

# SILVA FENNICA

Vol. 4 1970 N:o 1

Sisällys Contents	PENTTI SOLIN: Kuusen käpyjen säilyttäminen jäädyttämössä ja sen vaikutus niistä saatavan siemenen itävyyteen. <i>Summary: Cold storage of norway spruce cones and its effect on seed viability.</i>	1 10
	HEIKKI LINDROOS, MARTTI NENONEN ja PEKKA PESONEN: Tutkimus metsänomistajien koulutustarpeesta. <i>Summary: Observations on the need for education of forest owners.</i>	12 32
	RAIMO LEHTO: Opetustoiminnan taustaa ja työnopetus Hirvaan Metsäkonekoulussa. <i>Summary: Background of education and occupational instruction at the Hirvas forest machine school</i>	33 44
	PENTTI K. RÄSÄNEN, AARNO KOUKKULA ja PAAVO YLI-VAKKURI: Pakkauksen, varastoinen ja valeistutuksen vaikutus männyn taimien istutuskelpoisuuteen. <i>Summary: The effect of packing, storing and heeling in on the field survival and growth of scotch pine seedlings.</i>	46 66
	BO LÄNGSTRÖM: Pakkaustapojen vaikutuksesta talvivarastoitujen männyn taimien istutuskelpoisuuteen. <i>Summary: The effect of packing methods on the field survival and growth of winter-stored plants of scots pine.</i>	68 90
	Vuonna 1969 Suomessa ilmestyneitä metsätieteellisiä tutkimuksia. <i>Forestry papers issued in Finland in 1969</i>	91 91

SUOMEN METSÄTIETEELLINEN SEURA  
SOCIETY OF FORESTRY IN FINLAND

## Silva Fennica

A QUARTERLY JOURNAL FOR FOREST SCIENCE

**PUBLISHER:**

THE SOCIETY OF FORESTRY IN FINLAND

**EDITOR:**

P. M. A. TIGERSTEDT. Address: Unioninkatu 40 A, Helsinki 17, Finland.

**EDITORIAL BOARD:**

PÄIVIÖ RIIHINEN (Chairman), VEIJO HEISKANEN (Vice Chairman), KUSTAA KALLIO, KULLERVO KUUSELA, KALLE PUTKISTO, SAKARI SAARNIJOKI and YRJÖ VUOKILA (Secretary)

*Silva Fennica* is published quarterly. It is a sequel to the Series, vols. 1 (1926)–120(1966.) Its annual subscription price is 20 Finnish marks. The Society of Forestry in Finland also publishes *Acta Forestalia Fennica*. This series appears at irregular intervals since the year 1913 (vol. 1).

Orders for back issues of the publications of the Society, subscriptions and exchange inquiries can be addressed to the Library: Unioninkatu 40 B, Helsinki 17, Finland.

## Silva Fennica

NELJÄNNEUVUOSITTAIN ILMESTYVÄ METSÄTIETEELLINEN AIKA-  
KAUSKIRJA

**JULKAISIJA:**

SUOMEN METSÄTIETEELLINEN SEURA

**TOIMITTAJA:**

P. M. A. TIGERSTEDT. Osoite: Unioninkatu 40 A, Helsinki 17.

**TOIMITUSKUNTA:**

PÄIVIÖ RIIHINEN (puheenjohtaja), VEIJO HEISKANEN (varapuheenjohtaja), KUSTAA KALLIO, KULLERVO KUUSELA, KALLE PUTKISTO, SAKARI SAARNIJOKI ja YRJÖ VUOKILA (sihteeri).

*Silva Fennica*, joka vuosina 1926–66 ilmestyi sarjajulkaisuna (niteet 1–120), on vuoden 1967 alusta lähtien neljännesvuosittain ilmestyvä aikakauskirja. Suomen Metsätieteellinen Seura julkaisee myös *Acta Forestalia Fennica*-sarjaa vuodesta 1913 (nide 1) lähtien.

Tilaukset ja julkaisuja koskevat tiedustelut osoitetaan Seuran kirjastolle, Unioninkatu 40 B, Helsinki 17. *Silva Fennica*n tilaushinta on Seuran jäseniltä 10 mk, muilta 20 mk.

## KUUSEN KÄPYJEN SÄILYTTÄMINEN JÄÄHDYTTÄMÖSSÄ JA SEN VAIKUTUS NIISTÄ SAATAVAN SIEMENEN ITÄVYYTEEN

PENTTI SOLIN

*SUMMARY:*  
*COLD STORAGE OF NORWAY SPRUCE CONES AND ITS EFFECT ON SEED  
VIABILITY*

Saapunut toimitukselle 10. 11. 1969

Tutkimuksessa käsitellään kuusen käpyjen säilyttämistä pakkasasteisessa varastossa ja sen vaikutusta siemenen itävyyteen ja itämisnopeuteen. Tarkoitusta varten hankittiin v. 1966 käpyerät kolmesta eri metsiköstä. Jokaisesta erästä yksi osa varastoitettiin paperisäkeissä jäädyttämöön, jossa ilman lämpötila vaihteli  $-5 \dots -15^{\circ}\text{C}$ . Toinen osa sijoitettiin vertailun vuoksi tavanomaiseen ulkovarastoon paperisäkeissä. Kummassakin varastossa käpysäkit olivat toisistaan erillään. Kolmas osa kävyistä karistettiin ja siemenet säilytettiin lasipulloissa  $+4^{\circ}\text{C}$ :n lämpötilassa.

