

Vol. 30

1979, N:o 4—5

21. 12. 1979

S U O

Julkaisija — Publisher:
SUOSEURA — FINNISH PEATLAND SOCIETY
Toimituskunta — Editorial board:
Kimmo Tolonen (puh.joht. — chairman), Erkki Ahti,
Hannu Mannerkoski, Eino Lappalainen,
Jukka Laine (päätoimittaja — editor)

Toimitus — Office:
Unionink. 40 B
00170 Helsinki
Finland

Tilaushinta, 32 mk
Subscription price
32 Finnish marks

Kirjoituksia lainattaessa pyydetään mainitsemaan lehden nimi

Pekka Pietiläinen & Heikki Veijalainen

Suo 30, 1979 (4—5): 73—80

KOE HIVENLANNOITTEIDEN VAIKUTUKSESTA RIMPISUON METSITYKSESSÄ

EFFECT OF SOME MICRONUTRIENT FERTILIZERS ON THE HEIGHT GROWTH OF PINE SEEDLINGS IN A FLARK

1. JOHDANTO

Suomessa aloitettiin 1950-luvun alussa metsäojitettujen soiden alustavat hivenlannoituskokeilut, koska ajateltiin hivenravinteilla voitavan parantaa ojitusalueiden metsittymistä ja puustojen kasvuedellytyksiä. Kokeet perustettiin alueille, jossa puuston reaktiot ojituksen jälkeen olivat epätydyttävät. Samaan aikaan perustetut kokeet pääravinteilla antoivat varsin runsaita kasvulisäyksiä. Epäily hivenravinnepuustosten olemassaolosta oli niin voimakas, että 1950-luvun lopulla käytettiin kuparipitoista hienofosfaattia soiden metsänlannoituksessa. Myöhemmin suoritettujen puustojen mitaukset eivät kuitenkaan osoittaneet odotettuja kasvulisäyksiä, joten kuparilisäyksestä luovuttiin.

Myös varsinaisten hivenlannoituskokeiden mittaustulokset ja silmävaraiset tarkastukset aiheuttivat sen, että päädyttiin toteamaan metsämaissamme olevan yleensä riittävästi kaikkia hivenravinteita puiden kasvua varten (Huikari ja Paavilainen 1972). Tämä käsitys säilyi vielä laajan maa- ja neulasanalyysitutkimuksen tuloksin (Paarlahti ym. 1971), jossa tosin tuli esille viitteitä mahdollisuudesta hivenpuutosten ilmenemiseen.

1970-luvulla mitattiin uudelleen osa vanhoista hivenlannoituskokeista. Tällöinkin todettiin, että hivenravinteilla oli vain poikkeustapauksissa saatu aikaan selvää kasvun lisääntymistä. Samalla todettiin myös ne aukkokohtat, jotka 1950-luvun koetoiminnassa esiintyivät:

1. Läheskään kaikkia silloin saatavissa olleita hivenravinneyhdisteitä ei kokeiltu ollenkaan.
2. Kaikki hivenlannoituskokeet tehtiin lähes puuttomille tai heikosti taimettuneille alueille.
3. Vain rajoitetussa määrin kiinnitettiin huomiota lannoitustasoon eli annostukseen. Hivenravinteita käytettiin tuohon aikaan yleensä 50, jopa yli 100 kg/ha.
4. Useat kokeet olivat mittausvaiheessa ränssityneet ja hoidon puutteessa, ojitus oli heikko tai puusto hyvin epätasainen.
5. Vain harvoissa kokeissa koesuunnittelu oli nykyajan vaatimuksia vastaavalla tasolla.
6. Lannoitetuilla alueille ei oltu todettu minkään hivenravinteiden puutusoireita maa- tai neulasanalyytisesti ennen kokeiden perustamista.

Kirjoittajien osoite — *Authors' adress*: Metsäntutkimuslaitos, Suontutkimusosasto, Unionink. 40 A. SF 00170 Helsinki 17.

7. Hivenravinnepäsitelyjä ei ole uusittu. Ts. hivenlannoitussektorilla jatkolan-
noituskokeita ei ole vielä suoritettu.

Näiden, tutkimuksen ja käytännönkin kannalta oleellisilta näyttäneiden aukkojen täydentäminen aloitettiin 1970-luvun loppupuoliskolla.

Käsillä olevan kokeen tarkoituksena oli selvittää, onko aiemmin koetoinnassa käytetyille hivenlannoitteille löydettävissä vastineita, jotka paremmin sopisivat puus-
tojen hivenlannoitukseen vaikeasti metsitettävillä rimpikuvioilla.

