

## LANNOITUKSEN VAIKUTUS KYLVÖSTEN ENSI KEHITYKSEEN TURVEALUSTALLA

HANNU MANNERKOSKI

### SUMMARY:

*EFFECT OF FERTILIZATION ON THE INITIAL DEVELOPMENT OF SCOTS PINE AND NORWAY SPRUCE PLANTATIONS ESTABLISHED BY SOWING ON PEAT*

Saapunut toimitukselle 9. 2. 1971

Tutkimuksessa on tehty useita melko suppeita, mutta toisiaan täydentäviä kokeita laboratoriossa, kasvihuoneessa ja maastossa vuosina 1968—70, jotka selvittävät lannoituksen vaikutusta siementen itämiseen ja taimien alkukehitykseen turvealustalla. Lannoitteina käytettiin Y-lannosta, Oulunsalpietaria, hienofosfaattia, kalisuolaa ja PK-lannosta. Niiden vaikutusta tutkittiin myös erilaista kosteutta edustavilla alustoilla. Lannoitteet levitettiin tasaisesti turpeen pinnalle.

Helppoliukoiset lannoitteet (Y-lannos, Oulunsalpietari, kalisuola ja PK-lannos) hidastivat itämistä ja taimimista ja pienensivät lopullista taimimäärää sitä enemmän, mitä suurempi lannoitemäärä annettiin. Y-lannoksen vaikutus oli voimakkaampi kuivalla kuin märällä kasvualueella. Kahden viikon vanhoja sirkkataimia Y-lannoksella lannoitettaessa kuolleisuus lisääntyi lannoiteannoksen suurenessa. Y-lannoksen peittäminen noin viiden sentin paksuisella turvekerroksella ei keskimäärin lieventänyt sen vaikutusta. Lannoitteiden vaikutus itämiseen näytti perustuvan siemeniä ympäröivän veden osmoottisen imun nousuun. Hienofosfaatti vaikutti taimimiseen edullisesti varsinkin kuivalla alustalla. Parhaan tuloksen antoi noin 100 g/0.25 m<sup>2</sup>. PK-lannoksessa kalisuola poisti fosfaatin edullisen vaikutuksen. Taimien pituuteen vaikuttivat lisäävästi 2—3 ensimmäisen kasvukauden aikana vain fosforia sisältäneet lannoitteet ja jo pienin käytetty annos johti täyteen tulokseen.

### SISÄLLYSLUETTELO

1. Johdanto .....	106
2. Koejärjestelyt .....	107
21. Kasvihuonekokeet .....	107
22. Maastokokeet .....	108
23. Laboratoriokoe .....	111
3. Tutkimuksen tulokset .....	111
31. Lannoituksen vaikutus kasvihuoneessa .....	111
311. Y-lannoksen vaikutus itämiseen ja taimimiseen .....	111
312. Y-lannoksen vaikutus sirkkataimien elossapysymiseen .....	112
313. Hienofosfaatin vaikutus taimimiseen .....	113
32. Lannoituksen vaikutus maastossa .....	114
321. Y-lannos .....	114
322. Yksiravinteiset lannoitteet .....	118
323. Hienofosfaatin ja PK-lannoksen vertailu .....	121
33. Idätysliuoksen osmoottisen paineen vaikutus .....	122
4. Tulosten tarkastelu .....	123
5. Kirjallisuutta .....	126
Summary .....	127

## 1. JOHDANTO

Turvemaiden metsänviljelymäärät lisääntyvät jatkuvasti avosoiden yhä enenevän ojituksen myötä. Viljelymenetelmistä on viime aikoina yleensä pidetty istutusta kylvöä parempana vaihtoehtona. Kuitenkin juuri ojitetun suon pinta on hyvä itämisalusta vielä kostean rahkasammalen runsauden vuoksi. Tämä luo hyvät edellytykset myös kylvön käytölle. Ojitustekniikan kehittyessä on tosin siirrytty niin tehokkaisiin kuivatusmenetelmiin, että suon pinta menettää nopeasti hyvän ominaisuutensa. Tämä on tehnyt tarpeelliseksi turpeen pinnan käsittelyn, esimerkiksi laikun teon, ennen kylvöä (vrt. SEPPÄLÄ 1968). Pienien kylvötaimien heikko kilpailukyky pintakasvillisuuden kanssa rajoittaa kylvön käytön lähinnä karuille avosoille. Niille ei kuitenkaan saada kehittymään puustoa yksin ojituksella ja metsänviljelyllä, vaan tarvitaan lisäksi myös lannoitusta.

Useimmat lannoituskokeet on tehty istutuksen yhteydessä, mutta todennäköisesti tulokset kuvaavat myös lannoitteiden vaikutusta kylvötaimien kasvuun (esim. HEIKURAINEN et al. 1966, HUIKARI & PAARLAHTI 1966, MESHECHOK 1967, SEPPÄLÄ 1968, MANNERKOSKI & SEPPÄLÄ 1970). Lähinnä näihin perustuvat suositukset kylvön yhteydessä käytettävästä lannoituksesta. Tosin myös kylvökokeissa on yleensä tehty lannoitus, mutta sen vaikutus ei ole ollut tutkimuksen kohteena ja se on tehty vain, jotta taimet kasvaisivat koalueina käytetyillä karuilla soilla (esim. SEPPÄLÄ 1968).

Lannoituksen vaikutus kylvön yhteydessä voi kuitenkin poiketa istutuskokeissa todetusta, sillä silloin on otettava huomioon myös tärkeä kasvin kehitysvaihe, itäminen, jota ei esiinny istutuksen yhteydessä enää maastossa.

Itämisen kulkuun vaikuttavat sekä siemenen sisäiset tekijät että ulkoiset ympäristötekijät. Ulkoisista tekijöistä ovat tärkeimmät vesi (esim. SATOO & GOO 1954, GEORGE & WILLIAMS 1964, KAMRA 1968, 1969), happi (esim. MIGITA et al. 1956), lämpötila (esim. MORK 1938, AALTONEN 1942, KAMRA & SIMAK 1968) ja valaistus (esim. SARVAS 1950). Eräistä istutustaimilla tehdyistä lannoituskokeista (HEIKURAINEN et al. 1966, SEPPÄLÄ 1968) saatujen tulosten pohjalta voidaan odottaa lannoituksellakin olevan vaikutusta itse itämistapahtumaan ja taimien syntymiseen. Kysymystä on tutkittu kylvön yhteydessä jo aikaisemmin taimitarhaolosuhteissa (esim. SANDVIK 1957, BENZIAN 1967) sekä astiakasvatuskokeissa myös turvealustalla (PENNINGSFELD 1966, KAUNISTO 1968, 1969). Yleensä tulokset ovat osoittaneet lannoituksen vähentävän syntyvien taimien määrää. Myös laboratorikokeet puiden (SATOO & GOO 1954) ja monien viljakasvien siemenillä (esim. COLLIS-GEORGE & SANDS 1962, GEORGE & WILLIAMS 1964, CARTER 1967) valaisevat asiaa.

Vaikka lannoitus siis näyttääkin vähentävän siementen itäessä syntyvien taimien määrää, on se vähäravinteisimpien soiden metsityksessä välttämätön toimenpide. Toisaalta kylvö on erityisesti tällaisilla soilla selvästi istutusta edullisempi taloudellisessa mielessä. Lannoitus on kustannusten säästämiseksi

voitava tehdä kylvön yhteydessä. Sen vaikutuksia ei kuitenkaan vielä hallita riittävästi.

Tämän tutkimuksen tavoitteena on pyrkiä selvittämään lannoituksen itämis- ja sirkkataimi- sekä taimien alkukehitysvaiheisiin liittyviä vaikutuksia ja niiden syitä.

Kysymyksiä on selvitetty sekä kasvihuoneessa ja laboratoriossa että maastossa tehdyin kokein. Tutkimus aloitettiin selvittämällä erisuuruisten Y-lannosmäärien vaikutusta siementen itämiseen, taimimiseen ja taimien alkukehitykseen. Mukaan liitettiin myös turpeen kosteuden vaihtelu (kasvihuonekokeet 1 ja 2). Tulosten varmentamiseksi perustettiin maastoon laajempi koe, jossa oli myös muita lannoitteita ja jossa tutkittiin myös Y-lannoksen turpeella peittämisen vaikutusta (maastokoe 1). Tästä saadut tulokset antoivat aiheita tehdä vielä uusia kokeita (kasvihuonekoe 3 ja maastokoe 2), joissa keskityttiin lähinnä hienofosfaatin vaikutuksen selvittämiseen. Turvealustalla tehtyjen kokeiden lisäksi siemeniä idätettiin laboratoriossa eri väkevyisissä kivennäisaine- ja sokeriliuoksissa lannoitusvaikutuksen perusteiden selvittämiseksi. Maastokokeissa on seurattu myös taimien myöhempää kehitystä.

Tutkimus perustuu pääosaltaan suometsätieteessä keväällä 1970 tekemääni pro gradu-tutkielmaan, jota on täydennetty eräillä kesällä 1970 tehdyillä mittauksilla. Tässä yhteydessä haluan erityisesti kiittää professori Leo Heikuraista monista hyödyllisistä ohjeista ja Suomen Luonnonvarain Tutkimussäätiötä, joka apurahallaan on tukenut tutkimuksen suorittamista.

## 2. KOEJÄRJESTELYT

### 21. KASVIHUONEKOKKEET

Kasvihuonekokeet on tehty suometsätieteen laitoksen tiloissa Metsätalossa. Niissä kaikissa oli käytössä sama laitteisto, jossa saatiin säädellyksi myös kasvualustan kosteutta. Laitteiston perustan muodostivat altaat, joissa oli jatkuvasti läpivirtaavaa vettä 10 cm:n paksuisena kerroksena. Altaissa olivat varsinaiset kasvatusastiat, jotka olivat sisäläpimitaltaan 170 mm:n PVC-muoviputkea. Niiden korkeuden avulla saatiin aikaan pohjaveden syvyydet 10, 30 ja 50 cm. Astioiden pohja oli avoin veden vapaata kulkua varten.

Kasvihuonekokeissa 1 ja 2 käytettiin kasvualustana turvepehkoa, joka oli lähes puhdasta raakaa rahkaturvettä ja jonka pH oli noin 3.1. Lannoitteena käytettiin metsän Y-lannosta suomaille (14 % N, 18 % P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 10% K<sub>2</sub>O). Se levitettiin tasaisesti turpeen pinnalle. Määrät vaihtelivat 0–9 g astiaa kohden (pinta-ala 227 cm<sup>2</sup>). Normaalin kokoista kylvöaikkuu vastaavalle alalle (0.25 m<sup>2</sup>) lasketut määrät vaihtelivat 0–100 g. Taulukosta 1 sivulla 112 näkyvät käytetyt lannoitemäärät tarkemmin. Koejärjestelynä käytettiin faktorikoetta, jossa oli neljä toistoa. Kun lisäksi oli kolme pohjavesitasoa, vaati kuuden lannoitustason koe 4×3×6 = 72 kasvatusastiaa.