Virheettömien kuusen käpyjen säilyttäminen jäädyttämöissä ei alentanut sanottavasti siemenen itävyyttä, joka 8 kuukautta kestäneen varastoinnin jälkeen oli vielä hyvä, vähintään 94 %. Siemenen itämisnopeus aleni jonkin verran enemmän kuin itävyys. Kävyissä ollut siemen kesti yli kesän ulottunutta ulkovarastointia hyvin. Parhaaksi säilytystavaksi osoitautui kuitenkin karistetun siemenen säilyttäminen lasipulloissa.

### 1. JOHDANTO

Hyvinä siemenvuosina karistamoille kertyy suuria käpymääriä. Niitä säilytetään tavallisesti sellaisissa tiloissa, joissa ulkoilman lämpötilavaihtelut selvästi tuntuvat. Jos karistaminen siirtyy pitkälle kevät- tai kesäkauteen, tällaiset varastot lämpiävät. Männyn siemenelle siitä ei ole sanottavasti haittaa, kuusen siemen sen sijaan menettää nopeasti itävyyttään, kuten HUURI (1965) on osoittanut. Tällaisilta vaurioilta saatettaisiin välttyä, jos kuusen käpyjä pidettäisiin pakkasasteisessa jäädyttämöissä; tiedetäänhän havupuiden tuleentuneen siemenen sekä kävyissä ulkona luonnossa (MESSER 1958) että karistettuna (esim. Huss 1967) säilyvän hyvin alhaisessa lämpötilassa.

Käsillä olevan tutkimuksen tarkoituksena on selvittää, miten kuusen käpyjen varastointi jäädyttämöissä vaikuttaa siemenen itävyyteen ja itämistarmoon. Rinnakkaisesti on lisäksi tutkittu siemenen säilymistä kävyissä säävaihteluiden

alaisessa ulkovarastossa sekä heti karistettuna ja tavanomaisesti ilmatiiviissä astiassa varastoituna.

Tämä kirjoitus on lyhennelmä Helsingin yliopiston metsänhoitotieteen laitoksessa tehdystä opinnäytetyöstä. Professori PAAVO YLI-VAKKURI on alusta lähtien ohjannut työtä. Lisäksi hän ja dosentti EINO OINONEN ovat tehneet joukon tärkeitä ja varteenotettuja korjauksia käsikirjoitukseen. Maat.- ja metsät. tohtori MATTI LEKOLA on niinkään ohjannut kokeen suunnittelu- ja tulosten laskentavaihetta. Saamastani avusta olen heille hyvin kiitollinen.

## 2. AINEISTO JA MENETELMÄT

### 21. KÄPYJEN ALKUPERÄ JA ESIKÄSITTELY

Tutkimusta varten hankittiin kolme 50 litran käpyerää tammi-helmikuun vaihteessa vuonna 1966. Yksi niistä oli peräisin Iisalmen maalaiskunnasta lehtomaisella kankaalla kasvavasta metsiköstä, jonka ikä oli 90 vuotta ja kuutiomäärä 220 k—m<sup>3</sup>/ha. Toinen erä oli kerätty Tuusjärveltä tuoreella kankaalla sijaitsevasta metsiköstä, jonka ikä oli 65 vuotta ja kuutiomäärä 100 k—m<sup>3</sup>/ha. Kolmas käpyerä saatiin Pohjois-Hämeestä Hyytiälästä, mutta sen osalta ei ole varmoja tietoja keräysmetsiköstä. Keräyksen jälkeen käpyerät kuljetettiin välittömästi Helsinkiin edelleen tutkittaviksi.

Ennen varastoimista kukin käpyerä puhdistettiin huolellisesti lumesta ja roskista ja samalla tarkastettiin myös käpyjen laatu. Kunkin käpyerän kävyt todettiin kooltaan keskisuuriksi (vrt. HEIKINHEIMO 1959). Iisalmen maalaiskunnasta ja Tuusjärveltä kerätyt kävyt havaittiin lisäksi terveiksi, kun sen sijaan Hyytiälästä peräisin olleissa kävyissä oli jonkin verran käpykääriäisen (*Laspeyresia strobilella*) toukkia.