Yleensä on turvemaiden lannoituskokeissa todettu, että hidasliukoiset fosfori- ja pääravinneseoslannoitteet sopivat metsäojitusalueille paremmin kuin nopealiukoiset (esim. Karsisto 1976). Tässä mielessä valittiin kokeiltavien hivenravinneyhdisteiden joukkoon myös erittäin nopea- ja toisaalta hidasliukoisia yhdisteitä. Ensimmäisinä testattaviksi hivenravinteiksi valittiin kupari ja boori.

2. AINEISTO JA MENETELMÄT

Koe perustettiin Muhokselle ns. Eteläpuolen palstalle suureen puuttomaan turve-
maan painanteeseen, jonka pH oli 4,2. Tämä rimpimäinen kuvio sijaitsee vuonna 1966 ojitetulla alueella, jonka sarkaleveys on 40 m. Ojituksen seurauksena kuvion pintakasvillisuus on jonkin verran muuttunut, mutta taimettuminen on vähäistä (Taulukko 1).

Koeruudut ovat suuruudeltaan 100×100 cm. Niiden välille kaivettiin 20 cm syvät lapionaverot, jotka yhdistettiin vesivaolla viereiseen sarkaojaan. Täten koalueen kuivatussuhteissa tapahtui selvä parannus. Jokaiseen koeruutuun istutettiin yksi 1+1-vuotias männyn taimi (Nuojuan taimitarha).

Lannoitteet annettiin 0,25 m²:n laikulle taimien ympärille 28. 7. 1977. Peruslannoitteena käytettiin seuraavia ravinteita (pro analysipuhtaina) ja määriä paitsi hiven-PK-ruuduilla, jotka saivat pelkän kalkituksen:

NH ₄ NO ₃	285 kg/ha
NaH ₂ PO ₄	225 »
KCl	150 »
CaCO ₃	2000 »

HIVENLANNOITUKSET (KÄSITTELYT):

1. Kontrolli (peruslannoitus)	
2. Hiven-PK (2-18-18 + Cu 1,5 + B 0,2 ‰)	400 kg/ha
3. Hivenseos (B 1,1 + Cu 12,8 + Mn 5,5 + Fe 9,8 + Zn 5,5 Mo 1,4 + Na 0,7 ‰)	100 »
4. Lannoiteboraatti (B 14 ‰)	10 »
5. Soluboori (B 20,5 ‰) (nopealiukoinen)	7 »
6. Boori-fritti (B 11 ‰) (hidasliukoinen)	12,5 »
7. Kuparisulfaatti (Cu 25 ‰) (nopealiukoinen)	20 »
8. Kuparioksidi (Cu 78 ‰) (hidasliukoinen)	6,5 »
9. Kuparikelaatti (Cu 5 ‰) (liuos)	50 »
10. Kuparifritti (Cu 30 ‰) (hidasliukoinen)	16,5 »
11. Kuorituhka (Kaukas Oy) (ositt. hidasliuk.)	5000 »

TUHKAN ANALYYSITULOKSET

P	10,0 kg/t	Cu	260 g/t
K	27,5 »	Mo	7 »
Ca	266,0 »	V	180 »
Mg	24,4 »	Co	12 »
Fe	10,7 »	B	200 »
Mn	7,8 »		
Zn	2,3 »		

Taulukko 1. Koalueen pintakasvillisuuden peittävyys-%:n vaihtelut/frekvenssi koalueelta v. 1979.

Table 1. Coverage of surface vegetation of the experimental area (per cent — amplitudes)/frequency at the experimental area in 1979.

n = 5

Pinus silvestris	1 — 1/5
Betula pubescens	0 — 40/4
Salix repens	0 — 0,5/1
Vaccinium vitis-idaea	0 — 2/1
Carex canescens	1 — 7/4
Juncus filiformis	+ — 40/5
Eriophorum vaginatum	0 — 2/1
Eriophorum angustifolium	3 — 80/5
Luzula pilosa	0 — 2/2
Melambryum pratense	0,5 — 3/3
Epilobium angustifolium	+ — 1/3
Pohlia nutans	5 — 40/5
Polytrichum commune	+ — 5/5
Polytrichum affine	1 — 5/5
Sphagnum angustifolium	2 — 7/5
Aulacomnium palustre	0,5 — 1/3
Pleurozium schreberi	0 — +/1
Dicranum scoparium	0 — +/1
Lophozia sp.	0,5 — 1/3
Scapania sp.	+ — 2/5
Dicranella cerviculata	0 — 30/5

Toistoja oli tuhkakäsittelyllä 3 ja muilla käsittelyillä 5 kappaletta. Osa ruuduista (19 kpl) jäi kokonaan lannoittamattomaksi vertailualueeksi.

