

ISTUTUSKUOPPAAN ANNETUN KUPARIHIENOFOSFAATIN VAIKUTUS MÄNNYN JA KUUSEN TAIMIEN ELOSSAPYSYMISEEN JA PITUUSKASVUUN ERAÄLLÄ KULOTETULLA JA AURATULLA UUDISTUSALALLA KOILLIS-SUOMESSA

ELJAS POHTILA

SUMMARY:

EFFECT OF FINE-GROUND COPPER ROCK PHOSPHATE PLACED IN THE PLANTING HOLE ON THE SURVIVAL AND HEIGHT GROWTH OF SCOTS PINE AND NORWAY SPRUCE IN A BURNT AND FURROWED REFORESTATION AREA IN NORTH-EAST FINLAND

Saapunut toimitukselle 16. 2. 1972

Kirjoituksessa esitellään tulos Sallan yhteismetsässä tehdystä viljelykokeesta, jossa männyn ja kuusen taimille annettiin istutuskuoppaan erisuuruisia määriä kuparihienofosfaattia (33.0 % P_2O_5 , 4.0 % Cu). Koe tehtiin moreenimaalla, joka ennen viljelyä kulotettiin ja aurattiin noin 5 m:n vakoväleihin. Taimia istutettiin tasaisesti vakojen väliselle tasamaalle, palteisiin ja vaon pientareisiin. Istutuskesä oli poikkeuksellisen vähäsatoinen ja myös keskimääräistä kylmempi. Lannoitus paransi etenkin männyn taimien elossapysymistä ja kuntoa ja lisäsi jonkin verran myös taimien pituuskasvua. Männyn paras tulos saatiin 30 g:lla, kuusella 60 g:lla lannoitetta. Kuusen taimet pysyivät paremmin elossa kuin männyn taimet.

1. JOHDANTO

Sallan yhteismetsään vuosina 1967—68, etupäässä auratuille alueille perustettujen männynviljelykokeiden tarkastuksissa havaittiin istutustaimissa vaurioita, jotka voitiin tulkita mm. fosforinpuutesymptomeiksi. Taimilta puuttui latvakasvaimia tai latvakasvaimet olivat usein epänormaalin ohuita ja ns. turverullataimilla ilmeni myös rungon mutkaisuutta (vrt. HUIKARI & PAAVILAINEN 1968). Kevättarkastuksissa havaittiin myös paleltumiseen viittaavaa neulasten ruskettumista (vrt. KURKELA 1965, KOSKELA 1970). Kesällä 1969 perustettiin Sallan yhteismetsään suppea koe, jossa istutustaimia lannoitettiin kuparihienofosfaatilla ja jossa lisäksi haluttiin vertailla mäntyä ja kuusta.

Yleisesti otaksutaan, että pohjoisen kylmässä ilmanalassa fosforilla olisi

tärkeä merkitys erityisesti taimien juuristoille. Lämpötilan tiedetään vaikuttavan fosforin kulkeutumiseen ja sijoittumiseen kasveissa (KRAMER & KOLOWSKI 1960). Nukleiinihapon aineosana fosforia tarvitaan mm. kasvupisteiden solunjakautumisessa. Suoraan tai välillisesti taimen sisältämä fosforimäärä näyttää säätelevän myös verson ja juuriston kasvusuhdetta (SANDVIK 1968). Tutkimuksia, jotka osoittaisivat nimenomaan fosforin puutteen haittaavan viljelytaimien kehitystä, ei Lapista kuitenkaan ole.

Etelä-Suomessa fosforilannoitteiden käytöstä on saatu melko ristiriitaisia kokemuksia. VIRON (1966) kivennäismailla tekemissä kokeissa istutuskuoppaan annetulla kotkafosfaatilla ei ollut sanottavaa vaikutusta enempää taimien elossapysymiseen kuin kasvuunkaan. Samansuuntaisia tuloksia ovat esittäneet myös LEIKOLA ja SUOLAHTI (1970). Turvemailla metsänviljelyn yhteydessä annetut fosforilannoitteet sen sijaan ovat yleensä lisänneet sekä taimien eloonjäämistä että kasvua (HEIKURAINEN et. al. 1966, MANNERKOSKI & SEPPÄLÄ 1970). PAAVILAINEN (1970) totesi kuitenkin suopeltojen metsityskokeissaan raakafosfaatinkin voivan lisätä taimien kuolleisuutta, mikäli maa on kuivaa ja lannoitetta annetaan suoraan istutuskuoppaan.

