

ODC 232.315:
174.7 *Pinus sylvestris*

FOLIA FORESTALIA 428

METSÄNTUTKIMUSLAITOS · INSTITUTUM FORESTALE FENNIAE · HELSINKI 1980

LEENA RYYNÄNEN

MÄNNYN SIEMENEN VARASTOINTI
JA VANHENEMINEN

STORAGE OF SCOTS PINE
SEED AND SEED AGEING

- 1978 No 365 Tervo, Mikko: Metsänomistajaryhmittäiset hakkuut ja niiden suhdanneherkkyys Etelä- ja Pohjois-Suomessa vuosina 1955—1975.
The cut of roundwood and its business cycles in Southern and Northern Finland by forest ownership groups, 1955—1975.
- No 366 Ryynänen, Leena: Kotimaisten lehtipuiden siitepölyn laadunmäärittämisestä.
Determination of quality of pollen from Finnish deciduous tree species.
- No 367 Uusitalo, Matti: Suomen metsätalous MERA-ohjelmakaudella 1965—75. Tilastoihin perustuva tarkastelu.
Finnish forestry during the MERA Programme period 1965—75. A review based on statistics.
- No 368 Kärkkäinen, Matti: Käytännön tuloksia koivuviulun saannosta.
Empirical results on birch veneer yield.
- No 369 Laitinen, Jorma: Raivaussahojen kantokäsittelylaitteiden vertailu filmianalysillä.
Comparing clearing saw sprayers with film analysis.
- No 370 Kärkkäinen, Matti: Pienten kuusitukkien mittaus.
Measurement of small spruce logs.
- No 371 Jalkanen, Risto: Maanpinnan rikkomisen vaikutus korvasiemenen satoisuuteen.
Effect of breaking soil surface on the yield of *Gyromitra esculenta*.
- No 372 Laitinen, Jorma: Kuormatraktorin tekninen käyttöaste.
Mechanical availability of forwarders.
- No 373 Petäistö, Raija-Liisa: *Phebia gigantea* ja *Heterobasidion annosum* männyn kannoissa hakkuualoilla Suomenniemen ja Savitaipaleen kunnissa.
Phebia gigantea and *Heterobasidion annosum* in pine stumps on cutting areas in Suomenniemi and Savitaipale.
- No 374 Kalaja, Hannu: Pienpuun korjuu TT 1000 F palstahakurilla.
Harvesting small-sized trees with terrain chipper TT 1000 F.
- 1979 No 375 Metsätalostollinen vuosikirja 1977—1978.
Yearbook of Forest Statistics 1977—1978.
- No 376 Huttunen, Terho: Suomen puunkäyttö, poistuma ja metsätase 1976—78.
Wood consumption, total drain and forest balance in Finland, 1976—78.
- No 377 Kärkkäinen, Matti: Koivutukkien tarkistusmittauksia.
Control measurements of birch logs.
- No 378 Mäkelä, Markku: Tilasto- ja aikaturkimustuotosten vertailua ainespuun korjuussa.
Output in harvesting of industrial wood based on statistical data or time studies.
- No 379 Velling, Pirkko: Erilaisten rauduskoivuprovenienssien alkukehityksestä taimitarhalla ja kenttakoikeissa.
Initial development of different *Betula pendula* Roth provenances in the seedling nursery and in field trials.
- No 380 Kuusela, Kullervo & Salminen, Sakari: Suomen metsävarat lääneittäin 1971—1976.
Forest resources in Finland 1971—1976 by counties.
- No 381 Hyppönen, Mikko & Norokorpi, Yrjö: Lahoisuuden vaikutus puutavaran saantoon ja arvoon Peräpohjan vanhoissa kuusikoissa.
The effect of decay on timber yield and value of the old Norway spruce stands in northern Finland.
- No 382 Paavilainen, Eero & Virtanen, Jaakko: Metsänlannoituksen vaikutuksen riippuvuus levitysmenetelmästä turvemaalla.
Effect of spreading method on forest fertilization results on peatlands.
- No 383 Sirén, Matti, Vuorinen, Heikki & Sauvala, Kari: Pientraktorien heilunta.
Low-frequency vibration in small tractors.
- No 384 Löytyniemi, Kari & Rousi, Matti: Lehtipuutaimistojen hyönteistuhouista.
On insect damage in young deciduous stands.
- No 385 Hytönen-Kemiläinen, Riitta: Suomen sahatavaramarkkinat Länsi-Euroopassa vuosina 1950—1975 ja alueen sahatavaran kulutuksen ennustaminen.
Finland's West-European sawnwood markets 1950—1975, with an econometric model for forecasting the area's sawnwood consumption.
- No 386 Parviainen, Jari: Istuttamalla perustetun männikön, kuusikon, siperialaisen lehtikuusikon ja rauduskoivikon alkukehitys.
Early development of Scots pine, Norway spruce, Siberian larch and silver birch plantations.
- No 387 Teivainen, Terttu: Metsäpuiden taimien myyrätuhot metsänuudistusalloilla ja metsite-tyillä pelloilla Suomessa vuosina 1973—76.
Vole damage to forest tree seedlings in reforested areas and fields in Finland in the years 1973—76.
- No 388 Teivainen, Terttu, Jukola, Eeva-Liisa, Kaikusalo, Asko & Korhonen, Kyllikki: Vesimyyrän, *Arvicola terrestris* (L.), aiheuttamat metsäpuiden taimien juuristotuhot vv. 1973—76 Suomessa.
Root damage of forest tree seedlings caused by water vole, *Arvicola terrestris* (L.), in the years 1973—76 in Finland.
- No 389 Kolari, Kimmo K.: Hivenravinteiden puute metsäpuilla ja männyn kasvuhäiriöilmio Suomessa. Kirjallisuuskatsaus.
Micro-nutrient deficiency on forest trees and dieback of Scots pine in Finland. A review.
- No 390 Kaunisto, Seppo & Metsänen, Rauni: Turpeen muokkauksen ja lannoitteiden sijoittamisen vaikutus männyn taimien juuriston kehitykseen tupasvillanevalla.

FOLIA FORESTALIA 428

Metsäntutkimuslaitos. Institutum Forestale Fenniae. Helsinki 1980

Leena Ryyränen

MÄNNYN SIEMENEN VARASTOINTI
JA VANHENEMINEN

Storage of Scots pine seed and seed ageing

ODC 232.315:174.7 *Pinus sylvestris*
ISBN 951-40-0442-6
ISSN 0015-5543

RYYNÄNEN, L. 1980. Männyn siemenen varastointi ja vanheneminen. Abstract: Storage of Scots pine seed and seed ageing. *Folia For.* 428:1—11.

Koska hyviä siemenvuosia sattuu männyllä (*Pinus sylvestris* L.) Lapissa 10—15 vuoden välein, joudutaan metsänuudistuksessa tarvittavaa siementä varastoi-
maan. Varastoinnin aikana männyn siemenen sopiva kosteuspitoisuus on 4,5—8 %, jos varastointilämpötila on 0—5 °C. Parhaiten siemenet säilyttävät itävyytensä 0 °C alemmissa lämpötiloissa. Tällöin edellytetään, että kosteus-
pitoisuus on lähellä 4,5 %.

Tutkimuksessa on seurattu Lapin vuoden 1972 männyn suurkeräyssiemenen varastoinnin onnistumista. Säilymistä on seurattu idätyskokein ja röntgen-
varjoainekuvauksella. Metsähallituksen siemenvarastossa Imarissa varastoitujen suurten siemenerien itävyys on säilynyt erittäin hyvin, aleneminen on vain n. 2 prosenttiyksikköä, mutta koneellinen lenninsiipien poisto on vaurioittanut kui-
tenkin siemeniä melkoisesti l. 15—20 %. Kolarin tutkimusaseman pienerien varastossa lähtöarvot ovat paremmat siksi, että lenninsiivet on poistettu käsin. Itämiskyky on Kolarissa varastoiduissa siemenissä alentunut kuitenkin nopeam-
min kuin Imarissa. Syynä lienee varastointilämpötilan vaihtelu 0 °C molemmin puolin ja se, että siemenpulloja avataan usein, jolloin siemenen kosteuspitoisuus nousee.

