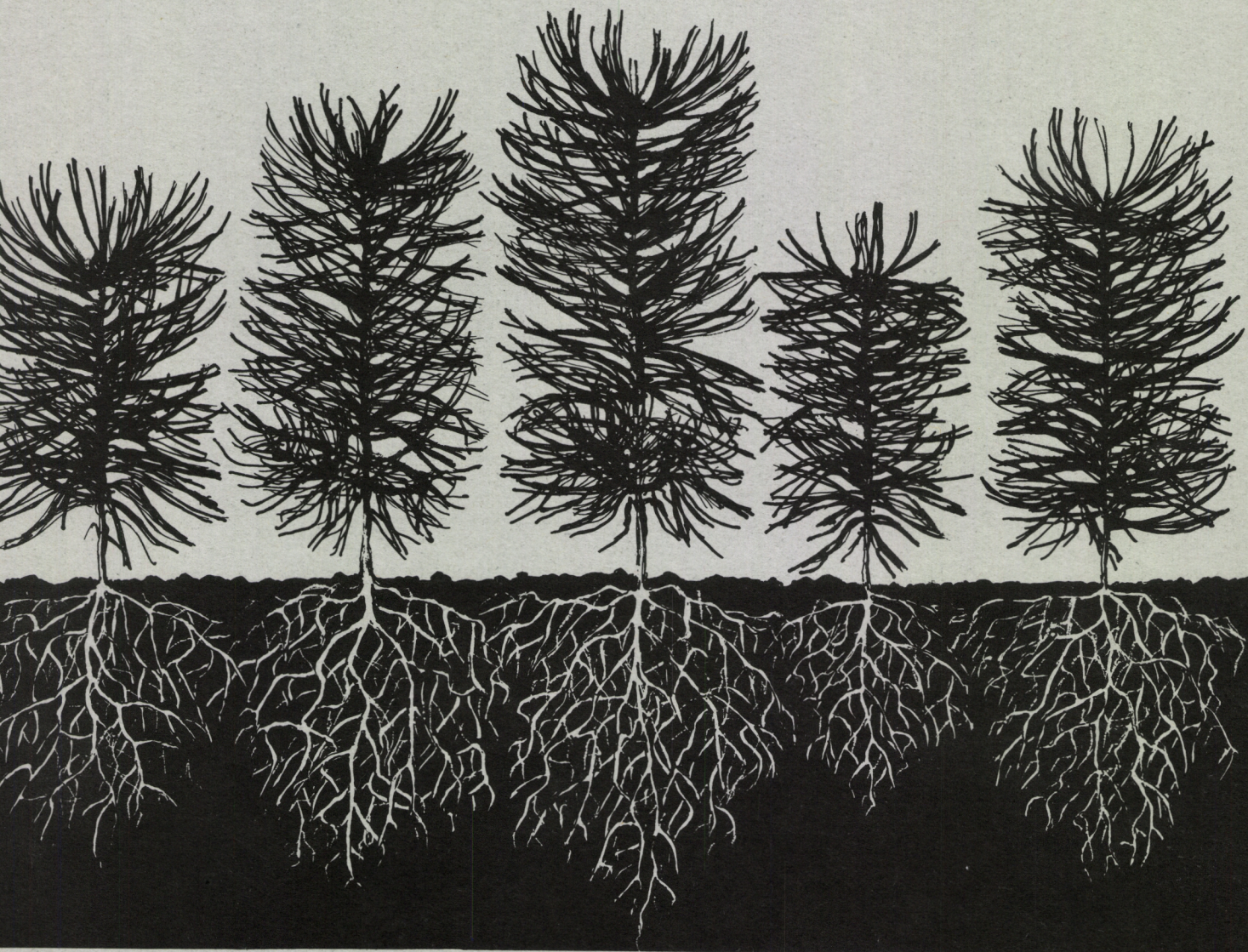


METSÄNTUTKIMUSLAITOS

**METSÄNVILJELYN KOEASEMAN
TIEDONANTOJA 34**



PÄIVI HÄNNINEN

**MÄNNYN KOULINTATAIMIEN KASVUEROT JA NIIHIN
VAIKUTTANEET TEKIJÄT SUONENJOEN TAIMITARHALLA**

SUONENJOKI 1980

METSÄNTUTKIMUSLAITOS

METSÄNVILJELYN KOEASEMAN
TIEDONANTOJA 34

Päivi Hänninen

MÄNNYN KOULINTATAIMIEN KASVUEROT JA NIIHIN VAIKUTTANEET
TEKIJÄT SUONENJOEN TAIMITARHALLA

Suonenjoki 1980

ISBN 951-40-0495-7

SISÄLLYS

	Sivu
1. JOHDANTO	1
2. AINEISTO JA MENETELMÄT	2
21. Taimien kasvatus	2
22. Näytteiden keruu ja käsittely	2
3. TULOKSET	3
31. Taimimateriaali ja kasvualusta	3
311. Taimitunnukset	3
312. Maan ominaisuudet	5
32. Kasvuun vaikuttaneet tekijät	11
321. Taimen koko koulintavaiheessa	11
322. Maan orgaaninen aines	12
323. Pääravinteet	12
324. Hivenravinteet	13
4. PÄÄTELMIÄ	14
5. KIRJALLISUUS	16

1. JOHDANTO

Metsänviljelyssä käytetään vuosittain n. 85 milj. koulittua paljasjuurista männyntainta. Koska taimimateriaali vaihtelee laadultaan huomattavasti, taimet luokitellaan koon perusteella erilaisia viljelykohteita varten. Taimilajin sisäisen vaihtelun aiheuttavat pääasiassa siemenen alkuperä sekä erot kasvatusmenetelmissä ja taimitarhan alueellisessa sijainnissa. Paikallisesti kasvatustulokseen voidaan vaikuttaa viljelyteknisin keinoin kuten maanparannuksen, lannoituksen ja kastelun avulla.

Tässä kirjoituksessa tarkastellaan männyn koulintataimien laatua, maan ominaisuuksien vaihtelua ja sen vaikutusta kasvuerojen syntymiseen. Tulokset kuvaavat vain yhden taimitarhan tilannetta, mutta niiden ja perustietojen avulla pyritään selvittämään viljelyteknisten toimien merkitystä.

Koe tehtiin Suonenjoen taimitarhalla kesällä 1977. Näytteiden käsittelyssä avusti tutkimusapulainen Marja-Leena Jalkanen. Arvokkaita neuvoja ovat antaneet FK Juhani Jutila ja MMK Hannu Saarenmaa tulosten käsittelyssä sekä prof. Erkki Lähde, FK Hannu Raitio ja MH Risto Rikala tarkastaessaan tämän käsikirjoituksen. Puhtaaksikirjoittamisesta huolehti tutkimusapulainen Tarja Posio. Esitän parhaat kiitokseni kaikille tähän työhön osallistuneille.