Eräissä Norjassa tehdyissä istutuskokeissa raakafosfaatin havaittiin vaikuttavan suotuisasti taimien elossapysymiseen ja kasvuun myös kangasmaalla (MORK & BRANTSEG 1963). BENZIAN (1965) totesi Englannin taimitarhoissa suorittamissaan monipuolisissa lannoituskokeissa pienten kylvötaimien reagoivan yleensä positiivisesti fosfaattilannoitukseen, kouluttujen taimien tuskin ollenkaan. Tarhoissa, joissa pH oli hyvin alhainen, fosfaattilannoituksen vaikutus oli muita suurempi.

Koe liittyy osana metsänviljelykokeisiin, joita Helsingin yliopiston metsänhoitotieteen laitoksen ja Koillis-Suomen piirimetsälautakunnan toimesta on perustettu Sallan yhteismetsään vuodesta 1967 alkaen tarkoitukseen myönnettyjen metsänparannusvarojen turvin. Taloudellista tukea on saatu jonkin verran myös Suomen Luonnonvarain Tutkimussäätiöltä. Kokeen perustamisen valvoivat silloiset metsäylioppilaat Jorma Koivurinne ja Veli-Mikko Penttinen. Sallan yhteismetsän silloinen metsätietnikko Veikko Vuontisjärvi auttoi monin tavoin kokeen perustamisen vaatimissa käytännön järjestelyissä. Professori PaaVo Yli-Vakkuri ja maatalous- ja metsätieteiden tohtori Erkki Lähde ovat lukeneet käsikirjoituksen tehden monia varteen otettuja huomautuksia. Kokeen suunnittelu, tarkastukset ja aineiston käsittely ovat kirjoittajan työtä. Kiitän kaikkia saamastani avusta.

2. KOEALUE

Koealue sijaitsee noin 15 km napapiiriltä pohjoiseen Sallan yhteismetsän Portin palstalla. Alueen korkeus merenpinnasta on n. 260 m ja keskimääräinen vuotuinen lämpösumma n. 744 d.d. Maapohja on vähäkivistä hietamoreenia ja metsätyyppi lähinnä seinäsammal-mustikkatyyppiä (HMT). Maannoskerroksen paksuudeksi saatiin 8 havainnon perusteella:

Humuskerros	8.0 cm ¹⁾
A-horisontti	7.5 »
B-horisontti	8.9 »

Kuvio viettää n. 10–15 % länsiluoteeseen. Lähin metsänreuna on n. 100 metrin päässä lännessä, jossa kasvaa yli 150-vuotiasta mäntyvaltaista metsää.

Ennen avohakkuuta, joka suoritettiin vuosina 1966–67, koealueella oli puuta n. 80–90 m³/ha. Tästä oli valtaosa, n. 50 % kuusta, 30 % mäntyä ja loput 20 % koivua. Kesäkuussa 1967 alue kulotettiin. Kulotuksen jälkeisenä poutakautena tuli kyti muutamissa paikoissa kauan sytytellen kuloa useita kertoja uudelleen. Varsinaista useaan kertaan palamista ei kuitenkaan pääsyt tapahtumaan. Kesäkuussa 1968 alue aurattiin Marttiinin metsäauralla n. 5 m:n vakoväleihin päälaskusuuntaan.

3. TAIMET JA KOEJÄRJESTELY

Kokeessa käytetyt männyn taimet saatiin Koillis-Suomen piirimetsälautakunnan taimitarhalta Ketolasta. Ne olivat avomaalla tuotettuja 2A + 1A paljasjuuritaimia, jotka oli kasvatettu koulintavaiheeseen Ruotsissa (Hörneforsin taimitarha, Umeå). Myös siemenalkuperä oli Ruotsista (64°–300 m). Ketolan taimitarhaan ne koulittiin 11. . . 12. 6. 1968 tavallisella lautakoulinnalla riviin niin, että taimien tiheydeksi tuli 3.5 × 18 cm. Koulinta-alusta oli kivennäismaa, johon oli sekoitettu maanparannusaineksi mutaa 600 m³/ha. Taimia lannoitettiin koulintakesänä seuraavilla määrillä (g/m²):

Typpi	Fosfori	Kali
(N)	P ₂ O ₅	K ₂ O
15.6	45.0	30.0

Typpi annettiin oulunsalpietarina, fosfori kaksoissuperfosfaattina ja kali kaliumsulfaattina.

Talven jäljiltä taimissa todettiin hometta ja pakkasvaurioita. Taimet nostettiin 28. 5. 1969 taimitarhan kylmävarastoon, josta ne kuljetettiin 4. 6. 1969 kuorma-autolla muovisäkkeihin pakattuina koealueen läheisyydessä sijaitsevaan kellariin. Lämpötila kellarissa vaihteli säilytyksen aikana 2.2:n ja 6.2°C:n välillä. Männyn taimet istutettiin 12. . . 13. 6. 1969.