As good crops of Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) seed occur in Lapland only every 10—15 years, the seed required for forestation work has to be stored for considerable periods of time. During storage, if the storage temperature is 0—5 °C, the most suitable moisture content for Scots pine seed is 4,5—8 %. The seeds best retain their germination capacity at temperatures below 0 °C. In this case, however, the moisture content should be near to 4,5 %.

The condition during storage of pine seeds collected on a large-scale in Lapland in 1972 has been followed in this study. The condition of seed lots have been compared by means of germination tests and X-ray contrast method. The germination capacity of bulk seed lots stored in the State Forestry Board's store at Imari has been retained very well, the reduction being only about 2 %-units, however, mechanical dewinging has damaged the seeds quite considerably, that's 15—20 %. The initial values for small seed lots stored in cold storage at Kolar Research Station are higher because the seeds were dewinged by hand. The germination capacity, however, has decreased faster in the Kolar seed than in the Imari seed. This may be due to the fact that the storage temperature varied somewhat above and below 0 °C and that the seed bottles were opened rather frequently with a resulting increase in the moisture content of the seeds.

SISÄLLYS

1. JOHDANTO	4
2. VANHENEMISEEN VAIKUTTAVAT TEKIJÄT	5
21. Kosteuspitoisuus	5
22. Lämpötila	6
23. Siemenen laatu	7
3. AINEISTO JA MENETELMÄT	7
4. TULOKSET JA NIIDEN TARKASTELU	8
KIRJALLISUUS	11

1. JOHDANTO

Metsänuudistuksessa valittaessa metsikön perustamisen menetelmäksi mikä tahansa, luontainen uudistaminen, kylvö tai istutus, on uuden puuyksilön lähtökohta yleensä aina siemen. Kylmissä ilmasto-olosuhteissa havupuiden siementuotto on hyvin satunnaista sekä laadun että määrän suhteen. Erityisen selvä siementuoton vaihtelu on kotimaisella männyllä (*Pinus sylvestris* L.), jolla huippusatoisia vuosia sattuu Suomen eteläpuoliskolla 6—7 vuoden välein. Lapissa hyvien siemenvuosien väli on jopa 10—15 vuotta (ks. esim. L ä h d e 1975, kuva s. 17). Jonkin verran saadaan siementä myös välivuosina, parina kolmena välivuotena Lapin eteläosissa tyydyttäviäkin satoja (S a r v a s 1964). Männyn hyvän siemensadon edellytyksenä on kolmen suhteellisen lämpimän kesän jakso. Tämä selittyy sillä, että männyn siemenen ja kävyn kehitys kestää kolme vuotta. Ensimmäisenä kasvukautena muodostuvat kukkasilmut jo kasvukauden puoliväliin mennessä (S a r v a s 1965). Yksi tai useampia emikukintoja, tulevia käpyjä, kehittyy kukkimisvuoden versoon sivuoksien paikalle vuosikasvainien päähän (S a r v a s 1964). Toisen kasvukauden lämpösummavaatimus ei ole niin suuri kuin ensimmäisen ja kolmannen. Kukinta tapahtuu Etelä-Suomessa kesäkuun puolella välissä (S a r v a s 1965) ja Pohjois-Suomessa viikkoa, paria myöhemmin. Tällöin suotuisa tuuli ja sateeton sää takaavat onnistuneen pölytyksen. Pölytyksen epäonnistuessa syntyy pelkkä lenninsiipi. Lisäksi syyskesällä (tai varhain seuraavana keväänä) esiintyvät hallat voivat vaurioittaa emikukintoa, eikä siihen seuraavan kasvukauden alussa kehity hedelmöitymiskykyisiä munapesäkkeitä. Tästä on seurauksena tyhjän siemenen muodostuminen. Kolmantena kesänä tapahtuu hedelmöitys, Etelä-Suomessa heinäkuun alkupäivinä ja Pohjois-Suomessa vastaavasti myöhemmin, n. 13 kk pölytyksen jälkeen. Mikäli alkukesä on erikoisen kylmä, kuten Pohjois-Suomessa voi sattua, saattaa hedelmöitys jäädä kokonaan tapahtumatta. Myöskin tästä on seu-

rauksena tyhjä siemen (S a r v a s 1962). Hedelmöityksen jälkeinen alkionkehitys on riippuvainen kesän lämpimyydestä, siemenen tuleentumisasteen seurattessa lämpösummakäyriä. S a r v a k s e n (1970) mukaan Etelä-Suomessa männyn siemenen tuleentumiseen 98 %:isesti tarvitaan n. 950 d.d:n lämpösumma, joka saadaan laskeamalla yhteen kasvukauden vuorokautiset yli +5 °C ylittävät keskilämpötilat. Siemenen fysiologinen kehitys jatkuu vielä 2—3 viikkoa sen jälkeen, kun sen anatominen kehitys on päättynyt. Tänä aikana siemen on erittäin arka hallavaurioille, jotka voivat alentaa jopa anatomisesti täysin tuleentuneen siemenen itävyyttä tuntuvastikin (S i m a k 1972).

Metsänuudistuksen kannalta on välttämätöntä taata sopivan siemenen jatkuva saanti. Jo vanhastaan on turvauduttu siemenen varastointiin, jolloin hyvät siemenvuodet käytetään mahdollisimman tehokkaasti hyväksi siemenkeräyksiin. Näiden avulla pystytään tyydyttämään siemenen tarve seuraavaan hyvään siemenvuoteen saakka. Männyn siemenen varastointiajat saattavat muodostua pitkiksi, Suomen pohjoisimmissa osissa on L ä h t e e n (1975) mukaan varauduttava jopa 15 vuoden varastointiin.

Helmikuussa 1979 oli Kolarin ja Rovaniemen tutkimusasemien tiedotuspäivien teemana ”Metsän uudistaminen”. Tähän liittyen pidin esitelmän, jossa selostettiin siemenen vanhenemisen ja varastoinnin periaatteita sekä raportoitiin väliaikatuloksia vuoden 1972 siemenen nykytilasta. Koska tiedotuspäivien kuulijakunta on suppea, ja asiasta ovat ehkä muutkin kiinnostuneita, on esitelmä laajennettu julkaisuksi ylijohtajan, professori Viljo Holopaisen kehoituksesta.

Aineiston hankinnassa ovat avustaneet Metsähallinnon Perä-Pohjolan piirikuntakonttorista MH Seppo Takoja ja FK Tuula Anttila sekä Imarin taimitarhan siemenvaraston työntekijät. Kolarin tutkimusasemalla laboratoriotyöt on tehnyt rva Vilma Pudas ja puhtaaksikirjoituksen rva Sirkka Himanka. Englanninkielisen tekstin on kääntänyt MMK, B. Sc. John Derome. Käsikirjoituksen ovat tarkastaneet professorit Max Hagman ja Erkki L ä h d e, sekä MML Erkki Numminen ja FL Martti Rynänen. — Esitän parhaat kiitokseni työssä avustaneille.

2. VANHENEMISEEN VAIKUTTAVAT TEKIJÄT

Varastoinnin päämääränä on säilyttää siemenen alkuperäiset ominaisuudet mahdollisimman muuttumattomina kylvöön saakka. Tähän pyritään pitämällä siemen varastossa ulkoisten olosuhteiden avulla "hiljaiselossa", ns. siemenhorroksessa. Mitä vähäisempiä siemenen elintoiminnat ovat horroksen aikana, sitä kauemmin voidaan siementä varastoida elinkyvyn vähentymättä.

