979              |                   | 1978              | 1979             | yht. | Maa-analyysi<br>syksyllä 1979<br>(sulkeissa kok. alussa) |       |                                  |     |
|------------------------------------|-------------------|------------------|-------------------|-------------------|-------------------|------------------|------|--|-------|----------------------------------|-----|
|                                    | 1                 | 2                | 1                 | 2                 |                   |                  |      | Muokk. Jank-<br>kerros ko                                |       | Muokk. Jank-<br>kerros ko        |     |
|                                    | mg/g              |                  |                   |                   | kg/ha             |                  |      | (5.3) <sup>pH</sup>                                      | (5.0) |                                  |     |
| Typpi, N                           |                   |                  |                   |                   |                   |                  |      |  |       |                                  |     |
| 0                                  | 21.4              | 25.1             | 18.1              | 26.8              | 184 <sup>a</sup>  | 142              | 326  | 5.3  | 5.2   |                                  |     |
| 15                                 | 21.5              | 24.0             | 19.8              | 25.3              | 193 <sup>ab</sup> | 160              | 353  | 5.1  | 5.0   |                                  |     |
| 30                                 | 22.2              | 24.3             | 17.6              | 25.7              | 211 <sup>b</sup>  | 155              | 366  | 5.2  | 5.1   |                                  |     |
| 45                                 | 20.7              | 24.4             | 17.8              | 25.5              | 202 <sup>ab</sup> | 149              | 351  | 5.1  | 5.1   |                                  |     |
| 60                                 | 21.3              | 24.3             | 18.7              | 25.5              | 215 <sup>b</sup>  | 165              | 380  | 5.1  | 5.1   |                                  |     |
| merk.                              | -                 | -                | -                 | -                 | xx                | -                | -    | -  | -     |                                  |     |
| Fosfori, P                         |                   |                  |                   |                   |                   |                  |      |  |       |                                  |     |
|                                    |                   |                  |                   |                   |                   |                  |      | (4.8) <sup>P<sub>HAC</sub></sup>                         | (0.9) | (162) <sup>P<sub>HCl</sub></sup> |     |
| 0                                  | 2.2               | 2.8              | 2.1               | 3.1               | 20                | 17               | 36   | 4.1 <sup>a</sup>   | 0.7   | 150 <sup>a</sup>                 | 200 |
| 15                                 | 2.9 <sup>a</sup>  | 3.1 <sup>a</sup> | 2.7 <sup>a</sup>  | 3.2               | 26 <sup>a</sup>   | 21 <sup>a</sup>  | 47   | 4.9 <sup>ab</sup>  | 0.6   | 166 <sup>ab</sup>                | 172 |
| 30                                 | 3.2 <sup>a</sup>  | 3.4 <sup>a</sup> | 3.1 <sup>a</sup>  | 3.5               | 30 <sup>a</sup>   | 24 <sup>a</sup>  | 54   | 5.6 <sup>bc</sup>  | 0.6   | 172 <sup>ab</sup>                | 104 |
| 45                                 | 3.3 <sup>a</sup>  | 3.6 <sup>a</sup> | 3.3 <sup>ab</sup> | 4.0               | 31 <sup>a</sup>   | 25 <sup>a</sup>  | 56   | 6.9 <sup>c</sup>   | 1.1   | 194 <sup>b</sup>                 | 194 |
| 60                                 | 3.3 <sup>a</sup>  | 3.6 <sup>a</sup> | 3.4 <sup>b</sup>  | 4.0               | 32 <sup>a</sup>   | 28               | 60   | 6.7 <sup>c</sup>   | 0.7   | 191 <sup>b</sup>                 | 169 |
| merk.                              | xxx               | xxx              | xxx               | xxx               | xxx               | xxx              | -    | xx   | -     | x                                | -   |
| Kalium, K                          |                   |                  |                   |                   |                   |                  |      |  |       |                                  |     |
|                                    |                   |                  |                   |                   |                   |                  |      | (28)   | (11)  |                                  |     |
