

**METSÄNTUTKIMUSLAITOKSEN
TIEDONANTOJA**

221

SUONENJOEN TUTKIMUSASEMA



RISTO RIKALA

**LANNOITUKSEN VAIKUTUS MÄNNYN
PAAKKUTAIMIEN KEHITTYMISEEN**

SUONENJOKI 1986

Kuva: Pekka Voipio

ISBN 951-40-0887-1
ISSN 0358-4283

1986 Suonenjoen Kirjapaino Ky

SUONENJOEN TUTKIMUSASEMA

LANNOITUKSEN VAIKUTUS MÄNNYN
PAAKKUTAIMIEN KEHITTYMISEEN

METSÄNTUTKIMUSLAITOKSEN
METSÄTALONNAN TUTKIMUSOSASTO
Kirjasto

Risto Rikala

SISÄLLYSLUETTELO

1. JOHDANTO	3
2. AINEISTO JA MENETELMÄ	4
21. Taimitarhakokeet	4
22. Istutuskokeet	7
23. Koevuosien sää	8
3. TULOKSET	8
31. Lannoituksen vaikutus taimien kehittymiseen. 8	
311. Lannoitemäärä.....	8
312. Lannoiteliuksen väkevyys	10
313. Peruslannoitteen korvaaminen tuhkalla .	10
314. Hidasliukoiset lannoitteet	12
33. Taimien ominaisuudet ja istutuksen jälkeinen menestyminen	14
4. TULOSTEN TARKASTELU	15
KIRJALLISUUS	19

TIIVISTELMÄ

RIKALA, R. 1986. Lannoituksen vaikutus männyn paakkutaimien kehittymiseen. Metsäntutkimuslaitoksen julkaisuja 221.

Tutkimuksessa selvitettiin kasteluliuksena annetun lannoitteen määrän ja liuosväkevyyden sekä hidasliukoisten osmocote-lannoitteiden ja peruslannoitteen sijasta annetun tuhkan vaikutusta männyn yksivuotiaiden paakkutaimien kehitykseen taimitarhalla sekä istutuksen jälkeen. Lannoiteannoksen kasvu lisäsi taimien kokoa ja typpipitoisuutta. Muihin ravinteisiin vaikutus oli vähäinen. Lannoiteliuksen väkevyydellä (0,2 - 1,6 %) ei ollut merkitsevää vaikutusta taimien kasvuun tai ravinnepitoisuuteen. Pitkävaikutteisella osmocotelannoitteella (18-6-12), tosin suurilla lannoiteannoksilla, päästiin samoihin kasvutuloksiin kuin vertailumenetelmällä. Sen sijaan lyhytvaikutteisella osmocote-lannoitteella (14-14-14) lannoitetut taimet jäivät vertailutaimia pienemmiksi. Tuhkalla voitiin korvata peruslannoitus, jos hoitolannoitteena käytettiin NPK-lannoitetta ja turvattiin taimien fosforin saanti. Taimien menestymiseen istutuskokeessa vaikutti ensisijassa taimien taimitarhalla saavuttama koko, jota puolestaan taimien ravinnepitoisuus selitti hyvin.

1. JOHDANTO

Taimitarhatekniikka muuttui nopeasti 1960- ja 70-luvuilla kun puutarhapuolella kehitetyt kasvatustekniikat omaksuttiin myös metsäpuuiden taimien kasvatukseen. Muutokseen jouduttiin ilman tutkimustiedon tukea ja niin käyttöön otettiin hyvin monenlaisia laitteita ja menetelmiä, joiden soveltaminen oli varsin kirjavaa. Suonenjoen metsänviljelyn koeasemalla perustettiin esikokeita tilanteen kartoittamiseksi tarkempaa tutkimusta varten. Kokeilla pyrittiin kattamaan käytännön toiminnassa havaittu vaihtelu (Rikala 1978) sekä käytännössä kokeilemattomien menetelmien kuten tuhkan ja hidasliukoisten lannoitteiden käyttömahdollisuudet taimien kasvatuksessa.

Tuhkaa on Suomessa käytetty hyvällä menestyksellä turvemaiden metsien lannoituksessa (esim. Lukkala 1951) ja sen käyttöä on suositeltu monipuolisen ravinnesisältönsä vuoksi lannoittamiseen myös puutarhoilla (Jalkanen 1976). Tuhkan käytöstä taimitarhataimien lannoituksessa on kuitenkin niukasti julkaistua tietoa. Suomessa tuhkaa on kokeiltu näiden kokeiden aloittamisen jälkeen Metsähallituksen rahoittamissa kokeissa Pataman ja Imarin (Rikala 1978-84) sekä Nuujan taimitarhoilla (Kubin 1985).

Hidasliukoisilla lannoitteilla pyritään ravinteiden tasaiseen ja vähittäiseen, kasvien tarpeen mukaiseen ravinteiden liukenemiseen. Osmocotelannoitteissa liukoisuutta säätelee lannoiteraketta peittävän hartsikeroksen paksuus (Takala 1977). Suomessa on hidasliukoisen osmocote (14-14-14)-lannoitteen todettu soveltuvan koulittujen avomaataimien lannoitukseen (Hänninen 1979). Kanadassa hidasliukoisia osmocote-lannoitteita käytetään muutamilla metsätaimitarhoilla paakkutaimien kasvatuksessa pääasiallisena lannoitusmuotona (Matthews 1981).

Nyt esitettävät tulokset perustuvat vuosina 1977-78 toteutettuihin esikokeisiin. Tutkimuksessa, joka koostuu neljästä eri kokeesta, selvitettiin lannoitemäärän, liuosväkevyyden, hidasliukoisen NPK-lannoitteen (osmocote) ja peruslannoitteen sijasta annetun tuhkan vaikutusta männyn yksivuotiaiden paakkutaimien kehitykseen taimitarhalla sekä istutuksen jälkeen.

2. AINEISTO JA MENETELMÄ

21. Taimitarhakokeet

Kokeet toteutettiin Suonenjoen taimitarhan 60 m pitkässä, 16 m leveässä ja harjalta 6 m korkeassa muovihuoneessa, jossa oli sorapohja. Kaikissa kokeissa oli puulajina mänty. Vuoden 1977 kokeissa taimet kasvatettiin FP-620 turveruukuissa, jotka oli asetettu solumuovisiin laatikoihin. Yhdessä kasvatusyksikössä oli 90 ruukkua ja ruukun tilavuus oli 90 cm³. Vuonna 1978 taimet kasvatettiin Fh-508 paperikennoarkeissa, jotka oli asetettu muovisiin ritilälaatikoihin. Arkissa oli 200 kennoa ja kennon tilavuus oli 122 cm³.

Kasvualustana käytettiin Satoturve Oy:n säkitettyä vaaleata, keskikarkeata rahkaturvetta joko peruslannoitettuna ja kalkittuna (ST-400 B6) tai lannoittamattomana (ST-400 B0) (taulukko 1). B6-turpeeseen on lisätty 1,25 kg/m³ ST-lannoitetta n:o 6 (liite 1) ja 3 kg/m³ dolomiittikalkki 1:ä. Kokeessa käytetty tuhka oli Enso-Gutzeit Oy:n Parviaisten tehtaiden kattilatuuhkaa, jonka ravinnepitoisuus on esitetty liitteessä 1. Tuhka sekoitettiin ST-400 B0-turpeeseen ennen kennoarkkien täyttöö (taulukko 1).

Vuoden 1977 kokeissa (1 ja 2) käytettiin Sysmän alkuperää (T3-69-36) ja vuoden 1978 kokeissa (3 ja 4) Lühanka-Jämsän alkuperää olevaa (T11-69-2) männyn siementä. Kaikissa kokeissa kylvettiin 3 siementä/paakku ja taimet harvennettiin noin kolmen viikon kuluttua 1 taimi/paakku- asentoon.