2. AINEISTO JA MENETELMÄT

21. Taimien kasvatus

Tutkimuskohteena oli taimilaji mänty 2A+1A. Taimet oli koulittu edellisen vuoden elokuussa 0,8 ha:n suuruiselle turpeensekaiselle kivennäismaalle. Orgaanisen aineen määrä oli 20 cm:n juuristokerroksessa keskimäärin 8 %. Lannoitteet lisättiin traktorilevittimellä. Koulinnan yhteydessä kasvualustaa ei lannoitettu. Keväällä 1977 männyn koulinta-alalle levitettiin "peruslannoituksena" 400 kg Puutarhan Y-lannosta. Varsinaisen kasvukauden aikana taimet lannoitettiin kolme kertaa. Kullakin lannoituskerralla annettiin sekä Oulunsalpietaria että Kloorivapaata Y-lannosta 200 kg hehtaaria kohden. Näiden ollen taimille lisättiin koulinnan jälkeen pääravinteita hehtaaria kohden seuraavat kilogrammamäärät: typpi 262, fosfori 87 ja kalium 161. Taimien veden saannista huolehdittiin tarvittaessa siirrettävän kastelujärjestelmän avulla, johon johdettiin vettä läheisestä lammesta.

22. Näytteiden keruu ja käsittely

Koeaineisto käsittää 30 koeruutua, joilta kerättiin syyskuun alussa sekä taimi- että maanäytteet. Tutkittavalle alueelle oli sijoitettu systemaattisesti 20 koeruutua (1,2 m x 1,2 m) ja 10 koeruudun paikka oli valittu siten, että näistä viidellä koeruudulla kasvavat taimet olivat taimierän parhaimpia ja viidellä huonoimpia.

Maanäyte koostettiin subjektiivisesti valituilla koeruuduilla 6 ja muilla 9 osanäytteestä. Kustakin osanäytteestä mitattiin humusta sisältävän juuristokerroksen paksuus ts. turpeen ja hiekan muodostama osa. Tätä mittaustunnusta nimitetään jäljempänä humuskerrokseksi. Maanäytteestä tehtiin Viljavuuspalvelu Oy:ssä seuraavat määritykset: pH (H₂O), johtoluku, kaliumsulfattiuuttauksella liukoinen typpi, ammoniumasetatiliukoinen

fosfori, kalium, kalsium ja magnesium, vesiliukoinen boori, magnesiumsulfaattiliukoinen mangaani sekä happoliukoinen kupari.

Maan keskimääräinen ravinnetaso analysoitiin kasvukauden aikana 4 kertaa (1.6., 27.6., 29.7. ja 19.9.). Tutkittavalta alueelta muodostettiin 60 osanäytteen kokoomanäyte siten, että kultakin 20 systemaattisesti sijoitetulta koeruudulta kerättiin 3 osanäytettä. Näistä maanäytteistä analysoitiin ainoastaan pH, johtoluku ja pääravinteet.

Näytetäimiä kerättiin kultakin koeruudulta satunnaisesti 12 kpl. Niistä mitattiin verson pituus (juurenniskasta latvasilmun tyveen), vuosikasvaimen pituus, juurenniskan läpimita (1 cm juurenniskan yläpuolelta), neulasten pituus, taimen eri osien kuivapaino sekä juurten ulottuvuus ns. akvaariomenetelmällä (PARVIAINEN 1976). Lisäksi analysoitiin neulasten N-, P-, K-, Ca-, Mg-, B-, Mn-, ja Cu- pitoisuus.

3. TULOKSET

31. Taimimateriaali ja kasvualusta

311. Taimitunnukset

Taulukosta 1 ilmenevät taimien morfologiset tunnukset eri luokitteluryhmissä. Normaalia kasvatustulosta edustavat systemaattisesti sijoitettujen koeruutujen taimet. Hyvät ja huonot taimet on valittu silmävaraisesti kuten aiemmin on selostettu.

Taulukko 1. Taimien morfologisten tunnusten keskiarvot (\bar{x}) sekä näytteenottopaikkojen väliset standardipoikkeamat (s) ja vaihtelukertoimet (C) eri luokitteluryhmissä.

Taimen laatu	Taimitunnus							
	version pituus, cm	vuosi- kasvaimen pituus, cm	neulasten pituus, cm	juuren- niskan läpi- mitta, mm	version kuiva- paino, g	juurten kuiva- paino, g	rangan kuiva- paino, g	
hyvät	\bar{x}	18,0	9,9	9,6	6,2	8,0	2,1	2,4
	s	1,1	0,6	0,6	0,2	0,7	0,1	0,2
	C	6,0	5,8	6,0	2,4	8,7	5,1	7,7
normaalit	\bar{x}	15,5	8,0	9,1	5,2	5,5	1,5	1,6
	s	1,0	0,8	0,7	0,4	0,7	0,2	0,2
	C	6,6	10,0	7,7	7,5	13,1	10,9	14,5
huonot	\bar{x}	11,5	5,2	7,5	4,0	3,0	1,0	0,9
	s	0,5	0,7	0,9	0,1	0,2	0,1	0,1
	C	4,6	13,1	12,0	2,6	6,8	11,3	9,2

Juurista mitattiin kuivapainon ohella myös juuriston ulottuvuus (kuva 1, s. 7). Taimikohtaisen vaihtelun tarkastelemista varten laadittiin version pituusjakauma luokitteluryhmittäin (kuva 2, s. 7).

Kemiallisissa ominaisuuksissa näiden havaintoryhmien väliset keskiarvoerot olivat suurimmat typpi- ja booripitoisuudessa (taulukko 2). Hyvät ja normaalit taimet sisältävät typpeä keskimäärin 0,3 %-yksikköä enemmän kuin huonot taimet, joiden typpipitoisuus oli 1,64 %. Booripitoisuudessa oli runsaan 10 ppm:n ero edellä mainittujen hyväksi. Booripitoisuuden ja vuosikasvaimen pituuden välinen tilastollisesti erittäin merkitsevä positiivinen riippuvuus on esitetty kuvassa 3 (s. 7). Samanlainen korrelaatio havaitaan myös neulasten typpi- ja booripitoisuuden välillä (kuva 4, s. 8).

Taulukko 2. Taimien keskimääräinen ravinnepitoisuus (\bar{x}) sekä näytteenottopaikkojen väliset standardipoikkeamat (s) ja vaihtelukertoimet (C) eri luokitteluryhmissä.

