

MÄNNYN- JA  
KUUSENKÄPYJEN VARASTOINNIN  
VAIKUTUS NIISTÄ SAATAVAN  
SIEMENEN ITÄVYYTEEN

OLAVI HUURI

*SUMMARY:*  
*THE EFFECTS OF STORAGE IN CONES ON THE VIABILITY OF*  
*PINE AND SPRUCE SEED*

HELSINKI 1965

## Alkusanat

Metsänviljelyn Suomessa voimakkaasti laajetessa 1940-luvun lopulla syntyi tarvetta myös uusien karistamojen rakentamiseen. Näiden tehon mitoittamiseksi tarvittiin tietoa siitä, miten kauan ja millä tavalla männyn- ja kuusenkäpyjä voitaisiin karistamon olosuhteissa varastoida siemenen laadun liiaksi kärsimättä. Kun tällaista tutkimusta varten Metsäntutkimuslaitokselle myönnettiin varoja Vientimaksurahastosta, sai kirjoittaja kevättalvella 1954 professori Risto Sarvaksen toimesta tutkimuksen suorittaakseen.

Sekä männyn että kuusen harvinaisen hyvän käpysadon sattuessa juuri talvina 1954—55 saatiin varsinaiset varastointi- ja idätyskokeet suoritetuiksi loppuun hyvissä olosuhteissa vuoden 1956 alkuun mennessä. Niiden vaikutusten tutkimiseksi, joita käpyjen varastoinnilla mahdollisesti olisi siemenen myöhempään säilyvyyteen, suoritettiin eräitä idätyksiä kuitenkin vielä vuoden 1962 lopulla.

Työn kuluessa, käpyjen keruusta tulosten tilastomatemaattiseen käsittelyyn saakka, ovat monien erikoisalojen asiantuntijat antaneet kirjoittajalle korvaamatonta apuaan. Kiitollisuus tästä kohdistuu erityisesti seuraaviin henkilöihin: metsänhoitaja K.-J. Ahlsved, maisteri Max Hagman, maisteri Pentti Kanerva, professorit Esko Kangas ja Viljo Kujala, metsänhoitaja Osmo Leino, rouva Aino Lukkala, puutarhuri Esko Niittylä, maisteri Ukko Rummukainen, metsäteknikko A. K. Saarimäki, professori Risto Sarvas, rouva Eeva Seppänen, metsäteknikko Keijo Siltala, metsänhoitaja Jaakko Simolinnä, metsäteknikko Paavo Vainio, metsänhoitaja Tauno Virkkunen, ylioppilas Olli Virta ja professori Paavo Yli-Vakkuri.

Kirjoittaja esittää kiitoksensä myös Suomen Metsätieteelliselle Seuralle, joka on ottanut tämän tutkimuksen julkaistavakseen.

Helsingissä syksyllä 1965

*Olavi Huuri*

## Sisällysluettelo

Alkusanat . . . . .	3
Sisällysluettelo . . . . .	4
Johdanto . . . . .	5
Tutkimuksen suorittaminen . . . . .	7
Kokeiden järjestelyn pääpiirteet . . . . .	7
Käpyjen kerääminen ja sijoittaminen varastointikokeisiin . . . . .	9
Näytteenotto ja karistus sekä siementen esikäsittely . . . . .	14
Idätykset . . . . .	15
Tutkimuksen tulokset . . . . .	17
Siemenen itävyyden muuttuminen käpyjen varastoinnin aikana ja muutosten riippuvuus eri tekijöistä . . . . .	17
Varastointiaika . . . . .	17
Varastointitapa . . . . .	21
Varaston lämpötila . . . . .	23
Käpyjen lumisuus ja roskaisuus . . . . .	24
Käpykerroksen paksuus . . . . .	24
Puulaji . . . . .	25
Siemenen itämisnopeuden muuttuminen käpyvarastoinnin aikana . . . . .	25
Käpyvarastoinnin vaikutus siemenen myöhempään varastointikestävyyteen . . . . .	27
Itävyyden ja itämisnopeuden säilyminen siemenvarastoinnin aikana . . . . .	28
Itävyyden ja itämisnopeuden heikkeneminen kävyissä varastoidulla ja kävyissä varastoiduttomalla kuusensiemennellä . . . . .	31
Kävyissä varastoidun siemenen heikkenemisen syistä . . . . .	33
Tulosten tarkastelua . . . . .	38
Yhdistelmä . . . . .	40
Kirjallisuusluettelo . . . . .	43
Summary . . . . .	44

## Johdanto

Männyn (*Pinus sylvestris L.*) ja kuusen (*Picea abies (L.) Karst.*) käpyjen varastointi siemenhankinnan oleellisena osana on kiinnostanut käytännön metsämiehiä ja tutkijoita niistä ajoista asti, jolloin on ryhdytty järjestelmällistä metsätaloutta sekä siihen liittyvää metsänviljelyä harjoittamaan. Varhaisimpina aikoina varastoitiin männyn ja kuusen käpyjä useinkin pitkään, koska katsottiin, että siemenet säilyttävät itävyytensä parhaiten karistamattomissa kävyissä. Niinpä König (1851) esittämien ohjeiden mukaan kuusensiemennsä säilyy käyttökelpoisena kävyissä 9—12 vuotta, karistettuna siivellisenä 6 vuotta, mutta siivistä puhdistettuna vain 3 vuotta. Männynsiemenen vastaavat säilymisajat ovat hänen ilmoituksensa mukaan 6—8, 4 ja 2 vuotta. Kävyt oli kuitenkin kerättävä emopuistaan vasta myöhään syksyllä tai talvella hyvin kypsyneinä ja kuivuneina. Ne oli säilytettävä ohuissa kerroksissa viileissä, hyvin tuuletetuissa varastoissa ja niitä oli liikuteltava usein. Kosteaa säilytys johti käpyjen homehtumiseen ja siemenen pilaantumiseen.

Näitä periaatteita, jotka perustuivat ilmeisesti enemmänkin metsämieskunnan pitkäaikaiseen kokemukseen kuin varsinaisiin tutkimuksiin, toistettiin sitten oppi- ja käsikirjoissa aina 1800-luvun lopulle saakka (vrt. Burkhardt 1893).

Havupuiden siementen varastointimahdollisuudet muuttuivat kuitenkin täysin, kun Cieslar (1897) ja Hack (1909) kehittivät menetelmän varastoida karistettua ja siivistä puhdistettua siementä ilmatiiviisti suljetuissa astioissa. Tämän jälkeen voitiin todeta, että siementen varastoiminen karistamattomina kävyissä ei enää tarjonnut mitään etuja. Päinvastoin haittana oli tämän varastointitavan vaatima suuri varastotila ja siemenen turmeltumisen vaara (Müller 1959). Siemenen käyttökelpoisuuden säilyttäminen mahdollisimman hyvänä suurien käpymäärien ollessa varastoituna karistusta odottamassa vaatii kuitenkin käpyjen varastointitekniikan edelleenkehittämistä. Myöhemmistä tutkijoista ovat erityisesti Schmidt ja Messer luoneet kokeellista pohjaa metsäpuiden käpy- ja siemensadon käsittelyä koskevalle tiedolle. Schmidt (1930, a) kehottaa käpyjen varastoinnissa jäljittelemään mahdollisuuksien mukaan niitä olosuhteita, jotka käpyjä ympäröivät niiden riippuessa emopuiden oksissa. Puissa ovat kävyt jatkuvasti liikkuvan ilman kanssa välittömässä kosketuksessa. Pyrittäköön siis myöskin varastossa pitämään käpyjä ympäröivä ilma vaihtuvana. Pakkasesta ei ole vaaraa kävyille. Päinvastoin sillä on kuivumista ja kypsymistä edistävä suotuinen vaikutus. Tämän käsityksen vahvistaa myös Messer (1958) mittauksillaan, jotka koskevat kävyn vesipitoisuuden alenemista kypsymiskauden aikana. Länsi-Saksan pohjoisissa osissa vähenee männynkäpyjen tuorepainosta laskettu vesipitoisuusprosentti heinä-maaliskuun välisenä aikana 70:stä noin 27:ään. Jyrkin on vesipitoisuuden aleneminen juuri pakkasten vaikutuksesta. Varastossa alenee käpyjen vesipitoisuus hitaammin.

Männyn- ja kuusenkävyt ovat Messerin mukaan kypsiä kerättäviksi, kun niiden vesipitoisuus on laskenut 40 %:iin tuorepainosta. Tällöin kävyt jo kestävät varastointia ja siemen pystyy kehittymään, vaikka käpy olisi emopuustaan irroitettu. Jälkikypsytymisen suuren merkityksen Ruotsin pohjoisosien siemenen tuleentumiselle vaikeissa ilmasto-oloissa ovat todenneet mm. Nordström (1950) sekä Simak ja Gustafsson (1957) männynsiemenellä kokeillen.

Ruotsissa on viimeksi Huss (1953) ja Suomessa Yli-Vakkuri (1956) esittäneet käpyjen käsittelyä varten ohjeet, joissa edelläselostetut periaatteet täysin otetaan huomioon. Yli-Vakkuri kehottaa varovaisuuteen erityisesti kuusenkäpyjä varastoitaessa, koska ne ovat herkkiä homehtumaan, ja koska niissä piilevät sienijä hyönteistuhot voivat varastossakin jatkaa kehitystään.

Muista suomalaisista tutkijoista ovat erityisesti Kujala (1927), Kangas (1940 ja 1942) sekä Rummukainen (1954 ja 1960) selvitelleet siemenissä ja kävyissä tapahtuvia ilmiöitä.

Luonnon olosuhteissa sekä ihmisen järjestämän varastoinnin aikana itse siemenessä tapahtuvista biokemiallisista muutoksista ovat Baldwin (1942), Crocker ja Barton (1953), Barton (1961) sekä Hatanota ja Asakawa (1964) esittäneet koko nykyisen tietämyksen käsittäviä yhdistelmiä. Näiden erikoiskysymysten käsittelyyn ei kuitenkaan tässä tutkimuksessa ole pyritty.

Varastoitaessa käpyjä maamme karistamoilla oltiin siis tietoisia vanhoista kokeuksista ja ne otettiin huomioon mahdollisuuksien mukaan. Näitä mahdollisuuksia kuitenkin heikensi paljon se entiseen nähden muuttunut tilanne, että käpymäärät, jotka hyvinä käpyvuosina tulivat varastoitaviksi, olivat nyt paljon suuremmat kuin ennen käsiteltäviksi tulleet. Käpyjen varastointiin käytettävissä olevat tilat ja monasti myös käpyjen käsittelyyn saatavissa olevan työvoiman määrä eivät todellisuudessa enää riittäneet sellaiseen käpyjen hoitoon, mikä vanhan kokemuksen mukaan oli paras mahdollinen.

Nyt tarvittiin tietoa siitä, millä tavalla uusien olosuhteiden vaatima käpyjen pitkittynyt varastointi vaikutti niissä olevan siemenen kelpoisuuteen, mitkä laajassa käytännössä mahdolliset varastointitavat olivat parhaat, miten kauan kävyt kussakin varastointitavassa saattoivat suojata siemeniään tuho vaikutusten kasvamiselta käytännössä vaarallisiin mittoihin, sekä missä määrin erilaisia olivat männyn- ja kuusenkävyt kestävyydeltään uusissa olosuhteissa. Oli tarpeen myös tietää, mikä vaikutus käpyjen säilymiseen olisi niiden vähäisellä lumisuudella ja roskaisuudella, varastuosojien ajoittaisella lämpiämisellä sekä käpykerrosten paksuudella. Ilmeni tarvetta kehittää kokeellisella pohjalla laaditut käpyjen varastointia koskevat ohjeet ja suositukset.

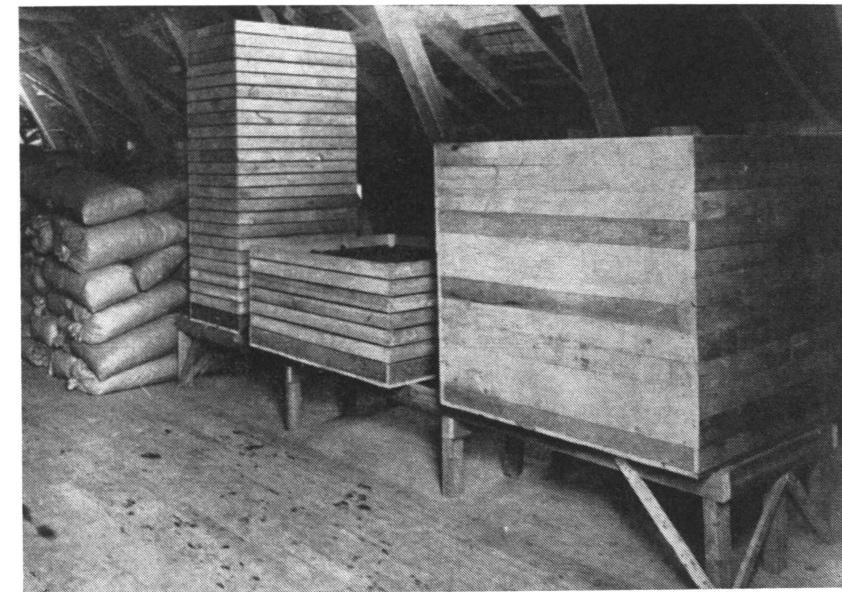
Selostettavana oleva tutkimus suunnattiin ensimmäiseksi askeleeksi tuota päämäärää kohden. Tutkimus rajoitettiin koskemaan nykyisten karistamojen olosuhteita, joihin vuodenaikojen vaihtelu pääsee esteettömästi vaikuttamaan. Lisäksi rajoitettiin kokeilu koskemaan vain Etelä-Suomen alueelta kerättyjä hyvälaatuisia ja täysin kypsyneitä männyn ja kuusen käpyjä.

## Tutkimuksen suorittaminen

### Kokeiden järjestelyn pääpiirteet

Käpyjen koevarastointi järjestettiin Mattilan karistamolla Oitissa. Männynkävyt olivat varastoituina lähes koko vuoden 1954 ja kuusenkävyt vuoden 1955. Varastointiaikojen pituudet ilmenevät tarkemmin taulukosta 1.

Tutkimuksessa kokeiltiin kahdeksaa erilaista varastointimuotoa, jotka edempänä lähemmin selvitetään. Pääosa varastointikokeista oli sijoitettu karistamon kylmään ullakkokerrokseen (kuva 1), mutta kahta varastointimuotoa kokeiltiin myös eräässä alemman kerroksen pienessä ikkunallisessa huoneessa, jossa lämpötila karistusten aikana sekä auringonpaisteella saattoi huomattavastikin nousta (kuva 8).



Kuva 1. Yleiskuva Oitin karistamon kylmään ullakkokerrokseen sijoitetusta männynkäpyjen varastointikokeesta keväällä 1954. Varastointimuodot oikealta vasemmalle: kylmän varaston hinkalo, laatikko, siilo ja paperisäkkipino.

Fig. 1. General view of the storage experiment with cones of pine started late in the winter of 1954, and placed in a cold attic at Oiti seed extraction plant. The methods of storage from right to left: bin, box, container and pile of paper sacks.



Taulukko 1. Käpyjen ja siementen varastointi-, karistus- ja idätysajat.  
Table 1. Time of storage, extraction, and germination of cones and seeds

Näytteen oton ajankohta	Käpyjen varastointiaika, vrk.	Karistuksen ajankohta	Idätyksen ajankohta	Siemenet odottaneet idätystä, vrk.
Sampling time	Time of storage of cones, days	Date of extraction	Dates of germination experiment	Waiting time of the seed for germination, days
Männynkävyt Pine cones				
11. 3. 1954	0	11—13. 3. 1954	31. 3.—13. 4. 1954	18
8. 4. "	27	8—10. 4. "	29. 4.—13. 5. "	19
5. 5. "	54	5—7. 5. "	3. 6.—16. 6. "	27
8. 6. "	88	8—10. 6. "	3. 7.—17. 7. "	23
7. 7. "	117	7—9. 7. "	29. 7.—12. 8. "	20
6. 8. "	147	6—8. 8. "	7. 9.—20. 9. "	30
4. 9. "	176	4—6. 9. "	15. 10.—30. 10. "	39
5. 10. "	207	5—7. 10. "	30. 11.—14. 12. "	54
4. 11. "	237	4—6. 11. "	1. 12.—15. 12. "	25
4. 12. "	267	4—6. 12. "	8. 1.—24. 1. 1955	33
4. 12. "	267	4—6. 12. "	11. 1.—26. 1. "	36
11. 3. "	0	11—13. 3. "	29. 11.—12. 12. 1962	n. 8 v. 9 kk.
4. 12. "	267	4—6. 12. "	29. 11.—12. 12. "	n. 8 v.
Kuusen kävyt Spruce cones				
5. 2. 1955	0	5—7. 2. 1955	18. 6.—4. 7. 1955	131
7. 3. "	29	7—9. 3. "	22. 6.—5. 7. "	105
9. 4. "	62	9—11. 4. "	8. 7.—22. 7. "	88
6. 5. "	89	6—8. 5. "	9. 7.—23. 7. "	62
6. 6. "	120	6—8. 6. "	31. 8.—14. 9. "	84
2. 7. "	146	2—4. 7. "	15. 9.—28. 9. "	73
3. 10. "	239	3—5. 10. "	27. 10.—11. 11. "	22
7. 12. "	304	7—9. 12. "	12. 1.—27. 1. 1956	34
7. 12. "	304	7—9. 12. "	16. 1.—29. 1. "	38
5. 12. "	0	5—7. 2. "	29. 11.—12. 12. 1962	n. 7 v. 10 kk.
7. 12. "	304	7—9. 12. "	29. 11.—12. 12. "	n. 7 v.

Jotta tulokset olisi voitu turvata käpyjen keruupaikan mahdollisesti aiheuttamilta virhetekijöiltä, käytettiin kokeessa kolmelta eri paikkakunnalta Hartolasta, Padasjoelta ja Taivassalosta kerättyjä käpyjä. Ne kerättiin yhtäaikaaisesti ja lähetettiin heti keruun jälkeen rautateitse tai linja-autoilla Oittiin, jossa ne järjestettiin kokeeseen viimeisen erän perille saavuttua.

Jokaisesta varastoitavasta käpyerästä otettiin koetta perustettaessa *alkunäytteet*, joihin varastointi ei siis lainkaan päässyt vaikuttamaan, ja tämän jälkeen kuukausittain pienehköt *varsinaiset* näytteet. Käpyjen koevarastoa purettaessa otettiin viimeisten varsinaisten näytteiden ohella tulosten tarkistamiseksi vielä *vertailunäytteet* varastointisäiliöiden niistä osista, jotka olivat kauimpana varsinaisten näytteiden ottokohdista.

Kaikki käpynäytteet karistettiin välittömästi ja siemenet idätettiin, yksi karistuserä kerrallaan, Metsäntutkimuslaitoksen siemenlaboratoriossa heti kun tilaisuus siihen ilmaantui.

Vuosien 1954—56 aikana täten suoritettuja kahtakymmentä idätystä nimitetään *alkuperäisiksi* idätyksiksi. Vuoden 1962 lopulla suoritettiin vielä *uusinta-idätys*, jossa yhtäaikaaisesti idätettiin välivuosisien ajan kylmässä siemenkellarissa ilmatiiiviisti talletettujen männyn- ja kuusenkäpyjen alku- ja vertailunäytteiden siementä kaikista käpyjen varastointimuodoista. Neljäntoista idätysvuorokauden aikana saavutettua itävyysprosenttia nimitetään siemennerän *itävyysdeksi* ja sitä itävyysprosenttia, jonka männynsiemen saavutti viiden ensimmäisen ja kuusensiemen seitsemän ensimmäisen idätysvuorokauden aikana, nimitetään *itämisnopeudeksi*.

