

FOLIA FORESTALIA 667

METSÄNTUTKIMUSLAITOS · INSTITUTUM FORESTALE FENNIAE · HELSINKI 1986

ERKKI LIPAS

MAAN RAVINNETILA
SIEMENVILJELYKSILLÄ

SOIL-FERTILITY LEVELS
IN FINNISH SEED ORCHARDS



METSÄNTUTKIMUSLAITOS
THE FINNISH FOREST RESEARCH INSTITUTE

Osoite: Unioninkatu 40 A
Address: SF-00170 Helsinki, Finland

Puhelin: (90) 661 401
Phone:

Ylijohtaja: Professori Aarne Nyssönen
Director: Professor

Julkaisujen jakelu: Kirjastonhoitaja Liisa Ikävalko-Ahvonon
Distribution of publications: Librarian

Julkaisujen toimitus: Toimittaja Tommi Salonen
Editorial office: Editor

Metsäntutkimuslaitos on maa- ja metsätalousministeriön alainen vuonna 1917 perustettu valtion tutkimuslaitos. Sen päätehtävänä on Suomen metsätaloutta sekä metsävarojen ja metsien tarkoituksenmukaista käyttöä edistävä tutkimus. Metsäntutkimustyötä tehdään lähes 800 hengen voimin yhdeksällä tutkimusosastolla ja kymmenellä tutkimus- ja koeasemalla. Tutkimus- ja koetoimintaa varten laitoksella on hallinnassaan valtionmetsiä yhteensä n. 150 000 hehtaaria, jotka on jaettu 17 tutkimusalueeseen, ja joihin sisältyy kaksi kansallis- ja viisi luonnonpuistoa. Kenttäkokeita on käynnissä maan kaikissa osissa.

The Finnish Forest Research Institute, established in 1917, is a state research institution subordinated to the Ministry of Agriculture and Forestry. Its main task is to carry out research work to support the development of forestry and the expedient use of forest resources and forests. The work is carried out by means of 800 persons in nine research departments and ten research stations. The institute administers state-owned forests of over 150 000 hectares for research purposes, including two national parks and five strict nature reserves. Field experiments are in progress in all parts of the country.

FOLIA FORESTALIA 667

Metsäntutkimuslaitos. Institutum Forestale Fenniae. Helsinki 1986

Erkki Lipas

MAAN RAVINNETILA SIEMENVILJELYKSILLÄ

Soil-fertility levels in Finnish seed orchards

Approved on 29.8.1986

SISÄLLYS

1. JOHDANTO	3
2. AINEISTO	4
21. Siemenviljelykset	4
22. Näyteaineisto	5
3. TULOKSET	7
31. Happamuus	7
32. Vaihtuva kalsium	8
33. Vaihtuva kalium	9
34. Helppoliukoinen fosfori	11
35. Kokonaistyyppi	13
36. Vaihtuva magnesium	13
37. Boori, kupari, mangaani, sinkki ja rauta	13
38. Maatunnukset ja siemensato	16
4. TULOSTEN TARKASTELU	17
KIRJALLISUUS — REFERENCES	18

LIPAS, E. 1986. Maan ravinnetila siemenviljelyksillä. Abstract: Soil-fertility levels in Finnish seed orchards. *Folia Forestalia* 667. 19 p.

Tutkimuksessa esitetään tuloksia maa-analyyseistä, jotka on tehty metsähallituksen siemenviljelyksiltä vuosina 1981—84 otetuista näytteistä. Aineisto käsitti 88 männyn, yhdeksän kuusen sekä yhden lehtikuusen siemenviljelyksen, jotka sijaitsivat Etelä- ja Keski-Suomessa. Suurin osa viljelyksistä oli kangasmailla, toiseksi eniten kivennäispeltomailla ja vähiten eloperäisillä mailloilla. Maanäytteitä oli yhteensä 1602, joista kaikista oli määritetty maalaji, multavuus, pH, happoliukoinen P sekä vaihtuva K ja Ca. Osasta näytteitä oli lisäksi analysoitu kokonais-N, vaihtuva Mg, hivenaineet Mn, B, Cu ja Zn sekä happoliukoinen Fe. Kaikkien tunnusten arvot olivat alhaisia, jos mittapuuna käytetään maatalousmaan ohjelukuja. Erityisen vähän oli ravinteita metsämaan kivennäismaakerroksessa. Orgaanisen aineksen lisääntyessä ravinteiden pitoisuudet kasvoivat. Multavuus lisäsi varsinkin kationisten ravinteiden Ca, K ja Mg määrää. Vertailemalla kuuden satoisan ja neljän tuottamattoman siemenviljelyksen maa-analyysituloksia havaittiin lievä riippuvuus siemensadon ja tunnusten pH, vaihtuva K sekä happoliukoinen P välillä.

The results of soil analyses carried out on samples taken in 1981—84 from the seed orchards owned by the Finnish National Board of Forestry are reported in this study. The material consisted of 88 pine (*Pinus sylvestris* L.), nine spruce (*Picea abies* Karst.), and one larch (*Larix sibirica* Ledeb.) seed orchards in central and southern Finland. Most of them had been established on upland forest soils, a smaller number on agricultural soils, and a few on organic soils. Soil class, humus content class, pH, and acid (pH 4,65) ammonium acetate extractable P, K, and Ca were determined on a total of 1602 soil samples. Also total N, ammonium acetate extractable Mg, magnesium sulphate extractable Mn, hot water soluble B, and 2-n HCl soluble Cu, Zn, and Fe were determined from part of the samples. All the values were lower than those published in the soil test recommendations for agricultural soils. Mineral soil in the forest soil group especially was poor in nutrients. The contents increased with increasing percentage of soil organic matter. The relationship was strongest with the cationic nutrients Ca, K, and Mg. Comparison between six seed orchards with good seed crops and four unproductive ones revealed a weak dependence of crop size on soil pH, exchangeable K, and easily soluble P.

Key words: soil nutrients, mineral soils, organic soils, seed crop
ODC 232.311.3

Author's address: The Finnish Forest Research Institute, Department of Soil Science, PL 18, SF-01301 Vantaa, Finland.

ISBN 951-40-0749-2
ISSN 0015-5543

Helsinki 1986. Valtion painatuskeskus

1. JOHDANTO

Siemenviljelys on valikoiduista pluspuista peräisin olevien vartteiden muodostama metsikkö, jonka tarkoituksena on jalostetun siemenen tuottaminen. Ensimmäiset viljelykset Suomessa perustettiin 1954 ja pääosa vuosina 1965—75. Näistä on 3000 ha männyn, 300 ha kuusen ja 50 ha muiden puulajien hallussa (Metsäpuiden siemenhuolto... 1984). Lähes 90 % siemenviljelyksistä on metsähallituksen omistuksessa.

Vanhimmat siemenviljelykset ovat jo täydessä tuotannossa ja nuoremmatkin saavuttavat sen näinä vuosina (Koski 1985). Sen vuoksi siemenviljelysten tuottaman siemenen määrä lisääntyy nopeasti tulevan 10 vuoden kuluessa. Niinpä 1990-luvun alkupuolella arvioidaan siemenviljelyksiltä saatavan riittävästi siementä männyn viljelytarpeisiin lähes koko maassa (Metsäpuiden siemenhuolto... 1984).

Kun siemenhuolto yhä enenevässä määrin nojautuu siemenviljelystä, on näiden hoitoon pyritty kiinnittämään erityistä huomiota. Avainkysymyksiä on tällöin maan viljavuuden ylläpito ja parantaminen. Käytännössä tämä tapahtuu pitämällä pintakasvillisuus kurissa vartteiden ympärillä sekä lisäämällä ravinteita lannoitteina.

Koska on todettu, että runsas ravinteisuus edistää siementuotantoa (Sarvas 1962, Kozubov 1971, Werner 1975), lannoitusta on yleensä suositeltu siemenviljelyksille. Sarvaksen (1970) mukaan se on eräs tehokkaimmista keinoista nopeuttaa vartteiden kehitystä. Tutkimustuloksia asiasta on kuitenkin varsin vähän. Hivenainepitoisella NPK-lannoitteella, jota annettiin neljässä erässä seitsemän vuoden aikana, on saatu männynllä 13 %:n lisäys siemensatoon erällä ruotsalaisella siemenviljelyksellä (Hadders 1984). Mainitussa kokeessa typen lisäys oli yhteensä 168 kg N/ha/7a. Eräessä toisessa kokeessa Etelä-Ruotsissa annettiin erittäin viljavalle kasvupaikalle NPK-lannoitetta ja ureaa kahtena peräkkäisenä vuotena yhteensä 872—1453 kg N/ha vastaavat määrät (Werner ja Hellström 1984). Toimenpide lisäsi emikukintaa 30—95 %. Lannoituksen ohella molemmilla kokeilla oli käytetty heinäntorjuntaa.

Pelkkä heinäntorjunta äestämällä tai herbisideillä voi myös lisätä latvuston tuuheutta

ja neulasten typpipitoisuutta (Andersson ym. 1982). Suomessa Mikola (1986) on saanut vastaavia tuloksia: puutarhan Y-lannos yhdessä heinäntorjunnan kanssa antoi parhaan käpysadon. Heinäntorjunnalla oli kuitenkin voimakkaampi vaikutus kuin lannoituksella.

Koska mainitut lannoituskokeet on tehty NPK-lannoiksilla, ei voida sanoa, mitkä yksittäiset ravinteet ovat varsinaisesti lisänneet satoa. Tarvittaisiin siis tietoa luontaisista ravinnemääristä, jotta voitaisiin määrittää tavoiteltavat optimitasot. Ruotsissa on siemenviljelyspuiden neulasissa todettu olevan keskimäärin enemmän typpeä ja fosforia kuin metsästä otetuissa neulasissa (Rosvall ja Untinen 1982). Kaliumtasot ovat sen sijaan olleet samaa suuruusluokkaa. Runsaasta typpipitoisuudesta huolimatta Rosvall ja Untinen suosittelevat ensisijaisesti typpilannoitusta, koska latvuston oksikkuuden ja tuuheuden katsotaan olevan kukkimisen kannalta edullista.

Metsähallituksen omistamilla viljelyksillä Suomessa lannoitustarvetta on pyritty arvioimaan maanäytteiden avulla vuodesta 1981 lähtien. Lannoituskiertona on käytetty neljää vuotta ja analyysit on tehty seuraavaa lannoitusta edeltävän kasvukauden lopulla otetuista maanäytteistä. Vaikeutena on ollut tulosten tulkinta, sillä tutkimukseen perustuvia ohjearvoja ei ole ollut saatavilla.

Siemenviljelysten ravinnetilan arvostelun perustaksi päätettiin koota kaikki se tieto, mikä aiemmin tehdyistä analyyseistä oli saatavissa. Metsähallitus luovutti tarkoitusta varten siemenviljelyksiltä teettämiensä maanalyyysien tulokset vuosilta 1981—84. Tavoitteeksi asetettiin hankkia perustietoa eri tunnusten suuruusluokista ja vaihteluista sekä keskinäisistä riippuvuuksista. Myös maatunnusten ja siemensadon välistä yhteyttä koetettiin tarkastella mahdollisuuksien mukaan.

Tutkimus on tehty Metsäntutkimuslaitoksen maantutkimusosastolla metsähallituksen luovuttamasta aineistosta, josta kiitokset ylimetsänhoitaja Lasse Huurteelle ja metsänhoitaja Pentti Hauturille. Käsikirjoituksen ovat lukeneet professori Eino Mälkönen, v.t. professori Juhani Päivänen ja erikoistutkija Veikko Koski. Englanninkieliset osat on tarkistanut MMK John Derrôme. Lämpimät kiitokset kaikille mainituille.