Kasvihuonekokeessa 1 tehtiin lannoitus kylvön yhteydessä. Koe aloitettiin 21. 3. 1968. Kuhunkin astiaan kylvettiin 30 männyn siementä, joiden itävyys oli 75–80 % ja jotka olivat Metsäntutkimuslaitoksen Ruotsinkylän kokeilualueelta. Itämisaikana koe oli peitetty muovikalvolla ja turvetta kasteltiin päivittäin 1 mm vesimäärällä 12 päivän ajan. Neljän viikon aikana laskettiin muutaman päivän väliajoin itäneet siemenet ja sirkkataimet. Siemenet katsottiin itäneiksi, kun siemenkuori oli auennut ja sirkkajuuri työntynyt jonkin verran ulos siemenestä (n. 1 mm) (vrt. esim. KAMRA 1968, 1969). Taimeksi katsottiin kasviyksilö, jossa sirkkavarsi oli nostanut siemenkuoren ja sen sisällä olevat sirkkalehdet selvästi ylös turpeesta.

Kasvihuonekokeessa 2 kylvettiin 30. 4. 1968 30 männyn ja 20 kuusen siementä jokaiseen astiaan. Männyn siemen oli Itä-Hämeestä ja kuusen Etelä-Hämeestä. Itävyydet olivat ilmoituksen mukaan 97 ja 91 %. Astioita kasteltiin itämisaikana joka kolmas päivä 3 mm:n vesiannoksella. Yhteensä annettiin 11 mm vettä. Lannoitus tehtiin 16. 5., kun itämistä ei enää näyttänyt tapahtuvan, ja sen vaikutusta taimiin seurattiin 29. 5. asti. Levityksessä varottiin lannoitteen jäämistä taimien neulasille.

Kasvihuonekokeessa 3 astiat oli täytetty jyrskyillä kasvuturpeella. Kuhunkin astiaan kylvettiin 30 männyn ja 20 kuusen siementä. Männyn siemen oli peräisin Etelä-Hämeestä ja kuusen Itä-Hämeestä. Vastaavat itävyydet olivat 90 ja 84 %. Siemenistä oli poistettu alkiottomat röntgenkuvauksen avulla (SIMAK & GUSTAFSSON 1953). Kylvö suoritettiin 13. 4. 1969 ja välittömästi sen jälkeen lannoitus hienofosfaatilla (33 % P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>). Lannoitemäärät vaihtelivat 0–45 g astiaa ja 0–500 g 0.25 m<sup>2</sup>:n laikkua kohden (ks. kuva 2). Turvetta kasteltiin viimeksi kolme vuorokautta ennen kylvöä. Taimet laskettiin aluksi päivän, myöhemmin jonkin verran pitemmin välein 15. 5. asti.

## 22. MAASTOKOKEET

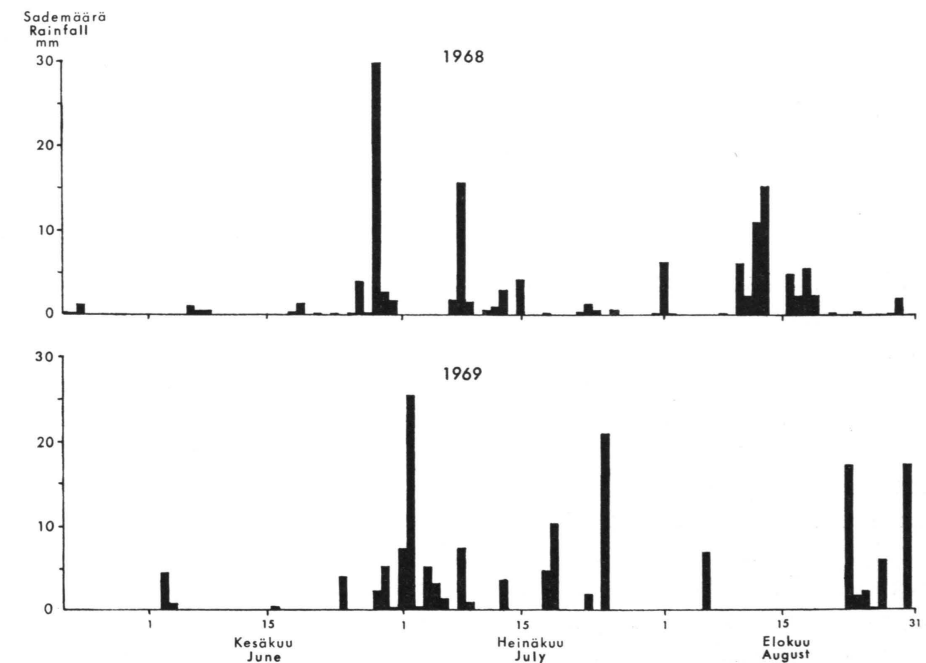
Maastokokeita perustettiin Keski-Suomeen Helsingin yliopiston metsäharjoitteluaseman ympäristöön. Tärkein on keväällä 1968 aloitettu koe (maastokoe 1). Siihen kuuluu kaksi eri koealuetta, jotka sijaitsevat Viheriäisennevilla Ruoveden kunnassa Metsähallituksen Korkeakosken hoitoalueessa ja Lakkasuolla Oriveden kunnan Voitilan kylässä yksityismaalla. Viheriäisennevan alue (koealue 1) on ojitettu talvella 1967 ja on ollut alkuperäiseltä suotyypiltään lyhytkortista nevaa. Lakkasuon alue (koealue 2) taas on ojitettu vuonna 1961 ja suotyyppi on ollut ruohoiseen vivahtavaa varsinaista saranevaa.

Molemmille alueille perustettiin kaksi koealuetta, joista toinen edusti normaalisti kuivattua ja toinen epätydyttävästi kuivattua, lähes luonnontilaista suota. Kuivatusta kuvannevat jossain määrin ensimmäisen kasvukauden aikana mitatut pohjavesisyvytykset, jotka esitetään seuraavassa asetelmassa pH-lukujen ohella.

	Pohjaveden syvyys	pH
Koealue 1, kuiva	35 cm	3.8
» märkä	19 »	3.8
Koealue 2, kuiva	44 »	4.7
» märkä	16 »	4.8

Pohjaveden syvyysarvot ovat koealoille tehtyjen 8–12 kaivon kasvukauden aikaisten mittausten keskiarvoja. Ne sattuivat suhteellisen hyvin samalle vaihtelualueelle kuin kasvihuonekokeissakin. Koealojen pintaturpeen pH on mitattu 4. 7. 1968 tuoreista näytteistä. Itämiskasvukauden aikaiset sadeolosuhteet nähdään kuvasta 1.

Maastokokeessa 1 käytettiin samaa Y-lannosta kuin kasvihuonekokeissa sekä lisäksi Oulunsalpietaria (25 % N), hienofosfaattia (33 % P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) ja kalisulfaattia (50 % K<sub>2</sub>O). Y-lannostasot ovat samat kuin kasvihuonekokeissa 1 ja 2, ja muiden lannoitteiden määrät sisältävät suurin piirtein niitä vastaavasti vaikuttavaa ainetta. Lannoitemäärät selviävät taulukoista 3 ja 5 sivuilta 116 ja 119. Lan-



Kuva 1. Sademäärät (mm/vrk) kesinä 1968 ja 1969 maastokokeiden 1 ja 2 alueilla.  
Fig. 1. Daily precipitation (mm) in the summers of 1968 and 1969 in the areas of field experiments 1 and 2.

noitteet levitettiin kylvön yhteydessä tasaisesti koko  $50 \times 50$  cm:n ( $0.25 \text{ m}^2$ ) suuruisen kuokalla tehdyn laikun pinnalle. Puolet Y-lannoslaikuista peitettiin noin viiden sentin paksuisella turvekerroksella ennen kylvöä (sijoituslannoitus), kun taas puolissa lannoite ja siemenet tulivat kosketuksiin keskenään (pintalannoitus). Koeyksikkönä käytettiin kylvölaikkua, johon tuli noin 30 siementä. Siemen oli paikallista alkuperää ja itävyys 80 %. Kullakin käsittelyllä oli kymmenen toistoa, jotka sijoitettiin koelohjoille arvottujen lohkojen muotoon.

Koelohjojen kylvö ja lannoitus tehtiin 10.—12. 6. 1968 keskellä pihkää poutakautta. Kahden viikon kuluttua laikut kasteltiin 5 mm:n sadetta vastaavalla määrällä. Kastelun merkitys lienee kuitenkin jäänyt vähäiseksi pian seuranneen sateen johdosta. Taimet laskettiin kesällä 1968 viisi kertaa (24. 6., 29.—30. 6., 3.—4. 7., 21. 7. ja 25.—27. 8.), kesällä 1969 kaksi kertaa (14.—16. 6. ja 18.—26. 8.) sekä syksyllä 1970 kerran (1.—3. 9.). Vuosien 1969 ja 1970 inventoinneissa taimet luokiteltiin kehitysasteensa mukaan käyttäen YLI-VAKKURIN (1963) esittämää luokitusta. Syksyllä 1970 mitattiin laikun pisimmän taimen pituus millimetrin tarkkuudella.

Sijoituslannoitetuilta laikuilta otettiin 3. 7. 1968 turvenäytteet lannoitteen päälle laitettun turpeen noin sentin paksuisesta pintakerroksesta. Näytteitä otettiin vain kolmelta toistolta ja 0, 50 ja 100 g lannoitetta saaneilta laikuilta. Näistä määritettiin myöhemmin eri ravinteiden pitoisuudet lannoituksen vaikutuksen selvittämiseksi itämiskerroksessa.

Keväällä 1969 perustettiin Korkeakosken hoitoalueeseen Nuijanevalle uusi koe (maastokoe 2), jonka tarkoituksena on antaa lisäselvitystä hienofosfaattilannoituksesta kylvön yhteydessä. Koelohjo on ollut lyhytkortista nevaa, josta osa rahkamättäistä. Alue on ojitettu vuonna 1963 muoviputkisalaojin 30 metrin sarkoihin. Keväällä 1969 sarat halkaistiin Kopo-jyrsimellä tehdyn holvisalaojin.