### 22. KÄPYJEN VARASTOIMINEN JA KARISTUS

Saadut käpyerät jaettiin kolmeen osaan. Yksi niistä pantiin paperisäkkeihin ja sijoitettiin jäädyttämöön —12°C:n lämpötilaan. Lämpötilaa ei kuitenkaan voitu pitää koko ajan samana, vaan se vaihteli —5°C:stä —15°C:seen. Toinen osa pantiin paperisäkeissä lautarakenteiseen vajaan, ulkovarastoon, missä se jatkuvasti oli säävaihteluiden alaisena. Kummassakin varastossa käpysäkit olivat toisistaan erillään. Kolmas osa kävyistä karistettiin heti ja saadut siemenet säilytettiin tiiviisti suljetuissa lasipulloissa +4°C:n lämpötilassa. Siten varastoitua erää kutsutaan tässä vertailunäytteeksi. Käpyjen ja siementen varastointiaika sekä karistus- ja idätysajankohdat olivat seuraavat:

Näytteenotto- ajankohta	Käpyjen varas- tointiaika, vrk	Karistusajan- kohta	Idätys- ajankohta
10. 2. 1966	0	10—11. 2. 1966	28. 2.—14. 3. 1966
26. 5. 1966	105	26—27. 5. 1966	28. 5.—11. 6. 1966
23. 8. 1966	194	23—24. 8. 1966	25. 8.— 8. 9. 1966
18. 10. 1966	250	18—19. 10. 1966	20. 10.— 3. 11. 1966

Kunakin näytteenottoajankohtana otettiin jäädyttämön ja ulkovaraston käpysäkeistä kangaspusseihin 10 kävyn umpimähkäiset näytteet. Kussakin näytteessä oli neljä toistoa. Ensimmäinen näyte-erä karistettiin metsäntutkimuslaitoksen Ruotsinkylän karistamossa, jossa ilman lämpötilaa ja kosteutta voitiin tarkkailla koko ajan ja karistusolosuhteet pitää edullisina. Muulloin täytyi karistaminen suorittaa lämpökaapeissa. Karistuksen alkupuolella pidettiin lämpötila tällöin suhteellisen alhaisena ja ilmanvaihdosta huolehdittiin avaamalla lämpökaapin ovi puolen tunnin väliajoin. Karistus kesti kunakin kolmena kertana yhden vuorokauden. Maksimilämpötilat vaihtelivat karistettaessa +40—41°C:n ja minimilämpötilat +35—36°C:n välillä. Karistuslämpötila oli siis sellainen, ettei se aiheuta vaurioita puolikuivissa kävyissä oleville siemenille (vrt. ROMELL 1925). Siemensiivet irroitettiin käsin hieromalla, jotta siemenet eivät vaurioituisi (vrt. HUSS 1951, YLI-VAKKURI 1959).

### 23. IDÄTYS

Ennen kutakin idätystä erotettiin tyhjät siemenet ja roskat käyttäen TRÉNIN suunnittelemaa puhdistuslaitetta, jossa olevan asteikon avulla puhalluksen voimakkuus eri kerroilla saadaan samaksi (Huss 1951). Kaikki idätykset suoritettiin metsäntutkimuslaitoksen siemenlaboratoriossa Jakobsen-mallista idätyslaitetta käyttäen. Puhdistetuista siemenistä otettiin sadan siemenen koeerät soveltaen n.s. puolitusmenetelmää. Idätysolosuhteiden tarkkailemiseksi mitattiin idätysaltaan veden ja idätyskuvun ilman lämpötilat päivittäin kolmena eri ajankohtana ja ne olivat idätyskerroittain seuraavat:

Idätysajankohta	Veden keskilämpötila, C°			Ilman keskilämpötila, C°		
	klo 8.30	klo 12.00	klo 15.30	klo 8.30	klo 12.00	klo 15.30
28. 2.—14. 3. 1966	23.6	33.8	33.9	22.6	27.7	27.6
28. 5.—11. 6. 1966	22.0	33.5	34.0	21.0	27.4	27.5
25. 8.— 8. 9. 1966	23.5	33.4	33.0	23.5	29.2	28.9
20. 10.— 3. 11. 1966	23.2	32.7	32.8	22.1	28.0	28.3

Sekä idätyskuvun ilman että idätysaltaan veden keskilämpötilat olivat eri idätyskerroilla verrattain yhdenmukaiset. Valaistus sen sijaan saattoi vaihdella melkoisesti, mutta mittaustuloksia ei ole tukemassa tätä olettamusta. Idätys-huonetta valaistiin päivisin loistevalaisimin ja ikkunoiden sälekaihtimet pidettiin kiinni, joten suoranaista auringonvaloa ei päässyt idätyskupuuihin. Valaistuksen vaihtelu saattoi vaikuttaa varsinkin itämisnopeuteen, sillä kuusen siemenen on todettu itävän nopeammin valossa kuin pimeässä, vaikka lopullinen itämistulos onkin sama (SARVAS 1950).