2. AINEISTO

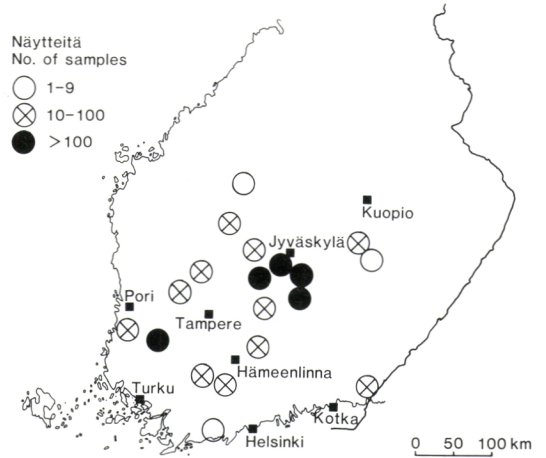
21. Siemenviljelykset

Aineisto käsittää kaikki metsähallituksen siemenviljelyksiltä tehtyjen maa-analyyseiden tulokset vuosilta 1981—84. Siemenviljelyksiä oli mukana kaikkiaan 98. Ne sijaitsevat pääosin Keski- ja Etelä-Suomessa (kuva 1), painopisteen ollessa Jyväskylän hoitoalueessa.

Keski-Suomen kohteet olivat pääosin metsämaalla (kuva 2), joskin viljelyksiin sisältyi joskus suo- tai peltolohkoja (kuva 3). Peltomaita oli runsaammin Satakunnassa ja Etelä-Hämeessä. Eloperäisistä maista valtaosa oli Köyliössä ja Huittisissa, joissa viljelyksiä on perustettu erityisesti suopelloille. Viljelyksiä oli lannoitettu NPK-lannoitteilla laikku-, kaistale- tai hajalannoituksen vartteiden koosta riippuen. Näytteenottovaiheessa lannoituksista oli kuitenkin jo kulunut vähintään kolme kasvukautta.

Vaikka aineisto ei ole koko edustamaansa aluetta kattava, on se kuitenkin edustava otos maamme siemenviljelyksistä, jotka myös muiden omistajaryhmien osalta keskittyvät pääosin kuvan 1 esittämälle alueelle.

Tutkittujen siemenviljelysten kantapuut olivat suu-



Kuva 1. Siemenviljelysten sijainti.
Figure 1. Location of the seed orchards.



Kuva 2. Siemenviljelys n:o 56. Remula, Jämsä, metsämaa. Mänty, perustettu 1962—68. Siementä saatu 1.9.1984 mennessä 7,0 kg/ha. Valok. lokak. -84 Teijo Nikkanen.

Humuskerros: Hietainen multamaa, pH 4,6, käyttökelp. Ca 688, K 112, P 9,0 mg/l.

Kivennäismaa (0—30 cm): Hiekkainen hietamoreeni, pH 5,4, käyttökelp. Ca 88, K 50, P 2,6 mg/l.

Figure 2. Seed orchard no. 56. Jämsä, Central Finland, forest soil. *Pinus sylvestris* (L.), est. 1962—68. The cumulative seed crop up to 1 Sept. 1984 has been 7,0 kg/ha. Photographed in Oct. 1984 by Teijo Nikkanen.

Humus layer: Fine sand mull, pH 4,6, available Ca 688, K 112, P 9,0 mg/l.

Mineral soil (0—30 cm): Loamy fine sand till, pH 5,4, available Ca 88, K 50, P 2,6 mg/l.

rimmaksi osaksi Pohjois-Suomesta. Keski- ja Etelä-Suomen vartteita oli vain joillakin eteläisillä viljelyksillä. Viljelysten keskimääräinen ikä oli 15 vuotta, vanhimman ollessa 30, nuorimman 11 vuotta. Pinta-alat vaihtelivat välillä 3—53 ha (keskiarvo 14,9 ha).

Siemensatotietoja viljelyksistä saatiin Metsäntutkimuslaitoksen ylläpitämästä metsägeneettisestä rekisteristä ja ne perustuvat 1.9.1984 mennessä tullessiin ilmoituksiin. Aineistona käytetyistä 98 viljelyksestä 57:ltä oli saatu satoa. Vaihtelu on kuitenkin ollut varsin suurta, koko kertymä 0,02—30 kg siementä/ha, eikä sadon riippuvuus iästä tai vartetiheydestä aina ole kovin selvä.

Aineistoon sisältyi männyn viljelysten (88 kpl) lisäksi yhdeksän kuusen ja yksi lehtikuusen viljelys. Maatun- nusten tarkasteluissa ne ovat kaikki mukana, mutta siemensatotarkastelussa kuusi ja lehtikuusi on jätetty pois aineiston sypeuden vuoksi.

22. Näyteaineisto

Maanäytteet on otettu lapiolla siten, että metsämaalla humuskerroksesta ja alla olevasta kivennäismaasta (0—30 cm) on otettu eri näytteet. Sen sijaan suo- ja pelto- mailla kustakin kohdasta on otettu vain yksi näyte 0—20 cm:n kerroksesta. Jokainen näyte on koottu viidestä osanäytteestä, jotka on otettu tasaisesti siltä alueelta, jota kokonaisnäyte edustaa.

Näytteiden lukumäärä siemenviljelystä kohti vaihteli välillä 2—51. Pienimmät näytemäärät tuskin antavat

luotettavaa keskiarvoa viljelykseltä. Hajanäytteitä voidaan silti käyttää tarkasteltaessa tietyn tunnuksen yleis- tä jakautumaa. Otoskoon suuri vaihtelu osoittaa, ettei- vät näyteenotto-ohjeet ole olleet riittävän selviä, vaan niistä on ollut erilaisia tulkintoja.

Maanäytteet on analysoitu Viljavuuspalvelu Oy:ssä. Tavanomaisen perustutkimuksen lisäksi melko useista näytteistä on analysoitu kokonaistyyppi, vaihtuva mag- nesium, kuumaan veteen liukeneva boori sekä joskus myös eräitä muita hivenaineita. Käytettyjä menetelmiä ovat selostaneet mm. Vuorinen ja Mäkitie (1955) ja Kurki (1982). Perustutkimuksessa maalaji ja multavuus määritetään silmävaraisesti ja helppoliukoinen fosfori sekä vaihtuva kalium ja kalsium happamalla ammo- niumasetaatilla (pH 4,65) saadusta uutoksesta. Myös magnesium määritetään samasta uutoksesta. Kokonais- tyyppi on määritetty Kjeldahl-menetelmällä. Kupari-, sinkki- ja rautamäärityksissä näyte on poltettu ja tuhka liuotettu 2-n suolahappoon. Mangaani on sen sijaan määritetty vaihtuvana käyttäen uutostenesteenä magne- siumsulfattia.

Ravinnepitoisuudet ilmoitetaan yleensä yksiköissä mg/l ilmakeivää näytettä. Poikkeuksen muodostavat rauta, joka on ilmoitettu yksiköissä g/l sekä kokonais- tyyppi, joka on esitetty painoprosenteina. Ilmoitustapa on vakiintunut käyttöön viljelysmaiden analyseissä (Kurki ym. 1965).

Kasvupaikkojen perusluokituksena on käytetty jakoa metsä-, pelto- ja eloperäisiin maihin, jolloin ”metsä- maalla” tarkoitetaan yksinomaan kangasmaita. Kun metsämaalta on otettu humuskerroksesta ja kivennäis-



Kuva 3. Siemenviljelys n:o 67. Naulamäki, Korpilahti, peltomaa. Mänty, perustettu 1964—70. Siementä saatu 1.9.1984 mennessä 10,7 kg/ha. Valok. syysk. 1985 Teijo Nikkanen.

Pintamaa (0—20 cm): Multava hietamoreeni, pH 5,3, käyttökelp. Ca 502, K 90, P 5,0 mg/l.

Figure 3. Seed orchard no. 67. Korpilahti, Central Finland, agricultural soil. *Pinus sylvestris* (L.), est. 1964—70. The cumulative seed crop up to 1 Sept. 1984 has been 10,7 kg/ha. Photographed in Sept. 1985 by Teijo Nikkanen.

Surface soil (0—20 cm): Fine sand till with medium humus content, pH 5,3, available Ca 502, K 90, P 5,0 mg/l.

maasta eri näytteet, tulee perusluokkia kaikkiaan neljä. Tuloksia esiteltäessä on nimitystä "kivennäismaa" käytetty aina tarkoittamaan metsämaan 30 cm:n paksuista kivennäismaan pintakerrosta. Peltomaiksi on luokiteltu sekä kivennäis- että multamaita, mikäli näytteen ottaja on ne merkinnyt pelloksi. Eloperäiset maat puolestaan sisältävät sekä luontaisia turvemaita että suopeltoja, jotka voivat olla multamaata tai turvetta. Tässäkin on näytteenottajan luokitus säilytetty. Tulosten esittelyssä esiintyvät maalajit lyhennyksineen on lueteltu taulukossa 1.

Multavuus tarkoittaa eloperäisen aineksen osuutta maa-aineksessa. Multavuusluokat samoin kuin multa-

maan ja turvemaan määritelmänmukaiset humuspitoisuudet nähdään taulukossa 1. Kun multavuus on määritetty silmävaraisesti, eivät humuspitoisuusrajat luonnollisesti ole kuin ohjeellisia. Metsämaiden erikoisuutena on omaksi maalajikseen luokiteltu kangashumus, joka tarkoittaa tyyppillistä raakahumusta.

Eri tunnusten määrittäisiin käytetyt näytemäärät on esitetty taulukossa 2. Aineistoa voi pitää edustavana maalajien, multavuuden sekä tunnusten pH, N, P, K, Ca, Mg ja B osalta. Sen sijaan tunnuksia Mn, Cu, Zn ja Fe ei ole määritetty lainkaan humuskerroksesta ja kivennäismaastakin vain kuudesta näytteestä.

Taulukko 1. Käytetyt maalajien ja multavuusluokkien lyhennykset (Kurki 1977).
Table 1. The abbreviations used for the soil and humus content classes (Kurki 1977).

MAALAJIT — SOIL CLASS		MULTAVUUSLUOKAT — HUMUS CONTENT CLASS		
Moreeni — Till	Mr	Org. ainesta	Multavuusluokka	Lyhennys
Hiekkamoreeni — Sandy till	HkMr	Org. matter	Humus content class	Abbreviation
Hietamoreeni — Fine sand till	HtMr			
Hietä — Fine sand	Ht	< 3 %	vähämultainen — low	vm
Hiesu — Silt	Hs	3 — 6	multava — medium	m
Savi — Clay	S	6 — 12	runsasmultainen — rich	rm
Kangashumus — Raw humus	Kh	12 — 20	erittäin runsasmultainen — very rich	
Multamaa — Mull	Mm		multamaa — mull	erm
Saraturve — Carex peat	Ct	20 — 40	turvemaa — peat soil	Mm
Rahkaturve — Sphagnum peat	St	> 40		t

Taulukko 2. Eri tunnusten määrittäisiin käytettyjen maanäytteiden lukumäärät.
Table 2. The number of soil samples subjected to physical and chemical determinations.