Taimen laatu	Ravinne								
	typpi, %	fosfori, %	kalium, %	kalsium, %	magne- sium, %	boori, mg/kg (*ppm)	mangaa- ni, mg/kg	kupa- ri, mg/kg	
hyvät	\bar{x}	1,91	0,20	0,85	0,29	0,15	37	708	7
	s	0,10	0,01	0,07	0,01	0,01	5,3	220	1,1
	C	5,4	4,2	8,5	4,5	7,6	14,2	31,0	15,6
normaalit	\bar{x}	1,99	0,22	0,87	0,32	0,16	34	799	8,5
	s	0,15	0,01	0,06	0,03	0,01	3,2	165	1,7
	C	7,4	4,4	6,8	7,9	6,7	9,3	20,7	19,7
huonot	\bar{x}	1,64	0,21	0,80	0,32	0,14	24	588	7
	s	0,23	0,01	0,04	0,06	0,01	2,5	161	0,3
	C	13,7	3,9	4,6	17,3	8,7	10,4	23,1	4,5

Myös kalium-, magnesium-, mangaani- ja kuparipitoisuudessa oli Sokal-Rohlf-keskiarvotestin mukaan (MÄKINEN 1974) 5 % riskitasolla merkitsevä ero normaalien ja huonojen taimien välillä. Fosforipitoisuudessa normaalit ja hyvät taimet erosivat merkitsevästi, sen sijaan kalsiumpitoisuudessa ei merkitseviä eroja ilmennyt.

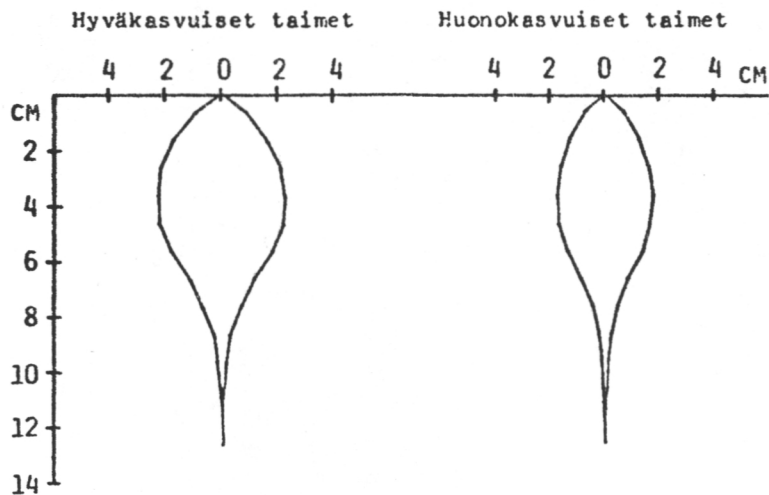
312. Maan ominaisuudet

Maa-aines on tunnetusti hyvin heterogeenistä. Sen dynaamista kokonaisuutta säätelevät mitä moninaisimmat kemialliset, fyysikaaliset ja mikrobiologiset tekijät sekä niiden yhdistelmät. Tässä käsiteltävän aineiston perusteella saadaan esimerkinomaisesti kuva keskeisen tekijän maan happamuuden merkityksestä.

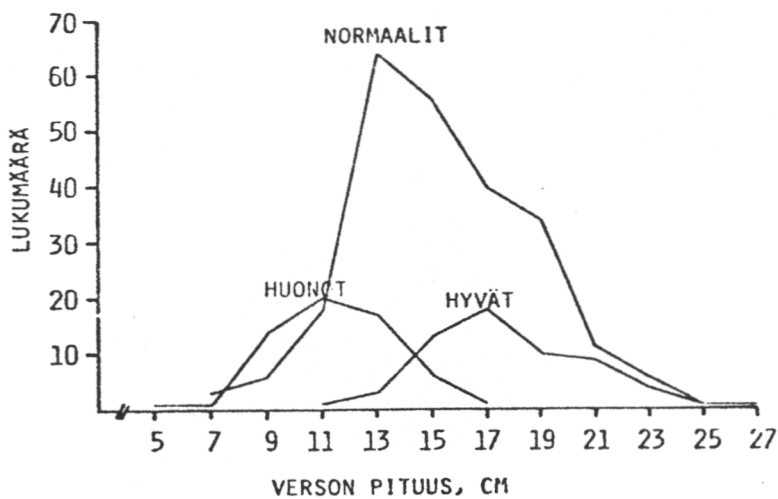
Maan pH eli vetyioniaktiiviteetti vaikuttaa joko välittömästi esim. ravinteiden ottoon tai välillisesti säätelemällä ravinteiden liukoisuutta. Kuvan 5 (s. 8) perusteella saa yleispiirteisen käsityksen happamuuden vaikutuksesta ravinteiden liukoisuuteen. Piirrokseseen on rajattu nauhamainen alue, jonka leveys kuvaa käyttökelpoisten ravinteiden määrää. Alhaisessa pH:ssa erityisesti raudan, alumiinin ja mangaanin määrä kohoaa ja saattaa joskus nousta haitallisen korkeaksi. Happamuusarvoa 4,5 (mm. INGESTAD 1962) on pidetty havupuiden taimien kasvatuksessa alarajana. Tässä aineistossa käy ilmi happamuuden vaikutus mangaanin liukoisuuteen pH-alueella 4,5-6,0 (kuva 6, s. 8). Liukoisuus kasvaa pH:n aletessa. Maan mangaanipitoisuuden kohoaminen lisää neulasten sisältämiä mangaanimääriä (kuva 7, s. 9).

Maan mangaanipitoisuuden ja happamuuden välisestä riippuvuudesta on esitetty useita tutkimustuloksia (INGESTAD 1958, NEBE 1967, DOLAN & KEENEY 1971, KURKI 1972 ja RANDAL ym. 1976). Niissä todetaan pH:n alenemisen ja humuspitoisuuden lisäävän mangaanin liukoisuutta. Toisaalta taas pH:n lähetessä neutraalia mangaanin käyttökelpoisuus vähenee. Näin ollen mangaanin puutetta saattaa esiintyä, vaikka maan mangaanin kokonaismäärä olisi riittävä. Kuitenkin metsäpuiden taimitarhoilla mangaanin puutteen ilmeneminen on hyvin epätodennäköistä.