Elokuussa 1979 mitattiin taimen kokonaispituus ja vuosien 1977—79 pituuskasvut. Aineiston käsittely tapahtui varianssi-analyysillä, joka suoritettiin TIME SHARING-systeemeitä käyttäen Pyhäkosken tutkimusasemalla.

3. TULOKSET

31. Taimien kuolleisuus

Elokuussa 1979 osa taimista oli kuollut. Eniten taimia oli menetetty hiven-PK- ja solubooriruuduilla. Kontrolli-, hivenseos-, boorifritti-, tuhka- ja kuparisulfaattikäsittelyt saaneilla ruuduilla kaikki taimet olivat elossa, kuten seuraavasta jaotelmasta ilmenee:

	Kuolleita taimia, kpl	%
1. Kontrolli (peruslannoitus)	0	0
2. Hiven-PK	3	
3. Hivenseos	0	
4. Tuhka	0	
Seoslannoitteet yhteensä	3	17
5. Lannoiteboraatti	1	
6. Soluboori	2	
7. Boorifritti	0	
Boorilannoitteet yhteensä	3	20
8. Kuparisulfaatti	0	
9. Kuparikelaatti	1	
10. Kuparioksididi	1	
11. Kuparifritti	1	
Kuparilannoitteet yhteensä	3	15
Koko koe	9	17

Täysin lannoittamattomista taimista (19 kpl) oli kuollut 26 % ja lannoitetuista (53 kpl) vastaavasti 17 %. Hivenlannoitetuista taimista oli kuollut 19 %. Näiden tulosten perusteella ei voitu todeta hivenravinteiden vähentävän istutuksen jälkeistä taimikuolleisuutta. Taimien kuoleminen oli aiheuttanut lumikariste yhtä poikkeusta lukuunottamatta.

32. Taimien alkukehitys

Vuosien 1977 ja 1978 pituuskasvujen perusteella ei löytynyt merkittäviä eroja peruslannoitetujen ja hivenlannoitetujen taimien kasvussa.

Vuonna 1979 saavutettiin tilastollisesti kontrollia (12,8 cm) parempi tulos seuraavilla hivenlannoitteilla (ks. taulukko 2):

— kuparioksididi	21,6 cm
— lannoiteboraatti	22,5 »
— boorifritti	22,4 »
— hivenseos	21,3 »
— kuorituhka	24,3 »

Vuoden 1979 tulosten tarkastelussa havaittiin myös, että peruslannoitus ei ole antanut mitään kasvunlisäystä lannoittamattomiin taimiin verrattuna. Heikoin tulos saatiin nopealiukoisilla hivenravinteilla:

— soluboorilla	14,8 cm
— kuparisulfaatilla	16,1 »
— kuparikelaatilla	17,2 »
— hiven-PK-lannoksella	17,2 »

Kaikilla hivenlannoitteilla solubooria lukuunottamatta on vuosien 1978 ja 1979 yhteenlaskettu pituuskasvu ollut kontrollia parempi. Tilastollisesti merkitsevästi kontrollia parempia olivat boorifritti ja kuorituhka.

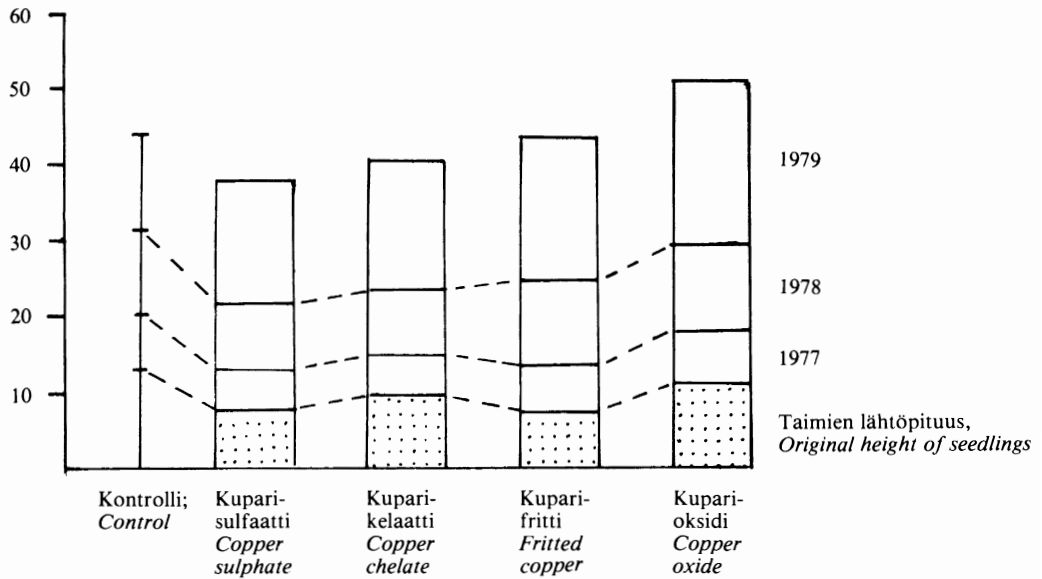
Taimien kokonaispituudessa eivät erot näy merkitsevinä. Paras tulos saavutettiin kuparioksidilla. Muita kookkaampia olivat männyn taimet hidasliukoisia hivenlannoitteita saaneilla ruuduilla.