Tunnus Parameter	Näytteiden lukumäärä — Number of samples			
	Metsämaa — Forest soils		Pelto- maa	Eloperäinen maa
	Humuskerros Humus layer	Kiv.maa Min. soil	Agric. soils	Organic soils
Maalaji — Soil class	550	551	325	176
Multavuus — Humus content	33	550	284	0
pH	549	551	325	175
Kokonais — Total	N 346	350	103	74
Helppoliukoinen — Easily soluble	P 548	549	325	176
Vaihtuva — Exchangeable	K 549	551	325	176
Vaihtuva — Exchangeable	Ca 547	551	325	176
Vaihtuva — Exchangeable	Mg 197	199	200	122
Vaihtuva — Exchangeable	Mn 0	6	121	86
Kuum. vet. l. — Hot water soluble	B 457	461	237	89
Happoliukoinen — Acid soluble	Cu 0	6	121	86
Happoliukoinen — Acid soluble	Zn 0	6	121	86
Happoliukoinen — Acid soluble	Fe 0	6	121	86

3. TULOKSET

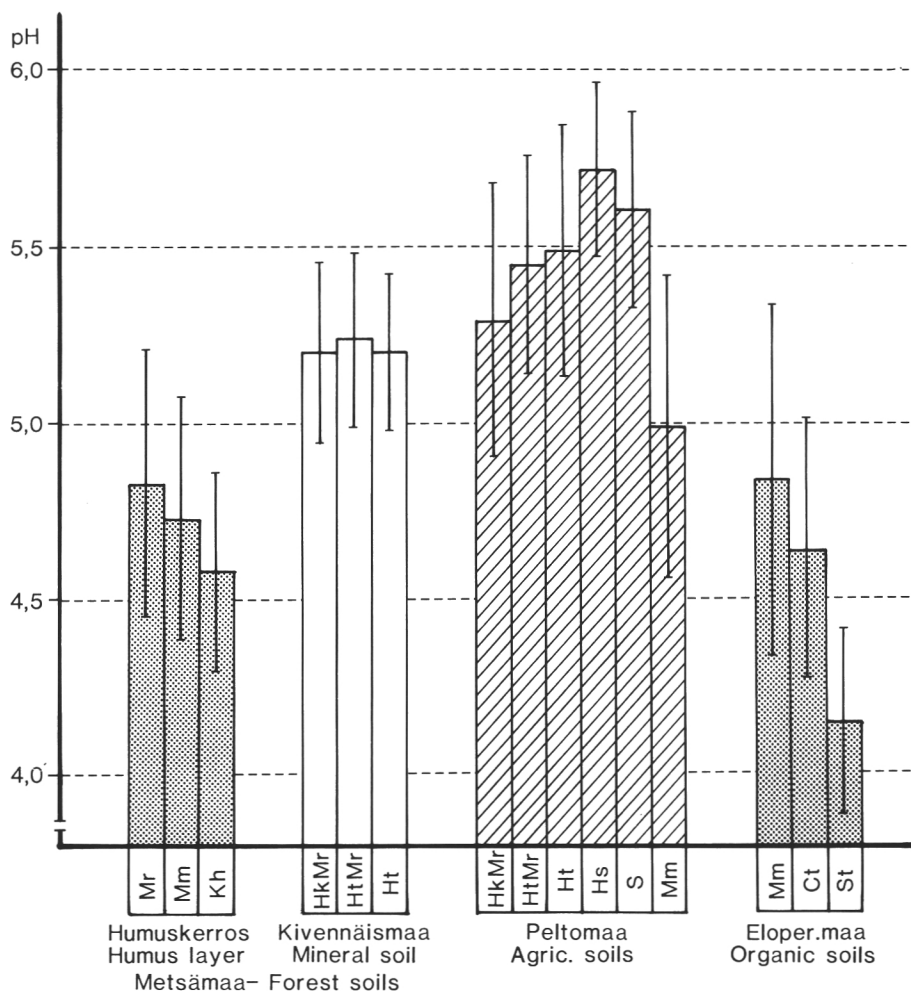
31. Happamuus

Maan happamuutta kuvastavien pH-lukujen keskiarvot maalajeittain on koottu kuvaan 4. Tulosten mukaan orgaanisen aineen lisääntyessä pH alenee. Humuskerroksessa pH oli alhaisempi kuin kivennäismaassa ja rahkaturve oli vielä happamampaa kuin kangashumus. Humusaineuksen happamuus johtuu etupäässä siinä olevista karboksyli-

ryhmistä (Scheffer ja Schachtschabel 1979, s. 113).

Kivennäismaan hienojakoisuus puolestaan nosti pH:ta peltomailla, mikä johtunee emäskationien runsaudesta savefraktiossa. Metsämailla aineistosta puuttuivat hienojakoiset maalajit ja pH vaihteli hyvin vähän.

Viljavuusanalyysien tulkinnassa käytetään viljelysmailla apuna seitsemää viljavuusluokkaa (Kurki ym. 1965), joiden raja-arvot on



Kuva 4. Eri maalajien keskimääräinen happamuus (näytteiden keskiarvot ja keskihajonnat, $\bar{x} \pm s$). Käytetyt lyhennykset taulukossa 1.

Figure 4. Average acidity of the different soils (the means and standard deviations of the samples, $\bar{x} \pm s$). See Table 1 for the abbreviations.

esitetty taulukossa 3. Happamuuden osalta aineisto jää luokkaan 2 (huononlainen) tai 3 (välttävä) lukuunottamatta rahkaturvetta, joka kuuluu luokkaan 1 (huono). Kun metsämailla happamuus ja ravinnetila ovat kuitenkin huomattavasti alemmalla tasolla kuin viljelysmailla (Urvas ja Erviö 1974, Kurki 1982), happamuustilannetta siemenviljelyksillä ei voitane pitää huonona havupuiden kannalta.

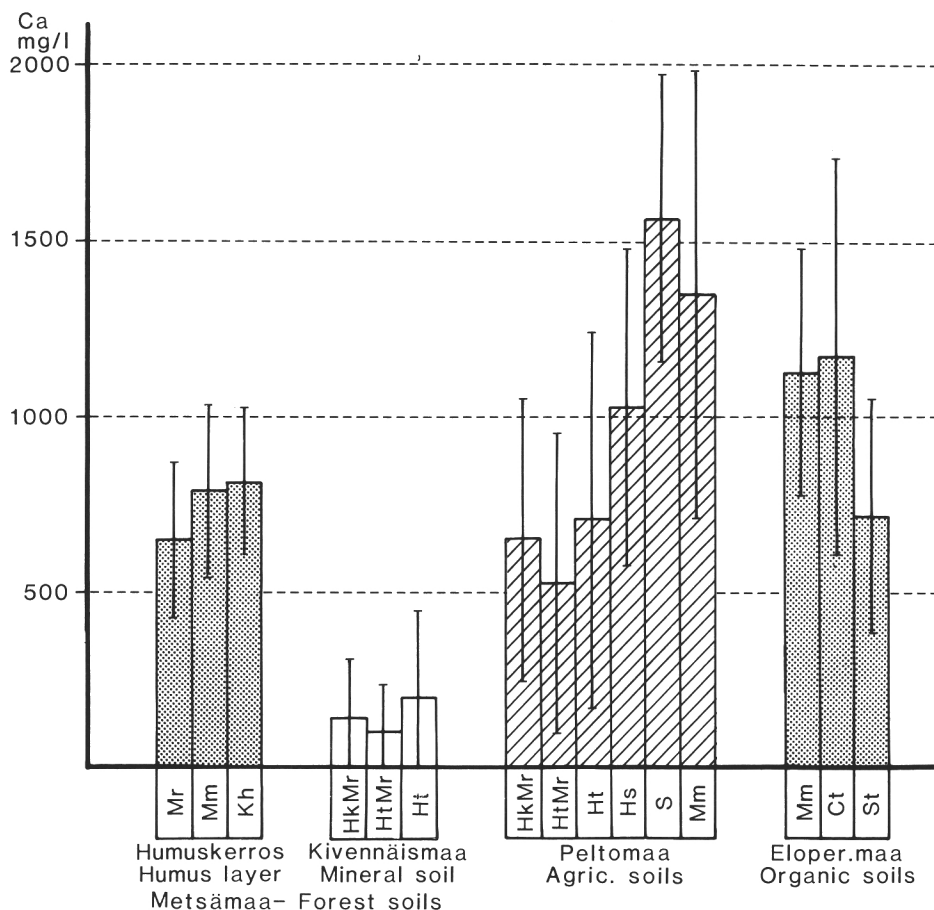
Yleisen käsityksen mukaan, jota myös peltomailta saadut tulokset tukevat (Lakanen ym. 1970), pH ja vaihtuva kalsium korreloivat voimakkaasti keskenään. Tämän tutkimuksen aineisto ei kuitenkaan vahvistanut tätä olettamusta kuin orgaanisten maiden osalta. Korrelaatiokertoimiksi saatiin näet

	$r_{\text{pH, Ca}}$		$r_{\text{pH, Ca}}$
Humuskerros	0,58	Peltomaa	0,27
Kivennäismaa	0,02	Eloper. maa	0,58

Metsämaassa kivennäismaan Ca-pitoisuudet olivat yleensä hyvin pieniä, mikä selittää todettua heikkoa korrelaatiota. Pelto- maille saatu kerroin on lähes sama kuin minkä Sippola ja Tares (1978) ovat saaneet suuremmasta aineistosta.

32. Vaihtuva kalsium

Maan kalsiumpitoisuuden on todettu useissa tutkimuksissa (mm. Lipas 1985) olevan hyvä kasvupaikan viljavuuden osoittaja. Kuvan 5 mukaan sekä orgaanisen aineen määrä että kivennäismaan hienon aineksen osuus suurenvat kalsiumpitoisuuden lisääntyessä. Erityisen vähän kalsiumia oli metsämaan kivennäismaassa.



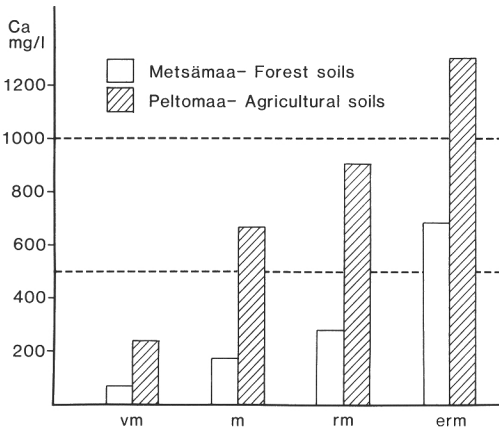
Kuva 5. Vaihtuva kalsium maalajeittain ($\bar{x} \pm s$). Lyhennykset taulukossa 1.
Figure 5. Exchangeable calcium in the different soils ($\bar{x} \pm s$). See Table 1 for the abbreviations.

Taulukko 3. Viljavuustutkimuksen tulkintakaavio viljelysmaille (Kurki ym. 1965). Kaaviossa on ilmoitettu luokkien alarajat.

Table 3. Soil test interpretation table for agricultural soils (Kurki et al. 1965). The figures give the lower limits of the fertility classes.

Viljavuusluokka ★)	pH		Ca mg/l			K mg/l			P mg/l		
	Eloper. maat Org. soils	Kiv. maat Min. soils	Eloper. maat Org. soils	Karkeat kiv.maat Coarse min. soils	Savi- maat Clay soils	Eloper. maat Org. soils	Karkeat kiv.maat Coarse min. soils	Savi- maat Clay soils	Eloper. maat Org. soils	Karkeat kiv.maat Coarse min. soils	Savi- maat Clay soils
1	<4,4	<5,0	<600	<400	<1000	<30	<50	<100	<1,5	<2	<1,5
2	4,4	5,0	600	400	1000	30	50	100	1,5	2	1,5
3	4,8	5,4	1000	800	1500	60	100	150	3	4	3
4	5,2	5,8	1600	1400	2000	100	150	200	6	10	6
5	5,6	6,2	2600	2000	2600	200	250	300	15	25	15
6	6,0	6,6	3600	2600	3600	350	400	500	40	70	40
7	6,6	7,4	5600	4000	5600	700	800	1000	200	200	200

★) Tulkinta — Interpretation (Kurki 1982):
 1 Huono — Poor
 2 Huononlainen — Rather poor
 3 Välttävä — Fair
 4 Tyydyttävä — Satisfactory
 5 Hyvä — Good
 6 Erittäin hyvä — Very good
 7 Arveluttavan korkea — Possibly excessive



Kuva 6. Metsä- ja peltomaan vaihtuva kalsium multavuusluokittain. Lyhennykset taulukossa 1.

Figure 6. Exchangeable calcium in forest and agricultural soils in different humus content classes. See Table 1 for the abbreviations.