Kylvö tehtiin Saarenkedon kylvökoneen jyrsinosalla muokattuun alustaan sekä muokkaamattomaan, vain vähän sammalta potkimalla paljastettuun suon pintaan. Kylvölaikkua tuli kaikkiaan 234 kpl. Kylvö suoritettiin 7.—12. 6. ja lannoitus 14.—15. 6. käyttäen hienofosfaattia ja suometsien PK-lannosta ( $24 \% \text{ P}_2\text{O}_5$ ,  $15 \% \text{ K}_2\text{O}$ ). Lannoitteita annettiin 20 g tasaisesti kylvökohdan ympärille  $5 \text{ dm}^2$ :n alalle, mikä vastaa 100 g  $0.25 \text{ m}^2$ :n laikkua kohden. Koe oli rivikoe, jossa lannoituskäsittelyjen järjestys arvottiin ja tätä toistettiin systemaattisesti. Järjestys oli PK-lannos (PK), lannoittamaton (0) ja hienofosfaatti (P). Koeyksikkönä oli kylvölaikkua. Itämiskasvukauden sadeolosuhteet näkyvät kuvasta 1. Ennen kylvösten inventointia tutkittiin kustakin kylvökohdasta, sijaitisiko se mätäs- vai tasapinnalla. Mätäspinnalla tarkoitetaan muuta suon pintaa korkeammalla olevaa, pääasiassa *Sphagnum fuscum* muodostamaa turvealustaa. Kylvökset inventoitiin kahteen kertaan sekä kesällä 1969 (13. 7. ja 6.—7. 9.) että kesällä 1970 (6. 6. ja 31. 8.—1. 9.). Taimet luokiteltiin kehitysasteensa mukaan (YLI-VAKKURI 1963) ja syksyllä 1970 mitattiin kustakin laikusta pisin taimi millimetrin tarkkuudella.

Laboratoriossa idätettiin männyn siemeniä eri väkevyisissä liuoksissa. Tämä tapahtui huoneenlämpötilassa kannellisissa petrimaljoissa, joiden pohjalla oli 15 ml liuosta sekä pumpulia. Kuhunkin maljaan kylvettiin 20 siementä. Koe tehtiin kesäkuussa 1968. Itämistä seurattiin muutaman päivän väliajoin kahden viikon ajan.

Idätykseen käytettiin sekä sokeri- että kivennäisaineliuoksia ja vertailuna tislattua ja vesijohtovettä. Liuosten osmoottiset arvot laskettiin käyttämällä van't Hoffin yhtälöä. Kivennäisaineliuoksissa otettiin lisäksi huomioon dissoioituvien ionien määrä ja ns. osmoottinen kerroin (TOMMILA 1961). Liuoksissa olevien eri aineista syntyneiden ionien välisiä vetovoimia ei laskelmissa otettu huomioon.

Sokeriliuokset tehtiin glukoosista ja niiden osmoottiset arvot olivat 3, 6, 10 ja 20 atm. Kivennäisaineliuosten vaikuttavin osa oli monokaliumfosfaatti ( $\text{KH}_2\text{PO}_4$ ), mukana oli kuitenkin myös kalsiumnitraattia ( $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ ) sekä molempien välisiä yhdistelmiä. Kaikissa yhdistelmissä oli ensinmainitun osuus kuitenkin suurin. Kivennäisaineliuosten osmoottiset arvot vaihtelivat 3—10 atm:n välillä. Maljoista laskettiin itäneet siemenet niitä kuitenkaan poistamatta. Myöhemmässä vaiheessa laskettiin myös taimiksi kehittyneet yksilöt.

### 3. TUTKIMUKSEN TULOKSET

#### 31. LANNOITUKSEN VAIKUTUS KASVIHUONEESSA

##### 311. Y-lannoksen vaikutus itämiseen ja taimimiseen

Kylvön yhteydessä tehdyn lannoituksen vaikutusta siementen itämiseen ja taimien syntymiseen (taimimiseen) tutkittiin kasvihuonekokeessa 1. Itäminen alkoi keskimäärin viiden vuorokauden kuluttua kylvöstä ja sitä kesti noin kahdeksan vuorokauden ajan. Lannoittamattomalla turpeella oli itäminen sitä nopeampaa, mitä syvemmällä pohjavesipinta oli. Lannoitus muutti suhteen päinvastaiseksi hidastaen samalla itämistä.

Lopulliset itämis- ja taimimistulokset nähdään taulukosta 1. Taimiminen jäi selvästi heikommaksi kuin itäminen. Erityisesti näin oli laita mörkimällä alustalla, mihin lienee ainakin osasyynä kokeen aikaisesta ajankohdasta johtuva kasvualustan kylmyys (vrt. MORK 1938). Lannoituksen vaikutus oli selvästi haitallinen sekä itämiseen että taimimiseen (riski  $< 0.1 \%$ ). Taimimiseen oli vaikutus vielä jyrkempi kuin itämiseen, ja vain pienimmällä lannoiteannoksella saatiin taimia niin paljon, että määrän voi katsoa riittävän metsittämiseen. Pohjavesitasoista oli itäminen parempi 10 cm:ssä kuin muilla (riski  $< 0.1 \%$ ). Lannoituksen ja pohjaveden syvyyden välillä oli myös merkitsevä yhteisvaikutus. Se osoittaa lannoituksen vaikutuksen olevan riippuvainen pohjaveden syvyydestä tässäkin tapauksessa, jossa turvetta kasteltiin kokeen aikana. Ilman

Taulukko 1. Y-lannoksen vaikutus männyn itämiseen ja taimimiseen eri pohjavesitasoilla kasvihuonekokeessa 1.

Table 1. Influence of Y fertilizer on germination and seedling emergence in pine at various depths of the ground water table. Greenhouse experiment nr 1.

Lannoitemäärä Quantity of fertilizer applied g/0.25 m <sup>2</sup>	Pohjaveden syvyys, cm Depth of GWT			Keskimäärin Average
	10	30	50	
	Itäminen, % – Germination, %			
0	75.8	82.2	78.8	78.9
12.5	56.1	37.6	34.5	43.4
25	41.9	7.9	18.9	23.0
50	28.3	1.1	2.4	10.8
75	17.2	0.0	1.1	6.5
100	20.4	0.0	0.0	8.1
Keskimäärin – Average . . .	40.1	23.8	23.9	29.6
	Taimiminen, % – Seedling emergence, %			
0	10.0	39.2	50.8	33.3
12.5	5.0	6.7	6.7	6.1
25	3.3	1.7	2.5	2.5
50	2.5	0.0	0.0	0.8
75	1.7	0.0	0.0	0.6
100	1.7	0.0	0.0	0.6
Keskimäärin – Average . . .	4.0	7.9	10.0	7.3

lannoitusta itäminen oli yhtä hyvä kaikilla pohjavesitasoilla, ja taimiminen jopa paras 50 cm:ssä. Mutta jo pienikin lannoitelisäys käänsi suhteen päinvastaiseksi. Myös märimmällä turpeella oli lannoituksen epäedullinen vaikutus selvä.

### 312. Y-lannoksen vaikutus sirkkataimien elossapysymiseen

Lannoituksen vaikutusta sirkkataimiasteella tutkittiin kasvihuonekokeessa 2. Taimiminen ennen lannoitusta oli tällä kertaa hyvä kaikilla pohjavesitasoilla. Syytä eroon kasvihuonekokeeseen 1 verrattuna 10 cm:n pohjavesitasolla ei tiedetä. Tässä kokeessa mukana ollut kuusi taimi kunnolla vain märimmällä alustalla. Lannoituksen vaikutus kuuseen oli samanlainen kuin mäntyynkin, joten puulajit on käsitelty yhdessä. Taulukossa 2 esitetyt tulokset on saatu vertaamalla kokeen lopussa olleita taimimääriä lannoitusta edeltäneisiin.

Lannoitus tappoi taimia sitä enemmän, mitä runsaampi se oli (riski < 0.1 %). Vaikutus ei kuitenkaan ollut yhtä voimakas kuin kasvihuonekokeessa 1, jossa lannoitus tehtiin kylvön yhteydessä. Tärkein syy lienee, että taimien juuret eivät olleet suurimman lannoitekonsentraation yhteydessä kuten siemenet itäessään (vrt. BERNSTEIN & HAYWARD 1958). Pohjavesitasojen väliset erot ovat

Taulukko 2. Y-lannoksen vaikutus sirkkataimien elossapysymiseen eri pohjavesitasoilla kasvihuonekokeessa 2. Tilanne kahden viikon kuluttua lannoituksesta. Männyn ja kuusen tulokset yhdistetty.

Table 2. The influence of Y fertilizer on seedling survival at different depths of the ground water table. Greenhouse experiment nr 2. The figures refer to the situation two weeks after application. The results for pine and spruce have been put together.

Lannoitemäärä Quantity of fertilizer applied g/0.25 m <sup>2</sup>	Pohjaveden syvyys, cm Depth of GWT			Keskimäärin Average
	10	30	50	
	Taimien elossapysyminen, % – Seedling survival, %			
0	100.0	94.1	98.1	97.7
12.5	82.3	81.7	85.7	83.1
25	61.8	58.4	50.9	57.7
50	28.1	15.8	13.1	20.2
75	9.1	5.8	6.1	7.3
100	6.7	1.7	1.7	3.7
Keskimäärin – Average . . .	48.0	42.6	40.9	44.4

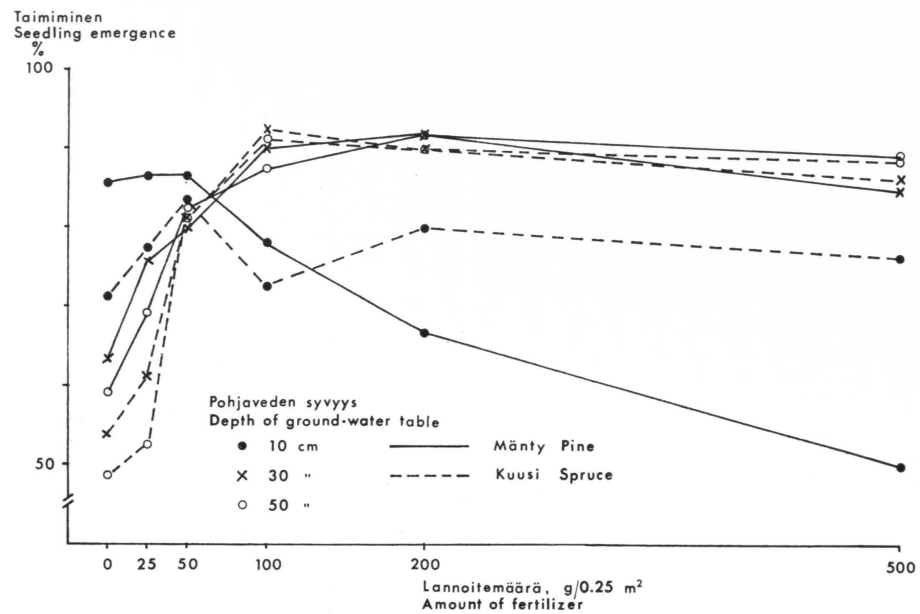
vähäisiä ja johtuvat siitä, että märimmällä alustalla syntyi vielä joku uusi taimi lannoituksen jälkeen, mihin kuivemmilla ei näytä olleen mahdollisuuksia. Lannoitus tappoi taimet nopeasti, sillä suurin osa kuoli jo ensimmäisen vuorokauden aikana. Vaikutus oli nopein märimmällä alustalla lannoitteen paremman liukemisen vuoksi.