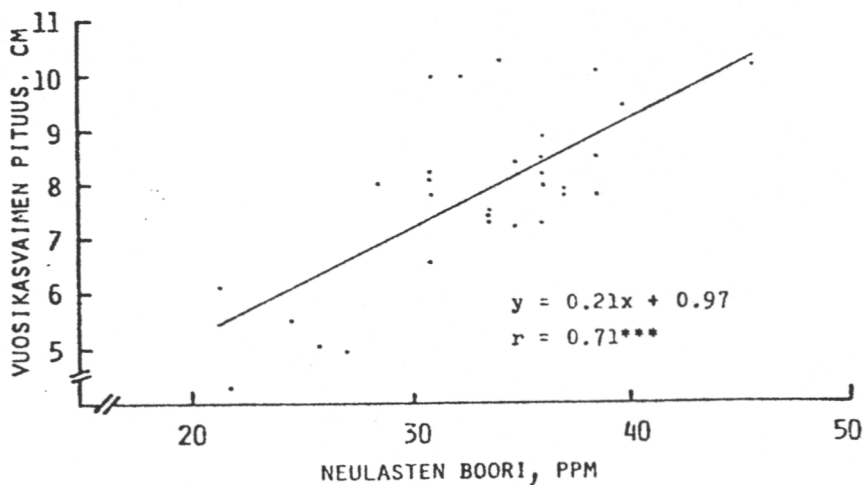
Johtoluvun suuruus määräytyy pääosin vesiliukoisten ravinteiden mukaan. Tässä aineistossa sitä selittävät parhaiten kalium-, boori-, magnesiumipitoisuus sekä pH. Lineaarisen regressiomallin selitysaste oli 86,7 %. Maan happamuuden ja johtoluvun välinen negatiivinen korrelaatio (-0,60***) perustuu siihen, että ionien määrän lisääntyessä maanesteessä H^+ -ionit muuttuvat vaihtuvaan muotoon, eikä niiden happamuusvaikutus ilmene ns. aktiivisessa happamuudessa, jossa vetyionien määrä mitataan vesilietoksesta.



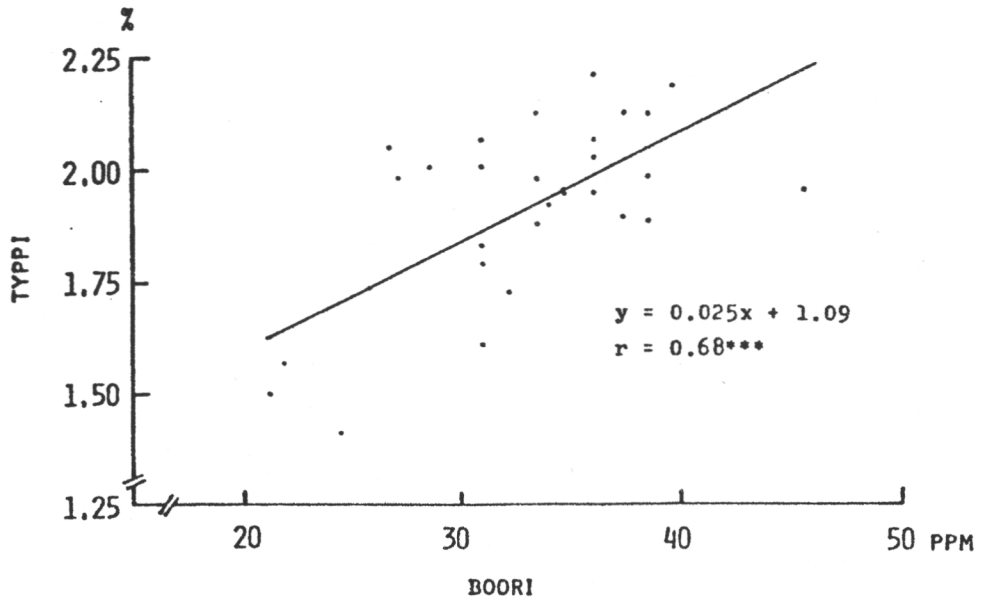
Kuva 1. Juurten keskimääräinen ulottuvuus taimiryhmissä.



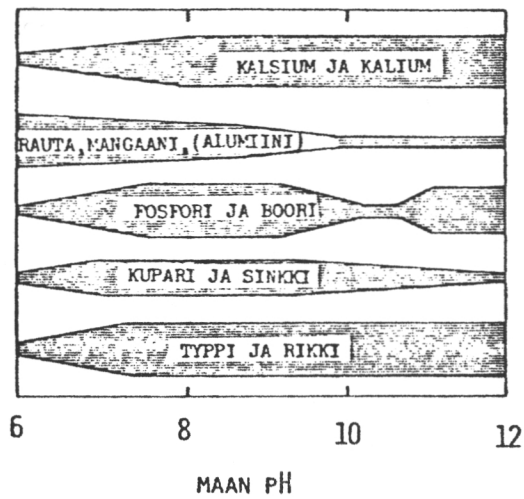
Kuva 2. Verson pituusjakauma eri luokitteluryhmissä.



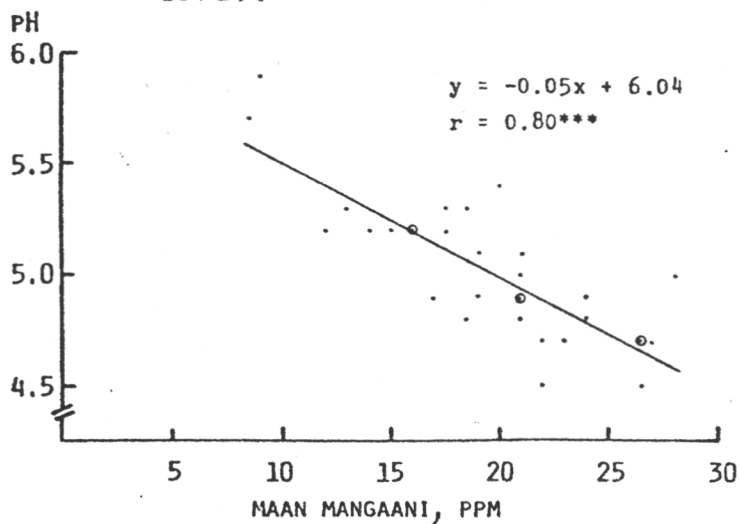
Kuva 3. Vuosikasvaimen pituuden ja neulasten booripitoisuuden välinen riippuvuus.