| 0                                  | 20.4              | 24.8             | 23.2              | 30.8 <sup>a</sup> | 178 <sup>a</sup>  | 173              | 351  | 19   | 9     |                                  |     |
| 15                                 | 20.1              | 26.1             | 23.0              | 27.0 <sup>a</sup> | 194 <sup>ab</sup> | 179              | 373  | 19   | 9     |                                  |     |
| 30                                 | 20.7              | 25.6             | 22.3              | 26.9 <sup>a</sup> | 209 <sup>b</sup>  | 180              | 389  | 19   | 7     |                                  |     |
| 45                                 | 19.8              | 26.5             | 21.8              | 26.5 <sup>a</sup> | 206 <sup>b</sup>  | 169              | 375  | 19   | 9     |                                  |     |
| 60                                 | 19.0              | 24.5             | 22.0              | 26.7 <sup>a</sup> | 204 <sup>b</sup>  | 189              | 389  | 18   | 6     |                                  |     |
| merk.                              | -                 | -                | -                 | x                 | x                 | -                | -    | -  | -     |                                  |     |
| Kalsium, Ca                        |                   |                  |                   |                   |                   |                  |      |  |       |                                  |     |
|                                    |                   |                  |                   |                   |                   |                  |      | (435)  | (25)  |                                  |     |
| 0                                  | 2.1               | 3.3              | 2.4 <sup>a</sup>  | 3.3               | 21                | 18               | 39   | 538  | 31    |                                  |     |
| 15                                 | 2.6 <sup>a</sup>  | 3.1              | 2.6 <sup>ab</sup> | 3.3               | 24 <sup>a</sup>   | 21 <sup>a</sup>  | 45   | 600  | 31    |                                  |     |
| 30                                 | 2.9 <sup>a</sup>  | 3.6              | 2.8 <sup>ab</sup> | 3.8               | 29 <sup>b</sup>   | 24 <sup>b</sup>  | 53   | 606  | 35    |                                  |     |
| 45                                 | 2.6 <sup>a</sup>  | 3.0              | 2.7 <sup>ab</sup> | 4.0               | 25 <sup>a</sup>   | 23 <sup>ab</sup> | 48   | 625  | 38    |                                  |     |
| 60                                 | 3.0 <sup>a</sup>  | 3.5              | 3.0 <sup>a</sup>  | 3.7               | 31 <sup>b</sup>   | 25 <sup>b</sup>  | 56   | 650  | 38    |                                  |     |
| merk.                              | xx                | -                | x                 | -                 | xxx               | xxx              | -    | -  | -     |                                  |     |
| Magnesium, Mg                      |                   |                  |                   |                   |                   |                  |      |  |       |                                  |     |
|                                    |                   |                  |                   |                   |                   |                  |      | (100)  | (27)  |                                  |     |
| 0                                  | 1.5 <sup>a</sup>  | 2.5 <sup>a</sup> | 1.6               | 2.4               | 16 <sup>a</sup>   | 13               | 29   | 104  | 25    |                                  |     |
| 15                                 | 1.7 <sup>ab</sup> | 2.2 <sup>a</sup> | 1.8               | 2.2               | 17 <sup>ab</sup>  | 14               | 31   | 108  | 29    |                                  |     |
| 30                                 | 1.9 <sup>b</sup>  | 2.4 <sup>a</sup> | 1.7               | 2.4               | 19 <sup>b</sup>   | 15               | 34   | 114  | 23    |                                  |     |
| 45                                 | 1.6 <sup>a</sup>  | 1.8              | 1.6               | 2.3               | 15 <sup>a</sup>   | 13               | 28   | 101  | 28    |                                  |     |
| 60                                 | 1.9 <sup>b</sup>  | 2.2 <sup>a</sup> | 1.6               | 2.0               | 19 <sup>b</sup>   | 14               | 33   | 103  | 24    |                                  |     |
| merk.                              | xx                | x                | -                 | -                 | xx                | -                | -    | -  | -     |                                  |     |



Taulukko 18. Fosforilannoituksen vaikutus sadon fosforisisältöön ja maan fosfori-tilaan (v = kevätvehnä, o = ohra, k = kaura, r = ruis, s = syysvehnä, h =herne, 1/2 = nurmen niittokerrat).