### 313. Hienofosfaatin vaikutus taimimiseen

Maastokokeiden ensimmäisen kasvukauden tulosten pohjalta perustettiin kasvihuonekoe 3 selvittämään tarkemmin hienofosfaattilannoituksen vaikutusta itämiseen ja taimimiseen. Tässä kokeessa oli mukana myös kuusi.

Taimimisen nopeudessa voitiin havaita eroja puulajien, pohjavesitasojen ja lannoitemäärien välillä. Ilman lannoitusta ja hienofosfaattimäärien ollessa pieniä oli taimiminen nopeinta 10 cm:n ja hitainta 50 cm:n pohjavesitasolla, mutta lannoitemäärän kasvaessa suhde muuttui päinvastaiseksi. Suurin lannoitemäärä hidasti taimimisen alkuvaihetta. Kysymyksessä ei kuitenkaan liene itämisen hidastuminen, vaan jo noin parin millimetrin paksuisen lannoitekerroksen taimien esilletulosta estävä vaikutus. Kuusen taimiminen oli jonkin verran hitaampaa kuin männyn.

Kuvassa 2 esitetään taimimisen lopputulokset. Pohjavesitasojen keskiarvot eivät poikkea toisistaan, mutta lannoitustasojen kyllä. Kuten kuvasta voidaan havaita, eivät nämä keskiarvojen erot itse asiassa kuitenkaan ilmaise lannoituksen tai pohjaveden syvyyden vaikutusta, koska tekijän välillä on erittäin merkitsevä yhteisvaikutus (riski < 0.1 %). Lannoituksen vaikutusta onkin siksi



Kuva 2. Hienofosfaatin vaikutus männyn ja kuusen taimimiseen kasvihuoneessa.  
 Fig. 2. Influence of fine-ground rock phosphate on seedling emergence in pine and spruce in the greenhouse.

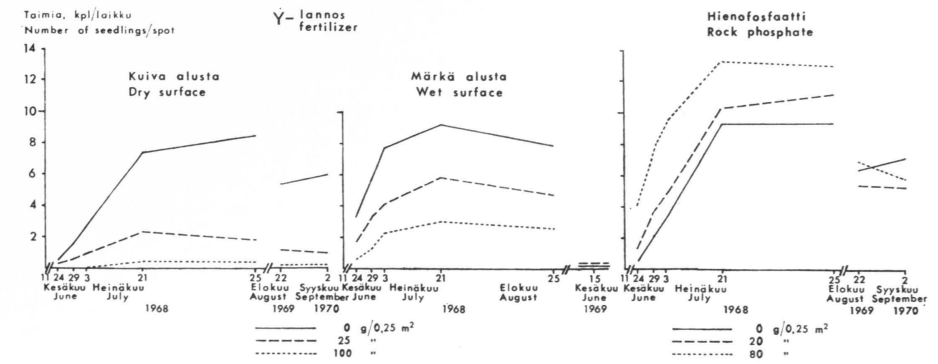
tarkasteltava erikseen eri kosteustasoilla. Lisäksi se oli jonkin verran erilainen kuusella ja männyllä, mikä tosin voi johtua vain kokeen suppeudesta.

Märällä kasvualustalla, jossa pohjaveden syvyys oli 10 cm, männyn taimiminen oli ilman lannoitusta ja pienillä hienofosfaattiannoksilla hyvä, mutta alkoi laskea lannoitemäärän noustessa yli 50 g. Kuivemmilla alustoilla (pohjaveden syvyys 30–50 cm) taimiminen taas oli ilman lannoitusta vähäisintä ja suurilla annoksilla runsainta. Kuusen taimimiseen lannoitus ei vaikuttanut ollenkaan märimmällä alustalla. Kuivemmilla alustoilla lannoituksen aikaansaama taimimisen lisäys oli suurempi kuin männyllä syystä, että lannoittamattomana kuusen taimiminen oli heikompaa kuin männyn. Kosteudesta riippumatta saatiin molemmilla puulajeilla lannoitemäärillä 50–100 g/0,25 m<sup>2</sup> yhtä hyvää taimimistulos kuin taimimiselle edullisen kostealla alustalla ilman lannoitusta.

### 32. LANNOITUKSEN VAIKUTUS MAASTOSSA

#### 321. Y-lannos

Lannoituksen vaikutuksen selvittäminen taimimiseen maastossa muodosti tutkimuksen pääosan. Samalla on ollut mahdollista seurata taimien myöhemmääkin kehitystä. Y-lannoksen vaikutusta tutkittiin maastokokeessa 1. Taimi-



Kuva 3. Männyn taimimisen kehitys maastokokeen 1 Y-lannos- ja hienofosfaattilaikuissa.  
 Fig. 3. Seedling emergence in pine in the seeding spots of field experiment one which had been treated with Y fertilizer and fine-ground rock phosphate.

misen kehitys oli samanlainen sekä pinta- että sijoituslannoituslaikuissa, siksi tulokset esitetään yhdistettyinä (kuva 3). Märällä alustalla taimia oli jo ensimmäisellä laskentakerralla melko runsaasti. Kuivalla alustalla pääosa taimista syntyi vasta heinäkuun alkupuolella kesän ensimmäisten merkittävien sateiden jälkeen (vrt. kuva 1, sivu 109). Lopullisessa taimimäärässä havaittavat erot näkyvät jo heti taimimisen alkuvaiheessa.

Lannoituksen vaikutuksen tarkasteluun soveltuvat parhaiten ensimmäisen kasvukauden (1968) lopputulokset, jotka nähdään taulukosta 3. Taimien määrä väheni nopeasti lannoitemäärän kasvaessa (riski < 0.1 %). Vaikutus oli kuivalla alustalla hyvin jyrkkä sekä pinta- että sijoituslannoituksella, märällä alustalla taas pintalannoituksen vaikutus oli lievempi kuin sijoituslannoituksen. Viime-mainittu ero saattaa johtua siitä, että lannoitteen peittävä turvekerros lisää siementen etäisyyttä pohjavedestä. Taimimisessä oli melkoisesti hajontaa eri koealueiden välillä. Kuivalla alustalla oli eroa vain ilman lannoitusta, mutta ei lannoitetuissa laikuissa. Märällä alustalla oli lannoituksen vaikutus alueella 1 heikko, mutta alueella 2 selvä.

Tuloksista huomataan myös turpeella peitetyillä lannoitteilla olleen taimien määrää vähentävä vaikutus. Tätä selittää havainto, joka tehtiin aivan turpeen pintakerroksesta otettujen turvenäytteiden ravinneanalyyseistä (taulukko 4). Kolmen tutkitun pääravinteiden määrät ovat nousseet lähes suoraviivaisesti annetun lannoitemäärän suhteessa. Lannoittamattomien laikkujen ravinnepitoisuudet ovat normaalia suuruusluokkaa lukuunottamatta koealueen 2 typpipitoisuuksia, jotka ovat tavallista korkeampia. Niissäkin näkyy silti selvä lannoituksen vaikutus. Ravinteiden nousu oli jonkin verran vähäisempää märällä kuin kuivalla alustalla.

Taulukosta 3 nähdään myös taimien pysyminen elossa ensimmäisen talven ylitse. Kuivalla alustalla taimia kuoli keskimäärin noin 50 %. Märällä alustalla kuolivat käytännöllisesti katsoen kaikki taimet. Syynä tuhoon oli melko var-

Taulukko 3. Y-lannoksen vaikutus männyn taimien syntymiseen ja elossapysymiseen ensimmäisen talven (1968/69) yli sekä kehitysasteeseen kolmannen kasvukauden (1970) lopussa maastokokeen 1 erilaisia kuivatuksia edustavilla koealoilla.

Table 3. Influence of Y fertilizer on seedling emergence of pine, seedling survival during the first winter (1968/69) and the stage of development of seedlings at the end of the third growing season (1970) in sample plots of varying drainage intensity of field experiment nr 1.

Lannoitustapa Method of application	Lannoite- määrä Quantity of fertilizer applied g/0.25 m <sup>2</sup>	Märkä - Wet		Kuiva - Dry							
		Taimia syksyllä 1968 Seedlings in the fall of 1968	Elossa- pysy- minen Seedling survival %	Taimia syksyllä Seedlings in the fall of			Elossa- pysy- minen Seedling survival %	Kehitysaste <sup>1)</sup> Stage of development <sup>1)</sup>			
				1968	1969	1970		ac	ad	ae	b
		kpl/0.25 m <sup>2</sup> nr/0.25 m <sup>2</sup>			Taimia, % Quantity of seedlings, %						
Pinta Superficial application	0	8.0	0	9.2	5.5	6.1	53	2	80	17	1
	12.5	7.1	1	3.7	1.7	2.0	46	0	58	42	0
	25	5.2	1	1.8	0.9	0.9	44	6	22	72	0
	50	4.0	2	0.5	0.3	0.2	80	0	50	50	0
	75	4.1	0	0.3	0.2	0.3	67	0	20	80	0
	100	4.1	0	0.1	0.1	0.1	100	0	0	67	33
Keskim. Average		5.4	1	2.6	1.4	1.6	50	1	67	31	1
Sijoitus Covered application	0	7.9	5	7.8	5.2	5.9	67	3	68	26	3
	12.5	7.7	8	2.8	1.4	1.3	54	12	20	68	0
	25	4.1	5	1.9	1.4	1.1	74	0	24	76	0
	50	3.9	5	1.0	0.4	0.7	60	14	29	57	0
	75	2.0	2	0.4	0.4	0.3	100	0	17	83	0
	100	1.1	5	0.6	0.3	0.3	50	0	20	80	0
Keskim. Average		4.5	4	2.4	1.5	1.6	56	4	51	43	2

<sup>1)</sup> Käytetyt kehitysasteet: ac = taimissa selvästi näkyvä, plumulasta puhjennut pääverso yksittäisine varhaisneulasineen, ad = taimissa varhaisneulasten lisäksi versoa kääpiöversoineen ja kaksittaisine neulasineen, ae = taimissa pääversion lisäksi ensi asteen sivuhaaroja, b = vaurioituneet ja sairaat taimet.