Peltomaiden ohjearvoihin (taulukko 3) verrattaessa nähdään, että metsä- ja peltomaiden arvot jäävät luokkiin huono tai huononlainen. Eloperäisistä maista sen sijaan peltomaat ja saraturpeet olivat Ca-pitoisuudeltaan välttävää.

Kalsiumin puutteesta metsäpuilla ei ole saatu näyttöä lannoituskokeilta. Useimmissa tapauksissa kalkitus on ollut puiden kasvun kannalta joko tehotonta tai suorastaan haitallista (Derome ym. 1986). Täten pienet kalsiumpitoisuudet eivät metsämaalla välttämättä osoita kalkituksen olevan tarpeen ainakaan puiden kasvun kannalta.

Kalsiumpitoisuuden ja multavuuden välinen korrelaatio oli varsin selvä sekä metsä- että peltomailla (kuva 6). Kun humusaines on tavallisesti Suomen oloissa maan tärkein kationinvaihtomateriaali, näyttää siltä, että kivennäismaassa kalsiumin pitoisuutta rajoittaa eniten vaihtopaikkojen määrä. Ilmiöstä on myös seurauksena, että multavuus on melko hyvä kalsiumpitoisuuden mitta.

Kalsiumpitoisuuksia tulkittaessa on otettava huomioon, että näytteiden Ca-arvot saattavat vaihdella hyvin suurissa rajoissa (kuva 5). Siksi yksittäisten arvojen tukena olisi hyvä käyttää multavuustunnusta.

33. Vaihtuva kalium

Kaliumpitoisuuksia osoittava kuva 7 muistuttaa kalsiumpitoisuuskuva (5) yleispiirteitään. Metsämaassa kaliumia oli humuskerroksessa selvästi runsaammin kuin kivennäismaassa. Peltomailla taas savespitoisuuden lisääntyminen lisäsi myös kaliumpitoisuutta. Selvä poikkeama kalsiumiin verrattuna oli turvemaileda, joiden kaliumpitoisuus oli vain puolet siitä mitä kangasmaiden humuskerroksessa. Kalilannoitus onkin turvemaileda yleensä osoittautunut tarpeelliseksi (Paavilainen 1979).

Viljelysmaiden ohjearvojen mukaan (taulukko 3) kaliumtila oli välttävä tai tyydyttävä muissa ryhmissä paitsi metsämaan kivennäismaalla, jossa se jäi luokkaan ”huono”.

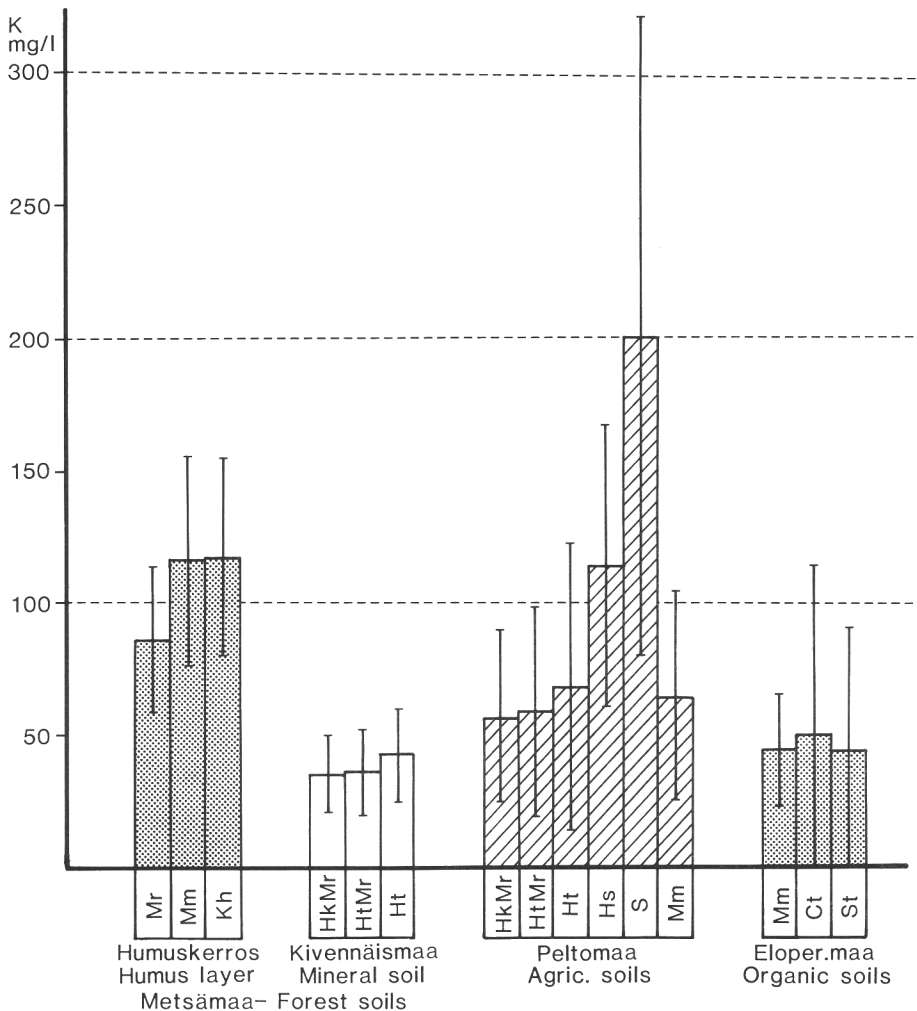
Kun kaliumista ei kangasmailla kuitenkaan ole havaittu olevan puutetta (Päivinen ja Salonen 1978), lienee humuskerroksella varsin tärkeä merkitys kaliumlähteenä. Kivennäismaan osalta tilanne on sama kuin kalsiuminkin osalta: vaihtomateriaalin puute pitää kationipitoisuudet (K^+ ja Ca^{++}) pieninä.

Kuva 8 osoittaa, että multavuuden lisääntyessä myös kaliumpitoisuus suureni. Ilmiö on sama kuin kalsiumillakin (kuva 6), mutta ei aivan yhtä selväpiirteinen. Syynä lienee se, että kaliumioni ei pidäyty orgaaniseen ainekseen yhtä helposti kuin Ca^{++} (Starr ja Westman 1978). Siitä syystä vaihtomateriaalin runsaus ei tule käytetyksi kaliumin pidentämiseen yhtä tehokkaasti kuin kalsiumin.

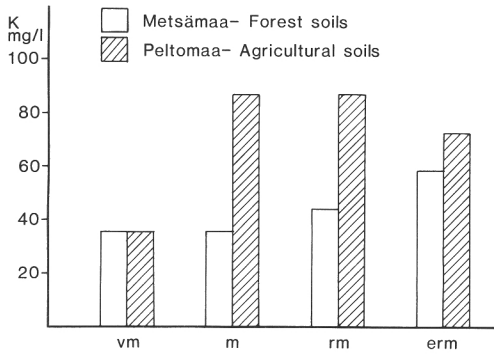
Vaikka kalium- ja kalsiumpitoisuudet riippuivat samalla tavoin maalajeista ja multavuudesta, niiden välillä vallitsi vain heikko korrelaatio:

	$r_{Ca, K}$
Humuskerros	0,34
Kivennäismaa	0,26
Peltomaa	0,38
Eloper. maa	0,18

Tulos, joka on yhtäpitävä Lakasen ym. (1970) saamien tulosten kanssa, osoittaa, että nämä ravinteet voivat vaihdella toisistaan riippumatta. Silti on melko yleistä, että siellä missä kalsiumia on runsaasti, myös kaliumpitoisuus on korkea.



Kuva 7. Vaihtuva kalium maalajeittain ($\bar{x} \pm s$). Lyhennykset taulukossa 1.
 Figure 7. Exchangeable potassium in the different soils ($\bar{x} \pm s$). See Table 1 for the abbreviations.

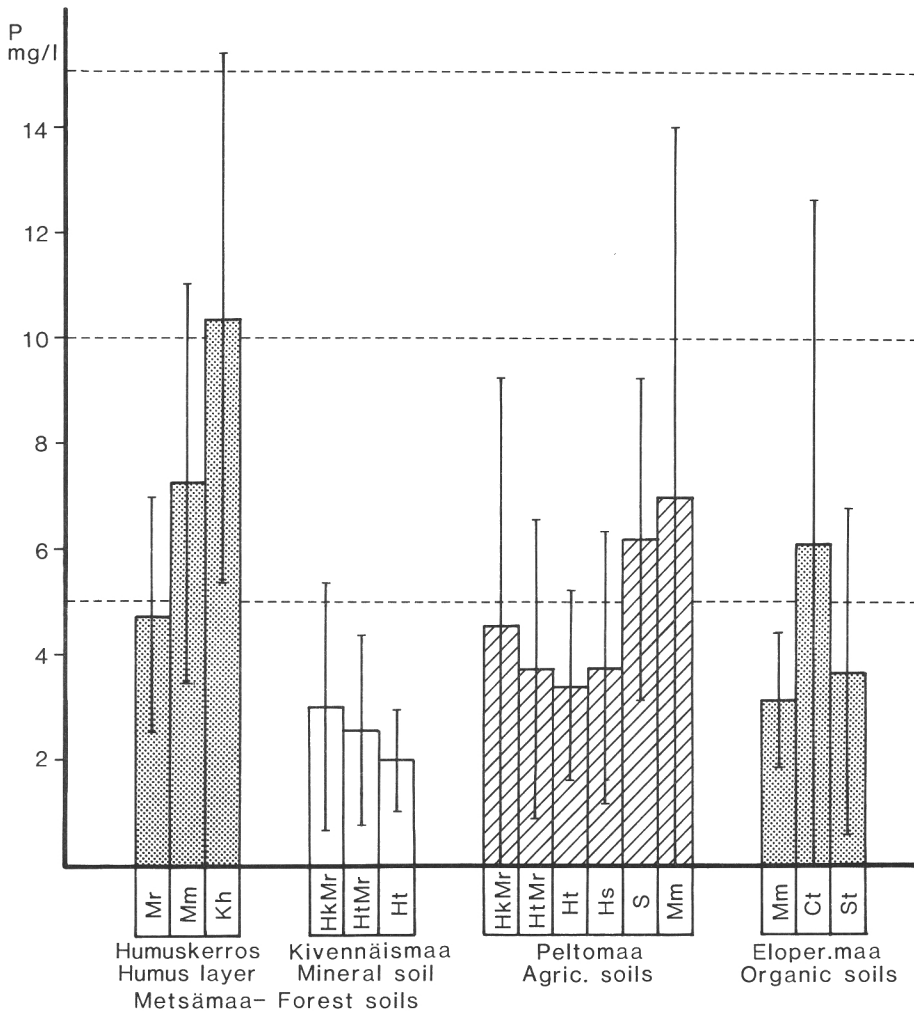


Kuva 8. Metsä- ja peltomaan vaihtuva kalium multavuusluokittain. Lyhennykset taulukossa 1.

Figure 8. Exchangeable potassium in forest and agricultural soils in different humus content classes. See Table 1 for the abbreviations.

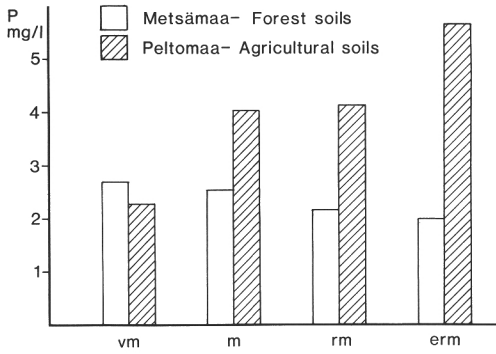
34. Helppoliukoinen fosfori

Helppoliukoinen fosfori esiintyy maassa anionimuodossa, joten se ei ole samalla tavoin kationinvaihtomateriaalista (humusaines ja savimineraalit) riippuvainen kuin kalsium ja kalium. Kuvan 9 mukaan myös fosforia oli kuitenkin eniten humuskerroksessa, erityisesti kangashumuksessa. Kivennäismaalla näkyy se jo Valmarin (1921) toteama suuntaus, että maan hienojakoisuuden lisääntyessä fosfori vähenee. Peltomaalla tämä trendi ei savi- ja multamaiden osalta kuitenkaan pitänyt paikkaansa. Mahdollisena syynä voisi olla peltoviljelyn ajoilta jääneiden lannoitejäämien vaikutus. Turvemailla fosforipitoisuudet olivat samaa suuruusluokkaa kuin peltomailla.