| Koe   | P-lan-<br>noitus<br>kg P/ha | P-pitoisuus, mg/g |      |      | P-määrä         |      |                 | kg/ha<br>yht. | Maan P <sub>HAC</sub> , mg/l<br>3 v. syksyllä<br>(kok. alussa) |
|-------|-----------------------------|-------------------|------|------|-----------------|------|-----------------|---------------|--|
|       |                             | 1 v.              | 2 v. | 3 v. | 1 v.            | 2 v. | 3 v.            |               |  |
| 13014 |                             | v                 | v    | o    |                 |      |                 |               | (3.9)  |
|       | 0                           | 4.3               | 4.2  | 3.7  | 12              | 11   | 5 <sup>a</sup>  | 28            | 2.5  |
|       | 15                          | 4.2               | 4.0  | 3.7  | 13              | 11   | 5 <sup>a</sup>  | 29            | 3.3  |
|       | 30                          | 4.2               | 4.0  | 3.7  | 13              | 11   | 6 <sup>ab</sup> | 30            | 4.0  |
|       | 45                          | 4.4               | 4.0  | 3.9  | 14              | 11   | 6 <sup>ab</sup> | 31            | 4.2  |
|       | 60                          | 4.2               | 4.0  | 3.9  | 13              | 12   | 7 <sup>b</sup>  | 32            | 5.9  |
| merk. | -                           | -                 | -    | -    | -               | x    |                 |               |  |
| 13015 |                             | o                 | k    | v    |                 |      |                 |               | (8.9)  |
|       | 0                           | 4.2               | 3.8  | 4.2  | 11              | 13   | 11              | 35            | 7.1  |
|       | 15                          | 3.9               | 3.9  | 4.2  | 10              | 13   | 11              | 34            | 7.8  |
|       | 30                          | 4.1               | 3.8  | 4.1  | 10              | 13   | 11              | 34            | 8.3  |
|       | 45                          | 4.0               | 3.9  | 4.2  | 11              | 13   | 12              | 36            | 10.0   |
|       | 60                          | 4.1               | 3.8  | 4.2  | 11              | 14   | 12              | 37            | 10.1   |
| merk. | -                           | -                 | -    | -    | -               | -    |                 |               |  |
| 13018 |                             | r                 | r    | s    |                 |      |                 |               | (14.1)   |
|       | 0                           | 3.5               | 3.8  | 3.5  | 8               | 8    | 10              | 26            | 12.3   |
|       | 15                          | 3.7               | 4.0  | 3.4  | 10              | 9    | 10              | 29            | 13.6   |
|       | 30                          | 3.5               | 4.1  | 3.5  | 10              | 9    | 10              | 29            | 13.6   |
|       | 45                          | 3.6               | 4.2  | 3.5  | 10              | 10   | 11              | 31            | 15.4   |
|       | 60                          | 3.6               | 4.1  | 3.5  | 9               | 10   | 11              | 30            | 16.3   |
| merk. | -                           | -                 | -    | -    | -               | -    |                 |               |  |
| 13099 |                             | h                 | h    | h    |                 |      |                 |               | (5.5)  |
|       | 0                           | 4.9 <sup>a</sup>  | 4.6  | 3.8  | 7 <sup>b</sup>  | 12   | 9               | 28            | 4.2  |
|       | 15                          | 4.1 <sup>a</sup>  | 4.6  | 4.1  | 5 <sup>a</sup>  | 12   | 8               | 25            | 4.4  |
|       | 30                          | 4.2 <sup>a</sup>  | 4.5  | 4.1  | 6 <sup>ab</sup> | 12   | 8               | 26            | 5.3  |
|       | 45                          | 4.0 <sup>a</sup>  | 4.8  | 4.0  | 5 <sup>ab</sup> | 12   | 8               | 25            | 5.1  |
|       | 60                          | 4.0 <sup>a</sup>  | 4.8  | 4.3  | 5 <sup>a</sup>  | 12   | 9               | 26            | 5.5  |
| merk. | xxx                         | -                 | -    | x    | -               | -    |                 |               |  |
| 14811 |                             | o                 | o    | o    |                 |      |                 |               | (9.1)  |
|       | 0                           | 3.7               | 3.7  | 4.1  | 11              | 12   | 12              | 35            | 9.0  |