<sup>1)</sup> Abbreviations: ac = Seedlings having a clearly visible shoot with single primary needles, ad = Seedlings having, in addition to primary needles, a main shoot with dwarf shoots and needles in pairs, ae = Seedlings with primary branches in addition to the main shoot, b = Injured and diseased seedlings.

masti korkea pohjavesi, sillä talven aikana ja varsinkin keväällä vettä nousi turpeen pinnalle asti jopa peittäen taimia ja aiheuttaen kasvualustan hapettomuutta. Veden jäätyminen lienee vielä lisännyt vaikutusta. Lannoitemäärän vaikutuksen tarkastelua vaikeuttaa taimien pieni määrä jo syksyllä laikuissa, jotka olivat saaneet runsaan lannoituksen. Toisen talven aikana taimia ei enää yleensä kuollut. Kangasmaillakin on todettu ensimmäisen talven olevan taimien säilymisen kannalta kriittisimmän (YLI-VAKKURI 1963), vaikka vaikutus lie-

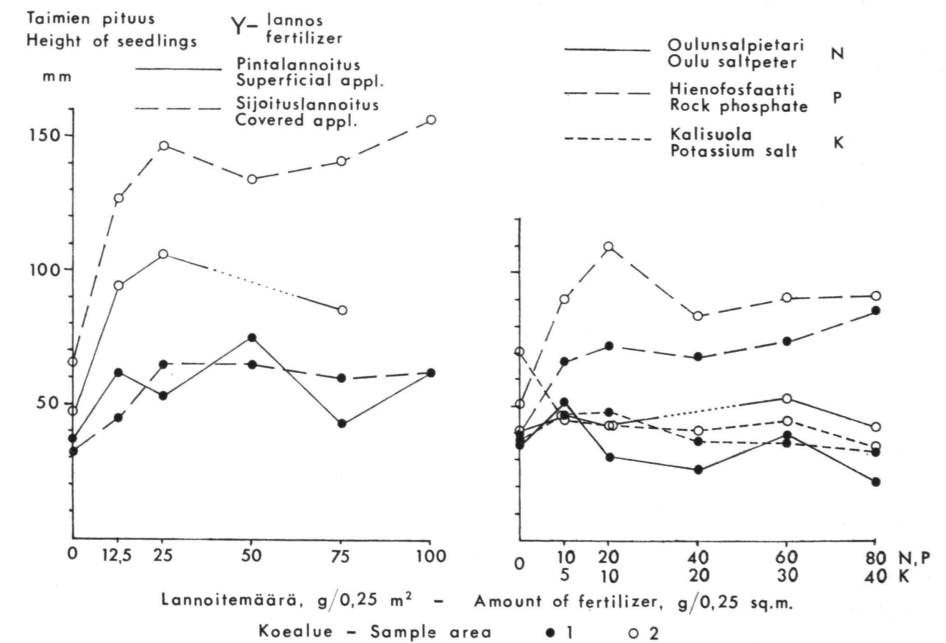
Taulukko 4. Y-lannoksen typen, fosforin ja kaliumin nouseminen sitä peittävän viiden sentin paksuisen turvekerroksen läpi maastokokeessa 1.

Table 4. Penetration of the nitrogen, phosphorus and potassium of Y fertilizer through the 5 cm peat layer covering the fertilizer in field experiment nr 1.

Koealue Experimental area nr	Koeala Sample plot	Typpi (N) Nitrogen (N)			Fosfori (P) Phosphorus (P)			Kalium (K) Potassium (K)		
		Y-lannosta g/0.25 m <sup>2</sup> - Y fertilizer, g/0.25 m <sup>2</sup>								
		0	50	100	0	50	100	0	50	100
N, P, K, % turpeen kuivapainosta N, P, K, % of dry weight of the peat										
1	Kuiva - Dry	1.16	3.33	5.06	0.04	0.65	1.03	0.03	0.72	1.26
	Märkä - Wet	1.09	1.71	2.29	0.04	0.28	0.29	0.02	0.29	0.35
2	Kuiva - Dry	4.22	4.45	5.27	0.08	0.14	0.28	0.03	0.25	0.47
	Märkä - Wet	5.06	5.61	5.90	0.06	0.08	0.15	0.02	0.35	0.61

neekin suuresti riippuvainen sääoloista (vrt. maastokoe 2). Märkää alustaa edustavia koealoja ei inventoitu kevään 1969 jälkeen taimien vähyyden vuoksi.

Lannoitus lisäsi kolmen kasvukauden aikana pisimmälle kehittyneiden taimien osuutta (taulukko 3). Vastaava lannoituksen kasvua edistävä vaikutus ilmenee taimien pituuksissa (kuva 4). Pituuksissa on eroa myös koealueiden välillä. Viljavampaa alustaa edustavalla koealueella 2 taimet ovat pituudeltaan



Kuva 4. Lannoituksen vaikutus männyn kylvölaikkujen valtataimien pituuteen kolmen kasvukauden (1968-70) aikana maastokokeen 1 eri alueilla.

Fig. 4. Influence of fertilization on the height of the dominant seedlings in the seeding spots during the first three growing seasons after sowing (1968-70). Field experiment nr 1.

lähes kaksinkertaisia alueeseen 1 verrattuna, ainakin lannoitetuissa laikuissa. Toisaalta tulokset osoittavat jo pienimpien käytettyjen lannoitemäärien (12.5—25 g) riittäneen antamaan saman kasvun kuin suuremmatkin annokset (vrt. SEPPÄLÄ 1968, MANNERKOSKI & SEPPÄLÄ 1970). Hajonta taimien pituuksissa on suurta, mutta lannoitetut ovat olleet keskimäärin merkittävästi pitempiä kuin lannoittamattomat (riski < 5 %).

### 322. Yksiravinteiset lannoitteet

Maastokokeessa 1 tutkittiin lisäksi yksiravinteisten lannoitteiden vaikutusta, mutta vain kuivilla koealoilla. Mukana oli Oulunsalpietaria, hienofosfaattia ja kalisuolaa, joita levitettiin ainoastaan pintalannoituksena.

Oulunsalpietari- ja kalisuolalaikkujen taimiminen seurasi melko tarkasti jo Y-lannoksella todettua kehitystä; lannoitemäärän kasvaessa taimiminen hidastui huomattavasti. Hienofosfaattilannoituksen osalta tilanne oli aivan toinen. Mitä voimakkaampi lannoitus, sitä nopeampi oli taimiminen (kuva 3). Lisäksi on huomattava, että runsaan hienofosfaattilannoituksen etu keskittyi taimimisen alkuvaiheisiin sateettomaan aikaan. Jo ensimmäisellä taimien laskentakerralla oli ero suurimman lannoitemäärän saaneiden ja lannoittamattomien laikkujen taimimäärissä yhtä suuri kuin kasvukauden lopussa, ja taimia oli kuivalla alustalla hienofosfaattilaikuissa yhtä runsaasti kuin märällä alustalla ilman lannoitusta. Hienofosfaatti näyttäisi siis pystyneen estämään kuivan kauden haittoja.

Taulukosta 5 nähdään kokeen tulokset. Ensimmäisenä kasvukautena Oulunsalpietarin ja kalisuolan vaikutus oli samanlainen kuin Y-lannoksen, tosin jonkin verran lievempi syystä, että viimeainittun aiheuttama ionikonsentraatio vastaavalla lannoitustasolla lienee suurempi. Hienofosfaatin pienin annos ei poikennut lannoittamattomasta, mutta seuraavalle tasolle siirryttäessä tapahtui selvä taimimäärän nousu ja suurimmalla annoksella saatiin eniten taimia. Yksittäisten tasojen väliset erot eivät kuitenkaan ole merkittäviä, mutta ryhmänä tasot 20—80 g eroavat tasoista 0—10 g (riski < 1 %).

Taimien elossapysymisestä ensimmäisen talven yli voidaan todeta lannoittamattomien yleensä menestyneen parhaiten. Keskimäärin oli elossapysyminen samaa suuruusluokkaa kuin Y-lannoslaikuissa, eikä eri lannoitelajien välillä näy mitään selviä systemaattisia eroja. Hienofosfaatin osalta havaitaan kuitenkin suurten lannoitemäärien edun lannoittamattomiin nähden hävinneen ensimmäisen talven aikana.

Taimien kehitysastejakautumaan on ainoastaan hienofosfaatti vaikuttanut positiivisesti. Kalisuolan vaikutus on ollut jopa lievästi negatiivinen. Vain hienofosfaatti on pystynyt lisäämään taimien kasvua (kuva 4). Hienofosfaatilla lannoitettujen laikkujen taimien pituudet ovat keskimäärin yhtä suuria kuin Y-lannoslaikkujen vastaavilla koealoilla (vrt. MESHECHOK 1967). Tämä vastaa

Taulukko 5. Yksiravinteisten lannoitteiden vaikutus männyn taimien syntymiseen ja elossapysymiseen ensimmäisen talven (1968/69) yli sekä kehitysasteeseen kolmannen kasvukauden (1970) lopussa maastokokeen 1 kuivilla koealoilla.

Table 5. Influence of single fertilizers on seedling emergence of pine, seedling survival during the first winter (1968/69) and the stage of development of seedlings at the end of the third growing season (1970) in the sample plots on a dry substrate of field experiment nr 1.

Lannoite Fertilizer	Lannoite- määrä Quantity of fertilizer applied g/0.25 m <sup>2</sup>	Taimia syksyllä Seedlings in the fall of			Elossa- pysyminen % Seedling survival, %	Kehitysaste <sup>1)</sup> Stage of development <sup>1)</sup>			
		1968	1969	1970		ac	ad	ae	b-
		kpl/0.25 m <sup>2</sup> nr/0.25 m <sup>2</sup>				Taimia, % Quantity of seedlings, %			
Oulunsalpietari <i>Oulu saltpeter</i>	0	8.5	4.8	5.5	57	3	78	17	2
	10	7.6	4.9	5.2	61	3	55	41	1
	20	5.8	2.7	2.6	45	6	74	18	2
	40	4.0	1.8	1.7	48	9	68	12	11
	60	2.8	1.5	1.4	46	0	48	48	4
	80	1.5	0.3	0.4	20	43	43	14	0
	Keskim. Average		5.0	2.7	2.8	52	4	66	27
Hienofosfaatti <i>Fine-ground rock phosphate</i>	0	9.4	7.0	7.3	69	1	68	26	5
	10	7.5	4.4	4.4	56	1	49	48	2
	20	11.4	5.2	5.3	48	0	65	35	0
	40	12.0	4.3	4.2	43	0	51	49	0
	60	13.0	5.0	4.9	43	0	46	54	0
	80	13.1	5.5	5.9	53	1	61	34	4
	Keskim. Average		11.1	5.2	5.3	51	1	58	39
Kalisuola <i>Potassium salt</i>	0	9.6	6.2	6.6	66	2	71	25	2
	5	5.9	2.9	3.2	46	10	60	30	0
	10	5.2	3.3	3.1	52	6	54	40	0
	20	3.8	2.1	2.2	42	9	61	28	2
	30	2.1	1.2	1.3	57	16	64	20	0
	40	1.8	0.9	1.3	67	27	73	0	0
	Keskim. Average		4.7	2.8	2.9	55	8	64	27

<sup>1)</sup> Katso taulukon 3 alahuomautus — See footnote under table 3.

istutustaimilla eräissä kokeissa saatua tulosta, että yksin hienofosfaatilla on saatu aikaan positiivinen kasvureaktio muiden lannoitteiden sitä enää merkittävästi lisäämättä (esim. MANNERKOSKI & SEPPÄLÄ 1970). Vain koealalla 2 turpeen alle sijoitettu Y-lannos sai aikaan selvästi paremman kasvun kuin hienofosfaatti.