Kuva 9. Helppoliukoinen fosfori maalajeittain ($\bar{x} \pm s$). Lyhennykset taulukossa 1.

Figure 9. Easily soluble phosphorus in the different soils ($\bar{x} \pm s$). See Table 1 for the abbreviations.

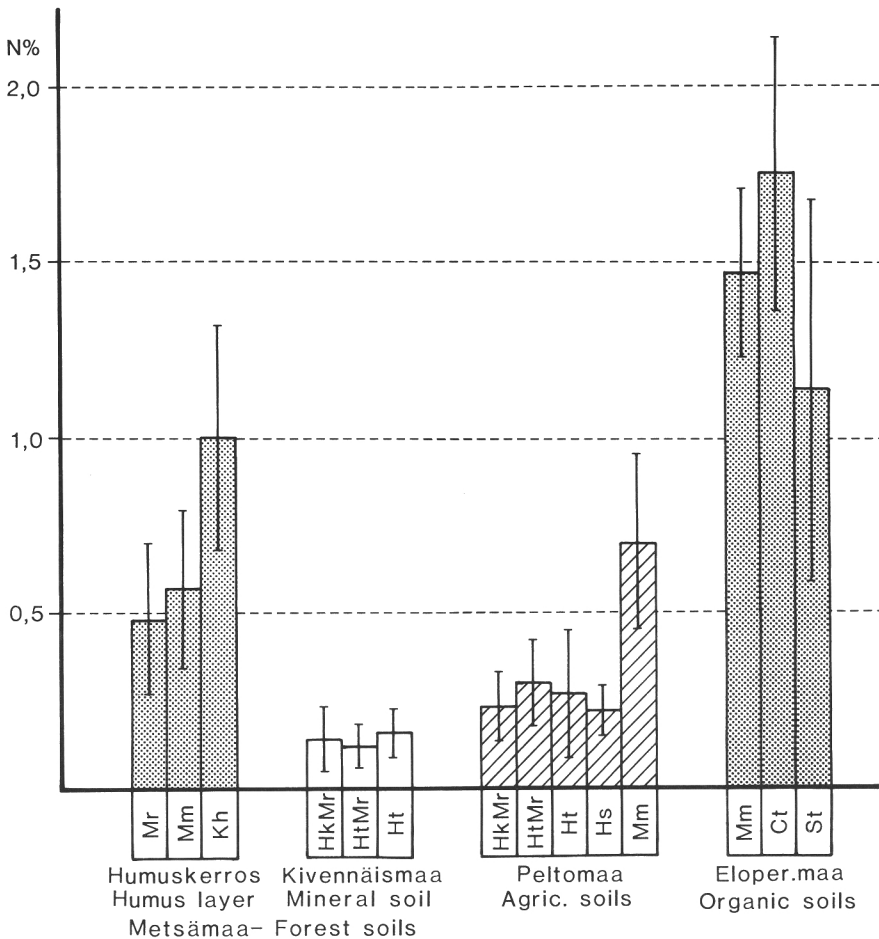


Kuva 10. Metsä- ja peltomaan helppoliukoinen fosfori multavuusluokittain. Lyhennykset taulukossa 1.
 Figure 10. Easily soluble phosphorus in forest and agricultural soils in different humus content classes. See Table 1 for the abbreviations.

Fosforitila oli viljelysmaiden ohjearvoihin (taulukko 3) verrattuna suhteellisesti parempi kuin vastaava tilanne kaliumilla ja kalsiumilla. Humuskerros sekä pelto- ja eloperäiset maat olivat fosforin suhteen keskimäärin välttäviä, metsämaan kivennäismaa huonolaista.

Multavuus lisäsi fosforipitoisuutta peltoilla (kuva 10). Ilmiö johtunee etupäässä peltojen aikaisemmasta lannoituksesta, sillä Kurjen (1982) mukaan multavuuden lisääntyessä yli luokan "multava" fosforipitoisuus alkaa vähentyä.

Fosforipitoisuuden ja maan pH:n välillä ei ollut korrelaatiota. Syynä lienee se, että pH-lukemat olivat pieniä. Kurjen (1982) mukaan positiivinen riippuvuussuhde alkaakin vasta pH 6:sta.



Kuva 11. Kokonaistyyppi maalajeittain ($\bar{x} \pm s$). Lyhennykset taulukossa 1.
 Figure 11. Total nitrogen in the different soils ($\bar{x} \pm s$). See Table 1 for the abbreviations.

35. Kokonaistyyppi

Kokonaistyyden määrittäminen ei sisälly viljavuuden perustutkimukseen. Siitä huolimatta se oli teetetty siemenviljelyksiltä melko yleisesti. Syynä lienee se, että kangasmaiden lannoituksessa tyyppi on tunnetusti tärkein lisätävä ravinne (Viro 1967). Maalajeittaiset tyyden arvot on esitetty kuvassa 11. On huomattava, että muista ravinteista poiketen arvot ovat painoprosentteja.

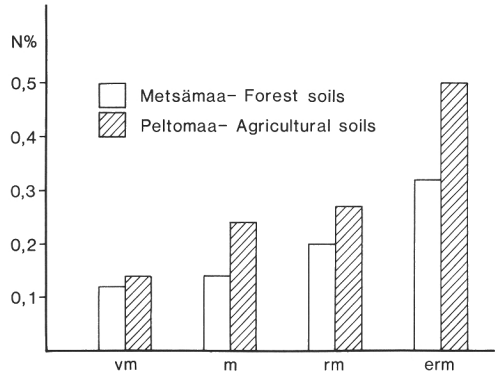
Typpipitoisuuden riippuvuus orgaanisen aineksen määrästä on ilmeinen. Kuvassa 11 erottuvat humuskerroksen, eloperäisten maiden sekä pelloista multamaan runsaat N-pitoisuudet. Viljelysmailla on kynnsarvona pidetty 0,5 % N (Kurki 1972). Tätä pienemmät arvot osoittavat typpilannoituksen tarvetta. Kuvan 11 mukaan sekä metsän että pellon kivennäismailla olisi siten puutetta tyypestä.

Kokonaistyyden käyttökelpoisuutta erityisesti metsähumuksen viljavuuden osoittajana huonontaa sen esitystapa. Näytteiden kivennäismaapitoisuus voi vaihdella suuresti, jolloin vastaava vaihtelu heijastuu automaattisesti painoprosentteissa. Esimerkiksi kangashumusnäytteissä typpipitoisuus vaihteli välillä 0,2—2,0 %. Käyttökelpoisempi tunnus saataisiinkin laskemalla typpipitoisuus orgaanista ainetta kohti (Lipas 1985).

Viljavuustutkimuksessa typpitilanne arvioidaan pääasiassa maalajin ja multavuuden perusteella (Kurki 1972). Kuva 12 osoittaa, että multavuus oli varsin hyvä typpipitoisuuden osoittaja myös tässä aineistossa. Metsämaalla multavuusluokat vastasivat kuitenkin pienempiä typpipitoisuuksia kuin peltomaalla. Metsämaan tumma väri voikin joskus olla kaskeamisen tai metsäpalon jäljiltä jääneen hiilen ja tuhkan väriä eikä siten välttämättä osoita orgaanisen aineksen runsautta. Eräitä ääritapauksia aineistossa osoittavat minimiarvot 0,02 % N multavaksi luokitellussa ja 0,08 % N runsasmultaiseksi arvioidussa näytteessä.

36. Vaihtuva magnesium

Tiedot siemenviljelysten magnesiumtilasta perustuvat huomattavasti pienempään näyttemäärään kuin aiemmin esitetyt ravinteet (taulukko 2). Pääpiirteissään tulokset ovat kuitenkin samankaltaisia kuin muillakin ka-



Kuva 12. Metsä- ja peltomaan kokonaistyyppi multavuusluokittain. Lyhennykset taulukossa 1.

Figure 12. Total nitrogen in forest and agricultural soils in different humus content classes. See Table 1 for the abbreviations.

tionimuotoisilla ravinteilla (Ca ja K). Kuvasta 13 nähdään jälleen selvästi riippuvuus orgaanisen aineksen ja saveksen määrästä.

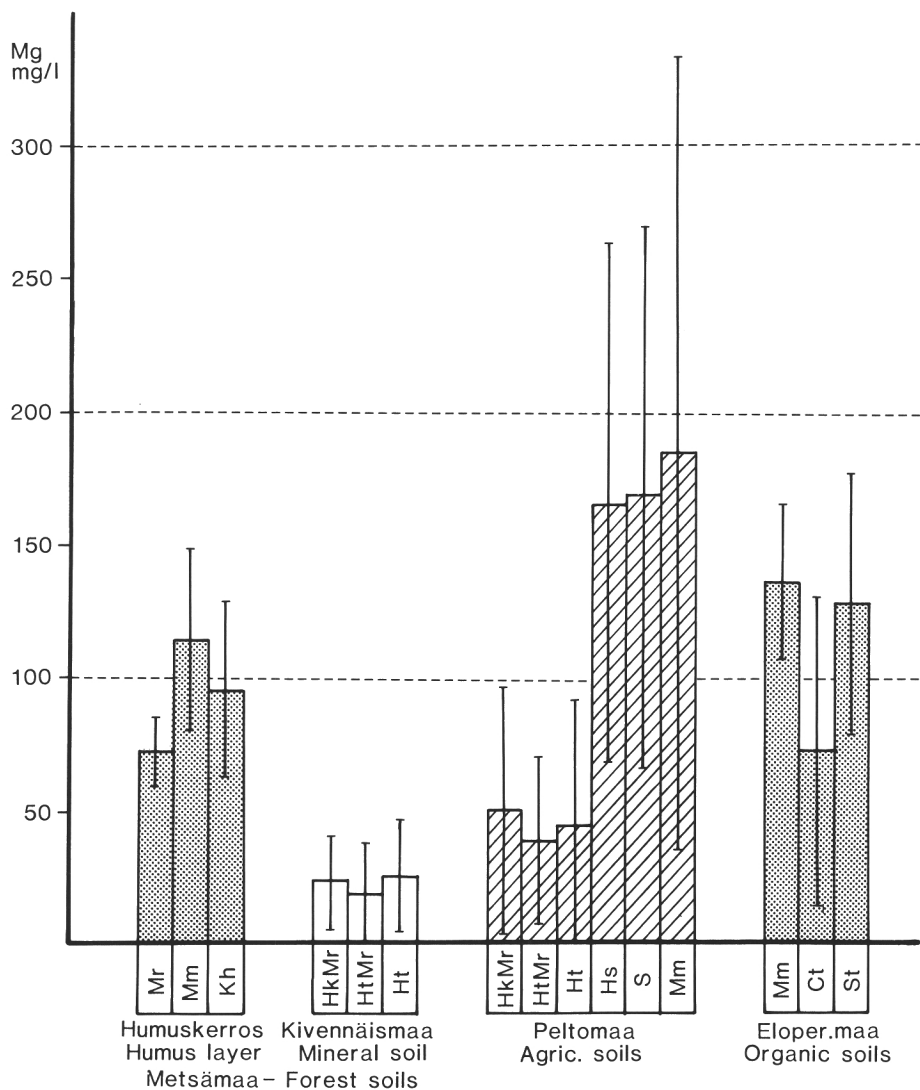
Kurjen (1977) mukaan viljelysmailla huonon ja välttävän magnesiumtilan raja-arvo on 75 mg/l (savilla 100 mg/l). Aineistossa se ylitettiin eloperäisillä mailla sekä hienojakoisilla peltomailla. Karkeilla metsä- ja peltomailla sen sijaan magnesiumtila oli tämän raja-arvon alapuolella. Multavuus lisäsi magnesiumpitoisuutta erityisesti peltomailla (kuva 14).