Merkittävin siemenen varastoinnin aikaisista elintoiminnoista on hengitys. Kaikki hengityshän on — sekä kasveilla että eläimillä — ravintoaineiden hidasta palamista, hapettumista, jonka pääasiallisina lopputuotteina syntyy hiilidioksidia ja vettä. Jokaisessa siemenen elävässä solussa tapahtuu hengitystä, kiihkeämpänä alkion kuin siemenvalkuaisen soluissa. Soluhengityksen seurauksena solun sisältämät ravintovarastot vähenevät. Osa niistä hapettuu yhdisteiksi, joita alkio siemenen päästyä itämään voi edelleen käyttää ravinnokseen, mutta osasta syntyy ravinnoksi kelpaamattomia aineenvaihduntatuotteita, ns. kuona-aineita. Eräät niistä ovat solun kannalta yhden- tekeviä, toiset voivat olla haitallisia tai jopa myrkyllisiä. Pitkäaikaisen varastoinnin aikana tapahtuu solussa myös suora- naista rappeutumista, kuten solukalvojen ja entsyymien hajoamista sekä valkuaisaineiden saostumista. Rappeutumisilmiöiden ja hengityksen seurauksena yksityiset solut heikkenevät ja kuolevat. Horroksen aikana siemen ei pysty rakentamaan aineenvaihdun- taan, eikä näinmuodoin kykene myöskään muodostamaan uusia soluja kuolleiden si- jaan (B a l d w i n 1942). Kun osa siemenen soluista kuolee, alenee koko siemenen elinkyky, ts. siemen vanhenee. Käytännössä tämä ilmenee ja voidaan mitata itämistarmon ja taimenmuodostuskyvyn alenemi- senä. Jos osa alkion soluista tai 25 % siemenvalkuaisen soluista on kuollut tai pahoin vaurioitunut, ei siemen enää idä, ja siemenerän itävyysprosentti laskee (S i m a k 1957, K a m r a 1971).

Tekijöitä, jotka eniten vaikuttavat siemenen vanhenemiseen varastoinnin aikana,

ovat siemenen kosteuspitoisuus ja varas- tointilämpötila sekä itse siemenen ominai- suudet. Siementen varastoinninaikaisen kos- teuden ja lämpötilan merkityksestä on H a r r i n g t o n (1972) esittänyt seuraav- vat säännöt:

1. Siementen elinikä puoliintuu aina siementen kos- teuspitoisuuden noustessa yhdellä prosenttiyksiköllä, kun siementen kosteuspitoisuus on välillä 5 ja 14 %.
2. Siementen elinikä puoliintuu aina lämpötilan nous- tessa 5 °C:lla. Tämä sääntö pätee ainakin välillä 0—50 °C.

Nämä pääsäännöt eivät ole toisistaan riip- puvaisia. Siten siemen, jonka kosteus- pitoisuus on 8 %, säilyttää elinkyvynsä kylmävarastossa (+5 °C) yhtä kauan kuin huoneenlämmössä (+20 °C) varastoitu sie- men, jonka kosteuspitoisuus on 5 %.

21. Kosteuspitoisuus

Ehkä merkittävin varastossa säädeltävistä tekijöistä on siementen kosteuspitoisuus. Sopiva varastoitavan siemenen kosteuspitoi- suus männyllä on 4,5—8 %, kun varastointi- lämpötila on yli 0 °C (mm. H u s s 1954, S c h ö n b o r n 1964, K a m r a 1967). Kehittyvän siemenen kosteuspitoisuus syk- sällä on 20—30 % (S c h ö n b o r n 1964). Jos siemen saa luonnossa varista käyvystä, on sen kosteuspitoisuus irtoamishetkellä 14—15 %, mutta välittömästi keinollisen karistuksen jälkeen ovat vastaavat luvut 4,5—6 %. Tämä on seurausta käpyjen kui- vatuksen ja siementen karistuksen aikaisista käsittelylämpötiloista, koska siementen ollessa ilman kanssa kosketuksissa muodos- tuu tasapaino ilman suhteellisen kosteuden ja siementen kosteuspitoisuuden välille (H u s s 1951 a, S c h ö n b o r n 1964, V i n c e n t 1966, A l f j o r d e n 1975). Huoneilman suhteellinen kosteus on useis- ta tekijöistä riippuvainen ollen yleensä 20—50 %. Kun ilman suhteellinen kosteus on 20 %, on sen kanssa tasapainossa oleva männyn siemenen kosteuspitoisuus 6 %. Koneellisesti jäädytetyssä kylmävarastossa

on ilman suhteellinen kosteus 50—60 %, jolloin sitä vastaava männyn siemenen kosteuspitoisuus olisi 11—14 % (Alfjorden 1975). Mikäli siemenastiat ovat huonosti suljetut tai niitä avataan usein kylmävarastossa esim. siennäytteiden ottamista varten, saattaa siementen kosteuspitoisuus nousta yli 8 %:n riskirajan. Samoin tapahtuu, jos siemenastia tuodaan kylmävarastosta huoneenlämpöön ja avataan ennen kuin se on saavuttanut ympäröivän ilman lämpötilan (Wang 1973). Tämä johtuu siitä, että 1 m³ huoneenlämpöistä ilmaa (+20 °C) pystyy sitomaan 17,2 g vettä, mutta nolla-asteinen vain 4,9 g. Kylmää siemenastiaa ympäröivän ilman sisältämä vesi tiivistyy huurteisena kerroksena kylmään pintaan, myöskin kylmien siemenien pintaan, jos ne pääsevät itseään lämpimämmän ilman kanssa kosketuksiin. Siemenen kosteuspitoisuuden nousua yli 8 %:n imevät ravintovarastot itseensä vettä ja eräät avainentsyymit aktivoituvat. Hengitys kiihtyy ja siemenen elinkyky laskee nopeasti (mm. Huss 1954, Vincent 1966).

Myös kosteuspitoisuuden aleneminen alle 4,5 %:n on haitallista. Siemenen liiallinen kuivattaminen poistaa soluista monomolekyylarisesti sitoutunutta vettä, joka suojelee solun molekyylikaranteita hapettumista vastaan. Kun liian kuiva siemen joutuu kosketuksiin ilman hapen kanssa, nopeutuu vanheneminen rasvojen itsestään tapahtuvan hapettumisen vuoksi (Huss 1954, Harrington 1972). Liika kuivuus saattaa aiheuttaa myös siemenen valkuaisaineiden saostumisen ja tätä kautta siemenen nopean kuoleman (Vincent 1966).

22. Lämpötila

Lämpötila on toinen tärkeä tekijä, jonka avulla siemenen vanhenemisnopeutta varastoinnin aikana voidaan säädellä. Mitä alhaisempi on lämpötila, sitä paremmin siemenet säilyvät. Tämä sääntö pätee myöskin nolla-asteen alapuolella olevissa lämpötiloissa. Yleensä lämpötilan nousu nopeuttaa reaktiota. Näin käy myös siemenen hengityksessä, joka kiihtyy lämpötilan nousun myötä aina 35 °C saakka. Liian lämpimän varastoinnin seurauksena alenee myös eräiden elintärkeiden entsyymien aktiivisuus ja valkuaisaineiden saostuminen nopeutuu.

(Tällaista tuhoutumista voi myös sattua, jos siemen karistuksen aikana — eritoten kostean alkuvaiheen aikana — joutuu liian korkeaan lämpötilaan).

Varastointilämpötilan ollessa yli 0 °C ja kosteuspitoisuuden pysyessä vakiona, on siementen vanheneminen pitkäaikaisessa varastoinnissa sitä nopeampaa mitä korkeampi on lämpötila.

