

ODC 232.315:
176.1 *Betulae*:
443.2

FOLIA FORESTALIA 408

METSÄNTUTKIMUSLAITOS · INSTITUTUM FORESTALE FENNIAE · HELSINKI 1979

ARJA LILJA

KOIVUN SIEMENEN SIENET
JA NIIDEN PATOGEENISUUS

FUNGI ON BIRCH SEEDS
AND THEIR PATHOGENICITY

- 1978 No 337 Kuusela, Kullervo & Salminen, Sakari: Koillis-Suomen metsävarat vuonna 1976 ja Lapin metsävarat vuosina 1970 ja 1974—76.
Forest resources in the Forestry Board Districts of Koillis-Suomi in 1976 and Lappi in 1970 and 1974—76.
- No 338 Lähde, Erkki: Väliavastoinnin vaikutus männyn paakkutaimien viljelyn onnistumiseen. Effect of intermediate storage of containerized Scots pine planting stock on reforestation success.
- No 339 Teivainen, Terttu: Eräiden poppelikloonien myyrätuhoalttius ruokintakokeiden mukaan. Resistance of some poplar clones to vole damage through feeding experiments.
- No 340 Laitinen, Jorma & Takalo, Sauli: Kantokäsittelylaitteen varustettujen raivaussahojen vertailua.
Comparison of clearing saws equipped with stump spraying devices.
- No 341 Uusvaara, Olli: Teollisuushakkeen ja purun painomittaus.
Weight scaling of industrial chips and sawdust.
- No 342 Hakkila, Pentti: Pienpuun korjuu polttoaineksi.
Harvesting small-sized wood for fuel.
- No 343 Paavilainen, Eero: PK-lannoitus Lapin ojitetuilla rämeillä. Ennakkotuloksia.
PK-fertilization on drained pine swamps in Lapland. Preliminary results.
- No 344 Lehtonen, Irja, Pekkala, Osmo & Uusvaara, Olli: Tervalepän (*Alnus glutinosa* (L.) Gaertn.) ja raidan (*Salix caprea* L.) puu- ja massateknisiä ominaisuuksia.
Technical properties of black alder (*Alnus glutinosa* (L.) Gaertn.) and great willow (*Salix caprea* L.) wood and pulp.
- No 345 Metsätalustollinen vuosikirja 1976.
Yearbook of Forest Statistics 1976.
- No 346 Parviainen, Jari: Taimisto- ja riukuvaiheen männikön harvennus.
Durchforstung im Kiefernbestand in der Jungwuchs- und Stangenholzphase.
- No 347 Vuorinen, Heikki: Metsätraktorin kuljettajan kuormittumisen mittaushälytykset.
Possibilities of measuring the strain on forest tractor drivers.
- No 348 Löytyniemi, Kari: Metsänlannoituksen vaikutuksesta ytimenävertäjiin (*Tomicus* spp., Col., Scolytidae).
Effect of forest fertilization on pine shoot beetles (*Tomicus* spp., Col., Scolytidae)
- No 349 Metsämuuronen, Markku, Kaila, Simo & Räsänen, Pentti K.: Männyn paakkutaimien alkukehitys vuoden 1973 istutuksissa.
First-year planting results with containerized Scots pine seedlings in 1973.
- No 350 Oikarinen, Matti: Viljelymetsiköiden puuston vaihtelu ja kasvukoealojen edustavuus.
Variations in growing stock in cultivated stands and the representation of growth sample plots.
- No 351 Heikkilä, Risto: Mäntykuitupuupinojen suojaaminen pysynävertäjän iskeytymistä vastaan Pohjois-Suomessa.
Protection of pine pulpwood stacks against the common pine-shoot beetle in northern Finland.
- No 352 Saramäki, Jussi: Kainuun vajaapuustoisten kuusikoiden lannoitus ja sen kannattavuus.
Profitability of fertilization in the understocked spruce stands of Kainuu, Finland.
- No 353 Päivinen, Risto: Kapenemis- ja kuorimallit männylle, kuuselle ja koivulle.
Taper and bark thickness models for pine, spruce and birch.
- No 354 Järveläinen, Veli-Pekka: Yksityismetsätalouden seuranta. Metsälöötökseen perustuvan tietojärjestelmän kokeilu.
Monitoring the development of Finnish private forestry. A test of an information system based on a sample of forest holdings.
- No 355 Kärkkäinen, Matti & Salmi, Juhani: Tutkimuksia haapatukkien mittauksesta ja teknisistä ominaisuuksista.
Studies on the measurement and technical properties of aspen logs.
- No 356 Hyppönen, Mikko & Roiko-Jokela, Pentti: Koepuiden mittauksen tarkkuus ja tehokkuus.
On the accuracy and effectivity of measuring sample trees.
- No 357 Uusitalo, Matti: Alueittaiset kantorahatulot vuosina 1970—75.
Regional gross stumpage earnings in Finland in 1970—75.
- No 358 Mattila, Eero & Helle, Timo: Keskisen poronhoitoalueen talvilaidunten inventointi.
Inventory of winter ranges of semi-domestic reindeer in Finnish Central Lapland.
- No 359 Hannelius, Simo: Istutuskuusikon tiheys — tuotoksen ja edullisuuden tarkastelua.
Initial tree spacing in Norway spruce timber growing — an appraisal of yield and profitability.
- No 360 Jakkila, Jouko & Pohtila, Eljas: Perkauksen vaikutus taimiston kehitykseen Lapissa.
Effect of cleaning on development of sapling stands in Lapland.
- No 361 Kyttälä, Timo: Työn organisointimahdollisuudet puunkorjuussa.
Aspects of work organizing in logging.
- No 362 Kukkola, Mikko: Lannoituksen vaikutus eri latvuserosten puiden kasvuun mustikkatyypin kuusikossa.
Effect of fertilization on the growth of different tree classes in a spruce stand on *Myrtillus*-site.
- No 363 Mielikäinen, Kari: Puun kasvun ennustettavuus.
Predictability of tree growth.

