

## PAKKAUKSEN, VARASTOIMISEN JA VALEISTUTUKSEN VAIKUTUS MÄNNYN TAIMIEN ISTUTUSKELPOISUUTEEN

PENTTI K. RÄSÄNEN, AARNO KOUKKULA JA  
PAAVO YLI-VAKKURI

SUMMARY:  
THE EFFECT OF PACKING, STORING AND HEELING-IN  
ON THE FIELD SURVIVAL AND GROWTH OF SCOTCH PINE  
SEEDLINGS

Saapunut toimitukselle 1. 1. 1970

Tutkimuksessa on istutuskokein selvitetty pakkaustavan, valeistutuksen ja kastelun sekä säilytysajan vaikutusta keväällä nostettujen männyn taimien kehitykseen. Pakkaustapoina on ollut nyytti ja muovisäkki, säilytyspaikkana viileä taluskellari; yhdessä kokeessa pidettiin muovisäkkeihin suljettuja taimia järvessä 3.5 m:n syvyydessä. Valeistutuspaikkoina on ollut märkä metsämaa ja seisovavetinen oja. Joitakin koe-eriä on kasteltu säännöllisesti. Säilytys on yleensä kestänyt 2 viikkoa, erillisessä kokeessa 6 viikkoa; valeistutettuja eriä on aluksi pidetty viikon kellarissa. Kokeet on perustettu yksinkertaisten arvottujen lohkojen (randomized block) koejärjestelyä käyttäen vuosina 1965 ja 1966 ja niitä on seurattu 3—4 vuotta. Päätulokset ovat seuraavat:

Taimien kaksiviikkoinen säilytys tutkituilla tavoilla ja istutus suoraan taimitarhasta antoivat samanlaiset tulokset, kun taimien uloonjäämistä pidetään kriteerinä. Taimien säilytyksessä osoittautui muovisäkki nyyttipakkauksen veroiseksi ja valeistutus merkään maahan tai seisovavetiseen ojaan käyttökelpoiseksi menetelmäksi. Taimien kastelu ei parantanut tulosta, mikä ilmaisee, että niihin ei ollut syntynyt säilytyksen aikana vakavaa vedenvajausta. Erillisen kokeen mukaan taimet säilyivät viileässä kellarissa nyyteissä ja muovisäkeissä kehityskelpoisina 6 viikkoa eli kesäkuun lopulle saakka. Kastelu säilytyksen päätyttyä ei parantanut tulosta. Taimista kuoli vuonna 1965 perustetuissa kokeissa neljän kasvukauden kuluessa keskimäärin 19.6 %, tästä pääosa ensimmäisen, osittain toisen kasvukauden loppuun mennessä. Torjuntatoimenpiteistä huolimatta tukkimiehentäi osoittautui vaaralliseksi tuholaiseksi. Vuonna 1966 perustetuissa koeistutuksissa taimet säilyivät hyvin elossa; kuolleisuus oli kolmen kasvukauden kuluttua vielä alle 5 %.

Vuoden 1965 istutuksissa eri koe-erien taimien kasvussa havaittiin jonkin verran eroja kahden ensimmäisen vuoden aikana, myöhemmin vuotuiset kasvuerot tasaantuivat. Ensimmäisenä vuotena kasvoivat parhaiten osan ajasta valeistutetut ja suoraan taimitarhasta tuodut taimet eli sellaiset, jotka olivat ulkosalla koko ajan tai osan ajasta. Heikoimmin kasvoivat nyyttipakkauksissa kellariin varastoidut ja muovisäkeissä järveen upotettuina olleet taimet. Seuraavana vuonna kellarissa säilytettyjen taimien kasvu virkistyi ja osan ajasta valeistutettujen säilyi edelleen hyvänä, suoraan taimitarhasta tuotujen taimien ja muovisäkeissä järvessä säilytettyjen taimien kasvu oli heikointa. Kolmantena ja neljäntenä vuonna ei taimien käsittelystä johtuvia selviä vuotuisia kasvueroja enää esiintynyt. Vuoden 1966 istutuksissa, joissa oli mukana muovisäkeissä ja nyyteissä kellariin tai osan ajasta maastoon valeistutettuja, kaksi viikkoa säilytettyjä taimia, eri koe-erät kasvoivat alusta pitäen yhtä paljon.

### 1. JOHDANTO

Tällä hetkellä ei ole tarkkaa kuvaa siitä, miten taimia välivarastoissa ja vastaanottajien luona käsitellään. Aikaisemmin tämä vaihe saattoi venyä varsin pitkäksi ja aiheuttaa taimille vaurioita (vrt. YLI-VAKKURI 1957). Mahdollisesti säilytysaika on sittemmin lyhentynyt ja tarkoitusta varten rakennettujen välivarastojen käyttö yleistynyt. Joka tapauksessa yhä edelleen käytetään hyvin erilaisia nosto-, pakkaus- ja varastointimenetelmiä, jotka voivat vaikuttaa taimien kuntoon ja sitä tietä istutustulokseen.

Taimien säilytyksen perusteita (vrt. esim. YLI-VAKKURI, RÄSÄNEN ja HILLI 1968) on viime aikoina selvitetty hyvin paljon ja samalla kehitetty tai omaksuttu uusia sovellutuksia. Nimenomaan taimitarhoilla säilytysolosuhteet ovat parantuneet jäädytyskoneistoin varustettujen taimikellareiden myötä. Välivarastoissa ja istutuspaikalla joudutaan taimille suotuisista olosuhteista huolehtimaan yksinkertaisemmin keinoin. Lämpötilan säätelyyn on tällöin vain rajoitettuja mahdollisuuksia, sen sijaan pakkaustavoissa ja muussa käsittelyssä on valinnan varaa, jota erityisesti uudet pakkausaineet, kuten muovi, ovat lisänneet.

Lyhytaikaisen säilytyksen menetelmiä on tämän tutkimuksen kannalta kiinnostavalla tavalla vertaillut meillä YLI-VAKKURI (1957) ja muualla mm. WAKELEY (1954), URSIC (1956), BJÖRKMAN (1956), FAULKNER ja ALDHOUS (1957, 1959), ALDHOUS (1959, 1960, 1964), LEECH (1959), MULLIN (1962), ANDREASON ja THOFTE (1963) sekä SANDVIK (1965). Pitkäaikaisen varastoinnin osalta viitataan aikaisemmin suoritettuun tutkimukseen (YLI-VAKKURI ym. 1968).

Yleististä perusteista lähtien voidaan tietenkin varsin pitkälle päätellä, mitkä menetelmät ovat todennäköisesti hyviä, mitkä huonoja. Tämän varaan ei käytännön toiminnassa kuitenkaan voida jättäytyä, vaan on rinnakkain kokeiltava eri menetelmiä. Näin on tehty tässä tutkimuksessa. Kokeiltavaksi on otettu pääasiallisesti yleisesti käytössä olevia ja hyviksi arveltuja tai muuten kiinnostavia menetelmiä. Erityisesti on haluttu selvittää seuraavia seikkoja:

1. Missä määrin tavanomainen tilapäinen varastointi yleensä vaikuttaa taimien myöhempään kehitykseen?
2. Missä määrin taimien kehitys on säilytystavasta riippuvainen?
3. Syntyykö taimiin kastelua vaativaa vedenvajausta säilytyksen aikana?
4. Miten pitkään taimien tilapäistä säilytystä voidaan haitatta jatkaa?

Tutkimus on suoritettu Helsingin yliopiston metsänhoitotieteen laitoksessa niiden apurahojen turvin, joita Suomen Luonnonvarain Tutkimussäätiö on vuosina 1965—1969 myöntänyt PAAVO YLI-VAKKURIN ja PENTTI K. RÄSÄNEN muodostamalle työryhmälle metsänviljelyä koskeviin tutkimuksiin. Taimien varastointi on niissä ollut yksi pääaiheista, ja siitä on tähän mennessä julkaistu jo talvivarastointia koskeva osa.

Tutkimuksen tilastomatemaattisen suunnittelun asiantuntijana on ollut maisteri PENTTI KANERVA Tampereen yliopistosta, muuten ovat allékirjoittaneet tehneet suunnitelman yhteistyönä. Kenttäkokeet on suoritettu RÄSÄNEN johtamina. Metsänhoitajat AARNO KOUKKULA ja ASKO HILLI ovat opiskeluaikanaan avustaneet niiden perustamisessa ja alkuinventoinneissa.

KOUKKULA on laatinut alustavan selostuksen ensimmäisen ja toisen vuoden tuloksista. YLI-VAKKURI ja RÄSÄNEN ovat sitten yhteistyössä muokanneet täydentyneen aineiston uudelleen ja laatineet tämän tutkimuksen käsikirjoituksen. Tohtori EINO OINONEN on lukenut käsikirjoituksen ja tehnyt siihen runsaasti korjausehdotuksia, jotka on otettu huomioon.

Tutkimuksen tekijät haluavat lämpimästi kiittää kaikesta saamastaan avusta.