Laadultaan männyn taimet olivat huonoja. Maisteri Ukko RUMMUKAINEN metsäntutkimuslaitoksesta totesi tutkittavaksi saamastaan satunnaisnäytteestä virheettömiksi vain n. 30 %. Saman verran oli taimia, joilla tyviosan kuori oli kokonaan irronnut, vaikka kyseiset taimet ylimalkaisesti tarkastellen näyttivätkin terveiltä. Taimien laatuun vaikuttivat luultavasti paljon koulintakesän sääolot. Kesä 1968 oli poikkeuksellisen kylmä: esim. Sallan ilmas-

¹⁾ Mittausta ennen alue oli mm. kulotettu.

toasemalla lämpösummaksi saatiin 676 d.d. normaaliarvon jaksolta 1931–60 ollessa 790 d.d. Myös talvi tuli poikkeuksellisen aikaisin ja sen äkillistä tuloa edelsi vielä ajankohtaan nähden harvinaisen lämmin kausi.

Istutuksen yhteydessä lajiteltiin taimista pois vain kuolleiksi tunnistetut. Käytännön metsänviljelyissä kyseinen taimierä tiettävästi lajiteltiin tarkemmin. Männyn taimien verson alkupituus istutuksen jälkeen oli keskimäärin 7.5 cm.

Kuusen taimet olivat muovihuoneessa idätettyjä ja avomaalle koulittuja 1M + 2A paljasjuurisia taimia. Siemenen alkuperä oli kainuulainen (alkuperätunnus T 14–66–11), ja taimet oli kasvatettu Lapin piirimetsälautakunnan Taimelan tarhassa. Kylvöstä ja koulinnasta saatiin seuraavia tietoja:

	Kylvö	Koulinta
Alusta	Jyrsinturve	Kivennäismaa
Ajankohta	4. 5. –66	14 . . . 16. 6. –67
Tapa	Hajakylvö	Lautakoulinta
Tiheys	10 g/m ³	4 + 18 cm

Ensimmäisen kesän taimet kasvoivat muovihuoneessa, joka poistettiin 26. 8. –66. Kuusen taimien kasvatusalustoja lannoitettiin seuraavasti (g/m³):

	Typpi	Fosfori	Kali
	(N)	(P ₂ O ₅)	(K ₂ O)
1. kesänä	6 × 3.9	1 × 16.5	1 × 15.0
2. »	2 × 5.2	1 × 23.1	1 × 25.0
3. »	2 × 5.2	—	—

Typpi annettiin oulunsalpietarina, fosfori hienofosfaattina ja kali kaliumsulfaattina.

Keväällä 1969 taimissa havaittiin jonkin verran hometta. Kuusen taimet nostettiin 15. 5. 1969 taimitarhan kylmävarastoon, josta ne muovisäkkeihin pakattuina kuljetettiin 14. 6. 1969 koealueelle välittömästi istutettaviksi.

Kuusen taimet olivat tasaisesti kookkaita: verson alkupituus istutuksen jälkeen oli keskimäärin 16.7 cm. Päinvastoin kuin männyn taimet kokeessa käytetyt kuusen taimet olivat istutushetkellä myös erittäin hyväkuntoisen näköisiä.

Kokeen järjestelyssä sovellettiin sisäkkäisten ruutujen periaatetta (split-plot design). Pääruutu sisälsi puulajin (mänty tai kuusi) ja osaruutu lannoitustason (0, 30, 60 ja 120 g). Aurausvakoja noudattavia lohkoja arvottiin kaikkiaan 8 kpl ja ne muodostavat jokseenkin yhtenäisen koekentän.

Lannoitteena käytettiin Rikkihappo Oy:n kuparihienofosfaattia (33.0 % P₂O₅, 4.0 % Cu), jota lannoitettavilla osaruuduilla kaadettiin mitta-astialla istutuskuoppaan lannoitustason osoittama määrä. 120 g:n tasossa istutuskuoppa tuli jokseenkin täyteen lannoitetta. Kuhunkin osaruutuun istutettiin yhteensä 30 tainta siten, että taimia tuli tasaisesti vaon pientareisiin, paltei-

siin ja vakojen väliselle tasamaalle. Kokeessa oli kumpaakin puulajia siis $8 \times 4 \times 30 = 960$ tainta. Viljelyn suoritti 1 + 2 miehen suuruinen työryhmä 12. .16. 6. 1969. Istutuksessa käytettiin kourukuokkaa.