Taulukko 6. Lannoituksen vaikutus männyn taimien runsauteen ja elossapysymiseen ensimmäisen talven (1969/70) yli sekä kehitysasteeseen toisen kasvukauden (1970) lopussa maastokokeessa 2. (Lannoitemäärä 20 g/5 dm<sup>2</sup>).

Table 6. Influence of fertilization on seedling emergence and seedling survival during the first winter (1969/70) and the stage of development of seedlings at the end of the second growing season (1970) in field experiment nr 2. (The quantity of fertilizer applied was 20 g/5 dm<sup>2</sup>).

Suon pinnan laatu Soil surface	Lannoitus <sup>2)</sup> Fertilization <sup>2)</sup>	Taimia syksyllä Seedlings in the fall of		Elossapysyminen % Seedling survival, %	Kehitysaste <sup>3)</sup> Stage of development <sup>3)</sup>			
		1969	1970		ac	ad	ae	b
		kpl/laikku nr/spot			Taimia, % Quantity of seedlings, %			
Luonnontilainen tasapinta Intact area between hummocks	O	11.8	11.5	88	22	73	1	4
	P	17.6	17.2	92	6	89	5	0
	PK	3.3	3.5	95	16	80	1	3
	Keskim. Average	10.7	10.6	91	12	83	3	2
Luonnontilainen mätäspinta <sup>1)</sup> Intact hummock <sup>1)</sup>	O	10.8	10.9	95	20	71	0	9
	P	14.6	14.6	90	13	87	0	0
	PK	1.4	1.3	100	11	89	0	0
	Keskim. Average	9.6	9.5	93	16	79	0	5
Muokattu tasapinta Prepared area between hummocks	O	19.7	19.1	92	8	85	4	3
	P	22.3	20.9	92	2	82	16	0
	PK	6.7	6.2	90	6	67	25	2
	Keskim. Average	16.2	15.5	92	5	81	12	2
Muokattu mätäspinta <sup>1)</sup> Prepared hummock <sup>1)</sup>	O	14.7	14.3	93	9	81	9	1
	P	20.9	18.9	89	1	82	16	1
	PK	6.9	6.9	97	5	78	17	0
	Keskim. Average	13.9	13.2	92	5	81	13	1
Keskimäärin Average	O	15.5	15.1	96	12	81	4	3
	P	19.5	18.8	91	4	84	12	0
	PK	5.4	5.2	93	8	74	17	1
	Keskim. Average	13.5	13.1	92	7	81	10	2

<sup>1)</sup> Mätäspinta käsittää muuta suon pintaa (tasapinta) korkeammalla olevan *Sphagnum fuscum*-turvepinnan.

<sup>2)</sup> Hummock = *Sphagnum fuscum* hummocks.

<sup>3)</sup> O = lannoittamaton — unfertilized.

P = hienofosfaatti — fine-ground rock phosphate.

PK = PK-lannos — PK-fertilizer.

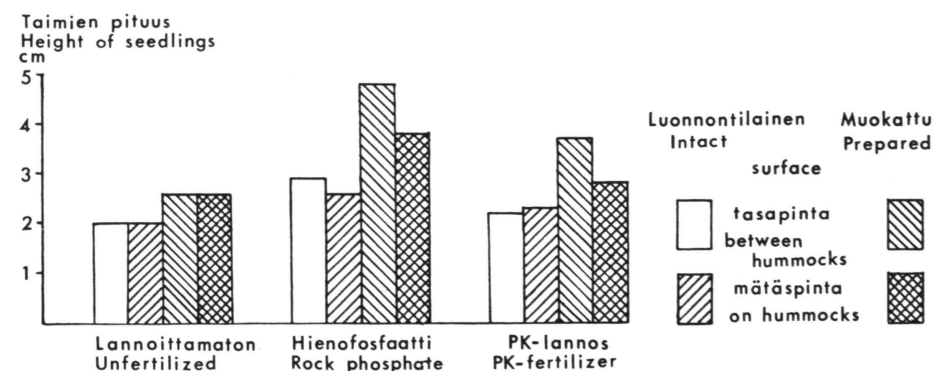
<sup>3)</sup> Katso taulukon 3 alahuomautus — See footnote under table 3.

Maastokokeessa 2 oli tarkoituksena selvittää edellä todetun hienofosfaatin edullisen vaikutuksen muuttumista tai esiintymistä PK-lannoksen yhteydessä. Kummastakin lannoitteesta käytettiin vain yhtä määrää. Lannoitteiden vaikutusta on seurattu erilaisilla alustoilla, mutta vain yhdellä alueella.

Tuloksista (taulukko 6) havaitaan hienofosfaatilla lannoitettaessa saadun taimia eniten, lannoittamatta seuraavaksi eniten ja PK-lannoksella huomattavasti vähemmän kuin edellisillä (riski < 0.1 %). Jyrsimellä muokattuun penkaan tiivistettyyn laikkuun kylvettäessä saatiin kaikilla lannoituskäsittelyillä taimia huomattavasti enemmän kuin luonnontilaiseen pintaan polkemalla tiivistettyyn kohtaan kylvettäessä (riski < 0.1 %). Tasapinnan ja mätäspinnan välillä ei ollut merkitsevää eroa. Taimikuolleisuus oli ensimmäisen talven aikana alle 10 %.

Taimien kehitysasteita tarkasteltaessa todetaan hienofosfaatilla ja PK-lannoksella saadun suhteellisesti eniten pisimmälle kehittyneitä taimia (luokka ae). Absoluuttisesti oli niitä kuitenkin PK-lannoslaikuissa paljon vähemmän. Muokatulla alustalla oli kehitysastejakautuma edullisempi kuin luonnontilaisella pinnalla. Tasa- ja mätäspinnan välillä voi havaita jonkinlaista eroa vain luonnontilaisella alustalla.

Taimien pituusmittausten tulokset esitetään kuvassa 5. Hienofosfaatilannoituksella saatiin keskimäärin pisimmät taimet kaikilla pinnoilla. PK-lannoituksen vaikutus pituuteen jäi melko vähäiseksi, ehkä muokattua tasapintaa lukuunottamatta. Verrattaessa tulosta kehitysastejakautumaan näyttävät taimet siis mieluummin tukevoituneen kuin kasvaneen pituutta. Muokkauksella oli myös suuri vaikutus pituuteen varsinkin hienofosfaatin yhteydessä, jolloin



Kuva 5. Lannoituksen vaikutus männyn kylvölaikkujen valtaimien pituuteen kahden kasvukauden (1969–70) aikana eri alustoilla maastokokeessa 2. Käytetty lannoitemäärä oli 20 g/5 dm<sup>2</sup>.

Fig. 5. Influence of fertilization on the height of the dominant seedlings in the seeding spots during two growing seasons (1969–70) on various substrates. Field experiment nr 2. The quantity of fertilizer applied was 20 g/5 dm<sup>2</sup>.

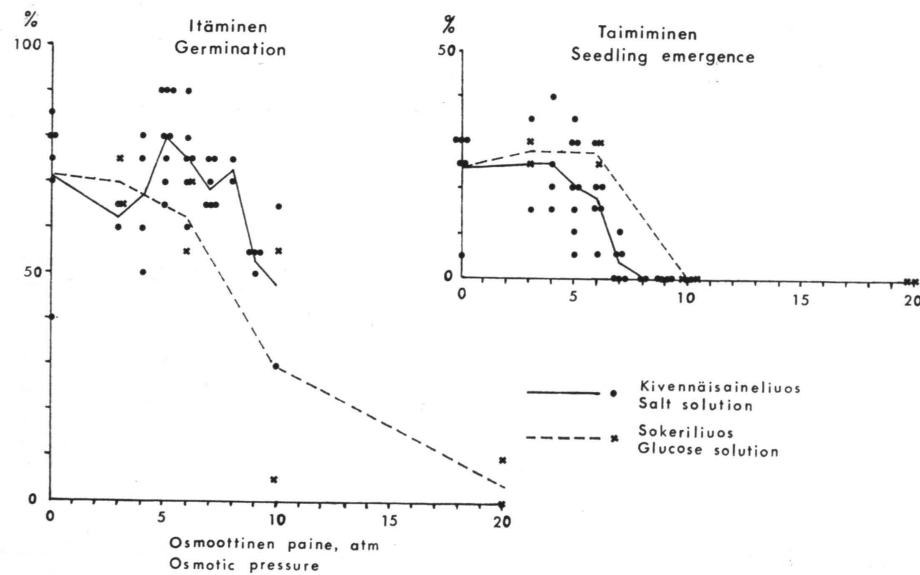
saatiin myös mätäspinnalla suhteellisen kookkaita taimia. Mätäs- ja tasapinnan erot olivat melko pieniä ja ilmenivät vasta lannoituksen yhteydessä muokatulla alustalla.

Kahden ensimmäisen kasvukauden aikana on tässä kokeessa hienofosfaatti ollut selvästi PK-lannosta parempi. Tämä osoittaa, että hienofosfaatin (raaka-fosfaatin) lisänä oleva helppoliukoinen kalisuola on poistanut sen edullisen vaikutuksen itämistulokseen saamatta kuitenkaan aikaan kasvunlisäystä tässä vaiheessa. Muokatulle alustalle kylvetäessä negatiivinen vaikutus on ollut pienin.

### 33. IDÄTYSLIUKSEN OSMOOTTISEN PAINEEN VAIKUTUS

Laboratoriokokeessa pyrittiin selvittämään maanesteen konsentraation vaikutusta itämiseen käyttämällä eri väkemyisiä idätysliuoksia. Itäminen alkoi nopeimmin tislatussa ja vesijohtovedessä. Mitä suurempi oli liuoksen osmoottinen arvo, sitä myöhemmin itäminen alkoi ja sitä vähemmän siemeniä myös iti.

Itämis- ja taimimistulokset sokeri- ja kivennäisaineliuoksilla nähdään kuvasta 6. Osmoottista arvoa nolla vastaavat tislattu ja vesijohtovesi. Eri maljojen välillä oli suurta hajontaa erityisesti kivennäisaineliuoksissa, mutta se lienee ollut satunnaista, sillä liuosten koostumuksista siihen ei löydy selitystä. Sokeri- ja kivennäisaineliuosten välillä ei ollut merkittävää eroa itämisessä eikä taimimisessä.



Kuva 6. Idätysliuoksen osmoottisen paineen vaikutus männyn itämiseen ja taimimiseen laboratoriokokeessa.

Fig. 6. Influence of the osmotic pressure of the germination solution on germination and seedling emergence in pine.