## 2. TUTKIMUSMENETELMÄ

### 21. KOKEIDEN PERUSTAMINEN

Tutkimus pantiin alkuun Yliopiston metsäharjoitteluasemalla Hyytiälässä keväällä 1965. Kokeet toistettiin osittain seuraavana vuonna ja ne inventoitiin vuosina 1965, 1966, 1967 ja 1968. Istutuskokeiden perustamisessa käytettiin yksinkertaista arvottujen lohkojen (*randomized block*) koejärjestelyä. Kevään 1965 kokeissa taimia oli 1050 ja käsittelymenetelmiä seitsemän. Kuhunkin käsittelytapaan kuului 150 tainta 15 lohkoon ja lohkot edelleen 10 taimen ruutuihin jakaantuneina. Keväällä 1966 kokeiltiin neljää tavanomaista lyhytaikaisen säilytyksen menetelmää. Taimet istutettiin 15 lohkoon, joissa kussakin oli neljä 16 tainta sisältävää ruutua. Kunkin käsittelyn osalle tuli täten 240 tainta ja koko koe käsitti siis 960 tainta. Erillisenä 80 taimen kokeena selvitettiin lisäksi tavanomaista pitemmän varastoinnin vaikutusta. Kokeissa oli näin ollen mukana kaikkiaan 2090 tainta.

Asetelma 1. Koetaimien laatu arvotun näytteen perusteella.

	Kokeet 1965				Kokeet 1966	
	Nosto 21. 5.		Nosto 4. 6.		Nosto 14. 5.	
	Keski-arvo	Vaihteluväli	Keski-arvo	Vaihteluväli	Keski-arvo	Vaihteluväli
Varren pituus, cm.	15.7	8.5—23.0	15.7	10.2—24.8	11.3	6.7—21.7
Kasvaimen pituus, cm . . . . .	1.4	1.1— 1.8	2.5	1.6— 3.3	0.7	0.2— 1.7
Pisimmän juuren pituus, cm . . . . .	28.8	15.3—41.2	24.5	17.0—33.5	25.0	15.0—42.0
Juuriston pituus (95 %), cm . . . . .	17.0	10—24	15.0	11—20	19.0	8—35
Neulasten pituus, cm . . . . .	6.1	4.5— 8.1	7.0	5.4— 8.3	7.2	2.8—11.2
Läpimitta juuren niskasta, mm ..	3.6	2.0— 5.1	3.9	2.8— 5.3	3.3	1.8— 4.9
Juuren tuorepaino, g/taimi . . . . .	3.8		3.2		1.7	
Juuren kuivapaino, g/taimi . . . . .	1.6		1.1		0.6	
Verson tuorepaino, g/taimi . . . . .	6.5		7.6		5.1	
Verson kuivapaino, g/taimi . . . . .	5.7		6.7		3.4	

Kokeissa oli yhtenä vaihtoehtona suoraan taimitarhasta istutettu erä. Säilytykseen tulevat ja taimitarhaan jäävät taimet arvottiin. Nostetusta erästä arvottiin edelleen eri käsittelyihin tulevat taimet. Istutuspaikalla arvottiin kuhunkin ruutuun tuleva käsittelyerä, samoin kunkin lohkon istuttaja.

Keväällä 1965 käytettiin kokeissa Korkeakosken hoitoalueen Hyytiälän taimitarhasta saatuja muovihuoneessa aluksi kasvatettuja ja sitten avomaalle koulittuja 1+1-vuotiaita männyn taimia ja keväällä 1966 Pohjois-Hämeen metsänhoitolautakunnan taimitarhasta Pinsiöstä ostettuja, avomaalla kasvatettuja 2+1-vuotiaita männyn taimia. Taimien nosto ja siirto tapahtui valvonnan alaisena taimia kaiken aikaa hyvin suojaten, niin että käsittely säilyi yhtenäisenä.

Keväällä 1965 taimet nostettiin 21.5., jolloin niiden kasvu ei ollut vielä varsinaisesti alkanut, mutta latvasilmut olivat jo jonkin verran turvonneet. Säilytys kesti kaksi viikkoa. Tänä aikana taimitarhaan jätetty erä kehittyi kylmästä säästä johtuen varsin vähän. Keväällä 1966 kaikki taimet nostettiin aikaisemmin eli 14.5. Niiden silmut eivät olleet tällöin vielä alkaneet kasvaa. Vertailuerä istutettiin maastoon 16.5. Molemmat taimierät olivat hyväkuntoisia ja normaalimenetelmin kasvatettuja. Kokeiden yhteydessä arvotusta 50 kappaleen taiminäytteestä tehdyt mittaukset (asetelma 1) osoittavat lähemmin taimien morfologisia tunnuksia. Keväällä 1965 oli kokeilun alaisena seuraavat menetelmät:

- Kontrollierä istutettiin suoraan taimitarhasta samanaikaisesti eri tavalla varastoitujen taimien kanssa.
- Varastointi nyyttipakkauksissa (vrt. YLI-VAKKURI 1957, sivu 20) kellariin kahden viikon ajaksi.
- Kuten edellä yhden viikon ajan, toisena viikkona pakkauksien kastelu kahden vuorokauden välein.
- Varastointi nyyttipakkauksissa kellariin yhden viikon ajaksi, sitten valeistutettuna yhden viikon ajaksi siten, että taiminiput olivat hajoitettuna.
- Muuten kuten edellä, mutta lisäksi kastelu kahden vuorokauden välein jälkimmäisenä viikkona.
- Varastointi nyyttipakkauksissa kellariin yhden viikon ajaksi, sitten valeistutettuna vetiseen ojaan juurenniskaa myöten viikon ajaksi. Ojan vesi seisovaa.
- Varastointi muovisäkkeihin suljettuna kaksi viikkoa järven pohjassa, noin 3.5 m:n syvyydellä.

Keväällä 1966 oli kokeiltavana seuraavat menetelmät:

- Kontrollierä istutettiin suoraan taimitarhasta samalla kertaa, kun varastoinnit aloitettiin.
- Varastointi nyyttipakkauksissa kellariin kahden viikon ajaksi.
- Varastointi muovisäkeissä kellariin kahden viikon ajaksi.
- Varastointi a) nyyttipakkauksissa kellariin yhden viikon ajaksi, sitten valeistutettuna yhden viikon ajaksi siten, että taiminiput olivat hajoitettuna, b) muovisäkeissä kellariin yhden viikon ajaksi, sitten valeistutettuna kuten edellä.

Lisäksi istutettiin vuoden 1966 kokeen yhteyteen pieni ylimääräinen, samoja taimia sisältänyt erä, jota oli pidetty kellarissa muovisäkeissä tai nyytissä 43 vuorokautta. Tämän kokeen taimet istutettiin neljään lohkoon siten, että ku-

hunkin tuli molemmista pakkauksista kaksi neljän taimen erää, joista toinen istutettiin suoraan pakkauksesta ja toinen sen jälkeen, kun juuria oli liotettu vedessä yhden vuorokauden ajan.

Kellari, jossa taimia keväällä 1965 säilytettiin, oli kivistä rakennettu talouskellari, johon oli taimien varastointia varten tuotu jäätä ja peitetty se sahajauhoilla. Taimipakkaukset olivat kellarissa pystyasennossa suoraan sahajauhojen päällä. Seuraavana keväänä varastointiin taimet talouskellariin, jossa lämpötila säilyi alhaisena ja kosteus korkeana, kuten ilmenee lähemmin säättilaa ja säilytyspaikkojen lämpöoloja koskevasta asetelmasta (s. 52). Valeistuspaikka oli vuonna 1965 varjoisassa kuusimetsässä, pohjoisrinteellä. Vuonna 1966 valeistuspaikka oli ojitetun korven reunassa. Suoralta auringonpaisteelta taimet suojattiin havukatoksella.

Taimet istutettiin kahden henkilön valvonnassa. Heistä toinen tarkkaili istutustyön huolellisuutta ja koejärjestelyn toteuttamista toisen toimiessa taimien jakajana. Istutusmenetelmä selvitettiin työntekijöille yksityiskohtaisesti ennen työn aloittamista. Istuttajille annettiin kerrallaan vain yhden ruudun taimet, jotta vältyttäisiin taimierien sekaantumiselta ja taimien kuivumiselta. Taimien latvukset upotettiin ennen istutusta *Agrocide*-liuokseen hyönteistuhojen varalta. Myöhemmin tukkimiehentäin tuhojen ilmaantuessa suoritettiin vielä jokaisen taimen torjuntaruiskutus. Istutustyön suoritti vuonna 1965 viiden miehen ja vuonna 1966 kolmen miehen muodostama tottunut istutusryhmä.

## 22. ISTUTUSPAIKAT

Kevään 1965 koealueeksi valittiin Oriveden—Ruoveden maantien länsipuolella, lähellä Ruoveden rajaa sijaitseva Haukkakangas. Alueella oli suoritettu avohakkuu talvella 1962—63 ja kulotus keväällä 1964. Paikalla oli kasvanut kuusimetsä; metsätyyppi oli MT. Maalaji on hietainen moreeni. Koe jaettiin kahteen alueeseen, joista toiseen tuli kahdeksan ja toiseen seitsemän lohkoa. Molemmat alueet olivat mäen harjanteella. Kaltevuudet olivat samoihin suuntiin, koilliseen ja lounaaseen. Viettävyys oli kuitenkin tuntuvampi pienemmällä alueella.

Kivisyysmittauksissa tutkittiin 30 cm:n pintakerros painamismenetelmää käyttäen (VIRO 1952). Kivisyysindeksiksi saatiin suuremmalla alueella 21.9 cm ja pienemmällä 20.7 cm. Näiden kahden alueen kivisyudessa ei siis ole mainittavaa eroa ja kivisyysluokkana ne sijoittuvat vähäkivisen ja kivisen rajoille. Alueet olivat jonkin verran Etelä-Suomen keskiarvoa,  $17.0 \pm 0.05$  cm, vähäkivisempiä (VIRO 1959).

