

METSÄNTUTKIMUSLAITOS

**METSÄNVILJELYN KOEASEMAN
TIEDONANTOJA 7**



MATTI LEIKOLA

**HAVAINTOJA TAIMIPAKKAUKSISSA ESIINTYVISTÄ
LÄMPÖTILOISTA VÄLIVARASTOINNIN AIKANA**

SUONENJOKI 1973

METSÄNTUTKIMUSLAITOS

METSÄNVILJELYN KOEASEMAN
TIEDONANTOJA 7

Matti Leikola

Havaintoja taimipakkauksissa esiintyvistä lämpötiloista
välivarastoinnin aikana

Suonenjoki 1973

S I S Ä L L Y S

	Sivu
JOHDANTO	1
TUTKIMUSAINEISTO JA - MENETELMÄ	2
TULOKSET	4
TULOSTEN TARKASTELUA	22
KIRJALLISUUS	25

1. Johdanto

Metsäpuiden taimien kuljetuksessa ja varastoinnissa on Suomessa siirrytty yhä yleisemmin käyttämään muovista tehtyjä säkkejä, joihin taiminiput sijoitetaan pystyasentoon. Taimia joudutaan näissä pakkauksissa usein säilyttämään avotai-vaan alla taimitarhalla, kuljetuksen aikana ja välivarastossa useitakin vuorokausia. Jotta tästä johtuvat vauriot voitaisiin välttää, katsottiin tarpeelliseksi selvittää, miten muovisäkki taimipakkauksena vaikuttaa taimien menestymiseen, ennen kaikkea niiden fysiologiseen kuntoon. Havupuiden taimien varastoinnista muovisäkeissä ja erilaisissa nyytti- ja paalipakkauksissa on kotimaassakin saatavana runsaasti tutkimustuloksia (esim. YLI-VAKKURI 1957, YLI-VAKKURI ym. 1968, LÄNGSTRÖM 1970, RÄSÄNEN 1970, RÄSÄNEN ym. 1970). Varsinaisen kenttävarastoinnin vaikutuksen seuraaminen on jäänyt hieman vähäisemmälle huomiolle. Tavanomaista valeistutusta on toisaalta käytetty erilaisten varastointikokeiden yhtenä käsittelynä.

Vuonna 1972 aloitetuissa kokeissa seurataan mittauksin erilaisissa taimipakkauksissa esiintyviä taimien lämpötiloja ja taimien kuivumista varastoinnin aikana sekä istutuskokein taimien menestymistä erilaisissa metsänviljelytilanteissa. Nyt käsillä oleva ennakkotiedonanto esittelee ainoastaan mit-taustuloksia taimipakkauksissa esiintyvistä lämpötiloista va-rastoitaessa koulittuja kuusen taimia kesäaikana tilapäisesti metsään ja aukealle alalle.

Työhön ovat osallistuneet mm. seuraavat henkilöt: metsä-tekniikko Antti Niemelä on vastannut koetaimien kasvattamisesta taimitarhalla ja metsätekniikko Pekka Suolahti on valvonut taimien kuljelusta ja varastointia maastoon sekä lämpötilojen mittausta. Rva Liisa Salmi ja nti Leena Suomela ovat kirjoit-taneet työn puhtaaksi. Kuvat ovat Suolahden ja metsäharjoit-telijoiden Jorma Karvosen ja Osmo Markkasen käsialaa. Käsi-kirjoituksen ovat lukeneet prof. Risto Sarvas, prof. Paavo Yli-Vakkuri, fil.kand. Jyrki Raulo sekä metsänh., maat.met-sät.kand. Pentti Räsänen.

Tekijä esittää kiitoksensa työssä avustaneille.

2. Tutkimusaineisto ja -menetelmä

Koe suoritettiin Suonenjoen metsänviljelyn koeasemalla (62°40' p, 27°03' I, 140 m m.p.y., 1065 d.d.) ja Suonenjoen kokeilualueeseen kuuluvalla Haudanlahden tilalla, n. 7 km taimitarhalta pohjoiseen, heinäkuun 17. - elokuun 2. päivänä 1972.

Pääkäsittelyjä oli kaikkiaan viisi; neljä erilaista taimien pakkaustapaa ja viidentenä taimien säilyttäminen ilman suojaa. Pakkaustavat olivat seuraavat:

1. Musta muovisäkki, koko 125 x 40 cm, muovin paksuus 0.05 mm.
2. Valkoinen muovisäkki, koko 118 x 71 cm, muovin paksuus 0.1 mm.
3. Paperisäkki, koko 105 x 70 cm, materiaalina nelinkertainen ruskea voimapaperi.
4. Pahvilaatikko, koko 62 x 63 x 58 cm. Kokeessa käytettiin aaltopahvista tehtyjä turveruukkujen FP-620 pakkauslaatikkoja, jotka oli vuorattu sisäpuolelta 0.2 mm:n muovilla.

Kukin edellä esitelty pääkäsittely jaettiin vielä kahteen alakäsittelyyn, jotka olivat: 1. varastointi taimisäkin suun (laatikon kannen) ollessa auki ja 2. varastointi taimisäkin suun (laatikon kannen) ollessa suljettu.

Kokeessa käytettiin kuusen taimia, jotka edustivat taimilajia 2A+3A ja joiden juuret oli leikattu viimeisenä kasvukautena koulintapenkissä. Taimet nostettiin taimitarhalla normaaliin tapaan ja pakattiin erilaisiin pakkauksiin noston yhteydessä. Pakkaukset kuljetettiin traktorilla Haudanlahden tilalle, jossa puolet niistä sijoitettiin noin 60 x 120 m suuruisen aukean alan keskelle ja toinen puoli metsään tiheän harmaalepikon alle verhopuuston suojaan. Verhopuuston tärkeimmät tunnuksat käyvät ilmi taulukosta no 1.

Taulukko 1. Haudanlahden metsikkökoealan (varastointipaikka metsä) tärkeimmät puuston tunnuksat. Mitattu lokakuussa 1970.

Puuston tunnus	Määrä
Runkoluku	4 382 kpl/ha
Kuutiomäärä	115 k-m ³ /ha
Rungon keskikuutio	0.03 k-m ³
Keskipituus	9.1 m
Valtapituus	13.6 m
Keskiläpimitta, D _{1.3}	7.6 cm
Pohjapinta-ala	22.9 m ² /ha
Latvuspeittävyys	96 %
Puulajisuhteet: Harmaaleppä	85 %
Kuusi	7 %
Raudus	8 %

Kutakin käsittelyä oli viisi toistoa, joten taimipakkausten kokonaismäärä muodostui seuraavaksi: 2 varastointipaikkaa (aukea ja metsä) x 4 pakkausmenetelmää (pääkäsittelyä) x 2 alakäsittelyä (pakkaus auki/kiinni) x 5 toistoa = 80 kpl. Kontrollina toimivien ilman pakkausta varastoitujen taimierien luku oli 2 x 2 x 5 = 20 kpl.

Kussakin taimipakkauksessa oli 25 taimen nippuja seuraavat määrät: mustassa ja valkeassa muovisäkissä 4 kpl, paperisäkissä 2 kpl ja pahvilaatikossa 8 kpl. Ilman pakkausta oleva käsittelyerä koostui aina neljästä taiminipusta, jotka olivat pystyasennossa, tiiviisti toistensa vieressä.

Kunkin käsittelyn yhteen pakkaukseen sijoitettiin kaksi kupari-konstantaani termoelementtiä siten, että toinen termoelementtianturi asetettiin satunnaisesti valitun taimen

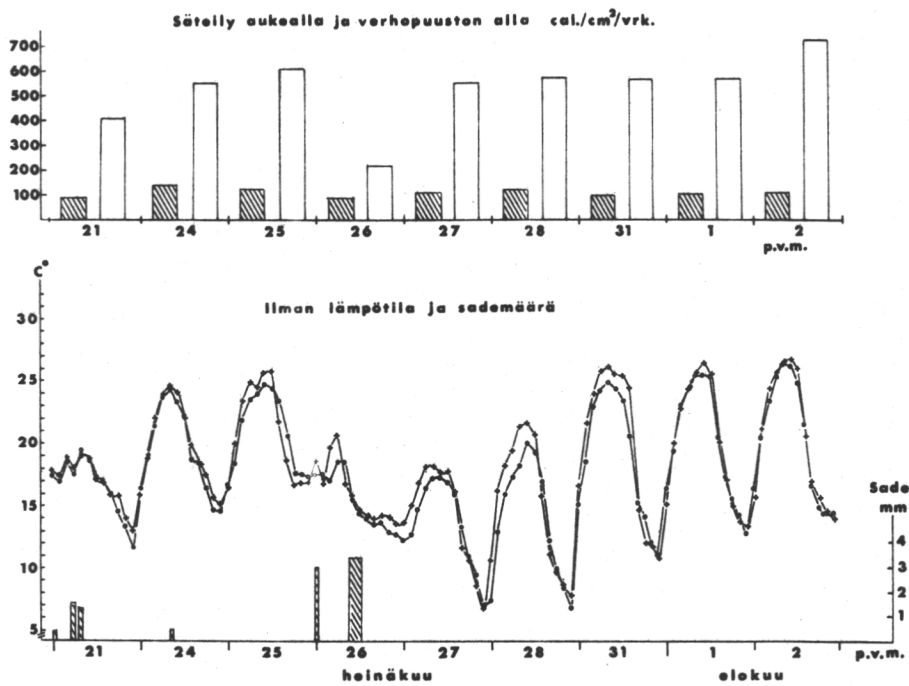
latvaverson sisään viimeisen vuosikasvaimen keskivaiheille ja toinen anturi taimen tyven sisään juurenniskasta hiukan alapäin. Taimen paikka valittiin niin, että se ei ollut taimipakkauksen laidalla vaan keskiosassa. Termoelementti asetettiin käsin piikillä tehtyyn vinoon reikään ja sen paikallaanpysyminen varmistettiin läpinäkyvällä liimanauhalla.