K o k e e t 1 ja 2

Vuonna 1977 toteutetuissa kokeissa selvitettiin lannoitemäärän (koe 1) ja peruslannoitteen sijasta annetun puun tuhkan (koe 2) vaikutusta taimien kehittymiseen. Siemenet kylvettiin 20.5. Taimet lannoitettiin (21.6.- 25.7.) viisi kertaa viikossa 0.2 % kasteluliuoksella. Taimet siirrettiin ulos muovihuoneesta 16.8. Turpeeseen sekoitettu peruslannoite- tai tuhkamäärä ja käytetty hoitolannoitus sekä niiden ravinnemäärät on esitetty taulukossa 1. Jokaista koekäsittelyä kasvatettiin kolme kasvatusyksikköä (yht. 270 tainta).

K o e 3

Vuonna 1978 toistettiin koetta 1 ja 2 vastaavat kokeet yhdessä kokeessa hieman muunnettuna. Lannoitustasoja oli yksi enemmän ja tuhkalla peruslannoitettuja taimia hoitolannoitettiin joko Kekkilän lannoiteliuoksella tai urealla (taulukko 1). Jokaista koekäsittelyä kasvatettiin 2 paperikennonarkkia (yht. 400 tainta).

Siemenet kylvettiin 15.5.1978 ja kastelu aloitettiin 22.5. Kylvös epäonnistui osittain ja siksi tehtiin 9.6. uusintakylvö. Lannoitus aloitettiin 26.6. ja sitä jatkettiin 28.7. saakka. Hoitolannoitteet annettiin kahdesti viikossa kasteluliuoksessa, Kekkilä 6 Superex 0,5 %:na ja urea 0,25 %:na liuoksena. Elokuun puolivälissä taimet siirrettiin ulos muovihuoneesta karaistumaan.

K o e 4

Toisessa vuoden 1978 kokeessa selvitettiin lannoiteliuoksen väkevyyden vaikutusta taimien kehittymiseen sekä hoitolannoituksen korvaamista hidasliukoisilla Sierra Chemical Companyn osmocote-lannoitteilla. Kasvualustana käytettiin ST-400 B6-turvetta.

Liuoksen väkevyyttä tutkittaessa hoitolannoituksessa käytetyt lannoitemäärät (Kekkilä 6 super), liuosväkevyydet ja lannoituskertojen lukumäärä olivat seuraavat:

Käsittely n:o	Lannoite- määrä g/m ²	Liuos- väkevyys %	Sähkön- johto- kyky mS/cm	Lannoitus- kertoja kpl/vko
1	100	0,1	0,6	5
2	100	0,2	1,0	3
3	100	0,4	2,1	2
4	100	0,8	3,7	1
5	200	0,2	1,0	5
6	200	0,4	3,1	3
7	200	0,8	3,7	2
8	200	1,6	7,4	1

Kaikissa käsittelyissä oli kerta-annoksen määrä sama, 1,45 l/arkki (4 l/m²). Kylvöajankohta, lannoitusjakso ja ulossiirtoajankohta olivat samat kuin kokeessa 3. Jokaisen lannoituskerran jälkeen taimet 'huuhdel-

tiin' puhtaalla vedellä.

Osmocote '18-6-12' (vaikutusaika 3-4 kk) ja '14-14-14' (vaikutusaika 8-9 kk) lannoitteiden käyttöä kertalannoituksena hoitolannoitusten sijasta kokeiltiin saman kokeen käsittelyissä 9-14. Kumpaakin lannoitetta oli kolme tasoa (taulukko 1).

Taulukko 1. Käytetty turve, peruslannoite (P)- ja tuhkamäärät (T) sekä hoitolannoitus koekäsittelyittäin eri kokeissa. B0=peruslannoitettu turve, B0=lannoittamaton turve, K5/K6/K9 = Kekkilä 5/6/9 Super-lannoite, O = Oulunsalpietari, U = urea, KS = kaliumsulfaatti, OC1= osmocote (18-6-12), OC2 = osmocote (14-14-14).

Käsittely	Turve	Peruslann./ tuhkan lisäys	Peruslannoitteen ja tuhkan ravinteet			Lannoite	Määrä	Hoitolannoitus Ravinteet		
			N	P	K			N	P	K
		kg/m ³	g/m ²					g/m ²		
Koe 1 (1977)										
L1	B0	P 1,25	6,7	2,4	4,9	KS+K6	60	5,8	2,2	4,3
L2	"	P 1,25	6,7	2,4	4,9	"	120	11,6	4,4	8,6
L3	"	P 1,25	6,7	2,4	4,9	"	240	23,2	8,8	17,2
L4	"	P 1,25	6,7	2,4	4,9	"	480	46,4	17,6	34,4
Koe 2 (1977)										
T1	B0	P 1,25	6,7	2,4	4,9	O+K9+K5	115	24,1	4,3	9,7
T2	B0	T 2,0	-	0,9	4,7	U+KS	80	24,2	-	4,4
T3	"	T 4,0	-	1,8	9,4	"	80	24,2	-	4,4
T4	"	T 8,0	-	3,5	18,8	"	80	24,2	-	4,4
T5	"	T 16,0	-	7,0	37,5	"	80	24,2	-	4,4
Koe 3 (1978)										
1	B0	T 1,25	15,0	5,3	11,0	K6	53	10,3	4,5	8,8
2	"	T 1,25	15,0	5,3	11,0	K6	106	20,6	9,0	17,6
3	"	T 1,25	15,0	5,3	11,0	K6	212	41,2	18,0	25,2
4	B0	T 1,5	-	1,5	13,2	K6	106	20,6	9,0	17,6
5	"	T 3,0	-	3,0	26,3	K6	106	20,6	9,0	17,6
6	"	T 6,0	-	6,0	52,6	K6	106	20,6	9,0	17,6
7	"	T 1,5	-	1,5	13,2	U	43	20,0	-	-
8	"	T 3,0	-	3,0	26,3	U	43	20,0	-	-
9	"	T 6,0	-	6,0	52,6	U	43	20,0	-	-
Koe 4 (1978)										
1	B0	P 1,25	15,0	5,3	11,0	K6	100	19,5	8,5	16,5
2	"	P 1,25	15,0	5,3	11,0	K6	100	19,5	8,5	16,5
3	"	P 1,25	15,0	5,3	11,0	K6	100	19,5	8,5	16,5
4	"	P 1,25	15,0	5,3	11,0	K6	100	19,5	8,5	16,5
5	"	P 1,25	15,0	5,3	11,0	K6	200	39,0	17,0	33,0
6	"	P 1,25	15,0	5,3	11,0	K6	200	39,0	17,0	33,0
7	"	P 1,25	15,0	5,3	11,0	K6	200	39,0	17,0	33,0
8	"	P 1,25	15,0	5,3	11,0	K6	200	39,0	17,0	33,0
9	"	P 1,25	15,0	5,3	11,0	OC1	60	10,8	1,6	6,0
10	"	P 1,25	15,0	5,3	11,0	"	180	32,4	4,7	18,0
11	"	P 1,25	15,0	5,3	11,0	"	360	64,8	9,4	36,0
12	"	P 1,25	15,0	5,3	11,0	OC2	76	10,6	4,6	8,8
13	"	P 1,25	15,0	5,3	11,0	"	228	31,9	13,9	26,4
14	"	P 1,25	15,0	5,3	11,0	"	456	63,8	27,8	52,8

Käsittelyjen 9-14 taimia kasteltiin puhtaalla vedellä silloin, kun liuoslannoituskäsittelyjen 1-8 taimia kasteltiin lannoiteliuoksella. Tämän lisäksi kaikkia taimia kasteltiin tarvittaessa.

N ä y t e t a i m i e n m i t t a u s

Syyskuun lopulla arkeista irrotettiin näytetaimet (30 kpl/arkki). Taimista mitattiin pituus sekä neulasten, rangan ja juuriston kuivapainot. Vuonna 1977 koetaimien neulasista analysoitiin Metsäntutkimuslaitoksen yhteislaboratoriossa K, P, Ca ja Mg-pitoisuudet (Halonen ja Tulkki 1981). Vuoden 1978 kokeiden taimien neulasista analysoitiin Viljavuuspalvelu Oy:ssä seuraavien ravinteiden kokonaispitoisuudet: N (Kjeldahl), P (Horwitz 1965), K, Ca, Mg ja kokeesta 3 lisäksi B, Cu, Mn ja Zn (Analytical methods... 1971).