4. KOEVUOSIEN SÄÄ

Koetta perustettaessa 12. .16. 6. 1969 vallitsi yleensä pilvinen, melko kolea ja sateinen sää. 15. 6. sattui mm. kolmen tunnin lumisade. Kokonaisuutena ottaen istutuskesä oli kuitenkin poikkeuksellisen kuiva. Kuivuutta kuvastaa mm. Sallan ilmastoaseman havainnoista laskettu humidisuusluku (sademäärä, mm: keskilämpötila, °C) vuoden 1969 kesä-elokuulle: 8,8, mikä on vain noin puolet normaalista 16,8:sta. Myös vuonna 1970 sademäärät jäivät tavallista pienemmiksi. Heinäkuussa, jolloin taimien kuivumisvaara on Lapissa suurin, satoi kuitenkin jopa normaalia enemmän. Kesä- ja heinäkuun korkeiden keskilämpötilojen ja kesä- ja elokuun vähäsateisuuden vuoksi vuoden 1970 kesä-elokuun humidisuusluku on niinkin alhainen kuin 9,6. Kesää 1971 voidaan taas pitää normaalin kosteana: humidisuusluku kesä-elokuulle oli 16,7.

Kasvukausien lämpösummat muodostuivat Sallan ilmastoasemalla koevuosina seuraaviksi:

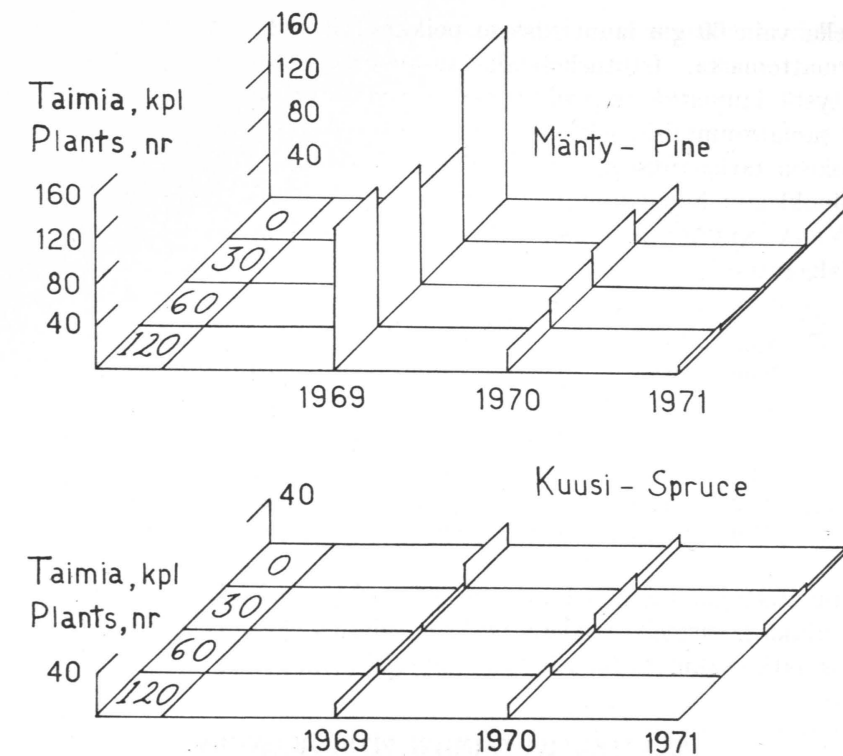
1969	1970	1971	Keskim. 1931—60
	d.d. 2 m:n kork. maasta		
740	942	710	790

Kesä 1970 oli poikkeuksellisen lämmin kun taas kesä 1969 ja varsinkin kesä 1971 olivat normaalia viileämpiä.

5. VAIKUTUS TAIMIEN ELOSSAPYSYMISEEN

Kuvassa 1 esitetään kasvukausien lopussa todetut kuolleiden taimien määrän vuotuiset lisäykset eri lannoitustasoilla. Männyntaimista kuoli jo istutuskesän aikana (tarkastus lokakuun alussa) 41 % ja tällöin syntyi myös lannoitustasojen kesken selviä eroja: eniten kuoli lannoittamattomia, vähiten 30 g:lla lannoitettuja taimia. Toisen kasvukauden loppuun mennessä lannoitustasojen väliset erot hieman tasoittuivat, mutta kolmantena vuotena jälleen kasvoivat. Lannoituksen vaikutus ilmeni jokseenkin samanlaisena myös kuusen taimissa, joita kuitenkin kuoli alusta alkaen paljon vähemmän kuin männyntaimia.