Termoelementtikaapelit johdettiin aukean alan ja metsän rajalla olevaan mittauskojuun, josta käsin taimipakkauksissa olevien taimien lämpötilat mitattiin Rubicon 2715 B potentiometrillä juoksevasti joka toinen tunti 5 päivän mittausjaksoissa. Kaikkiaan kerättiin varastointikauden aikana havainnot yhdeksän päivän ajalta (21.7.; 24.-28.7.; 31.7.-2.8.).

Ilman lämpötilan mittaus suoritettiin termografilla, joka oli asetettu sääkojuun 2 m korkeuteen. Auringon päivittäinen kokonaissäteily rekisteröitiin Bellani-pallopöytäanometrillä 2 m korkeudelta. Sademäärä mitattiin aukealle alalle taimipakkausten lähelle sijoitetulla sadepiirturilla.

3. Tulokset

Kuvassa 1 on esitetty auringon säteilyn määrä ja ilman lämpötila aukealla alalla ja metsässä, sekä kuvissa 3-5 metsään ja aukealle alalle sijoitettujen taimipakkausten lämpötilat mittausjakson aikana. Vaikka aukean alan ja metsän ilman lämpötilan erot ovat aurinkoisinakin päivinä suhteellisen vähäiset, vain 1-2 astetta, ovat eri paikoissa säilytettyjen taimien lämpötilan erot melko suuret. Varastoitaessa taimia metsään näyttävät eri pakkausmenetelmien väliset erot suhteellisen vähäisiltä (kuvat 3, 4a). Samoin on ollut jokseenkin yhdentekevää, ovatko taimipakkaukset olleet auki vai kiinni. Taimen latva- ja tyvilämpötilojen välillä on sensijaan havaittavissa selvää eroa.



Kuva 1. Auringon kokonaissäteilyn määrä, ilman lämpötila ja sademäärä Haudanlahden aukealla alalla ja verhopuuston alla. Merkkien selitykset: auringon säteily: verhopuusto = varjostettu pylväs, aukea ala = varjostamaton pylväs; ilman lämpötila: verhopuusto = ympyrä, aukea ala = risti.

●—●—● = Musta muovis.

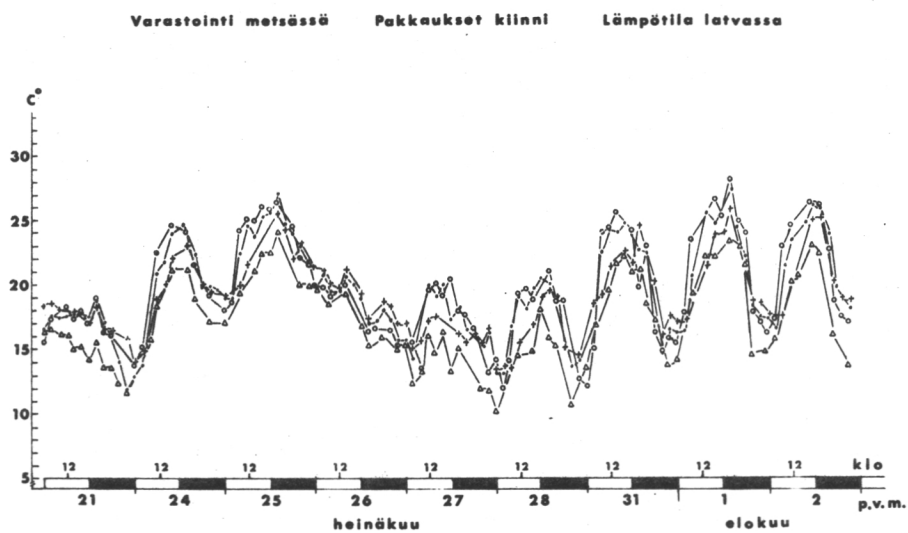
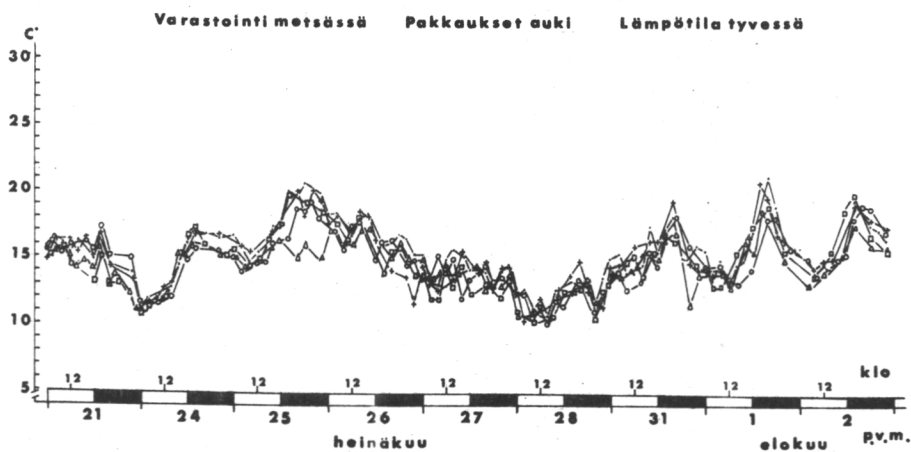
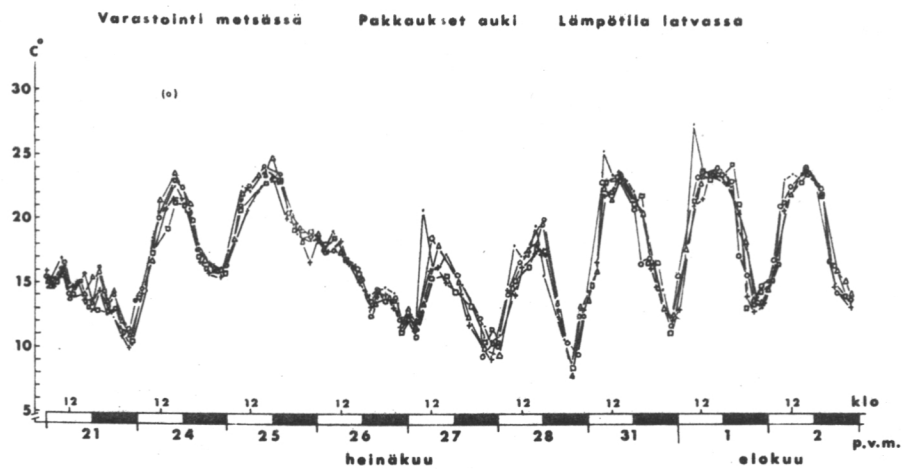
+—+—+ = Pahvil.

○—○—○ = Valkea muovis.

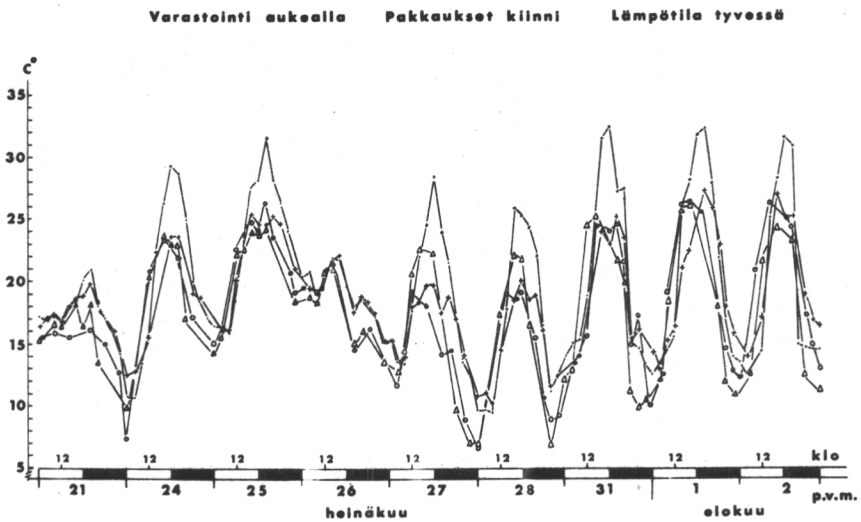
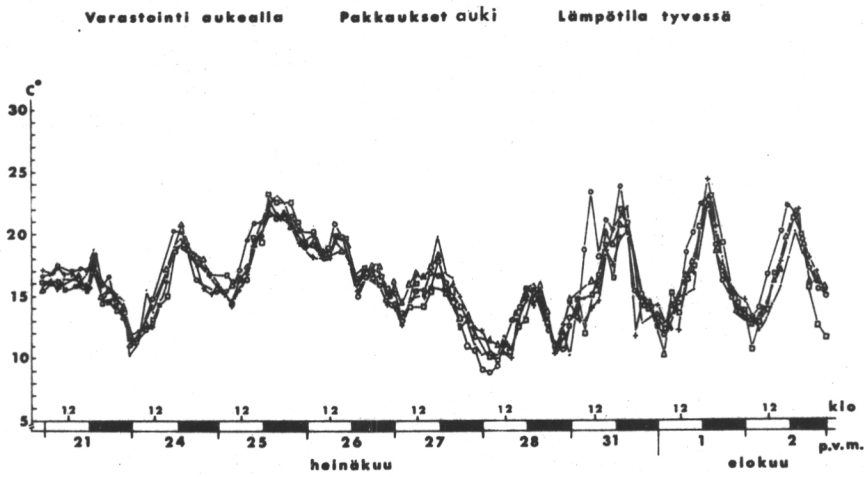
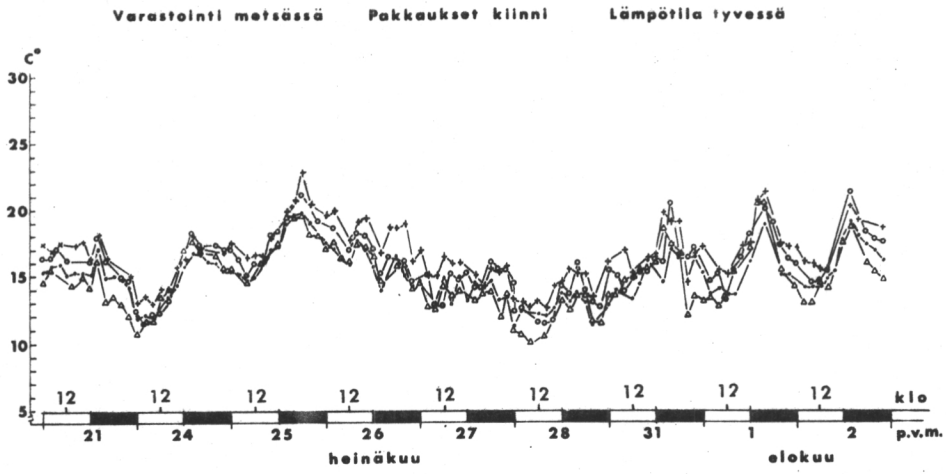
△—△—△ = Paperis.