33. Hivenlannoitelajien erot

Kuparilannoitteista vain kuparioksidin ja kuparisulfaatin välinen ero taimien kokonaispituudessa osoittautui merkitseväksi tässä vaiheessa. Vuotuisissa pituuskasvuissa ei voitu merkitseviä eroja todeta, ei myöskään vuosien 1978—79 yhteenlasketuissa kasvutuloksissa (ks. kuva 1).

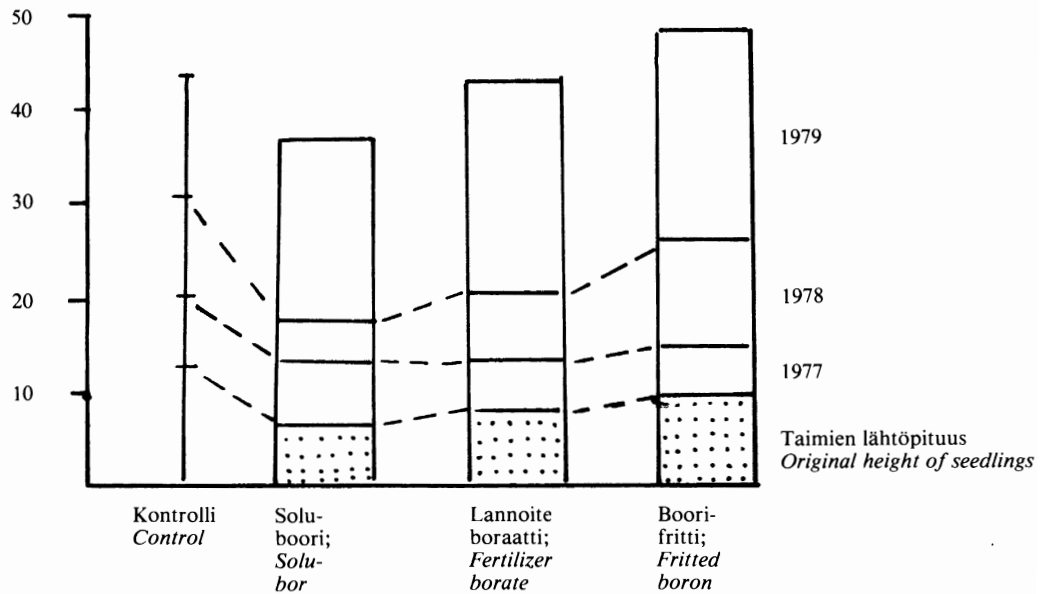
Vaikka kuparioksididi on hidasliukoinen yhdiste, oli sen vaikutus silminnähden parempi jo lannoituskesänä kuin muilla kuparilannoitteilla. Osittain tähän saattoi vaikuttaa kuparioksidiruuduille sattunut keskimääräistä kookkaampi taimimateriaali.

Boorifritin vaikutus taimien pituuskasvuun vuosina 1978—79 on ollut merkittävästi parempi kuin soluboorin vaikutus. Sama ero oli jo vuoden 1978 kasvussa, mutta vuoden 1979 kasvussa ja taimien kokonaispituudessa ero ei enää ollut tilastollisesti merkitsevä (kuva 2).

TAIMIEN PITUUS, cm — *Height of seedlings, cm*

Kuva 1. Kuparilannoitteiden vaikutus männyn taimien pituuskasvuun.

Fig. 1. Effect of copper fertilizers on the height growth of pine seedlings.

TAIMIEN PITUUS, cm — *Height of seedlings, cm*

Kuva 2. Boorilannoitteiden vaikutus männyn taimien pituuskasvuun.

Fig. 2. Effect of boron fertilizers on the height growth of pine seedlings.