Huoneenlämpö ei sovellu siementen pitkäaikaiseen varastointiin (mm. Baldwin 1942, Schönborn 1964, Vincent 1966, Huss 1967, Alfjorden 1978). Huoneenlämmössä voidaan siementä turvallisesti säilyttää vain noin vuoden ajan (Huss 1967, Alfjorden 1978). Tämän jälkeen sen itävyys alkaa nopeasti laskea ja se on puolet alkuperäisestä jo noin 8—10 vuoden kuluttua. Siemen on menettänyt itämiskykynsä kokonaan keskimäärin 12 vuoden varastoinnin jälkeen (Huss 1967). Ainoastaan laadultaan ensiluokkaista siementä, jonka varastointia edeltävä käsittely on moitteetonta, voidaan varastoida huoneenlämmössä vain vähäisin itävyyden muutoksin. Hussin (1967) tutkimusten mukaan männyn siemen, jonka alkuperäinen itävyys oli 94 %, iti vielä seitsemän vuoden varastoinnin jälkeen 80 %:isesti, kun sen sijaan alkuaan 74 %:isen siemenen itävyys oli vastaavassa ajassa laskenut jo 14 %:iin.

Kylmähuoneessa (+5 °C) säily siementen elinkyky jo huomattavasti edellistä paremmin (esim. Baldwin 1942, Mirov 1946, Schönborn 1964, Vincent 1966, Huss 1967, Alfjorden 1978). Hussin (1967) pitkäaikaisen seurantatutkimuksen mukaan männyn siemenen itävyyden lasku ei vielä seitsemän vuoden varastoinnin jälkeenkään ole tilastollisesti merkitsevä. Vasta 10 vuotta varastoidussa siemenessä voidaan havaita selvää itävyyden alenemista ja 15 vuotta vanhan siemenen itävyys on laskenut keskimäärin 18,8 prosenttiyksikköä, mikä on jo tilastollisesti merkitsevää heikkenemistä. Myös hyvän ja huonon siemenen ero on kasvanut 15 vuoden säilytyksen jälkeen. Alunperin 95 %:isen siemenen itävyys on laskenut 90 %:iin, mutta 74 %:isen on laskenut jo 31 %:iin. Kun on kysymys suurien siemenerien joitakin vuosia kestävästä varastoinnista, kylmävarasto on sekä saavutetun lopputuloksen että kustannukset

huomioon ottaen paras vaihtoehto (H u s s 1951 b, S c h ö n b o r n 1964, Förvaring och hantering av tall- och granfrö 1974).

Koska männyn siemen kestää hyvin kuivutusta 4,5 %:n kosteuspitoisuuden ollessa vielä turvallinen, voidaan siemeniä säilyttää myös 0 °C alemmissa lämpötiloissa. Yleisimmin käytetyt pakastuslämpötilat ovat -5 °C ja -15 °C. Kummassakin lämpötilassa säilyy siemenen elinkyky muuttumattomana useita vuosia (S c h ö n b o r n 1964, H u s s 1967, A l f j o r d e n 1978). Pakastaminen on paras menetelmä siemenen monivuotiseen varastointiin, ja sitä onkin käytetty pienillä, arvokkailla siemen-erillä, mutta suurien siemenmäärien säilytykseen se on kallista (H u s s 1967, Förvaring och hantering av tall- och granfrö 1974).

23. Siemenen laatu

Vanhenemisen kannalta yhtä oleellista kuin varastointiolosuhteet on siemenen laatu. Terveellä siemenellä on tuleentumisaste merkittävin siemenen vanhenemiseen vaikuttava tekijä (S c h ö n b o r n 1964, V i n c e n t 1966, H u s s 1967). Vain hyvin tuleentunut siemen kestää pitkäaikaisen varastoinnin. Tästä oli jo aiemmin kaksi esimerkkiä, kun kerrottiin hyvän ja huonon siemenen erilaisesta vanhenemisnopeudesta, jos siemeniä säilytettiin huoneenlämmössä tai +5 °C lämpötilassa. Vajaasti tuleentunut siemen on täyttä siementä herkempi karistuksen ja varastoinnin aikaiselle lämpötilan ja kosteuden kohoamiselle. Tästä ja vajaatuleentuneen siemenen

heikommista ravintovarastoista seuraa, että sen itävyys huononee nopeasti (H u s s 1951 a, 1954, 1967).

Varastointia edeltävät toimenpiteet, käpyjen karistus ja ennenkaikkea lenninsiipien poisto, aiheuttavat siemenen mekaanista rikkoutumista. Se voi olla joko näkyvää, jos siemenkuori on rikki, tai näkymätöntä, jos vaurio on siemenvalkuaisessa tai alkiossa. Jos lenninsiivet poistetaan käsin on vaurioiden määrä vähäisin, alle 1 %. Koneellisessa siipienpoistossa on vaurio muutamasta prosentista lähes 50 %:iin, riippuen siemenestä, koneesta ja halutusta puhtausasteesta. Rikkoutuneissa siemenissä on soluhengitys kiihkeämpää kuin ehjissä ja siemenet menettävät elinkykynsä hyvin nopeasti 0 °C yläpuolella olevissa lämpötiloissa (B a l d w i n 1942, K a m r a 1967 a, A l f j o r d e n 1973, 1978). Pakastetuina ne sen sijaan A l f j o r d e n i n (1978) mukaan säilyttävät elinkykynsä muuttumattomina useita vuosia. Jos käsittelyä muuttamalla ei saada rikkoutumisprosenttia pienemmään, ehdottavat B a l d w i n (1942) ja K a m r a (1967 a) eräänä ratkaisuna siipien poistoa vasta juuri ennen kylvöä, jolloin siemenen, lähinnä siemenkuoren, rikkoutuminen ei ehdi vaikuttaa elinkykyyn. Käytännössä tätä voi olla kuitenkin vaikea toteuttaa suuressa mittakaavassa.

Erilaiset infektiot, etenkin homeet, haittaavat vajaasti tuleentuneiden, rikkoontuneiden ja varastoinnin aikana vanhentuneiden siemenien itämistä alentaen tuntuvasti itävyyttä (B a l d w i n 1942, H u s s 1951 b, K a m r a 1967 a).

3. AINEISTO JA MENETELMÄT

Viimeisin hyvä männyn siemenvuosi Lapissa oli 1972. Siemen tuleentui metsärajalle, jopa puurajalle saakka (H e l e n i u s 1972). Tämän tutkimuksen tarkoituksena on selvittää vuoden 1972 suurkeräys-siemenen vanhenemistä varastoinnin aikana. Pääosa materiaalista, josta jäljempänä käytetään nimitystä MI-siemen, tulee Metsähallinnon Imarin taimitarhan siemenvarastosta. Vuonna 1978 tutkittiin 10 maastoon kylvettävää siemeniä. Vuonna 1979 tutkittiin kaikki Imarista maastoon lähetetyt siemeniä, yhteensä 24, joista kahdeksan oli samoja kuin edellisenä vuonna.

Vertailumateriaalina MI-siemenelle on ns. G3-siemen, joka on tutkimustarkoituksiin kerättyä, vain

pieniä eriä käsittävää siementä. Sitä säilytetään Kolarin tutkimusaseman kylmähuoneessa. G3-siementä on tutkimuksessa mukana neljä erää, joista kahta on tutkittu kolmena peräkkäisenä vuotena (1977—79), ja kahta vuosina 1978—79, kuten MI-siementäkin. MI- ja G3-siemenet on kerätty ympäri Lappia, osittain samojen kuntien alueilta (taulukko 1). Siementen vanhenemisen seuranta jatkuu edelleen.