Viidentenä päivänä idätyksen aloittamisesta alettiin poistaa itäneitä siemeniä idätysalustoilta. Itäneiksi luettiin kaikki ne siemenet, joista itu oli nor-

maalisti kasvanut esiin (vrt. METSÄPUIDEN SIEMENTARKASTUSOHJE). Itämisenopeuden määrittämiseksi laskettiin 7 vuorokaudessa itäneiden siementen lukumäärä. Neljäntoista vuorokauden idätyksen jälkeen poistettiin kaikki itämättä jääneet siemenet. Ne halkaistiin ja tutkittiin preparointimikroskoopilla, jolloin voitiin todeta, oliko siemen tyhjä vai jostakin syystä jäänyt itämättä. Näiden syiden erittelemisen osoittautui kuitenkin epävarmaksi ja käytännössä mahdottomaksi toteuttaa. Kunkin koe-erän lopullinen itävyys saatiin laskemalla itäneiden siementen osuus niistä siemenistä, joissa oli ollut sisältöä. Tyhjät siemenet jätettiin siis kokonaan laskuista pois.

Koska itämissadannekset noudattivat binomijakautumaa, ne muunnettiin ensin normaalijakautuman muotoon arcsin-transformaation avulla (JEFFERS 1960). Varastointiajan ja keräyspaikan vaikutusta eri tavoin varastoitujen siementen itävyyteen ja itämisenopeuteen tutkittiin varianssianalyysin avulla ja keskiarvojen eroja testattiin t-testiä hyväksi käyttäen.

### 3. TULOKSET

#### 31. ITÄVYYS

Vertailunäytteen eli tiiviisti suljetuissa lasipulloissa alhaisessa lämpötilassa säilytetyn siemenen itävyys pysyi koko 8 kuukautta kestäneen varastoinnin ajan hyvin korkeana ja muuttumattomana kaikissa koe-erissä (taulukko 1). Tämä odotettu tulos (vrt. BALDWIN 1942, VINCENT 1958, BARTON 1961, HUSS 1967) varmisti mahdollisuuden pitää vertailunäytteen säilytystä sellaisena tapana, johon voitiin verrata jäädyttämössä ja ulkovarastossa säilytetyistä kävyistä saadun siemenen itävyyttä ja sen mahdollista muuttumista varastoinnin jatkuessa.

Taulukko 1. Keräyspaikoittaiset itävyyssadannekset säilytystavoittain eri näytteenottoajankohtina.

Table 1. Percentage germination of seed taken from different origins according to time and method of storage.

Keräyspaikka Origin	Varastointitapa — Method of storage											
	Vertailunäyte Comparison sample				Jäädyttämö Cold storage				Ulkovarasto Barn			
	Näytteenottoajankohta v. 1966 — Dates of sampling in 1966											
	10. II	26. V	23. VIII	18. X	10. II	26. V	23. VIII	18. X	10. II	26. V	23. VIII	18. X
Siemenistä itänyt, % — Percentage germination												
Iisalmen mlk	97.0	98.8	97.0	97.5	98.0	98.5	94.5	94.0	97.2	98.2	94.0	94.0
Tuusjärvi . . . .	97.5	97.2	98.8	97.8	98.0	99.2	96.0	94.2	98.2	98.8	94.8	95.2
Hyytiälä . . . . .	96.5	97.2	97.0	97.2	99.2	97.8	83.8	86.2	97.2	98.2	92.5	95.0
Keskimäärin . . .	97.0	97.7	97.6	97.5	98.4	98.5	91.4	91.5	97.5	98.4	93.8	94.7
Mean												

Taulukko 2. Varastointiajan ja keräyspaikan vaikutus eri tavoin varastoidun siemenen itävyyteen.

Table 2. Effect of storage time and origin on the germination percentage of seed stored by different methods.

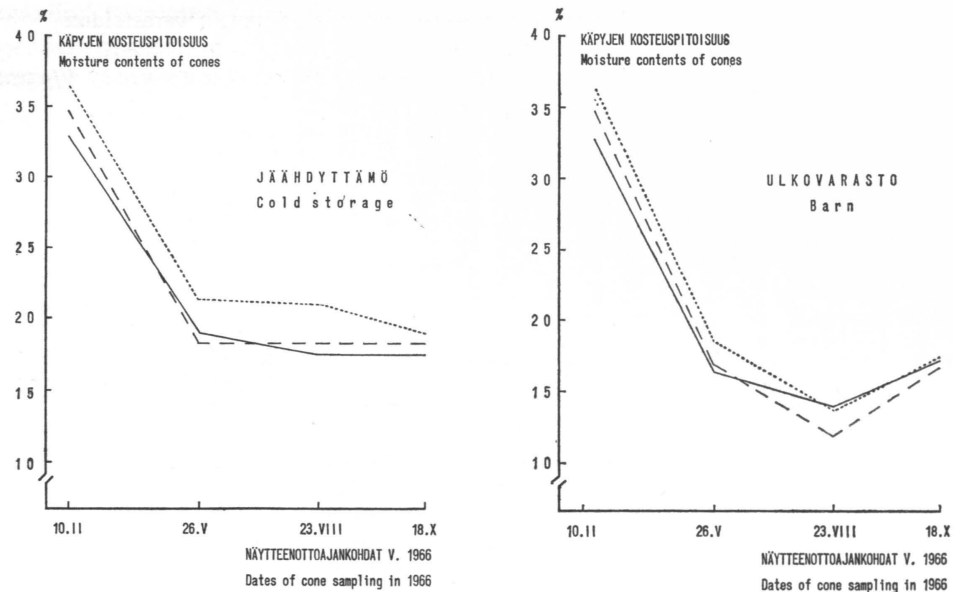
Varastointitapa Method of storage	Varastointiaika Time of storage	Keräyspaikka Origin
	Laskettu F-arvo — Calculated F-value	
Vertailunäyte — Comparison sample	1.01	0.97
Jäädyttämö — Cold storage . . . . .	37.12 <sup>1)</sup> ***	15.67***
Ulkovarasto — Barn . .	19.20 ***	1.10***