Itämisen havaitaan vähenevän nopeasti liuoksen osmoottisen arvon kohotessa 9–10 atm:n tienoille. Taimimisessa väheneminen tapahtui 6–7 atm:n välillä. Varsinkin taimimisen raja-arvo voi tosin olla jonkin verran liian alhainen, koska liuosten osmoottiset arvot on laskettu vain alkutilanteen mukaan ja veden kulumisen kokeen aikana haihtumiseen ja siementen turpoamiseen on saattanut nostaa niitä. Saadut raja-arvot vastaavat kuitenkin hyvin aikaisemmin esitettyjä. SATOO & GOO (1954) ovat osoittaneet taimimisen olevan riittävä tutkimillaan *Pinus*-lajeilla (*P. densiflora* ja *P. thunbergii*), kun maan kokonaisimu ei nouse yli 8 atm:n. Siementen imukyky oli noin 11–13 atm, mutta jo 6.5 atm *P. densifloralla* ja noin 10 atm *P. thunbergiilla* vähensi jyrkästi itämistä. Myös *Pinus ponderosa*n itäminen heikkenee selvästi ympäristön imun noustessa yli 7 (–11) atm (LARSON & SCHUBERT 1969). Kaikki nämä mäntylajit ovat ekologisilta ominaisuuksiltaan melko lailla meikäläisen kaltaisia. Osmoottisen imun vaikutuskäyrän on havaittu olevan nyt todetun muotoinen myös monilla viljelyskasveilla (esim. GEORGE & WILLIAMS 1964).

### 4. TULOSTEN TARKASTELU

Tutkimuksessa saadut tulokset perustuvat useaan erilliseen kokeeseen. Koeolosuhteet eivät aina olleet parhaat mahdolliset. Kasvihuonekokeiden eriaikaisuus saattoi vaikuttaa tuloksiin, vaikka koejärjestely olikin sama. Kasvihuonekokeissa oli varsinkin lämpötilan säätely vaikeaa. Pääosan vuorokaudesta lämpötila pysytteli 10–20° C:ssa, mikä on itämisen suhteen optimin alapuolella ja on saattanut hidastaa itämistä (vrt. AALTONEN 1942).

Maastossa käytetty koejärjestely oli myös sellainen, ettei se mahdollista päätelmiä esimerkiksi kasvualustan luontaisen viljavuuden vaikutuksesta tuloksiin. Tulokset ovat luotettavimpia juuri pääaiheen, erilaisten lannoitteiden ja lannoitemäärien vaikutuksen osalta. Maastokokeita ei myöskään ollut mahdollista toistaa samanlaisina useana vuotena, mikä yleensä olisi hyödyllistä. Yksittäisten kokeiden puutteita vähentää kuitenkin niiden lukumäärä ja pyrkimys samantyyppisiin lannoituskäsittelyihin. Olosuhteiden suurista eroista huolimatta tulokset eri kokeista ovat olleet samansuuntaisia, mikä varmentaa tehtyjä päätelmiä.

Kasvualustan kosteudella, jota tässä työssä kuvataan pohjaveden syvyyden avulla, on suuri välitön merkitys itämiselle. Siemenhän sisältää lepotilassaan vettä hyvin niukasti ja pystyäkseen elontoimintoihin sen on saatava sitä runsaasti ympäristöstään. Mitä enemmän ja helpommin vettä on saatavissa, sitä nopeammin itäminen edistyy (esim. COLLIS-GEORGE & SANDS 1959, KAMRA 1968, 1969). Tämä ilmeni selvästi kasvihuonekokeessa 3. Kasvihuonekokeissa 1 ja 2 käytetty kastelu poisti pohjaveden syvyyden vaikutuksen (vrt. KAUNISTO 1969), jos kasvualustaa ei ollut lannoitettu.

Liiallisesti esiintyessään vesi voi kuitenkin aiheuttaa sekundaarisia haitta-

vaikutuksia, kuten hapen vähyyttä kasvualustassa. Siksi voi liiallinen märkyys olla itämiselle haitallista (esim. KRAMER & KOZLOWSKI 1960). Maan liika vesi estää myös taimimista, koska sirkkajuuri ei tunkeudu liian vähähappiseen alustaan. Märkä alusta on usein myös kylmä ja siten epäedullinen juurten kasvulle (MORRIS 1938). Maastossa liian vesi vaikutus ilmeni nyt lähinnä suurena talvi-kuolleisuutena. Luonnon olosuhteissahan pohjaveden pinta vaihtelee melko runsaasti vuodenaikojen ja sääolosuhteiden mukaan. Yleensä pohjavesipinta on syvimmillään kesä—heinäkuussa, siis aikana, jolloin siementen normaalisti on voitava itää ehtiäkseen puutua syksyyn mennessä. Jos nyt tänä aikana pohjavesipinta on 10—20 cm:n syvyydessä, jolloin itäminen on nopeata ja johtaa hyvään taimimistulokseen (maastokoe 1), on hyvin todennäköistä, että jo syyskesän yleensä runsaat sateet tai ainakin lumen sulamisvedet nousevat turpeen pinnalle asti. Taimien pysyminen elossa ensimmäisen talven yli lienee kuitenkin suuresti riippuvainen sääoloista (vrt. maastokokeiden 1 ja 2 tulokset).

Suoranaista kosteuden vaikutusta merkittävämpää oli todeta kosteuden ja lannoituksen välinen yhteisvaikutus, joka ilmeni lähes kaikissa mahdollisissa tapauksissa (vrt. myös KAUNISTO 1969). Onkin ilmeistä, että liiallista kuivuutta siementen ja pienien sirkkataimien kannalta esiintyy normaalisti kuivatuilla turvemaidella laikkukylvön yhteydessä vain silloin, kun tehdään myös lannoitus.

Käytetyt lannoitteet sisälsivät kaikkia kolmea pääravinnetta, tyyppiä, fosforia ja kaliumia. Pääasiassa lannoitteet olivat helppoliukoisia (Y-lannos, Oulunsalpietari ja kalisuola), vain hienofosfaatti oli niukkaliukoinen samoin kuin PK-lannoksen raakafosfaatti. Mukana ei ollut helppoliukoista fosforilannoitetta yksinään. Siten ei voida tietää, oliko hienofosfaatin todettu vaikutus itämiseen ravinnevaikutus vai jokin heikosta liukoisuudesta johtuva. Tulokset viittaavat kuitenkin siihen, että itämisvaiheessa ei itse ravinnevaikutuksella olisi suurta merkitystä, koska muut aineet, kuten kalisuola PK-lannoksessa, poistavat edun kokonaan. Tosin on esitetty myös, etteivät helppoliukoisetkaan fosforilannoitteet olisi haitaksi itämiselle (BENZIAN 1967), mutta nämä kokeet on tehty kivennäismailla Englannin taimitarhoissa.

Helppoliukoisten lannoitteiden itämistä heikentävä vaikutus voi johtua ravinnesuolojen maanesteeseen liuetessaan aiheuttamasta osmoottisen imun noususta, ionien mahdollisesta epätasapainosta tai haitallisista pH-muutoksista (KRAMER & KOZLOWSKI 1960).

Turpeen voimakas puskuriominaisuus ja männyn suuri kestävyys happamuuden suhteen itämisvaiheessa viittaavat pH-muutosten merkityksen vähäisyyteen. Lisäksi käytettyjen lannoitteiden ei pitäisi juuri vaikuttaa kasvualustan happamuuteen. Ravinteiden epäsuhteellakaan ei liene suurta vaikutusta, koska Y-lannos sisältää eri ravinteita kokemuksen hyväksi osoittamissa suhteissa eikä yksiravinteisten lannoitteiden vaikutus poikennut sen vaikutuksesta ainakaan huonompaan suuntaan. Samaa osoittavat myös laboratoriokokeen tulokset. Muutamilla aineilla on myös osoitettu olevan mahdollinen myrkkövaikutus itäviin siemeniin. Näitä ovat esimerkiksi ammoniakki (CARTER 1967), kalium-

sulfaatti (COLLIS-GEORGE & SANDS 1962) ja kloori (SANDVIK 1957). Ammonium- ja kloori-ioneja esiintyi myös nyt käytetyissä lannoitteissa, joten niillä on saatantunut olla oma osansa itämisen ja taimimisen heikkenemisessä.

Osmoottisia vaikutuksia pidetään kuitenkin yleensä ionivaikutuksia tärkeämpinä (KRAMER & KOZLOWSKI 1960). Luonnontilaisilla metsämailla ei maanesteeseen osmoottisella imulla ole juuri vaikutusta maan kokonaisuuteen ja kasvien vedenottoon, vaan suurin merkitys on maan vettä pidättävillä voimilla. Nyt todettu helppoliukoisten lannoitteiden itämistä ja taimimista heikentävä vaikutus johtunee kuitenkin suurelta osalta siitä, että ne lisäävät osmoottista imua ja siten maan kokonaisuutta. Luonnollista on myös, että saman lannoitemäärän vaikutus on suurempi kuivemmalla alustalla, jossa se liukenee pienempään vesimäärään. Tästä on osoituksena todettu yhteisvaikutus lannoitemäärän ja pohjavesipinnan syvyyden välillä. Näissä kokeissa käytetty lannoitustapa oli vaarallisin itämistä ajatellen, koska lannoitteet tulivat siementen välittömään läheisyyteen. Viiden sentin turvekerroksella peittäminenkin ei juuri vähentänyt vaikutusta, sillä kuivana aikana suolat nousevat veden haihtuessa turpeen pinnalle (vrt. BERNSTEIN & HAYWARD 1958). Helppoliukoisten lannoitteiden vaikutusta voidaan kyllä lieventää sekoittamalla ne 10—20 cm:n paksuiseen pintaturvekerrokseen (KAUNISTO 1969) tai käyttämällä rengaslannoitusta (SEPPÄLÄ 1968). Vaikutus jäänee myös vähäisemmäksi, jos lannoitus tehdään vasta itämisen jälkeen (vrt. myös PENNINGSFELD 1966).

Hienofosfaatti poikkesi vaikutukseltaan selvästi helppoliukoisista lannoitteista. Joko se ei vaikuttanut ollenkaan itämiseen ja taimimiseen tai sen vaikutus oli edullinen. Tämä riippui myös kasvualustan kosteudesta, mutta toisin kuin edellä; vaikutus oli edullisempi kuivalla kuin märällä alustalla. Muutenkin hienofosfaatin edullinen vaikutus tuntui tulevan esille juuri itämiselle epäedullisissa olosuhteissa. Märällä turpeella voi hienofosfaattikin aiheuttaa maanesteeseen osmoottisen imun nousua. Sehän liukenee ja antaa lannoitusvaikutuksen happamalla turvemaidella, joissa on sitä liuottavia orgaanisia happoja, mutta ei fosforia sitovia aineita (esim. SALONEN 1968).

Hienofosfaatin itämistä edistävälle vaikutukselle lienee eduksi, että lannoite levitetään siementen päälle. Turpeeseen sekoittamisella ei tässä suhteessa voiteta mitään (vrt. KAUNISTO 1968). Taimien myöhemmälle kasvulle voi siitä kuitenkin olla hyötyä, vaikka myös pintalannoituksella saadaan hyviä kasvu-reaktioita.