Kasvupaikan magnesiumin tarjontaa voidaan arvioida suhteen Ca/Mg avulla (Wilde 1958, s. 227). Optimina on pidetty suhdetta neljä, jos ravinteet ilmoitetaan milliekvivalentteina. Alkuaineina vastaava suhde on 6,7. Kuvassa 15 on esitetty Ca/Mg-suhteen frekvenssijakaantumaa aineistosta. Optimaalisin tämä suhde oli humuskerroksessa. Metsämaan kivennäismaassa vaihtelu oli suurempaa ja pienet suhteet yleisiä, so. runsaasti magnesiumia suhteessa kalsiumiin. Myös pelto- ja eloperäisillä mailla Ca/Mg-suhde vaihteli laajoissa rajoissa.

Luvut tuskin osoittavat mitään vakavaa magnesiumin puutetta, vaikkakin se yksittäisissä tapauksissa pelto- ja eloperäisillä mailla voisi olla mahdollista.

37. Boori, kupari, mangaani, sinkki ja rauta

Siemenviljelysten maanäytteistä oli teetetty edellämainittujen ravinteiden lisäksi myös hivenaine- ja rautamäärittäyksiä. Eniten tietoa



Kuva 13. Vaihtuva magnesium maalajeittain ($\bar{x} \pm s$). Lyhennykset taulukossa 1.
 Figure 13. Exchangeable magnesium in the different soils ($\bar{x} \pm s$). See Table 1 for the abbreviations.

on booripitoisuuksista. Sen sijaan kupari-, sinkki- ja rautamääriytyksiä oli metsämaalta tehty vain kuudesta kivennäismaanäytteestä, pelto- ja eloperäisiltä mailta hiukan runsaammin (taulukko 2).

Booripitoisuudet vaihtelivat suhteellisen vähän (kuva 16), eikä maalajien välillä ollut suuria eroja. Kurjen (1977) mukaan viljelysmailla huonon ja välttävän booripitoisuuden rajana on 0,4 mg/l. Tässä aineistossa kaikki arvot jäivät tämän raja-arvon alapuolelle.

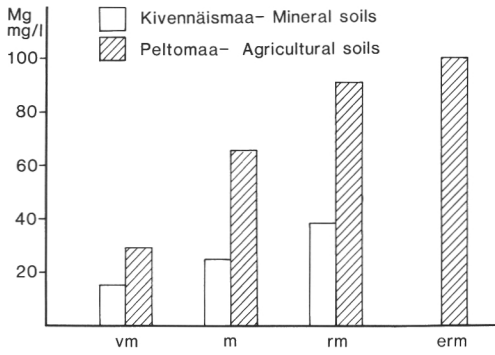
Kupari, sinkki ja rauta olivat vähissä erityisesti eloperäisillä mailla (kuva 17). Man-

gaanista ei sen sijaan näytä olleen puutetta. Kurjen (1977) mukaan huonon ja välttävän ravinnetilan raja-arvoina ovat viljelysmailla:

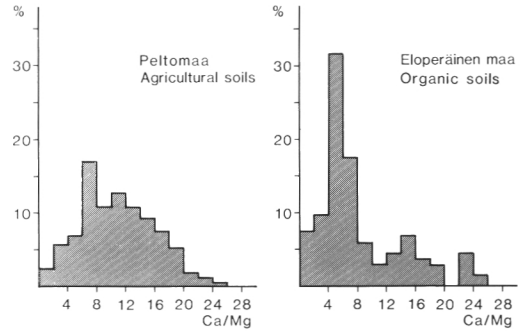
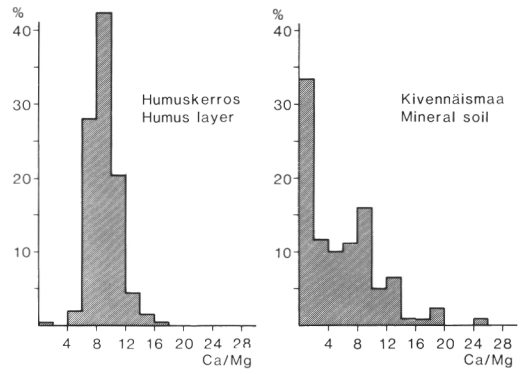
Cu	Mn	Zn	Fe
4 mg/l	2 mg/l	15 mg/l	5 g/l

Sekä kivennäis- että peltomaanäytteissä mainitut ravinteet olivat siten vähintään välttävällä tasolla.

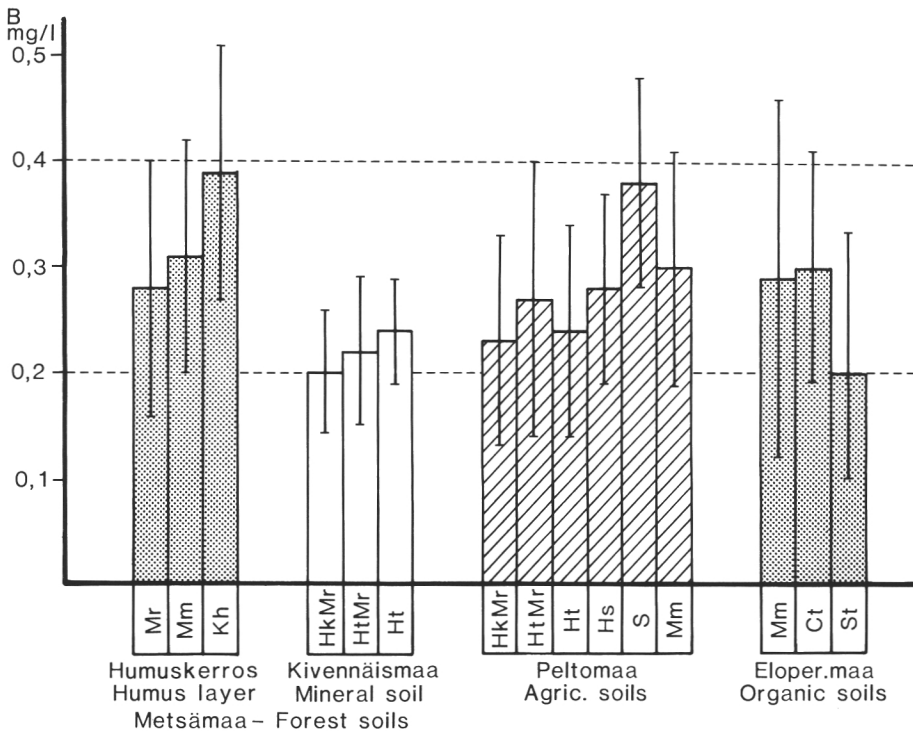
Hivenainetarkastelun perusteella näyttäisi boorin, sinkin ja kuparin lisääminen eloperäisillä mailla voivan olla hyödyksi. Myös



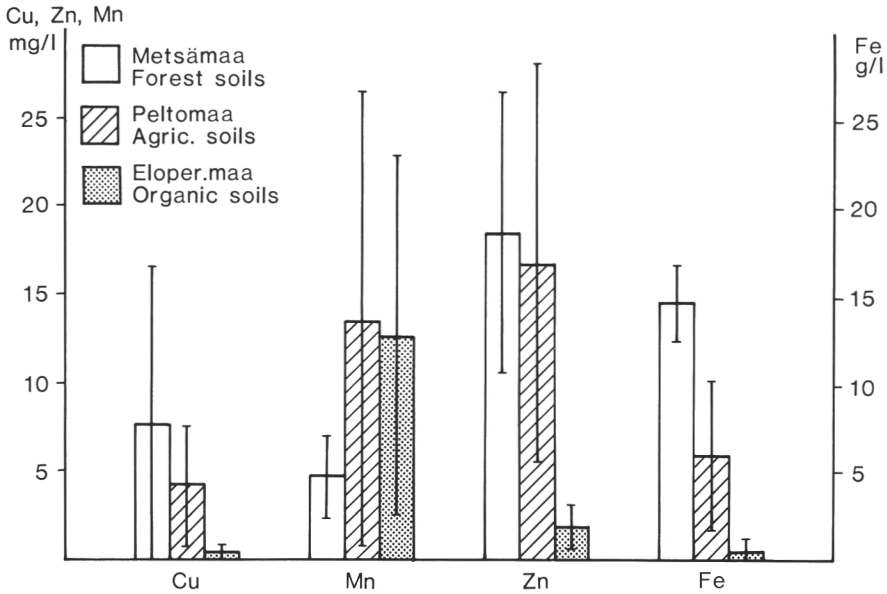
Kuva 14. Metsä- ja peltomaan vaihtuva magnesium multavuusluokittain. Lyhennykset taulukossa 1.
 Figure 14. Exchangeable magnesium in forest and agricultural soils in different humus content classes. See Table 1 for the abbreviations.



Kuva 15. Suhteen Ca/Mg frekvenssijakautumat metsä-, pelto- ja eloperäisillä mailla.
 Figure 15. The frequency distributions of the Ca/Mg ratio in forest, agricultural, and organic soils.



Kuva 16. Kuumaan veteen liukeneva boori maalajeittain ($\bar{x} \pm s$). Lyhennykset taulukossa 1.
 Figure 16. Hot water soluble boron in the different soils ($\bar{x} \pm s$). See Table 1 for the abbreviations.



Kuva 17. Happoliukoinen kupari, sinkki ja rauta sekä vaihtuva mangaani metsä-, pelto- ja eloperäisillä mailla keskimäärin ($\bar{x} \pm s$).
 Figure 17. Average acid-soluble copper, zinc, and iron, and exchangeable manganese in the forest, agricultural, and organic soils ($\bar{x} \pm s$).

kangasmailla ja peltomailla on booripitoisuus ollut suhteellisen alhainen. Raudan lisäys on tuskin tarpeen, sillä raudan puute liittyy yleensä korkeaan pH-arvoon (Kolari 1979), kun taas Suomen oloissa pH on yleensä liiankin alhainen.

38. Maatunnukset ja siemensato

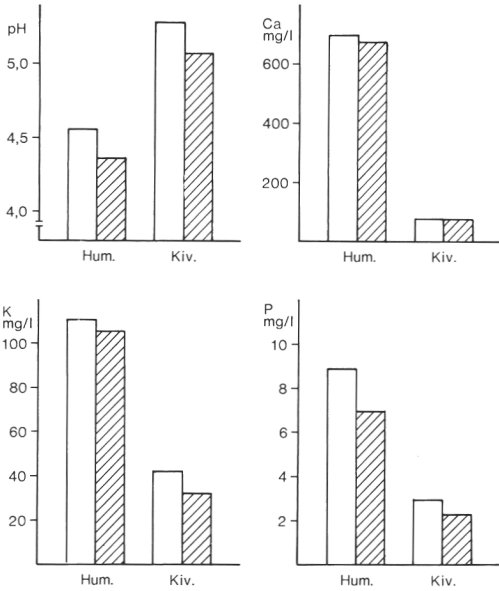
Kaikilta siemenviljelyksiltä ei ollut vielä saatu lainkaan käpyjä. Niiltäkin, joilta satoa oli jo kerätty, oli tiedossa vain kokonaiskertymä syksyyn 1984 mennessä. Kun lisäksi vartetiheys vaihteli eri viljelyksillä, on selvää ettei siemensatoa voitu luonnehtia kovinkaan tarkasti. Tästä syystä tyydyttiin vain karkeasti jakamaan viljelykset hyvin ja huonosti siementä tuottaneisiin ja vertailemaan näiden maatunnuksia.