- 1) \* = merkitsevä 5 % riskillä  
 \*\* = merkitsevä 1 % riskillä  
 \*\*\* = merkitsevä 0.1 % riskillä  
 1) \* = significant at 5 % level  
 \*\* = significant at 1 % level  
 \*\*\* = significant at 0.1 % level

Jäädyttämössä säilytettyjen käpyerien siementen itävyys pysyi aluksi muuttumattomana ja oli 3 ½ kuukauden varastoinnin jälkeen vielä yhtä hyvä kuin vertailunäytteenkin. Tätä pidempi varastoiminen alkoi kuitenkin heikentää siementä; itävyyden aleneminen (7.1 %) touko—elokuun aikana oli jo tilastollisesti 1 % tasolla merkitsevä. Erityisen selvää itävyyden laskua havaittiin Hyytiälän koe-erässä, sillä 6 ½ kuukauden kuluttua itävyys oli enää 83.8 %. Pohjois-Savosta kerätyissä kävyissä siemenen itävyys säilyi huomattavasti paremmin. Varastointijakson lopussa lokakuussa ei muutoksia koe-erien itävyyksissä enää tapahtunut, vaan elokuuhun mennessä ilmenneet eroavuudet säilyivät samoina ja itävyyssadanneksetkin kahdessa viimeisessä idätyksessä olivat likimain yhtä suuret.

Säävaihteluiden alaisessa ulkovarastossa säilyi kävyissä olevan siemenen itävyys muuttumattomana toukokuun loppuun asti. Sääsuhteiltaan verrattain normaalin kesän aikana (vrt. ILMATIETEELLINEN . . . 1966) se kuitenkin laski, kuten jäädyttämössäkin, ja tilastollinen tarkastelu osoitti toisena ja kolmantena idätyskertana saatujen tulosten eroavan toisistaan merkitsevästi 1 %:n tasolla. Vielä lokakuun puolivälissä kunkin kolmen koe-erän itävyys oli kuitenkin korkea, vähintään 94.0 %. Siementä olisi nähtävästi voitu kesän jälkeen huolelta käyttää kylvöihin, vaikka sen itävyys silloin olikin jonkin verran alhaisempi kuin vertailunäytteen; tilastollisesti erot olivat merkitsevät 1 %:n tasolla.

Elo- ja lokakuun idätysten jälkeen suoritettu mikroskooppinen tarkastelu osoitti, että mädäntyneitä siemeniä oli eniten jäädyttämössä säilytetyssä Hyytiälän koe-erässä, kun taas muissa koe-erissä niitä oli selvästi vähemmän:



Kuva 1. Käpyjen kosteuspitoisuudet jäädyttämössä ja ulkovarastossa eri näytteenottoajankohtina v. 1966. Keräyspaikat: täysviiva = Iisalmen mlk; pitkä katkoviiva = Tuusjärvi; lyhyt katkoviiva = Hyttiälä

Figure 1. Moisture contents of cones in cold storage and barn in 1966. Origins: unbroken line = Iisalmen mlk; long broken line = Tuusjärvi; short broken line = Hyttiälä

Varastointitapa	Mädäntyneitä siemeniä kolmannessa ja neljännessä idätyksessä, %		
	Iisalmen mlk	Tuusjärvi	Hyttiälä
Jäädyttämö	2.0	1.6	8.4
Ulkovarasto	2.0	1.4	2.1

Käpyjen kosteuspitoisuudet alenivat selvästi varastoinnin alkupuolella, ulkovarastossa jyrkemmin kuin jäädyttämössä (kuva 1). Kosteiden syyssäiden johdosta ulkovaraston käpyjen kosteuspitoisuus hieman nousi, kun taas jäädyttämössä se pysyi suunnilleen samalla tasolla kuin mihin se jo toukokuun loppuun mennessä oli laskenut eli 18–20 %:ssa.