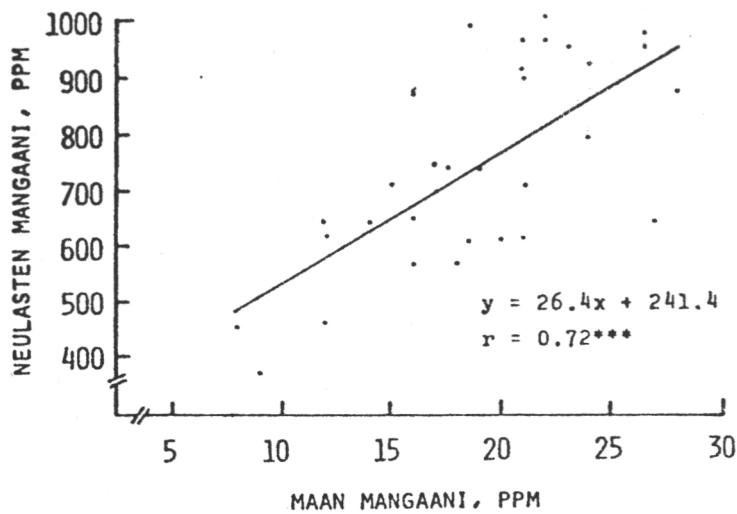
Kuva 4. Neulasten typpi- ja booripitoisuuden välinen riippuvuus.



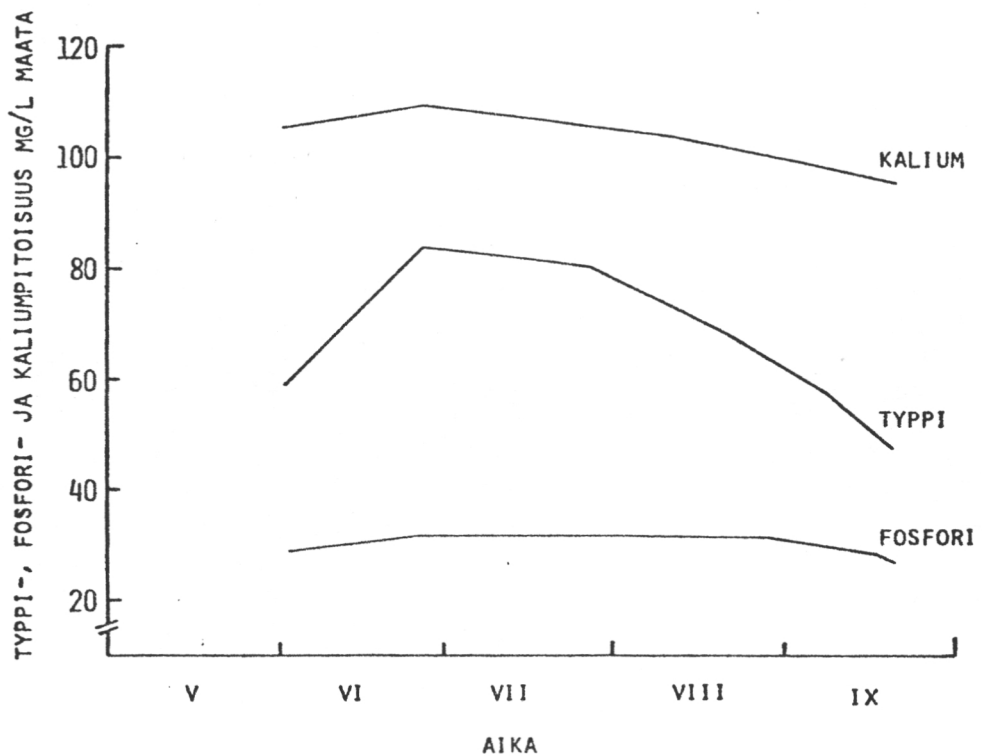
Kuva 5. Maan happamuuden vaikutus ravinteiden keskimääräiseen liukoisuuteen. (Foth, H.D. & Turk, L.M. 1972).



Kuva 6. Happamuuden vaikutus maan mangaanipitoisuuteen.



Kuva 7. Neulasten mangaanipitoisuuden riippuvuus maan mangaanipitoisuudesta.



Kuva 8. Maan keskimääräinen typpi-, fosfori- ja kaliumtaso kasvukauden aikana.

Taulukosta 3 ilmenevät maan keskimääräiset ravinnepitoisuudet eri taimiryhmissä. Liukeneva typpi sisältää sekä ammoniumettä nitraattitypen. Normaalitymien kasvualustasta analysoitiin ainoastaan nitraattityppi. Myös humuskerroksen paksuuteen kannattaa kiinnittää tässä yhteydessä huomiota, sillä se osoittautuu varsin merkittäväksi kasvutekijäksi. Vaihtelukertoimella ($C=s/\bar{x}$) kuvataan näytteenottoaikkojen välisiä eroja.

Taulukko 3. Taimien kasvualustan ominaisuuksien keskiarvot (\bar{x}) sekä näytteenottopaikkojen väliset vaihtelukertoimet (C).

Taimen laatu	Kasvualustan ominaisuus											
	liuke- neva typpi, mg/l	fos- fori, mg/l	kali- um, mg/l	kal- sium, mg/l	magne- sium, mg/l	boori, mg/l	man- gaani, mg/l	ku- pari, mg/l	pH	johto- luku	humus- kerroksen paksuus, cm	
hyvät	\bar{x}	50	45	92	700	145	0,32	21,6	15,7	5,1	0,9	17,0
	C	27	7	14	41	70	14,0	31,6	27,7	8,4	33,0	9,4
normaalit	\bar{x}	25	37	91	635	124	0,46	19,0	12,5	5,0	1,3	14,6
	C	50	20	19	25	44	13,0	21,4	24,8	4,8	31,2	2,0
huonot	\bar{x}	49	38	71	665	117	0,28	17,5	13,4	5,4	0,5	13,7
	C	20	20	21	24	31	16,0	27,7	28,1	6,2	21,1	5,1

Taimitarhamaan ravinteisuuden vaihtelua tutkittiin samanaikaisesti siten, että jokaiselta 20 normaaleja taimia edustavalta koeruudulta analysoitiin erikseen 3 osanäytettä. Näiden 60 osanäytteen vaihtelun perusteella laskettiin, paljonko osanäytteitä tarvitaan 90 ja 95 % luotettavuuksilla sekä 5 % riskitasolla, kun ravinteiden määrittämisessä sallittava virhe on 5 ja 10 %. Alla olevan asetelman perusteella, käytännön työmäärää ja luotettavuusvaatimuksia ajatellen sopiva osanäytteiden lukumäärä on 40-60 (vrt. WESTMAN & HÄNNINEN 1977).