Tutkittaessa lähemmin χ^2 -testillä elävien taimien lukumäärän vaihtelua kolmannen kasvukauden lopussa osoittautui, että männyllä ja kuusella lannoituksen vaikutus oli jossain määrin erilainen: heterogeeniteetti $-\chi^2 = 16,38^{***}$; $v = 3$. Taulukosta 1 ilmeneekin, että paras elossapysyminen saavutettiin männyllä 30 g:lla, kuusella taas 60 g:lla kuparihienofosfaattia. Män-



Kuva 1. Vuotuisissa syystarkastuksissa todetut kuolleiden taimien määrän lisäykset eri lannoitustasoilla (0...120 g kuparihienofosfaattia).

Fig. 1. Increase of plant mortality at various levels of fertilization (0...120 g fine-ground copper rock phosphate). The experiment was checked at the end of each growing season.

Taulukko 1. Taimien elossaolosadannes kolmen kasvukauden kuluttua kokeen perustamisesta eri lannoitustasoilla (0...120 g kuparihienofosfaattia).

Table 1. Survival per cent of the plants after three growing seasons from the start of the experiment at various levels of fertilization (0...120 g fine-ground copper rock phosphate).

Lannoitustaso, g/taimi Level of ferti- lization, g/plant	Mänty Pine	Kuusi Spruce
	%	
0	21.2	87.1
30	47.1	90.0
60	42.5	94.6
120	35.8	92.1
Keskim. — Average	36.6	91.0

nyllä kaikki lannoitustasot poikkesivat taimien elossapysymisen suhteen tilastollisesti erittäin merkitsevästi 0-tasosta ja lannoitustasojen kesken havaittiin lisäksi tilastollisesti jokseenkin merkitsevä ero 30:n ja 120 g:n tason välillä.

Kuusella vain 60 g:n lannoitustaso poikkesi tilastollisesti merkitsevästi lannoittamattomasta. Istutuskohdalla aurauksvaon suhteen ei ollut sanottavaa merkitystä lannoituksen vaikutukseen, vaan taimien elossapysymisen erot olivat samansuuntaisia sekä pientareissa, palteissa että tasamaalla.

Kokeen tarkastuksissa elävät taimet luokiteltiin silmävaraisesti kolmeen kuntoluokkaan: huonokuntoiset, normaalit ja erittäin hyväkuntoiset taimet (vrt. YLI-VAKKURI ym. 1968). Syksyn 1971 luokituksessa päädyttiin seuraaviin jakaantumiin:

Lannoitus- taso, g	M ä n t y				K u u s i			
	Huono- kunt.	Normaa- leja	Erittäin hyväk.	Yh- teensä	Huono- kunt.	Normaa- leja	Erittäin hyväk.	Yh- teensä
	% elävistä taimista							
0	21.6	39.2	39.2	100.0	5.7	56.0	38.3	100.0
30	11.5	37.2	51.3	100.0	1.4	42.1	56.5	100.0
60	11.8	30.4	57.8	100.0	3.1	38.3	58.6	100.0
120	11.6	32.6	55.8	100.0	1.4	40.3	58.3	100.0

Lannoitettujen taimien kunto on selvästi parempi kuin lannoittamattomien, minkä perusteella voidaan otaksua taimien elossaolosadannesten erojen säilyvän jatkossakin edellä esitetyn suuntaisina.

6. VAIKUTUS TAIMIEN PITUUSKASVUUN

Taimien pituuskasvu oli istutuskesänä niin vähäistä — männyllä keskim. 1.7 cm ja kuusella keskim. 1.3 cm — ettei ainakaan käytetyllä 1 cm:n mittaus-tarkkuudella lannoituksen vaikutusta voitu selvästi todeta. Männystä tehdyt pituuskasvuhavainnot viittasivat siihen suuntaan, että lannoitus olisi ensimmäisenä kesänä vähentänyt pituuskasvua:

	Lannoitustaso, g			
	0	30	60	120
Latvakasvain, cm	2.5	1.1	1.7	1.7
HSD ¹⁾ =	1.4 cm			

Pituuskasvuhavainto tehtiin luonnollisesti vain elossapysyneistä taimista ja ylläesitetyt keskimääräiset pituuskasvuerot saattavatkin johtua lannoitus-tasojen välisistä suurista kuolleisuuseroista (kuva 1). Mitään yleistä kuolleisuuden ja pituuskasvun välistä positiivista korrelaatiota aineistossa ei kuitenkaan todettu.