### 32. ITÄMISNOPEUS

Siementen käyttökelpoisuutta kuvaa myös niiden itämisnopeus, joksi tässä nimitetään sitä itävyysprosenttia, jonka kuusen siemen saavutti 7 ensimmäisen idätysvuorokauden aikana. Eräiden sekaannusten vuoksi jouduttiin kolmannen idätyskerran tulokset jättämään tarkastelusta pois. Saadut tulokset varmistavat ja osittain korostavat niitä eroja, jotka havaittiin tarkasteltaessa kokonaisitävyyttä.

Taulukko 3. Keräyspaikoittaiset itämisnopeudet säilytystavoittain eri näytteenottoajankohtina.  
Table 3. Percentage germination in 7 days according to origin and method of storage.

Keräyspaikka Origin	Varastointitapa — Method of storage								
	Vertailunäyte Comparison sample			Jäädyttämö Cold storage			Ulkovarasto Barn		
	Näytteenottoajankohta v. 1966 — Dates of sampling in 1966								
	10. II	26. V	18. X	10. II	26. V	18. X	10. II	26. V	18. X
Siemenen itämisnopeus, % — Percentage germination in 7 days									
Iisalmen mlk .....	97.8	96.0	95.5	96.8	94.2	87.6	96.7	96.5	86.1
Tuusjärvi .....	94.2	92.9	91.0	94.8	91.2	80.0	94.2	96.2	81.7
Hyttiälä .....	92.8	91.7	90.8	94.9	89.6	63.7	95.0	92.1	84.2
Keskimäärin — Mean ..	94.9	93.5	92.4	95.5	91.7	77.1	95.3	94.9	84.0

Taulukko 4. Varastointiajan ja keräyspaikan vaikutus eri tavoin varastoidun siemenen itämisnopeuteen.

Table 4. Effect of storage time and origin on the 7-day germination percentage with different storage methods.

Varastointitapa Method of storage	Varastointiaika Time of storage	Keräyspaikka Origin
	Laskettu F-arvo — Calculated F-value	
Vertailunäyte — Comparison sample	2.13	8.09*
Jäädyttämö — Cold storage .....	25.67***	7.15*
Ulkovarasto — Barn ..	27.15***	2.55

Vertailunäytteen itämisnopeus säilyi koko varastoinnin ajan korkeana (taulukko 3) eikä varastoinnin jatkuessa ilmennyt vähäinen aleneminen ollut tilastollisesti merkitsevä. Iisalmen mlk:n koe-erän itämisnopeus oli muita hieman parempi, mutta kaikkien koe-erien voidaan sanoa säilyttäneen itämistarmonsaa varsin hyvänä, koska esitetyllä tavalla lasketut itämisnopeudet olivat vielä loka-kuussakin yli 90 %.

Jäädyttämössä kunkin koe-erän itämisnopeus hidastui hieman jo toukokuun loppuun mennessä ja alenemista (3.8 %) voidaan pitää tilastollisesti 5 %:n tasolla merkitsevänä. Koko 8 kuukauden varastoinnin jälkeen oli siemenen itämisnopeus jo selvästi laskenut ja ero (14.6 %) kevätpuolella saatuun tulokseen osoittautui tilastollisesti 0.1 %:n tasolla merkitseväksi. Hyttiälän näyte-erä oli selvästi huonoin; sen itämisnopeus tutkimuksen lopussa oli enää 63.7 %. Näin käsitys mainitun erän heikosta kylmävarastoinnin kestävydestä vain vahvistui. Iisalmen maalauskunnasta saatu erä kesti jäädyttämön olosuhteita jonkin verran Tuusjärven erää paremmin, ja ero lokakuussa idätyksessä (7.6 %) oli tilastollisesti merkitsevä 5 %:n tasolla. Vaikka itämisnopeus varastoinnin lop-

puessa Hyytiälän koe-erää lukuunottamatta oli vielä tyydyttävä, sen selvä hidastuminen osoittaa siemenen käyttökelpoisuuden vähentyneen enemmän kuin mitä olisi voitu päätellä pelkästään kokonaisitävyyttä tarkastelemalla.

Ulkovarastossa säilytetyistä käpyeristä saadun siemenen itämisnopeus pysyi toukokuun loppuun asti vertailunäytteen itämisnopeuden veroisena ja jonkin verran korkeampana kuin jäädyttämässä olleen. Keräyspaikkojen kesken ei todettu tilastollisesti merkitseviä eroja. Kesän aikana alkoi ulkovarastoiduissa kävyissä olleen siemenen itämisnopeus hidastua ja lokakuun puolivälissä se oli 81.7—86.1 %. Tilastollinen tarkastelu osoitti, että touko- ja lokakuun idätyksissä todetut itämisnopeudet erosivat 0.1 %:n tasolla merkitsevästi toisistaan, kun taas keräyspaikkojen kesken ei havaittu eroja.