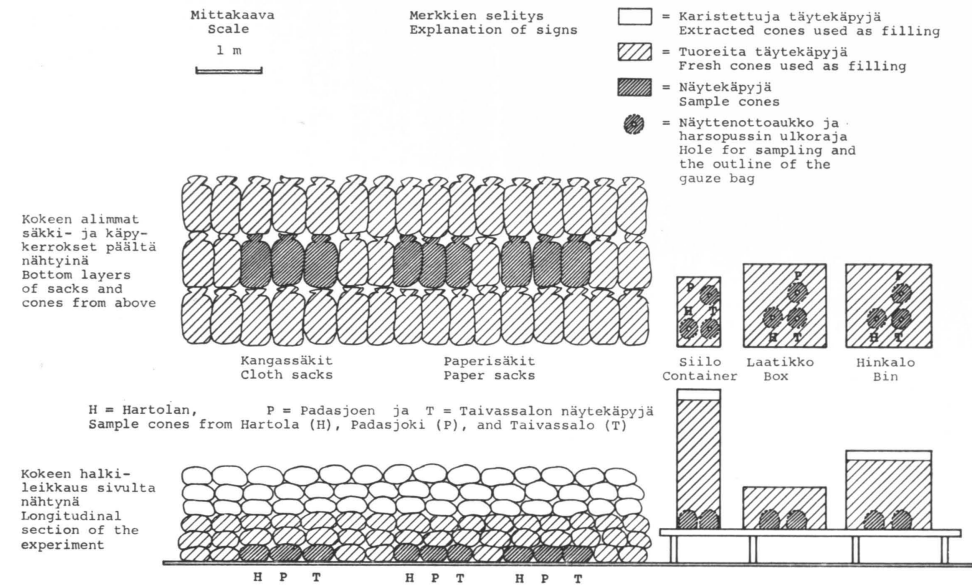
Kokeet pyrittiin järjestämään männyn- ja kuusenkävyille yhdenmukaisiksi ja molempia käpylaatuja koskevat koejärjestelyt selostetaankin seuraavassa yhteisesti. Mikäli eroavaisuuksia on ollut, mainitaan niistä tapauksittain erikseen. Taulukkoon 1 on koottu yhdistelmä kokeen tärkeimpien osatöiden ajankohdista.

#### Käpyjen kerääminen ja sijoittaminen varastointikokeisiin

Hartolan, Padasjoen ja Taivassalon metsänhoitoyhdistykset järjestivät kokeeseen sopivien männyn- ja kuusenkäpyjen keruun sekä lähettämisen Oittiin. Kävyt kerättiin kaadetuista tukkipuista ja keruumetsiköksi pyydettiin valitsemaan mahdollisimman puhdas ja kohtalaisen tiheässä asennossa kasvanut hakkuukypsä männikkö ja kuusikko. Kasvupaikan tuli olla männyllä vähintään puolukkatyyppin ja kuusella vähintään mustikkatyyppin kangasta.

Käpyjen kokoa ja laatua koskevat vaatimukset olivat Keskusmetsäseura Tapion kävynkeruuhjeitten mukaiset. Männynkävyistä olivat kelvollisia vain terveet ja aukeamattomat kävyt, jotka olivat kiinni oksan viimeisen vuosikasvaimen tyvessä sivuhaaran hangassa. Kuusenkävyistä oli pienimmät erotettava pois, samoin vääriksi kehittyneet sekä pihkavuotoiset, ja käpyjen tuli olla kiinni viimeisen vuosikasvaimen kärjessä. Käpyjä poimittaessa ja säkitettäessä tuli varoa, että niiden joukkoon ei jäänyt neulasia, kaarnanpalasia, oksia ja pihkan kappaleita tai muuta roskaa.

Kävyt olivat verrattain myöhäisen keräysajan ansiosta jo täysin kypsyneitä kun ne saapuivat Oitin karistamolle, männynkävyt maaliskuun alussa 1954 ja kuusenkävyt helmikuun alussa 1955. Vastaanotettaessa ne todettiin puhtaiksi, hyvin hoideetuiksi ja terveiksi. Verrattaessa niiden kokoa *Heikinheimon* (1958) ilmoittamiin keskikokoihin todettiin, että männynkävyistä Hartolan kävyt olivat keskikokoa huomattavasti suurempia, Padasjoen keskikokoa vain vähän suurempia ja Taivassalon keskikokoa vähän pienempiä. Kuusenkävyt taas kaikki todettiin keskikokoa suuremmiksi, joskin Hartolan kävyt jälleen olivat suurimpia ja Taivassalon pienimpiä. Tarkastuksen jälkeen yhden pitäjän kaikkien säkkien sisällöt seulottiin puhtaalle lattialle samaan kasaan, jota sekoitettiin lapiolla kunnes oli saatu yhtenäinen käpyerä. Tästä otettiin koeikäyt seuraaviin kahdeksaan varastointikokeeseen:



Kuva 2. Kokeen järjestely männynkäpyjen kylmässä varastoinnissa.  
Fig. 2. Storage of pine cones at atmospheric temperature.

### 1. Paperisäkkipino kylmässä ulkovarastossa

Kävyt olivat seulottuja ja säkit suljettuja. Koe-erä männyllä oli 37 kg ja kuusella 13 kg. Yhden erän sisältävä säkki sijoitettiin karistamon lämmittämättömän vinttikerroksen lattialle kohtaan, joka kunkin pitäjän ja varastointimuodon osuudelta selviää kuvasta 2. Säkin kylkeen viillettiin noin 30 cm:n pituinen halkio myöhempää näytteenottoa varten ja tämä peitettiin noin 30 × 40 cm:n laajuisella paperisäkin kappaleella. Säkin suuhun kiinnitettiin vanerilappu, josta määräraikaisten näytteenottojen yhteydessä voitiin varmistua koe-erän tunnuksesta.

Paperisäkkipino kylmässä varastossa oli säilytysmuoto, joka oli käytännössä vanhastaan, ja joka salli tarkan tilankäytön mahdollistaessaan säkkien latomisen erittäin korkeisiin pinoihin.

Kun koekäpyjä sisältävät säkit oli sijoitettu lattialle omiin paikkoihinsa kuvan 2 osoittamalla tavalla, ladottiin niiden päälle painoksi männyllä kaksi kerrosta tuoreita männynkäpyjä paperisäkeissä ja näiden kerrosten päälle kolme kerrosta karistettuja männynkäpyjä samoin paperisäkeissä. Alin säkkikerros tuli täten olemaan ylhäältä ja molemmilta sivuiltaan tuoreiden käpyjen ympäröimänä ja alhaalta tiivistä lankkulattiaa vastaan painettuna. Paino, joka tuli kutakin koesäkkiä puristamaan, arvioitiin punnitukseen mäntykokeessa noin 150 kg:ksi. Kuusikokeessa joka järjestelytään muuten oli mäntykokeen kaltainen olivat vastaavat luvut kaksi kerrosta tuoreita

kuusenkäpyjä paperisäkeissä ja kaksi kerrosta karistettuja männynkäpyjä kangassäkeissä. Näiden yhteiseksi painoksi kutakin koesäkkiä kohden saatiin noin 145 kg. Punnitukset ja arviot suoritettiin vasta koetta purettaessa samoin kuin muutkin mittaukset. Pinojen korkeudet niin mänty- kuin kuusikokeissakin olivat keskimäärin 150 cm.

### 2. Paperisäkkipino kylmässä ulkovarastossa, käpyihin sekoitettu neulasia ja lunta

Koe oli muuten samanlainen kuin edellinen, mutta käpyjen joukkoon oli tasaisesti sekoitettu märkiä, kävyistä seulottuja keruuroskia — pääasiassa neulasia ja oksanpäitä — sekä puhdasta lunta seuraavat määrät:

	Seulottuja käpyjä	Roskia	Lunta
Männynkävyt	37 kg	2 kg	1 kg
Kuusenkävyt	13 „	1 „	1 „

Tällä varastointimuodolla pyrittiin tutkimaan kosteuden sekä käpyjen roskaisuuden vaikutusta.

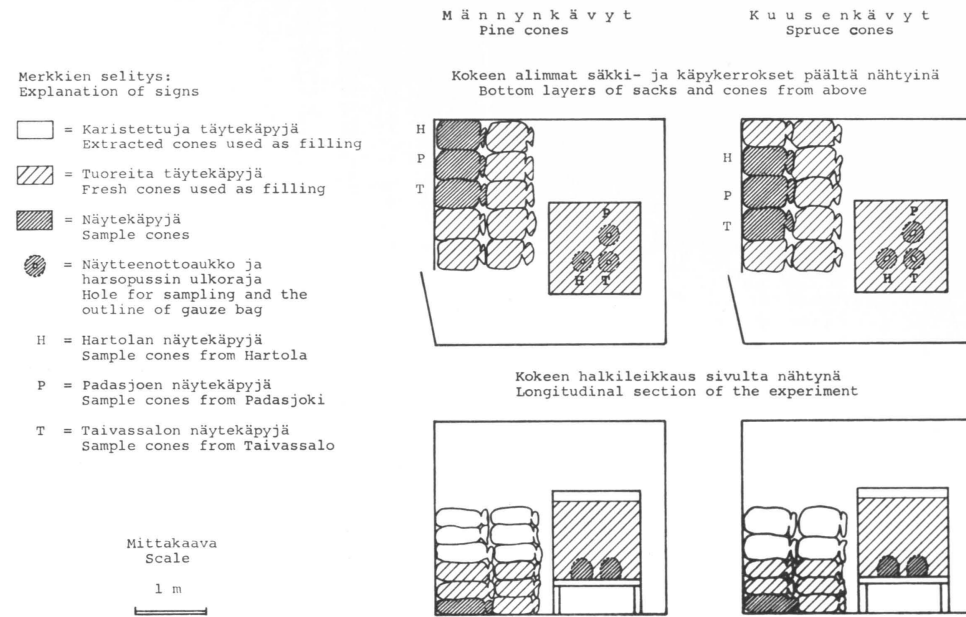
### 3. Kangassäkkipino kylmässä ulkovarastossa

Koe oli muuten samanlainen kuin varastointimuoto 1, mutta sekä koe-erät että tuoreet ja kuivat täytekävyt olivat suurikokoisissa kangassäkeissä. Koe-eriä puristavat käypainot olivat samaa suuruusluokkaa kuin paperisäkkikokeissa. Näytteenottoaukkojen peittona käytettiin kangassäkin kappaletta. Tätä varastointimuotoa kokeiltiin ilmapuna muotona kylmässä varastossa paperisäkkivarastoinnin rinnalla.

### 4. Kangassäkkipino lämpimässä sisävarastossa

Koe oli muuten samanlainen kuin edellinen varastointimuoto, mutta säkit oli sijoitettu erääseen karistamon alakerran pieneen ikkunalliseen varastohuoneeseen, jossa lämpötila nousi ajoittain huomattavan korkeaksi (kuva 8). Säkkikasojen korkeudet olivat sekä männyllä että kuusella noin 140 cm ja koesäkkejä puristavat painot noin 130 kg. Kuvasta 3 ilmenevät säkkien sijoitukset lämpimässä varastossa.

Tällä varastointimuodolla pyrittiin tekemään havaintoja lämmön ja käpyjen mahdollisen kuivumisen vaikutuksista. Vertailun tekivät mahdolliseksi rinnakkaiskokeet kylmässä varastossa.



Kuva 3. Kokeen järjestely männyn- ja kuusenkäpyjen lämpimässä varastoinnissa.  
Fig. 3. Storage of pine and spruce cones indoors.

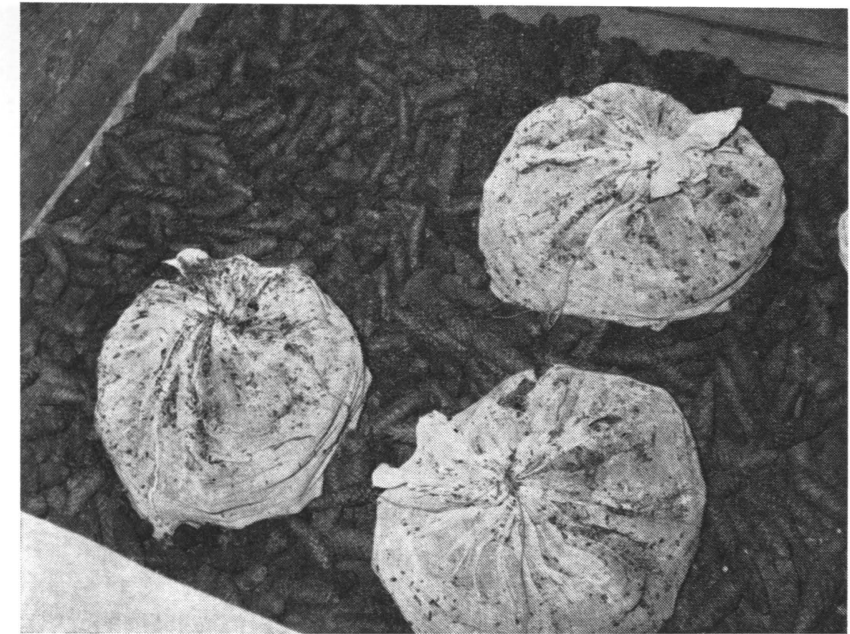
### 5. Tiivisseinäinen hinkalo kylmässä ulkovarastossa

Kävyt olivat seulottuja. Hinkalo oli ylhäältä avoin kuutiomainen laatikko, joka oli tehty 4 tuuman levyisistä ja 7/8 tuuman paksuisista laudoista ilman tuuletusrakojia. Laatikon sivujen pituudet olivat  $125 \times 125$  cm ja korkeus 120 cm. Laatikon pohja oli sisäpuoleltaan vuorattu ohuella Enso-pahvilla siementen hukkaanmenon estämiseksi ja kuusikokeissa lisäksi ulkopuolelta peitetty 2 mm:n paksuisella kovalevyllä, joka oli kiinnitetty tiiviisti naulaamalla. Pohjan lävitse oli näytteenottoa varten porattu kolme reikää kuvista 2 ja 3 ilmeneviin kohtiin. Reijät olivat mäntykokeessa pyöreät ja läpimitaltaan 6 cm. Ne suljettiin korkilla. Kuusikoetta varten laajennettiin reijät 13 cm:n pituisiksi ja 6 cm:n levyisiksi soikioiksi, joista mahtui käsi sisään. Sulkeminen tapahtui kiilaamalla kovalevyn kappale aukkoa ympäröivää muovista tiivisterengasta vastaan.

Kokeiltavat käpyerät sijoitettiin hinkalon sisään 20 litran vetoisiin, pohjasta avonaisiin harsopusseihin, joiden alareuna kiinnitettiin hinkalon pohjaan tiheällä nastoituksella, ja joiden yläpää koe-erien sisäänpanon jälkeen suljettiin nuoralla. Tämän jälkeen täytettiin hinkalo varovaisesti reunojaan myöten tuoreilla täytekävyillä, jotka olivat samaa laatua kuin kokeiltavat kävytkin. Kuva 4 esittää tällaista hinkaloa osaksi tyhjennettynä purettaessa kuusenkäpykoetta joulukuussa 1955. Hinkalot, kuten myös laatikko ja siilo, oli sijoitettu 50 cm:n korkuiselle jalustalle, joka teki mahdolliseksi

ottaa näytteet pohjassa olevien aukkojen kautta. Hinkalossa ympäröivät koekäpyjä alapuolelta tiivis pohja, sivuilta vähintään 25 cm:n vahvuinen tuoreiden täytekäpyjen kerros ja tiivis lautaseinä, sekä ylhäältä noin 75 cm:n vahvuinen tuore käpykerros.

Tällä varastointimuodolla pyrittiin saamaan esiin ne vaikutukset, jotka paksulla käpykerroksella voisi olla siementen itävyyteen. Tiivisseinäinen, suuri hinkalo antoi mahdollisuudet täsmällisempiin tuloksiin kuin mihin pelkkää suurta kasaa käyttämällä olisi päästy.



Kuva 4. Näytekäpyjä sisältävien harsopussien sijainti kuusenkäpykokeen kylmän varaston hinkalossa.  
Fig. 4. Location of gauze bags containing sample cones at the spruce cone experiment at atmospheric temperature.

### 6. Tiivisseinäinen hinkalo lämpimässä sisävarastossa

Koe oli muuten samanlainen kuin edellinen varastointimuoto, mutta hinkalo oli sijoitettu mainittuun, ajoittain vahvasti lämpenevään alakerran varastohuoneeseen (kuvat 3 ja 8).

Tällä varastointimuodolla pyrittiin tekemään havaintoja lämmön vaikutuksesta sellaisissa olosuhteissa, joissa kosteuden haihtuminen oli vähäisempää kuin kangas-säkkikokeessa.

### 7. Harvaseinäinen, matala laatikko kylmässä ulko-varastossa.

Kävyt olivat seulottuja ja laatikko ylhäältä avoin. Tämä varastointisäiliö oli nauhattu kokoon samanlaisista laudoista kuin hinkalotkin, mutta seinäautojen väliin oli jätetty 1 cm:n levyinen rako. Laatikon sivujen mitat olivat 125 × 125 cm ja korkeus 65 cm. Pohja oli muuten samanlainen kuin hinkalossakin, mutta siihen oli tehty yhtä lautta hiukan nostamalla ilmanvaihtohormi.

Laatikossa ympäröivät koekäpyjä altapäin ilmaa läpäisevä pohjarakenne, sivuilta noin 25 cm:n vahvuinen tuore käpykerros, jossa ilman vaihtuminen saattoi tapahtua seiniin jätettyjen rakojen kautta, sekä ylhäältä noin 30 cm:n vahvuinen tuoreiden käpyjen kerros, joka yläpinnaltaan oli kosketuksessa ulkoilmaan.

Matalalla laatikolla pyrittiin mukailemaan niitä ilmavia ja matalia käpykerroksia, joita kirjallisuudessa oli suositeltu käpyjen säilymiselle edullisina. Erona tosin oli se, että tässä kokeessa käpyjä ei liikuteltu.

### 8. Harvaseinäinen, korkea, kapea siilo kylmässä ulko-varastossa.

Siilo oli rakennettu harvaseinäiseksi kuten laatikkokin ja samanlaisista laudoista. Pohjassa ei kuitenkaan ollut hormia. Sivujen mitat olivat 65 × 105 cm ja korkeus 204 cm. Siilo täytettiin samalla tavalla kuin edelläkuvatut säiliöt. Tässä varastointitavassa tapahtui käpyjen ilmanvaihto sivultapäin seinien lävitse. Huomattavan korkea käpykerros painoi koe-eriä ylhäältäpäin suuremmalla paineella kuin edellisissä varastointimuodoissa.