22. Istutuskokeet

Kokeissa kasvatettujen taimien metsänviljelyarvon testaamiseksi perustettiin Suonenjoen taimitarhan kasvatuskentälle istutuskokeet. Koekenttä oli hieta-hiekkapohjaista taimitarhamaata, johon oli 10 vuotta aikaisemmin, tarhaa perustettaessa, sekoitettu turvetta. Koelohkon kasvualustan ravinnepitoisuus analysoitiin Viljavuuspalvelu Oy:ssä (Kurki 1982). Neljän osanäytteen keskiarvona analyysitulokset olivat: johtoluku 0,7 (10 x mS/cm), pH 5,6, vaihtuvat kalium 54 mg/l ja kalsium 1130 mg/l, helppoliukoinen fosfori 38 mg/l. Kasvualustan humuspitoisuus oli 19 %.

Kokeet perustettiin toistoittain arvotun kokeen muotoon toukokuun puolella välissä. Taimia istutettiin kahdeksaan toistoon, joihin jokaisesta käsittelystä istutettiin 10 (kokeet 1,2 ja 4) tai 20 (koe 3) taimen rivi. Taimimäärät seurantakokeissa olivat seuraavat: koe 1: 320 tainta, koe 2: 400 tainta, koe 3: 1440 tainta ja koe 4: 1120 tainta. Istutuksessa oli taimiväli 20 cm ja riviväli 40 cm.

Vuonna 1978 perustettuja kokeita seurattiin kolme ja 1979 perustettuja neljä vuotta mittaamalla vuosittain taimien pituus, pituuskasvu sekä luokittelemalla taimien kunto 4-luokkaisella silmävaraisella luokituksella.

23. Koevuosien sää

Muovihuoneen keskimääräinen vuorokautinen minimilämpötila oli 12°C ja maksimilämpötila 25°C keskilämpötilan vaihdellessa kuukausittain 16:sta 20°C:een. Muovihuoneen heikkojen tuuletusmahdollisuuksien vuoksi maksimilämpötilat saattoivat helteisinä päivinä hetkellisesti nousta lähelle 40°C:ta. Huoneilman suhteellinen kosteus oli päivällä keskimäärin 50 % ja yöllä 93 %.

Kylvön ja taimien ulos siirron välisen ajan lämpösumma muovihuoneessa v. 1977 oli 1120 d.d. Ulossiirron jälkeen taimien saama summa lisääntyi vielä 1288 d.d.:hen. Vuoden 1978 osalta vastaavat luvut olivat 1258 d.d. ja 1525 d.d. Molempien kasvatusvuosien, 1977 ja 1978, ensimmäiset yöpakkaset sattuivat syyskuun lopulla.

Istutusvuosien sääoloja tarkasteltaessa käytetään vertailuna Suonenjoen koeaseman sääasemalla v. 1972-83 havainnoista laskettuja keskiarvoja. Kevät 1978, jolloin istutettiin kokeiden 1 ja 2 taimet, oli erittäin vähäsateinen. Toukokuussa satoi vain 3 mm ja kesäkuussa 34 mm. Kasvukauden lämpösumma (1168 d.d.) oli hieman kauden 1972-83 keskimääräistä lämpösummaa (1201 d.d.) alhaisempi. Seuraavan istutusvuoden touko- ja kesäkuu olivat hieman runsassateisempia (47 mm ja 69 mm) kuin keskimäärin (36 mm + 71 mm). Lämpösumma oli v. 1979 keskimääräistä korkeampi (1252 d.d.)

3. TULOKSET

31. Lannoituksen vaikutus taimien kehittymiseen taimitarhalla ja istutuksen jälkeen

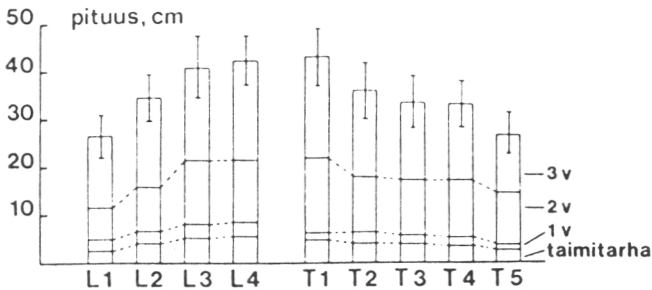
311. Lannoitemäärä

Lannoitemäärän vaikutus oli molempien vuosien kokeissa samansuuntainen. Taimien koko ja kuivapaino lisääntyivät lannoitemäärän kasvaessa (taulukko 2 ja 3). Taimien juuri/verso-suhde oli varsinkin v. 1977 kokeessa alhainen. Seuraavana vuonna niukka lannoitus lisäsi juuri/verso-suhdetta.

Vuoden 1977 kokeessa lannoitemäärä ei vaikuttanut neulasista mitattuihin ravinnepitoisuuksiin. Typpipitoisuutta ei tosin mitattu. Sen sijaan vuoden 1978 ko-

Taulukko 2. Taimien kokonaiskuivapaino, juuri/verso-
suhde ja neulasten ravinnepitoisuudet kasvukauden
lopussa lannoitemääräkokeessa (koe 1: L1-4) ja tuhka-
lannoituskokeessa (koe 2: T1-5) v. 1977. Käsittelet
kuvassa 1.

Käsit- tely	Kuiva- paino	Juuri/ verso- suhde	P	K	Ca	Mg
n:o	mg		g/kg			
Koe 1						
L1	70	0,25	2,3	8,0	3,3	1,7
L2	158	0,25	2,4	9,0	3,0	1,6
L3	225	0,23	2,3	8,6	2,2	1,7
L4	303	0,23	2,2	9,1	2,2	1,5
Koe 2						
T1	324	0,28	2,4	9,7	2,9	1,6
T2	204	0,32	1,2	9,3	3,3	1,3
T3	166	0,33	1,3	9,7	3,6	1,0
T4	155	0,36	1,3	11,2	3,8	1,2
T5	100	0,36	1,7	13,0	5,5	1,3



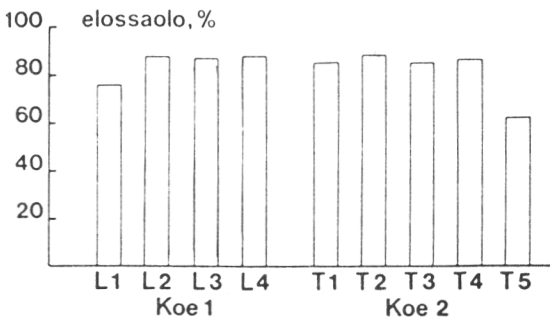
Selitykset:

Koe 1 (hoitolannoitus)

L1 = 60 g/m²
L2 = 120 "
L3 = 240 "
L4 = 480 "

Koe 2 (tuhkalannoitus)

T1 = 0 kg/m³ (+peruslann.)
T2 = 2 " (ei peruslann.)
T3 = 4 " "
T4 = 8 " "
T5 = 16 " "



Kuva 1. Taimien pituuskehitys ($\bar{x}+S$) ja elossaolo
kolme kasvukautta istutuksesta lannoitemääräkokeessa
(Koe 1: L1-4) ja tuhkalannoituskokeessa (Koe 2: T1-5).

keessa versojen typpi- ja fosforipitoisuus lisääntyivät lannoitemäärän kasvaessa. Kaliumpitoisuuteen ei lannoituksella ollut vaikutusta.

Istutuksen jälkeinen taimien eloonjääminen oli sitä korkeampi mitä voimakkaammin niitä oli lannoitettu taimitarhavaiheessa (kuvat 1 ja 2). Vuoden 1978 kokeessa erot olivat tilastollisesti merkitsevät kaikkien käsittelyjen välillä, mutta v. 1977 kokeessa vain vähiten lannoitettujen ja muiden välillä. Erot syntyivät toisen kasvukauden jälkeen.

Taimitarhavaiheen lannoitus nopeutti myös taimien istutuksen jälkeistä pituuskehitystä (kuvat 1 ja 2). Vielä seurannan lopussa, kolmannen (koe 1) ja neljännen (koe 3) kasvukauden pituuskasvussa erot olivat eri käsittelyjen välillä tilastollisesti merkitseviä.