#### 4. TULOSTEN TARKASTELU

Varastoimisen jäädyttämässä ja ulkovarastossa voidaan katsoa onnistuneen virheettömien käpyjen osalta, sillä siemenet itivät vielä varastoinnin lopussakin kohtalaisen hyvin, ja myös niiden itämisnopeus oli tyydyttävä. Ainoastaan Hyytiälän alunperin jo vikanainen koe-erä ei kestänyt jäädyttämässä varastoimista, vaan itävyys aleni 8 kuukauden varastoinnin aikana niin paljon, että siementen käyttökelpoisuus alkoi olla vaarassa. Varhaisemmissa ohjeissa on varoitettu säilyttämästä kuusen siementä kävyissä yli kesän, ellei käpyjä toistuvasti liikutteleamalla huolehdi ilmanvaihdosta (esim. NYLANDER 1909). Varastoitaessa etenkin suurissa säkkipinoissa tai korkeissa laatikoissa siemenet menettävät nopeasti itävyyttään lämpimien kesäsäiden aikana (HUURI 1965). Järjestämällä kunnollinen tuuletus voitaneen kuusen siemenen itävyys säilyttää säkkivarastoinnissakin kelvollisena (vrt. HUSS 1953, YLI-VAKKURI 1956). Tässä tutkimuksessa saatu edullinen tulos johtuneekin suurelta osalta siitä, että käpysäkit olivat toisistaan erillään varastohuoneissa, ja kävyt sen vuoksi kuivuivat hyvin varastoinnin aikana.

Pääasiallisena syynä kuusen siemenen itävyyden heikkenemiseen käpyvarastoinnin aikana on pidetty homeita, vaikkakaan sitä ei ole varmasti voitu todeta (HUURI 1965). REDISKE ja SHEA (1965) säilyttivät tuoreita douglas-kuusen käpyjä lämpimässä varastossa ja tällöin he totesivat erään homeen selvästi heikentäneen kävyissä olleen siemenen itävyyttä. Sen sijaan varastoitaessa kuivia käpyjä viileässä eivät siemenissä esiintyneet homeet vaikuttaneet itämis-tulokseen, sillä ne olivat saprofyyttejä. Nyt tehdyssä tutkimuksessa homeiden esiintyminen itävissä siemenissä oli kunakin idätyskertana vähäistä, melkein pä-sattumanvaraista. Filosofian tri VEIKKO HINTIKKA tutki ensimmäisen idätyksen jälkeen homeet ja havaitsi ainoastaan yhdessä toistossa *Trichothecium*-sientä, jota esiintyy mm. itävissä siemenissä ja taimien tuholaisena. Muut todetut sienet lienevät olleet yksinomaan saprofyyttejä. Näyttääkin siltä, ettei Hyytiälän koe-erän huono kylmävarastoinnin kestävyys johdu homeista, vaan muista tekijöistä, mahdollisesti käpykääriäisen toukkien aiheuttamasta vioituksesta.

Aineiston pienen vuoksi ei ole voitu selvittää eräiden tekijöiden, ennen muuta varastoitavan käpymäärän vaikutusta eikä varastointikysymystä voida näin ollen pitää ratkaistuna. Lisäksi muut tekijät, esimerkiksi käpyjen lumisuus ja roskaisuus, saattavat vaikuttaa eri tavoin ulkovarastossa ja jäädyttämässä säilytettävien käpyjen siemeniin. Näyttää kuitenkin siltä, että säilyttämällä terveet kävyt alhaisessa lämpötilassa toisistaan erillään olevissa säkeissä saadaan kuusen siemenen itävyys pysymään hyvänä useita kuukausia. Mahdollisuuksien mukaan on siemenet kuitenkin karistettava pian käpyjen keruun jälkeen, sillä pelkkien siementen säilyttäminen hyväksi havaituin tavoin on edullisinta itävyyden ja varsinkin itämistarmon säilymisen kannalta.