|       | 15                          | 3.7               | 3.7  | 4.0  | 12              | 12   | 12              | 36            | 9.3  |
|       | 30                          | 3.7               | 3.7  | 4.1  | 11              | 13   | 12              | 36            | 8.8  |
|       | 45                          | 3.7               | 3.7  | 4.1  | 11              | 12   | 12              | 35            | 9.8  |
|       | 60                          | 3.9               | 4.0  | 4.2  | 12              | 13   | 13              | 38            | 9.1  |
| merk. | -                           | =                 | =    | -    | -               | -    |                 |               |  |
| 15677 |                             | o                 |      | o    |                 |      |                 |               | (6.9)  |
|       | 0                           | 4.4               |      | 3.7  | 10              |      | 6               |               | 7.9  |
|       | 15                          | 4.3               |      | 3.7  | 10              |      | 7               |               | 6.9  |
|       | 30                          | 4.7               |      | 3.7  | 10              |      | 6               |               | 10.1   |
|       | 45                          | 4.4               |      | 3.9  | 10              |      | 7               |               | 8.9  |
|       | 60                          | 4.2               |      | 3.8  | 9               |      | 7               |               | 9.7  |
| merk. | -                           |                   | -    | -    |                 | -    |                 |               |  |
| 16066 |                             | o                 | k    | o    |                 |      |                 |               | (3.0)  |
|       | 0                           | 3.9               | 4.0  | 3.7  | 9               | 13   | 11              | 33            | 4.5  |
|       | 15                          | 4.0               | 4.0  | 3.7  | 10              | 13   | 12              | 35            | 5.3  |
|       | 30                          | 4.1               | 4.1  | 3.6  | 11              | 14   | 12              | 37            | 4.8  |
|       | 45                          | 3.9               | 4.1  | 3.6  | 9               | 14   | 12              | 35            | 5.0  |
|       | 60                          | 4.0               | 4.1  | 3.6  | 11              | 14   | 12              | 37            | 5.4  |
| merk. | =                           | -                 | -    | -    | -               | -    |                 |               |  |

Taulukko 18. Fosforilannoituksen vaikutus sadon fosforisisältöön ja maan fosforitilaan (v = kevävehnä, o = ohra, k = kaura, r = ruis, s = syysvehnä, h = herne, 1/2 = nurmen niittokerrat).

| Koe   | P-lannoitus<br>kg P/ha | P-pitoisuus |         | mg/g<br>3 v.      | P-määrä kg/ha |                  |                  | yht. | Maan P<br>3 v.<br>HAc, mg/1<br>syks.<br>(kok. alussa) |
|-------|------------------------|-------------|---------|-------------------|---------------|------------------|------------------|------|---|
|       |                        | 1 v.        | 2 v.    |                   | 1 v.          | 2 v.             | 3 v.             |      |   |
| 17114 | 0                      | o           | 1/2.n.  | 1/2/3.n.          |               |                  |                  |      | (8.2)   |
|       | 15                     | 3.8         | 2.4/4.2 | 2.6/2.5/3.1       | 6             | 23               | 14               | 43   | 8.7   |
|       | 30                     | 3.9         | 2.5/4.1 | 2.7/2.2/3.0       | 6             | 23               | 14               | 43   | 8.9   |
|       | 45                     | 3.9         | 2.7/4.1 | 3.0/2.3/3.2       | 7             | 26               | 17               | 50   | 9.3   |
|       | 60                     | 3.9         | 2.8/4.2 | 3.2/2.4/3.2       | 7             | 26               | 17               | 50   | 9.7   |
|       | merk.                  | 6.0         | 2.8/4.1 | 3.2/2.4/3.3       | 7             | 27               | 17               | 51   | 10.0  |
| 18261 | 0                      | o           | o       | o                 |               |                  |                  |      | (14.2)  |
|       | 15                     | 4.4         | 4.6     | 4.4               | 14            | 11               | 14               | 39   | 11.2  |
|       | 30                     | 4.6         | 4.7     | 4.4               | 15            | 11               | 14               | 40   | 12.9  |