□—□—□ = Ilman pakk.

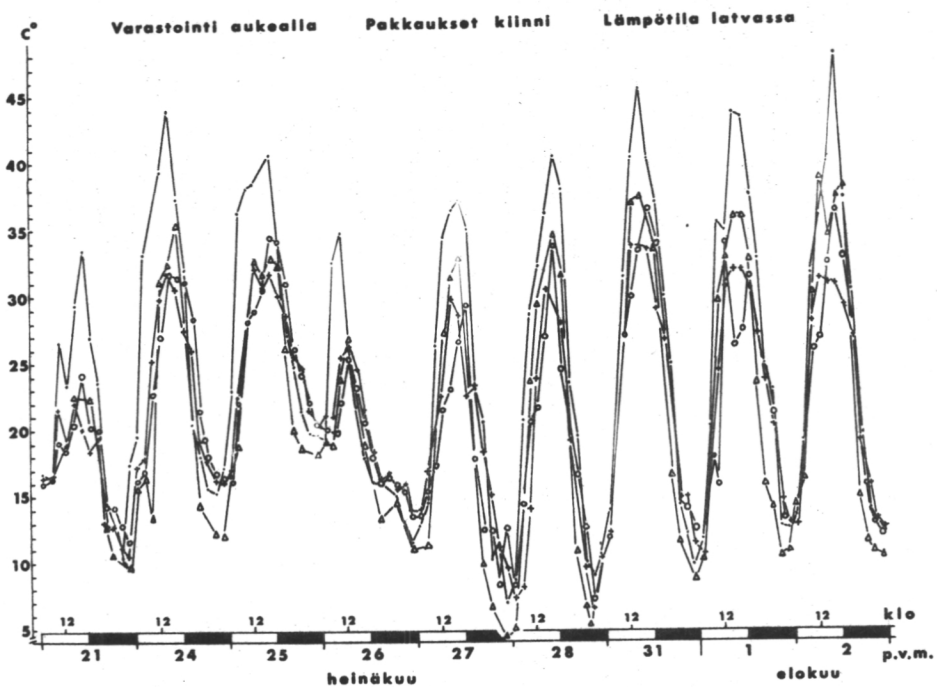
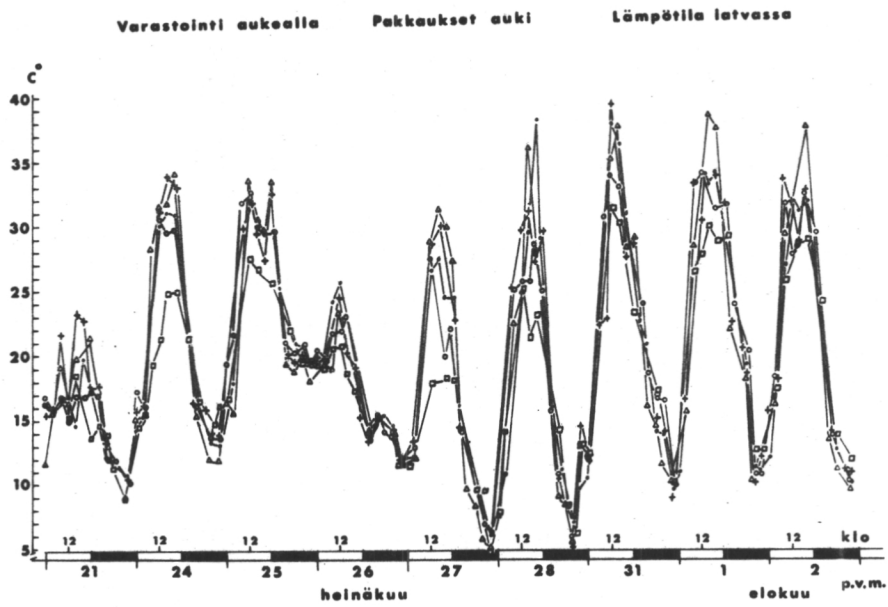
Kuva 2. Kuvissa 3-5 käytetyt pakkaustapojen merkinnät.



Kuva 3. Taimien lämpötilat varastointikokeen mittausjakson aikana. a. (ylinnä): varastointi metsässä, pakkaus auki, lämpötila taimen latvassa; b. (keskellä): varastointi metsässä, pakkaus auki, lämpötila taimen tyvessä; c. (alhaalla): varastointi metsässä, pakkaus kiinni, lämpötila taimen latvassa.



Kuva 4. Taimien lämpötilat varastointikokeen mittausjakson aikana. a. (ylinnä): varastointi metsässä, pakkaus kiinni, lämpötila taimen latvassa; b. (keskellä): varastointi aukealla, pakkaus auki, lämpötila taimen tyvessä; c. (alhaalla): varastointi aukealla, pakkaus kiinni, lämpötila taimen tyvessä.



Kuva 5. Taimien lämpötilat varastointikokeen mittausjakson aikana. a. (ylempi): varastointi aukealla, pakkaus auki, lämpötila taimen latvassa; b. (alempi): varastointi aukealla, pakkaus kiinni, lämpötila taimen latvassa.

Lämpötilan vaihtelut ovat taimen latvassa yleensä suuremmat, ja myös päivittäiset maksimit ja minimi ovat korkeammat kuin tyvessä. Aukealle alalle varastoitaessa eri pakkausmenetelmien väliset lämpötilan erot ovat hyvinkin selvät (kuvat 4b-c, 5). Musta muovisäkki on kiistatta lämpimin pakkaus, sitten seuraavat valkea muovisäkki ja paperisäkki, ja viilein pakkaus on ollut pahvilaatikko. Kun pakkaukset ovat kiinni, ovat taimien lämpötilat huomattavasti korkeammat kuin pakkausten ollessa auki; huippulämpötilaa edustaa mustassa muovisäkissä olevan taimen latvasta heinäkuun 2. päivänä mitattu 48.4°C . Myös päivittäiset lämpötilan vaihtelut ovat aukealla erittäin suuria; 25°C - 35°C pakkaustavasta riippuen.

Selvemmän kuvan saamiseksi eri pakkaustapojen taimille luonnosta olosuhteista on taulukkoon 2 laskettu koko mittausjakson aikaisen lämpösumman (tunti \times $^{\circ}\text{C}$; ilman kynnyksiarvoa) keskimääräiset vuorokausiarvot d.h.-yksikköinä ja suhteellisina arvoina ilman lämpötilasta. Kaikkien taimien lämpösummat ovat metsässä olleet pienemmät kuin ilman lämpösumma, jos pakkaukset ovat olleet auki, mutta mustassa muovisäkissä ja valkeassa muovisäkissä säilytettyjen taimien latvan lämpösummat ovat olleet ilman lämpösummaa suuremmat pakkausten ollessa kiinni.

Aukealla alalla ovat taimista mitatut lämpösummat luonnollisesti huomattavasti suuremmat kuin metsässä. Samaten suljetussa taimipakkauksessa taimien lämpösummat nousevat suuremmiksi kuin avoimessa, taimen latvaosan lämpösumma on suurempi kuin tyviosan jne. On myös syytä panna merkillä, että täysin ilman pakkausta varastoidun taimierän latvan lämpösumma on täsmälleen sama kuin ilman lämpötilankin, mutta tyviosan lämpösumma on tätä selvästi pienempi.

Taulukko 2. Eri tavoin pakattujen taimien keskimääräiset vuorokautiset lämpösummat
(d.h.) mittausjakson aikana.