#### KIRJALLISUUSLUETTELO

- BALDWIN, Henry Ives. 1942. Forest tree seed of the north temperate region. Waltham, Mass.
- BARTON, Lela. 1961. Seed preservation and longevity. New York—London.
- HEIKINHEIMO, Olli. 1959. Puiden siemen ja siemenvuodet. Tapion taskukirja, 14. painos. Helsinki.
- HUSS, Einar. 1951. Skogsforskningsinstitutets metodik vid fröundersökningar. Abridgement: Methods used at the Swedish Forest Research Institute in seed experiments. Medd. SkogsforsknInst. 40:6.
- 1953. Om behandling av barrträdens kott och frö. Medd. SkogsforsknInst. Ser. uppsatser 27.
- 1967. Om långtidsförvaring av barrskogsfrö. Summary: Long-term storage of conifer seed. Stud. for. suec. 46.
- HUURI, Olavi. 1965. Männyn- ja kuusenikäpyjen varastoinnin vaikutus niistä saatavan siemenen itävyyteen. Summary: The effects of storage in cones on the viability of pine and spruce seed. Acta for. fenn. 78.5.
- ILMATIETEELLINEN KESKUSLAITOS. Kuukausikatsaus Suomen sääoloihin 1966.
- JEFFERS, J.N.R. 1960. Experimental design and analysis in forest research. Uppsala.
- MESSER, H. 1958. Das Fruchten der Waldbäume als Grundlage der Forstsamengewinnung. I. Koniferen. Mitt. Hess. Landesforstverw., Band 1.
- METSÄPUIDEN SIEMENTARKASTUSOHJE. Konekirjoite metsäntutkimuslaitoksen siemenlaboratoriossa.
- NYLANDER, Ernst. 1909. Käpyjen kokoomisesta ja siementen karistamisesta. Tapion käsikirjasia 3.
- REDISKE, J.H. ja SHEA, K.R. 1965. Loss of Douglas-fir seed viability during cone storage. For. Sci. 11:4.
- ROMELL, L-G. 1925. Försök med klängning av gran- och tallkott vid olika temperaturer. Skogen 12:7.
- SARVAS, Risto. 1950. Effect of light on the germination of forest tree seed. Oikos 2:1.
- VINCENT, Gustav. 1958. Die Lagerung des Forstsaatgutes in geschlossenen Gefässen. Cbl. ges. Forstw. 75:3—5.
- YLI-VAKKURI, Paavo. 1956. Siemenen hankinta ja säilytys. Metsäkäsikirja I. Rauma.
- 1959. Siemensipien hankajista ja niiden vaikutuksesta siemenen itävyyteen. Summary: On machines for abrading seed wings and their influence on the germinative capacity of the seed. Acta for. fenn. 68.4.

SUMMARY:  
COLD STORAGE OF NORWAY SPRUCE CONES AND ITS EFFECT ON SEED  
VIABILITY

The aim of the study was to establish how the cold storage of cones of Norway spruce (*Picea abies* (L.) Karst.) affects the viability of the seed and the percentage ratio in 7 days. A parallel study was made of the longevity of seed in barn-stored cones subject to weather fluctuations and the longevity of seed extracted immediately and stored in the conventional way in an air-tight container.

Two lots of cones were procured from the vicinity of Kuopio in Central Finland, that is from the rural communes of Iisalmi (63°30' Lat.N. x 27°10' Lon.E) and Tuurjärvi (62°50' Lat.N. x 28°20' Lon.E) and one lot from north of Tampere, Hyytiälä (61°53' Lat.N. x 24°23' Lon.E). Each lot was divided into three parts: one part was extracted immediately and the seeds, that is the comparison sample, were kept in tightly-closed glass bottles at a constant temperature of +4°C; a second part was placed in paper sacks in cold storage where the temperature was -5°... -15°C; the third part was placed, likewise in paper sacks, in a barn made of boards where the cones were permanently exposed to weather fluctuations.

The seeds were extracted at a sufficiently low temperature, the seed wings were removed carefully by hand and the seeds were germinated in a germinator of Jacobsen's model. Four germination experiments were carried out during the study: before storage, after storage for 3 ½, 6 ½ and 8 months. Ten cones and four adventitious shoots were taken at random for each sample. The germination ratio of the seed during the first 7 days of germination is termed the germination rate. After 14 days, all the seeds were removed from the germination substratum and their viability was assessed.

The viability and germination rate of the comparison sample was constant throughout the storage period and this storage method proved to be the best (Tables 1—4). The viability of seeds kept in cones declined in cold storage after 3 ½ months. This was especially apparent in the lot collected from the vicinity of Tampere, possibly because the cones were severely damaged by *Laspeyresia strobilella*. On the other hand, the viability was still good, at least 94 per cent, at the end of the experiment in both sample lots collected in the vicinity of Kuopio. The germination rate slowed down a little in each lot during the first months of storage and fairly distinctly over the storage period as a whole. This shows that the usefulness of the seed had weakened more than an assessment of viability alone could reveal.

The viability of seeds stored in cones in a barn had not weakened by the end of May. However, it deteriorated during the summer, and the same was true of the seed stored in cones in cold storage. The deterioration was equally great for all origins. Viability was still good, at least 94 per cent, in October. The germination rate was constant in each lot up to the end of May when it was retarded and was only 81.7—86.1 per cent in October. The differences from May were statistically significant.

The results show that healthy spruce cones can be stored in paper sacks in a single layer in cold storage and in an ordinary barn for several months without any appreciable deterioration in the viability of the seed. The favourable result was possibly helped by the fact that the cone sacks were separated, improving ventilation and the drying of the cones and, thus, preventing the occurrence of e.g. fungi. It has been observed that spruce seeds kept in cones in large piles of sacks rapidly lose their viability (Huuri 1965), and a corresponding phenomenon is possible in cold storage. Thus, the storage issue cannot be regarded as resolved. A further study should be made of the cold storage of cones in large piles of sacks and the effect of this method on the seeds.