312. Lannoiteliuoksen väkevyys

Lannoiteliuoksen väkevyyttä tutkittiin kahdella lannoitustasolla. Alemmalla tasolla (100 g/m^2) neulasten ravinnepitoisuudet olivat pienempää typpipitoisuutta lukuunottamatta samaa luokkaa kuin korkeammalla lannoitustasolla (200 g/m^2) (taulukko 4). Ero näkyi myös taimien koossa ja kuivapainossa.

Eri liuosväkevyyksien aiheuttamat erot olivat pieniä. Vain alemman lannoitustason 0.1% liuosväkevyydellä lannoitetut taimet poikkesivat tilastollisesti muiden käsittelyjen taimista. Tässä käsittelyssä neulasten typpipitoisuus oli muita alhaisempi. Nämä taimet olivat myös muita pienempiä

Myöskään taimien istutuksen jälkeiseen menestymiseen lannoiteliuoksen väkevyydellä ei ollut tilastollisesti merkitsevää vaikutusta (kuva 3). Vain lannoitustasojen erot erottuivat neljän kasvukauden jälkeen.

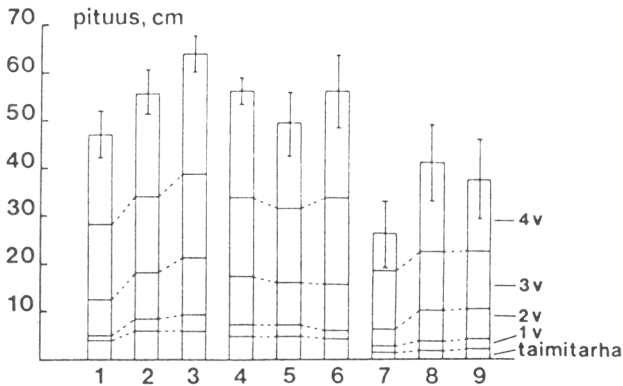
313. Peruslannoitteen korvaaminen tuhalla

Tuhkalannoituskokeessa v. 1977 (koe 2) taimien koko ja kuivapaino pienenevät tuhkamäärän lisääntyessä (taulukko 2). Kaikissa tuhkakäsittelyissä taimet jäivät pienemmiksi kuin vertailukäsittelyssä.

Vuoden 1978 tuhkakokeessa (koe 3) hoitolannoitteen vaikutus oli ratkaiseva (taulukko 3). Pelkästään tyyppi sisältävällä urealla lannoitettaessa taimien neu-

Taulukko 3. Taimien kokonaiskuivapaino, juuri/verso-suhde ja neulasten ravinnepitoisuudet kasvukauden lopussa lannoitemäärä- ja tuhkalannoituskokeessa v. 1978 (koe 3). Käsitellyt kuvassa 2.

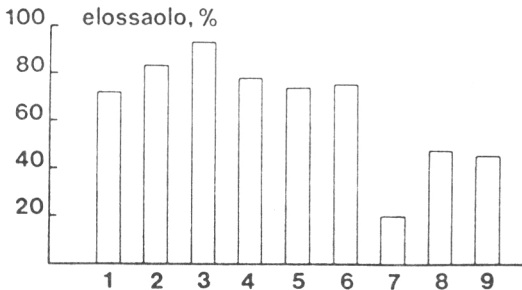
Käsitely	Kuiva-	Juuri/verso-	N	P	K	Ca	Mg	Mn	Zn	B	Cu
n:o	mg	paino suhde	g/kg			mg/kg					
1	390	0,38	15,1	2,1	10,8	2,4	1,9	133	109	86	13
2	580	0,28	23,0	2,4	10,8	2,3	1,8	113	138	53	13
3	630	0,32	24,1	2,5	10,5	2,6	1,8	161	130	33	13
4	570	0,55	21,8	2,5	10,0	2,9	1,4	306	81	65	16
5	540	0,45	20,2	2,3	10,5	2,7	1,3	349	95	87	12
6	510	0,37	17,9	2,3	11,3	2,6	1,4	304	101	70	10
7	100	0,38	20,2	0,7	6,8	2,2	1,1	226	87	146	14
8	222	0,38	26,3	0,9	8,7	2,1	1,0	356	72	127	10
9	214	0,44	19,0	1,6	11,6	2,8	1,2	273	168	93	18



Selitykset (lannoitus):

	Perus kg/m ³	Hoitto g/m ²
1 = P 1,25	K	53
2 = P 1,25	K	106
3 = P 1,25	K	212
4 = T 1,5	K	106
5 = T 3,0	K	106
6 = T 6,0	K	106
7 = T 1,5	U	43
8 = T 3,0	U	43
9 = T 6,0	U	43

P=peruslannoite
T=tuhka
K=Kekkilä 6 super
U=urea



Kuva 2. Taimien pituuskehitys ($\bar{x}+S$) ja elossaolo neljä kasvukautta istutuksesta lannoitemäärä- ja tuhkalannoituskokeessa v. 1978 (koe 3).

lasten typpipitoisuus oli korkea, mutta kalium- ja etenkin fosforipitoisuus hyvin alhainen. Edes eniten tuhkaa saaneessa käsittelyssä neulasten fosforipitoisuus ei yltänyt vertailutaimien fosforipitoisuuden tasolle. Fosforin puutteesta kärsineet taimet kasvoivat varsin heikosti taimitarhalla.

Kun tuhkalannoituksen saaneita taimia hoitolannoitettiin urean sijasta Kekkilän lannoiteliuksella, oli taimien fosforipitoisuus korkeampi eikä taimien pituudessa ollut merkittävää eroa saman hoitolannoituksen saaneisiin ST-peruslannoitettuihin taimiin verrattuna.

Vuoden 1977 kokeessa tuhkalla peruslannoitettujen taimien istutuksen jälkeinen elossaolo, lukuunottamatta korkeinta 16 kg/m^2 käsittelyä, ei eronnut vertailutaimista (kuva 1). Sen sijaan taimien pituuskehitys oli sitä heikompi mitä voimakkaamman tuhkalannoituksen ne olivat saaneet. Seuraavan vuoden kokeen tuhka+urea-lannoituksen saaneiden taimien elossaolo ja pituuskehitys olivat selvästi sekä tuhka+Kekkilä-lannoituksen että vertailutaimia saaneita heikompia (kuva 2).

314. Hidasliukoiset lannoitteet

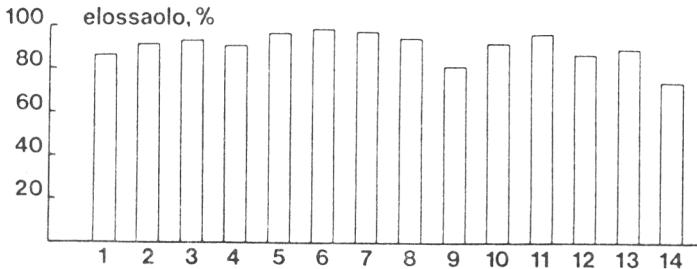
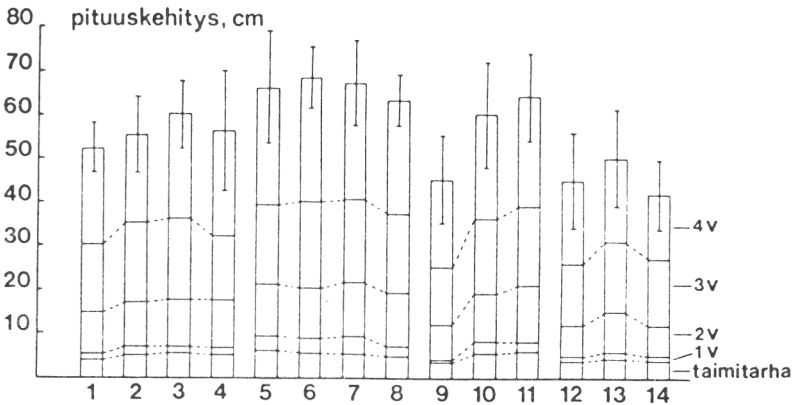
Osmocote-lannoitteilla lannoitettujen taimien typpipitoisuudet eivät poikenneet toisistaan eivätkä myöskään vastaavan ravinnetason vertailukäsittelyn (peruslannoitus+hoitolannoitus) taimista (taulukko 4). Sen sijaan osmocote-lannoitteiden erilaiset ravinnesuhteet heijastuivat myös taimien neulasten ravinnesuhteisiin. '14-14-14'-lannoitteella lannoitettujen taimien fosfori- ja erityisesti kaliumpitoisuuden suhde typpipitoisuuteen on korkeampi kuin '18-6-12'-lannoitteella lannoitetuilla taimilla.