Vertailuun otettiin mukaan vain sellaiset viljelykset, joiden ikä oli vähintään 15 vuotta laskettuna keskimääräisestä istutusvuodesta. Hyvin siementä tuottaneiksi otettiin vähintään 30 g siementä/varte (kokonaiskertymänä) tuottaneet tapaukset, huonoiksi taas ta-

paukset, joissa siementä ei ollut saatu lainkaan. Vertailtaviksi saatiin täten kuusi satoa ja kolme tuottamatonta männyn siemenviljelystä metsämaalla. Maanäytteiden lukumäärät näille ryhmille olivat vastaavasti 75 ja 42. Pelto- ja eloperäisillä mailla aineisto ei ollut riittävä tällaiseen vertailuun.

Kuvassa 18 on esitetty maatunnusten pH, Ca, K ja P keskiarvot edellä kuvatuille ryhmille. Muita tunnuksia ei ollut määritetty kaikista näytteistä. Tunnuksista pH, K ja P olivat keskimäärin hiukan pienempiä huonosti tuottavilla viljelyksillä, joskaan eroja ei voitu varmistaa tilastollisella testillä. Kalسيومilla ei vastaavaa suuntausta ollut nähtävissä.

Tämä vertailu antaa vain hyvin ylimalkaisen kuvan maatunnusten ja siemensadon välisestä riippuvuudesta. Todettakoon kuitenkin, että Mälkönen (1971) havaitsi neulasten kaliumpitoisuuden ja siemensadon välillä riippuvuutta luonnonkuusikossa. Rosvall ja Untinen (1982) puolestaan osoittivat, että ruotsalaisilla siemenviljelyksillä on kalium- ja fosforitaso yleensä ollut alhainen suhteessa tyypeen.



Kuva 18. Eräiden maatunnusten keskiarvoja hyvin (vaalea pylväs) ja huonosti (tumma pylväs) siementä tuottaneilla siemenviljelyksillä metsämaalla.

Figure 18. Means of some soil properties in the seed orchards with good (light column) and poor (dark column) seed production. All sites are on forest soil. "Hum." = humus layer, "Kiv." = mineral soil.

4. TULOSTEN TARKASTELU

Siemenviljelyksiä on Suomessa perustettu sekä metsä-, pelto- että eloperäisille maille. Nämä erityyppiset maat poikkeavat ominaisuuksiltaan toisistaan siinä määrin, että kulkekin ryhmälle on esitetty omat keskiarvonsa. Kivennäis- ja suopeltomaille on olemassa hyvinkin runsaaseen näytemäärään perustuvaa vertailuaineistoa (Kurki 1982), kun taas metsämailta on tehty huomattavasti vähemmän analyysejä (Urvas ja Erviö 1974). Varsinaisia ohjearvoja on olemassa vain viljelysmaille. Kun metsäpuut poikkeavat kasvupaikkavaatimuksiltaan ja ravinteidenottotavoiltaan pelto- ja puutarhakasveista, eivät näille tarkoitettujen ohjearvot kuitenkaan ole sopivia vertailukohtia puiden kasvupaikkojen arvostelussa. Tuloksista voitiinkin todeta, että kasvupaikat olivat kauttaaltaan viljelysmaiksi varsin niukkaravinteisia. Metsämaina ne sen sijaan vastaisivat ravinnetasoltaan keskimäärin mustikkatyyppejä (Urvas ja Erviö 1974).

Varsinaisen metsämaan erityispiirteenä on humuskerros, jonka ravinnepitoisuudet ovat

Metsähallituksessa on käytetty lannoitus-tarpeen arvioinnissa seuraavia kynnyksiarvoja (Huurre 1983):

	Humuskerros	Kivennäismaa
K	170 mg/l	80 mg/l
P	15 mg/l	3 mg/l

Vertailu kuvaan 18 osoittaa, että parhaiten tuottaneilla viljelyksilläkin kaliumpitoisuudet ovat olleet selvästi alle suosituksen, samoin humuskerroksen fosforiarvot. Tavoitearvot näyttävät siten tarpeettoman suurilta. Sen sijaan kivennäismaan fosforipitoisuus (3 mg/l) lienee alle optimin. Kuvan 18 mukaan ohje-arvona voisi olla 5 mg P/l.

aivan toista suuruusluokkaa kuin alla olevan kivennäismaan. On epäselvää, kuinka suuri osuus puiden tarvitsemista ravinteista tulee humuksesta, kuinka suuri osuus kivennäismaasta. Ilmeisesti molemmilla on merkitystä siinä määrin, että erilliset näytteet kummastakin ovat tarpeen. Humusnäytteistä saadut arvot ovat suuruusluokaltaan vertailukelpoisia eloperäisten viljelysmaiden arvoihin, kun taas kivennäismaa on yleensä niin vähäravinteista, että sille tulisi käyttää aivan omia standardejaan (Viro 1965). Metsäpuita varten tarvittaisiin siten omat vertailuarvonsa sekä humuskerrokselle että kivennäismaalle, ja lisäksi olisi tiedettävä, miten näitä kerroksia olisi painotettava ravinnetilaa arvioitaessa.

Maalajin vaikutus ravinnepitoisuuteen tuli selvimmän esille eloperäisten ja kivennäismaiden välisinä eroina. Kun lisäksi multavuus lisäsi ravinnepitoisuutta useissa tapauksissa, on todettava, että humusaineksen määrä oli tärkein yleinen maan viljavuuteen vaikuttava tekijä. Toinen vastaava suuntaus

esiintyi maan savespitoisuuden lisääntyessä, mutta tällä on metsämailla vähäisempi merkitys.

Metsämaan humuskerroksen maalajina esiintyi aineistossa paitsi kangashumusta, myös moreenia ja multamaata. Perinteisesti metsähumuksen kangashumusta viljavammista muodoista on metsämaatieteessä käytetty nimityksiä mullas ja multa (Aaltonen 1940). Nämä ovat luonnontilaisen metsämaan humustyyppisiä, kun taas siemenviljelyksillä on yleensä ollut kyse pintamaan sekoittumisesta muokkauksen tai aiemmin tapahtuneen kaskeamisen seurauksena. Aineiston humuskerroksen "moreeni" ja "multamaa" eivät siten välttämättä vastaa käsitteitä "mullas" ja "multa". Käytännössä humuskerroksen sekoittuneisuus häiritsee näytteenoton rajakohdan määrittystä ja tekee tulosten tulkinnan epävarmaksi. Rajatapauksissa on harkittava, onko erillisen humusnäytteen otto tarkoituksenmukaista. Täysin sekoittuneen pintamaanäytteen arvoja tulisi verrata peltoilta saatuihin vertailuarvoihin.

Näytteenottotavasta johtuen aineisto ei tarjonnut mahdollisuutta tarkastella tunnusten vaihtelua siemenviljelysten sisällä. Vaihtelun suuruudesta yleensä saa kuitenkin käsityksen kuvissa esitetyistä näytteiden välisen keskihajonnan arvoista. Jos oletetaan tunnusten jakaantuneen normaalisti, on yksittäinen analyysiarvo enintään keskihajonnan etäisyydellä keskiarvosta kahdessa tapauksessa kolmesta. Suhteessa keskiarvoon vaihtelu oli erityisen suurta kivennäismaan kaliumilla sekä eloperäisen maan kaliumilla ja fosforilla.

Siemenviljelysten perustamisohjeiden mukaisesti (Sarvas 1970) aineistosta puuttuvat karuimmat ja viljavimmat kasvupaikat. Viljavuudeltaan keskinkertaisiin varsinaisiin metsämaihin verrattuna siemenviljelysten maat lienevät jonkin verran runsasravinteisempia, koska niitä on yleisesti lannoitettu. Tästä huolimatta esitetyillä luvuilla lienee käyttöä myös yleisemmin metsämaan ravinteisuutta arvioitaessa.

KIRJALLISUUS — REFERENCES

- Aaltonen, V.T. 1940. Metsämaa. WSOY, Porvoo-Helsinki. 615 s.
- Andersson, B., Rosvall, O. & Untinen, P. 1982. Markbehandling i tallfröplantager. Summary: Soil treatment in pine seed orchards. Föreningen Skogssträdsfördlingen, Institutet för Skogsförbättring, Årsbok 1982: 71—89.
- Derome, J., Kukkola, M. & Mälkönen, E. 1986. Forest liming on mineral soils. Results of Finnish experiments. National Swedish Environment Protection Board, Report 3084. 107 s.
- Hadders, G. 1984. Gödslingseffekt i en tallplantage. Institutet för Skogsförbättring, Information, Skogssträdsfördlingen 1984/85 (5). 3 s.
- Huurre, L. 1983. Siemenviljelysten ravinneanalyysit. Metsähallituksen Etelä-Suomen piirikuntakonttorin kirje n:o 10561 (7.7.1983).
- Kolari, K.K. 1979. Hivenravinteiden puute metsäpuilla ja männyn kasvuhäiriöilmiö Suomessa — kirjallisuuskatsaus. Abstract: Micronutrient deficiency in forest trees and dieback of Scots pine in Finland — a review. Folia Forestalia 389. 37 s.
- Koski, V. 1985. Luonto tarjoaa hyvät lähtökohdat metsänjalostukselle. Metsänjalostus 1. Teollisuuden Metsäviesti 1985(5—6): 15—19.
- Kozubov, G.M. 1971. Vlijanie mineral'nyh udobrenij na reproductivniju dejatel'nost' sosny. Udobrenija i gerbicydy v lesnom hozjajstve evropejskogo severa SSSR. AN SSSR Karel'skij filial, Institut lesa. Izd. Nauka, Leningrad. s. 36—44.
- Kurki, M. 1972. Suomen peltojen viljavuudesta II. Referat: Über die Fruchtbarkeit des finnischen Ackerbodens auf Grund der in den Jahren 1955—1970 durchgeführten Bodenfruchtbarkeitsuntersuchungen. Viljavuuspalvelu Oy, Helsinki. 182 s.
- 1977. Viljavuustutkimuksen hyväksikäyttö. Viljavuuspalvelu Oy, Helsinki. 20 s.
- 1982. Suomen peltojen viljavuudesta III. Summary: On the fertility of Finnish tilled fields in the light of investigations of soil fertility carried out in the years 1955—1980. Viljavuuspalvelu Oy, Helsinki. 181 s.
- , Lakanen, E., Mäkitie, O., Sillanpää, M. & Vuorinen, J. 1965. Viljavuusanalyysien tulosten ilmoitustapa ja tulkinta. Summary: Interpretation of soil testing results. Annales Agriculturae Fenniae 4: 145—153.
- Lakanen, E., Sillanpää, M., Kurki, M. & Hyvärinen, S. 1970. Maan viljavuustekijäin keskinäiset vuorosuhteet maalajeittain. Summary: On the interrelations of pH, calcium, potassium and phosphorus in Finnish soil tests. Journal of the Scientific Agricultural Society of Finland 42: 59—67.
- Lipas, E. 1985. Kasvupaikan puuntuotoskyvyn ja lannoitustarpeen arviointi maan ominaisuuksien avulla. Summary: Assessment of site productivity and fertilizer requirement by means of soil properties. Folia Forestalia 618. 16 s.
- Metsäpuiden siemenhuolto vuosina 1985—2000. 1984. Moniste. Metsänviljelyaineiston neuvottelukunta, Maa- ja metsätalousministeriö, Helsinki. 23 s.