Koealueiden humuspitoisuus oli varsin korkea vastaten keskimäärin mustikkatyyppillä tavattavaa. Erot osa-alueiden humuspitoisuudessa olivat pienet. Samaa on todettava pH-mittausten tuloksista. Maan pidättämä vesimäärä vaihteli, laskettuna painoprosentteina kuivatusta näytteestä lohkokittain 22.7—25.6.

Osa-alueiden vesikapasiteetissa ei ollut olennaista eroa. Vuonna 1966 valittiin koepaikaksi Haukkakankaalta n. 600 m:n etäisyydellä edellisen vuoden koealasta oleva, samoin talvella 1962—63 hakattu ja keväällä 1964 kulotettu hakkuuaukko. Paikalla oli kasvanut runsaspuustoinen mäntyvaltainen mänty-kuusikoivu-metsä. Pieni, vain vajaat 600 m<sup>2</sup> käsittänyt koealue oli tasainen, sen länsipuolelta lähtien vietti loiva rinne ja kaakkois-koillis-kulmaa kiersi n. 10 m korkea kallio.

Metsätyyppi oli karu MT, maalaji on hietainen moreeni. Kivisyysindeksi on 29.8 cm eli toisin sanoen maa on 30 cm pintakerros huomioon ottaen lähes kivetöntä. Humuspitoisuus vaihteli 2.6—2.9 %, kosteusekvivalentti 10.8—12.4 % ja pH arvojen 4.7—4.8 välillä. Koepaikka oli maansa puolesta selvästi epäedullisempi taimien kehittymiselle kuin vuoden 1965 kokeessa.

## 23. MITTAUKSET JA HAVAINNOT TAIMISTA

Kokeiden pääinventointi tapahtui kunakin vuonna syys-lokakuussa. Taimista mitattiin tällöin pituus yhden cm:n tarkkuudella, syksyllä 1965 mitattiin myös neulasten pituus puolen cm:n tarkkuudella ja todettiin sivusilmujen lukumäärä. Latvakasvain mitattiin puolen cm:n tarkkuudella ja selvitettiin kasvainta mahdollisesti kohdanneet vauriot. Lisäksi taimille määritettiin kuntoluokka ulkonäön perusteella ja kuolleista taimista pyrittiin selvittämään kuoleman syy mahdollisuuksien mukaan (vrt. YLI-VAKKURI ym. 1968).

Kesä-heinäkuussa 1965 tehtiin arvotusta näytteestä pituus-, kasvu- ja tuohavainnointia viiden-kymmenen päivän välein. Näyte käsitti 105 tainta, mikä oli 10 % koko taimimäärästä. Taimien kasvu oli käytännöllisesti katsoen päättynyt 22.7., jolloin toistuvat mittaukset lopetettiin.

## 24. HAVAINNOT LÄMPÖ- JA SADEOLOISTA

Säähavainnot saatiin koepaikan lähellä ja suunnilleen sen korkeudella ylläpidetyltä Rytövuoren sääntarkkailuasemalta. Täällä suoritettujen mittausten mukaan kevät 1965 oli sääoloiltaan jokseenkin edullinen metsänviljelylle. Toukokuu oli kostea ja kylmä, mikä sai taimien elintoiminnat vähenemään normaalia. Kun taimien nosto suoritettiin 21.5., oli lämpötila vain +5° C ja päivän sademäärä 28.5 mm. Ensimmäisen varastointiviikon aikana sää lämpeni päivittäisten maksimilämpötilojen kohotessa lähelle +20° C. Yölämpötilat pysyivät kuitenkin alhaisina, yleensä alapuolella  $\pm 0^{\circ}$  C. Myös maa pysyi kylmänä, mikä osaltaan hidasti taimitarhassa olevien koetaimien kasvua. Taimet siirrettiin eri käsittelyihin 28.5. Varsinaisen säilytysviikon kuluessa vuorokauden keskilämpötilat vaihtelivat +10° C molemmin puolin. Yöpakkasia esiintyi yleisesti.

Istutuksen kestäessä sää oli aurinkoinen ja lämpötila vaihteli +15...+17° C välillä. Maan lämpötila 5 cm:n syvyydessä oli päivällä mitattuna +9° C. Istutusta



seurasi sade ja 6.6. alkoi poutakausi, joka päättyi vasta 15.6. Tänä aikana oli myös lämmintä vuorokausien keskilämpötilan kohotessa n. +15° C. Kesäkuun puolivälissä alkanut sateinen kausi kesti kuukauden.

Keväällä 1966 oli sää kontrollierän istutuspäivänä, 16.5., aurinkoinen, ilman lämpötilan vaihdellessa +12...+17° C:n välillä; maan lämpö oli n. +10° C. Maa oli vielä kosteata lumien sulamisen jäljeltä. Tätä istutusta seurannut koetaimien pääerän varastointiajan sää oli huomattavasti lämpimämpi ja kuivempi kuin edellisenä keväänä. Varastoidut taimet istutettiin 28.5. Sää oli puoli-pilvinen, ilman lämpötila vaihteli +15...+20° C ja maan lämpö oli n. +11° C. Istutusta seurannut sateinen kausi edelsi 10.6. alkanutta hellekautta, jolloin päivälämpötilat kohosivat n. +30° C:een ja 14 vuorokauden aikana mitattu sademäärä oli vain 7.3 mm.

Keväällä 1966 mitattiin maan lämpötilaa myös taimien säilytyspaikoissa. Valeistutuksen aikana maa oli tällä paikalla roudassa 10 cm:n syvyydestä alapäin. Istutusaikana oli lämpötila juurissa +1.3...+1.7° C. Taimet olivat säilyneet talvilevossa hyvin istutushetken saakka.

Taimikellari säilyi viileänä koko varastointiajan. Kellarin lämpötila nousi tosin tasaisesti, mutta hitaasti. Korkein kesän aikana mitattu lämpötila oli +7° C. Lämpötilat taimikellarissa olivat vuoden 1966 kokeissa seuraavat:

Päivämäärä	Lämpötila keskimäärin
15.—20. 5.	+1.0° C
21.—28. 5.	+1.6° C
29. 5.— 3. 6.	+2.0° C
4.— 9. 6.	+2.4° C

Pakkausten lämpöä säilytyksen aikana tarkkailtiin niihin asetetuilla Weston-lämpömittareilla. Kuumenemistä ei ilmennyt.

Ylipitkään säilytetyn taimierän istutus 28.6. sattui edulliseen ajankohtaan. Hellekausi oli päättynyt ja maa lämmennyt sen aikana. Sää jatkui lämpöisenä, mutta sateisena. Seuraava lyhyt hellekausi oli vasta 19.—26.7. Lämpimässä ja kosteassa maassa taimet juurtuivat nopeasti ja alkoivat myöhästyneen kasvunsa.

## 25. LASKENTAMENETELMÄT

Tiedot taimierien käsittelyn ja koelohkojen paikallisesta vaikutuksesta taimien kuolleisuuteen, kasvuun, silmuihin ja neulasiin laskettiin tietokoneella ja erot testattiin varianssianalyysia käyttäen. Eloönjäätiprosentteja testattaessa on luvut muutettu funktion  $y = 2 \arcsin \sqrt{x}$  mukaan, jossa  $x$  on eloonjäätiprosentti ja  $y$  muunnetut lukuarvot, joita käytettiin testauksessa (JEFFERS 1960). Kasvun, neulasten ja silmujen tunnuslukujen testauksessa otettiin huomioon vain normaalisti kehittyneet taimet. Kuntoluokkakautumaa tutkittiin  $\chi^2$ -testin avulla.

Vuoden 1966 kokeen tuloksien tarkastelussa on valeistutettuja taimia käsitelty yhtenä ryhmänä (asetelmat 4, 6 ja 9), vaikka puolet taimista oli valeistutusta edeltäneen viikon säilytetty kellarissa nyyttipakkauksessa ja puolet muovisäkeissä. Koska varastointi kellariin tapahtui lähes optimiolloissa — lämpötila kohosi 0°:sta +2° C:een ja suhteellinen kosteus pysyi n. 90 %:ssa — ja kesti vain viikon, oletettiin nyytti- ja muovisäkkipakkausten olleen taimien säilymisen kannalta saman arvoisia. Tuloksien käsittelyvaiheessa nyyttipakkauksista ja muovisäkeistä valeistutettujen taimien kuolleisuus- ja kasvuerot tutkittiin t-testillä. Kun eroja ei ilmennyt, käsittelyt yhdistettiin.

## 3. ERI TAVALLA KÄSITELTYJEN TAIMIEN KEHITYS

### 31. TAIMIEN KUOLLEISUUS

Keväällä 1965 istutettujen taimien kuolleisuus tarkastettiin syksyisin kasvukauden päätyttyä (asetelma 2). Ensimmäinen inventointi tosin suoritettiin jo 23.—24.6. eli vajaat kolme viikkoa istutuksen jälkeen, mutta kuolleiden taimien toteamisessa ilmeni tällöin vaikeuksia. Varmasti kuolleiksi voitiin katsoa ainoastaan kahdeksan tainta, joiden lisäksi 25 oli niin heikkokuntoisia, ettei niiden elpyminen ollut todennäköistä (vrt. asetelma 3). Syksyyn mennessä oli kuolleitten lukumäärä noussut jo 121:een, ja huonoimmin näyttivät menestyneen valeistutuksessa ja toisaalta muovisäkeissä järveen varastoidut taimet. Syksyllä 1966 oli suurin kuolleisuus valeistutuksessa kastelematta säilytetyillä taimilla.