Myös toisena kasvukautena sekä männyn että kuusen pituuskasvu jäi vähäiseksi: männyllä keskim. 1.7 cm, kuusella 1.6 cm. Lannoituksen pituus-

¹⁾ HSD = »honestly significant difference», joka laskettiin tavanomaisen varianssianalyysin päätteeksi (MATTILA 1969).

kasvua lisäävä vaikutus tuli kuitenkin tilastollisesti jokseenkin merkitsevänä näkyviin puulajien yhteistuloksissa:

	Lannoitustaso, g			
	0	30	60	120
Latvakasvain, cm	1.3	1.8	1.8	1.8
HSD =	0.6 cm			

Vasta kolmantena kesänä, jolloin sekä mänty että kuusi näyttivät selviävän alkuvaikeuksistaan, havaittiin puulajien kesken selviä kasvueroja (taulukko 2). Männyn pituuskasvu oli tuolloin keskimäärin noin kaksi kertaa suurempi kuin kuusen. Suuren taimikuolleisuuden vuoksi männyllä myös vaihtelu oli suurempaa kuin kuusella ja lannoituksen vaikutus osoittautuikin kolmantena kasvukautena tilastollisesti merkitseväksi vain kuusella. Taimien kokonaispituutta lannoitus oli kolmannen kasvukauden loppuun mennessä lisännyt samoin tilastollisesti merkitsevästi vain kuusella.

Taulukko 2. Viimeisen latvakasvaimen ja taimien kokonaispituus kolmannen kasvukauden lopussa eri lannoitustasoilla (0..120 g kuparihienofosfaattia).

Table 2. Last terminal shoot and total height of the surviving plants at the end of the third growing season at various levels of fertilization (0..120 g fine-ground copper rock phosphate).

Lannoitustaso, g/taimi Level of fertilization, g/plant	Mänty — Pine		Kuusi — Spruce	
	Latva- kasvain Terminal shoot	Kokonais- pituus Total height	Latva- kasvain Terminal shoot	Kokonais- pituus Total height
	cm			
0	9.6	20.8	4.8	23.4
30	10.4 HSD	21.8 HSD	5.7 HSD	25.5 HSD
60	10.5 = 5.2	22.1 = 6.5	6.4 = 1.6	25.8 = 2.1
120	11.2	24.7	5.7	25.5
Keskim. — Average	10.4	22.4	5.6	25.1

Pituuskasvuhavaintojen perusteella tutkittiin myös lannoitusvaikutuksen suhdetta kasvualustaan (tasamaa, palle, piennar). Voitiin todeta, että lannoituksen vaikutus oli kaikissa tapauksissa samanlainen.

7. TARKASTELUA

Mistä kuparihienofosfaatin suotuisa vaikutus perimmältään johtui, jää tarkempien tutkimusten puuttuessa epäselväksi. Kokeessa käytettyjen taimien lannoituksessa taimitarhalla ei havaittu tavallisuudesta poikkeavaa. Männyn ja kuusen taimet olivat lisäksi eri taimitarhoilta, mikä lisää tulosten

yleistettävyyttä taimimateriaalien suhteen. Taimien taimitarhakasvatusvaiheeseen sisältyi kuitenkin poikkeuksellisen kylmä kesä 1968, joka saattoi aiheuttaa myös tavallisuudesta poikkeavia vaatimuksia ravinteisiin nähden. Eräillä maatalouskasveilla fosfaattilannoituksen on havaittu jouduttavan talveentumista ja lisäävän kylmänkestävyyttä (esim. GRINFELD 1964, PASTOREK & JURGA 1969, SCHNAPPINGER et. al. 1969) ja viitteitä samaan suuntaan on saatu myös metsäpuiden lannoituksista (KURKELA 1965, KOSKELA 1970).

Koealueella suoritettiin ennen viljelyä sekä kulotus että auraus ja mahdollista on, että lannoituksen vaikutus johtuukin poikkeuksellisesta maanpinnan käsittelystä. Mainittakoon, että koealueen läheisyydessä tehdyissä muissa istutuskokeissa kulotus näyttää lisänneen taimikuolleisuutta. Kulotetuilta koealoilta on tavattu mm. kuplamörskyn (*Rhizina undulata* Fr.) itiöemiä. VIRON (1970) tutkimusten mukaan kulotus alkuvuosina lisää mm. helposti liukenevan fosforin määrää. Aurauksen vastaavista vaikutuksista ei ole toistaiseksi selvityksiä. Se, että lannoituksen vaikutus oli samanlainen kaikissa istutuskohdissa (vakojen välinen tasamaa, palle ja vaon piennar), viittaa puolestaan yleisempään, maanpinnan käsittelystä riippumattomaan tekijään. Koealueen maa on verrattain vanhaa, subra-akvaattista ja ilmasto humidinen. Maan huuhtoutuminen voi olla tämän vuoksi keskimääräistä tuntuvampaa (AALTONEN 1933, 1940, VIRO 1953).