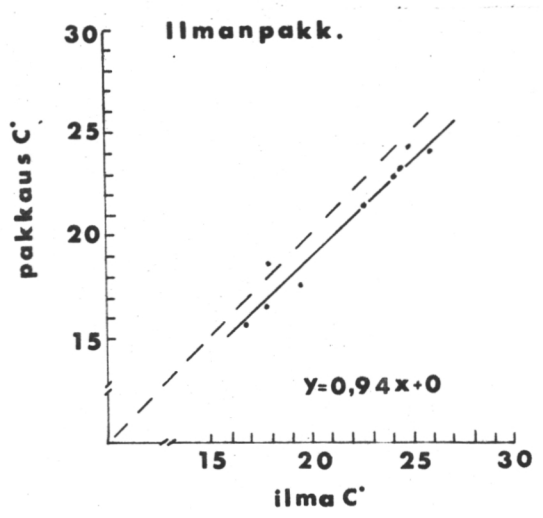
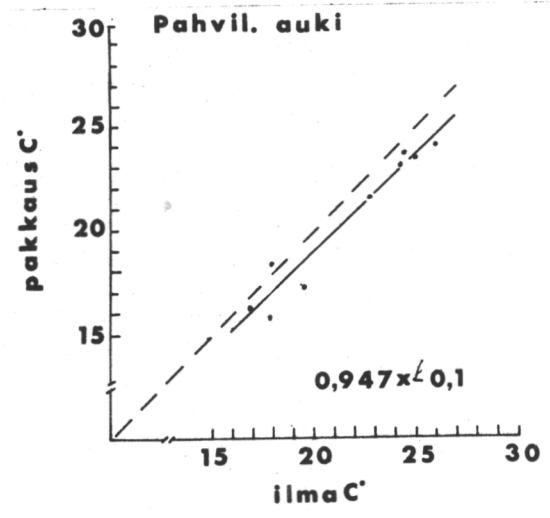
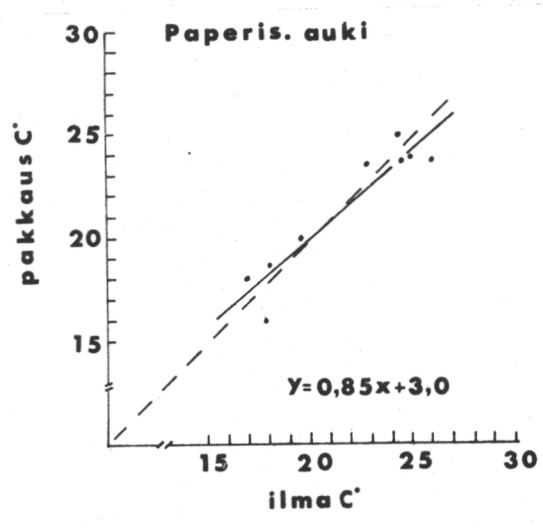
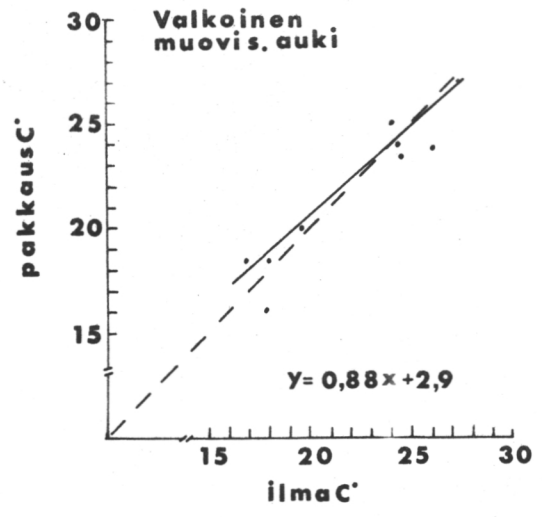
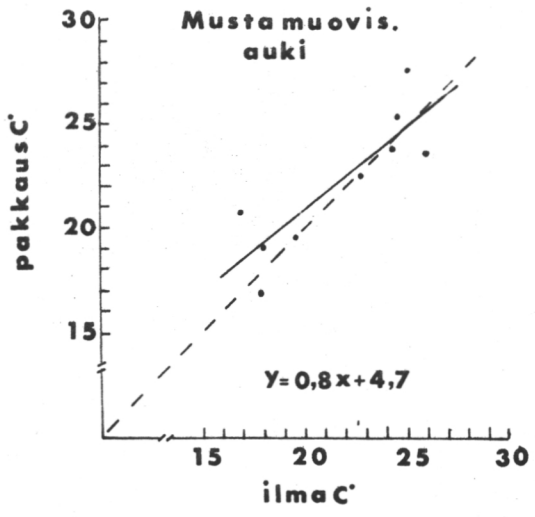
Pakkaus	Metsä				Aukea			
	Latva		Tyvi		Latva		Tyvi	
	Lämpösumma tunti x aste	Suht. arvo	Lämpösumma tunti x aste	Suht. arvo	Lämpösumma tunti x aste	Suht. arvo	Lämpösumma tunti x aste	Suht. arvo
Musta muovisäkki auki kiinni	415.2	98	372.0	88	472.8	109	379.2	88
	446.4	105	362.4	86	595.2	138	468.0	108
Valk. muovisäkki auki kiinni	408.0	97	362.4	86	470.4	109	388.8	90
	448.8	106	381.6	90	504.0	117	417.6	97
Paperisäkki auki kiinni	408.0	97	350.4	83	472.8	109	384.0	89
	384.0	91	355.2	84	477.6	110	408.0	94
Pahvilaatikko auki kiinni	396.0	94	369.6	88	487.2	113	379.2	88
	432.0	102	398.4	94	504.0	117	441.6	102
Ilman pakkausta toisto 5 toisto 10	403.2	95	352.8	84	432.0	100	379.2	88
	420.0	99	360.0	85	434.4	101	384	89
Ilman lämpötila	422.4	100			432.0	100		

Kuvissa 6-13 nähdään ilman vuorokautisen maksimilämpötilan ja taimen latvassa tai tyvessä mitatun vastaavan maksimilämpötilan väliset regressiot mittauskauden aikana. Mallina on käytetty suoraviivaista kuvaajaa, joka selittää em. lämpötilojen välistä suhdetta hyvin tai tyydyttävästi.

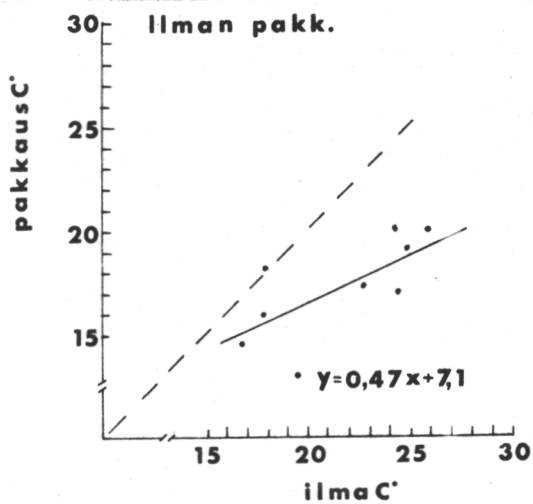
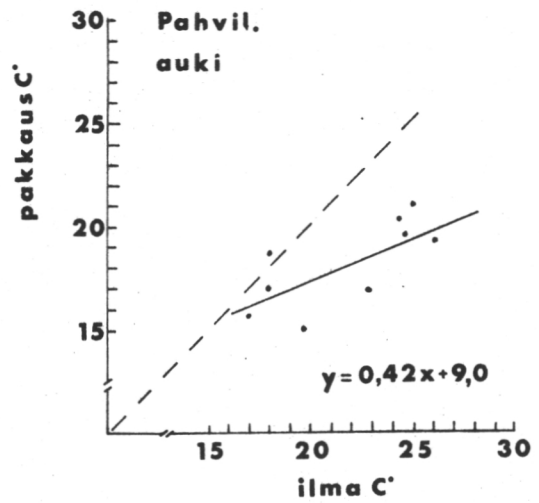
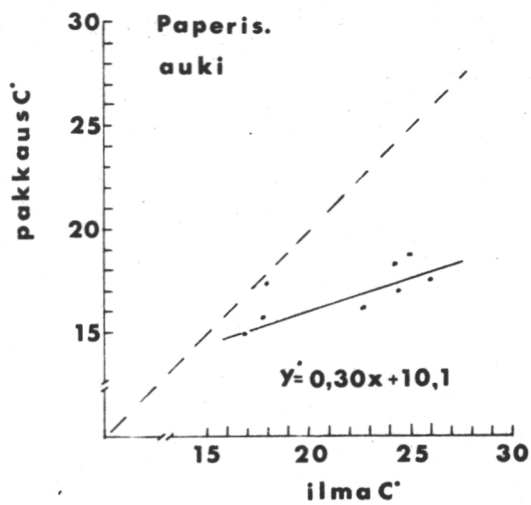
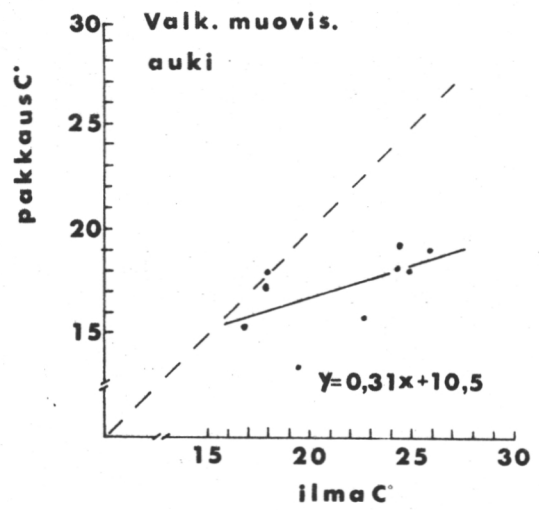
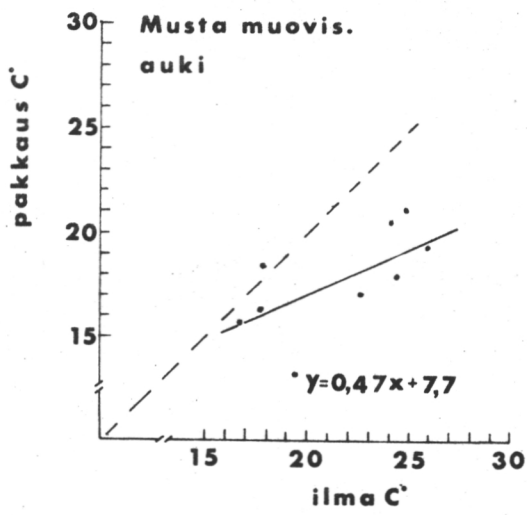
Metsässä pakkaukset auki varastoitujen taimien latvalämpötilat noudattavat suurin piirtein ilman lämpötilaa (kuva 6). Sen sijaan taimien tyvilämpötilojen ja ilman lämpötilan välinen riippuvuus on selvästi toisenlaista. Mitä korkeampi ilman lämpötila on, sitä suuremmaksi kasvaa sen ja taimen tyvilämpötilan välinen ero (kuva 7). Siten esim. ilman lämpötilaa 28°C vastaa 19° - 21° taimen tyvilämpötila. Eri pakkausmenetelmillä ei metsässä ole keskenään suurtakaan eroa.