#### Näytteenotto ja karistus sekä siementen esikäsittely

Säkipinoista otettiin varsinaiset näytteet siten, että painoina olevat täytesäkit ladottiin pinon laidolle, kunnes pohjalla olevat näytekäpyjä sisältävät säkit paljastuivat. Vain yksi kolmen säkin ryhmä kerrallaan paljastettiin. Näytteenottaja laskeutui syntyneeseen säkkikuiluun, poisti säkin aukkoa peittävän säkinkappaleen, tarkisti erän tunnuksen ja keräsi aukosta, kädellä eri suuntiin haroen, riittävän määrän pintakerroksen käpyjä. Tämän jälkeen näytesäkki peitettiin ja täytesäkit ladottiin paikoilleen.

Hinkaloista, laatikoista ja siiloista otettiin näytteet säiliön pohjaan porattujen aukkojen kautta. Korkkitulppa tai peitelevy poistettiin ja näyte juoksutettiin tai pömittiin aukosta. Joskus oli tarpeen auttaa käpyjen vierimistä kädellä tai lyhyellä kepillä holvautumisen estämiseksi. Kuitenkin otettiin huomioon myös se mahdollisuus, että kaikesta huolimatta saattoi tapahtua holvautumista ja että tämä saattoi vaikuttaa jäljelle jäävien käpyjen varastointiolosuhteisiin. Siitä syystä yllämainituissa varastointimuodoissa Padasjoen erä jätettiin toistuvilta näytteenotoilta täysin rauhaan kokeen

alusta sen loppuun saakka, jolloin vertailunäytteen ohella otettiin käpynäyte myös varsinaisten näytteiden ottokohdasta.

Kustakin varastointimuodosta kerralla otetun käpynäytteen suuruus oli yksi litra männynkäpyjä ja viisitoista kuusenkäpyä. Näytteet otettiin jokaisella kerralla samassa järjestyksessä noudattaen varastointimuotojen esittelyssä käytettyä numerointia. Kävyt suljettiin pieniin kangaspusseihin, jotka henkilöauton tiiviissä tavarasäiliössä välittömästi kuljetettiin Ruotsinkylän karistamolle. Perille saapuivat näytepussit kahden tunnin kuluessa näytteenoton päättymisestä.

Alkunäytteet otettiin kustakin käpyerästä jo ennen niiden varastoonpanoa ja ne olivat varsinaisia näytteitä kaksi kertaa suuremmat samoin kuin koetta purettaessa otetut vertailunäytteetkin. Jälkimmäiset otettiin varastosaakeista läheltä niiden päättä käpykerroston keskeltä. Laudasta rakennetuista säiliöistä otettiin vertailunäytteet harso-pussien yläpäästä. Näytteenottokohdilla pysyivät molemmat käpylaadut kokeiden koko kestoajan siksi nahkeina ja suuren puristuksen alaisina, että näytteenottojen yhteydessä ei kertaakaan havaittu siemenen karisemista näytekävyistä.

Etukäteen valmiiksi lämmitetyssä karistamossa sijoitettiin käpyerät tunnuslappuineen välittömästi kuljetuksen päätyttyä karistuslaatikoihin ja niissä sattumanvaraisesti karistuslokeroihin, joissa ne kuivuivat 36 tunnin ajan seuraavissa olosuhteissa:

	1.—2. vrk. klo 20—8, 12 tuntia	2.—3. vrk. klo 8—8, 24 tuntia
Männynkävyt	30 C°, tuuletus auki	50 C°, tuuletus vähennetty samaan vakiomäärään
Kuusenkävyt	30 C°, tuuletus auki	40 C°, kaikilla sekä männyn- että kuusenkäpyerillä.

Kolmantena vuorokautena karistuksen alkamisesta otettiin laatikot klo 8 aamulla viileämpään käsittelyhuoneeseen, jossa kävyt karistettiin käsin koputtamalla niitä kärki edellä karistuslaatikon sisäseinää vastaan niin kauan kuin siementä irtosi.

Paperipusseissa siirrettiin siemenet Metsäntutkimuslaitoksen siemenlaboratorioon, jossa niistä irroitettiin siivet varovaisesti käsin hieromalla. Siivenjätteet ja tyhjät siemenet eroteltiin männynsiemenistä edelleen käsin, mutta kuusensiemenistä puhallinta käyttäen siihen tapaan kuin Huss (1951) selostaa. Puhdistetut siemenet varastoitettiin laboratoriossa idätyksiin saakka (taulukko 1). Sekä käpyjen että siementen käsittelyn suorittivat jatkuvasti samat, tottuneet henkilöt pyrkien mahdollisimman suureen yhdenmukaisuuteen kaikkien vertailtavien erien kesken.

#### Idätykset

Idätykset suoritettiin kahta automaattisella lämmityslaitteella varustettua Jacobsen-mallista idätysallasta käyttäen. Yhden käpyjen näytteenottokerran kaikista eristä karistetut siemenet idätettiin yhtäaikaaisesti. Jokaisesta siemenestä otettiin puolitus-



menettelyä käyttäen alkuperäisissä idätyksissä neljä ja uusintaidätyksessä 2—3 sadan siemenen toistoa, jotka sijoitettiin idätysaltaisiin alkuperäisissä idätyksissä ryhmitäin, mutta uusintaidätyksessä arpomalla kuitenkin siten, että männyn- ja kuusen-siemenet tulivat eri altaisiin.

Siementen lukumäärä tarkistettiin ja siemenet sijoitettiin idätysalustoille käyttäen imuriin yhdistettyä suukappaletta, jossa oli sata pientä reikää jaettuina tasavälisesti viiteen samankeskiseen kehään. Siemenet siroteltiin noin sadan siemenen erinä ylöspäinkäännetyille imulevyille, jolle ne ilmavirran voimasta kiinnittyivät reikien kohdille.

Olosuhteet pyrittiin eri aikoina idätetyille näytteille säätämään mahdollisimman yhdenmukaisiksi. Tässä tarkoituksessa suoritettiin huoneenlämmön, idätyskuvun sisälämpötilan ja valaistuksen jatkuvaa tarkkailua idätysten aikana. Homeisuuden hillitsemiseksi siivottiin laboratorio ajoittain perusteellisesti. Talvella 1955 poltettiin idätysten välillä idätyshuoneessa yöaikaan ultraviolettisäteilyä antavaa loisteputkea. Kaikesta huolimatta pääsivät kaksi vuotta kestäneiden idätysten aikana olosuhteet vaihtelevaan. Erityisesti valaistuksen säätely osoittautui ylivoimaiseksi. Parhaiten saatiin hallituksi idätysaltaan vedenkorkeus, 6—7 cm idätystasosta, joka lämmön ohella määrää idätyskupujen sisällä vallitsevan suhteellisen kosteuden. Myös lämpötilojen vaihtelu idätyshuoneessa 20—26 °C, allasvedessä 21—36 °C ja idätyskuvuissa 21—30 °C saatettiin pitää kohtuullisena.

Kun siemenet olivat olleet viisi vuorokautta itämässä, ryhdyttiin ituja laskemaan ja samalla poistamaan niitä idätysalustoilta. Työ suoritettiin Metsäntutkimuslaitoksen tavanmukaista ”Metsäpuiden siementarkastusohjeeseen” perustuvaa käytäntöä noudattaen.

Siementen poistamista jatkettiin mäntykokeessa joka toisena päivänä ja kuusikokeessa jokaisena päivänä. Idätyksen kestänyt neljätoista vuorokautta poistettiin idätysaltaasta kaikki vielä itämättömät siemenet. Ne halkaistiin partaveitsenterällä, ja sisältö tutkittiin preparointimikroskooppia hyväksi käyttäen. Täten voitiin todeta sellaisten siementen lukumäärä, joilla ei ollut muita osia kuin paljas siemenkuori, tai joiden sisältö jossakin aikaisessa kehitysvaiheessa oli surkastunut pelkäsi kovaksi kalvoksi. Halkaisukokeen avulla tällaiset, alunperin tyhjät siemenet voitiin selvästi erottaa siemenistä, joissa ollut sisältö oli jostain syystä tuhoutunut. Tuhoutumisen syiden luokitteluun eivät kuitenkaan itämättömät siemenet, joiden sisältö kahden viikon aikana useimmiten oli hajonnut vellimäiseksi massaksi, antaneet luotettavia perusteita.

Lopulliset itävyysprosentit saatiin laskemalla terveitten itäneitten siementen prosenttinen osuus niistä siemenistä, joissa oli alunperin ollut sisältöä. Tyhjät siemenet jätettiin laskuista kokonaan pois.

## Tutkimuksen tulokset

### Siemenen itävyyden muuttuminen käpyjen varastoinnin aikana ja muutosten riippuvuus eri tekijöistä

#### Varastointiaika

Käpyjen varastoinnin aikana siementen itävyydessä tapahtuneita muutoksia voitiin seurata kuukauden väliajoin otettujen näytteiden perusteella. Näiden avulla voitiin saada myös näkyville ajankohdat, joihin siemenen heikkeneminen kussakin varastointimuodossa alkoi ja ehkä kasvoi käytännössä vaarallisiin mittoihin. Näitä seikkoja valaisevat tulokset esitetään männynkäpyjen osalta kuvassa 5 sekä kuusen-käpyjen osalta kuvassa 6.

Koska pitäjien käpyerien välillä ilmeni eroja, on itävyyden kehitys kussakin varastointimuodossa esitetty jokaisen pitäjän osalta omalla kuvaajalla. Kuviin liitetty vertailunäytteillä saadut tulokset on esitetty samoin, jotta niissäkin pitäjänerien väliset mahdolliset erot, joista myöhemmin käytettyjen keskiarvojen tarkkuus on riippuvainen, tulisivat selvästi näkyviin. Kuvista nähdään myös ne keskeytykset, jotka erittäin kuiva kesä 1955 sekä pelko eräitten näyte-erien riittämättömyydestä aiheuttivat näytteiden ottamiseen.

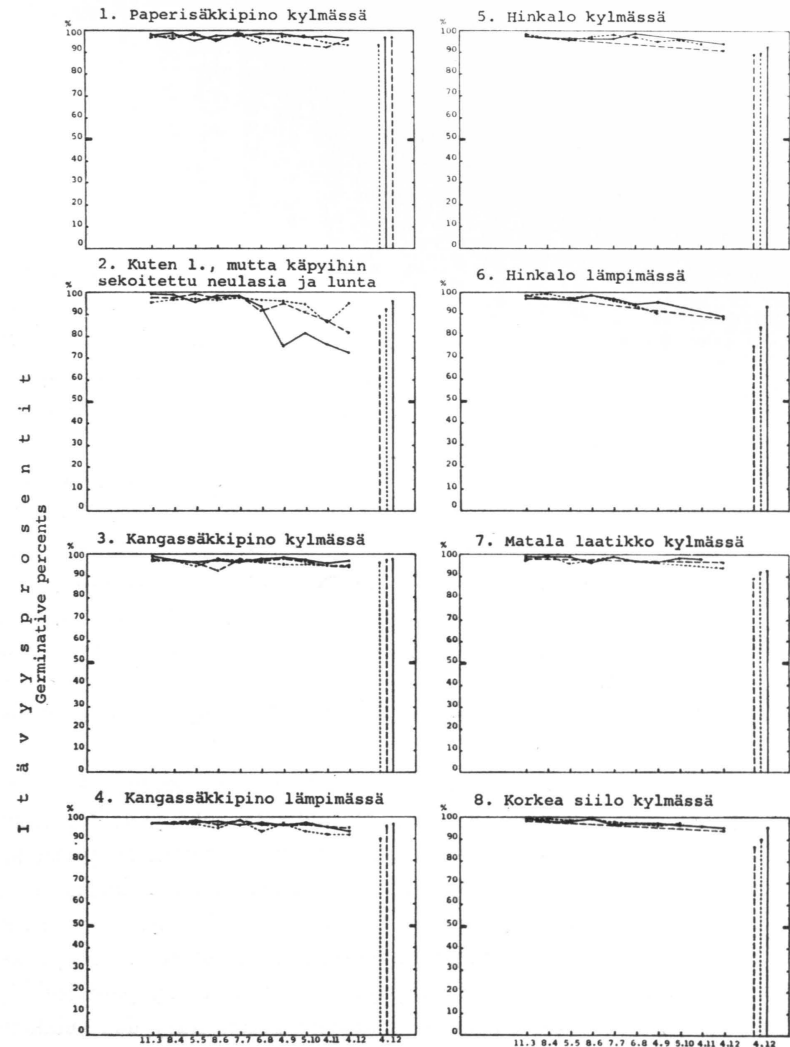
Seuraavat männynkäpyjen varastointiaikaa koskevat havainnot voidaan tehdä kuvasta 5.

Useimmissa kokeen varastointimuodoissa kesti siemen seulotuissa männynkävyissä sekä kylmän, että lämpimän varaston olosuhteissa koko yhdeksän kuukauden pituisen varastoinnin kunnoltaan miltei muuttumattomana. Kesän lämpimät säätäkään eivät voineet taten varastoitua siementä merkittävästi heikentää. Tällaisia varastointimuotoja olivat: paperisäkkipino kylmässä (1), kangassäkkipino kylmässä (3), kangassäkkipino lämpimässä (4), matala laatikko kylmässä (7) ja korkea siilo kylmässä (8).

Varastoitaessa lumisia ja roskaisia käpyjä kylmän varaston paperisäkkipinossa (2) alkoi kuitenkin heti kesäkuun jälkeen siemenessä ilmetä itävyyden heikkenemistä, joka jatkui myöhemmin syksyllä lämpötilan alenemisesta huolimatta. Ei siis näytä olevan turvallista varastoida paperisäkkeihin suljettuja männynkäpyjäkään kevään ja kesän lämpimiin säihin saakka, jos ei ole varmuutta siitä, että kävyt ovat puhtaita ja kuivia.

Kylmän varaston hinkalossa (5) ja etenkin lämpimän varaston hinkalossa (6) varastoitujen seulottujen käpyjen siemenissä ilmeni lievää itävyyden heikkenemistä kesän aikana. Lämpimässä varastossa alkoi heikkeneminen kesäkuun alussa otetusta näytteestä alkaen, mutta kylmässä varastossa vasta syyskesällä. Tästä päätellen ei suurta hinkaloa eikä olosuhteiltaan sitä muistuttavaa korkeata ja laajaa käpykasaa voida suositella seulottujenkaan männynkäpyjen pitkäaikaiseen varastointiin.

Kokonaisuutena osoitti koe, että karistamoilla varastoiduissa männynkävyissä kestää siemen hyväkuntoisena pitkiäkin aikoja, jopa talvesta toiseen.



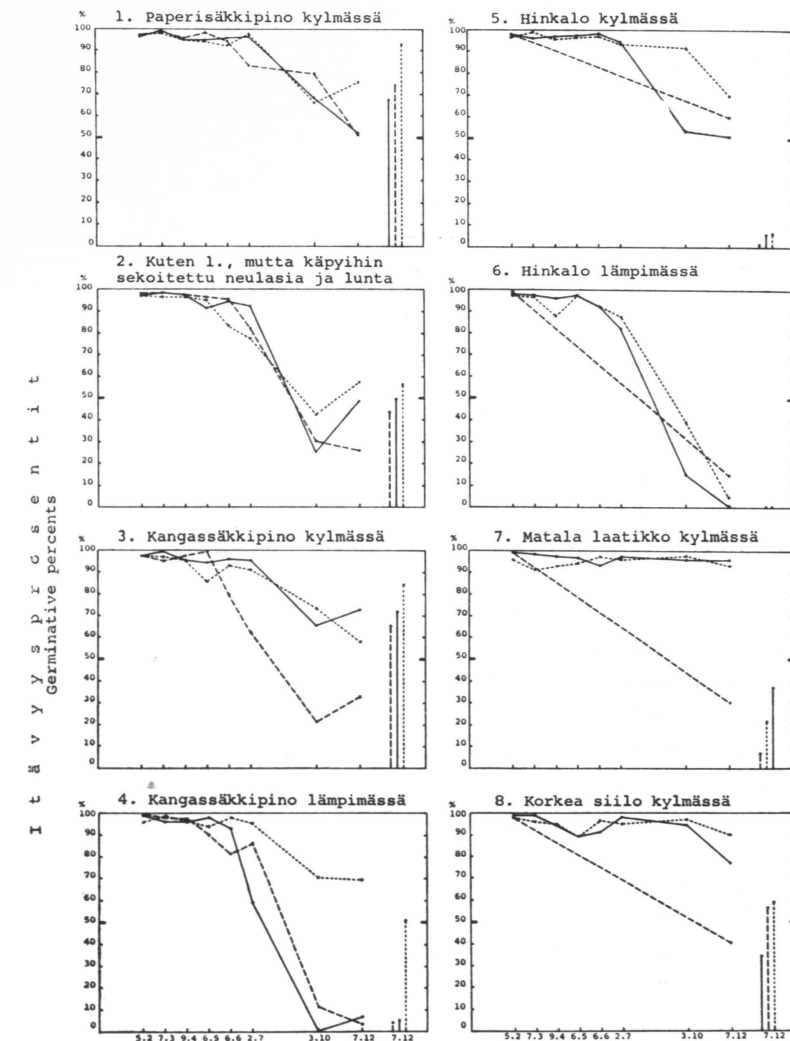
Käpynäytteiden ottoajankohdat v. 1954  
Dates of cone sampling in 1954

Merkkien selitys - Explanation of signs:

- = Varsinaiset näytteet Ordinary samples
- = Hartola
- = Padasjoki
- = Vertailunäytteet Comparison samples
- = Taivassalo

1. Pile of paper sacks kept at atmospheric temperature
2. As 1., but needles and snow have been added to the cones
3. Pile of cloth sacks at atmospheric temperature
4. Pile of cloth sacks kept indoors
5. Bin kept at atmospheric temperature
6. Bin kept indoors
7. Shallow box kept at atmospheric temperature
8. High container kept at atmospheric temperature

Kuva 5. Käpyvarastoinnin aikana männynsiemenen itävyydessä tapahtuneet muutokset varastointimuodoittain ja pitäjänierittäin.  
Fig. 5. Changes in the germinative capacity of pine seed during the storage period of cones according to the method of storage and place of origin.



Käpynäytteiden ottoajankohdat v. 1955  
Dates of cone sampling in 1955

Merkkien selitys - Explanation of signs:

- = Varsinaiset näytteet Ordinary samples
- = Hartola
- = Padasjoki
- = Vertailunäytteet Comparison samples
- = Taivassalo

1. Pile of paper sacks kept at atmospheric temperature
2. As 1., but needles and snow have been added to the cones
3. Pile of cloth sacks at atmospheric temperature
4. Pile of cloth sacks kept indoors
5. Bin kept at atmospheric temperature
6. Bin kept indoors
7. Shallow box kept at atmospheric temperature
8. High container kept at atmospheric temperature

Kuva 6. Käpyvarastoinnin aikana kuusensiemenen itävyydessä tapahtuneet muutokset varastointimuodoittain ja pitäjänierittäin.  
Fig. 6. Changes in the germinative capacity of spruce seed during the storage period of cones according to method of storage and place of origin.



*Kuusenkäpyjen* osalta nähdään varastointiaikaa koskevat tulokset kuvan 6 perusteella seuraavanlaisina.

Miltei kaikissa kokeiluissa varastointimuodoissa on siemenen itävyys alkanut jyrkästi huonontua jo kevätkesällä lämpimien säiden vaikutettua käpyihin jonkin aikaa.