Sallittu virhe (%)	Ravinne ja luotettavuustaso (%)									
	P		K		Ca		Mg		Keskimäärin	
	90	95	90	95	90	95	90	95	90	95
10	23	32	21	30	23	32	44	63	28	39
5	92	124	84	120	92	124	176	252	112	156

Ravinteita analysoitaessa on otettava huomioon myös ajallinen vaihtelu, mitä aiheuttavat kasvissa ja kasvualustassa tapahtuvien reaktioiden lisäksi lannoitus ja kastelu. Koealueelta määritettiin maan keskimääräinen ravinnepitoisuus

4 kertaa kasvukauden aikana. Kuvan 8 esittämät typpi-, fosfori- ja kaliumtasot on piirretty ns. liukuvan keskiarvon periaatteella.

32. Kasvuun vaikuttaneet tekijät

321. Taimen koko koulintavaiheessa

Ulkoisten kasvutekijöiden vaikutusta tutkittiin lineaarisen regressioanalyysin avulla, johon valittiin selitettäviksi muuttujiksi vuosikasvaimen pituus, verson kuivapaino sekä juurenniskan läpimitta (taulukko 4). Näitä ominaisuuksia selitettiin taimen alkupituuden sekä taimen ravinnepitoisuuksien ja toisaalta taimen alkupituuden ja maan ominaisuuksien avulla. Tässä aineistossa on kuitenkin tarkoituksenmukaista keskittyä pääasiassa erilliskorrelaatioiden tarkasteluun. Koulinnan tekninen vaikutus kasvueroihin eliminoitiin siten, että näytetäimiksi valittiin ainoastaan normaalisti koulitut taimet.

Taulukko 4. Regressioanalyysitulokset

Selitettävä muuttuja	Selittävä muuttuja	Yksittäiskorrelaatio ja sen tilastollinen merkitsevyys	Regressiomallin selitysaste ja F-arvo
vuosikasvaimen pituus	taimen alkupituus	0.412*	$r^2 = 0.512$ F = 6.55
	taimen typpipit.	.460*	
	taimen booripit.	.712***	
	taimen mangaanipit.	.355(*)	
vuosikasvaimen pituus	taimen alkupituus	.412*	$r^2 = 0.408$ F = 5.97
	humuskerroksen paks. pH	.499** -.366*	
verson kuivapaino	taimen alkupituus	.618***	$r^2 = 0.687$ F = 14.30
	taimen kaliumpit.	.242	
	taimen magnesiumipit.	.215	
	taimen booripit.	.754***	
verson kuivapaino	taimen alkupituus	.618***	$r^2 = 0.577$ F = 11.83
	humuskerroksen paks. pH	.518** -.350(*)	
juurenniskan läpimitta	taimen alkupituus	.580***	$r^2 = 0.562$ F = 8.00
	taimen typpipit.	.548**	
	taimen booripit.	.702***	
	taimen mangaanipit.	.362*	
juurenniskan läpimitta	taimen alkupituus	.580***	$r^2 = 0.640$ F = 11.10
	humuskerroksen paks. maan mangaanipit.	.607*** .331	
		-.348(*)	
johtoluku	maan kaliumpit.	.642***	$r^2 = 0.868$ F = 40.98
	maan magnesiumipit.	.206	
	maan booripit.	.663***	
	pH	-.593***	

Taulukon 4 regressioanalyysin tuloksista havaitaan, että verson alkupituuden ja vuosikasvaimen pituuden välillä on riippuvuutta ($r=0,41*$). Koulintavaiheessa keskimääräiset pituuserot olivat eri luokitteluryhmissä huonojen ja normaalien, hyvien ja normaalien sekä huonojen ja hyvien taimien välillä 6, 12 ja 18 mm. Kasvukauden lopussa vastaavat erot olivat lisääntyneet varsin suoraviivaisesti: 19, 28 ja 47 mm.

Kasvueroja aiheuttaa ulkoisten tekijöiden lisäksi luonnollisesti geneettinen vaihtelu. Siemenen laatu on keräilytekniikan muutoksen ansiosta parantunut huomattavasti. Myös painolajittelulla voidaan lisätä taimen laadun tasaisuutta. Kuitenkin geneettiset ominaisuudet säilyvät yhtenä ulottuvuutena kasvutekijöiden vuorovaikutussysteemissä.

322. Maan orgaaninen aines

Orgaanisen aineksen lisäämisellä vaikutetaan maan huokostilavuuteen, veden- ja ravinteidenpidätyskykyyn, kationinvaihtokapasiteettiin ja happamuuteen. Sillä voidaan parantaa myös maan ravinnevarastojen määrää erityisesti kokonaistypen osalta. Koeaineistossa maan tunnuksista humuskerroksen paksuus vaikutti merkittävimmin taimen morfologisiin ominaisuuksiin. Näistä riippuvuus oli suurin juurenniskan läpimitan suhteen. Maan orgaanisella aineksella on todennäköisesti ollut edullinen välillinen vaikutus neulasten sisältämien helposti huuhtoutuvien anioniravinteiden boorin ja nitraattitypen määrään.

323. Pääravinteet

Lannoitteita käytettiin koalueella riittävästi. Tämä ilmenee myös kasvukauden keskimääräisissä ravinnetasoissa (kuva 8, s. 9). Typpi-, fosfori- ja kaliumpitoisuus oli WESTMANIN & HÄNNISEN (1977) esittämän "keskimääräistason" ylärajalla.

Tällä koealueella on luotettavinta tutkia pääravinteiden vaikutusta kasvuun neulasten ravinnetilan perusteella, koska yhden näytteenottokerran ja myöhäisen -ajankohdan takia ei saada riittävää kuvaa maan ravinnetasosta.

Pääravinteista ainoastaan typpi korreloi tilastollisesti merkitsevästi taimen morfologisten ominaisuuksien kanssa. Pääravinteiden pitoisuudet eivät poikenneet yleisesti esitetyistä ohjearvoista (INGESTAD 1962, ALDHOUS 1972 ja ARMSON 1974).

Avomaalle koulitun männyn ja kuusen ravinnetarve on pääravinteiden osalta 20-40 % lisäystä helppoliukoisista lannoitteista. Hivenravinteista tiedetään, että esim. viljakasvit käyttävät niitä, niiden kokonaismäärästä yleensä muutamasta sadasosaprosentista pariin prosenttiin (SIPPOLA 1978).