Eri tavoin säilytettyjen taimien kuolleisuudessa eivät erot kuitenkaan olleet tilastollisesti merkitseviä. Erot tasoittuivat hiukan toisen kasvukauden loppuun mennessä. Tämän jälkeen taimia kuoli hyvin vähän, neljännen kasvukauden loppuun mennessä korkeintaan 2 % verran.

Syksyllä 1965 pyrittiin mahdollisuuksien mukaan selvittämään taimista myös kuoleman syy. Inventoinnissa, jossa kuolleita taimia ei kaivettu ylös lähempää tutkimista varten, oli tarkan selvityksen saaminen kuitenkin mahdotonta. Lähinnä vain tukkimiehentäin tappamat taimet voitiin erottaa (asetelma 3).

Huolimatta taimien *Agrocide*-suojauksesta ennen istutusta ja vielä 22.6. taimi taimelta suoritettua ruiskutuksesta tukkimiehentäin tuhot pääsivät pahoiksi. Tukkimiehentäin tappamien taimien osuus kuolleitten taimien kokonaismäärästä oli 36 % ja koko taimimäärästä 4 %. Lisäksi oli runsaasti lievemmin vioitettuja taimia, jotka kuitenkin selviytyivät tuhosta.

Huomiota kiinnitti tukkimiehentäin erittäin runsas esiintyminen niissä taimissa, joita oli säilytetty muovisäkeissä järvessä. Kuolemaan johtaneiden vaurioiden lisäksi esiintyi paljon pienehköjä vioituksia juuri näin käsitellyissä taimissa. Järvessä olleita pakkauksia purettaessa havaittiin taimet kuoreltaan pehmeiksi. Niissä oli myös erikoinen haju. Mahdollisesti nämä ominaisuudet ovat houkutteleet hyönteisiä.



Asetelma 2. Elävien taimien sadannes eri koe-erissä syksyisin. Kokeet on perustettu keväällä 1965 ja taimia on ennen istutusta säilytetty eri tavoin 2 viikkoa (21. 5.—5. 6.); kontrollitaimet on nostettu 4. 6. ja istutettu 5. 6.

Taimien säilytystapa	Tarkastusvuosi			
	1965	1966	1967	1968
	Eläviä taimia istutetuista, %			
Kontrollitaimet .....	91.3	84.7	82.7	82.7
Nyyttipakkauksessa kellarissa .....	90.7	82.0	80.7	80.0
Nyyttipakkauksessa kellarissa, kasteltu varastoinnin aikana .....	92.6	85.3	84.6	84.6
Nyyttipakkauksessa kellarissa viikon, valeistutettuna maastossa viikon .....	88.0	77.3	77.3	77.3
Nyyttipakkauksessa kellarissa viikon, valeistutettuna ja kasteltuna maastossa viikon .....	84.0	79.3	78.7	78.7
Nyyttipakkauksessa kellarissa viikon, valeistutettuna ojaan, vesirajaan viikon .....	87.9	81.3	81.2	81.2
Muovisäkissä järvesä, 3.5 m:n syvyydessä .....	86.0	80.0	79.3	78.7
Riskitaso, jolla erot merkitseviä (varianssianalyysi) .....	>10 % ei eroa	>10 % ei eroa	>10 % ei eroa	>10 % ei eroa

Ilman näkyvää syytä kuolleiden taimien tarkastelu osoitti edelleen, että tavallisella valeistutusmenetelmällä varastoitujen taimien kuolleisuus on noussut suurimmaksi. Muovisäkeissä järveen varastoitujen taimien kuolleisuus on sensijaan jäänyt pieneksi, ellei tukkimiehentäin tappamia taimia oteta lukuun. Testaus osoitti, ettei ilman näkyvää syytä tapahtuneessa kuolleisuudessa ollut käsittelyiden välisiä eroja. Ero oli merkitsevä vain eri lohkokrymien kesken, 0.1 % riskillä. Selityksenä on, että tukkimiehentäin tuho keskittyi suuremmalle alueelle.

Karkean kuvan siitä, miten nopeasti istutuksen jälkeen taimet ovat kuolleet, saa tarkastelemalla kuolleiden taimien latvakasvainten pituutta. Taimet, jotka eivät ole alkaneet kasvuun istutuksen jälkeen, ovat pahasti kärsineet joko istutusta edeltäneestä käsittelystä tai istutuksesta. Syksyllä 1965 mitattiin kaikkien kuolleiden taimien kasvain. Vertaamalla kasvaimen pituutta niihin lukuihin, jotka saatiin koko kasvukauden aikana 5—10 päivän välein suoritetuissa kasvumittauksissa pyrittiin määrittämään ajankohta, jolloin taimet olivat kuolleet. Kuoleman ajankohtaa ei kyseisellä menetelmällä voi tarkasti määrittää, koska taimi saattaa kitua pitkään ennen kuolemaansa.

Asetelmasta 3 nähdään, että vain pieni osa taimista on kuollut pian istutuksen jälkeen. Istutusalueella hyvin kasvunsa alkaneiden taimien kuolema on tuskin johtunut yksinomaan säilytysmenetelmistä. Kesän hellekauden aikana, 14.—25.7. ei taimien kuolleisuus lisääntynyt (asetelma 3).

Keväällä 1966 suoritetussa jatkokokeessa istutetuista 960 taimesta oli syksyyn mennessä kuollut ainoastaan 14. Yksityiskohtaiset tulokset ilmenevät asetelmasta 4. Samoin kuin edellisenkin vuoden kokeessa on tässäkin valeistutettu-

ja taimia kuollut eniten, mutta kuolleiden taimien määrät ja erot käsittelytapojen välillä ovat kuitenkin erittäin pieniä. Niinpä erojen tilastollisen merkitsevyyden testausta ei pidetty tarpeellisena.

Kastelu ei kummassakaan kokeessa vaikuttanut niin, että se olisi tullut selvästi näkyviin taimien eloon jäämisessä. Tämä jo puolestaan osoittaa, että mikään käytetyistä menetelmistä ei ole aiheuttanut merkittävää veden vajausta, sillä jos sellaista olisi syntynyt, olisi kastelemattomien taimien kuolleisuus ollut suurempi kuin kasteltujen (vrt. YLI-VAKKURI 1957).

Eroavuudet eri istutusten onnistumisessa johtunevat sääoloista, istutuspaikoista, tuhoista ja työn laadusta eikä niinkään käytetyistä varastointimenetelmistä. Tutkitut menetelmät vaikuttavat siis kaikkikin taimien elossapysymisen osalta käyttökelpoisilta. Taimien kuolleisuuden avulla voidaan kuitenkin mitata vain karkeasti menetelmien välisiä eroja. Tarkemman kuvan saamiseksi on syytä tarkastella yksityiskohtaisemmin elävien taimien kehityksen tunnuksia.

Asetelma 3. Taimien kuoleamisen syy ja arvioitu ajankohta istutuskesänä. Keväällä 1965 perustettu koe, josta muut yleistiedot esitetty asetelmassa 2, s. 54. Merkkien selitys: kuollut ilman näkyvää syytä +; todennäköisenä kuolinsyynä *Hylobius*-tuho ⊗; kuolinsyynä istutusvirhe tai mekaaninen vaurio —.

Taimien säilytystapa	8.—15. 6.	Todennäköinen kuolinajankohta				Yhteensä kuolleita taimia, kpl
		16.—25. 6.	26. 6.—1. 7.	2.—7. 7.	8. 7.—	
Kontrollitaimet....	+	+⊗	⊗⊗⊗	++++⊗	++	13
Nyyttipakkauksessa kellarissa .....		+⊗⊗	++++	++++⊗		14
Nyyttipakkauksessa kellarissa, kasteltu varastoinnin aikana .....	+	+++—	++++⊗	⊗⊗		12
Nyyttipakkauksessa kellarissa viikon, valeistutettuna maastossa viikon	+	+++	+++++	+++++	+	18
Nyyttipakkauksessa kellarissa viikon, valeistutettuna ja kasteltuna maastossa viikon ....	++⊗	+++++	+++++	++⊗	+⊗⊗	24
Nyyttipakkauksessa kellarissa viikon, valeistutettuna ojaan, vesirajaan viikon .....	+++⊗	+++⊗	++⊗⊗⊗	+⊗	+++⊗⊗	19
Muovisäkissä järvesä, 3.5 m:n syvyydessä .....	++++⊗	+⊗⊗⊗⊗	++⊗	⊗⊗⊗		21
Yhteensä .....	16	32	35	27	11	121

Asetelma 4. Elävien taimien sadannes eri koe-erissä syksyisin. Kokeet on perustettu keväällä 1966 ja taimia on ennen istutusta säilytetty eri tavoin 2 viikkoa (14.—28. 5.); kontrollitaimet on nostettu 14.5. yhdessä muiden kanssa ja istutettu 16.5.