Varastoitaessa taimia metsään siten, että pakkaukset pidetään kiinni, on taimien latvalämpötiloissa havaittavissa selviä eroja (kuva 8). Musta muovisäkki ja valkea muovisäkki edustavat koko ajan ilman lämpötilaa korkeampia lämpötiloja, kun taas esim. paperisäkkiin varastoitujen taimien latvan lämpötila on selvästi ilman lämpötilaa alhaisempi. Taimien tyvilämpötilat suhtautuvat ilman maksimilämpötiloihin samalla tavoin varastoitaessa taimia pakkaukset auki: mitä korkeampi on ilman lämpötila, sitä suuremmaksi sen ja taimen tyvilämpötilan välinen ero kasvaa (kuva 9).

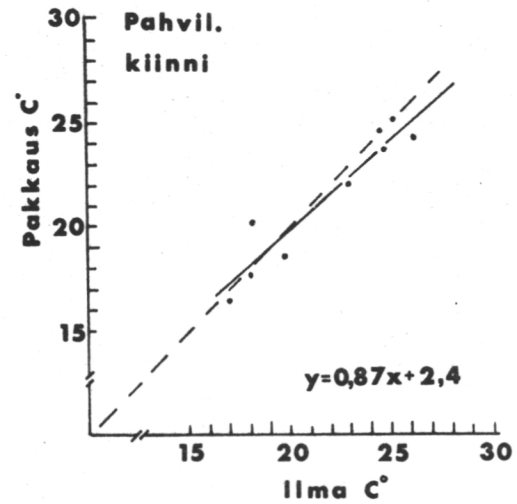
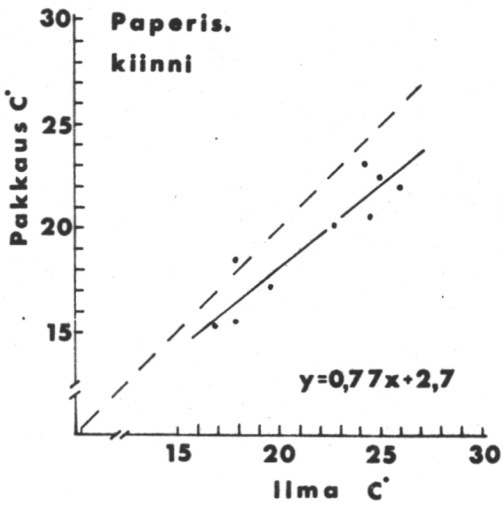
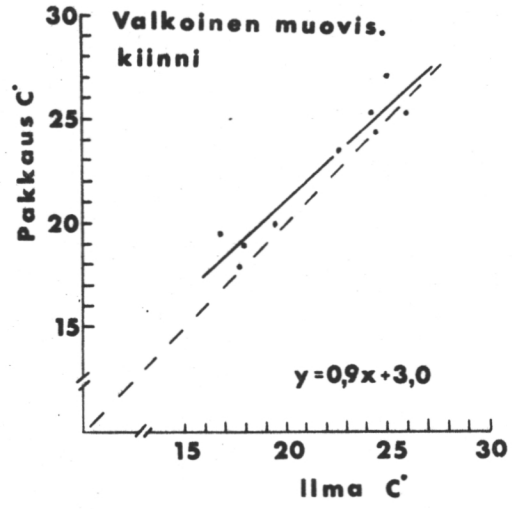
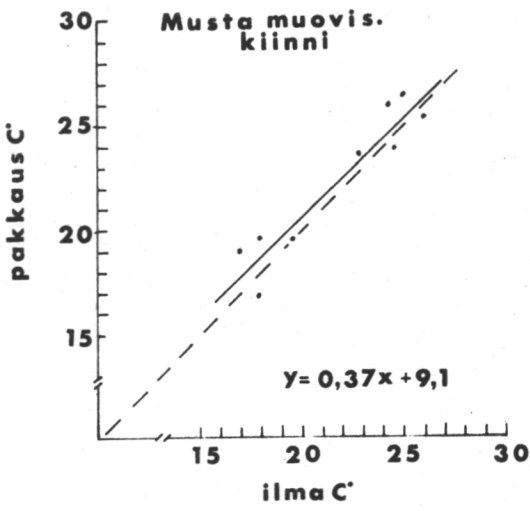
Aukealle varastoitujen taimien lämpötilaan pakkaustavan vaikutus on paljon selvempi kuin metsässä. Verrattaessa toisiinsa aukealle pakkaukset auki varastoitujen taimien latvalämpötilojen riippuvuutta ilman lämpötilasta, vaikutus on progressiivinen; mitä korkeammaksi ilman lämpötila kohoaa, sitä suuremmaksi kasvaa taimen latvan ja ilman lämpötilan välinen ero (kuva 10). Taimien tyvilämpötilojen ja ilman lämpötilan välinen riippuvuus on suunnaltaan samanlainen kuin metsään varastoiduilla taimilla (kuva 11).



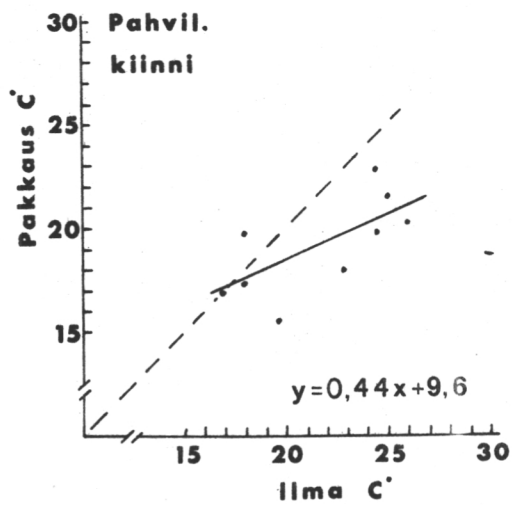
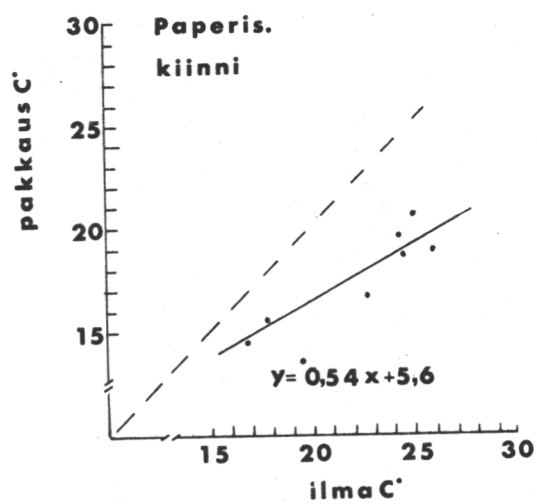
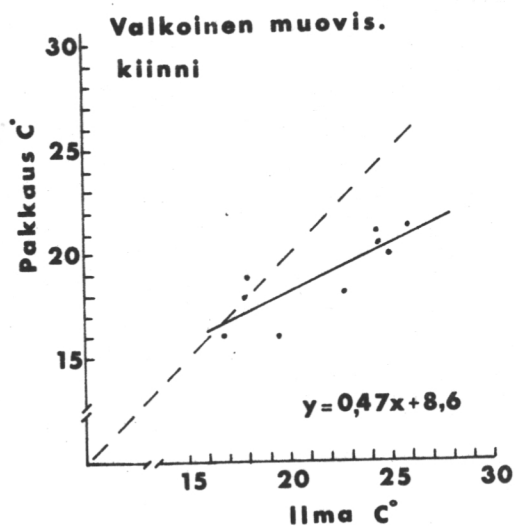
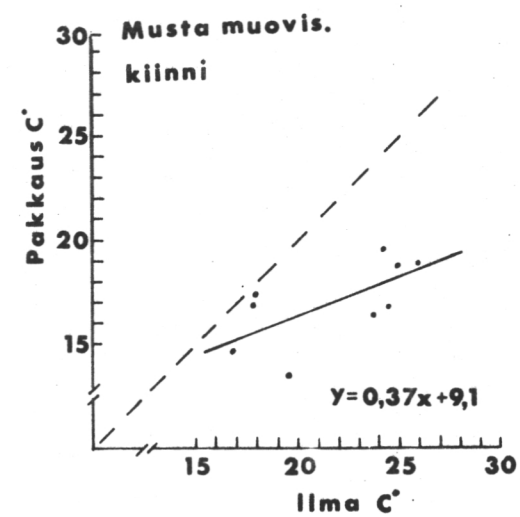
Kuva 6. Ilman ja taimen päivittäisten maksimilämpötilojen välinen riippuvuus. Varastointi metsässä, pakkaus auki, lämpötila taimen latvassa.