|       | 45                     | 4.6         | 4.7     | 4.4               | 14            | 11               | 15               | 40   | 14.3  |
|       | 60                     | 4.6         | 4.8     | 4.4               | 15            | 11               | 14               | 40   | 17.0  |
|       | merk.                  | 4.7         | 4.8     | 4.5               | 15            | 10               | 15               | 40   | 17.7  |
| 19024 | 0                      | k           | o       | o                 |               |                  |                  |      | (27.8)  |
|       | 15                     | 4.0         | 4.1     | 4.5               | 8             | 12               | 12               | 32   | 25.3  |
|       | 30                     | 4.0         | 4.2     | 4.5               | 8             | 13               | 12               | 33   | 30.4  |
|       | 45                     | 4.1         | 4.2     | 4.6               | 8             | 13               | 13               | 34   | 34.3  |
|       | 60                     | 3.9         | 4.2     | 4.5               | 7             | 13               | 13               | 33   | 32.8  |
|       | merk.                  | 4.2         | 4.3     | 4.5               | 8             | 14               | 13               | 35   | 36.1  |
| 20231 | 0                      | k           | k       | k                 |               |                  |                  |      | (5.8)   |
|       | 15                     | 4.0         | 4.0     | 4.3               | 14            | 13               | 14               | 41   | 4.6   |
|       | 30                     | 3.9         | 3.9     | 4.2               | 13            | 12               | 14               | 39   | 4.9   |
|       | 45                     | 3.9         | 3.9     | 4.2               | 14            | 13               | 14               | 41   | 5.4   |
|       | 60                     | 4.0         | 3.8     | 4.2               | 13            | 13               | 14               | 40   | 6.0   |
|       | merk.                  | 3.9         | 3.9     | 4.2               | 14            | 13               | 14               | 41   | 6.3   |
| 21003 | 0                      | o           | o       | o                 |               |                  |                  |      | (4.7)   |
|       | 15                     | 3.7         | 3.3     | 4.0               | 10            | 9                | 8 <sup>a</sup>   | 27   | 4.3   |
|       | 30                     | 3.6         | 3.4     | 3.9               | 11            | 11 <sup>a</sup>  | 9 <sup>ab</sup>  | 31   | 4.5   |
|       | 45                     | 3.6         | 3.3     | 3.9               | 11            | 11 <sup>ab</sup> | 9 <sup>bc</sup>  | 31   | 5.1   |
|       | 60                     | 3.5         | 3.3     | 3.8               | 11            | 12 <sup>bc</sup> | 10 <sup>bc</sup> | 33   | 6.3   |
|       | merk.                  | 3.7         | 3.4     | 3.8               | 12            | 12 <sup>c</sup>  | 10 <sup>c</sup>  | 34   | 7.3   |
| 21005 | 0                      | k           | k       | k                 |               | xxx              | xx               |      | (6.5)   |
|       | 15                     | 4.0         | 4.0     | 4.3               | 7             | 18               | 15               | 40   | 5.3   |
|       | 30                     | 4.0         | 3.9     | 4.2               | 7             | 17               | 15               | 39   | 5.6   |
|       | 45                     | 4.2         | 3.9     | 4.2               | 6             | 17               | 15               | 38   | 7.3   |
|       | 60                     | 4.1         | 4.0     | 4.2               | 7             | 18               | 15               | 40   | 10.3  |
|       | merk.                  | 4.2         | 4.0     | 4.2               | 6             | 18               | 15               | 39   | 9.2   |
| 21006 | 0                      | jyv./o1j.   | 2/3.n.  | 1/2.n.            |               |                  |                  |      | (7.0)   |
|       | 15                     | 3.5/1.0     | 2.8/2.3 | 2.3/2.7           | 11            | (6+)             | 21               | (38) | 10.9  |
|       | 30                     | 3.5/0.8     | 2.9/2.5 | 2.5/2.9           | 12            | (6+)             | 23               | (41) | 10.2  |
|       | 45                     | 3.7/0.7     | 2.9/2.5 | 2.8/3.1           | 12            | (6+)             | 23               | (41) | 10.5  |
|       | 60                     | 3.6/0.8     | 3.1/2.6 | 2.5/3.2           | 12            | (7+)             | 24               | (43) | 11.8  |