Taimien säilytystapa	Tarkastusvuosi		
	1966	1967	1968
	Eläviä taimia istutetuista, %		
Kontrollitaimet .....	98.3	97.5	97.5
Nyyttipakkauksessa kellarissa .....	99.2	97.1	96.3
Muovisäkissä kellarissa .....	99.2	97.1	96.3
Nyyttipakkauksessa ja muovisäkissä kellarissa viikon, valeistutettuna maastossa viikon .....	97.5	96.3	95.8

### 32. TAIMIEN KASVU

Eri menetelmin säilytettyjen taimien kasvussa oli syksyn 1965 inventoinnin mukaan merkitsevä ero 2.5 % riskillä. Seuraavan kasvukauden kuluessa olivat erot kasvaneet ja vuonna 1966 ero oli merkitsevä 0.1 % riskillä. Myöhemmin kasvuerot ovat suhteellisesti pienentyneet, eivätkä ne enää ole olleet tilastollisesti merkitseviä (asetelma 5). Huomiota kiinnittää näissä tuloksissa se, että toisen kasvukauden aikana ovat varastoimattomat ja muovisäkeissä järveen varastoidut taimet kasvaneet vähiten. Kolmantena ja neljäntenä kasvukautena ei käsittelyerien kasvuissa ole suuriakaan eroja, mutta järvessä säilytetyt taimet

Asetelma 5. Taimien kasvu ja pituus. Keväällä 1965 perustettu koe, josta muut yleistiedot esitetty asetelmassa 2, s. 54.

Taimien säilytystapa	1965	Kasvukausi			1965—68	Koko pituus 1968, cm
		1966	1967	1968		
	Vuotuinen pituuskasvu, cm					
Kontrollitaimet .....	6.7	11.7	25.1	26.3	69.8	77.1
Nyyttipakkauksessa kellarissa	6.4	14.5	25.5	26.7	73.1	77.6
Nyyttipakkauksessa kellarissa, kasteltu varastoinnin aikana	6.3	14.1	25.3	24.5	70.2	78.0
Nyyttipakkauksessa kellarissa viikon, valeistutettuna maastossa viikon .....	6.7	16.0	26.2	26.6	75.5	80.4
Nyyttipakkauksessa kellarissa viikon, valeistutettuna ja kasteltuna maastossa viikon	6.8	14.6	24.8	27.8	74.0	79.3
Nyyttipakkauksessa kellarissa viikon, valeistutettuna ojaan vesirajaan viikon ...	6.6	13.1	24.7	25.9	70.3	77.4
Muovisäkissä järvessä, 3.5 m:n syvyydessä .....	5.6	11.2	23.0	24.4	64.2	70.8
Riskitaso, jolla erot merkitseviä (varianssianalyysi) ....	2.5%	0.1%	>10% ei eroa	>10% ei eroa	ei testattu	2.5%

olivat jatkuvasti kasvaneet vähemmän kuin muilla tavoin varastoidut taimet. Neljännen vuoden syksyyn mennessä ovat pisimmiksi kasvaneet normaalisti valeistutetut ja kastellen valeistutetut taimet.

Vuonna 1966 perustetussa täydentävässä kokeessa kasvuerot eri käsittelytapojen välillä eivät ole tilastollisesti merkitseviä (asetelma 6). Kasvu on ollut istutusta seuranneena kasvukautena samaa suuruusluokkaa kuin edellisen kokeen taimillakin. Kontrollitaimet ovat ehkä kasvaneet hieman paremmin kuin muut. Kokonaispituudessa eroa ei kuitenkaan ole.

Asetelma 6. Taimien kasvu ja pituus. Keväällä 1966 perustettu koe, josta muut yleistiedot esitetty asetelmassa 4, s. 56.

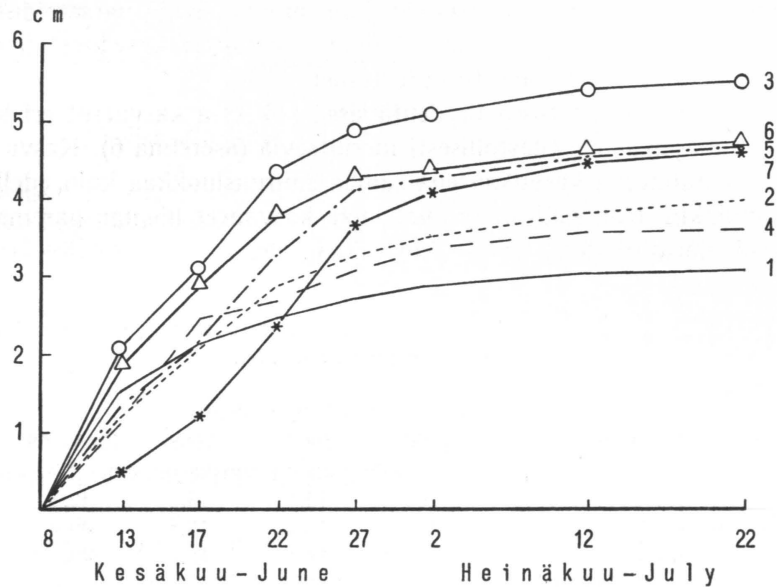
Taimien säilytystapa	1966	Kasvukausi			Koko pituus 1968, cm
		1967	1968	1965—68	
	Vuotuinen pituuskasvu, cm				
Kontrollitaimet .....	6.4	19.7	16.0	42.1	48.1
Nyyttipakkauksessa kellarissa ..	6.4	18.8	15.7	40.9	48.8
Muovisäkissä kellarissa .....	6.7	18.1	15.8	40.6	
Nyyttipakkauksessa ja muovisäkissä kellarissa viikon, valeistutetaan maastossa viikon ...	6.3	18.5	15.8	40.6	48.5
Riskitaso, jolla erot merkitseviä (varianssianalyysi) .....	>10% ei eroa	>10% ei eroa	>10% ei eroa	ei testattu	>10% ei eroa

Taimien vuotuista kasvun kehitystä seurattiin yksityiskohtaisesti pienehkön näytteen perusteella. Vuoden 1965 koeaineistosta arvottiin 10 prosentin näyte, 105 tainta, joita mitattiin säännöllisin väliajoin. Kasvukäyrät on laskettu normaalisti kehittyneiden taimien perusteella (kuva 1). Taimia jouduttiin hylkäämään 29 kpl. Hylkäämisen aiheutti yleensä taimen kuoleminen, latvasilmun katkeaminen tai tuhoisalta näyttävä tukkimiehentäin vioitus.

Taimien kasvu on pääasiassa tapahtunut kesäkuun puolella. Kastelluilla taimilla se on säilynyt voimakkaana pitempään. Muovisäkeissä järveen varastoidut ovat ilmeisesti säilytyksestä kärsineinä myöhästyneet kasvun alkamisessa, mutta niiden kasvu on jatkunut voimakkaana heinäkuun puoleen väliin saakka. Valeistutuksessa säilytetyillä on kasvu päässyt alkuun jonkin verran aikaisemmin kuin kellarissa säilytetyillä. Varastoimattomat taimet olivat jo taimitarhassa kasvaneet suuren osan vuotuisesta kasvustaan, eivätkä sentähden olleet kasvurytmensä puolesta täysin vertailukelpoisia muihin eriin nähden.

### 33. NEULASTEN PITUUS JA PÄÄVERSON SIVUSILMUJEN MÄÄRÄ

Jos metsänviljelykoetta seurataan riittävän kauan, voidaan taimien käsittelyn vaikutusta arvioitaessa tyytyä vain kuolleisuus- ja kasvulukujen vertailuun (YLI-VAKKURI ym. 1968). Haluttaessa yksityiskohtaisemmin selvittää käsitte-



Kuva 1. Taimien pituuskasvun kehitys maastossa vuoden 1965 kokeessa 5–10 päivän välein mitatun 105 taimen näytteen perusteella. 1 = istutettu suoraan taimitarhasta, 2 = varastoitu nyttipakkauksessa kellariin, 3 = kuten 2, mutta kasteltu varastoinnin aikana, 4 = varastoitu kellariin viikon, sitten valeistutettuna maastossa viikon, 5 = kuten 4, mutta kasteltu valeistutuksen aikana, 6 = varastoitu kellariin viikon, sitten valeistutettuna ojaan, vesirajaan viikon, 7 = varastoitu muovisäkeissä järveen, 3.5 m syvyydelle.

Fig. 1. Height growth in the field of pine seedlings of the 1965 experiment. Measurements were carried out at 5–10 days' intervals on a sample comprising 105 seedlings. For explanation of the symbols used, see p. 66 in the summary.

Asetelma 7. Pääverson sivusilmujen lukumäärä ja neulasten pituus. Keväällä 1965 perustettu koe, josta muut yleistiedot esitetty asetelmassa 2, s. 54.

Taimien säilytystapa	Neulasten pituus, cm	Silmujen lukumäärä
Kontrollitaimet	2.5	2.7
Nyyttipakkauksessa kellarissa	2.9	2.7
Nyyttipakkauksessa kellarissa, kasteltu varastoinnin aikana	2.7	2.6
Nyyttipakkauksessa kellarissa viikon, valeistutettuna maastossa viikon	2.9	2.7
Nyyttipakkauksessa kellarissa viikon, valeistutettuna ja kasteltuna maastossa viikon	2.7	2.6
Nyyttipakkauksessa kellarissa viikon, valeistutettuna ojaan, vesirajaan viikon	2.7	2.7
Muovisäkeissä järvestä, 3.5 m:n syvyydessä	2.4	2.2
Riskitaso, jolla erot merkitseviä (varianssianalyysi)	2.5%	>10% ei eroa

lyjen vaikutusta taimiin ja vähentää häiriötekijöiden aiheuttamaa varianssia, on kokeita varsinkin alkuvaiheessa seurattava tarkemmin. Tässä tarkoituksessa on vuoden 1965 kokeen taimista mitattu istutusvuoden neulasten pituudet ja luettu samana vuonna pääversoon syntyneiden silmujen määrä terveistä, normaalisti kehittyneistä taimista (vrt. YLI-VAKKURI ym. 1968).