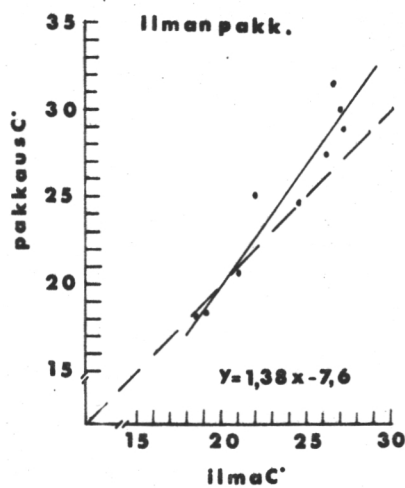
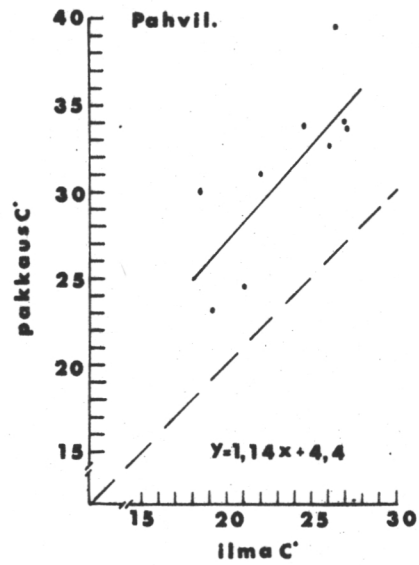
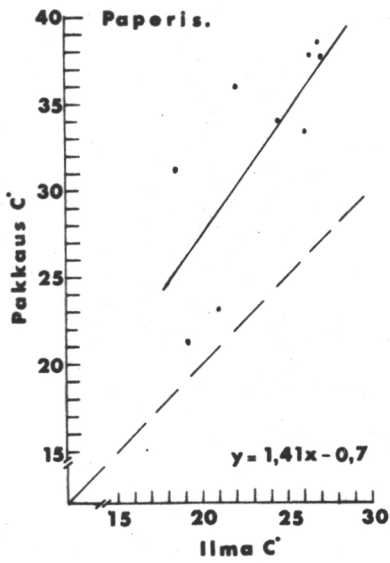
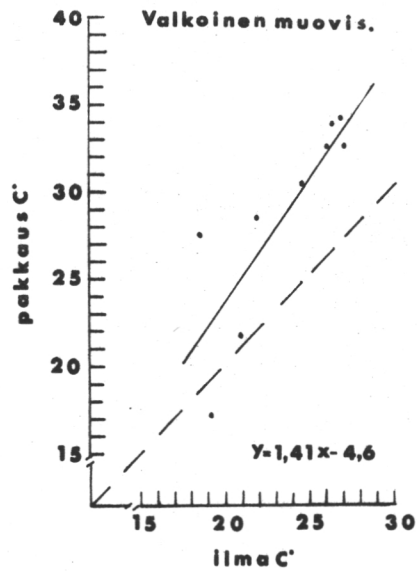
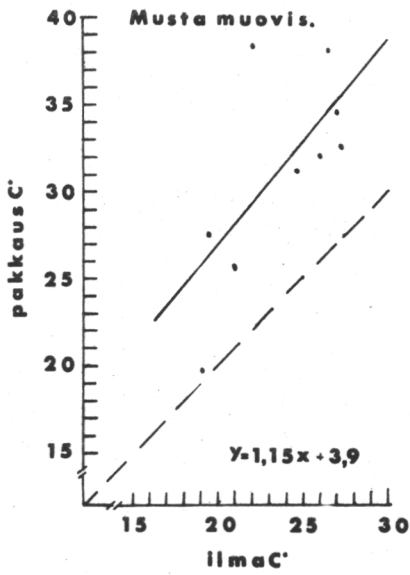
Kuva 7. Ilman ja taimen päivittäisten maksimilämpötilojen välinen riippuvuus. Varastointi metsässä, pakkaus auki, lämpötila taimen tyvessä.



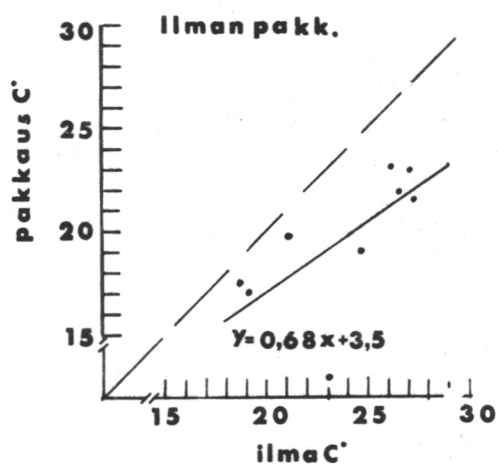
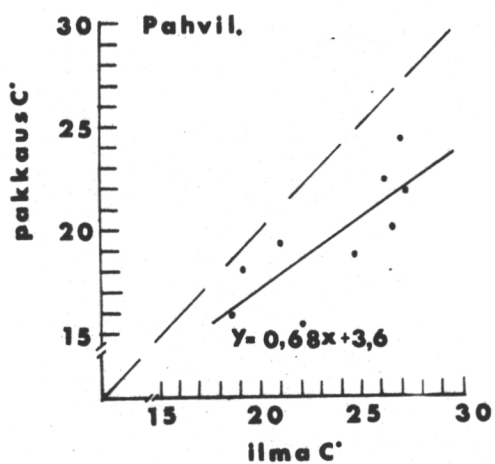
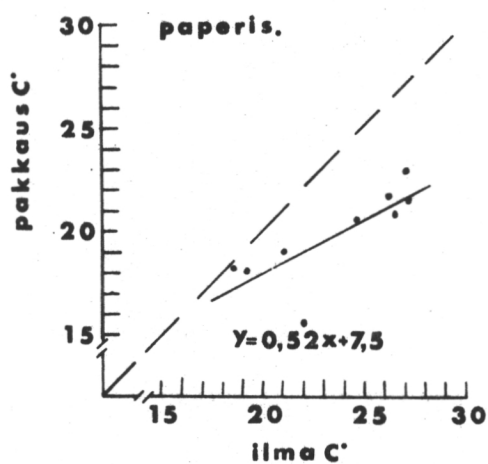
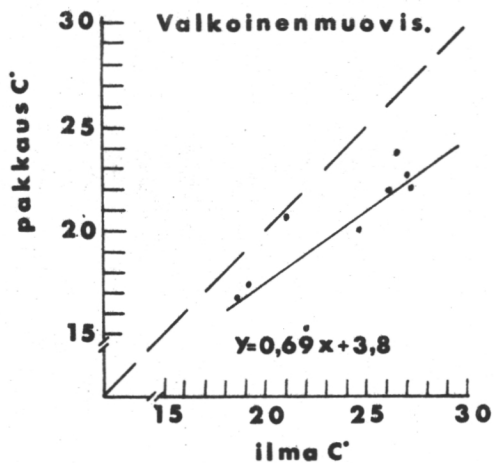
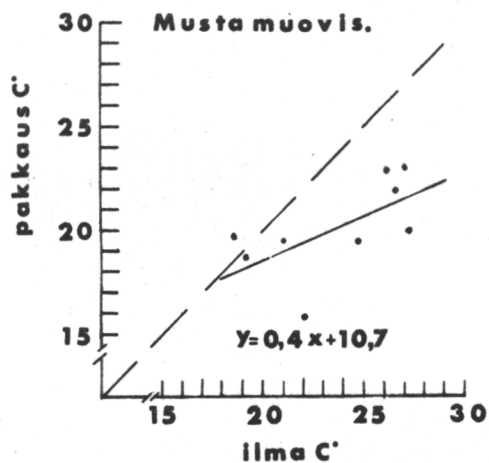
Kuva 8. Ilman ja taimen päivittäisten maksimilämpötilojen välinen riippuvuus. Varastointi metsässä, pakkaus kiinni, lämpötila taimen latvassa.