Ensimmäiseksi näyttää tämä huononeminen alkavan lämpimän varaston hinkalossa (6) ja lämpimän varaston kangassäkeissä (4) heti toukokuun alussa tapahtuneen näytteenoton jälkeen. Kuvasta 8 nähdäänkin, että karistukset ovat pitäneet lämpimän varaston lämpötilaa helmi-toukokuun välisenä aikana jatkuvasti kylmän varaston lämpötilaa korkeampana ja että lämpimän varaston kävyt eivät koko tänä aikana ole ilmeisestikään olleet jäätyneinä.

Kylmässä varastossa näyttää paperisäkkien seuloituissa kävyissä (1), paperisäkkien lumisissa ja roskaisissa kävyissä (2), kangassäkeissä (3) ja hinkalossa (5) siemenen heikkenemisen alku siirtyvän vain vähän myöhäisemmäksi. Kääntein tarkkaa ajankohtaa ei tosin voida nähdä siitä syystä, että erittäin kuumien kesän 1955 takia jouduttiin elo- ja syyskuun näytteiden ottamisesta luopumaan.

Kahdessa varastointimuodossa, kylmän varaston matalassa laatikossa (7) ja korkeassa siilossa (8), on varsinaisten näytteiden siemen säilynyt itävyydeltään poikkeuksellisen hyvänä kokeen loppuun asti. Tässä suhteessa ilmenee jyrkkää eroavaisuutta toisaalta näiden, kokeen aikana liikuteltujen näytteiden ja toisaalta koko ajan koskemattomina olleiden vertailunäytteiden ja samoin koskemattoman Padasjoen käpyerän antamien itämistulosten välillä. Näyttää siltä, että näissä kahdessa, verrattain ilmastossa varastointimuodossa käpyjen vähäinenkin ja harvoin tapahtunut liikuttelu on auttanut ratkaisevasti itävyyden säilymistä.

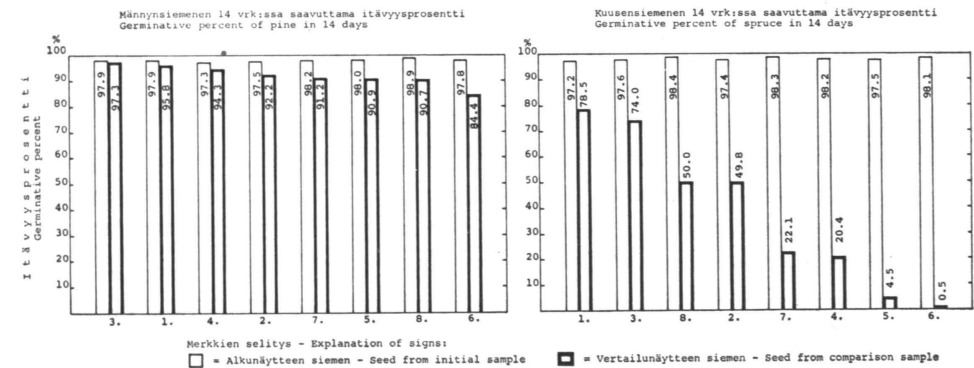
Koe kokonaisuudessaan osoittaa kuitenkin, että *kuusensiemenen käyttökelpoisuus on suuressa vaarassa, jos karistamattomien käpyjen varastointi pitkittyy talven kylmää aikaa pitemmäksi.*

Yhteisenä sekä männyn- että kuusenkäpyille on eräs varsinaisten näytteiden ja vertailunäytteiden antamien tulosten suhdetta koskeva havainto tehtävissä kuvista 5 ja 6. Säkkivarastoinnin eri muodoissa ovat vertailunäytteet antaneet yleensä joko yhtä hyviä taikka hiukan parempia tuloksia kuin varsinaiset näytteet. Sen sijaan hinkalo-, laatikko- ja siilovarastoinnissa tämä suhde on päinvastainen. Tähän on voinut vaikuttaa vertailunäytteiden ottamistapa säkkivarastoja purettaessa — mahdollisimman kaukaa säkkien keskellä sijaitsevasta varsinaisten näytteiden ottokohdasta. Vertailunäytteet ovat täten tulleet otetuiksi läheltä säkkien päitä, joiden kohdalla ilman liikkuminen säkkikasan rakojen vuoksi on ollut ehkä helpointa. Kun hinkaloiden, laatikon ja siilon vertailunäytteiden ottokohta taas oli kaikilta puoliltaan tiiviin ja paksun tuoreiden käpyjen kerroksen ympäröimä (vrt. kuva 2), eivät vertailunäytteiden ottokohdat säkeissä ja laudoista rakennetuissa varastointisäiliöissä ole ehkä olleet samassa asemassa. Mikäli kuitenkin säkkivarastoinnin yhteydessä käytetään sopivaa ristipinontaa tai välilautoja säkkikerrosten välissä, on tämä ero todellisten karistamolosuhteiden mukainen eikä aiheuta virhettä kokeen tuloksiin.

Kuvista 5 ja 6 näkyy myös, että sekä männyn- että kuusenkäpyjen säkkivarastoinnin eri muodoissa esiintyy kahden viimeisen näytteenoton välillä itävyyden nousua, jonka syytä ei ole voitu löytää. Pienet erot karistetun siemenen odotusajoissa ennen kunkin erän idätystä (vrt. taulukko 1) sekä idätysten vaihtelevat vuodenaajat (Schmidt 1930, b) eivät riitä ilmiötä selittämään.

### Varastointitapa

Selvimmäksi kehittyneen kuvan eri varastointitapojen vaikutuksesta kävyissä olevien siementen itävyyteen saa vertaamalla käpyvarastoja purettaessa otettujen alkunäytteiden idätystuloksia varastoja purettaessa otettujen vertailunäytteiden tuloksiin. Tällöin on varastointiajan pituus sallinut siemeniin kohdistuneiden vaikutusten kehittyä mahdollisimman voimakkaiksi ja varastointimuotojen erojen jyrkimmiksi. Näitä kahta näyteryhmää käyttämällä saadut itävyydet esitetään rinnakkain kuvassa 7. Prosenttiluvut ovat Hartolan, Padasjoen ja Taivassalon pitäjän eri itävyyksien keskiarvoja. Saman puulajin alku- ja vertailunäytteet on idätetty noin vuoden väliajoin, mutta karistettuina varastoiduilla alkunäytteiden siemenillä suoritettujen kontrollidätykset osoittavat, että idätysolosuhteet tai siemenen luonnollinen vanheneminen tänä aikana eivät ole merkittävästi vaikuttaneet tuloksiin.



1. Paperisäkkipino kylmässä — Pile of paper sacks kept at atmospheric temperature
2. Kuten 1., mutta käpyihin sekoitettu neulasia ja lunta — As 1., but needles and snow have been added to the cones
3. Kangassäkkipino kylmässä — Pile of cloth sacks at atmospheric temperature
4. Kangassäkkipino lämpimässä — Pile of cloth sacks kept indoors
5. Hinkalo kylmässä — Bin kept at atmospheric temperature
6. Hinkalo lämpimässä — Bin kept indoors
7. Matala laatikko kylmässä — Shallow box kept at atmospheric temperature
8. Korkea siilo kylmässä — High container kept at atmospheric temperature

Kuva 7. Männyn- ja kuusensiemenen itävyydet käpyvarastoinnin alkaessa ja päättyessä Hartolan, Padasjoen ja Taivassalon pitäjän eri keskiarvoina.

Fig. 7. Germinative capacity of seeds of pine and spruce at the beginning and end of cone storage, expressed as averages of the seeds originating in Hartola, Padasjoki, and Taivassalo parishes.

Männyn ja kuusen vertailunäytteiden itävyyksiä vertailtaessa on kuitenkin muistettava, että kokonaisvarastointiajat männyn- ja kuusenkävyillä olivat eripituiset, männynkävyillä 267 vrk ja kuusenkävyillä 304 vrk. Tämän aikaeron merkitystä pienentää se, että kuusenkäpyjen pitemmästä varastointiajasta suurin osa, 26 vrk, oli vuoden 1955 helmikuun loppua ja maaliskuun alkua, jolloin kävyt olivat kylmässä varastossa jatkuvasti jäässä.

*Männynkäpyjen* eri varastointimuodoista otetut alkunäytteet olivat saman yhtenäiseksi sekoitetun käpyerän toistonluontoisia näytteitä, joiden itävyydessä on vain sattumasta johtuvia eroja. Siitä syystä on lähtökohdaksi varastointimuotojen vaikutuksen arvioinnille laskettu kaikista näistä saatujen itävyyksien keskiarvo 97,9 %. Varastointimuodot on asetettu hyvyysjärjestykseen sen erotuksen suuruuden mukaan, mikä saatiin vähentämällä tästä itävyydestä kunkin varastointimuodon vertailunäytteen antama itävyys. Täten muodostui varastointimuotojen hyvyysjärjestys seuraavaksi:

Varastointimuodot hyvyysjärjestyksessä	Varastointi- muodon numero	Itävyys heti käpyvarastoinnin jälkeen, %	Itävyyden alenemi- nen käpyvaras- toinnin aikana, %
Kangassäkipino kylmässä	3	97,3	0,6
Paperisäkipino kylmässä	1	95,8	2,1
Kangassäkipino lämpimässä	4	94,3	3,6
Paperisäkipino kylmässä.	2	92,2	5,7
Käpyihin sekoitettu neulasia ja lunta			
Matala laatikko kylmässä	7	91,2	6,7
Hinkalo kylmässä	5	90,9	7,0
Korkea siilo kylmässä	8	90,7	7,2
Hinkalo lämpimässä	6	84,4	13,5

Normaaliin tapaan suoritettu tulosten varianssianalyysi (S n e d e c o r 1956) osoittaa keskiarvojen eroavan toisistaan 99 %:n merkitsevyydellä.

*Kuusenkäpyjen* alkunäytteistä laskettu itävyyksien keskiarvo tuli täsmälleen samaksi kuin männynkävyilläkin, 97,9 %, ja siitä lasketut itävyyden alenemiset määräsivät kuusenkäpyjen varastointimuodot seuraavaan hyvyysjärjestykseen:

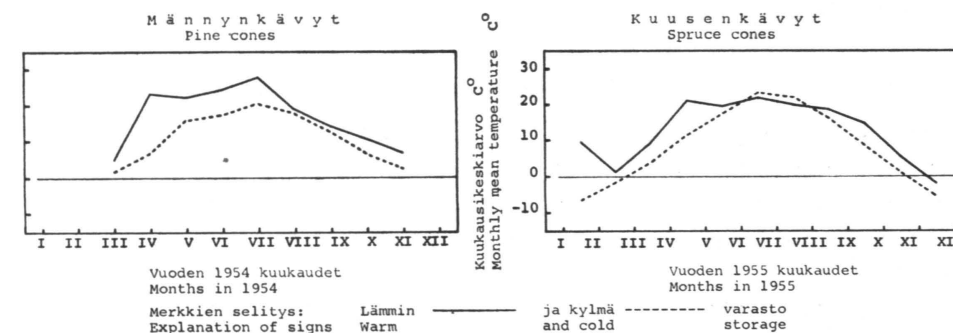
Varastointimuodot hyvyysjärjestyksessä	Varastointi- muodon numero	Itävyys heti käpyvarastoinnin jälkeen, %	Itävyyden alenemi- nen käpyvaras- toinnin aikana, %
Paperisäkipino kylmässä	1	78,5	19,4
Kangassäkipino kylmässä	3	74,0	23,9
Korkea siilo kylmässä	8	50,0	47,9
Paperisäkipino kylmässä.	2	49,8	48,1
Käpyihin sekoitettu neulasia ja lunta			
Matala laatikko kylmässä	7	22,1	75,8
Kangassäkipino lämpimässä	4	20,4	77,5
Hinkalo kylmässä	5	4,5	93,4
Hinkalo lämpimässä	6	0,5	97,4

Varianssianalyysi osoittaa keskiarvojen eroavan toisistaan 99,9 %:n merkitsevyydellä.

### Varaston lämpötila

Niin männyn- kuin kuusenkäpyjenkin varastoinnin aikana mitattiin varastojen lämpötilat päivittäin lukemalla ne klo 12 yhden C° tarkkuudella. Lämpömittarit oli kiinnitetty sekä kylmässä että lämpimässä varastossa hinkaloiden ulkoseinään noin yhden metrin korkeudelle. Ajoittain tarkistettiin mittauksen suorittamista itsepiirtävällä mittarilla, joka oli sijoitettu kylmän varaston hinkalon päälle. Samoin saatiin jonkin verran tietoja myös kylmän varaston hinkalon sisälämpötiloista piirtävällä mittarilla, jonka lämpöherkkä kärki oli upotettu käpykerrosten sisäosiin. Koska viimeainitut mittaukset kuitenkin jäivät katkonaisiksi piirtureitten tuottaessa pettymyksiä ennen kaikkea kylmimmillä säillä, käsitellään oheisessa tarkastelussa vain lukemalla saatuja mittaustuloksia. Niitä käytettäessä on otettava huomioon, että ainoastaan keskipäivällä mitatut lämpötilat sekä niiden keskiarvot eivät anna kuvaakaan varsinaisista vuorokausien tai niiden jaksojen keskilämpötiloista, vaan kuvaavat pelkästään mittaussajakohdan suhteellisen korkeita lämpötiloja.

Kuva 8 esittää täten mitattujen lämpötilojen kuukausikeskiarvojen kehitystä kylmässä ja lämpimässä varastossa männyn ja kuusen käpyjen koevarastointien koko aikana.



Kuva 8. Päivittäin klo 12 mitatun lämpötilan kuukausikeskiarvon vaihtelu männyn- ja kuusenkäpyjen varastoissa.

Fig. 8. Variation of monthly mean temperatures, based on daily readings of the temperature taken at noon, in the storage rooms.

*Männynkäpyjen* lämpimässä varastossa on mitattujen lämpötilojen keskiarvo ollut tuntuvasti korkeampi kuin kylmässä kokeen alusta aina heinäkuun loppuun saakka. Erityisesti huhtikuun aikana on ero ollut suuri, n. 15 C°. Lämpötilojen keskiarvot eivät ole laskeneet 0 C°:n alapuolelle, joskin muutamina yksityisinä päivinä näin tapahtui molemmissa varastoissa kokeen alku- ja loppukuukausina.

Lämmön vaikutuksesta kävyissä olleen männynsiemenen itävyyteen voidaan tehdä huomioita vertaamalla kuvassa 5 varastointimuotojen 3 ja 4 sekä 5 ja 6 antamia tuloksia. Pitkäaikaisesta lämpötilaerosta huolimatta eivät itävyyserot kylmään ja lämpimään varastoon sijoitetuilla muuten samanlaisilla varastointitavoilla ole kovin suuret. Tämä näkyy niin varsinaisista kuin vertailunäytteistäkin. Lämpö on vaikuttanut

hinkalossa enemmän kuin kangassäkeissä todennäköisesti siitä syystä, että hinkalossa on ollut lisävaikutajana vielä kosteus. Tätä olettamusta tukee sekin, että vaikutus on ollut selvin, 6,5 %, hinkalon koskemattomissa vertailunäytteissä.

*Kuusenkäpyjen* lämpimän varaston lämpötila on ollut korkeampi kuin kylmän helmikuun alusta toukokuun loppuun. Erityisen suuri ero on ollut helmikuussa, ja vaikutusta lisää vielä se, että kylmän varaston kävyt ovat kokeen alusta huhtikuun alkuun saakka olleet ilmeisesti myöskin *jäässä*. Kesä-, heinä- ja elokuun ajalta ei selviä lämpötilaeroja ole varastojen välillä todettavissa. Syyskuusta kokeen päättymiseen saakka on lämpimän varaston lämpötila kuitenkin jälleen ollut hieman korkeampi kuin kylmän.

Kuvasta 6 nähdään, että kuusenkäpyihin, joiden vesipitoisuus karistusten yhteydessä tehtyjen punnitusten mukaan on ollut suurempi kuin männynkäpyjen (karistuskeveneminen oli männynkävyillä noin 16 % tuorepainosta ja kuusenkävyillä noin 24 %), on lämmön vaikutus sekä kangassäkeissä että hinkalossa ollut haitallisempi kuin männynkäpyihin. Molemmista varastointitavoissa osoittavat varsinaisten näytteiden siementen itävyydet kylmän varastoinnin selvästi edullisemmaksi. Vertailunäytteiden tuloksissa voidaan kylmän varastoinnin paremmuus nähdä vain kangassäkki-varastoinnissa (53,6 %), koska hinkalossa on itävyys miltei täydelleen tuhoutunut sekä kylmässä että lämpimässä varastossa.

#### Käpyjen lumisuus ja roskaisuus

Verrattaessa siemenen itävyyden säilymistä kylmän varaston paperisäkeissä toisaalta puhtaiksi seulotuissa *männynkävyissä* (1) ja toisaalta lumella ja roskilla sekoitetuissa männynkävyissä (2), havaitaan kuvasta 5 itävyyden muutoksissa näiden varastointimuotojen välillä selvä ero. Käpyjen lumisuus ja roskaisuus on kesäkuun lopusta lähtien alkanut heikentää varsinaisten näytteiden siementen itävyyttä, ja tilanne on varastoinnin pitkittyessä edelleen huonontunut. Vertailunäytteiden siemenellä ei tämä ero seulottujen käpyjen hyväksi kuitenkaan ole suuri, vain 3,6 % (kuva 7).

*Kuusenkäpyjen* siemenillä havaitaan kuvasta 6 samansuuntainen itävyyksien ero varastointimuotojen 1 ja 2 välillä. Nyt on vertailunäytteissä tämä ero seulottujen käpyjen hyväksi kuitenkin paljon suurempi kuin männynsiemenellä todettu, 28,7 % (kuva 7).

Käpyjen lumisuus ja roskaisuus johtaa siis männynkäpyjen varastoinnissa ja erityisesti kuusenkäpyjen varastoinnissa merkittävästi nopeampaan siemenen itävyyden alenemiseen kuin mitä tapahtuu varastoitaessa kävyt puhtaiksi seulottuina ja kuivina.

#### Käpykerroksen paksuus

Käpykerroksen paksuuden vaikutuksesta voidaan tehdä havaintoja kuvan 5 avulla *männynkäpyjen* osalta vertaamalla kylmän varaston matalan laatikon (7) ja kapean siilon (8) antamia itävyyksiä niihin itävyyksiin, jotka on saatu kylmän varaston hinka-

losäilytyksessä (5). Kuvasta havaitaan, että paksu männynkäpykerros on antanut vain merkityksettömän vähän huonompia tuloksia kuin ohut kerros.

Erittäin selvä ero ohuiden ja paksujen käpykerrosten välillä ilmenee sen sijaan *kuusenkäpyjen* varastoinnissa verrattaessa toisiinsa vastaavien varastointimuotojen antamia itävyyksiä kuvan 6 avulla. Matalassa laatikossa (7) ja kapeassa siilossa (8) on siemenen itävyys Hartolan ja Taivassalon käpyerissä, joista näytteitä on otettu säännöllisesti, säilynyt selvästi paremmin kuin hinkalossa (5). Vertailunäytteissä on itävyys alentunut alkunäytteiden itävyydestä kaikilla pitäjänereillä, keskimäärin vähiten siilossa (48,4 %), hiukan tätä enemmän laatikossa (76,2 %) ja eniten hinkalossa (93,0 %).

#### Puulaji

Edelläsuoritetusta tulosten esittelystä on jo monin tavoin ilmennyt, että männyn- ja kuusenkävyt ovat varastointikestävyydeltään täysin erilaisia.