Koska boorifrkti antoi myös merkitsevästi paremman lannoituksen jälkeisen pituuskasvun kuin kontrolli, voidaan todeta, että kokeessa boorifrkti osoittautui parhaaksi boori lähteeksi ja soluboori selvästi huonoimmaksi. Jatkomittauksia tarvitaan varsinkin lannoiteboraatilla aikaansaadun kiihtyvän kasvun seuraamiseksi. Näyttäisi lisäksi siltä, että nopealiukoisella soluboorilla on ollut vähäinen positiivinen vaikutus lannoitusvuoden aikana, mutta seuraavana vuonna kasvu on hidastunut huomattavasti. Seoslannoitteiden välillä ei havaittu tilastollisesti merkitseviä eroja käytettiinpä vertailussa mitä tahansa mitattua pituuskasvujaksoa. Tämän oikeastaan näkee myös kuvasta 3, josta paljastuu myös suhteellisen suuria lähtötasoeroja lannoitushetkellä.

34. Kokeen ravinteisuusdiagnostiset tulokset

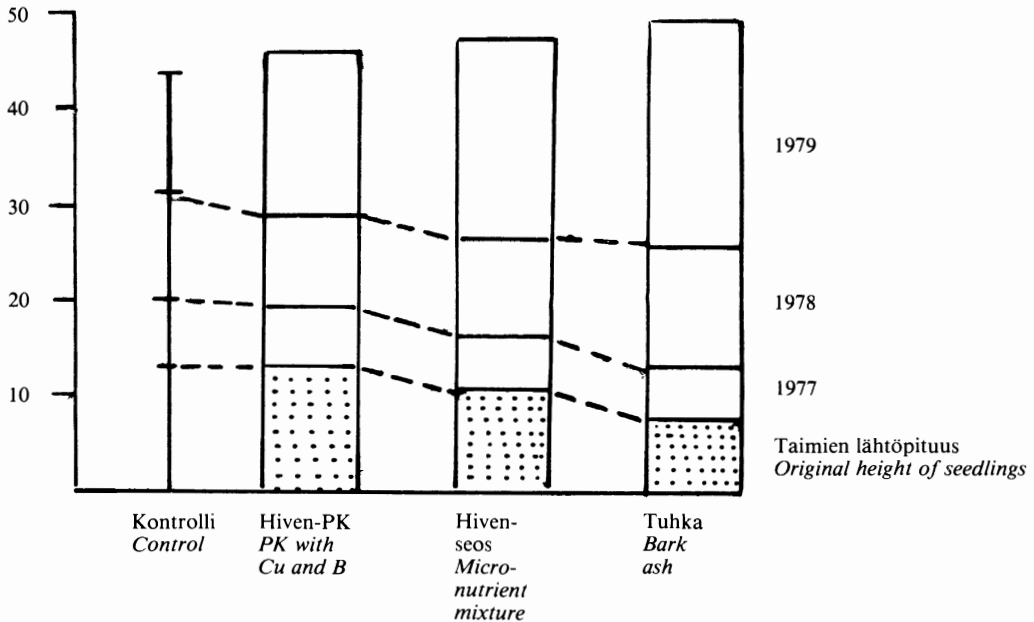
Kokeen käyttö lannoitustarpeen määrittämisessä on ilman neulas- ja turveanalyysien tuloksia jossain määrin arveluttavaa. Kuitenkin voidaan havaita, että paras kuparilannoite (kuparioksidi) on antanut parhaan taimien kokonaispituuden. Sensijaan lannoituksen jälkeinen kasvu ei ole merkitse-

västi suurempi kuin kontrollissa. Eroa on pidettävä kuitenkin suuntaa antavana, ja kun kaikilla kuparilannoitteilla on saatu vähäistä kasvunlisäystä, on kasvualustassa vähintään lievä kuparinpuutos, joko alunperin tai NPKCa-peruslannoituksen seurauksena. Boorifrkti on antanut merkitsevän kasvunlisäyksen, joten (huolimatta soluboorin heikosta tuloksesta) kasvualustassa on ilmeisesti puutetta myös boorista.

Kuorituhka sisältää sekä booria että kuparia ja niiden ohella lukuisia muita hivenravinteita (ks. s. 7). Saatu suurin kasvunlisäys — lähes 60 % — vahvistaa kuparin ja boorin puutoshavaintoja, mutta antaa aiheutta edelleen lisätutkimukseen siitä, mikä tuhkan ominaisuus oikeastaan aiheuttaa näin suuret kasvureaktiot (Ks. myös Malmström 1935, 1952, Björkman 1941, Lukkala 1951, Huikari 1953).

Peruslannoituksella saatu heikko tulos verrattuna täysin lannoittamattomien taimien kehitykseen osoittaa, ettei pelkillä pääravinteilla voida turvemaan painanteissa ja rimmissä aina saada aikaan normaalia lannoitusreaktiota ainakaan yhtä nopeasti ja varmasti kuin muilla turvemaan kasvupaikoilla.