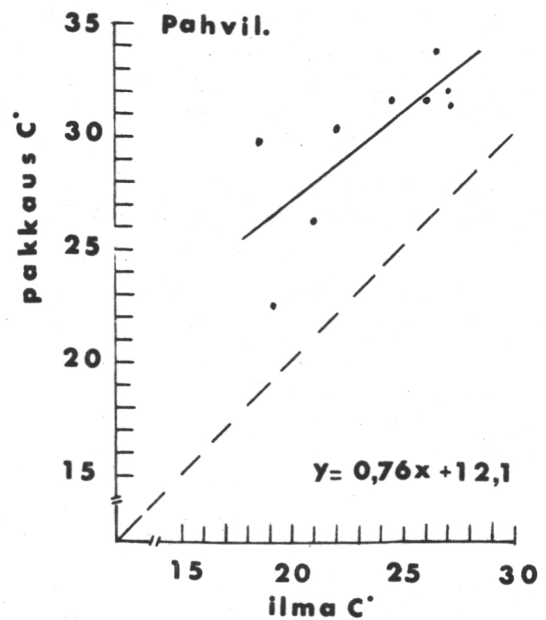
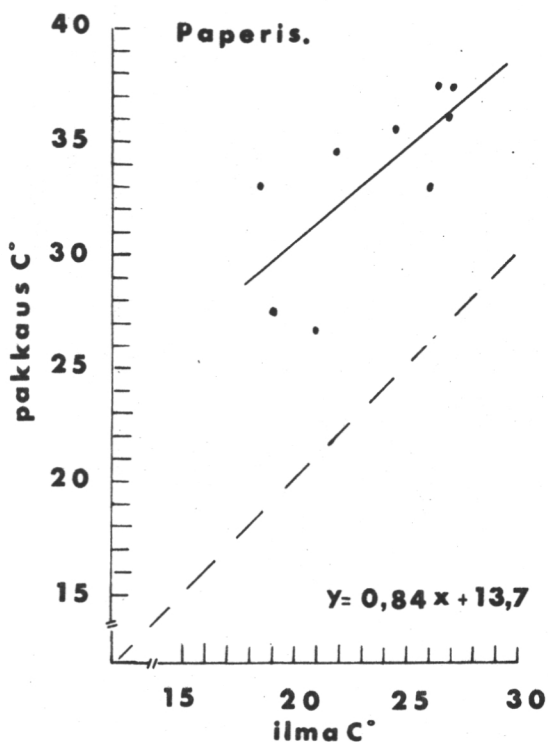
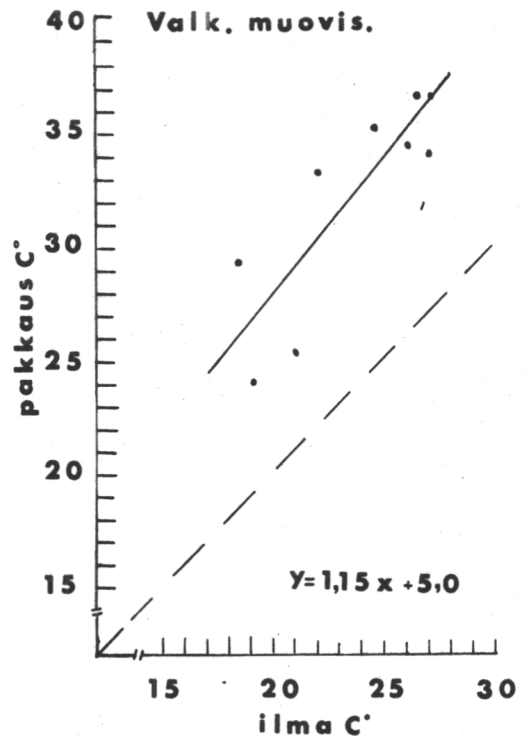
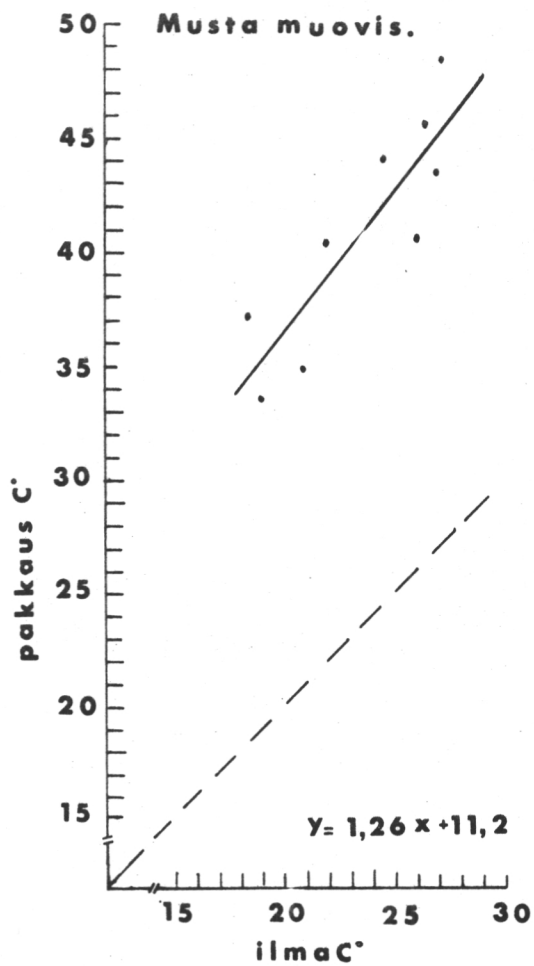
Kuva 9. Ilman ja taimen päivittäisten maksimilämpötilojen välinen riippuvuus. Varastointi metsässä, pakkaus kiinni, lämpötila taimen tyvessä.



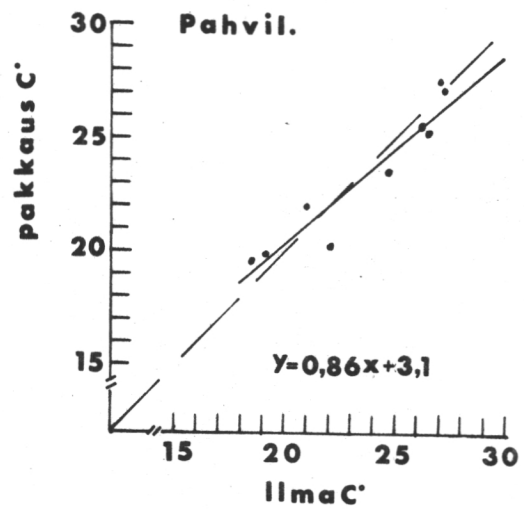
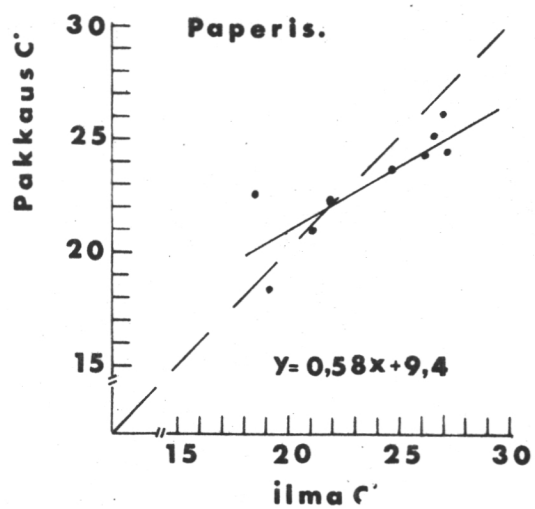
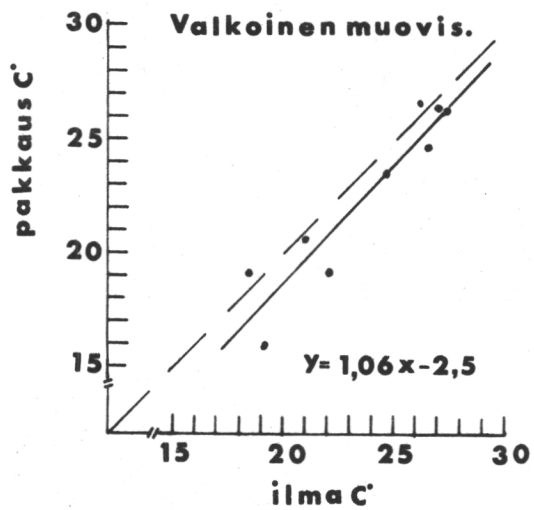
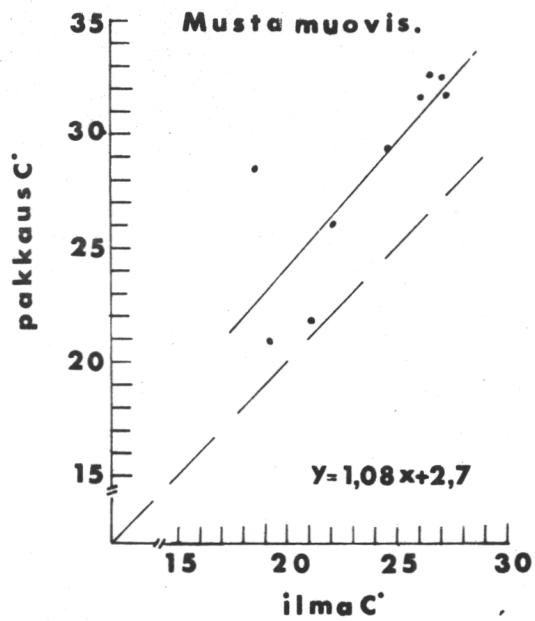
Kuva 10. Ilman ja taimen päivittäisten maksimilämpötilojen välinen riippuvuus. Varastointi aukealla, pakkaus auki, lämpötila taimen latvassa.



Kuva 11. Ilman ja taimen päivittäisten maksimilämpötilojen välinen riippuvuus. Varastointi aukealla, pakkaus auki, lämpötila taimen tyvessä.



Kuva 12. Ilman ja taimen päivittäisten maksimilämpötilojen välinen riippuvuus. Varastointi aukealla, pakkaus kiinni, lämpötila taimen latvassa.



Kuva 13. Ilman ja taimen päivittäisten maksimilämpötilojen välinen riippuvuus. Varastointi aukealla, pakkaus kiinni, lämpötila taimen tyvessä.

Taulukko 3. Eri tavoin varastoitujen taimien latvan ja tyven vrk. maksimilämpötilat, jos ilman vrk. maksimilämpötila on +20°C tai +28°C.