*Männynkävyissä* säilyi siemen elinvoimaltaan miltei muuttumattomana läpi yhdeksän kuukauden varastointiajan useimmissa kokeilluista varastointimuodoista. Siemenen elinvoimaan pystyivät lisääntyvä kosteus, lämpö ja käpykerroksen paksuus vain vähän vaikuttamaan. Huonoinkin kokeiltu varastointimuoto, lämpimän varaston hinkalo, alensi männynsiemenen itävyyttä 267 vuorokauden varastointiaikana kaikilla kolmella pitäjänereillä keskimäärin ainoastaan 13,5 %.

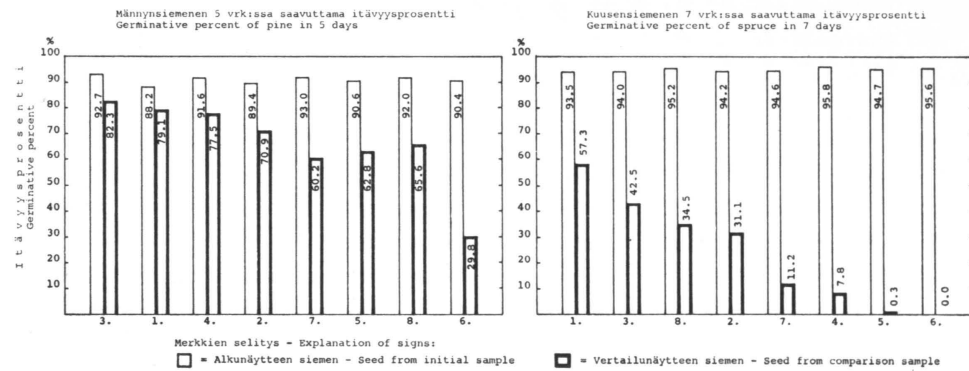
Sensijaan *kuusenkäpyjen* siemenissä oli itävyyden aleneminen lämpimän varaston hinkalossa 304 vuorokauden varastointiaikana 97,4 %. Jopa parhaimmaksi-kin osoittautuneessa kuusenkäpyjen varastointimuodossa, kylmän varaston paperisäkeissä, aleni siemenen itävyys 19,4 %. Tämä on lähes 6 % enemmän kuin männynsiemenen itävyyden aleneminen männynkäpyjen *huonoimmassa* varastointimuodossa.

Suoritettu koe on siis jälleen vakuuttavalla tavalla osoittanut oikeaksi vanhan käsityksen männynkäpyjen hyvästä ja kuusenkäpyjen huonosta varastointikelteisyydestä. Männyn- ja kuusenkävyt näyttävätkin olevan tässä suhteessa niin täysin erilaisia, että myös niiden *käsittelyn ja hoidon karistamoilla* tulisi ilmeisesti olla kaksi toisistaan täysin erillään pidettävää asiaa.

#### Siemenen itämisnopeuden muuttuminen käpyvarastoinnin aikana

Tietyissä ajassa saavutettu kokonaisitävyys ei tyhjentävästi kuvaa siemenen käytökelteisyyttä kenttäoloissa. Tärkeä ominaisuus on myöskin kasvutarmo, joka ilmenee siemenen nopeana suotuisan tilanteen hyväksikäyttökäytönä, itämisnopeutena. Kehityksensä alkuvaiheissa hitaat siemenet voivat sortua niiden kanssa kilpaa kehittyvien, tuhoavien voimien uhreiksi yleisemmin kuin ripeästi taimiksi kehittyvät siemenet.

Kuvan 9 avulla voidaan vertailla männyn- ja kuusensiemenessä käpyvarastoinnin aikana tapahtunutta itämisnopeuden muuttumista varastointimuodoittain. Sekä koeken alussa otettujen alkunäytteiden, että koetta purettaessa otettujen vertailunäytteiden itävyysprosentit ovat jälleen Hartolan, Padasjoen ja Taivassalon käpyeristä saatuja keskiarvoja. Prosenttilukuja esittävät pylväät on sijoitettu samaan varastointimuotojen hyvyysjärjestykseen, jota jo aikaisemminkin on käytetty.



- Merkkien selitys - Explanation of signs:  
 □ = Alkunäytteen siemen - Seed from initial sample  
 ■ = Vertailunäytteen siemen - Seed from comparison sample
1. Paperisäkkipino kylmässä — Pile of paper sacks kept at atmospheric temperature
  2. Kuten 1., mutta käpyihin sekoitettu neulasia ja lunta — As 1., but needles and snow have been added to the cones
  3. Kangassäkkipino kylmässä — Pile of cloth sacks at atmospheric temperature
  4. Kangassäkkipino lämpimässä — Pile of cloth sacks kept indoors
  5. Hinkalo kylmässä — Bin kept at atmospheric temperature
  6. Hinkalo lämpimässä — Bin kept indoors
  7. Matala laatikko kylmässä — Shallow box kept at atmospheric temperature
  8. Korkea siilo kylmässä — High container kept at atmospheric temperature

Kuva 9. Männyn- ja kuusensiemenen itämisnopeudet käpyvarastoinnin alkaessa ja päättyessä Hartolan, Padasjoen ja Taivassalon pitäjänerien keskiarvoina.  
 Fig. 9. Germinative speed of seeds of pine and spruce at the beginning and end of cone storage, expressed as averages of the seeds originating in Hartola, Padasjoki, and Taivassalo parishes.

Männynsiemenen osalta nähdään, että alkunäytteiden useimmissa toistonluontoisissa siemenierissä on jo viiden ensimmäisen vuorokauden aikana saavutettu 90 %:n itävyys, että käpyvarastointi on tuntuvasti alentanut itämisnopeutta ja että alenemisen määrä on riippuvainen käpyjen varastointimuodosta. Tulokset asettavat eri varastointimuodot suunnilleen samaan hyvyysjärjestykseen kuin kokonaisuutensa perusteella tulokset. Säikeissä varastointi (1, 2, 3 ja 4) näyttää olevan myös itämisnopeuden kannalta suotuisa varastointimuoto, lämmin hinkalovarastointi (6) taas huono. Kylmään varastoon sijoitetun matalan laatikon (7) antaman tuloksen huonous, samoin kuin kylmän varaston siilon (8) tuloksen hyvyys poikkeavat kokonaisuutensa perusteella järjestyksestä.

Myös kuusensiemenen osalta havaitaan, että kävyissä varastoimaton alkunäytteen siemen on itänyt erittäin nopeasti ja tasaisesti kaikissa erissä. Käpyvarastointi on

kuitenkin alentanut kuusensiemenen itämisnopeutta huomattavasti enemmän kuin männynsiemenen ja itämisnopeuden määräämää varastointimuotojen hyvyysjärjestys on nyt aivan sama kuin kokonaisuutensa perusteella saatu. Aikaisemminkin huonommaksi todetussa varastointimuodossa, lämpimän varaston hinkalossa (6), on itämisnopeus hidastunut jopa niin paljon, että yksikään siemen ei ole itänyt ensimmäisten seitsemän vuorokauden aikana.

Itämisnopeus aleni käpyvarastoinnin aikana männynsiemenellä 10,4—60,6 % ja kuusensiemenellä 36,2—100,0 % käpyjen varastointimuodosta riippuen. Itämisnopeus aleni siis *enemmän* kuin kahdessa viikossa saavutettu varsinainen itävyys.

### Käpyvarastoinnin vaikutus siemenen myöhempään varastointikestävyyteen

Käpyvarastoinnin vaikutusta siementen itämisnopeuden säilymiseen myöhemmän siemenvarastoinnin aikana voitiin tutkia alkuperäisistä idätyksistä ylijääneiden siemenien avulla. Tammikuussa 1955 männyn vertailunäytteiden alkuperäisten idätyksen yhteydessä ryhdyttiin näitä siemeniä tallettamaan vahalla tiivistetyin korkein suljettuihin lasiputkiin. Kuusensiementen idätyksen päättyessä tammikuussa 1956 siirrettiin kaikki näin kertyneet lasiputket laboratorion siemenkellariin, jossa ne olivat varastoituina vuoden 1962 loppupuolelle asti —2 C°:n lämpötilassa. Seuraavassa tarkastelussa verrataan näin varastoidun siemenen vuonna 1962 uusintaidätyksessä antamia idätystuloksia samoilla siemenierillä vuosina 1954—56 heti karistuksen jälkeen saatuihin tuloksiin. Vertailuja suoritettaessa on otettava huomioon, että siemenierät ovat läpikäyneet jossain määrin toisistaan poikkeavia vaiheita niin kävyissä, paperipusseissa kuin lasiputkissakin varastoituina. Nämä varastointivaiheet selviävät parhaiten seuraavasta asetelmasta:

Siemeniä	Varastointitapa					
	Kävyissä	Paperipusseissa huoneenlämmössä	Lasiputkissa huoneenlämmössä	—2 C°:n lämmössä	+7 C°:n lämmössä	Yht.
Varastointiaika kuukausina						
Männyn vertailunäyte	9	2	11	78	5	105
Kuusen alkunäyte	0	0	11	78	5	94
Kuusen vertailunäyte	10	0	1	78	5	94

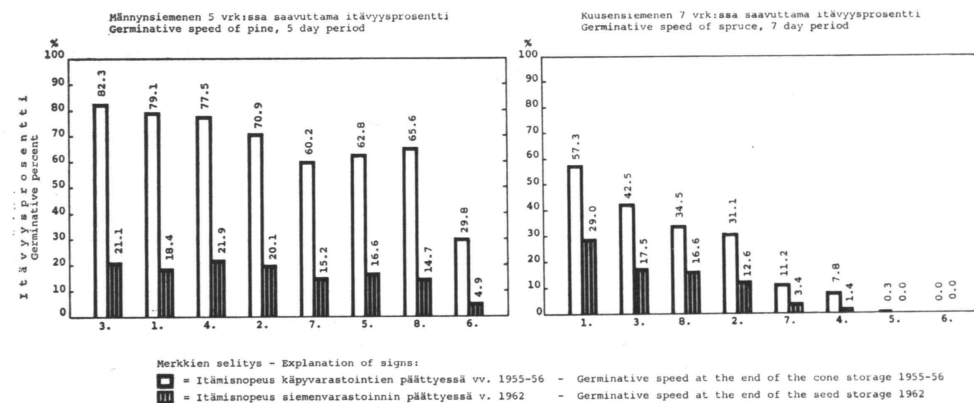
Ennen seuraavaa tarkastelua on hyvä panna merkille myös se, että kaikista siemenieristä kuusen vertailunäytteen siemenet ovat karistuksen jälkeen olleet suotuisimmin varastoituina, koska ne lasiputkissa ovat olleet huoneenlämmön vaikutuksen alaisina vain yhden kuukauden pituisen ajan.



Vuonna 1962 idätettiin kaikki vertailtavat siemenet yhtäaikaaisesti kahdessa idätysaltaassa siten, että toiseen sijoitettiin kuusen- ja toiseen männynsiemenet. Jokaisen sadan siemenen toistoerän sijainti altaissa määrättiin tällä kerralla arpomalla. Täten saatiin uusintaidätyksessä edellisten tulosten lisäksi mahdollisuus tarkistaa, olivatko idätysten tuloksiin vaikuttaneet vuodenaika, muiden olosuhteiden vaihtelu tai toistojen ryhmittäinen sijoittaminen idätysaltaisiin.

#### Itävyyden ja itämisenopeuden säilyminen siemenvarastoinnin aikana

Idätystulokset männyn vertailunäytteen siemenillä, sekä alkuperäisissä idätyksissä että uusintaidätyksessä, on esitetty kuvassa 10, josta nähdään, että 8 vuoden pituisen siemenvarastoinnin aikana on kaikista männynkäpyjen varastointimuodoista saatujen vertailunäytteiden siementen itävyys selvästi alentunut, ja että uusintaidätyksessä saatu idätystulos on hyvin suuressa määrin samansuuntainen alkuperäisessä idätyksessä saadun tuloksen kanssa. Varastointimuotojen hyvyysjärjestys on muuttumaton yhtä poikkeusta lukuunottamatta. Varastointimuoto 5, kylmän varaston hinkalo, on antanut uusintaidätyksessä asemaansa hiukan paremman tuloksen. Ne pienehköt erot, jotka männynkäpyjen eri varastointimuotojen näytteillä oli itävyydessä todettu jo alkuperäisissä idätyksissä, ilmenivät hyvin samantapaisina vielä uusintaidätyksessäkin.



- Merkkien selitys - Explanation of signs:
- = Itämisenopeus käpyvarastointien päättyessä vv. 1955-56 - Germinative speed at the end of the cone storage 1955-56
  - ▨ = Itämisenopeus siemenvarastoinnin päättyessä v. 1962 - Germinative speed at the end of the seed storage 1962
1. Paperisäkkipino kylmässä — Pile of paper sacks kept at atmospheric temperature
  2. Kuten 1., mutta käpyihin sekoitettu neulasia ja lunta — As 1., but needles and snow have been added to the cones
  3. Kangassäkkipino kylmässä — Pile of cloth sacks at atmospheric temperature
  4. Kangassäkkipino lämpimässä — Pile of cloth sacks kept indoors
  5. Hinkalo kylmässä — Bin kept at atmospheric temperature
  6. Hinkalo lämpimässä — Bin kept indoors
  7. Matala laatikko kylmässä — Shallow box kept at atmospheric temperature
  8. Korkea siilo kylmässä — High container kept at atmospheric temperature

Kuva 10. Itävyyden aleneminen männyn- ja kuusenkäpyjen vertailunäytteiden siemenellä käpyvarastointia seuranneen 7—8 vuoden pituisen siemenvarastoinnin aikana.  
Fig. 10. Decrease in germinative capacity of the comparison samples of pine and spruce seed during the 7—8 year period of seed storage after storage in cones.

Kuusensiemenen osalta voidaan kuvasta 10 edelleen todeta, että itävyys kaikissa kuusen vertailunäytteiden siemenereissä on alentunut, joskin vähemmän kuin männynsiemenellä, ja että uusintaidätyksen tulosten yhdenmukaisuus aikaisemmin saatujen tulosten kanssa on jopa odottamattoman täydellinen. Varastointimuotojen hyvyysjärjestyksessä ei ilmene yhtään poikkeusta alkuperäisissä idätyksissä saadusta hyvyysjärjestyksestä.

Sekä männyn- että kuusensiemenellä uusintaidätyksessä saatujen tulosten yhdenmukaisuudesta alkuperäisten idätysten tulosten kanssa voidaan siten päätellä, että se kuva, minkä alkuperäiset idätykset antoivat käpyvarastoinnin eri muotojen vaikutuksesta itävyyteen, on ilmeisesti ollut oikea.

Idätysalustan homogeenisuuden tutkimiseksi suoritettiin myös tilastollisin menetelmin vertailuja saman siemenereän eri maljojen välillä. Niissä voitiin odottaa itävyyso prosenttien olevan likipitään samat. Alkuperäisissä idätyksissä edusti jokaisen varastointimuodon kutakin pitäjänereää 4 sadan siemenen maljaa ja uusintaidätyksessä 2 maljaa. Koska käytettiin hyvin sekoitettuja siemenereä, voitiin odottaa saman erän maljoissa itävien siementen lukumäärän noudattavan binomijakautumaa. Tämän perusteella voitiin laskea maljan siementen itävyyso prosenttien nk. sisäinen vaihtelu

$$S_1^2 = \frac{npq}{10000} \quad \text{jossa}$$

$n$  = siementen lukumäärä (= 100)

$p$  = itävyyso prosentti maljalla

$q$  =  $100-p$

vapausasteiden lukumäärä  $n-1$  (= 99).

Samaan siemenereään kuuluvien maljojen välinen vaihtelu, näitten maljojen itävyyso prosenttien varianssi, saatiin taas kaavasta

$$S_2^2 = \frac{1}{N-1} \sum (p - \bar{p})^2, \quad \text{vapausasteita } N-1, \quad \text{jossa}$$

$p$  = itävyyso prosentti maljalla

$\bar{p}$  = siemenereän keskimääräinen itävyyso prosentti  $\frac{1}{N} \sum p$

$N$  = yhden siemenereän maljojen lukumäärä.

Idätysalustan ollessa homogeeninen voidaan näiden kahden varianssin odottaa olevan likipitään yhtäsuuret. Heterogeenisuus taas vaikuttaisi sen, että  $S_2^2$  olisi huomattavasti suurempi kuin  $S_1^2$  ainakin silloin, kun maljojen sijainti on arvottu (uusintaidätys). Vertailua varten yhdistettiin useiden siemenereien tulokset:

Alkuperäiset idätykset (ei arvontaa), männyn alkunäytteet:

Maljojen välinen vaihtelu  $S_2^2 = 2.06$ , vapausasteita 72

Maljojen sisäinen vaihtelu  $S_1^2 = 2.03$ , vapausasteita 9504

Varianssisuhde  $F = S_2^2/S_1^2 = 1.02$

Uusintaidätyt (maljojen sijainti idätysaltaassa arvottu), Kuusen alkunäytteet Har-  
tolan ja Padasjoen pitäjänieristä:

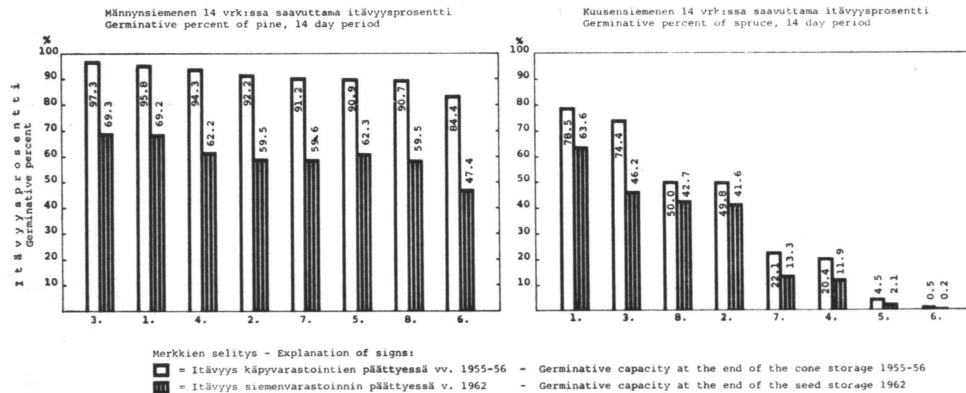
Maljojen välinen vaihtelu  $S_2^2 = 3.84$ , vapausasteita 16

Maljojen sisäinen vaihtelu  $S_1^2 = 6.15$ , vapausasteita 3168

Varianssisuhde  $F = 0.62$

Tutkituissa tapauksissa ei siis voitu havaita idätysalustan heterogeenisuutta mer-  
kitseväksi. Tästä voidaan taas edelleen päätellä, että maljojen sijoittaminen idätys-  
altaiin arvonnin perusteella alkuperäisissä idätyksissä vuosina 1954—56 männyn  
ja kuusen alkunäytteillä *ei olisi olennaisesti vaikuttanut idätystuloksiin.*

Itämisenopeuden osalta taas nähdään kuvasta 11, että viiden vuorokauden itä-  
vyys männyllä ja seitsemän vuorokauden itävyys kuusella ovat siemenen myöhemmän,  
7—8 vuotta kestäneen varastoinnin aikana alentuneet huomattavasti *enemmän* kuin  
14 vuorokaudessa saavutettu kokonaisitävyys (kuva 10), ja että varastointitapojen  
hyvyyjärjestys uusintaidätyksessä on jälleen ja erityisesti kuusensiemenellä hyvin  
samantapainen kuin alkuperäisissä idätyksissä.