324. Hivenravinteet

Hivenravinteista tarkastellaan tämän aineiston perusteella booria, kuparia ja mangaania. Boori osoittautui mielenkiintoisimmaksi. Taimen morfologisten ominaisuuksien ja neulasten booripitoisuuden välillä oli voimakas korrelaatio, kuitenkin maan booripitoisuuden suhteen samanlaista riippuvuutta ei ollut. BRAEKKEN (1979) tutkimuksen mukaan neulasten optimibooripitoisuus on todennäköisesti männyllä ja kuusella 20 ja 25 ppm:n ja koivulla 28-33 ppm:n välillä. Tutkimuskohteena hänellä oli turvemaalle perustettu viljelytaimisto. Suomalaiset tutkijat (mm. RAITIO 1978, KOLARI 1979) pitävät puuterajana männyllä 7-10 ppm:n pitoisuutta. Näiden tulosten perusteella Suonenjoen taimitarhalla kasvaneet taimet olivat saaneet booria riittävästi. Saattaa olla, että taimitarhaoloissa boorin tarve kasvaa käyttökelpoisen typen määrän lisääntyessä, sillä runsaahkon typpilannoituksen ansiosta

nopeutetaan kasvua ja mm. valkuaisainesynteesi, johon osallistuu myös boori, tehostuu. Käsiteltävässä aineistossa neulasten typpi- ja booripitoisuuden välillä oli varsin voimakas positiivinen korrelaatio ($r=0,68^{***}$), joten kasvualustan boorimäärä riitti tyydyttämään lisääntyneen boorin tarpeen.

Maan booripitoisuuden vaihtelun vähäisyys johtunee pääasiassa boorin huuhtoutumisesta sekä määritystarkkuudesta. STONE (1968) mainitsee havupuiden vaatimaksi kasvualustan optimipitoisuudeksi 0,15-0,5 mg/l maasta ja puulajista riippuen. PUUSTJÄRVI (1973) pitää turveviljelyssä alarajana 0,5-1 mg/l ja enimmäispitoisuutena 4 mg/l.

Mangaanimäärät olivat koeruuduilla riittäviä, eikä mangaanipitoisuuden lisääntyminen ole ilmeisesti ollut haitallista, koska tämäntyyppisiä ulkoisia oireita ei taimilla esiintynyt. Todennäköisesti mangaaninsietokyky on havupuilla suhteellisen laaja (vrt. NEBE 1967).

Kuparimäärät vaihtelivat varsin paljon. Kupari toisin kuin mangaani muodostaa alhaisessa pH:ssa vaikealiukoisia yhdisteitä. Kun esim. STONE (1968) pitää alarajana 2-3 ppm:n kuparipitoisuutta, havaitaan koealueelta analysoitujen kuparimäärien olevan riittäviä, osittain varsin korkeitakin. Maataloudessa pidetään arvelluttavan korkeina arvoja, jotka ylittävät 24 mg/l karkeilla kivennäismailla ja eloperäisillä mailla, 30 mg/l savimailla. Suurin kuparipitoisuus oli tässä kokeessa 20 mg/l.

4. PÄÄTELMIÄ

Taimien kasvatustekniikka on muuttunut huomattavasti parin viime vuosikymmenen aikana (MIKOLA 1957a, b, RIKALA 1978). Tekninen kehitys on helpottanut monien työvaiheiden suorittamista, mutta perustieto kasvatapahtumaan vaikuttavista tekijöistä on usein jäänyt taka-alalle.

Tämän kokeen tulosten perusteella tärkeimmiksi ulkoisiksi kasvutekijöiksi osoittautuivat taimen booripitoisuus, alkupituus ja typpipitoisuus sekä maan orgaanisen aineen määrä. Huomiota ansaitsevat seuraavat seikat:

1) Koulintaa varten on valittava mahdollisimman tasalaatuaista taimimateriaalia. Jos tarkastellaan luokitteluryhmien välisiä pituuseroja kasvukauden alussa ja sen päättyessä, havaitaan niiden lisääntyvän tällä taimilajilla varsin suoraviivaisesti (s.12).

2) Maan ravinteiden- ja vedenpidätyskykyä parantamalla lannoitusvaikutus tehostuu. Tässä kokeessa orgaaninen aines vaikutti maan ominaisuuksista merkittävimmin kasvuun.

3) Hivenravinnetilaa on tarkkailtava erityisesti hiekka- mailla, joilla käytetään maanparannusaineena turvetta. Esimerkiksi boorin määrään turpeella ei ole merkittävää vaikutusta, sillä sen pitoisuus tuoreessa turpeessa on yleensä alle 0,3 mg/l (KURKI 1972). Turpeen tuhkassa sen määrä vaihtelee 5 ja 20 mg:n välillä kiloa kohti. Kuparin määrä sen sijaan on booriin nähden n. 10-kertainen ja mangaanin n. 200-kertainen.

4) Hyvänlaatuisten taimien kasvattaminen edellyttää myös taimen ravinnetilan tutkimista. Tasapainoinen ja riittävä ravinnetaso edistää osaltaan viljelyn onnistumista.

5. KIRJALLISUUS

- ALDHOUS, J.R. 1972. Nursery Practice. For. Comm. Bull. 43. London.
- ARMSON, K.A. & SADREIKA, V. 1974. Forest Tree Nursery Soil Management and Related Practices. Ontario.
- BLACK, C.A. 1968. Soil-Plant Relationships. 2nd ed. Iowa State University. 792 p.
- BRAEKKE, F.H. 1979. Boron deficiency in forest plantations on peatland in Norway. Meddr. Norsk. Inst. Skogforsk.
- DOLAN, S.G. & KEENEY, D.R. 1971. Availability of Cu, Zn and Mn in soils. I Influence of soil pH, organic matter and extractable phosphorous. J. Sci. Food. Agric. 22:273-278.
- FOTH, H.D. & TURK, L.M. 1972. Fundamentals of Soil Science 5th ed. Michigan State University. 454 p.
- INGESTAD, T. 1958. Studies on manganese deficiency in a forest stand. Medd. Stat. Skogforsk. 48(4):20.
- INGESTAD, T. 1962. Macro Element Nutrition of Pine Spruce and Birch Seedlings in Nutrient Solutions. Medd. Stat. Skogforsk. Inst. 51.7.
- KOLARI, K. 1979. Hivenravinteiden puute metsäpuilla ja männyn kasvuhäiriöilmiö Suomessa. Kirjallisuuskatsaus. Summary: Micro-nutrient deficiency in forest trees and dieback of Scots pine in Finland. A Review. Folia For. 389.
- KURKI, M. 1972. Suomen peltojen viljavuudesta II. Viljavuuspalvelu Oy. 182 s.
- MIKOLA, P. 1957a. Taimitarhojen nykyiset työmenetelmät. MTJ. 48.4.
- MIKOLA, P. 1957b. Tutkimuksia taimitarhamaasta ja sen vaikutuksesta taimien kehitykseen. MTJ. 49.2.
- MÄKINEN, Y. 1974. Tilastotiedettä biologeille. Turku. 306 s.
- NEBE, W. 1967. Zur Manganernährung der Fichte. Arch. Forstwes. Bd. 16. H. 2:109-118.
- PARVIAINEN, J. 1976. Männyn eri taimilajien juuriston alkukehitys. Summary: Initial development of root systems of various types of nursery stock for Scots pine. Folia For. 268.