Pitkävaikutteisella osmocote-lannoitteella (18-6-12) lannoitetut taimet, alhaisinta lannoitustasoa lukuunottamatta, eivät poikenneet taimien koonkaan puolesta vertailumenetelmällä kasvatetuista taimista. Sen sijaan lyhytvaikutteisella osmocotella (14-14-14) lannoitetut taimet jäivät vertailumenetelmän taimia pienemmiksi.

Istutuksen jälkeen säilyivät taimitarhavaiheessa syntyneet erot (kuva 3). Pitkävaikutteisella osmocotella lannoitetut taimet menestyivät yhtä hyvin kuin vertailutaimet ja paremmin kuin lyhytvaikutteisella osmoco-

Taulukko 4. Taimien kokonaiskuivapaino, juuri/verso-
suhde ja neulasten ravinnepitoisuudet kasvukauden lo-
pussa liuosväkevyys- ja osmocote-kokeissa v. 1978
(koe 3). Käsittelyt kuvassa 3.

Käsit- tely n:o	Kuiva- paino mg	Juuri/ verso- suhde	N	P	K	Ca	Mg
			g/kg				
1	390	0,38	16,8	2,3	11,0	2,2	1,7
2	570	0,27	19,0	2,4	11,4	2,6	1,7
3	560	0,27	21,3	2,5	10,4	2,4	1,6
4	570	0,33	20,7	2,4	10,5	2,5	1,7
5	710	0,25	23,5	2,5	11,3	2,6	1,7
6	690	0,30	26,3	2,7	11,6	2,7	1,7
7	630	0,31	25,8	2,7	12,2	2,7	1,8
8	630	0,31	24,1	2,5	10,0	2,2	1,5
9	240	0,33	17,4	1,8	10,1	2,5	1,7
10	610	0,29	23,5	1,5	9,8	2,3	1,7
11	670	0,34	27,4	2,6	11,1	2,7	1,6
12	240	0,41	15,7	2,0	10,9	2,3	1,8
13	460	0,35	23,5	2,7	14,6	3,4	1,9
14	415	0,38	24,1	2,6	13,0	3,2	1,7



Selitykset (hoitolann.):

	Määrä g/m ²	Liuos- väkevyys %
1 = K	100	0,1
2 = K	100	0,2
3 = K	100	0,4
4 = K	100	0,8
5 = K	200	0,2
6 = K	200	0,4
7 = K	200	0,8
8 = K	200	1,6
9 = OC1	60	rakei- sena
10 = OC1	180	"
11 = OC1	360	"
12 = OC2	76	"
13 = OC2	228	"
14 = OC2	456	"

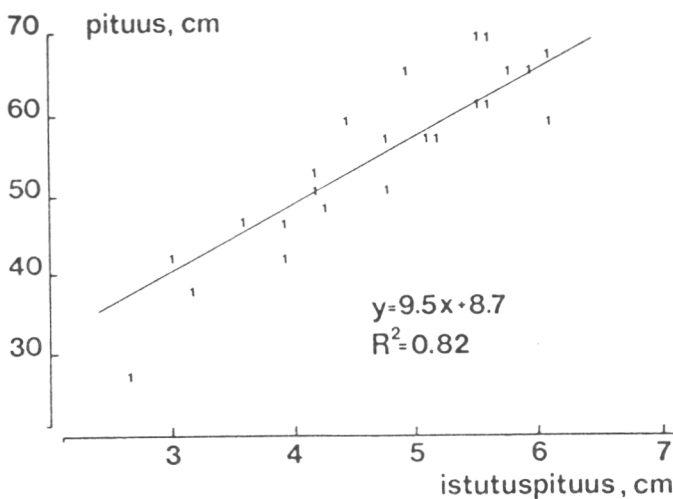
K = Kekkilä 6 super
OC1 = Osmocote 18-6-12
OC2 = Osmocote 14-14-14

Kuva 3. Taimien pituuskehitys ($\bar{x}+S$) ja elossaolo neljä kasvukautta istutuksesta lannoitteen liuosväkevyys- ja osmocotelannoitekokeessa (koe 4).

tella lannoitetut taimet.

33. Taimien ominaisuudet ja istutuksen jälkeinen menestyminen

Taimien istutuksen jälkeisen menestymisen riippuvuutta taimitarhavaiheessa mitatuista tunnuksista tarkasteltiin yhdistämällä vuoden 1978 molempien kokeiden (3 ja 4) aineistot ja laskemalla taimista koekäsittelyittäin taimitarhakasvatuksen jälkeen mitattujen ravinne- ja kokotunnusten sekä neljän istutuksen jälkeisen kasvukauden pituuden ja elossaolon korrelaatiot.



Kuva 4. Taimien pituuden (4 vuotta istutuksen jälkeen) riippuvuus istutuspituudesta vuoden 1978 kokeissa (3 ja 4). Yksi havainto on yhden lannoituskäsittelyn (80 tai 160 tainta) keskiarvo.

Taimien koekäsittelyittäin lasketun istutuspituuden keskiarvo selitti parhaiten istutuksen jälkeistä menestymistä (elossaolo: $r=0,81$, pituus: $0,91$) (kuva 5). Mitatuista ravinnepitoisuuksista fosforipitoisuus korreloi parhaiten taimien myöhemmän menestymisen kanssa (elossaolo: $r=0,81$, pituus: $r=0,72$). Jos aineistosta poistetaan taimet, joiden fosforipitoisuus oli alle $1,6$ g/kg, nousee typpipitoisuuden ja istutuksen jälkeisen menestymisen korrelaatio (pituus, $r=0,67$ ja elossaolo, $r=0,59$). On kuitenkin huomattava, että myös istutuspituuden ja neulasten ravinnepitoisuuden välillä vallitsee selvä korrelaatio.

4. TULOSTEN TARKASTELU

Taimet jäivät kumpanakin koevuonna pieniksi. Syynä tähän oli hidas ja epätasainen itäminen ja sen vuoksi myöhään aloitettu lannoitus. Taimien koko oli kaikissa kokeissa ja paakkutyypeissä pienempi kuin Metsähallituksen ohjeissa (Suositus ... 1984) suositellaan. Toisaalta taimien pituus sekä verson ja juuriston kuivapaino saavuttivat Kinnusen (1976) esittämän mallin mukaan lämpösumman funktiona lasketut arvot. Taimien pituus oli myös samaa luokkaa kuin käytännön taimitarhoilla kesällä 1978 kasvatetut taimierät (Kokkonen ja Räsänen 1980). Kasvatusaikaansa ja koekesten säätilaan nähden taimet eivät näin ollen jääneet paljon normaalia pienemmiksi.

L a n n o i t e m ä ä r ä

Lannoitemäärän lisääminen lisäsi taimien kokoa ja kuivapainoa kuten useat tutkimukset ovat aiemmin osoittaneet (esim. Ingestad 1962, van den Driessche 1980). Tulos sopii yhteen myös Anttilan ja Lähteen (1977) tulosten kanssa, joiden mukaan kookkaimmat taimet tuotettiin 30 g/m^2 -typpilannoituksella ja 90 g/m^2 -typpilannoitukseen ei vielä paljon heikentänyt taimien kasvua.

Taimien fosfori- ja etenkin kaliumpitoisuuden suhde typpipitoisuuteen pieneni lannoituksen lisääntyessä. Alhaisimmalla lannoitustasolla N:P:K-suhteet olivat 100:14:72 ja korkeimmalla tasolla 100:10:44. Ingestadin (1979) mukaan optimaalinen suhde olisi 100:14:45. Kuitenkin hän suosittelee männynntaimille kaliumin suhdeluvuksi 65 viitaten Christerssonin (1976) tuloksiin kaliumin vaikutuksesta taimien vesitalouteen ja talvenkestävyyteen sekä männyn heikkoon kaliumin ottotahoon.