- Merkkien selitys - Explanation of signs:  
 □ = Itävyys käpyvarastointien päätyessä vv. 1955-56 - Germinative capacity at the end of the cone storage 1955-56  
 ■ = Itävyys siemenvarastoinnin päätyessä v. 1962 - Germinative capacity at the end of the seed storage 1962
1. Paperisäkkipino kylmässä — Pile of paper sacks kept at atmospheric temperature
  2. Kuten 1., mutta käpyihin sekoitettu neulasia ja lunta — As 1., but needles and snow have been added to the cones
  3. Kangassäkkipino kylmässä — Pile of cloth sacks at atmospheric temperature
  4. Kangassäkkipino lämpimässä — Pile of cloth sacks kept indoors
  5. Hinkalo kylmässä — Bin kept at atmospheric temperature
  6. Hinkalo lämpimässä — Bin kept indoors
  7. Matala laatikko kylmässä — Shallow box kept at atmospheric temperature
  8. Korkea siilo kylmässä — High container kept at atmospheric temperature

Kuva 11. Itämisenopeuden aleneminen männyn- ja kuusenkäpyjen vertailunäytteiden siemenellä käpy-  
varastointia seuranneen 7—8 vuoden pituisen siemenvarastoinnin aikana.  
Fig. 11. Decrease in the germinative speed of the comparison samples of pine and spruce seed  
during the 7—8 year period of seed storage after storage in cones.

Se, että itämisenopeus tässä tutkimuksessa käytetyssä merkityksessä alenee *no-  
peammin* kuin kokonaisitävyys, on näennäisestä epäjohtonmukaisuudesta huoli-  
matta nähtävästi oikea ja luonnollisella tavalla selitettävissä oleva tulos. Hyvä-

kuntoinen männyn- ja kuusensiemen itää vilkkaimmin 4—6 vuorokauden kuluttua  
idätyksen alkamisesta nyt käytetyissä olosuhteissa. Itäneiden siementen yhteisluku-  
määrä saavuttaa siis lähes maksimi-arvon jo kauan ennen neljäntoista vuorokautta,  
ja viimeisinä vuorokausina ennen tätä ajankohtaa tapahtuu vain vähäisiä muutoksia.  
Kun siemenen itäminen vanhenemisesta tai muista syistä johtuvan heikentymisen ta-  
kia hidastuu, siirtyy vilkkain itäminen tapahtumaan vasta 4.—6. vuorokauden  
*jälkeen*. Tällöin itävyysprosentin aleneminen juuri *tällä* ajankohdalla, tässä tutkimuk-  
sessa siis itämisenopeus, alenee voimakkaasti. Itäminen ennättää nytkin tapahtua suu-  
rimmaksi osaksi jo ennen neljäntoista vuorokautta, joten sen ajankohdan itävyys-  
prosentin mukaan määräytyvän kokonaisitävyyden aleneminen on itämisenopeuden ale-  
nemistä vähäisempi.

#### Itävyyden ja itämisenopeuden heikkeneminen kävyissä varastoidulla ja kävyissä varastoimattomalla kuusensiemenellä

Lopuksi on mielenkiintoista selvittää missä määrin itämiskyvyssä tapahtui heik-  
kenemistä käpy- ja siemenvarastoinnin *yhteenlaskettuna* aikana toisaalta alkunäytteistä  
saadulla, vastakerättyjen käpyjen siemenellä ja toisaalta vertailunäytteistä saadulla,  
10 kuukauden käpyvarastoinnin läpikäyneellä siemenellä. Tällaiseen vertailuun on  
mahdollisuus vain kuusensiemenen osalta, koska idätyksistä ylijääneen alkunäytteen  
siemenen tallettaminen ilmanpitävästi lasiputkiin aloitettiin vasta kuusenkäpyjen  
varastointikokeen yhteydessä.

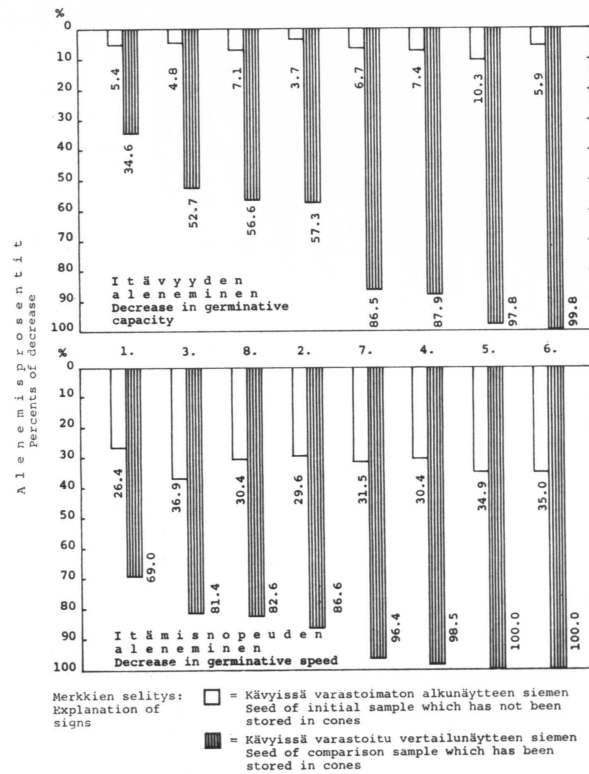
Juuri kuusensiemenen osalta tällainen vertailu onkin erityisen mielenkiintoinen  
ja tärkeä siitä syystä, että kuusen runsaita ja terveitä siemensatoja saadaan harvem-  
min kuin männyn. Kuusen siemen vuosien välillä joudutaan siitä syystä karistettua sie-  
mentä varastoimaan jopa 6—8 vuoden pituisia aikoja. Runsaisten käpysatojen tulles-  
sa voivat karistamot myös joutua ylipaineen alaisiksi, joka pakottaa ne varastoimaan  
kuusenkäpyjä karistusta odottamaan moniksi kuukausiksi.

Vertailunäytteiden siemen, joka oli ensin varastoitu kävyissä 10 kuukauden  
ajan ja sen jälkeen 7 vuotta kylmässä siemenvarastossa, tarjoaa tähän rinnastukseen  
eräänlaisen *epäedullisen* ääritapauksen. Toisaalta taas *ihanteellisimman* käytännössä  
mahdollisen vertailukohdan antaa alkunäytteiden siemen, joka karistettiin miltei heti  
kävyinkeruun jälkeen tuoreeltaan ja varastoitiin heti karistuksen tapahduttua ilman-  
pitävästi suljettuihin lasiputkiin.

Molemmille siemenryhmille on laskettu varastointimuodoittain itävyyden ja itä-  
misenopeuden "suhteelliset" alenemiset vuosien 1955 ja 1962 välillä seuraavalla ta-  
valla: Vuoden 1962 uusintaidätyksessä saatu itävyysprosentti on vähennetty saman  
varastointimuodon alkunäytteen alkuperäisessä idätyksessä saadusta itävyysprosentista  
ja laskettu erotuksen prosenttinen osuus viimeainitusta.

Kuva 12 esittää täten saadut itävyyden ja itämisenopeuden suhteelliset alenemiset  
näillä yhteistä alkuperää olevilla, mutta erilaiset käsitellyt läpikäyneillä siemenillä.





1. Paperisäkkipino kylmässä — *Pile of paper sacks kept at atmospheric temperature*  
 2. Kuten 1., mutta käpyihin sekoitettu neulasia ja lunta — *As 1., but needles and snow have been added to the cones*  
 3. Kangassäkkipino kylmässä — *Pile of cloth sacks at atmospheric temperature*  
 4. Kangassäkkipino lämpimässä — *Pile of cloth sacks kept indoors*  
 5. Hinkalo kylmässä — *Bin kept at atmospheric temperature*  
 6. Hinkalo lämpimässä — *Bin kept indoors*  
 7. Matala laatikko kylmässä — *Shallow box kept at atmospheric temperature*  
 8. Korkea siilo kylmässä — *High container kept at atmospheric temperature*

Kuva 12. Itävyyden ja itämisenopeuden suhteellinen aleneminen kävyissä varastoidulla ja kävyissä varastoimattomalla kuusensiemenellä 8 vuoden aikana.  
 Fig 12. Relative decrease of germinative capacity and germinative speed of spruce seed during 8 years, which has and has not been stored in cones.

Kuvasta voidaan todeta, että itävyyden suhteellinen aleneminen kävyissä varastoimattomalla alkunäytteen siemenellä on kahdeksan vuoden aikana ollut kaikkiin varastointimuotoihin tulleilla toistonluontoisilla siemenillä yhdenmukainen ja hyvin pieni, välillä 3,7 % — 10,3 % vaihteleva. Itämisenopeuden suhteellinen aleneminen on kaikilla siemenillä myös hyvin yhdenmukainen, mutta selvästi itävyyden alenemista suurempi, välillä 26,4 % — 36,9 % vaihteleva. Sen sijaan kävyissä varastoidulla vertailunäytteen siemenellä itävyyden ja itämisenopeuden suhteelliset alenemiset ovat edellämainittuja erittäin paljon suuremmat. Itävyyden suhteellinen aleneminen vai-

telee välillä 34,6 % — 99,8 % ja itämisenopeuden aleneminen välillä 69,0 % — 100,0 %. Täten on käpyvarastoinnin läpikäyneen siemenen itävyys käytännöllisesti katsoen kokonaan hävinnyt neljässä huonoimmassa varastointitavassa (4, 5, 6 ja 7).

Edellisestä voidaan päätellä, että kuusensiemenellä käpyvarastoinnin jälkeen todettu suuri itämiskyvyn huononeminen ei ole aiheutunut iän mukana kehittyneestä siemenen luonnollisesta väsymisestä vaan nimenomaan käpyvarastoinnin olosuhteissa tapahtuneesta siemenen heikkenemisestä. Emopuissaan hyvin kypsyneistä kävyistä heti keruun jälkeen karistettu kuusensiemen säilytti itävyytensä miltei alkuperäisen veroisena lähes 8 vuoden ajan. Käpyjen varastointitapa ja ennen kaikkea käpyvarastoinnin pituus voivat siis aivan ratkaisevasti vaikuttaa kuusensiemenen myöhempään käyttökelpoisuuteen. Käpyvarastoinnin merkitystä lisää vielä seuraava tässä yhteydessä havaittu ilmiö:

Tarkasteltaessa käpyvarastoinnin jälkeen jäljelläolevan itämiskyvyn suhteellista heikkenemistä kuusen vertailunäytteiden siemenillä, näytti tuhoisa kehitys myöhemmän siemenvarastoinnin aikana olevan sitä nopeampi mitä huonommaksi todetusta käpyjen varastointitavasta oli kysymys. Varianssianalyysi osoitti tämän havainnon merkitseväksi 2,5 %:n erehtymisriskillä. Jos näin on, on johdonmukaisena seurauksena, että erot siemenerien laadussa siemenvarastoinninkin aikana jatkuvasti suurenevat.

### Kävyissä varastoidun siemenen heikkenemisen syistä

Monet ulkoiset ja myös siemenen itseensä liittyvät sisäiset voimat vaikuttavat sen elintoimintoihin niin luonnossa kuin ihmisen järjestämässä varastoinnissakin.

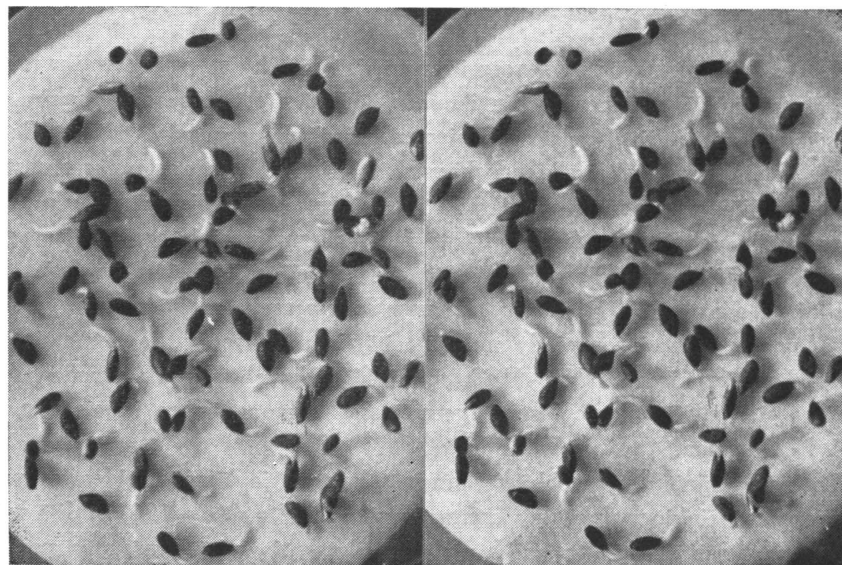
Sisäisistä vaikuttajista on tärkein siemenlepo, jonka perustana voivat olla vararavinnon kemiallinen tila tai alkion kehitysaste. Näistä johtuvat esteet poistuvat vasta ulkoisten tekijöiden suotuisan yhteisvaikutuksen kautta. Itse siemenen kuuluva, itämiskyvyn säilymiseen vaikuttava tekijä on myös siemenkuori ja sen läpäisevyys. Jos siemenkuori poistetaan (Barton 1961) tai jos siihen tehdään aukkoja (Kozlowski-Gentle 1959) siementä muuten kummassakaan tapauksessa vahingoittamatta, nopeutuvat aineenvaihduntailmiöt, itäminen helpottuu ja varastointikestävyyttä heikkenee. Toisaalta Yli-Vakkuri (1959) on todennut siemenen voivan vaurioitua siemensiiپیä koneellisesti hangattaessa siten, että sen itämiskyky alenee 3—14 %:n verran.

Ulkoisista voimista ovat ehkä tärkeimmät kosteus ja lämpö, joiden vaikutuksia siemenen on useinkin mahdotonta erottaa toisistaan (Barton 1961). Mitä voimakkaammat ovat nämä tekijät ja niiden yhteisvaikutus ja mitä suurempia vaihteluita niissä esiintyy, sitä enemmän häiriintyy se lepotila, joka on siemenen hyvän varastointikestävyyden edellytys. Muita siemenen vaikuttavia ulkoisia voimia ovat valo, sen voimakkuus ja aallonpituus, joiden merkitys myös männyn- ja kuusensiemenen itämiselle on lukuisissa tutkimuksissa todettu (esim. Sarvas 1950). Myös ympäröivien kaasujen laatu ja paine sekä niiden vaihtelut vaikuttavat siemenen aineen-

vaihduntaan ja siten myös varastointikestävyyteen (Crocker-Barton 1953). Sekä kosteuden että siementä ympäröivien kaasujen tasapainotilaan perustuneekin ilmatiiviin varastoinnin edullisuus siementen itävyyden säilyttämiskeinona, jonka Cieslar (1897) ja Haack (1909) kehittivät.

Ulkoisiin voimiin kuuluvat edelleen myös lukuisat *bioottiset* tekijät, jotka vaikuttavat siemenen elinvoimaan varastoinnin aikana. Kävyissä esiintyvistä maamme tuhohyönteisistä on Saalas (1949) esittänyt täydellisen yleiskatsauksen. Kävyissä elävistä lajeista kuitenkin pääasiassa vain kaksi tekee tuhoja myös käpyvarastoissa. Männynkäpyvarastossa voi käypikarsäkkään (*Pissodes validirostris*) ja kuusenkäpyvarastossa käpykäriäisen (*Laspeyresia strobilella*) toukka jatkaa syöntiään talvenkin aikana. Männynkävyissä tuhojen merkitys on vähäinen, mutta kuusen käpytuhot voivat nousta merkittäviin mittoihin mikäli tuholaiskanta on kävynkeruuvuotena suuri. Vuosien 1954—55 runsas kuusenkäpysato oli kuitenkin ensimmäinen pitkiin aikoihin ja tuholaiskannat olivat tällöin pienet. Terveiden käpyjen keräämiselle on juuri tällainen tilanne suotuisin (Rummukainen 1960), eikä selostetussa kuusenkäpyjen varastointikokeessa esiintynyt tuhohyönteisiä juuri ollenkaan. Ne lajit, jotka kevättalven 1955 kuluessa varastossa tavattiin, olivat tuhojen kannalta merkityksettömiä.

Myös *homeiden* ja muiden mikrosienien suuri merkitys etenkin kuusenkäpyjen



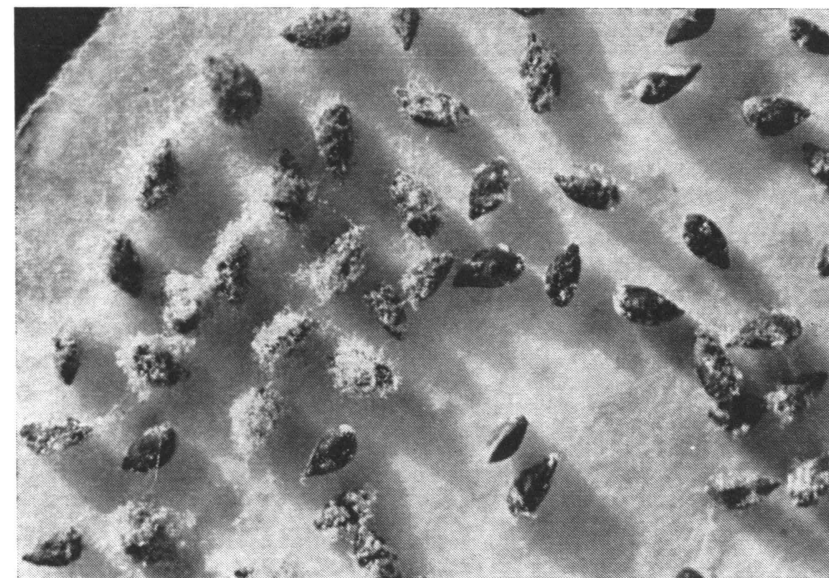
Kuva 13. Kävyissä 117 vuorokautta varastoitua männynsiementä neljän vuorokauden idätyksen jälkeen. Itäneiden siementen poistamista ei vielä ole aloitettu. Siemen täysin vapaata homeista kuten männynsiemen yleisesti oli käpyjen varastointikokeen loppuun saakka.

Fig. 13. Seed of pine which has been stored in cones 117 days after four days of germination. The germinated seeds have not yet been removed. The seed is completely free from moulds, which was common in pine seed until the end of the experiments.

varastoinnissa on jo kauan ollut tunnettu. Nylander (1913) esimerkiksi toteaa kuusenkäpyjen varastoinnista, kuvattuaan ensin männynkäpyjen hyvää varastointikestävyyttä: — ”Sitävastoin on kuusenkäpyjä sangen vaikea säilyttää. Käy melkein mahdottomaksi saada niitä säilymään pitempiä aikoja homehtumatta”.