Siemenet on tutkittu joka vuosi idätyskokein ja varjoaineröntgenkuvauksella. Vuodesta 1979 lähtien on lisäksi määritetty siementen kosteuspitoisuus.

Siemenet on idätetty Jacobsenin idätyslaitteessa. Näytteen suuruus on ollut 4 × 100 siementä. Lämpö-

tila on ollut vakio, +22 °C, ja valaistus jatkuva (ks. esim. K a m r a 1967 b, K a m r a ja S i m a k 1968).

Varjoaineröntgenkuvausta varten siemenet, 400 siementä/erä, käsiteltiin bariumkloridilla (BaCl₂) ennen kuvausta (S i m a k 1957, R y y n ä n e n 1980). Röntgenkuvien avulla siemenet luokiteltiin tuleentumisasteen mukaan alkioluokkiin, joiden perusteella laskettiin odotettu itävyysprosentti. Laskusta jätettiin pois rikkoutuneet siemenet sekä siemenet, joiden siemenvalkuaisesta vähintään 25 % ja/tai alkio oli värjäytynyt BaCl₂:lla (R y y n ä n e n 1980). Rikkou-

tuneiden sekä värjäytyneiden siementen yhteenlaskettu prosenttiosuus näytteestä muodostaa siementen vaurio-

prosentin. Kosteuspitoisuuden määrittämistä varten jokaisesta siemenestä otettiin 3 × 5 g:n näyte. G3-näytteet otettiin suoraan säilytysastiasista, mutta MI-näytteitä jouduttiin säilyttämään muovipusseissa Kolarin tutkimusaseman kylmähuoneessa kaksi viikkoa ennen määrittämistä, mikä on saattanut vaikuttaa lopputulokseen. Siemeniä kuivatettiin 16 tuntia 105 °C lämmössä ja kosteuspitoisuus ilmoitetaan prosentteina kuivaamattomien siementen painosta.

4. TULOKSET JA NIIDEN TARKASTELU

MI-siemenen itävyysprosentti on laskenut alkuperäisestä 82,6 %:ista vain 2,2 prosenttiyksikköä (taulukko 1). Vuoden 1979 odotettu itävyys, 74,5 %, ei ole sanottavasti muuttunut vuoden 1978 arvosta, 76,7 %, laskua on vain 1,2 prosenttiyksikköä. Siementen kosteuspitoisuus (4,5 %) on paras mahdollinen. Hajonta on melkoinen, mutta siementen säilytys muovipusseissa kylmähuoneessa ennen kosteuspitoisuuden määrittämistä on saattanut kohottaa joidenkin erien kosteusprosenttia tuntuvastikin. Tulosten mukaan MI-siemen on säilynyt tähän saakka erinomaisesti, mikä on osoitus hyvistä varastointiolosuhteista.

G3-siemenen todettu itävyys on laskenut vajaat 10 % (100 %:ista 91,2 %:iin), mutta huolimatta MI-siementä paremmasta lähtöarvosta, odotettu itävyys on laskenut jo 82,3 %:iin, eli lähes 20 % (taulukko 1). G3-siementen kosteuspitoisuus on 5,0 %. Syy MI-siementä hieman korkeampaan kosteuspitoisuuteen on ehkä siinä, että siemen ei alunperinkään ole ollut aivan yhtä kuivaa kuin MI-siemen. Mutta ainakin osittain korkeampi kosteuspitoisuus ja mahdollisesti siitä aiheutuva itävyyden nopeampi huononeminen johtuu siitä, että kyseessä on tutkimussiemien, ja siemenpulloja joudutaan usein avaamaan. Sen, että siemenastioiden toistuva avaaminen alentaa siemenen itävyyttä, totesi M i r o v jo v. 1946. Hän ei kuitenkaan määrittänyt siementen kosteuspitoisuutta, eikä näin ollen ole maininnut syy-yhteyttä kosteuspitoisuuden nousun ja itävyyden alenemisen välillä.

G3-siemenen vanheneminen on selvästi nopeampaa kuin MI-siemenen. Osittain tämä selittyy siemenen korkeammalla kosteuspitoisuudella, mutta kylmähuoneen vaihtelevilla lämpötiloilla lienee myöskin osuutta asiaan. Talven pakkaskausina laskee kylmähuoneen lämpötila 0 °C alapuolelle parikin kertaa talvessa. Siementen toistuva jäätyminen ja sulaminen on tuskin niille edullista, varsinkin kun niitä pyritään säilyttämään +5 °C lämpötilassa, ja kosteuspitoisuus on näinkin korkea. Tutkimuksessaan varastoinnin aikaisten suurten lämpötilan vaihteluiden vaikutuksesta siemenen itävyyteen tuli A l f j o r d e n (1978) siihen tulokseen, että suurelta lämpötilan vaihtelut eivät alenna itävyyttä eikä itämistarmoa. A l f j o r d e n i n koeolosuhteet olivat kuitenkin päinvastaiset G3-siemenen verrattuna. Siemen oli erittäin kuivaa, kosteuspitoisuus oli 4,2 %, ja se säilytettiin -20 °C lämpötilassa, josta sitä välillä käytettiin huoneenlämmössä avaamatta siemenastioita. Saman tutkijan mukaan rikkoutunutkin siemen säilyttää elinkykynsä muuttumattomana 0 °C lämpötilan alapuolella varastoituna. Itämistarmossa ei ero MI- ja G3-siementen vanhenemisessä ilmene.

MI- ja G3-siemenet on osittain kerätty samoista kunnista ja siemenistä röntgenkuvauksella saadut alkioluokkakautumat ovat lähes identtiset. Kuitenkin siementen alkuperäisessä itävyydessä on eroa yli 15 % (100 % G3-siemenellä ja 84,9/82,6 % MI-siemenellä). Siemenerien ensimmäiset idä-

Taulukko 1. Vuoden 1972 männynsiemen
Table 1. Scots pine seed collected in 1972

Siemenä Seed lot	Alkuperäinen itävyys Initial germinability	1977			1978			1979			
		Itävyys (Tod./Od.) Germinability (Act./Exp.)	Itämistarmo Rate of germination %/21	Vaurio- prosentti Damage percentage	Itävyys (Tod./Od.) Germinability (Act./Exp.)	Itämistarmo Rate of germination %/21	Vaurio- prosentti Damage percentage	Itävyys (Tod./Od.) Germinability (Act./Exp.)	Itämistarmo Rate of germination %/21	Vaurio- prosentti Damage percentage	Kosteus- pitoisuus Moisture content
Muonio	M29-72-260	87	—	—	86,0/81,6	90,7	13,6	86,7/79,7	93,7	15,1	4,3
Kolari	M33-72-6	95	—	—	93,3/88,9	93,3	7,6	94,7/88,9	96,6	6,3	3,7
Sodankylä	M24-72-99	80/82	—	—	81,3/80,3	87,5	12,7	86,0/79,4	99,4	17,2	4,6
Sodankylä	M24-72-152	78/69	—	—	76,4/74,4	85,8	23,7	78,9/76,0	91,4	18,5	4,1
Kittilä	M24-72-117	87/73	—	—	75,1/75,9	89,1	20,9	75,1/74,5	95,3	13,1	4,6
Enontekiö	M29-72-288	80	—	—	70,5/67,6	82,2	20,1	69,0/61,0	86,9	20,3	4,9
Savukoski	M33-72-34	88/91	—	—	80,3/79,7	84,3	17,5	84,0/80,9	95,8	15,3	4,6
Inari	M29-72-213	84	—	—	69,6/64,4	82,6	30,0	68,4/62,5	93,4	19,8	4,8
Ka. MI-siemen Mean MI-seed		84,9 ⁺ /82,6			79,1/76,6	86,9	18,3	80,4/75,4	94,1	15,7	4,5
Muonio	G3-72-012	—	96,8/96,0	98,2	90,6/85,4	75,7	5,7	89,2/84,3	96,2	8,1	4,9
Kolari	G3-72-014	100	94,4/93,6	96,5	77,6/81,2	94,7	8,3	88,4/78,3	94,2	10,4	5,6
Inari	G3-72-030	100	—	—	87,8/86,0	84,6	4,3	92,4/81,7	95,1	9,1	4,9
Rovaniemen maalauskunta	G3-72-016	100	—	—	94,7/90,9	93,0	2,3	94,7/86,8	98,1	7,6	4,6
Ka. G3-siemen Mean G3-seed		100	95,6/94,8	97,4	87,7/85,9	87,0	5,2	91,2/82,3	95,9	8,8	5,0

⁺ = Itävyyden määräys 1976, [·] = 1974.