TAIMIEN PITUUS, cm — *Height of seedlings, cm*



Kuva 3. Moniravinteisten lannoitteiden vaikutus männyn taimien pituuskasvuun.

Fig. 3. Effect of nutrient mixtures on the height growth of pine seedlings.

Taulukko 2. Männyn taimien pituuskasvu vuosina 1977—79 ja kokonaispituus vuonna 1979. Elävien taimien keskiarvot.

Table 2. The height growth during 1977—79 and the total height in 1979. Means of the living seedlings.

Lannoitus <i>Fertilization</i>		N	Taimen pituus istutettaessa <i>Height of planted seedling</i>	Pituuskasvu, cm <i>Height growth, cm</i>				Kokonais- pituus, 1979, cm <i>Total height, 1979, cm</i>
				1977	1978	1979	1978 + 1979	
Kontrolli <i>Control</i>	NPK Ca	5	13,0	7,6	10,6	12,8	23,4	44,0
Kuparisulfaatti <i>Copper sulphate</i>		5	7,5	5,2	9,2	16,1	25,3	38,0
Kuparikelaatti <i>Copper chelate</i>		4	9,5	5,4	8,9	17,2	26,1	41,0
Kuparifritti <i>Fritted copper</i>		4	7,7	5,6	11,5	18,8	30,2	43,5
Kuparioksidi <i>Copper oxide</i>		4	11,4	6,8	11,4	21,6*	33,0	51,2
KUPARILANNOITTEET <i>COPPER FERTILIZERS</i>		17	9,0	5,8	10,2	18,3	28,5	43,1
Soluboori <i>Solubor</i>		3	10,0	7,6	4,5	14,8	19,3	37,0
Lann.boraatti <i>Fertilizer borate</i>		4	8,1	5,2	7,2	22,5*	29,8	43,0
Boorifritti <i>Fritted boron</i>		5	9,8	5,2	11,0	22,4*	33,4*	48,4
BOORILANNOITTEET <i>BORON FERTILIZERS</i>		12	9,3	6	8,1	20,5	28,7	42,8
Hiven-PK <i>PK with Cu and B</i>		2	13,7	5,8	9,8	17,2	27,0	46,5
Hivenseos <i>Micronutrient mixture</i>		5	10,5	5,2	10,2	21,3*	31,5	47,2
Tuhka <i>Ash</i>		3	7,4	5,2	12,8	24,3*	37,2*	49,7
MONIRAVINTEISET <i>NUTRIENT MIXTURES</i>		10	10,5	5,4	10,9	20,9	32,3	47,8
LANNOITTAMATON <i>UNFERTILIZED</i>		14	10,4	6,4	7,4	12,8	20,2	37,0

4. TULOSTEN TARKASTELUA

Käytännön metsätaloudessa on havaittu, että kuparisulfaattilla on sopivana annoksena käytettynä eräillä alueilla ollut männyn taimien elossapysymistä parantava vaikutus. Tämä koe ei kumoa saatua käytännön tietoa, mutta ei myöskään pysty sitä varmistamaan, sillä 100-prosenttiseen elossapysymiseen on tässä päästy myös peruslannoituksella, hivenseoksella, hidasliukoisella boorifritillä ja tuhalla. Kun taimien kuoleman aiheuttaja oli pääasiassa lumikariste (*Phacidium infestans*), antaa koe lisävalaistusta myös Kurkelan (1965) saamille tuloksille. Lisätutkimuksin olisikin selvitettävä, mikä merkitys NPK-lannoituksen ohella

tai tuhkalannoituksessa annettulla kalkilla on lumikaristetuhoihin. Koko puiden hivenravinnetalouden ja usein sekundäärisesti iskeytyvien sienitautien väliset syy- ja seuraussuhteet tulisi myös ottaa tutkimuksen kohteeksi.

Julkaisemattomien tulosten mukaan boori ja kupari yhdessä annettuna ovat haitaksi myös rauduskoivun taimiston elossa pysymisen kannalta rimpiturpeella (kasvihuonekoe). Samaan suuntaan voidaan pitää viittauksena nyt hiven-PK:lla saatua suurta taimikatoa. Tässä on nähtävissä eräs hivenravinteille tyypillinen yhdysvaikutus. Hiven-PK:ssa on annettu hehtaarille kuparia 6 kg ja booria 800 g, jotka muunnettuna vastaavat 24 kg kuparisulfaattia

ja 5,7 kg lannoiteboraattia. Tulos on kuitenkin kyseenalainen, koska havaintojen määrä on tässä liian pieni kuolleisuuden syiden selvittämiseen.