Lannoituksen vaikutus itämisen jälkeiseen taimien kehitykseen osoittautui hyvin samankaltaiseksi kuin monissa istutuksen yhteydessä tehdyissä lannoituskokeissa on todettu. Lähinnä oli havaittavissa fosforia sisältävien lannoitteiden kasvua parantava vaikutus, mikä ilmeni sekä kehitysasteen nousussa että taimien pituudessa (vrt. esim. MANNERKOSKI & SEPPÄLÄ 1970).

Lannoituksella on suoranaisten vaikutustensa lisäksi myös välillisiä vaikutuksia. Merkittävä on pintakasvillisuuden rehevöityminen (PÄIVÄNEN & SEPPÄLÄ 1968) tai laikkujen osalla paremminkin niihin tulevan kasvillisuuden runsaus ja

tulonopeus. Maastokokeessa 1 havaittiin juuri samojen lannoitteiden, joilla on edullisin vaikutus taimiin, lisäävän eniten kasvillisuutta (MANNERKOSKI 1970). Kolmen ensimmäisen kasvukauden aikana ei karummalla koealueella 1 kasvi-  
peite kuitenkaan haitannut taimia, mutta sen sijaan viljavammalla (alue 2) vaikutus oli tuntuva. Tässä mielessä on sijoituslannoituksella varmasti saavutettu jonkin verran etua, mikä ilmenee parempana kasvuna.

##### 5. KIRJALLISUUTTA

- AALTONEN, V. T. 1942. Muutamia kasvukokeita puuntaimilla. Referat: Einige Vegetationsversuche mit Baumpflanzen. Acta For. Fenn. 50. 6.
- BENZIAN, B. 1967. Manuring young conifers: Experiments in some English nurseries. Colloquium on Forest Fertilization. Proc. Vth Coll. Int. Potash Inst. Jyväskylä/Finland, 142—170.
- BERNSTEIN, L. & HAYWARD, H. E. 1958. Physiology of salt tolerance. Ann. Rew. Plant Physiol. 9, 25—46.
- CARTER, O. G. 1967. The effect of chemical fertilizers on seedling establishment. Aust. J. Exp. Agric. 7 (25), 174—180.
- COLLIS—GEORGE, N. & SANDS, J. E. 1959. The control of seed germination by moisture as a soil physical property. Aust. J. Agric. Res. 10, 628—636.
- & SANDS, J. E. 1962. Comparison of the effects of the physical and chemical components of soil water energy on seed germination. Aust. J. Agric. Res. 13, 575—584.
- GEORGE, L. Y. & WILLIAMS, W. A. 1964. Germination and respiration of barley, strawberry clover and ladino clover seeds in salt solution. Crop Sci. 4, 450—452.
- 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.
- HUIKARI, O. & PAARLAHTI, K. 1966. Kivisuon metsänlannoituskokeet. Kenttäopas. Helsinki.
- KAMRA, S. K. 1968. Effect of different distances between water level and seed bed on Jakobsen apparatus on the germination of *Pinus silvestris* L. seed. Studia For. Suec. 65.
- 1969. Further studies on the effect of different distances between water level and seed bed on Jakobsen apparatus on the germination of *Pinus silvestris* and *Picea abies* seed. Svensk Bot. Tidskr. 63, 265—274.
- & SIMAK, M. 1968. Germination studies on Scots pine (*Pinus silvestris* L.) seed of different provenances under alternating and constant temperatures. Studia For. Suec. 62.
- KÄUNISTO, S. 1968. Lannoitettu kasvuturve metsäpuiden siementen itämisalustana. Summary: Fertilized garden peat as a substratum for germinating forest tree seeds. Suo 19, 57—61.
- 1969. Kokeellisia tutkimuksia lannoituksen, muokkauksen ja pohjaveden syvyyden vaikutuksesta männyn ja kuusen taimien syntymiseen ja elossa pysymiseen nevaturvealustalla. Konekirjoite. Helsingin yliopiston suomensäätieteen laitos.
- KRAMER, P. J. & KOZLOWSKI, T. T. 1960. Physiology of trees. Mc Graw-Hill Book Co., New York—Toronto—London.
- LARSON, M. M. & SCHUBERT, G. H. 1969. Effect of osmotic water stress on germination and initial development of Ponderosa pine seedlings. For. Sci. 15, 30—36.
- MANNERKOSKI, H. 1970. Lannoituksen vaikutuksesta kylvölaikkujen kasvillisuuteen. Summary: On the influence of fertilization on the vegetation appearing in seed spots. Suo 21, 80—86.

- & SEPPÄLÄ, K. 1970. Lannoituksen vaikutus istutustaimiston alkukehitykseen lyhytkortisella nevala. Summary: On the influence of fertilization on the initial development of plantations in open low-sedge bogs. Suo 21, 12—17.
- MESHECHOK, B. 1967. Om startgjødsling ved skogkultur på myr. Summary: Initial fertilization when afforesting open swamps. Medd. Norske Skogforsøksv. 87.
- MIGITA, K., KAWANA, A. & TAKAHASHI, M. 1956. Germination of the seeds of the Japanese red pine, *Pinus densiflora* S. et Z., in the water with various contents of oxygen. J. Jap. For. Soc. 38, 105—106.
- MORK, E. 1938. Gran- og furufrøets spiring ved forskjellig temperatur og fuktighet. Summary: Germination of spruce and pine seed at various temperatures and degrees of moisture. Medd. Norske Skogforsøksv. 20—23, 225—249.
- PENNINGSFELD, F. 1966. Ergebnisse von Düngungsversuchen mit Baumschulgehölsen. Deutsche Baumschule 1, 10—16.
- PÄIVÄNEN, J. & SEPPÄLÄ, K. 1968. Hajalannoituksen vaikutus lyhytkortisen nevan pintakasvillisuuteen. Summary: Effect of broadcast fertilizer on the ground vegetation of a low sedge swamp. Suo 19, 51—56.
- SALONEN, M. 1968. Apatite as a phosphorus fertilizer. Selostus: Apatiitti fosforilannoitteena. Maatal.tiet. Aikak. 40, 209—218.
- SANDVIK, M. 1957. Gjødsling av granplanter (*Picea abies*) i Sønsterud planteskole. Summary: Fertilizing of spruce seedlings (*Picea abies*) in Sønsterud nursery. Medd. Norske Skogforsøksv. 48, 499—528.
- SARVAS, R. 1950. Effect of light on the germination of forest tree seeds. Oikos 2, 109—119.
- SATOO, S. & GOO, M. 1954. Seed germination as affected by suction of soil and saccharose solution. Bull. Tokyo Univ. For. 46, 159—168.
- SEPPÄLÄ, K. 1968. Välituloksia ojitettujen soiden viljelykokeista. Summary: Results on seeding and planting experiments in peatland. Suo 19, 30—38.
- SIMAK, M. & GUSTAVSSON, Å. 1953. Röntgenfotografering av skogsträdsfrö. Skogen 40, 58—60.
- TOMMILA, E. 1961. Fysikaalinen kemia. Otava. Helsinki.
- YLI-VAKKURI, P. 1963. Kokeellisia tutkimuksia taimien syntymisestä ja ensi kehityksestä kuusikoissa ja männiköissä. Summary: Experimental studies on the emergence and initial development of tree seedlings in spruce and pine stands. Acta For. Fenn. 75. 1.

##### SUMMARY:

##### EFFECT OF FERTILIZATION ON THE INITIAL DEVELOPMENT OF SCOTS PINE AND NORWAY SPRUCE PLANTATIONS ESTABLISHED BY SOWING ON PEAT

The data presented in this paper are results obtained from a number of separate experiments carried out to find out, with special reference to Scots pine, the effect of fertilizer application on germination, seedling emergence and initial development in conifer plantations established on peat by sowing. The experiments were performed in the period 1968—70 in the laboratory, in a greenhouse and in the field.

In the laboratory pine seeds were germinated in mineral salt and, on the other hand, glucose solutions. The osmotic pressure of the solutions, which was calculated with van't Hoff's equation only at the beginning of the experiments, ranged from 0 to 20 atm. Germination clearly decreased at pressures of 9—10 atm. and seedling

emergence, at 6—7 atm. No difference could be observed between the results obtained with these different solutions (Fig. 6).

In the greenhouse two experiments were performed using »Y fertilizer mixture for peat soils» (14 % N, 18 %  $P_2O_5$ , 10 %  $K_2O$ ). On one of these occasions fertilizer was applied in connection with sowing and on the other, a fortnight after sowing. As can be seen from Table 1, germination and seedling emergence decreased markedly with increasing fertilizer application. Table 2, further, indicates that mortality among the seedlings that had emerged was the higher, the larger quantities of fertilizer had been applied. In both of the experiments in question the effect of fertilization was the greater, the drier the substrate. Another experiment was performed with fine-ground rock phosphate (33 %  $P_2O_5$ ), which was found to promote seedling emergence on a dry substrate (depth of ground water table 30—50 cm), but not on a wet one (depth of ground water table 10 cm) (Fig. 2).

The field work involved was carried out in Central Finland. Field experiment 1 comprised four plots, two of which were relatively dry (depth of ground water table 35—45 cm) and another two which were wet (depth of ground water table 15—20 cm). In both these categories one of the plots was located in a site of better quality (area 2) than the other (area 1). The fertilizers used were Y fertilizer, Oulu saltpeter (25 % N), fine-ground rock phosphate and potassium salt (50 %  $K_2O$ ), and each fertilizer was applied at six levels with ten replications per plot. Y fertilizer was applied to all plots, other fertilizers only to the dry sites. A part of the seeding spots to which Y fertilizer had been applied were covered with a peat layer of 5 cm thickness before sowing.

It was observed that easily soluble fertilizers (Y fertilizer, Oulu saltpeter and potassium salt) decreased seedling emergence. On wet sites the effect of Y fertilizer was weaker than on drier sites. Fine-ground rock phosphate slightly increased the number of seedlings emerging. During the first winter after sowing one half of the seedlings died on the drier sites, whereas, on the wet sites, the whole plantations were killed by floods (Tables 3 and 5). Height growth was increased during the first three growing seasons after fertilization only by those fertilizers containing phosphorus (Y fertilizer, fine-ground rock phosphate; see Fig. 4). Covering the fertilizer with peat did not arrest its negative influence on seedling emergence. Height growth on the other hand, was slightly increased by this measure.

In another field experiment the influence of fine-ground rock phosphate and PK-fertilizer (24 %  $P_2O_5$ , 15 %  $K_2O$ ) were compared on peat surfaces treated in different ways. The question was about a row experiment with single seeding spots as the basic unit. There were no replications in other areas. Rock phosphate application produced slightly more seedlings than the zero spots, but PK-fertilizer decreased the number of seedlings to one third (Table 6). Rock phosphate increased height growth to greatest extent in the course of the first two growing seasons after application (Fig. 5).