Kokeessa käytetyn lannoitteen (Kekkilä 6 super) N:P:K-suhde 100:44:85 on selvästi PK-painoitteisempi kuin Ingestadin ravinneliuoksessa. Orgaanisessa kasvualustassa eri ravinteiden käyttökelpoisuus kuitenkin muuttuu ravinneliuoskasvatukseen verrattuna (esim. Puustjärvi 1985) ja näin ollen taimitarhoilla on syytä käyttää, niinkuin nykyään käytetäänkin, PK-painoitteisempaa lannoitetta.

L a n n o i t e l i u o k s e n v ä k e v y y s

Lannoiteliuoksen väkevyys vaihteli 0,1 - 1,6 ‰ ja liuoksen sähkönjohtokyky vastaavasti 0,6 - 7,4 mS/cm. Kasvualustojen puristenesteväkevyyttä ei kokeen aikana mitattu, mutta se oli ilmeisesti voimakkaimmilla liuoksilla kasteltaessa ajoittain varsin korkea. Tosin nämä lannoitukset toistuivat harvemmin ja lannoitusten välillä tapahtunut kastelu laimensi kasvualustanesteen väkevyyttä. Havupuun taimille suositellaan kasvualustan puristenesteen johtokyvyksi 1,0 - 2,5 mS/cm (esim. Tinus ja McDonald 1979, Phillion ja Bunting 1983). Ruotsissa on suositeltu, ettei 2 mS/cm:n arvoa ylitettäisi (Lindell 1980). Havupuun taimet kestävät lyhytaikaisesti ainakin 3-4 mS/cm arvoja (Phillion ja Bunting 1983).

Ilmeisen korkeista, tosin tilapäisistä, johtolukuarvoista huolimatta ei lannoiteliuoksen väkevyydellä ollut vaikutusta taimien kasvuun tai neulasten ravinnepitoisuuteen. 0,1 ‰:n liuosväkevyydellä lannoitetut taimet jäivät muita pienemmiksi ilmeisesti liian voimakkaasta kastelusta aiheutuneen ravinteiden huuhtoutumisen vuoksi.

Kokeen tulosten mukaan voidaan ainakin tilapäisesti käyttää normaalisti käytettyjä liuosväkevyyksiä (0,1 - 0,2 ‰) voimakkaampiakin pitoisuuksia ilman näkyviä vaurioita. Tosin lannoituksen jälkeen taimet on hyvä huuhdella puhtaalla kasteluvedellä. Väkevempien pitoisuuksien käyttö tulee kyseeseen ennenmuuta silloin kun kasvualusta on kostea, mutta ravinnepitoisuus alhainen.

T u h k a n k ä y t t ö

Tuhkalla peruslannoitetut ja pelkällä typellä (urealla) hoitolannoitetut taimet jäivät vertailutaimia pienemmiksi. Parhaat tulokset saavutettiin pienimmillä kokeessa käytetyillä tuhkamäärillä. Tuhka-annoksen kasvaessa sekä taimien kasvu taimitarhalla että istutuksen jälkeinen menestyminen heikkenivät. Syy tähän oli ilmeisesti epätasapainoinen ravinteiden saanti ja nimenomaan fosforin puutos. Tätä tukee se, että Kekkilän lannoitetta saaneilla tuhkalannoitustaimilla ei fosforin puutetta ilmennyt ja taimet kasvoivat hyvin. Toisaalta myöskään ureaa ei pidetä männynntaimien typpilähteenä yhtä hyvänä kuin ammonium- ja nitraattityypen sekoitusta, jota tässä käytettiin vertailutaimilla

(Christersson 1972).

Tuhkaa voi tämän tutkimuksen perusteella käyttää peruslannoitteena, jos samalla turvataan hoitolannoituksessa fosforin ja mahdollisesti muiden tuhkassa niukasti esiintyvien ravinteiden osuus. Samanlaiseen tulokseen on Kubin (1985) päätenyt todeten, että tuhkamäärä voi vaihdella 1:stä 3:een kg/m³:ssä turvetta, mutta että suuremmat tuhkamäärät aiheuttavat kasvun taantumista.

Tuhkan käyttömäärään vaikuttaa tuhkan koostumus ja se minkälaista hoitolannoitusta käytetään tuhkan lisäksi. Tässä tutkimuksessa käytetyn puun tuhkan kalium- ja kalsiumpitoisuudet olivat korkeat ja fosfori- ja hivenainepitoisuudet keskimääräisiä julkaistuihin voimaloitten tuhkaätteiden ravinnepitoisuuksiin (Pitkänen 1975, Hakkila ja Kalaja 1983) verrattuna. Eri tuhkaerien ravinnepitoisuudet saattavat kuitenkin vaihdella hyvin voimakkaasti riippuen poltetusta puusta ja sen käsittelystä ennen polttoa.

Tuhkaa lannoitteena käytettäessä tulisikin ehdottomasti tuntea sen koostumus, sillä teollisuustuhka saattaa sisältää myös muita polttoprosessiin lisättyjä aineita, jotka voivat olla taimille haitallisia. On myös muistettava tuhkan voimakas johtokykyä sekä pH:ta nostava vaikutus, joka on pH:n osalta samaa luokkaa kuin dolomiittikalkilla.

H i d a s l i u k o i s e t l a n n o i t t e e t

Pitkävaikutteisella osmocote-lannoitteella lannoitetut taimet eivät eronneet vertailumenetelmällä, kastelulannoituksella, kasvatetuista taimista. Kuitenkin vastaavan tuloksen antaneessa kastelulannoituksessa oli käytetty ravinne määrä alhaisempi. Sen sijaan lyhytvaikutteisella osmocote-lannoitteella lannoitetut taimet jäivät vertailutaimia pienemmiksi. Ravinteet, ennen muita typpi ja fosfori, liukenivat liian nopeasti ilmeisesti muovihuoneen korkean lämpötilan seurauksena. Fischerin ym. (1979) mukaan lämpötila vaikuttaa selvästi turpeen kosteutta voimakkaammin ravinteiden liukenemiseen osmocote-lannoitteesta.

Kanadassa, missä pitkävaikutteisista osmocote (18-6-12)-lannoitetta käytetään paakkutaimikasvatuksessa laajasti (Matthews 1979), mainitaan näiden lannoitteiden etuna tasainen lannoitus ja tarpeettoman

kastelun välttäminen kosteina kasvukausina (Hallet 1979). Hidasliukoisia lannoitteita käytettäessä on menetelmä tunnettava hyvin, jotta välttytään liian nopealta ja joissakin olosuhteissa liian hitaalta ravinteiden liukenemiselta, jolloin taimien talveentuminen saattaa viivästyä.

T a i m i e n m e n e s t y m i n e n

Taimien testikenttä poikkesi käytännön istutusaloista ehkä eniten pintakasvillisuuden kilpailun puutteen vuoksi. Eläin-, hyönteis- ja sienituhoriskit olivat todennäköisesti myös vähäisempiä kuin normaalilla istutuslalla. Koekentällä maan fosfori- ja kalsiumpitoisuudet olivat selvästi korkeampia kuin metsämaalla (Urvas ja Erviö 1974). Koska sademäärät olivat verraten alhaiset eikä aluetta kasteltu, kosteusolot olivat ilmeisesti samanlaiset tai jopa kuivemmat kuin metsämaalla.

Taimien elossaolon vaihteluväli oli 20 - 98 %. Alhaisimmat olivat voimakkaimmissa tuhkakäsittelyissä, joissa taimien kunto jo istutettaessa oli heikko. Kuitenkin valtaosassa käsittelyistä taimien elossaolo oli istutustestissä yli 70 %.

Taimien koko ja neulasten fosfori- sekä typpipitoisuus selittivät mitatuista tunnuksista parhaiten taimien istutuksen jälkeistä menestymistä. Taimien ravinnepitoisuus vaikutti todennäköisesti välillisesti taimien koon kautta istutuksen jälkeiseen menestymiseen (esim. van den Driesshe 1979).