Kaiken kaikkiaan kuolleisuus tässä koeksessa on varsin normaalia lannoitetun turvemaan metsänviljelytuloksiin verrattuna (ks. esim. Kaunisto & Paavilainen 1977), joskin taimien kuoleminen saattaa vielä jatkaa. Kuparioksidin hyvää tulosta ennakoijoi aiemmin (Veijalainen 1978) saatu hyvä tulos rauduskoivun kasvihuonekoeksessa sekä Uudesta Seelannista kantautuneet tiedot kuparioksidin edullisista vaikutuksista kasvuhäiriöiden torjunnassa kuparinpuutealueilla (Anonymous 1974).

Se, että hidaslukoiset hivenravinteet ovat tuottaneet positiivisia tuloksia, on ollut koeken tärkein anti. Samaan suuntaan ovat kylläkin viittanneet tuhkalannoituksista saadut hyvät kokemukset. Tuhkassahan hivenravinteet ovat pääasiassa hidaslukoisina yhdisteinä, mitä osoittaa sekin, että 1930-luvun lopussa tehtyjen tuhkakokeiden hyvä kasvu jatkuu vielä nyt yli 40 vuotta lannoituksen jälkeen. Neulasten booripitoisuudet vanhoilla tuhkakokeilla ovat lähes optimaalisella nykyisten käsitysten mukaan (ks. Huikari & Kosonen 1978).

Koe osoittaa tässä kehitysvaiheessaan, että tavallisimmin käytetyt hivenlannoitteet eivät suinkaan ole välttämättä biologisesti tehokkaimpia männyn taimistojen lannoituksessa. Metsätaloudessa ja tutkimuksessa paljon käytetyt kuparisulfaatti ja lannoiteboraatti osoittautuivat tässä koeksessa jossain määrin arveluttaviksi yhdisteiksi. Kun jo lähes 30 vuotta jatkunut hivenlannoituskokeiden perustaminen on tapahtunut pääasiassa näillä hivenravinyhdisteillä, ei ole ihme, ettei positiivisten tulosten määrä ole kovin suuri.

Kuparikelaattia tai solubooria ei ole suositeltu eikä varmaankaan liiemmin käytetty suometsien lannoituksessa, joten niitä on-

kin tässä yhteydessä pidettävä eräänlaisina esimerkkeinä nopealiukoisista hivenravinteista. Niiden käyttöönotto metsätaloudessa ilman selvää positiivista näyttöä on tarpeetonta.

Sensijaan hivenseosta ja hiven-PK:ta kannattanee ainakin tutkimustoiminnassa jatkuvasti pitää esillä. Tosin niidenkin hivenravinnesisältöä tulisi jatkossa pyrkiä kehittämään siten, että niiden biologinen vaikutus ja kemiallinen koostumus lähenisi kuorituhan vastaavia suhteita, jolloin myös niiden hinta saataisiin mahdollisesti alenemaan.

Käsillä oleva koe on luonteeltaan esitutkimus, joten vasta jatkotutkimukset voivat varmistaa nyt saadut tulokset sekä niiden käyttökelpoisuuden käytännön lannoitusohjeiden laadinnassa ja hivenlannoitelajin valinnassa.

Metsäntutkimuslaitoksella vuonna 1976 aloitetun kasvuhäiriöprojektin eräänä päätehtävänä oli alunperin kasvuhäiriön torjuntamenetelmien kehittäminen. Projektin alusta lähtien paneuduttiin vanhojen hivenlannoituskokeiden selvittelyyn ja uusien perustamiseen erityisesti kasvuhäiriöalueille. Esitutkimuksia tehtiin myös kasvihuoneissa. Osa uusista hivenlannoituskokeista, mm. nyt käsillä oleva koe perustettiin kasvihuonekoeksista saatujen kokemusten pohjalta.

Tutkimusta ohjanneessa työryhmässä ovat toimineet prof. Olavi Huikari, FL Antti Reinikainen ja LuK Heikki Veijalainen. Käsillä olevan koeken suunnitteli LuK Veijalainen, joka myös kirjoitti käsikirjoituksen. FK Pekka Pietiläinen vastasi koeken perustamisesta, mittauksista ja aineiston käsittelystä sekä englanninkielisen tiivistelmän tekemistä. ATK-tehtävissä hänen apunaan oli LuK Jarmo Komulainen.

Puhtaaksikirjoituksen suoritti toim.apul. Maija Tuuri ja graafiset esitykset ovat taideopiskelija Päivi Lempien käsialaa.