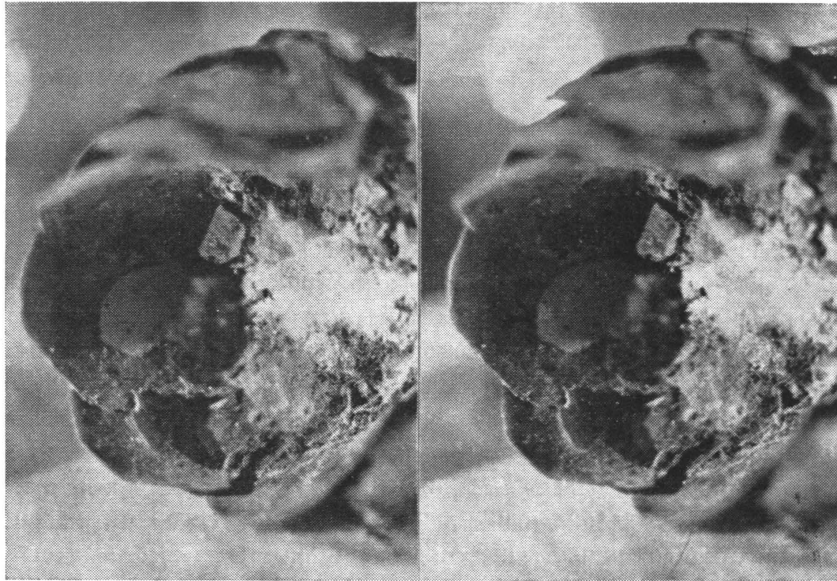
Niinpä etsittäessä tässäkin tutkimuksessa selitystä siihen elinvoiman suureen heikkenemiseen, joka tapahtui kuusensiemenessä käpyvarastoinnin yhteydessä, kiinnittyi huomio ennen kaikkea *mikroflooraan*. Homeita ja bakteereita esiintyi kuusensiemenissä viimeisten idätysten loppuvaiheissa erittäin runsaasti, kun taas männynsiemenessä niitä voitiin todeta idätyksen koko keston aikana vain erittäin vähäisessä määrin. Kuvista 13 ja 14 näkyy ero männyn- ja kuusensiementen saastuneisuudessa. Kuvassa 15 taas on nähtävissä homeisuutta itse kuusenkävyssä, jota on pidetty kolme vuorokautta idätyskuvun alla samoissa olosuhteissa kuin idätettäviä siemeniäkin pidettiin. Varastoinnin päättyessä näytteiksi otetut kuusenkävyt homehtuivatkin idätyskuvuissa ollessaan pahoin jo ensimmäisten päivien aikana. Homeisuutta esiintyi runsaimmin käpyjen sisällä, käpylapakon läheisyydessä.

Koska kyseessä oli kokeen tulokseen näin ratkaisevasti vaikuttava tekijä, jonka riittävä hallitseminen vaatii syvällistä erikoistietoutta, seurasi professori Viljo



Kuva 14. Kävyissä 304 vuorokautta varastoitua kuusensiementä, joka on ollut muutamia vuorokausia idätyskuvun kosteudessa ja lämmössä. Kuusenkäpyjen varastoinnin loppuvaiheissa olivat siemenet yleisesti näin homeisia.

Fig. 14. Spruce seed which has been stored in cones for 304 days, kept in a warm, moist germination plate for a few days. At the end of the storage of spruce cones most of the seed was in this condition.



Kuva 15. Pidettäessä eri tavoin varastoituja karistamattomia kuusen näytekäpyjä muutamia päiviä idätyskupujen olosuhteissa, voitiin myös niissä todeta voimakasta homeutumista, joka esiintyi runsaimpina kävyn sisäosissa, lapakon lähellä.

Fig. 15. When sample spruce cones which contained seed and which had been stored according to different methods, were kept for a few days under the conditions prevailing in the germination plates, it could be observed that they were very mouldy, and that the mould occurred most heavily in the inner parts of the cones, near the axis.

K u j a l a kokeeseen liittyvien idätysten aikana mikroflooran kehitystä. Hänen laatimansa onkin seuraava kuvaus itävien siementen pinnalla havaituista siemenistä:

”*Botrytis* sp. Vaalean ruskeankellahko (isabellanvärinen) home. Myseeli monisoluisuinen, runsashaarainen, lopulta villamainen, valkea (kuva 16). Kuromaperät kohoavat kohtisuoraan alustasta, ovat monisoluisia, kärjestä hieman laajenevia. Kärkisoluu muodostaa yläpäähänsä haarakiehkuran, 3—7 hyvin ohutseinäistä haaraa, joista kukin n. 0.1 mm:n pituinen, 10  $\mu$ :n levyinen. Näiden haarojen pintaan syntyvät itiöt hyvin ohuiden ja lyhyiden pullistumain kärkeen. Pian on koko haaran pinta täysin itiöiden peittämä. Itiöt ovat pallomaisia, 7—10  $\mu$  läpimitaten, väriltään vaalean ruskeankellahkoja (isabellanvärisiä), poikkeustapauksessa valkeita. Itiöiden kypsyessä hentosoluiset haarakiehkurat rypistyvät; ne voi havaita vain nuorissa kehitysasteissa itiöiden ollessa keskenkasvuissa.

Myseeli esiintyy Jacobsenin idätyslaitteessa ensiksi kostean suodatinpaperin päällä itävien siementen kuorella, mutta se kehittyy nopeasti ja leviää hyvin helposti myös alustana olevalle suodatinpaperille valkeaa, lopulta hyötymäistä hometta muodostaen. Tätä samaa hometta esiintyi myös v. 1938 suoritetuissa männyn ja kuusen siementen idätyskokeissa, ja se pääsi silloin leviämään vettä imeviä pumpulisydämiä

pitkin alas vesialtaaseen, jossa muodosti ainakin 10 cm:n levyisiä myseelilautoja veden pinnalle, muodostaen niihin myös runsaasti isabellanvärisiä kuromiaan. Ilmeisesti kyseessä on home, joka tehokkaasti kykenee hajoittamaan selluloosaa. Se leviää idätysalustalla myös terveiden, täysin normaalisti itävien siementen päälle. Kykeneekö se eläviä siemeniä tappamaan, ei ole selvitetty; se näyttäisi kuitenkin olevan luonteeltaan pääasiassa saprofyytti.

*Stachybotrys* sp. Sangen yleisenä esiintyy siementen kuorella ja idätysalustalla aivan mustia, kiillottomia hometäpliä. Niitä muodostavat hyyfit ovat monisoluisia, haaraisia, noin 4.5  $\mu$ :n levyisiä; solujen seinät ohuet, jonkin verran karheat, väri mikroskoopissa harmaaahko. Kuromaperät kohoavat hyyfialustasta kohtisuoraan, ovat monisoluisia, haarattomia, kunnes aivan kärjessä on kiehkurassa noin 5 kpl kapeah-



1. *Botrytis* sp.: keskellä konidioperä latvahaaroinen ja itiöineen, oikealla nuoremman konidioperän latvaosia, joissa muutamia itiöitä ja pieniä sterigmakymyjiä.
2. *Stachybotrys* sp.: konidioperän yläosa sterigmoineen ja itiöineen ynnä nuori ja kypsä itiö.
3. Jonkin sienen kesto-itiöitä.
4. Kokkikolonioja kehissä kuusensiemenen pinnalla ja kokkijonoja.

1. *Botrytis* sp.: in the middle conidiophore with top branches and spores, at the right top part of young conidiophore bearing some spores and young sterigmata.

2. *Stachybotrys* sp.: top part of conidiophore with sterigmata and spores; young and ripe spore.

3. Zygosporangia of some fungus.

4. Rings of coccea-colonies on the surface of spruce seed, and rows of coccea.

Kuvan on piirtänyt professori Viljo Kujala.

Mitat on mainittu tekstissä.

The picture has been drawn by professor Viljo Kujala.

Kuva 16. Siementen pinnalla esiintyvää mikrofloraa.

Fig. 16. Mikroflora on the surface of seeds.



kon ellipsimäistä solua (*sterigmaa*), niiden pituus noin  $8.5-10\frac{1}{2}\mu$ . Kunkin sterigma-solun yläpäästä kuroutuu itiöitä. Ne ovat alussa ohutseinäisiä, sileitä, 2 pisaralla varustettuja, kypsinä varustetut läpinäkömättömällä, karkealla, mustalla kuorella, kooltaan  $8.5-11 \times 5-6.5 \mu$ . Tämäkin sieni leviää siemenen kuorelta alustana olevalle suodatinpaperille, varsinkin aivan sen ulkoreunoille, muodostaen parin kolmen cm:n levyisiä täpliä. Kykeneekö se tappamaan siemeniä, ei ole selvitetty; joka tapauksessa se tulee hyvin toimeen saprofyyttinä vesijohtoveden kostuttamalla selluloosapaperialustalla. — Yleisen rakenteensa perusteella se näyttäisi kuuluvan *Stachybotrys*-sukuun.

*Penicillium sp.* Siementen kuoren pinnalla esiintyy siniharmaana nukkana ainakin kaksi tyypillistä *Penicillium*-lajia. Toisen kypsät itiöt ovat noin  $3 \mu$ :n levyisiä, toisen noin  $5 \mu$ :n. Myös muilta mitoiltaan edullinen on pienempi ja hennompi kuin jälkimmäinen. Molemmat esiintyvät vain siementen kuorella leviämättä suodatinpaperialustalle. Mahdollisesti ne kykenevät siemeniä tappamaan.

**Bakteerit.** Melko usein siemenen kuoren pinnalla esiintyy pieniä, valkeita pilkkuja samankeskisissä kehissä. Mikroskooppitutkimus osoitti, että ne ovat muodostuneet pienistä pallonpyöreistä kokkijonoista. Kokkien läpimitta on noin  $1 \mu$ . Näiden bakteerien kykyä tappaa siemeniä ei ole kokeiltu.

## Tulosten tarkastelua

Karistamoillamme nykyisin käytetyistä käpyjen varastointitavoista ei ole käytävissä kirjallisia tietoja. Suullisten tiedonantojen perusteella sekä tämän tutkimuksen yhteydessä tehtyjen havaintojen mukaan on sekä männyn- että kuusenkävyt varastoitu karistusta odottamaan yleensä karistamojen viileitten ulkovarastojen latioille, kapeisiin harvaseinäisiin siiloihin korkeiksi kerroksiksi sekä usein myös paperisäkkeihin. Säkit ovat tavallisesti olleet suljettuja ja ne on ladottu korkeiksi pinoiksi joko varastosuojiin tai poikkeustapauksissa uloskin, jossa ne on suojattu kuorma-peittein. Käpyvarastoinnin yleisiä periaatteita sellaisina, kuin ne on johdannossa esitetty, on pyritty noudattamaan. Olosuhteet ovat kuitenkin monasti olleet vaikeasti voitettavana esteenä käpyjen parhaalle mahdolliselle hoidolle.

Siihen merkitykseen, mikä käpyjen keruuajalla on niiden varastointikestävyydelle (H a a c k 1909), ei ole meillä erityistä huomiota kiinnitetty. Tämä ei ole ollut välttämätöntäkään, koska kävyt on emopuissaan hyvin kypsyneinä kerätty yleensä vasta keskitalven hakkuiden yhteydessä. Viimeaikainen kehitys, joka on johtanut arvokkaimman siemenen hankinnassa varhaiseen käpyjen keräämiseen pystyvuista, vaatii kuitenkin myös tämän seikan huomioon ottamista entistä suuremmissa määrin.

Itse siemenen kypsymisen ja karistamisen ajankohtia käpyjen keruukauden määräjina on sensijaan Suomenkin olosuhteissa laajasti tutkittu (H e i k i n h e i m o 1932 ja 1937) ja ne on myös käytännön ohjeissa otettu huomioon (E r t a m a 1947).

Karistamoillamme on myöskin huolehdittu saapuneiden käpyjen tarkastuksesta sekä seulomisesta. Ensimmäinen käpyjen puhtautta koskeva tarkastus on yleensä suoritettu jo kentällä, otettaessa vastaan käpyjä kerääjiltä. Koska kävyt on miltei aina kerätty ja toimitettu karistamoille keskitalvella, ne ovat olleet varastoituina ennen perille tuloaan kylmissä olosuhteissa. Kylmä varastointi on jatkunut tämän jälkeen karistamoilla käpyjen karistukseen ja siihen mahdollisesti liittyvään lyhytaikaiseen esilämmitykseen saakka.

Kun nyt selostetun kokeen valossa tarkastellaan männynkäpyjen varastointia karistamoillamme, voidaan todeta, että nykyisin käytännössä olevat varastointitavat ovat sellaisinaan riittävänä takeena männynsiemenen hyvän kunnon säilymisestä ehkä viivästyneeseenkin karistukseen saakka. Koska nyt tehdyssä kokeessa käpyjen lumisuus ja roskaisuus selvästi vaaransivat siemenen kunnon säilymisen varastoinnin pitkityessä kesään saakka, osoittaa tutkimus tähänastisen käpyjen puhtauteen kohdistuneen valvonnan oikeutetuksi, ja samoin se osoittaa tarpeelliseksi karistamoilla yleisen tavan seuloa kävyt ennen pitkäaikaista varastointia. Tähänastista valppaampaa huomiota olisi ehkä aiheellista kiinnittää käpyjen vesipitoisuuteen. Se voi olla tärkeätä erityisesti niissä tapauksissa, jolloin kävyt on kerätty varhain syksyllä ennenkuin ne ovat täysin kypsyneet ja kuivuneet emopuissaan (vrt. H a a c k 1909 ja M e s s e r 1958), sekä milloin joudutaan varastoimaan märillä säillä kerättyjä tai hyvin lumisia käpyjä (N y l a n d e r 1913).

Käytännön työtä helpoittanee se selostetussa kokeessa ilmennyt seikka, että seulotut männynkävyt säilyivät vastoin aikaisempia käsityksiä hyvin myös suljetuissa paperisäkeissä, jotka oli ladottu pinoihin. Karistamojen varastointitilat voitaneen siis käyttää hyväksi latomalla säkit korkeiksi pinoiksi kattoa myöten. Hyvin suurissa varastoinneissa on kuitenkin huolehdittava ilmanvaihdon tehokkuudesta sopivin järjestyin, esimerkiksi ristipinonnalla ja tilapäisrakenteilla samaan tapaan kuin suurissa halkovarastoissakin. Myös välirimat säkkikerrosten välillä voivat helpottaa ilmanvaihtoa. Painetta, mikä rasittaa alimpia säkkikerroksia, voitaisiin keventää käyttämällä esimerkiksi välihylykkojä. Varastotilan salliessa voidaan säkkien suut avata jne.

Harvaseinäisissä, laudoista rakennetuissa laatikoissa ja siiloissa männynkävyt säilyttävät siementensä kunnon niin hyvin, että myös tällaisia varastointisäiliöitä voitaisiin vaaratta käyttää, mikäli ne käpyjen eri ryhmien erilleenvarastoinnin tai käpyjen siirtojen takia osoittautuisivat käytännöllisemmiksi kuin säkit. Sen sijaan suuret hinkalot, etenkin varaston ajoittain lämmitessä, eivät näytä olevan varastointisäiliöinä täysin luotettavia edes männynkävyillekään. Suurissa kasoissa vallitsevat samantapaiset olosuhteet kuin suurissa hinkaloissa, joten myöskään niitä ei voida suosittelaa männynkäpyjen pitkäaikaiseen säilytykseen.

Koska männynkäpyjen vastustuskyky siemeniä uhkaavia vaaroja vastaan osoitautui huomattavan suureksi, näyttää mahdolliselta kehittää niitä varten myös ulko-

varastointitapa, joka ei vaatisi karistamon kiinteiden varastointisuojiin hyväksikäyttöä nykyisessä laajuudessaan. Tässä suhteessa jäi suoritettu tutkimus liian suppeaksi, joten jatkokokeilu tämän seikan selvittämiseksi voisi olla aiheellinen.

Ehkäpä tärkein suoritettussa tutkimuksessa esiintunut tulos oli *kuusenkäpyjen heikon varastointikestävyyden* varmistuminen. Kokeilluista varastointimuodoista ei yksikään osoittautunut kuusenkäpyjen pitkäaikaiseen varastointiin sopivaksi. Ainoastaan jatkuvien näytteenottojen muuttamissa olosuhteissa olleet kävyt kylmän varaston siilossa ja matalassa laatikossa säilyttivät siementensä käyttökelpoisuuden kokeen loppuun saakka hyvänä.

Koska kuusella hyvät käpyvuodet, jolloin terveitä käpyjä saadaan runsaasti, toistuvat vielä harvemmin kuin männyllä, on niiden sattuessa kerättävien kuusenkäpyjen määrä erittäin suuri. Tällöin voidaan joutua tilanteeseen, jossa karistus viivästyy pitkälle ylitse sen ajan, jonka kuusenkävyt kestävät nykyistä varastointia siemenen kunnan vaarantumatta. Sellaisissa tapauksissa voisi olla aiheellista pyrkiä sovelta- maan karistamoilla vanhat, hyviksi tunnetut kuusenkäpyjen varastointitavat (vrt. K ö n i g 1851) nykyoloihin. Käpyjen ohuissa kerroksissa säilyttäminen esimerkiksi metallilankaverkkojen päällä sekä niiden säännöllinen liikuttaminen tai tuulettami- nen voivat olla nykyisillä karistamoilla mahdollisia teknillisiä ratkaisuja, joita ehkä kannattaisi ryhtyä kokeilemaan mahdollisimman pian.

Kuusenkäpyjen varastointitekniikan kehittäminen on tärkeitä myös siitä syystä, että se heikkeneminen, mikä kuusensiemenessä käpyvarastoinnin aikana pääsi alka- maan, näytti jatkuvan myöhemmän siemenvarastoinnin aikana sitä nopeampana mitä enemmän siemenen itävyys jo kävyissä oli alentunut.

## Yhdistelmä

Metsänviljelytoiminnan Suomessa laajetessa voimakkaasti 1940-luvun lopulla tarvittiin uusia karistamoja ja niiden karistustehon laskemiseksi luotettavia tietoja männyn- ja kuusenkäpyjen varastointikestävyydestä. Runsaitten ja terveitten käpy- satojen suosiessa tutkimuksen suorittamista, perustettiin Oitin karistamolle männyn- käpyjen varastointikoe maaliskouluun ajaksi v. 1954 ja kuusenkäpyjen varas- tointikoe helmikouluun ajaksi v. 1955. Männynkävyt olivat varastoituina 267 vuorokautta ja kuusenkävyt 304 vuorokautta.

Kokeiltiin kahdeksaa, tämän yhdistelmän kohdissa 4 ja 5 lueteltua, käytännössä mahdollista käpyjen varastointimuotoa, joihin kuhunkin sijoitettiin koe-erät Harto- lasta, Padasjoelta ja Taivassalosta hankituista kävyistä. Neljässä varastointimuodossa kävyt oli sijoitettu säkkeihin ja neljässä laudoista rakennettuihin säiliöihin.

Kuukauden väliajoin otettiin kustakin varastointimuodosta käpynäytteet, jotka karistettiin Ruosinkylän kokeilukaristamossa noudattaen käpyjen ja siementen käsit-

telyssä suurta varovaisuutta ja yhdenmukaisuutta. Näytteistä karistettujen siementen idätykset suoritettiin vuosien 1954—56 aikana Metsäntutkimuslaitoksen siemenlabo- ratoriossa kahdella Jacobsen-mallisella idätysaltaalla käyttäen kahden viikon idätys- aikaa. Idätyksistä ylijääneet siemenet talletettiin ja ne siirrettiin tammikuussa v. 1956 ilmanpitävästi lasiputkiin suljettuina kylmään siemenkellariin, jossa ne olivat varas- toituina, kunnes käpyvarastointien alussa ja lopussa karistetuilla siemenerillä v. 1962 suoritettiin uusintaidätys. Tällä idätyksellä voitiin varmentaa aikaisempia tuloksia ja samalla selvittää käpyvarastoinnin mahdollisia vaikutuksia siementen myöhempään säilyvyyteen. Tutkimuksessa päädyttiin seuraaviin tuloksiin:

1) Seulottuja *männynkäpyjä* voidaan varastoida ainakin yhdeksän kuukauden ajan ja myös kesän ylitse miltei kaikkia karistamoillamme yleisiä varastointitapoja käyttäen, aiheuttamatta siemenen käyttökelpoisuudelle vaaraa.