Myös neulasten pituuden ja sivusilmujen lukumäärän perusteella arvioituna osoittautuivat muovisäkeissä järveen upotetut taimet heikoimmiksi (asetelma 7). Muut varastointimenetelmät ovat verraten samanarvoisia, suoraan taimitarhasta maastoon istutettujen taimien neulasten kehitys näyttää kärsineen myöhäisestä istutuksesta. Lyhyet neulaset istutusvuonna ovat kontrolli- ja muovisäkkitaimita ennustaneet vähäistä kasvua seuraavana vuotena (vrt. YLI-VAKKURI ym. 1968).

Myöhemminä inventointivuosina ei neulasten pituuksia eikä sivusilmujen lukumääriä tutkittu.

#### 34. TAIMIEN KUNTO ISTUTUKSEN JÄLKEEN

Erilaisten varastointikäsitteilyjen vaikutusta taimien menestymiseen arvioitiin myös luokitamalla taimet silmävaraisesti kuntoluokkiin. Kuollutta tainta merkittiin 0:lla ja eläville määritettiin kuntoluokka 1...6:een (vrt. YLI-VAKKURI ym. 1968). Viimeisenä inventointivuotena käytettiin karkeampaa, 1...3:een luokitusta. Kun näin on menetelty eivät vuosien 1965 ja 1966 ja viimeisen, syksyllä 1968 tehdyn inventoinnin tulokset ole suoraan vertailukelpoisia. Tämän vuoksi on asetelmassa 8, vuosien 1965–66 luokituksissa yhdistetty eri asteiset vikaisten taimien luokat (1...3) ja toisaalta normaaliin tai likimain normaaliin taimien luokat (4...6).

Ensimmäisen vuoden tuloksissa voidaan kuntoluokkajakaantumia pitää  $\chi^2$ -testin perusteella toisistaan poikkeavina 0.5 % riskillä. Syksyn 1968 inventoinnissa eivät jakaantumien erot olleet enää tilastollisesti merkitseviä (asetelma 8).

Eniten normaaleja tai likimain normaaleja taimia on ollut siinä kellariin varastoidussa erässä, jota kasteltiin. Kellariin ilman kastelua varastoidut, valeistutuksessa ilman kastelua säilytetyt, sekä ilman varastointia istutetut taimet muodostavat seuraavan ryhmän, kuntoluokaltaan hyviä taimia on näistä ollut n. 65 %. Valeistutuksessa kasteltujen ja vesirajaan valeistutettujen taimien joukossa on hyvien kuntoluokkien osuus n. 10 % vähäisempi ja heikoin hyvien ja huonojen taimien suhde, 50–50 %, on tässäkin arvioinnissa muovisäkeissä järveen varastoiduilla taimilla. Neljännen tutkimusvuoden tarkastuksessa havaittiin erojen tasoittuneen. Hyväkuntoisia taimia on eri käsittelyryhmissä 55–60 %, tyydyttäviä taimia on 20–25 % ja kuolleita n. 20 % (asetelma 8). Kuitenkin on todettava, että sekä kellarissa että valeistutuksessa kastellen säilytetyillä taimilla on hyvien kuntoluokkien osuus jonkin verran suurempi kuin kastelemattomilla.



Asetelma 8. Taimien jakaantuminen kuolleisiin, vikaisiin ja normaaleihin. Keväällä 1965 perustettu koe, josta muut yleistiedot esitetty asetelmassa 2, s. 54.

Taimien säilytystapa	Tarkastusvuosi 1965			Tarkastusvuosi 1968		
	Kuolleet	Vikaiset tai pahasti vikaiset	Normaalit tai likimain normaalit Taimia istutetuista, %	Kuolleet	Vikaiset tai pahasti vikaiset	Normaalit tai likimain normaalit
Kontrollitaimet....	8.7	28.0	63.3	17.3	22.0	60.7
Nyyttipakkauksessa kellarissa .....	9.3	23.3	67.3	20.0	29.3	50.7
Nyyttipakkauksessa kellarissa, kasteltu varastoinnin aikana .....	7.4	23.3	71.8	15.4	26.2	58.4
Nyyttipakkauksessa kellarissa viikon, valeistutettuna maastossa viikon	12.0	23.3	64.7	22.7	20.7	56.7
Nyyttipakkauksessa kellarissa viikon, valeistutettuna ja kasteltuna maastossa viikon ....	16.0	28.0	56.0	21.3	18.7	60.0
Nyyttipakkauksessa kellarissa viikon, valeistutettuna ojaan, vesirajaan viikon .....	12.1	32.9	55.0	18.8	23.5	57.7
Muovisäkissä järvesä, 3.5 m:n syvyydessä .....	14.0	36.7	49.3	21.3	24.0	54.7
Keskimäärin .....	11.3	27.6	61.1	19.5	23.5	57.0
Riskitaso, jolla erot merkitseviä ( $\chi^2$ -testi) .....		0.5%			>10%, ei eroa	

Keväällä 1966 istutettujen taimien kehitys on alusta alkaen ollut tasaisempaa kuin edellisessä kokeessa. Tämä on osaksi johtunut siitä, että vain käyttökelpoisimmiksi havaitut menetelmät on otettu mukaan jatkokokeeseen. Kun yhdistettiin kuntoluokat 1...3 ja 4...6, todettiin jälleen nyyttipakkauksessa kellarisiin varastoitujen taimien olleen elinvoimaisimpia (asetelma 9). Normaaleja tai likimain normaaleja taimia on näin käsitellyissä taimissa ollut lähes 15 % enemmän kuin seuraavassa, valeistutettujen taimien ryhmässä. Hiukan yllättävää on, että kontrollitaimissa tälläkin kertaa, kuten myös muovisäkeissä kellarisiin varastoiduissa taimissa, on ollut eniten heikkoja kuntoluokkia. Erot olivat kuitenkin alusta lähtien pieniä ja viimeiseen inventointiin mennessä ne olivat kadonneet lähes täysin.  $\chi^2$ -testi ei kummassakaan inventoinnissa ole osoittanut eroja taimien kuntoluokkakautumissa tilastollisesti merkitseviksi.

Asetelma 9. Taimien jakaantuminen kuolleisiin, vikaisiin ja normaaleihin. Keväällä 1966 perustettu koe, josta muut yleistiedot esitetty asetelmassa 4, s. 56.

Taimien säilytystapa	Tarkastusvuosi 1966			Tarkastusvuosi 1968		
	Kuolleet	Vikaiset tai pahasti vikaiset	Normaalit tai likimain normaalit Taimia istutetuista, %	Kuolleet	Vikaiset tai pahasti vikaiset	Normaalit tai likimain normaalit
Kontrollitaimet....	1.7	39.5	58.8	2.5	34.6	62.9
Nyyttipakkauksessa kellarissa .....	0.8	32.1	77.1	3.7	37.5	58.8
Muovisäkissä kellarissa .....	0.8	40.4	58.8	3.7	42.5	53.8
Nyyttipakkauksessa ja muovisäkissä kellarissa viikon, valeistutettuna maastossa viikon	2.5	35.0	62.5	4.2	37.9	57.9
Keskimäärin .....	1.5	36.8	61.7	3.5	38.2	58.3
Riskitaso, jolla erot merkitseviä ( $\chi^2$ -testi) .....		>10%, ei eroa			>10%, ei eroa	

#### 4. VARASTOINNIN PITKITTÄMISEN VAIKUTUS ISTUTUSTULOKSIIN

Kesällä 1966 suoritettiin edellä selostetun kokeen yhteydessä myös pieni koe ylipitkää varastointia käyttäen. Kokeessa istutettiin 80 tainta, joita oli säilytetty kellarissa 43 vrk, siis pitkään taimien normaalille kasvukaudelle. Istutus suoritettiin vasta 28.6. Taimia oli säilytetty nyytissä tai muovipussissa kellarissa, jonka lämpötila varastointiaikana oli kohonnut 0°:sta +7° C:een. Säilytyksen aikana taimissa syntyvän vedenvajauksen merkitystä pyrittiin poistamaan liottamalla taimien juuria vedessä 20 tuntia ennen istutusta. Taimien menestyminen ylipitkän varastoinnin jälkeen ilmenee lähemmin asetelmasta 10.

Kokeen tulos osoittaa, että näinkään pitkä varastointi ei ole selvästi heikentänyt taimien kasvukuntoa. Eloönjäänti ja kuntoluokkakautuma on jokseenkin sama kuin keväällä istutetuilla ja kasvu ensimmäisenä vuonna jopa parempi, siitä huolimatta, että taimet istutettiin vasta normaalin kasvukauden lopulla.

Erot eri käsittelyjen välillä ovat niin vähäiset, ettei näin pienellä aineistolla voida niiden välistä paremmuutta ratkaista, liotus vedessä ei ole parantanut taimien kasvua.

#### 5. TULOSTEN TARKASTELU

Toimitettaessa taimia istutuspaikoille niitä joudutaan säilyttämään myös tilapäisissä varastoissa. Tämän välivaiheen hoitamiseksi on kehitetty monenlaisia vaihtoehtoisia menetelmiä. Taimikellareiden vastineita on pyritty luomaan

Asetelma 10. Taimien kasvu ja kuntoluokkakautuma vuoden 1966 kokeeseen liittyneessä ylipitkässä varastoinnissa. Taimet on nostettu 14. 5. ja istutettu 28. 6. Kussakin käsittelyssä taimia 20 kpl. Vertailuna pääkokeen kontrollitaimet, 240 kpl.