- PUUSTJARVI, V. 1973. Kasvuturve ja sen käyttö. Turveteollisuusliitto r.y. Hki.
- RAITIO, H. 1978. Pääravinnelannoituksen vaikutus männyn neulasten rakenteeseen ja ravinnepitoisuuksiin ojitetulla karulla avosuolla. Parkanon tutkimus- aseman tiedonant. 7. Tutkimuspäivän esitys.
- RANDALL, G.W., SCHULTE, E.E. & COREY, R.B. 1976. Correlation of plant manganese with extractable soil manganese and soil factors. Soil Sci. Soc. Amer. J. 40(2) 282-287.
- RIKALA, R. 1978. Maanparannus, lannoitus ja kastelu keskustaimitarhoilla. Metsänviljelyn koeaseman tiedonant. 24.
- SIPPOLA, J. 1978. Availability of soil reserves of copper, iron and manganese. Annales Agric. Fenn. 17: 153-157.
- STONE, E.S. 1968. Microelement Nutrition of Forest Trees: A Review. In Forest Fertilization Theory and practice.
- WESTMAN, C.J. & HÄNNINEN, P. 1977. Kemiallinen maa-analyysi paljasjuuristen taimien tuotannossa - ennakkotiedonanto. Metsänviljelyn koeaseman tiedonant. 22.

- N:o 1 Matti Leikola ja Jyrki Raulo. Tutkimuksia taimityyppiluokituksen laatimista varten II. 1972.
- N:o 2 Matti Leikola. Silmujen ja neulasten poiston vaikutus männyn ja kuusen pituuskasvuun. 1972.
- N:o 3 Kim von Weissenberg. Kokemuksia Murray männyn viljelystä Suomessa. 1972.
- N:o 4 Terttu Koponen. Peltomyyräpopulaation rakenteesta. 1972.
- N:o 5 Pentti Nisula. Erilaisten rullataimien menestymisestä viljelyaloilla. 1972.
- N:o 6 Veikko Koski ja Jyrki Raulo. Ennakkotuloksia rauduskoivun jälke-läiskokeesta. 1972.
- N:o 7 Matti Leikola. Havaintoja taimipakkauksissa esiintyvistä lämpö-tiloista välivarastoinnin aikana. 1973.
- N:o 8 Matti Leikola ja Jyrki Raulo. Pellolle istutettujen männyn, kuusen ja rauduksen taimien alkukehityksestä. 1973.
- N:o 9 Etelä-Suomen metsänviljelytutkijoiden neuvottelupäivillä pidetyt alustukset. 1973.
- N:o 10 Jyrki Raulo. Rauduskoivun taimilajien 1A + 1A tuottaminen. 1974.
- N:o 11 Matti Leikola ja Olavi Huuri. Ennakkotuloksia Etelä-Suomen runko-tutkimuksesta vv. 1970—1973. 1974.
- N:o 12 Tutkimuspäivän alustukset v. 1974. 1974.
- N:o 13 Martti Ruottinen. Suonenjoen ja Pieksämäen taimitarhojen taimi-toimitukset vuosina 1971 ja 1972. 1975.
- N:o 14 Jyrki Raulo. Lannoitetun täytemaan käytöstä rauduskoivun vilje-lyssä. 1975.
- N:o 15 Matti Leikola. Näkökohtia lyhytkiertoviljelmiä ja -kokeita perus-tettaessa. 1976.
- N:o 16 Risto Rikala. Jauhetun kuorihumuksen käyttökelpoisuus lumen su-lattamiseen taimitarhalla. 1976.
- N:o 17 Matti Leikola ja Pekka Suolahti. Ennakkotuloksia männyn taimien välivarastointikokeesta. 1976.
- N:o 18 Matti Leikola ja Jyrki Raulo. Heinimisajankohdan vaikutus pellolle istutettujen männyn ja kuusen taimien alkukehitykseen. 1976.
- N:o 19 Matti Leikola ja Pekka Rossi. Paju- ja poppeli pistokkaiden menes-tyminen Suonenjoen taimitarhalla kesällä 1976. 1977.
- N:o 20 Matti Leikola. Muovihylsytaimien menestyminen Suonenjoella. vv. 1971—1976. 1977.
- N:o 21 Pertti Harstela. Taimitarhatyöntekijäin mielipiteitä työmenetelmistä ja työjärjestelyistä. 1977.
- N:o 22 Carl Johan Westman ja Päivi Hänninen. Kemiallinen maa-ana-lyysi paljasjuuristen taimien tuotannossa-ennakkotiedonanto. 1977.
- N:o 23 Pertti Harstela ja Leo Tervo. Kuusen taimien juurten leikkaus noston yhteydessä. 1977.
- N:o 24 Risto Rikala. Maanparannus, lannoitus ja kastelu keskustaimi-tarhoilla. 1978.
- N:o 25 Jari Parviainen ja Kyösti Konttinen. Männyn avomaataimien koulinta-ajankohtakoe. 1978.
- N:o 26 Pekka Rossi. Paju- ja poppelipistokkaiden juurtuminen. Tuloksia vuoden 1976 juurruttamiskokeista. 1979.

- N:o 27 Pekka Rossi. Paju- ja poppelipistokkaiden juurruttaminen taimitarhalla. Kirjallisuuteen ja havaintoihin perustuvat ohjeet 1979.
- N:o 28 Ukko Rummukainen ja Pekka Voipio. Eräiden herbisidien käytöstä havupuiden kylvöaloilla. 1979.
- N:o 29 Leo Tervo. Havainvoja verhopuuston kasauksesta. 1979.
- N:o 30 Päivi Hänninen. Hidasliukoisten lannoitteiden käyttömahdollisuuksista koulittujen taimien kasvatuksessa. 1979.
- N:o 31 Risto Rikala. Paljasjuuristen taimien kuljetus ja käsittely ennen istutusta. Tiedusteluun pohjautuva selvitys. 1979.
- N:o 32 Jyrki Raulo ja Leo Tervo. Rauduskoivun taimilajin 1 (Lk+A) tuottaminen Etelä-Suomessa. 1980.
- N:o 33 Parviainen Jari. Metsäpuiden taimien kasvatusta ja istutusta koskevia viimeaikaisia tutkimuksia. 1980.

Suonenjoen metsänviljelyn koeasema 77600 SUONENJOKI
Puh. 979-10771