[·] = Germination determined in 1976, [·] = 1974.

⁺ = Alkuperäinen itävyys v. 1978 kokeissa olleille siemenille.

[·] = Initial germination percentage of seed in 1978 experiments.

tykset on tehty eri paikoissa, mutta koska idätysmenetelmät ovat samanlaiset, ei ero voi johtua itse menetelmästä. Syyn täytyy lyötyä siementen varastointia edeltävästä käsittelystä.

Menetelmän mukaisesti vaurioprosentti-sarake ilmaisee siemenen käsittelyn ja varastoinnin aikana vaurioituneiden ja/tai itävyytensä menettäneiden siementen prosenttiosuuden. Nopeammin vanhenevalla G3-siemennellä vaurioprosentti on alhainen, mutta nousee vuosi vuodelta: Vuonna 1977 se oli 3,7 % mutta 1979 jo 8,8 %. Koska MI-siemennellä vanheneminen on vähäistä, on sen yli 15 % oleva vaurioprosentti pysynyt lähes samansuuruisena alusta lähtien.

Ratkaisevin ero MI- ja G3-siementen käsittelystä on käpyjen karistuksessa sekä lenninsiipien poistossa ja siementen puhdistuksessa. Kolarissa, eli G3-karistamossa, käsitellään vain pieneriä, kuten esim. tuleentumispalvelun siemennäytteet, ja kaikki työ tehdään käsin. G3-karistamon karistusteho on vain muutamia käpykiloja vuorokaudessa, kun taas MI-siemen edustaa suurten koneellistettujen karistamojen siementä. M24-, M29- ja M30-karistamot on mitoitettu suurerien karistukseen ja käsittelyyn, niiden karistusteho massakaristuksessa on 8 000—4 000 kg/vrk (Metsäpuiden siemenkaristamot 1978). Karkeasti sanottuna MI- ja G3-siementen alkuperäisten itävyyssprosenttien ero kuvastaa koneellisesta käsittelystä johtuvaa itävyyden alenemista (ks. myös Baldwin 1942, Kamra 1967 a, Alfjorden 1973, 1978).

Nyt tutkittu vuoden 1972 männyn suurkeräyssiemennä on tähän asti säilyttänyt hyvin elinkykynsä. Aikaisempien tutkimusten valossa on kuitenkin väistämätöntä, että elinkyvyn laskua tapahtuu varastointivuosien lisääntyessä aina ennakoituun 15 vuoteen saakka. Ainoa varma keino torjua vanhenemista näin pitkän varastoinnin aikana olisi siementen varastointi 0 °C alapuolella olevissa lämpötiloissa. Toisaalta huomattavaa siemenen säästöä saavutettaisiin, jos pystyttäisiin vähentämään siementen rikkoutumista varastointia edeltävässä käsittelystä. Aina on myöskin muistettava, että kun puhutaan siemenen itämiskyvyn alenemisesta, ei näitä laboratorio-olosuhteissa saatuja lukuja voida suoraan soveltaa maasto-olosuhteissa. Hyvin tuleentuneen siemenen itämiskyvyn aleneminen 10 prosenttiyksiköllä merkitsee avomaalle kylvettyinä taimituotannon vähenemistä 30 jopa 40 %, kun taimet inventoidaan kolmen vuoden kuluttua kylvöstä. Heikommin tuleentuneella siemennellä voi ero itävyyden ja taimituotannon laskun välillä olla vieläkin suurempi (H u s s 1954). Missä määrin tätä eroa voitaisiin vähentää metsänviljelyketjussa välillä siemen — taimi, olisi selvitettävä.

Kaikenkaikkiaan siemenen vanheneminen varastoinnin ja sitä edeltävän käsittelyn aikana on monien tekijöiden summa. Suurten siemenerien käsittely- ja varastointimenetelmien valinta tulee aina olemaan kompromissi tavoitellun hyödyn ja uhrattavien varojen välillä.

KIRJALLISUUS

- ALFJORDEN, G. 1973. Våtavvingning av skogsfrö. Inst. Skogsförbättr. Inf. No. 1, 1973/74:1-14.
- 1975. Torkning av skogsfrö. Inst. Skogsförbättr. Inf. No. 7, 1974/75:1-2.
- 1978. Lagringförsök med tall- och granplantagefrö. Inst. Skogsförbättr. Inf. No. 5, 1977/78:1-4.
- BALDWIN, H. I. 1942. Forest tree seed of the north temperate regions with special reference to North America. 240 s. Waltham, Mass. Chronica Botanica Co.
- Förvaring och hantering av tall- och granfrö. 1974. Inst. Skogsförbättr. Inf. No. 4, 1974/75:1-2.
- HARRINGTON, J. F. 1972. Seed storage and longevity. Teoksessa: Kozłowski, T. T. (toim.). Seed biology III. Insects and seed collection, storage, testing and certification, s. 145-245. New York. Academic Press.
- HELENIUS, O. 1972. Käpytiedustelu vahvistaa: hyvä käpyvuosi Lapissa. Metsälehti No. 49.
- HUSS, E. 1951 a. Om grobarhetens förändringar vid lagring av kott och frö. Skogen No. 7:151-154.
- 1951 b. Skogsforskningsinstitutets metodik vid fröundersökningar. Medd. Stat. SkogsforsknInst. 40(6):1-82.
- 1954. Undersökningar över vattenhaltens betydelse för barrträdsfröets kvalitet vid förvaring. Medd. Stat. SkogsforsknInst. 44(7):52-60.
- 1967. Om långtidsförvaring av barrskogsfrö (*Pinus silvestris* L., *Picea abies* Karst., *Abies lasiocarpa* Nutt.). Stud. For. Suec. 46:1-59.
- KAMRA, S. K. 1967 a. Studies on storage of mechanically damaged seed of Scots pine (*Pinus silvestris* L.). Stud. For. Suec. 42:1-19.
- 1967 b. Comparative studies on the germination of Scots pine and Norway spruce seed under different temperatures and photoperiods. Stud. For. Suec. 51:1-16.
- 1971. The X-ray contrast method for testing germinability of *Picea abies* (L.) Karst. seed. Stud. For. Suec. 90:1-28.
- & SIMAK, M. 1968. Germination studies on Scots pine (*Pinus silvestris* L.) seed of different provenances under alternating and constant temperatures. Stud. For. Suec. 62:1-14.
- LÄHDE, E. 1975. Männyn kävyn koko, siemensaanto ja siemenen laatu Pohjois-Suomessa. Summary: The size of pine cones, seed crop and seed quality in Northern Finland. Commun. Inst. For. Fenn. 86.5:1-23.
- Metsäpuiden siemenkaristamot 1.1.1978, s. 6-7. Metsäntutkimuslaitos, Metsägeneettinen rekisteri. Moniste.
- MIROV, N. T. 1946. Viability of pine seed after prolonged cold storage. J. For. 44:193-195.
- RYYNÄNEN, M. 1980. X-ray radiography of ageing Scots pine seeds. Seloste: Vanhenevien männyn siementen röntgenkuvaus. Silva Fenn. In print.
- SARVAS, R. 1962. Investigations on the flowering and seed crop of *Pinus silvestris*. Seloste: Tutkimuksia männyn kukkimisesta ja siemensadosta. Commun. Inst. For. Fenn. 53.4:1-198.
- 1964. Havupuut. 518 s. Porvoo. Werner Söderström Oy.
- 1965. Metsäpuiden kehityksen vuotuinen periodi. Suomalainen Taideakatemia: Esitelmät ja pöytäkirjat, s. 239-259.
- 1970. Establishment and registration of seed orchards. Folia For. 89:1-24.
- SIMAK, M. 1957. The X-ray contrast method for seed testing Scots pine — *Pinus silvestris*. Medd. Stat. SkogsforsknInst. 47(4):1-22.
- 1972. Låga temperaturers inverkan på embryoutvecklingen hos tallfrö. (*Pinus silvestris* L.). Rapp. Uppsats. Inst. Skogsföryngr. Skogshögsk. 36:1-30.
- SCHÖNBORN, A. 1964. Die Aufbewahrung des Saatgutes der Waldbäume. 158 s. München. BLV Verlagsgesellschaft.
- VINCENT, G. 1966. Das Altern der Holzartensamen. Mitt. Hess. Landesforstverw. 4:140-148.
- WANG, B. S. P. 1973. Collecting, processing and storing tree seed for research use. IUFRO, Working party: S2. 01. 06. Seed problems. Int. Symp. Seed Proc., Bergen, Norway, 1973. I. No. 17:1-12.