Istutuskesänä satoi poikkeuksellisen vähän ja lannoitustasojen väliset erot taimien elossapysymisessä syntyivät pääasiassa juuri ensimmäisenä kasvukautena. MANNERKOSKI (1971) totesi männyn- ja kuusenkylvökokeissaan hienofosfaattilannoituksen vaikuttavan edullisesti erityisesti kuivilla alustoilla. Myös pitkäneulamännillä (*Pinus palustris* Mill.) fosforilannoituksen on havaittu vaikuttavan suotuisasti sekä taimien elossapysymiseen että alkuvuon olosuhteissa, joissa taimien kehitystä usein haittaa maan liiallinen kuivuminen (HUGHES et. al. 1971).

Toinen istutuksen jälkeinen kesä oli samoin melko kuiva ja ennen kaikkea poikkeuksellisen lämmin. Männillä kuolleiden taimien määrät (kuva 1) hieman tasoittuivat istutusvuoden syksystä toisen maastokasvukauden loppuun jonkin verran. Merkillepantavaa on, että toisen ja kolmannen tarkastuskerran välisenä aikana lannoituksen taimikuolleisuutta vähentävä vaikutus tuli jälleen näkyviin. Kolmas istutuksen jälkeinen kesä oli normaalin kostea, mutta keskimääräistä kylmempi kuten istutuskesäkin. Lämpötilalla lienee pohjoisessa huomattava vaikutus myös maan luontaisten fosforivarojen mobilisaatioon, mutta tätäkään vuorosuhdetta ei lähemmin tunneta (TISDALE & NELSON 1968).

Eräs epäselvyyttä aiheuttava tekijä on lannoitteessa mukana ollut kupari. HAVERAAENIN (1964) turvealustalla tekemissä kuusen taimien lannoituskokeissa kupari osoittautui erittäin tärkeäksi minimitekijäksi. BENZIANIN (1965) mukaan kuparin puutetta saattaa esiintyä varsinkin kuivina

ja kuumina kasvukausina. Yksiselitteisempien tulosten saamiseksi fosforia ja kuparia olisi kokeiltava myös erikseen. Lisäksi pitäisi järjestää useampia toistoja ajan ja erilaisten kasvualustojen suhteen.

Tuloksista on vielä syytä panna merkille kuusen taimien hyvä elossapysyminen.

8. LÄHDELUETTELO

- AALTONEN, V. T. 1933. Über die postglazialen, natürlichen Veränderungen des Waldbodens in Finnland. Selostus: Suomen metsämaaperän luontaisista muutoksista jääkauden jälkeen. Commun. Inst. For. Fenn. 18, 4.
- » — 1940. Metsämaa. Porvoo-Helsinki.
- BENZIAN, B. 1965. Experiments on nutrition problems in forest nurseries. Vol. I. Forestry Commission. Bull. 37.
- GRINFELD, E. 1964. Phosphordünger als Faktor zur Erhöhung der Frostwiderstandsfähigkeit der Pflanzen. Agrarchemie 64—71.
- HAVERAAEN, O. 1964. Koppermangel hos gran. Tidsskr. for Skogbr. 72. III.
- HEIKURAINEN, L., PÄIVÄNEN, J. & SEPPÄLÄ, K. 1966. Koetuloksia männyn kylvöstä ja istutuksesta ojitetuilla soilla. Summary: Some results of pine seeding and planting on drained peat soils. Silva Fenn. 119, 2.
- HUGHES, R. E., JACKSON, J. E. & HART, R. H. 1971. Fertilization of Young Longleaf Pine in a Cultivated Plantation. U.S. For. Serv. Res. Pap. SE 75, 1—8.
- HUIKARI, O. & PAAVILAINEN, E. 1968. Metsän lannoitus. Rauma.
- KOSKELA, V. 1970. Havaintoja kuusen, männyn, rauduskoivun ja siperialaisen lehtikuusen halla- ja pakkaskuivumisvaurioista Kivisuon metsänlannoituskoealalla. Summary: On the occurrence of various frost damages on Norway spruce, Scots pine, silver birch and Siberian larch in the forest fertilization experimental area at Kivisuo. Folia For. (Inst. For. Fenn.) 78.
- KRAMER, P. J. & KOZLOWSKI, T. T. 1960. Physiology of Trees. New York.
- KURKELA, T. 1965. Männyn lumikaristetaudin ja lannoituksen suhteesta Kivisuon metsänlannoitusalueella. Summary: On the relationship between the snow blight (*Phacidium infestans* Karst.) and fertilization in Scotch pine seedlings. Folia For. (Inst. For. Fenn.) 14.
- LEIKOLA, M. & SUOLAHTI, P. 1970. Fosforilannoituksen vaikutus istutustaimien menestymiseen. Metsälehti 19.
- MANNERKOSKI, H. 1971. Lannoituksen vaikutus kylvösten ensi kehitykseen. Summary: Effect of fertilization on the development of Scots pine and Norway spruce plantations established by sowing on peat. Silva Fenn. 5, 2.
- MANNERKOSKI, H. & SEPPÄLÄ, K. 1970. Lannoituksen vaikutus istutustaimiston alkukehitykseen lyhytkortisella nevalalla. Summary: On the influence of fertilization on the initial development of plantations in open low-sedge bogs. Suo 21, 12—17.
- MATTILA, S. 1969. Tilastotiede II. Helsinki.
- MORK, E. & BRANTSEG, A. 1963. Gjødsling av skogsmark. Særtrykk av »Forskning og forsøk i landbruket». Oslo.
- PAAVILAINEN, E. 1970. Koetuloksia suopeltojen metsittämisestä. Summary: Experimental results of the afforestation of swampy fields. Folia For. (Inst. For. Fenn.) 77.
- PASTOREK, M. & JURGA, L. 1969. Measuring of electric conductance: one of the methods of investigation of plants damaged by winter. Pol' nohospodárstvo 15, 951—955.
- SANDVIK, M. 1968. Mineralernaering og gjødsling. Produksjon av skogplanter. Toim. Rusten, A. & Landmark, L. Oslo.