Useissa tutkimuksissa on todettu, että taimien koko ja kuivapaino ovat parhaita taimien myöhemmän pituuskehityksen, mutta ei niinkään elossaolon ennustajia (Barnett 1985). Tämän tutkimuksen tuloksia yleistettäessä on muistettava, että taimet olivat paakun kokoon nähden verraten pieniä, eikä koon ja myöhemmän menestymisen välillä ole välttämättä yhtä voimakasta riippuvuutta suuremmilla taimilla. Barnettin (emt.) eri tutkimustuloksista tekemä johtopäätös, että juuri/verso-suhteella ei olisi samaa merkitystä paakkutaimille kuin paljasjuurisille, näyttäisi saavan tässä tutkimuksessa paakkutaimien osalta tukea.

Se, että hyvin typpipitoistenkin taimien eloonjääminen oli korkea istutustestissä, saattaa johtua em. testiolosuhteiden 'helppoudesta' ja siitä, että koevuosi-

na taimet eivät altistuneet varhaisille syyspakkasil-
le, jotka olisivat paljastaneet mahdollisen talveentu-
misen viivästymisen. Toisaalta tulokset lannoituksen
ja taimien ravinnepitoisuuksien vaikutuksesta taimien
kylmänkestävyyteen ovat hyvin ristiriitaisia (Pellet
ja Carter 1981).

KIRJALLISUUS

- Analytical methods for atomic absorption spectrophoto-
metry. 1971. Perkin-Elmer. Norwalk. Connecti-
cut, U.S.A.
- Anttila, T. & Lähde, E. 1977. Lannoituksen vaikutus
paperikenoissa kasvatettujen männyn taimien kehi-
tykseen taimitarhassa. Summary: Effect of ferti-
lization on the development of containerized pine
seedlings in a nursery. *Folia Forestalia* 314. 19
s.
- Barnett, J. 1984. Relating seedling physiology to
survival and growth in container-grown southern pi-
nes. Teoksessa: Duryea, M. & Brown, G. (toim.)
Seedling Physiology and Reforestation Success.
Martinus Nijhoff/Dr. W. Junk Publ. s. 157 -176.
- Christersson, L. 1972. The influence of urea and ot-
her nitrogen sources on growth rate of Scots pine
seedlings. *Physiologia Plantarum* 27:83-88.
- 1976. The effect of inorganic nutrients of water
economy and hardiness of conifers. *Studia Foresta-
lia Suecica* 136:1-23.
- Driessche, R van den. 1980. Effects of nitrogen and
phosphorus fertilization on Douglas-fir nursery
growth and survival after outplanting. *Canadian
Journal of Forest Research* 10:65-70.
- Fischer, P., Penningsfeld, F. & Kalthoff, F. 1979.
Die Nährstoffanlieferung von Osmocote 16-10-12 in
Torfsubstrat bei unterschiedlicher Feuchte und Tem-
peratur. *Deutsche Baumschule* 3:92-95.
- Hallet, R.D. 1981. Contrasting approaches to contai-
nerized seedling production. 3. Maritime provin-
ces. Teoksessa: Scarrat, J.B., Glerum, C. & Plex-
man, C.A. (toim.) Proceedings of the Canadian Tree
Seedling Symposium. COJFRC Symposium Proceedings
0-P-10. Sault Ste Marie, Ontario. s. 129-138.
- Halonen, O. & Tulkki, H. 1981. Ravinneanalyysin
työohjeet. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja
36. 23 s.
- Hakkila, P. & Kalaja, H. 1983. Puu- ja kuorituhkan
palauttamisen tekniikka. Summary: The technique

- of recycling wood and bark ash. *Folia Forestalia* 552. 37 s.
- Horwitz, W. (toim.) 1965. Official methods of analysis of the association of official agricultural chemists. Association of official agricultural chemists. Washington. 965 s.
- Jalkanen, E. 1976. Olemmeko unohtamassa luonnonlannoitteiden käytön. *Puutarha Uutiset* 39:792.
- Ingestad, T. 1962. Macro element nutrition of pine, spruce and birch seedlings in nutrient solutions. *Medd.Stat.Skogf.inst.*51(7):1-150.
- 1979. Mineral nutrient requirements of *Pinus silvestris* and *Picea abies* seedlings. *Physiol. Plant.* 45(4):373-380.
- Kinnunen, K. 1976. The effect of sowing date on the initial development of paperpot seedlings in plastic greenhouse. *Selostus: Kylvöajankohdan vaikutus kennotaimien alkukehitykseen muovihuoneessa. Communicationes Instituti Forestalis Fenniae* 88(5). 31 s.
- Kokkonen, M. & Räsänen, P.K. 1980. Paakkutaimien ominaisuudet ja ehdotus laatuluokitukseksi. *Met-sänjalostussäätiö. Tiedote* 4. 5 s.
- Kubin, E. 1985. Tuhkalannoitus kennotaimien kasvatuksessa. Posterit Suonenjoen tutkimusaseman taimitarhapäivillä 12.9.1985.
- Kurki, M. 1982. Suomen peltojen viljavuudesta III. Viljavuuspalvelu Oy:ssä vuosina 1955-1980 tehtyjen viljavuustutkimusten tuloksia. *Viljavuuspalvelu Oy. Helsinki.* 81 s.
- Lindell, M. 1980. Ledningstal och pH - Hjälpmedel i plantproduktionen. *Skogshögskolan, Garpenberg. Plantnytt* 3. 4 s.
- Lukkala, O. 1951. Kokemuksia Jaakkoin-suon koeojitusalueelta. *Summary: Experiences from Jaakkoin-suo experimental drainage area. Communicationes Instituti Forestalis Fenniae* 39(6). 53 s.
- Matthews, R.G. 1979. Contrasting approaches to containerized seedling production. 1. *British Columbia. Teoksessa: Scarrat, J.B., Glerum, C. & Plexman, C.A. (toim.) Proceedings of the Canadian Tree Seedling Symposium. COJFRC Symposium Proceedings* 0-P-10. Sault Ste Marie, Ontario. s. 115-122.
- Pellet, H. & Carter, J. 1981. Effect of nutritional factors on cold hardiness of plants. *Horticultural Reviews* 3: 144-171.
- Phillion, & Bunting, . 1983. Growth of spruce seedlings at various soluble fertilizer salt levels. *Tree Planters' Notes, fall:*31-33.

- Pitkänen, M. 1975. Kuori- ja turvetuhkan koostumus ja määrät. Kuorituhkaseminaari Keskuslaboratoriossa 4.3.1975: 7-20.
- Puustjärvi, V. 1985. Vesi- ja turveviljelyn ravinnesuhteet. Puutarha 8:502-504.
- Rikala, R. 1978-84. Moniravinnetutkimus (tuhkan, merilevän ja kuorirouheen vaikutus paakkutaimien kasvuun ja maastomenestymiseen). Suonenjoen tutkimus- asema. Koeselostukset 1-7 Metsähallituksen kokeista.
- 1978. Maanparannus, lannoitus ja kastelu keskustaimitarhoilla. Metsäntutkimuslaitos. Metsänviljelyn koeaseman tiedonantoja 24. 31 s.
- Suositus paakkutaimien laatuvaatimuksiksi. Metsähallituksen kirje Yt. 1821 (6.4.1984) metsäpuiden taimien tuottajille.
- Takala, E. 1977. Osmocote - uusi lannoite. Puutarha 11:525.
- Tinus, R. & McDonald, S. 1979. How to grow tree seedlings in containers in greenhouses. U.S.D.A. Forest Serv. Rocky Mountain Forest and Range Exp. Sta., Fort Collins, Colorado. General technical report RM-60. 256 s.
- Urvas, L. & Erviö, R. 1974. Metsätyypin määräytyminen maalajin ja maaperän ominaisuuksien perusteella. Maataloudellinen Aikakauskirja 46:307-319.

Liite 1. Satoturpeen (B6) peruslannoitteen ST-lannoite n:o 6, Enso-Gutzeitin Parviaisen tehtaiden kattilatuhkan, Kekkilä 5-,6- ja 9-lannoitteiden sekä urean, kaliumsulfaatin ja osmocote-lannoitteiden ravinnepitoisuudet.