Käsikirjoituksen lukivat prof. Olavi Huikari, FL Antti Reinikainen, MMT Eero Paavilainen, LuK Kimmo Kolari ja FK Klaus Silfverberg. Tehdyt korjauseitykset ovat suuresti monipuolistaneet aiheen käsittelyä.

Parhaat kiitokset työhön osallistuneille sekä Opex Oy:lle, joka luovutti tarvittavat määrät kuparioksidia mm. tähän koekseen.

KIRJALLISUUS

- Anonymous 1974. Copper Deficiency in Radiata Pine in Northland. What's new in forest research. 14. Forest research institute, New Zealand.
- Björkman, E. 1941. Mykorrhizans utbildning och frekvens hos skoesträd på askröds-lade och ögöds-lade delar av dikad myr. Medd. Stat. Skogsför-söksanst. 32. Stockholm.
- Huikari, O. 1953. Tutkimuksia ojituksen ja tuhkalannoituksen vaikutuksesta eräiden soiden pieneliöstöön. Studies on the effect of drainage and

ash fertilization upon the microbes of some swamps. Commun. Inst. For. Fenn. 42.2.

Huikari, O. & Paavilainen, E. 1972. Metsänlannoitus. Toinen painos. Kirjayhtymä, Helsinki.

Huikari, O. & Kosonen, R. 1978. Puuntuhkalannoituskokeet. Käsikirjoitus Metsäntutkimuslaitoksen suontutkimusosastolla.

Karsisto, K. 1976. Metsänlannoitus, II Suometsien lannoitus. Erip. Metsä ja Puu -lehdessä, n:ot 5—9/76.

- Kaunisto, S. & Paavilainen, E. 1977. Response of scots pine plants to nitrogen refertilization on oligotrophic peat. *Seloste: Tyypijatkolannoituksen vaikutus männyn taimien kehitykseen karulla turvealustalla.* Commun. Inst. For. Fenn. 92.1.
- Kurkeala, T. 1965. Männyn lumikaristetaudin ja lannoituksen suhteista Kivisuon metsänlannoitusalueella. *Folia Forest.* 14.
- Lukkala, O. 1951. Kokemuksia Jaakkoinson koeojitusalueelta. Experiences from Jaakkoinsoo experimental drainage area. *Commun. Inst. For. Fenn.* 39.6.
- Malmström, C. 1935. Om näringsförhållandenas betydelse för torvmarkers skogsproduktiva förmåga. *Medd. Stat. skogsförsöksanst.* 28.6:571—650.
- Malmström, C. 1952. Svenska gödslingsförsök för skogsväxt på torvmark. *Commun. Inst. For. Fenn.* 40.17.
- Paarlahti, K., Reinikainen, A. & Veijalainen, H. 1971. Nutritional diagnosis of Scots pine stands by needle and peat analysis. *Seloste: Maa- ja neulasanalyysi turvemaiden männiköiden ravitsemustilan määrittämisessä.* Commun. Inst. For. Fenn. 74.5.
- Veijalainen, H. 1978. Kuparilannoitteiden vaikutus rauduskoivun pituuskasvuun kasvuhäiriöalueen turpeella. Kasvihuonekoe. Esituloksia. *Metsäntutkimuslaitoksen suونتutkimusosaston tiedonantoja* 2/1978.

SUMMARY:

EFFECT OF SOME MICRONUTRIENT FERTILIZERS ON THE HEIGHT GROWTH OF PINE SEEDLINGS IN A FLARK

Different kinds of boron and copper fertilizers were applied to pine seedlings planted in a flark (see table 1). Three growth periods after the fertilization copper oxide, fertilizer boron, fritted boron, micronutrient mixture and bark ash gave better height growth than the control (NPK, Ca). Poorest results were achieved with the following micronutrients; solubor, copper sulfate, copper chelate and PK with Cu and B. The height growth in years 1978 and 1979 of only those seedlings that were fertilized with solubor was poorer than that of the control. The height growth of fritted boron and bark ash fertilized seedlings was statistically significantly better than that of the control. The best result was achieved with copperoxide (Table 2).

The comparison between the copper fertilizers revealed that copper oxide was the best copper compound for pine seedlings in a flark (Fig. 1). Fritted boron appeared to be the best boron fertilizer (Fig. 2). Bark ash was best of the nutrient mixtures studied (Fig. 3). The experiment showed a positive trend in favor of slowly dissolving micronutrient compounds, including bark ash, on pine seedling growth in a flark. It is also evident, that the commercial micronutrient fertilizers are by no means biologically the most effective compounds for pine seedling fertilization on peatland. In forestry and research commonly used coppersulfate and fertilizer boron seemed to be rather questionable as peatland fertilizers.