ODC 232.315:174.7 *Pinus sylvestris*
ISBN 951-40-0442-6
ISSN 0015-5543

RYYNÄNEN, L. 1980. Männyn siemenen varastointi ja vanhemminen. Abstract: Storage of Scots pine seed and seed ageing. *Folia For.* 428:1—11.

The ageing of seed collected in Lapland in 1972 have been compared by means of germination tests and X-ray contrast method. The seed stored at Imari retained their germination capacity well, during 6 years the decrease in the germination percentage has been only about 2 %-units, but 15—20 % of the seeds had been damaged as a result of mechanical dewinging. The seed stored at Kolari, which was dewinged by hand, was undamaged. However, this seed aged much faster owing to the unstable temperature conditions in the cold room and the increase in the moisture content of the seeds.

Author's address: The Finnish Forest Research Institute, Kolari Forest Experiment Station, 95900 KOLARI.

ODC 232.315:174.7 *Pinus sylvestris*
ISBN 951-40-0442-6
ISSN 0015-5543

RYYNÄNEN, L. 1980. Männyn siemenen varastointi ja vanhemminen. Abstract: Storage of Scots pine seed and seed ageing. *Folia For.* 428:1—11.

The ageing of seed collected in Lapland in 1972 have been compared by means of germination tests and X-ray contrast method. The seed stored at Imari retained their germination capacity well, during 6 years the decrease in the germination percentage has been only about 2 %-units, but 15—20 % of the seeds had been damaged as a result of mechanical dewinging. The seed stored at Kolari, which was dewinged by hand, was undamaged. However, this seed aged much faster owing to the unstable temperature conditions in the cold room and the increase in the moisture content of the seeds.

Author's address: The Finnish Forest Research Institute, Kolari Forest Experiment Station, 95900 KOLARI.

ODC 232.315:174.7 *Pinus sylvestris*
ISBN 951-40-0442-6
ISSN 0015-5543

RYYNÄNEN, L. 1980. Männyn siemenen varastointi ja vanhemminen. Abstract: Storage of Scots pine seed and seed ageing. *Folia For.* 428:1—11.

The ageing of seed collected in Lapland in 1972 have been compared by means of germination tests and X-ray contrast method. The seed stored at Imari retained their germination capacity well, during 6 years the decrease in the germination percentage has been only about 2 %-units, but 15—20 % of the seeds had been damaged as a result of mechanical dewinging. The seed stored at Kolari, which was dewinged by hand, was undamaged. However, this seed aged much faster owing to the unstable temperature conditions in the cold room and the increase in the moisture content of the seeds.

Author's address: The Finnish Forest Research Institute, Kolari Forest Experiment Station, 95900 KOLARI.

ODC 232.315:174.7 *Pinus sylvestris*
ISBN 951-40-0442-6
ISSN 0015-5543

RYYNÄNEN, L. 1980. Männyn siemenen varastointi ja vanhemminen. Abstract: Storage of Scots pine seed and seed ageing. *Folia For.* 428:1—11.

The ageing of seed collected in Lapland in 1972 have been compared by means of germination tests and X-ray contrast method. The seed stored at Imari retained their germination capacity well, during 6 years the decrease in the germination percentage has been only about 2 %-units, but 15—20 % of the seeds had been damaged as a result of mechanical dewinging. The seed stored at Kolari, which was dewinged by hand, was undamaged. However, this seed aged much faster owing to the unstable temperature conditions in the cold room and the increase in the moisture content of the seeds.

Author's address: The Finnish Forest Research Institute, Kolari Forest Experiment Station, 95900 KOLARI.

Effects of soil preparation and fertilizer placement on the root development of Scots pine on deep peat.