- SCHNAPPINGER, M. G., BANDEL, V. A. Jr. & KRESGE, C. B. 1969. Effect of Phosphorus and Potassium on Alfalfa Root Anatomy. *Agron. J.* 61, 805–808.
- TISDALE, S. L. & NELSON, W. L. 1968. Soil fertility and Fertilizers. New York — Toronto.
- VIRO, P. J. 1953. Loss of nutrients and the natural nutrients balance of the soil in Finland Selostus: Ravinteiden huuhtoutuminen ja maan luontainen ravinnetase Suomessa. *Commun. Inst. For. Fenn.* 42, 1.
- VIRO, P. J. 1966. Kangasmaan taimiston lannoitus. Summary: Manuring of young plantations. *Commun. Inst. For. Fenn.* 61, 4.
- » — 1969. Prescribed burning in forestry. *Commun. Inst. For. Fenn.* 67, 7.
- YLI-VAKKURI, P., RÄSÄNEN, P. K. & HILLI, A. 1968. Taimien talvivarastoinnista ja sen vaikutuksesta männyn taimien istutuskelpoisuuteen. Summary: Overwinter Cold-Storage. and its Effect on the Field Survival and Growth of Planted Scots Pine. *Acta For. Fenn.* 88.

SUMMARY:

EFFECT OF FINE-GROUND COPPER ROCK PHOSPHATE PLACED IN THE PLANTING HOLE ON THE SURVIVAL AND HEIGHT GROWTH OF SCOTS PINE AND NORWAY SPRUCE IN A BURNT AND FURROWED REFORESTATION AREA IN NORTH-EAST FINLAND

This paper describes the result of a fertilization experiment, in which transplants of Scots pine and Norway spruce were fertilized with fine-ground copper rock phosphate placed direct in the planting hole. The experiment was made in North-East Finland on a clear-cut, burnt-over and furrowed moraine heath.

The pines used in the experiment were two years old transplants. Their quality was not good, which was caused probably by the coldness of the transplanting summer. The spruces were three years old, transplanted, big, and vigorous plants. The fertilizer contained 33.0 % P_2O_5 and 4.0 % Cu and it was applied at four levels: 0, 30, 60 and 120 g per plant. The experiment had a split-plot design (main plot=tree species, sub-plot=level of fertilization), the experimental unit was 30 plants. The plants were located equally on the flat ground between ploughed furrows, on the ridges and on the edges of furrows.

The rainfall during the planting summer (1969) was very low and also the sum of temperature was below the average. The second summer after planting was warmer than normally but the rainfall was below the average again. The rainfall during the third summer was normal but the sum of temperature was less than usually.

During the planting summer dead a lot of the pine plants and between the fertilization levels sprung up great differences (fig. 1). The fertilization had a favourable effect on the survival both of the pines and the spruces. Till the end of the second summer the differences between the fertilization levels decreased slightly but increased again till the end of the third summer. After three growing seasons there were most surviving pines at the fertilization level of 30 g, and spruces at the level of 60 g (table 1). On an average the spruces survived much better than the pines. The fertilization increased also the height growth of the plants, but this effect was not very clear (table 2).