- Mikola, J. 1986. Effects of fertilizer and herbicide application on the growth and cone production of Scots pine seed orchards in Finland. *Forest Ecology and Management* (in press).
- Mälkönen, E. 1971. Fertilizer treatment and seed crop of *Picea abies*. *Communications Instituti Forestalis Fenniae* 73(4). 16 s.
- Paavilainen, E. 1979. Turvemaiden metsänlannoitustutkimuksista. Summary: Research on fertilization of forested peatlands. Julkaisussa: Metsänlannoitustutkimuksen tuloksia ja tehtäviä. *Folia Forestalia* 400: 29—42.
- Päivinen, L. & Salonen, K. 1978. Eri typpimäärien sekä fosforin ja kalin vaikutus kangasmetsien kasvuun Etelä-Suomessa. Summary: The effect of different amounts of nitrogen and that of phosphorus and potassium on pine and spruce stands. *Metsätutkimuksia I*. Kemira Oy, Helsinki. 4 s.
- Rosvall, O. & Untinen, P. 1982. Fröplantagens näringstatus. Institutet för Skogsförbättring, Information, Skogsträdsförädling 1981/82(4). 8 s.
- Sarvas, R. 1962. Investigations on the flowering and seed crop of *Pinus silvestris*. Selostus: Tutkimuksia männyn kukkimisesta ja siemensadosta. *Communications Instituti Forestalis Fenniae* 53(4). 198 s.
- 1970. Establishment and registration of seed orchards. *Folia Forestalia* 89. 24 s.
- Scheffer, F. & Schachtschabel, P. 1979. *Lehrbuch der Bodenkunde*. 10. painos. Ferdinand Enke Verlag, Stuttgart. 394 s.
- Sippola, J. & Tares, T. 1978. The soluble content of mineral elements in cultivated Finnish soils. *Acta Agriculturae Scandinavica, Supplementum* 20: 11—25.
- Starr, M. & Westman, C.J. 1978. Easily extractable nutrients in the surface peat layer of virgin sedge-pine swamps. Seloste: Heltipoliukoiset kasvinravinteet luonnontilaisten sararämeiden pintaturpeessa. *Silva Fennica* 12: 65—78.
- Urvas, L. & Erviö, R. 1974. Metsätyypin määrityminen maalajin ja maaperän kemiallisten ominaisuuksien perusteella. Abstract: Influence of the soil type and the chemical properties of soil on the determining of the forest type. *Journal of the Scientific Agricultural Society of Finland* 46: 307—319.
- Valmari, J. 1921. Beiträge zur chemischen Bodenanalyse. *Acta Forestalia Fennica* 20(4). 67 s.
- Viro, P.J. 1965. Metsämaan viljavuuden määrittämisestä. Summary: On the estimation of forest soil fertility. *Communications Instituti Forestalis Fenniae* 60(3). 22 s.
- 1967. Forest manuring on mineral soils. *Meddelelser fra Det Norske Skogsforsøksvesen* 85(23): 111—136.
- Vuorinen, J. & Mäkitie, O. 1955. The method of soil testing in use in Finland. Selostus: Viljavuustutkimuksen analyysimenetelmästä. *Agrogeological Publications* 63. 14 s.
- Werner, M. 1975. Location, establishment and management of seed orchards. In: Faulkner, R. (toim.) *Seed orchards*. Forestry Commission Bulletin 54: 49—57.
- & Hellström, C. 1984. Gödslingsförsök i en svedsvensk tallfröplantage. Institutet för Skogsförbättring, Information, Skogsträdsförädling 1983/84(5). 3 s.
- Wilde, S.A. 1958. *Forest soils*. The Ronald Press Company, New York. 537 s.

Total of 33 references

METSÄNTUTKIMUSLAITOS

THE FINNISH FOREST RESEARCH INSTITUTE

Tutkimusosastot — *Research Departments*

Maantutkimusosasto
Department of Soil Science

Suontutkimusosasto
Department of Peatland Forestry

Metsänhoidon tutkimusosasto
Department of Silviculture

Metsänjalostuksen tutkimusosasto
Department of Forest Genetics

Metsänsuojelun tutkimusosasto
Department of Forest Protection

Metsäteknologian tutkimusosasto
Department of Forest Technology

Metsänarvioimisen tutkimusosasto
Department of Forest Inventory and Yield

Metsäekonomian tutkimusosasto
Department of Forest Economics

Matemaattinen osasto
Department of Mathematics

Metsäntutkimusasemat — *Research Stations*

Parkanon tutkimusasema
Parkano Research Station
Os. — *Address:* 39700 Parkano, Finland
Puh. — *Phone:* (933) 2912

Muhoksen tutkimusasema
Muhos Research Station
Os. — *Address:* Kirkkosaarentie, 91500 Muhos, Finland
Puh. — *Phone:* (981) 431 404

Suonenjoen tutkimusasema
Suonenjoki Research Station
Os. — *Address:* 77600 Suonenjoki, Finland
Puh. — *Phone:* (979) 11 741

Punkaharjun jalostuskoeasema
Punkaharju Tree Breeding Station
Os. — *Address:* 58450 Punkaharju, Finland
Puh. — *Phone:* (957) 314 241

Ojajoen koeasema
Ojajoki Experimental Station
Os. — *Address:* 12700 Loppi, Finland
Puh. — *Phone:* (914) 40 356

Kolarin tutkimusasema
Kolari Research Station
Os. — *Address:* 95900 Kolari, Finland
Puh. — *Phone:* (9695) 61 401

Rovaniemen tutkimusasema
Rovaniemi Research Station
Os. — *Address:* Eteläranta 55
96300 Rovaniemi, Finland
Puh. — *Phone:* (960) 15 721

Joensuun tutkimusasema
Joensuu Research Station
Os. — *Address:* PL 68
80101 Joensuu, Finland
Puh. — *Phone:* (973) 28 331

Kannuksen tutkimusasema
Kannus Research Station
Os. — *Address:* PL 44
69101 Kannus, Finland
Puh. — *Phone:* (968) 71 161

Ruotsinkylän jalostuskoeasema
Ruotsinkylä Tree Breeding Station
Os. — *Address:* 01590 Maisala, Finland
Puh. — *Phone:* (90) 824 420

- No 643 Juntunen, Marja-Liisa: Metsäalan toimihenkilöiden ajankäyttö ja työtehtävät. NSR:n yhteispohjoismaisen projektin ”Metsätalouden työorganisaatio” osatutkimus.
The time expenditure and work tasks of forest functionaries. A part study of joint Nordic NSR project ”The organization of work in forestry”.
- No 644 Saks, Timo: Männyn taimikoiden kehitys muokatuilla viljelyaloilla Lieksan ja Rautavaaran hoitoalueissa.
The development of Scots pine plantations on prepared reforestation areas in northern Karelia in Finland.
- No 645 Sirén, Matti: Puuston vaurioituminen karsimattomien puiden ja puunosien korjuussa.
Stand damage in logging of undelimited trees and tree parts.
- No 646 Kaunisto, Seppo & Tuveva, Jorma: Kasvatustiheyden vaikutus männyn istutustaimikoiden kehitykseen turveilla.
Effect of tree spacing on the development of pine plantations on peat.
- No 647 Ikäheimo, Erkki & Norokorpi, Yrjö: Perkauksen vaikutus männyn istutustaimikoiden kehitykseen, laatuun ja tuhoihin Pohjois-Suomessa.
The effect of cleaning on the incidence of damage and the development and quality of Scots pine plantations in northern Finland.
- No 648 Kortesharju, Jouko: Hillan sato ja kukinta lannoitus- ja olkikatekokeissa Rovaniemen maalaiskunnassa.
The yield and flowering of the cloudberry (*Rubus chamaemorus*) in fertilizer and straw mulch experiments at Rovaniemi, northern Finland.
- No 649 Valtanen, Jukka, Kuusela, Juha, Marjakangas, Arto & Huurainen, Seppo: Eri ajankohtina istutettujen männyn ja lehtikuusen kennonaimien alkukehitys.
Initial development of Scots pine and Siberian larch paperpot seedlings planted at various times.
- No 650 Ovaskainen, Ville: Funktionaalinen tulonjako metsäteollisuudessa 1955—1983.
Factor shares in the Finnish forest industries, 1955—1983.
- No 651 Teivainen, Terttu, Jukola-Sulonen, Eeva-Liisa & Mäenpää, Elina: Pintakasvillisuuden kemiallisen torjunnan vaikutus peltomyyräpopulaation kehitykseen.
The effect of ground-vegetation suppression using herbicide on the field vole, *Microtus agrestis* (L.), population.
- No 652 Varmola, Martti & Vuokila, Erkki: Pienten mäntyjen tilavuusyhtälöt ja -taulukot.
Tree volume functions and tables for small-sized pines.
- No 653 Hytönen, Jyrki: Fosforilannoitelajin vaikutus vesipajun biomassatuotokseen ja ravinteiden käyttöön turpeenostosta vapautuneella soulla.
Effect of some phosphorus fertilizers on the biomass production and nutrient uptake of *Salix 'Aquatika'* in a peat cut-away area.
- No 654 Nieppola, Jari: Cajanderin metsätyypiteoria. Kirjallisuuteen perustuva tarkastelu.
Cajander's theory of forest site types. Literature review.
- No 655 Kuusela, Kullervo, Mattila, Eero & Salminen, Sakari: Metsävarat piirimetsälautakunnittain Pohjois-Suomessa 1982—84.
Forest resources in North Finland by Forestry Board Districts in 1982 to 1984.
- No 656 Mäkinen, Pekka: Kokokehon värinä ajettaessa maataloustraktorilla metsässä.
Whole-body vibration in farm tractors driven in the forest.
- No 657 Hänninen, Riitta: Suomen sahatavaran vientikysyntä Länsi-Euroopassa vuosina 1962—1983.
Demand for Finnish sawnwood exports in western Europe, 1962—1983.
- No 658 Tiihonen, Paavo: Kasvun vaihtelu Suomen pohjoispuoliskossa valtakunnan metsien 7. inventoinnin aineiston perusteella.
Growth variation in North Finland according to the 7th National Forest Inventory.
- No 659 Nurmi, Juha: Chunking and chipping with conescrew chipper.
Palahakkeen ja hakkeen valmistus kartioruuvihakkurilla.
- No 660 Metsätalostollinen vuosikirja 1985.
Yearbook of Forest Statistics 1985.
- No 661 Mattila, Eero: Lapin metsävarat osa-alueittain. Valtakunnan metsien 7. inventointi vuosina 1978 ja 1982—84.
The forest resources of Finnish Lapland by sub-areas. The 7th National Forest Inventory in 1978 and 1982—84.
- No 662 Juutinen, Paavo & Varama, Martti: Ruskean mäntypistiäisen (Neodiprion sertifin) esiintyminen Suomessa vuosina 1966—83.
Occurrence of the European pine sawfly (Neodiprion sertifer) in Finland during 1966—83.
- No 663 Räisänen, Hannu, Laine, Lalli, Kero, Ilkka & Kaleva, Tapio: Alustavia tutkimustuloksia hyönteis- ja sienituhoista pystykarsituissa männiköissä.
Preliminary study on insect and fungal damage in pruned Scots pine stands.
- No 664 Laasasena, Jouko & Päivinen, Risto: Kuvioittaisen arvioinnin tarkistamisesta.
On the checking of the inventory by compartments.
- No 665 Metsäntutkimuslaitoksen julkaisut 1985.
Abstracts of publications of the Finnish Forest Research Institute, 1985.
- No 666 Valsta, Lauri: Mänty-rauduskoivusekametsikön hakkuuohjelman optimointi.
Optimizing thinnings and rotation for mixed, even-aged pine-birch stands.
- No 667 Lipas, Erkki: Maan ravinnetila siemenviljelyksillä.
Soil fertility levels in Finnish seed orchards.

Metsäntutkimuslaitoksen julkaisusarjoja, Communications Instituti Forestalis Fenniae ja Folia Forestalia, koskevat yksittäiskappaletilaukset ja vaihtotarjoukset osoitetaan laitoksen kirjastolle. Tiedonantomonisteita koskevat pyynnöt osoitetaan ao. tutkimusosastolle tai -asemalle.
Subscriptions concerning single copies of the publications, as well as exchange offers, can be addressed to the Library of the Institute.