Rav- vinne	ST-lan- noite n:o 6	Tuhka ⁽¹⁾	Kekkilä 5	Super 6	Urea 9	Kali- um- sulf.	Osmocote 1 ⁽²⁾	2 ⁽³⁾	
% (kuiva-aineesta)									
N	15,0	-	9,0	19,5	15,6	46,3	41,5	17,5	14,0
P	5,3	1,23	11,0	8,5	6,9	-	-	2,5	2,0
K	11,0	6,58	16,6	16,6	19,5	-	-	9,7	7,7
Ca	4,0	29,7	-	-	-	-	0,6	-	-
Mg	-	2,65	0,8	0,9	0,4	-	0,4	-	-
S	5,0	2,55	3,7	1,3	0,5	-	18,2	-	-
Fe	0,65	1,14	0,08	0,08	0,08	-	-	-	-
Mn	0,3	1,41	0,08	0,08	0,08	-	-	-	-
Zn	1,5	0,15	0,02	0,02	0,02	-	-	-	-
Cu	0,7	0,017	0,02	0,02	0,02	-	-	-	-
Mo	0,07	0,005	0,001	0,001	0,001	-	-	-	-
Co	-	0,004	0,001	0,001	0,001	-	-	-	-
B	0,06	0,027	0,02	0,02	0,02	-	-	-	-
Na	-	2,14	0,02	0,02	0,02	-	0,8	-	-
Cl	-	0,59	-	-	-	-	0,8	-	-

1) Enso-Gutzeit Oy:n Parviaisten tehtaiden kattilatuhkan analyysitulokset Enso-Gutzeit Oy:n ympäristölaboratoriossa mitattuna.

2) Osmocote (18-6-12)

3) Osmocote (14-14-14)

- N:o 1 Matti Leikola ja Jyrki Raulo. Tutkimuksia taimityyppiluokituksen laatimista var-
ten II. 1972.
- N:o 2 Matti Leikola. Silmujen ja neulasten poiston vaikutus männyn ja kuusen pituus-
kasvuun. 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 jälkeläiskokeesta.
1972.
- N:o 7 Matti Leikola. Havaintoja taimipakkausissa esiintyvistä lämpötiloista välivaras-
toinnin aikana. 1973.
- N:o 8 Matti Leikola ja Jyrki Raulo. Pellolle istutettujen männyn ja kuusen ja rauduksen
taimien alkukehityksestä. 1973.
- N:o 9 Etelä-Suomen metsänviljelytutkijoiden neuvottelupäiviillä pidetyt alustukset.
1973.
- N:o 10 Jyrki Raulo. Rauduskoivun taimilajien 1 A + 1 A tuottaminen. 1974.
- N:o 11 Matti Leikola ja Olavi Huuri. Ennakkotuloksia Etelä-Suomen runkotutkimukses-
ta vv. 1970—1973. 1974.
- N:o 12 Tutkimuspäivän alustukset v. 1974. 1974.
- N:o 13 Martti Ruottinen. Suonenjoen ja Pieksämäen taimitarhojen taimitoimitukset vuo-
sina 1971 ja 1972. 1975.
- N:o 14 Jyrki Raulo. Lannoitetun täytemaan käytöstä rauduskoivun viljelyssä. 1975.
- N:o 15 Matti Leikola. Näkökohtia lyhytkiertoviljelmiä ja -kokeita perustettaessa. 1976.
- N:o 16 Risto Rikala. Jauhetun kuorihumuksen käyttökelpoisuus lumen sulattamiseen
taimitarhalla. 1976.
- N:o 17 Matti Leikola ja Pekka Suolahti. Ennakkotuloksia männyn taimien välivarastointi-
kokeesta. 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 poppelipistokkaiden menestyminen Suo-
nenjoen taimitarhalla kesällä 1976. 1977.
- N:o 20 Matti Leikola. Muovihylsytaimien menestyminen Suonenjoella vv. 1971—1976.
1977.
- N:o 21 Pertti Harstela. Taimitarhatyöntekijöiden mielipiteitä työmenetelmistä ja työjär-
jestelystä. 1977.
- N:o 22 Carl Johan Westman ja Päivi Hänninen. Kemiallinen maa-analyysi paljasjuuris-
ten 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 keskustaimitarhoilla. 1978.
- N:o 25 Jari Parviainen ja Kyösti Kontinen. Männyn avomaataimien koulinta-ajankohta-
koe. 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. Kirjalli-
suuteen ja havaintoihin perustuvat ohjeet. 1979.
- N:o 28 Ukko Rummukainen ja Pekka Voipio. Eräiden herbisidien käytöstä havupuiden
kylvöaloilla. 1979.
- N:o 29 Leo Tervo. Havaintoja verhopuuston kasauksesta. 1979.
- N:o 30 Päivi Hänninen. Hidasliukoisten lannoitteiden käyttömahdollisuuksia 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 Jari Parviainen (toim.). Metsäpuiden taimien kasvatusta ja istutusta koskevia viimeaikaisia tutkimuksia. 1980.
- N:o 34 Päivi Hänninen. Männyn koulintataimien kasvuerot ja niihin vaikuttaneet tekijät Suonenjoen taimitarhalla. 1980.
- N:o 35 Taimitarhan sienitautipäivä 14.8. 1980.
- N:o 36 Havaintoja Keski-Eurooppaan tehdyttä opintomatkalta 14.6.-1.7.1980. Jari Parviainen ja Leo Tervo. Metsäpuiden taimien tuottaminen. Pekka Rossi. Lyhytkiertoviljelyn puulajien lisääminen ja viljely. 1980.
"Metsänviljelyn koeaseman tiedonantoja" -sarja ilmestyy vuoden 1981 alusta "Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja" -sarjassa.
- N:o 15 Hannu Raitio ja Risto Rikala. Näkökohtia taimien ravinnetaloudesta ja lannoituksesta taimitarhalla. 1981.
- N:o 26 Pertti Harstela ja Leo Tervo. Ennakkotuloksia pistokkaiden istutuksesta auroavilla istutuskoneilla ja käsin. 1981.
- N:o 34 Taimitarha-aineiston geneettiset ominaisuudet. Tutkimuspäivän 1981 esitelmät. 1981.
- N:o 49 Pertti Harstela ja Leo Tervo. Paljasjuuristen taimien tuotannon teknologia. 1982.
- N:o 62 Marja-Liisa Juntunen. Tuhkan levityksen terveydellisten haittojen arviointi. 1982.
- N:o 76 Pekka Rossi. Hirvien aiheuttamat satomenetykset pajuviiljelmillä. 1982.
- N:o 104 Risto Rikala ja Kimmo Vähänurmi. Kasvatusalustan vaikutus yksivuotiaiden männyn kennotaimien kehittymiseen. 1983.
- N:o 117 Ukko Rummukainen ja Pekka Voipio. Tuloksia rikkakasvien kemiallisesta torjunnasta rauduskoivun koulinta-alalla turvemaalla. 1983.
- N:o 118 Juha Lappi ja Heikki Smolander. AKTA-aineistojen kuvallisen ja tilastollisen analyysin ohjelma. 1983.
- N:o 142 Antti Maukonen. Kulotusteknologian kehittäminen. 1984.
- N:o 164 Leo Tervo. Uudelleenkierrätysperiaatteella toimiva kasvin suojeluruisku taimitarhalla. 1984.
- N:o 181 Harvennuspuun korjuu ja metsikön tuleva tuotto. Vuoden 1984 tutkimuspäivän esitelmät. 1985.
- N:o 189 Marja-Liisa Juntunen. Työnjohto metsäyhtiöissä. Tapaustutkimus puunhankintaorganisaatioiden piirien toimihenkilöiden työjärjestelyistä. 1985.
- N:o 212 Leo Tervo. Vastukset kevyitä juontolaitteita käytettäessä. Friction in the use of light skidding equipment. 1986.
- N:o 221 Risto Rikala. Lannoituksen vaikutus männyn paakkutaimien kehittymiseen. 1986.
- N:o 241 Versosyöpä taimitarhalla ja taimitarhapäivän 1985 posterit. 1986.

Metsäntutkimuslaitos
Suonenjoen tutkimusasema
77600 SUONENJOKI
Puh. 979-11741