Varastoimispaikka, pakkaustapa	Ilman vrk-maks. +20°C			Ilman vrk-maks. + 28°C		
	Latva °C	Tyvi °C	Ero °C	Latva °C	Tyvi °C	Ero °C
<u>Metsä</u>						
Musta muovis.						
auki	20.7	17.1	3.6	27.1	20.9	6.2
kiinni	20.6	16.5	4.1	28.1	19.5	8.6
Valkea muovis.						
auki	20.5	16.7	3.8	27.5	19.2	8.3
kiinni	21.0	18.0	3.0	28.2	21.8	6.4
Paperisäkki						
auki	20.0	16.1	3.9	26.8	18.5	8.3
kiinni	18.1	16.4	1.7	24.3	20.7	3.6
Pahvilaatikko						
auki	18.9	17.4	1.5	26.5	20.8	5.7
kiinni	19.8	18.4	1.4	26.8	21.9	4.9
Ilman pakkausta	18.8	16.6	2.2	26.3	20.3	6.0
<u>Aukea</u>						
Musta muovis.						
auki	26.9	18.7	8.2	36.1	21.9	14.2
kiinni	36.4	24.3	12.1	46.5	32.9	13.6
Valkea muovis.						
auki	23.6	17.6	6.0	34.9	23.1	11.8
kiinni	28.0	18.7	9.3	37.2	27.1	10.1
Paperisäkki						
auki	27.5	17.9	9.6	38.8	22.1	16.7
kiinni	30.5	21.0	9.5	37.2	25.6	11.6
Pahvilaatikko						
auki	27.2	17.2	10.0	36.3	22.6	13.7
kiinni	27.3	20.3	7.0	33.4	27.2	6.2
Ilman pakkausta	20.0	17.1	2.9	31.0	22.5	8.5

Kuten odottaa saattoi, eniten poikkeavat ilman lämpötilas-
ta aukealle taimipakkaus kiinni varastoitujen taimien latva-
lämpötilat (kuva 12). Eri pakkaustapojen keskinäinen järjes-
tys on sama kuin jo aikaisemmin on esitetty: musta muovisäkki
on lämpimin, sitten seuraavat valkea muovisäkki ja paperisäk-
ki sekä viimeksi pahvilaatikko. Taimen tyvilämpötilojen ja
ilman lämpötilan välinen riippuvuus on suunnilleen samanlai-
nen kuin metsään varastoiduilla taimilla (kuva 13).

Eri tavoin varastoidut taimet joutuvat alttiiksi hyvin
erilaisille lämpötiloille, ja myös taimen latva- ja tyvilämpö-
tilan välillä on eroa. Tämän havainnollistamiseksi on tauluk-
koon 3 laskettu taimen latvan ja tyven maksimilämpötilat il-
man lämpötilan ollessa 28°C (kuuma kesäpäivä) ja 20°C (keski-
määräinen kesäpäivä).

4. Tulosten tarkastelua

Puun taimet vaurioituvat kaikkien elollisten olentojen tavoin jouduttuaan alttiiksi liian korkeille lämpötiloille, ja jos lämpötilan vaikutus on riittävän voimakas, seurauksena on kuolema. Liian korkeiden lämpötilojen haitallinen vaikutus yhdistyy yleensä paitsi protoplasman tuhoutumiseen myös solukkojen kuivumisen aiheuttamaan vedenvajaustilaan. Toisaalta haihtuminen viilentää solukkoja, joten esim. lehtien ja neulasten kuumentuminen ehkäistyy tätä kautta jonkin verran (esim. KOZLOWSKI 1964).

Metsäpuiden taimien ylimpänä sietolämpötilana on pidetty noin 50° - 56° C, solukosta ja käsittelyajasta riippuen. Eri puulajien välillä ei ole huomattu olevan suurtakaan eroa, mutta eri alueilta olevat alkuperät osoittavat erilaista kestävyyttä. Yleisen biologisen säännön mukaan lämpötilan vahingollinen vaikutus kasvaa jotakuinkin suorassa suhteessa lämpötilan nousuun, mutta aikatekijän vaikutus kasvaa geometrisesti, eli jatkuvas- ti kiihtyvällä voimalla. Siten esim. havupuiden taimet ovat kokeissa kestäneet 49° - 58° C lämpötilaa parinkymmenen minuutin ajan, mutta ne ovat vahingoittuneet, kun ne on asetettu alttiiksi 44° - 48° C lämpötilalle kahden tunnin ajaksi. (Alan kirjallisuuskatsauksia esim. VAARTAJA 1954, MAGUIRE 1955, LYR ym. 1967).

Lämpötilan jakaantumista muovisen taimipakkauksen sisällä ei ole tarkkaan tutkittu, mutta se on taimien latva- ja tyvilämpötilan eroista päätellen melko epätasaista. ROHMEDER ja EISENHUT (1959) ovat julkaisseet mittaustuloksia erilaisten jalostuksessa käytettävien eristuspussien lämpötiloista. Ilman ja muovipussin lämpötilan ero saattoi heidän mukaansa kesäpäivinä kohota jopa 18° C. Pussin sisällä havaittiin selvää lämpöolojen epätasaisuutta: auringon puoleinen sivu saattoi olla 6° C

lämpimämpi kuin varjon puoleinen, ja yöllä ulossäteilylle alttiimpi puoli 2^oC kylmempi kuin säteilyltä suojattu sivu. Merkille pantavaa on, että pussin koko ei vaikuttanut suuriakaan tulokseen.

Lämpötilan epätasainen jakaantuminen taimisäkin eri puolilla selittänee osaltaan ne vauriot, joille varsinkin pakkauksen laitetaimet ovat kuljetuksen ja varastoinnin aikana alttiita. Asian tarkempi selvittely vaatii kuitenkin jatkokokeita, joissa taimien sijainti pakkauksessa otetaan tarkkaan huomioon.

Tuntuu todennäköiseltä, että suljetussa taimipakkauksessa ilman suhteellinen kosteus on koko varastoinnin ajan liki kylälästympistettä, joten suoria kuivumisvaurioita ei ole pelätävissä. Sen sijaan pakkausten ollessa auki taimet haihduttavat erittäin runsaasti, ja jo muutaman päivän säilyttäminen pakkauksessa johtaa kuivumisen aiheuttamiin vaurioihin (mm. KOZLOWSKI 1964, 1966). Taimien vedenvajaukseen välivarastoinnin aikana ja sen vaikutukseen istutustulokseen palataan tarkemmin myöhemmissä julkaisuissa.

Varastoitaessa taimia aukealle alalle suljettujen taimisäkkien lämpeneminen auringon paisteessa on erittäin voimakasta. Kun taimen latvan lämpötila ilman lämpötilan ollessa 28^oC, kohosi kokeen aikana mustassa muovisäkissä lähes 47^oC:een ja valkeassa muovisäkissäkin 37^oC:een, on jo tämä selvänä osoituksena käytetyn välivarastoimismenettelyn vaarallisuudesta metsänviljelyssä. Jos taimipakkaukset avataan varastoinnin ajaksi, lämpöolot ovat taimien kunnon kannalta jo edullisemmat: kuumanakin kesäpäivänä taimen latvan maksimilämpötilat vaihtelevat 34-36^oC välillä, mutta tällöin on vaarana taimien kuivuminen. Varjostavan puuston suojaan varastointi on haitallisia maksimilämpötiloja ajatellen luonnollisesti edullisinta, ellei valeistutukseen voida ryhtyä. Metsässä eivät taimen maksimilämpötilat kesäpäivän olosuhteissa juuri ylitä ilman lämpötilaa.

Erittäin tarkkaa huomiota olisi kiinnitettävä siihen, että taimet eivät joutuisi aurinkoisella säällä olemaan suljetuissa pusseissa vailla varjoa myöskään taimitarhavarastoinnin ja kuljetuksen aikana. Jos pakkaukset avataan varastoinnin ajaksi, on varmistauduttava taimien riittävästä veden saannista. Tässä tehdyt laiminlyönnit näkyvät myöhemmin metsänviljelyn tuloksissa erittäin selvinä. (mm. YLI-VAKKURI 1957, HUURI 1972).

Kirjallisuus

- HUURI, O. 1972. Istutuksen suoritustavan vaikutus männyn ja kuusen taimien alkukehitykseen. Comm. Inst. For. Fenn. 75.6.
- KOZLOWSKI, T.T. 1964. Water Metabolism in Plants. New York - Evanston - London, 227 s.
- KOZLOWSKI, T.T. 1966. Physiological implications in afforestation. VI World For. Congr., Madrid. II:1304-1314.
- LYR, H., H. POLSTER ja H.J. FIEDLER: 1967. Gehölzphysiologie. Jena, 444 s.
- LÄNGSTRÖM, B. 1970. Pakkaustapojen vaikutuksesta talvivarastoitujen männyn taimien istutuskelpoisuuteen. Silva Fenn. 4:68-90.
- MAGUIRE, W. P. 1955. Radiation, surface temperature, and seedling survival. For. Sci. 1:277-285.
- ROHMEDER, E. ja G. Eisenhut. 1959. Untersuchungen über das Mikroklima in Bestäubungsschutzbeuteln. Silv. Genet. 8:1-36.
- RÄSÄNEN, P. K. 1970. Nostoajankohdan, pakkaustavan, varastointiajan pituuden ja kastelun vaikutuksesta männyn taimien kehitykseen. Acta Forest. Fenn. 112.
- RÄSÄNEN, P. K., A. KOUKKULA ja P. YLI-VAKKURI. 1970. Pakkauksen, varastoimisen ja valeistutuksen vaikutus männyn taimien istutuskelpoisuuteen. Silva Fenn. 4:46-67.
- VAARTAJA, O. 1954. Factors causing mortality of tree seeds and succulent seedlings. Tiivistelmä: Puiden siemeniä ja sirkkataimia tuhoavista tekijöistä. Acta Forest. Fenn. 62.3.

YLI-VAKKURI, P. 1957. Tutkimuksia taimien pakkauksesta ja kuljetuksesta. Comm. Inst. For. Fenn. 49.1.

YLI-VAKKURI, P., P. RÄSÄNEN ja A. HILLI. 1968. Taimien talvi-varastoinnista ja sen vaikutuksesta männyn taimien istutus-kelpoisuuteen. Acta Forest. Fenn. 88.