Taimien käsittely-tapa	Taimien kasvu, cm		Pituus, cm 1968	Kuolleet	Taimien kuntoluokkakautuma 1968	
	1966	1968			Vikaiset tai pahasti vikaiset	Normaalit tai likimain normaalit
					Taimia istutetuista, %	
Kontrollitaimet . . . . .	6.4	16.0	48.1	2.5	34.6	62.9
Nyyttipakkauksessa kellarissa . . . . .	7.3	15.9	48.8	5.0	30.0	65.0
Nyyttipakkauksessa, juuria liotettu vedessä ennen istutusta . . . . .	6.5	11.8	36.2	5.0	25.0	55.0
Muovisäkissä kellarissa . . . . .	6.7	11.8	37.3	5.0	45.0	50.0
Muovisäkissä kellarissa, juuria liotettu vedessä ennen istutusta . . . . .	7.3	9.8	41.5	—	30.0	70.0

sijoittamalla jäätä talouskellareihin, vanhoihin navettoihin tai maakuoppiin. Tämän tutkimuksen yhteydessä kävi ilmi, että ainakin kellareissa tai niihin verrattavissa suojissa voidaan taimia menestyksellisesti varastoida. Taimien säilymisen kannalta olisi toivottavaa, että lämpötila pysyisi 0...+2° C vaiheilla tilapäisissäkin varastoissa ja että taimet sijoitettaisiin niihin kasvulevon aikana (vrt. esim. ALDHOUS 1964, SANDVIK 1965, RUSTEN 1968, YLI-VAKKURI ym. 1968). Tilapäisissä varastoissa lämpötila yleensä nousee korkeammaksi, mikä vastaavasti lyhentää varastoimisaikaa ja lisää taimien homehtumisvaaraa. Myös kasvu pääsee tällöin alkuun, niin että varastoimisen edellytykset huononevat.

Kuivuminen lienee vakavin vaara, joka uhkaa taimia tilapäisen varastoinnin aikana (YLI-VAKKURI 1957, 1961). Se voidaan kuitenkin sopivin toimenpitein estää. Haihtumista voidaan vähentää pitämällä varaston ilmatilan suhteellinen kosteus hyvin lähellä 100 %. Siihen on yleensä mahdollisuuksia tilapäisissäkin varastotiloissa. Tässä tutkimuksessa, kuten monissa muissakin (FAULKNER ja ALDHOUS 1957, 1959, ALDHOUS 1959, 1960, 1964), on taimien säilyttäminen muovisäkeissä osoittautunut hyväksi suojakeinoksi haihtumista vastaan. Kuljetuksen aikana ja istutuspaikalla tällaiset pakkaukset on suojattava sopivin järjestelyin auringon paisteelta, ettei kuumuus tuottaisi taimille vaurioita (ANDREASON ja THOFTE 1963, RÄSÄNEN 1968). Tällaisen vaaran välttämiseksi taimet voidaan heti kuljetuksen jälkeen valeistuttaa.

Kolmas tapa välttää haitalliselta veden vajaukselta on huolehtia siitä, että taimista tapahtuva haihtuminen jatkuvasti tai aika ajoin korvautuu. Nyytti-

pakkauksessa kaikkien taimien juuret pääsevät hyvin kosketukseen pakkaus-turpeen kanssa. Tästä ilmeisesti johtuu taimien hyvä säilyminen, kuten tässä ja aikaisemmissa tutkimuksissa (YLI-VAKKURI 1957) on havaittu. Laatikko- ja paalipakkauksissa turpeen ja juurten kosketus jää vaillinaiseksi, joten kuivumisalttiisuus on suurempi.

Syntyvää vedenvajausta voidaan kastelemalla estää. Jos pakkauksessa on tällöin turvetta tai muuta samantapaista pakkausainetta, uusiutuu pakkauksen kyky luovuttaa vettä taimille. Muussa tapauksessa taimet kasteltaessa vain hetkellisesti korvaavat syntyneen vedenvajauksen. Mikäli vajuus nousee yli 10—12 % taimen painosta, ne voivat vaurioitua pysyvästi (SANDVIK 1965). Upottamalla taimien juuret veteen saadaan aikaan tehokas kastelu, mikä parantaa istutustulosta, jos taimissa on ollut vedenvajausta (YLI-VAKKURI 1957). Näissä kokeissa ei kastelu sanottavasti vaikuttanut tuloksiin, mikä ei kuitenkaan ilmaise kastelun tarpeettomuutta yleensä, vaan osoittaa, ettei taimissa ollut vedenvajausta. Käytännöllisessä toiminnassa taimet olisi ennen istutusta aina perusteellisesti kastettava, jotta mahdollinen vedenvajuus häviäisi.

Taimipakkausten tai -nippujen sijoittamista vesialustalle on yleensä vältetty, koska on katsottu, että vesi liottaa pois juuria suojaavat maahiukkaset. Tässä tutkimuksessa ilmeni, ettei viikon pituinen valeistutus seisovavetiseen ojaan vaikuttanut taimiin ainakaan kovin haitallisesti. Valeistutusta veden peittämälle alustalle on käytetty yleisesti Blekingen läänissä Ruotsissa vuodesta 1953 lähtien (STÅÅL 1964). Sama tulos kuin edellä mainitulla menetelmällä, ehkä hie-man parempikin, voidaan kuitenkin saada valeistuttamalla taimet märkään maahan. Myönteisiä viitteitä antavat tämänkin tutkimuksen tulokset. MORK (1959) katsoo, että pakkauksia ei tarvitse istutuspaikalla avata, jos taimet kastellaan ja istutus tapahtuu pian. Nyyttipakkaus on maastossa kasteltuna ilmeisesti taimien hyväkuntoisena säilymisen kannalta varsin edullinen, mutta kastelemattomana siinäkin saattaa syntyä vaurioita (vrt. YLI-VAKKURI 1957).

Kokonaisuudessaan tutkimus on osoittanut, että taimien kunto voidaan säilyttää hyvänä tavanomaisin menetelmin. Selvästi parasta pakkauksen ja varastoinnin yhdistelmää ei näiden kokeiden perusteella ole osoitettavissa, vaan näyttää siltä, että taimia voidaan menestyksellisesti säilyttää eri tavoin, kunhan tietyistä perusedellytyksistä huolehditaan. Jopa tässä tutkimuksessa kokeillusta taimien säilyttämisestä järveen upotetuissa muovisäkeissä saatiin käyttökelpoinen, joskaan ei täysin muiden menetelmien veroinen tulos. Hiukan muita heikomman tuloksen antoivat ojan vesirajaan valeistutetut taimet, kun kriteerinä ovat kahden ensimmäisen vuoden kasvu ja istutusvuoden kuntoluokkakautuma.

Parhaiten ovat vuoden 1965 kokeessa kasvaneet valeistutetut taimet. Samanlaisen tuloksen eri varastoimistapojen vertailussa ovat saaneet myös HUURI (1967), URSIC (1956) ja MULLIN (1962). Tulos jää kuitenkin, ainakin tässä kokeessa, osittain näennäiseksi, sillä kun kuolleisuutta ja kasvua tarkastellaan yhtäaikaan havaitaan valeistutetuista kuolleen n. 4.5 % enemmän kuin esim.

kellarissa varastoiduista. Suurempi kuolleisuus puolestaan hyvin todennäköisesti aiheuttaa jäljelle jääneiden tilastollisen keskikasvun määrässä nousua.

Istutus suoraan taimitarhasta antaa luonnollisesti hyvän tuloksen, edellyttäen kuitenkin, että työ suoritetaan ennen kasvun alkamista. Tosin on olemassa koetuloksia männyn istutuksen onnistumisesta pitkällekin kasvun alkuun päässeillä taimilla (TIRÉN 1958), mutta käytännössä lienee hyvin vaikea estää uusia, hauraita kasvaimia vahingoittumasta pakkauksen, varastoinnin ja kuljetuksen aikana. Vuoden 1965 kokeessa kontrollitaimet istutettiin taimien ollessa täydessä kasvussa. Huolimatta hyvin huolellisesta käsittelystä ja lyhyestä siirrosta ovat taimet osaksi vioittuneita ja kasvaneet vähemmän kuin varastoidut taimet keskimäärin. Vuoden 1966 kokeessa, jolloin taimet istutettiin varastoinnin alkaessa, ovat kontrollitaimet kasvaneet hiukan paremmin kuin varastoidut.

Kasvun taso ja kuolleiden taimien osuus on eri vuosien kokeissa erilainen. Vuoden 1966 kokeessa on ollut karumpi kasvupaikka, ja se selittää ainakin osaksi heikomman kasvun. Myöskin kuolleisuuteen näyttää kasvupaikka vaikuttaneen näissä kokeissa voimakkaasti. Vuoden 1965 koe jakaantui maastossa erillisiin, seitsemän ja kahdeksan lohkon ryhmiin. Edellisessä oli kuolleisuus neljäntenä syksynä 8.8 % ja jälkimmäisessä 28.9 %. Suuremman kuolleisuuden on kahdeksan lohkon alueella aiheuttanut lähinnä tukkimiehentäin tuho, joka kaikkein eniten on kohdistunut muovisäkeissä järveen varastoituihin taimiin. Tuho keskittymiseen toiselle alueelle ei löydetty syytä, lohkokrymiä etäisyys toisistaan oli vain n. 50 metriä.