2) *Kuusenkävyissä* sensijaan osoittautui siemen miltei kaikissa kokeilluissa va- rastointimuodoissa erittäin heikosti varastointia kestäväksi. Jo toukokuun alusta läh- tien alkoi itävyydessä näkyä merkkejä heikentymisestä. Myöhemmin ilmeni runsaasti homeisuutta, joka voimakkaasti lisääntyi varastoinnin loppua kohden.

3) Kokeessa osoittautuivat männynkävyt ja kuusenkävyt siementensä suojaajina käpyvaraston olosuhteissa niin täysin erilaisiksi, että myös niiden käsittelyn karista- molla tulisi olla kaksi toisistaan täysin erillään pidettävää asiaa. Emopuissaan hyvin kypsyneitä *männynkäpyjä* voidaan varastoida karistusta odottamaan pitkiäkin aikoja vaarantamatta siemenen laatua. Säkkeihin tai paksuihin käpykerroksiin liikkumat- tomasti varastoiduissa kuusenkävyissä sensijaan siemen on jatkuvasti *suuressa pi- laantumisvaarassa*. Nyt tehdyn kokeen perusteella näyttääkin siltä, että kaikki tällä tavoin varastoidut kuusenkävyt on saatava karistetuiksi mahdollisimman pian ja ehdottomasti vielä kylmien talvikuukausien aikana.

4) Käpyvarastoja perustettaessa otettujen alkunäytteiden sekä varastoja puret- taessa niiden koskemattomista osista otettujen näytteiden itävyyserojen perusteella saatiin kokeilluille varastointimuodoille seuraava hyvyysjärjestys *männynkäpyjen* va- rastoinnissa:

Kangassäkipino kylmässä ulkovarastossa.  
Paperisäkipino kylmässä ulkovarastossa.  
Kangassäkipino lämpimässä sisävarastossa.  
Paperisäkipino kylmässä ulkovarastossa, käpyihin sekoitettu neulasia ja lunta.  
Harvaseinäinen, matala laatikko kylmässä ulkovarastossa.  
Tiiviseinäinen hinkalo kylmässä ulkovarastossa.  
Harvaseinäinen, korkea ja kapea siilo kylmässä ulkovarastossa.  
Tiiviseinäinen hinkalo lämpimässä sisävarastossa.

Varastoitaessa männynkäpyjä 267 vuorokautta säilyi siementen itävyys niin hyvin, että ainoastaan viimeainutussa varastointimuodossa se aleni enemmän kuin 10 % alkuperäisestä itävyydestä.

Kaikilla kahdeksalla varastointimuodolla vaihteli itävyyden aleneminen välillä 0,6—13,5 %.

## 5) Vastaava hyvyyjärjestys kuusenkäpyjen varastoinnissa oli seuraava:

Paperisäkipino kylmässä ulkovarastossa.  
 Kangassäkipino kylmässä ulkovarastossa.  
 Harvaseinäinen, korkea ja kapea siilo kylmässä ulkovarastossa.  
 Paperisäkipino kylmässä ulkovarastossa, käpyihin sekoitettu neulasia ja lunta.  
 Harvaseinäinen, matala laatikko kylmässä ulkovarastossa.  
 Kangassäkipino lämpimässä sisävarastossa.  
 Tiivisseinäinen hinkalo kylmässä ulkovarastossa.  
 Tiivisseinäinen hinkalo lämpimässä sisävarastossa.

Kuusensiemenen itävyys säilyi 304 vuorokautta kestäneen kävyissä varastoinnin aikana niin huonosti, että vain kahdessa parhaassa ylläluetelluista varastointimuodoista se aleni vähemmän kuin 45 % alkuperäisestä, ja koko vaihteluväli oli 19,4—97,4 %.

6) Kävyissä oleva männyn- ja kuusensiemenen näytti kestäväen varastointia pinoituissa paperi- ja kangassäkeissä vähintään yhtä hyvin kuin laudoista rakennetuissa säiliöissä. Paperi- ja kangassäkeillä ei näyttänyt olevan niin suurta eroa, että sen takia kannattaisi siirtyä nykyään yleisestä käpyjen paperisäkeissä lähettämistä ja varastoinnista kangassäkkien käyttöön.

7) Varastosuojan ajoittainen lämpiäminen, käpyjen lumisuus ja roskaisuus sekä 1 m:n paksuinen käpykerros johtivat kevään ja kesän aikana heikompaan siemenen itävyyteen kuin mikä oli todettavissa varastointitavoissa kylmässä varastossa, seulotuilla kävyillä ja ohuemmissa käpykerroksissa. Näistä syistä johtuva itävyyden aleneminen oli männynkäpyjen siemenillä vähäinen, mutta kuusenkäpyjen siemenillä merkittävän suuri.

8) Paitsi 14 vrk:n aikana saavutettuun itävyyteen vaikutti kävyissä varastointi myös siementen itämisnopeuteen. Männynsiemenen 5 ensimmäisen idätysvuorokauden aikana saavuttama itävyys aleni varastointimuodosta riippuen 10,4—60,6 % ja kuusensiemenen 7 ensimmäisen idätysvuorokauden aikana saavuttama itävyys 36,2—100,0 %.

9) Käpyvarastoinnin voitiin todeta vaikuttaneen kuusensiemenen varastointikelpoisuuteen myös siten, että itävyyden aleneminen käpyvarastointia seuranneen 7 vuotta kestäneen siemenvarastoinnin aikana oli sitä nopeampaa, mitä enemmän siemenen elinvoima jo käpyvarastoinnin aikana oli kärsinyt.

10) Heti kävynkeruun jälkeen karistettu kuusensiemenen säilytti itävyytensä 8 vuotta kestäneen siemenvarastoinnin aikana erittäin hyvin. Itävyyden aleneminen kahdeksassa näytteessä vaihteli välillä 5,4—10,3 %. Sensijaan 304 vuorokautta kävyissä varastoidulla siemenellä oli vastaava vaihtelu 34,6—99,8 %. Tämä viittaa siihen, että kerättäessä kuusenkävyt hyvin kypsyeinä voidaan siemenen käyttökelpoisuus parhaiten varmistaa suorittamalla karistus mahdollisimman pian kävynkeruun jälkeen.

11) Kuusensiemenen käyttökelpoisuuden suuri aleneminen käpyvarastoinnin aikana ei aiheutunut iästä johtuvasta siemenen väsymisestä vaan sen aiheuttivat siemenen elinvoimaa vahingoittavat tekijät, joiden voimistumiselle kuusenkäpyvarasto tarjosi suotuisat olosuhteet. Näkyvimpiä näistä tekijöistä olivat homeet ja bakteerit.

## Kirjallisuusluettelo

- Baldwin, Henry Ives. 1942. Forest tree seed of the north temperate regions. Waltham, Mass.
- Barton, Lela V. 1961. Seed preservation and longevity. New York — London.
- Burckhardt, Heinrich. 1893. Säen und Pflanzen nach forstlicher Praxis. 6. Auflage. Trier.
- Cieslar, A. 1897. Versuche über Aufbewahrung von Nadelholzsamen unter luftdichtem Verschlusse. Centralbl. f.d. Gesm. Forstw.
- Crocker, William — Barton, Lela V. 1953. Physiology of seeds. Waltham, Mass.
- Ertama, K. U. 1947. Käpyjen keräämisestä. Helsinki.
- Haack, O. H. A. 1909. Die Beschaffung des Kiefern- und Fichtensamens. Mitteilungen des Deutschen Forstvereins 6.
- Hatano, Ken-ichi ja Asakawa, Sumihiko. 1964. Physiological Processes in Forest Tree Seeds during Maturation. Forestry Research I.
- Heikinheimo, Olli. 1932. Metsäpuiden siementämiskyvystä. I. Referat: Über die Besamungsfähigkeit der Waldbäume. I. Metsätieteellisen tutkimuslaitoksen julkaisuja 17:3. Helsinki.
- 1937. Metsäpuiden siementämiskyvystä II. Referat: Über die Besamungsfähigkeit der Waldbäume. II Metsätieteellisen tutkimuslaitoksen julkaisuja 24:4. Helsinki.
- 1958. 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. Meddelanden från Statens skogsforskningsinstitut. 40:6. Stockholm.
- 1953. Om behandling av barrträdens kott och frö. Meddelanden från Statens skogsforskningsinstitut. Serien uppsatser nr. 27. Norrtälje.
- Kangas, Esko. 1940. Kuusen käpytuhot ja siemensato v. 1937. Referat: Zapfenschäden und Samenertrag bei der Fichte im J. 1937. Metsätieteellisen tutkimuslaitoksen julkaisuja 29:2.
- 1942. Karistusslämmön vaikutuksesta männyn siemenen karisemiseen ja itämiseen. Referat: Über den Einfluss der Darrhitze auf die Ausklungung und Keimung des Kiefersamens. Acta forestalia Fennica 50:14. Helsinki.
- Kozłowski, Theodore T-Gentle, Arthur C. 1959. Influence of the seed coat on germination, water absorption and oxygen uptake of eastern white pine seed. Forest science 4.
- Kujala, Viljo. 1927. Untersuchungen über den Bau und die Keimfähigkeit von Kiefern- und Fichtensamen in Finnland. Selostus: Tutkimuksia männyn- ja kuusensiemenen rakenteesta ja itäväisyydestä Suomessa. Metsätieteellisen Koelaitoksen julkaisuja 12:6 Helsinki.
- König, G. 1851. Die Forstbenutzung. Eisenach.
- Messer, H. 1958. Das Fruchten der Waldbäume als Grundlage der Forstsamengewinnung. I. Koniferen. Mitteilungen der Hessischen Landesforstverwaltung 1. Frankfurt am Main.
- Müller, R. 1959. Grundlagen der Forstwirtschaft. Hannover.
- Nordström, L. 1950. Tallfrö för Norrlands höjdlägen. Norrlands skogsvårdsförbunds Tidskrift. Nr. 3. Stockholm.
- Nylander, Ernst. 1913. Käpyjen kokoomisesta ja siementen karistamisesta. 3. p. Helsinki. Tapion käsikirjasia n:o 3.
- Rumukainen, Ukko. 1954. Männyn ja kuusen käpysadosta ja sen arvioinnista vuosina 1950—1953. Referat: Über den Zapfenertrag von Kiefer und Fichte sowie dessen Schätzung in Finnland in den Jahren 1950—1953. Acta forestalia Fennica 61:20. Helsinki.
- 1960. Kuusen siementuhojen runsaudesta ja laadusta. Referat: Über Reichlichkeit und Art der Samenschäden bei der Fichte. Metsätutkimuslaitoksen julkaisuja 52:3. Helsinki.
- Saalas, Uuno. 1949. Suomen metsähyönteiset. Helsinki.



- Sarvas, Risto. 1950. Effect of light on the germination of forest tree seeds. *Oikos* 2, 1.
- Schmidt, Werner. 1930, a. Unser Kenntnis vom Forstsaatgut. Berlin.
- 1930, b. Die Spiegelung der Jahreszeit in der Samenaktivität. *Forschungen und Fortschritte* 25.
- Simak, Milan — Gustafsson, Ake. 1957. Experimentell förbättring av det norrländska tallfröets grobarhet. Summary: Experimental improvement of germination in North Swedish pine seed. *Skogen* II.
- Snedecor, George W. — Cochran, William G. 1956. *Statistical methods*. 5. ed. Ames, Iowa.
- Yli-Vakkuri, Paavo. 1956. Siemenen hankinta ja säilytys. *Metsäkirja* I. Helsinki.
- 1959. Siemenssiipien hankaajista ja niiden vaikutuksesta siementen itävyyteen. Summary: On machines for abrading seed wings and their influence on the germinative capacity of the seed. *Acta forestalia Fennica* 68:4. Helsinki.

## SUMMARY:

## THE EFFECTS OF STORAGE IN CONES ON THE VIABILITY OF PINE AND SPRUCE SEED

## Method of investigation

As a result of the great expansion of forest cultivation in Finland in the late nineteen forties, new seed extracting plants were needed. These in turn created a demand for more reliable information about the durability of pine and spruce seed stored in cones, so as to better estimate the capacity of the new plants. In favourable conditions for the investigation, owing to rich yields of seeds free from disease, a seed storing experiment with cones of pine (*Pinus silvestris*, L.), which continued from March to December 1954, and an experiment with cones of spruce (*Picea abies*, (L.) Karst.), which lasted from February to December 1955, were set up at Oitti seed extracting plant. The pine cones remained stored 267 days and the spruce cones 304 days.

Eight practical methods of cone storage were tested. They are specified under section 4 and 5 in this summary. By four of the storage methods used, the cones were packed in sacks, and by another four in wooden boxes, as is shown in Figures 2 and 3.

At intervals of one month, samples of the cones were taken from each section of the experiment. The seed was extracted at Ruotsinkylä experimental seed extraction plant, manipulating the cones and seed with the greatest caution and uniformity. Germination of the extracted seed was performed in the years 1954—56 at the seed laboratory of the Forest Research Institute with the aid of two Jacobsen germinators. Germinative energy was measured using a two week period. The seed which remained after the germinations was stored, and in January 1956 it was moved (hermetically closed in glass tubes) into a cold seed cellar until 1962. At this point, a viability test was made of all the seed, including that extracted before and after storage. This germination added security to the earlier results, and simultaneously made it possible to shed light on the eventual effect of cone storage on the continued viability of the seed.

## Results of the investigation

1) Cleaned pine cones can be stored for at least nine months (which may include a summer) using almost all methods of storage which are in common use at our seed extraction plants, without hazarding the usability of the seed.

2) The seed in spruce cones, on the other hand, turned out to be very poor with respect to storing durability by all tested methods of storage. From the first part of May, there were signs of deterioration in the germinative capacity of the seed. Later it showed a great deal of mouldiness, which was increased towards the end of the experiment.

3) The experiment showed that storage durability of seed in pine and spruce cones is so completely different that handling of the cones at seed extracting plants ought to be considered as two different things, completely apart from each other. Durability of seed in pine cones is good, but, as regards spruce, it is extremely poor. On the basis of the results of the experiments, it seems obvious that seed extraction from cones of spruce ought to be finished during the cold months of the winter.

4) On the basis of differences between germinative capacity as measured by the initial samples, which were taken at the time of the establishment of the experiments, and the comparison samples which were taken from the untouched parts of the stores at the time of their termination, it was possible to put the studied methods of storage in the following order of suitability, when storage of pine cones is in question. Except as noted, all storage was done at atmospheric temperature.

1. Piled cloth sacks
2. Piled paper sacks
3. Piled cloth sacks, kept indoors
4. Piled paper sacks with snow and needles mixed among cones
5. Shallow ventilated wooden box
6. Tight walled bin
7. High narrow container, ventilated
8. Tight walled bin, kept indoors

After the storage of the pine cones for 267 days, the germinative capacity of the seed remained so high that only by the last mentioned method of storage was there a decrease of more than 10 % of the initial germinative capacity.

According whichever of the eight different methods of storage was used the decrease in the germinative capacity varied from 0.6 to 13.5 %.

5) The corresponding order as regards storage of spruce cones was as follows:

1. Piled paper sacks
2. Piled cloth sacks
3. High narrow container, ventilated
4. Paper sacks with added snow and needles
5. Shallow ventilated wooden box
6. Piled cloth sacks, kept indoors
7. Tight walled bin
8. Same, kept indoors

At the storage of the spruce cones for 304 days, the lastingness of the germinative capacity was so poor that only by two of the best methods mentioned above, the decrease was less than 45 % of the initial, and the total range of variation was from 19,4 to 97,4 %.

6) It seemed that seed in the cones of pine and spruce endure storage in piles of closed paper or cloth sacks at least as well as in wooden boxes. The difference between paper and cloth sacks did not seem to be so great that it should give reason to begin the use of sacks of cloth for packaging instead of the nowadays common usage of sending and storing cones in paper sacks.

7) Occasional warming up of the storing shelter, snow and foreign material with the cones, and a cone layer exceeding one metre, caused decreases in the germinative ability during the spring and summer, this was not so obvious by corresponding methods of storage at atmospheric temperatures of cleaned cones and even when kept in thinner layers. The decrease in the germinative capacity as a consequence of this was only slight in the case of pine, but significantly large in that of spruce.

8) In addition to the fact that the storage of the seed in cones had its effect on germination in fourteen days, it also influenced the germinative speed of the seed. The germinative energy of pine seed (five day period) decreased between 10,4 and 60,6 % according to the storage method. The corresponding figures for spruce (seven day period) ranged between 36,2 and 100,0 %.

9) It also could be observed that the storage of spruce seeds in the cones had a deleterious effect on the ability of the extracted seeds to survive subsequent storage periods. The more the vitality of the seed had been weakened by in-cone storage, the faster was the decrease in germinative capacity during the next seven years.

10) The spruce seed which had been extracted immediately after collecting of the cones preserved its germinative capacity extremely well during an eight year storage period. The decrease of the germinative capacity in eight samples varied between 5,4 and 10,3 %. On the other hand, the corresponding variation, by seed which had been stored in cones for 304 days, was 34,6— 99,8 %. This indicates that when fully ripe cones of spruce are collected, the usability of the seed can be secured in the best way by carrying out the extraction as soon as possible after the collecting.

11) It was not weakness brought about by the age of the seed that caused the great decrease in the usability of the spruce seed during the storage of cones, but factors which weakened the vitality of the seed, and which were able to grow stronger in the favourable conditions during the storage of spruce cones. The most distinct of these factors were moulds and bacteria.

**Publications of the Society of Forestry in Finland:**

ACTA FORESTALIA FENNICA. Contains scientific treatises dealing mainly with forestry in Finland and its foundations. The volumes, which appear at irregular intervals, generally contain several treatises.

SILVA FENNICA. Contains essays and short investigations mainly on forestry in Finland. Published at irregular intervals.

**Die Veröffentlichungsreihen der Forstwissenschaftlichen  
Gesellschaft in Finnland**

ACTA FORESTALIA FENNICA. Enthalten wissenschaftliche Untersuchungen vorwiegend über die finnische Waldwirtschaft und ihre Grundlagen. Sie erscheinen in unregelmässigen Abständen in Bänden, von denen jeder im allgemeinen mehrere Untersuchungen enthält

SILVA FENNICA. Diese Veröffentlichungsreihe enthält Aufsätze und kleinere Untersuchungen vorwiegend zur Waldwirtschaft Finnlands. Sie erscheint in zwangloser Folge.

**Publications de la Société forestière de Finlande:**

ACTA FORESTALIA FENNICA. Contient des études scientifiques principalement sur l'économie forestière en Finlande et sur ses bases. Paraît à intervalles irréguliers en volumes dont chacun contient en général plusieurs études.

SILVA FENNICA. Contient des articles et de petites études principalement sur l'économie forestière de Finlande. Paraît à intervalles irréguliers.

Helsinki, Unioninkatu 40. B.