|       | merk.                  | 3.5/0.8     | 3.2/2.6 | 3.0/3.3           | 11            | (6+)             | 26               | (43) | 12.9  |
| 22001 | 0                      | o           | o       | o                 |               |                  |                  |      | (14.7)  |
|       | 15                     | 5.2         | 4.0     | 4.0               | 11            | 14               | 14               | 39   | 12.0  |
|       | 30                     | 5.0         | 4.0     | 4.0               | 11            | 15               | 13               | 39   | 14.5  |
|       | 45                     | 5.1         | 4.1     | 4.1               | 11            | 16               | 15               | 42   | 15.9  |
|       | 60                     | 5.1         | 4.1     | 4.1               | 11            | 16               | 14               | 41   | 16.9  |
|       | merk.                  | 5.0         | 4.2     | 4.2               | 12            | 17               | 15               | 44   | 16.3  |
| 24801 | 0                      | 1/2.n.      | v.k/t   | 1/2.n.            |               |                  |                  |      | (8.0)   |
|       | 15                     | 3.5/4.4     | 4.2/4.4 | 2.7/2.5           | 18            | 21               | 27 <sup>a</sup>  | 66   | 8.9   |
|       | 30                     | 3.7/4.7     | 5.1/4.9 | 3.4/2.9           | 19            | 23               | 35 <sup>ab</sup> | 77   | 12.6  |
|       | 45                     | 4.0/5.0     | 5.9/5.6 | 3.7/3.3           | 18            | 28               | 38 <sup>ab</sup> | 84   | 14.8  |
|       | 60                     | 4.1/4.9     | 6.2/5.9 | 3.8/3.4           | 20            | 29               | 41 <sup>ab</sup> | 90   | 19.1  |
|       | merk.                  | 4.3/5.3     | 6.5/6.2 | 4.0/3.4           | 19            | 31               | 43 <sup>b</sup>  | 93   | 27.0  |
| 25418 | 0                      | o           | 1/2.n.  | 1:n               |               |                  |                  |      | (15.2)  |
|       | 15                     | 4.1         | 2.0/5.0 | 2.8 <sup>a</sup>  | 19            | 27               | 17 <sup>a</sup>  | 63   | 12.8  |
|       | 30                     | 4.2         | 2.0/5.0 | 3.0 <sup>ab</sup> | 20            | 28               | 19 <sup>ab</sup> | 67   | 15.1  |
|       | 45                     | 4.2         | 2.1/5.0 | 3.0 <sup>ab</sup> | 20            | 29               | 19 <sup>ab</sup> | 68   | 17.8  |
|       | 60                     | 4.1         | 1.9/4.9 | 3.2 <sup>b</sup>  | 20            | 28               | 20 <sup>b</sup>  | 68   | 15.0  |
|       | merk.                  | 4.1         | 2.0/5.0 | 3.2 <sup>b</sup>  | 20            | 27               | 21 <sup>b</sup>  | 68   | 15.9  |
| 43017 | 0                      | o           | 3.n.    | 1/2.n.            |               |                  |                  |      | (5.2)   |
|       | 15                     | 4.3         | 4.3     | 2.9/2.5           |               |                  |                  |      | 3.5   |
|       | 30                     | 4.5         | 4.5     | 3.0/2.5           |               |                  |                  |      | 6.0   |
|       | 45                     | 4.5         | 4.5     | 3.2/2.6           |               |                  |                  |      | 5.4   |
|       | 60                     | 4.5         | 4.5     | 3.2/2.6           |               |                  |                  |      | 6.6   |
|       | merk.                  | 4.5         | 4.5     | 3.4/2.7           |               |                  |                  |      | 7.3   |
| 43327 | 0                      | k           | k       | k                 |               |                  |                  |      | (4.6)   |
|       | 15                     | 3.6         | 3.8     | 4.0               | 10            | 11               | 13               | 34   | 3.7   |
|       | 30                     | 3.9         | 4.0     | 4.0               | 10            | 13               | 13               | 36   | 4.0   |
|       | 45                     | 3.6         | 4.1     | 3.9               | 9             | 12               | 13               | 34   | 4.1   |
|       | 60                     | 3.9         | 4.1     | 4.0               | 10            | 13               | 13               | 36   | 5.0   |
|       | merk.                  | 3.7         | 4.1     | 3.9               | 10            | 12               | 13               | 35   | 5.2   |