Varsinkin istutuspaikka ja tuhot, mutta myös istuttaja, sääolot ja taimien kunto taimitarhasta nostettaessa vaikuttavat tuloksiin, jotka vaihtelevat suuresti silloinkin, kun istutustyö eri vaiheineen tehdään asianmukaisesti valvoen. Kullakin mainituista vaikutustekijöistä voi olla yhteisvaikutus tutkittavan, — tässä tapauksessa varastointikäsittelyn — kanssa, ja tästä johtuen on nyt tehdyn kaltaisten, suppeiden kokeiden tuloksia tulkittava aina paikallisia oloja ajatellen.

Taimien säilymisen perusedellytyksistä huolehtiminen näyttää muutamien kokeiltujen menetelmien puitteissa hyvinkin mahdolliselta. Silti kaikki uudet menetelmät, jotka tähtäävät taimien toimittamiseen yhä nopeammin ja elinvoimaisempina istutuspaikalle voivat osaltaan parantaa usein heikoiksi jääneitä metsänviljelytuloksia. Paljasjuuristen taimien käsittelyyn tarjoaa kehittyvä tekniikka jatkuvasti uusia mahdollisuuksia. Tällä hetkellä on jäädytysautojen ja pienoisjäädyttämöjen käyttö yleistymässä. Varastoinnin kannalta oleellisesti helpompia paakku- ja kennotaimien kehittäminen on parhaillaan hyvin tehokkaasti käynnissä. Lähivuosina jouduttaneen kuitenkin käyttämään eri tyyppisiä taimia ja niiden käsittelyssä rinnan uusia ja vanhoja varastointimenetelmiä.

## 6. KIRJALLISUUSLUETTELO

- ALDHOUS, J. R., 1959. Polythene bags for movements of forest nursery stock. *The Empire Forestry Review* 38,1.
- 1960. Nursery plants in polythene. *Quarterly Journal of Forestry* 54,1.
- 1964. Cold-storage of forest nursery plants an account of experiments and trials; 1958—1963. *Forestry* 37,1.
- ANDREASON, O. & THOFTE, V. 1963. Förvaring av plantor i plastpåsar. *Skogen* nr. 50.
- BJÖRKMÄN, E. 1956. Om lagring av tall- och granplantor. Summary: On storage of pine and spruce plants. *Norrlands Skogsvårdsförbunds Tidskrift*. Häfte IV.
- FAULKNER, R. & ALDHOUS, J. R. 1957. Nursery investigations. Report of Forest Research for the Year ended March 1956. *Forestry Commission*.
- 1959. Nursery investigations. Report of the Forest Research for the Year ended March 1958. *Forestry Commission*.
- HUURI, O. 1967. Kenttävarastoinnin eri muotojen vaikutus männyn taimien elinvoimaan. *Metsälehti* n:o 7.
- JEFFERS, J. N. R. 1960. Experimental design and analysis in forest research. *Stockholm*.
- LEECH, R. H. 1959. A second look at a nursery stock packaging experiment. *The Forestry Chronicle* 35,1.
- MORK, E. 1959. De viktigaste faktorer som har betydning for resultatet etter planting av gran. *Norsk Skogbruk* Nr. 8.
- MULLIN, R. E. 1962. Storage of planting stock in the field. *The Forestry Chronicle* 38,3.
- RUSTEN, A. 1968. Lagring og omballing. *Produksjon av skogplanter*, s. 129—141. Oslo.
- RÄSÄNEN, P. K. 1968. Muovipussien käytöstä taimien pakkauksessa. *Metsälehti* n:o 18.
- SANDVIK, M. 1965. Fra planteseng til plantegrop. *Saertrykk ur Svenska Skogsvårdsföreningens Tidskrift* nr. 3.
- STÅÅL, E. 1964. Förvaring av plantor i vatten. *Skogen* nr. 51.
- TIRÉN, L. 1958. Om försök med plantering av tall och gran i Norrland. Summary: Planting of pine and spruce in Norrland. *Meddelanden från Statens Skogsforskningsinstitut* 47,5.
- URSIC, S. J. 1956. Bale storage effective for loblolly pine seedlings. *Journal of Forestry* 54,12.
- WAKELEY, P. C. 1954. Planting the southern pines. *U.S. Department of Agriculture. Monograph* 18. Washington, D.C.
- VIRO, P. J. 1952. Kivisyyden määrittämisestä. Summary: On the determination of stoniness. *Metsäntutkimuslaitoksen Julkaisuja* 40,3.
- 1959. Suomen metsämaiden kivisyydestä. Summary: Stoniness of forest soil in Finland. *Ibid* 49,4.
- YLI-VAKKURI, P. 1957. Tutkimuksia taimien pakkauksesta ja kuljetuksesta. Summary: Investigations into the packing and transportation of plants. *Ibid*. 49,1.
- 1961. Taimien suojeleminen noston ja istutuksen välisenä aikana. Summary: Protection of tree seedlings during the period between lifting and planting. *Eripainos Kasvinsuojeluseuran julkaisusta* n:o 21.
- YLI-VAKKURI, P., RÄSÄNEN, P. & 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 Forestalia Fennica* 88.



SUMMARY:  
THE EFFECT OF PACKING, STORING AND HEELING-IN ON THE FIELD  
SURVIVAL AND GROWTH OF SCOTCH PINE SEEDLINGS

The aim of the present study was to establish, by means of planting experiments, the influence of different packing, heeling-in and watering as well as the length of the storage period on the development of pine seedlings that had been lifted from the nursery bed in spring. The plants were packed in bundles (cf. YLI-VAKKURI 1957, p. 20) and into plastic sacks. In the spring of 1965 the following methods were tested:

1. The control seedlings were planted without storing at the same time as those stored in different ways.
2. Seedlings were stored in bundles in a cellar for two weeks.
3. As above for one week; during the next week the bundles were watered every other day.
4. Seedlings were first stored in bundles in a cellar for one week; then the bundles were opened and the seedlings heeled-in for another week.
5. Otherwise as above, but the seedlings were watered every other day during the second week.
6. Seedlings were stored in bundles in a cellar for one week; thereafter they were heeled-in for one week in a drain with stagnant water up to the root collar.
7. Storage in closed plastic sacks for two weeks on the bottom of a lake at 3.5 m depth.

In the spring of 1966 the following methods were tested:

8. The control seedlings were planted without storing at the time when storage of the test material began.
9. Seedlings were stored in bundles in a cellar for two weeks.
10. Seedlings were stored in plastic sacks in a cellar for two weeks.
11. Seedlings were stored a) in bundles in a cellar for one week, whereafter these were opened, and the seedlings heeled-in for another week, b) in plastic sacks in a cellar for one week, whereafter the seedlings were heeled-in loosely for another week.

In the first year of the experiment the seedlings used for control were lifted from the nursery bed and planted out in the end, and in the second year, in the beginning of the period of storage. The experimental design employed in the planting experiments was a randomized-block method, and the test comprised 2090 seedlings. The development of the plantations has been studied during 3–4 years, whereby the mortality, growth and vitality of the seedlings as well as the length of their needles and the number of buds encountered have been recorded. The data thus obtained were studied using analysis of variance, whereas the  $\chi^2$  test was used to establish the distribution of the seedlings into vitality classes. The principal results obtained are as follows:

Storage for two weeks in the different ways under study and planting without

storage gave similar results when seedling survival was used as a criterion. The plastic sack method showed to be as good as the bundle method for seedling storage, and heeling-in in moist soil as well as in drains with stagnant water, usable methods, too. Watering the seedlings did not improve the results, and this indicates that no serious lack of water had occurred during storage. The seedlings that had been stored in plastic sacks on the lake bottom gave slightly poorer results than those mentioned in the foregoing. According to a small, separate experiment, seedlings kept their capacity of developing for 43 days — i.e., until the end of June — when stored in bundles or in plastic sacks in a cool cellar. Post-storage watering did not improve the result.

In the course of four growing seasons an average of 19.6% of the seedlings of the 1965 experiment died, the bulk of them, by the end of the first growing season. Despite control *Hyllobius abietis* showed to be a severe pest. Particularly the seedlings that had been stored in plastic sacks on the lake bottom seemed to suffer from this insect. In the plantations established in 1966 seedling survival was good: by the end of the third growing season seedling mortality was still below 5%.

During the first two years after planting differences in growth could be observed in the plantation of 1965 between seedlings stored in different ways; later, however, these differences were levelled out. During the first growing season after planting the best growth was achieved by the seedlings which had been heeled-in for a part of the storage period and those planted without storage: i.e., all seedlings which had been kept outside for at least part of the period of storage. The poorest growth results were obtained for seedlings stored in bundles in a cellar and those kept in plastic sacks in the lake. During the second growing season the seedlings that had been stored in the cellar improved their growth. Seedlings which had been heeled-in for a part of the storage period continued their good growth, whereas those planted without storage and those kept in the lake gave the poorest growth results. In later years, too, the seedlings that had been stored on the lake bottom showed the poorest growth, while, on the other hand, no differences in growth could be observed after the second growing season between seedlings which had been stored in other ways. Watering certain experimental members regularly in the course of storage caused no permanent differences in growth. In the plantations established in 1966 no differences in growth occurred; in this year the 2-week storage experiments were started during the seedlings' period of dormancy, during which the controls were planted, too.

During their first growing season after planting the seedlings that had been planted without storage and those which had been kept in plastic sacks under water showed poorer length growth of needles than the seedlings belonging to other experimental members. This circumstance proved to mean poor height growth during the following growing season.

The distribution into vitality classes of the seedlings produced the same differences between and similarities of the experimental members as the characteristics dealt with in the foregoing.