- No 391 Valtonen, Kari: Loppukäyttötiedot saha- ja puulevyteollisuuden markkinoinnissa. End-use information for marketing in sawmill and wood-based panel industries.
- No 392 Isomäki, Antti: Kuusialikasvoksen vaikutus männikön kasvuun, tuotokseen ja tuottoon. The effect of spruce undergrowth on the increment, yield and returns of a pine stand.
- No 393 Kurkela, Timo: *Lophodermium seditiosum* Minter *et al.* -sienen esiintyminen männyn karisteen yhteydessä. Association of *Lophodermium seditiosum* Minter *et al.* with a needle cast epidemic on Scots pine.
- No 394 Rikala, Risto: Lannoitteiden levitystavan vaikutus kouluttujen männyn ja kuusen taimien kehittymiseen taimitarhalla. The effect of fertilizer spreading methods on the development of pine and spruce transplants in the nursery.
- No 395 Löytyniemi, Kari, Austarå, Øystein, Bejer, Broder & Ehnström, Bengt: Insect pests in forests of the Nordic Countries 1972—1976.
- No 396 Silfverberg, Klaus: Männyn kasvuhäiriön ajoittuminen ja alkukehitys turvemaan boorinpuutosalueella. Phenology and initial development of a growth disorder in Scots pine on boron deficient peatland.
- No 397 Talkamo, Tero: Markkinapuun alueittaiset hankintamäärät ja kulkuvirrat vuonna 1976 (1964—1973). Removal and flow of commercial roundwood in Finland during 1976 (1964—1973) by districts.
- No 398 Lehto, Jaakko: Metsäalan koulutus metsäalan organisaatioiden arvioimana. Forest education evaluated by forestry organizations.
- No 399 Jokinen, Katriina & Tamminen, Pekka: Tyvilahoisten kuusikoiden jälkeen istutetuissa männyn taimistoissa esiintyvät sienituhot Keski-Satakunnassa. Fungal damage in young Scots pine stands replacing butt rot-infected Norway spruce stands in SW Finland.
- No 400 Metsänlannoitustutkimuksen tuloksia ja tehtäviä. Metsäntutkimuslaitoksen metsänlannoitustutkimuksen seminaari 15. 2. 1979. Results and tasks in forest fertilization research. Proceedings of the Finnish Forest Research Institute symposium on forest fertilization research 15. 2. 1979.
- No 401 Mielikäinen, Kari: Alaharvennusten vaikutus männikön tuotokseen ja arvoon. The influence of low thinnings on the wood production and value of a pine stand.
- No 402 Sepponen, Pentti, Lähde, Erkki & Roiko-Jokela, Pentti: Metsäkasvillisuuden ja maan fysikaalisten ominaisuuksien välisestä suhteesta Lapissa. On the relationship of the forest vegetation and the soil physical properties in Finnish Lapland.
- No 403 Kanninen, Kaija, Uusvaara, Olli & Valonen, Paavo: Kokopuuraaka-aineen mittaus ja ominaisuudet. Measuring and properties of whole tree raw-material.
- No 404 Kaunisto, Seppo: Alustavia tuloksia palaturpeen kuivatuskentän ja suonpohjan metsityksestä. Preliminary results on afforestation of sod peat drying fields and peat cut-over areas.
- No 405 Sepponen, Pentti & Haapala, Heikki: Ojituksen vaikutuksesta turpeen kemiallisiin ominaisuuksiin. On the effect of drainage on the chemical properties of peat.
- No 406 Elovirta, Pertti: Metsätyövoiman alallapysyvyys 1969—1977. Permanence of forest labour in Finland 1969—1977.
- No 407 Tiihonen, Paavo: Kasvun vaihtelu valtakunnan metsien 6. inventoinnin aineiston perusteella. Variation in tree growth in Finland based on the 6th National Forest Inventory.
- No 408 Lilja, Arja: Koivun siemenen sienet ja niiden patogeenisuus. Fungi on birch seeds and their pathogenicity.
- No 409 Kallio, Tauno & Häkkinen, Risto: Juurikäävän (*Heterobasidion annosum* (Fr.) Bref.) ja *Pblebia gigantean* (Fr.) Donk vaikutus pellolle istutettujen kuusen, männyn, tervalepän ja rauduskoivun taimien pituuskasvuun ja clossapysymiseen. Effect of *Heterobasidion annosum* and *Pblebia gigantea* infection on the height growth and survival rate of *Picea abies*, *Pinus sylvestris*, *Alnus glutinosa* and *Betula pendula* seedlings planted on old fields.
- No 410 Kärkkäinen, Matti: Kuitupuun kiintomittaus kourakasoissa. Measurement of solid volume of pulpwood grapple heaps.
- No 411 Huttunen, Terho: Suomen puunkäyttö, poistuma ja metsätase 1977—79. Wood consumption, total drain and forest balance in Finland, 1977—79.
- No 412 Raitio, Hannu: Boorin puutteesta aiheutuva männyn kasvuhäiriö metsitetyllä suopelolla. Oireiden kuvaus ja tulkinta. Growth disturbances of Scots pine caused by boron deficiency on an afforested abandoned peatland field. Description and interpretation of symptoms.
- No 413 Kellomäki, Seppo & Salmi, Juhani: Koivuvaneritukkien kuoren määrä. Bark quantity of birch logs.

- No 414 Paavilainen, Eero: Jatkolannoitus runsastyyppisillä rämeillä. Ennakkotuloksia. Refertilization on nitrogen-rich pine swamps. Preliminary results.
- No 415 Teivainen, Terttu: Eräiden viljeltyjen pajujen kelpaavuus peltomyyrälle (*Microtus agrestis* L.) ruokintakokeiden mukaan. Palatability of some cultivated willows to field voles (*Microtus agrestis* L.) in feeding trials.
- No 416 Velling, Pirkko: Puuaineen tiheys kahdessa rauduskoivun jälkeläiskokeessa. Wood density in two *Betula pendula* Roth progeny trials.
- No 417 Mattila, Eero: Kangasmaiden luppometsien ominaisuuksia Suomen poronhoitoalueella 1976—1978. Characteristics of the mineral soil forests with arboreal lichens (*Alectoria*, *Bryoria* and *Usnea* spp.) in the Finnish reindeer management area, 1976—1978.
- 1980 No 418 Hakkila, Pentti & Kalaja, Hannu: Harvesting fuel chips with the Pallari swath harvester. Polttopuun korjuu Pallarin leikkuuhakkurilla.
- No 419 Kinnunen, Kaarlo & Lemmetyinen, Markku: Paakkukoon vaikutus männyn taimien alkukehitykseen. Initial development of containerized pine seedlings as affected by the size of earth ball.
- No 420 Keipi, Kari & Laakkonen, Olavi: Päätehakkuuikäisten metsiköiden urealannoituksen kannattavuusvertailuja. Profitability comparisons of urea fertilization in old stands.
- No 421 Lipas, Erkki & Levula, Teuvo: Urealannoitus eri vuodenaikoina. Urea fertilization at different times of the year.
- No 422 Weissenberg, Kim, von & Kurkela, Timo (Eds.): Proceedings of the meeting of the IUFRO Working Party S2.05—05, Resistance in pines to *Melampsora pinitorqua*, June 1979, Suonenjoki, Finland. IUFRO:n työryhmän S2.05—05, Versuosteenkestävyys männynsä, kesäkuussa 1979 Suonenjoella pidetyn kokouksen esitelmät.
- No 423 Kylmänen, Pekka: Ennakkotuloksia nuorissa männyn siemenviljelyksissä syntyvän Pohjois-Suomi x Etelä-Suomi -kauristeyssiemenen käyttömahdollisuuksista. Preliminary results concerning usability of North Finland x South Finland hybrid seed born in young Scots pine seed orchards.
- No 424 Sievänen, Risto: A preliminary simulation model for annual photosynthetic production and growth in a short rotation plantation. Alustava lyhytkiertoviljelmän vuotuisen fotosynteesin tuotoksen ja kasvun simulointimalli.
- No 425 Kohmo, Ilkka: Metsiköiden kasvuprosentti Suomessa vuosina 1971—1976. Increment percentage of forest stands in Finland 1971—1976.
- No 426 Rautiainen, Olavi & Räsänen, Pentti K.: Männyn ja kuusen viljelytaimikoiden kehitys Itä-Savossa 1968—1976. Development of Scots pine and Norway spruce plantations in Itä-Savo in 1968—1976.
- No 427 Tiuhonen, Paavo: ATK-karttamenetelmän kokeilu työkohteiden etsinnässä Pohjois-Savossa 1976—1978. Experimenting with the ADP-map method for locating working sites in northern Savo, East Finland, 1976—1978.
- No 428 Rynänen, Leena: Männyn siemenen varastointi ja vanheneminen. Storage of Scots pine seed and seed ageing.
- No 429 Raivonen, Marjut & Leikola, Matti: Hakkuutähteiden poistamisen vaikutus istutettujen kuusen taimien alkukehitykseen. The influence of the removal of logging waste on the initial development of planted Norway spruce seedlings.
- No 430 Metsätilastollinen vuosikirja 1979. Yearbook of Forest Statistics 1979.
- No 431 Kyttälä, Timo: Puuston vaurioituminen harvennushakkuissa. — Kirjallisuustarkastelu. Stand damage during thinnings. — Literature review.
- No 432 Silfverberg, Klaus: Kuusen kasvuhäiriö ja hivenravinteet. Micronutritional growth disorder in Norway spruce.
- No 433 Hakkila, Pentti & Wójcik, Tomasz: Thinning young pine stands with the Makeri tractor in Poland. Makeri pientraktori nuoren männikön harvennuksessa Puolassa. Próba zastosowania ciągnika Makeri do pozyskiwania drewna w trzebieżach drzewostanów sosnowych w Polsce.
- No 434 Seppälä, Heikki, Kuuluvainen, Jari & Seppälä, Risto: Suomen metsäsektori tienhaarassa. Tutkimus Suomen metsäsektorin kehityksestä ja tulevaisuuden vaihtoehdoista.

Myynti — Available for sale at: Valtion painatuskeskus, Annankatu 44, 00100 Helsinki 10, p. 17 341. Merkintä ODC tarkoittaa metsäkirjallisuuden kansainvälistä Oxford-luokitusjärjestelmää.