FOLIA FORESTALIA 408

Metsäntutkimuslaitos. Institutum Forestale Fenniae. Helsinki 1979

Arja Lilja

KOIVUN SIEMENEN SIENET JA NIIDEN PATOGEENISUUS

Fungi on birch seeds and their pathogenicity

ODC 232.315:176.1 *Betula*: 443.2
ISBN 951-40-0412-4
ISSN 0015-5543

LILJA, A. 1979. Koivun siemenen sienet ja niiden patogeenisuus. Summary: Fungi on birch seeds and their pathogenicity. *Folia For.* 408:1—14.

Tutkimuksessa eristettiin sieniä koivun siemeneltä ja testattiin yleisimmin esiintyvien sienien vaikutusta koivun siemenen itävyyteen ja sirkkataimien kehitykseen. Sieniä eristettiin neljää eri alkuperää olevalta siemeneltä ja eristysmenetelmänä oli kasvatus mallasuuteagar- ja suodatinpaperialustoilla. Patogeenisuustestissä koivun siemen saastutettiin ennen idätystä tutkittavan sienien itiösuspensiolla.

Mallasuuteagarkasvatuksen yhteydessä tutkittiin myös pintasteriloinnin vaikutusta eristämistulokseen. Suodatinpaperialustoilla siementä idätettiin kahtena ajanjaksona siten, että myöhemmässä kasvatuksessa käytettyä siementä oli varastoitua 1,5 vuotta kauemmin kuin aiemman kasvatuksen siementä.

Yleisimmät sienet olivat *Penicillium* spp., *Aureobasidium pullulans* (De Bary) Arn., *Sphaeropsidales*- lahkon sienet, *Cladosporium herbarum* (Pers.) Link ex S. F. Gray, *Trichothecium roseum* Link, *Trichoderma viride* Pers. ja *Alternaria* spp.

Siemenen pintasterilointi 0,5 % NaClO-liuoksella vähensi sienien määrää siemenellä, eikä 5 ja 10 minuutin pintasterilointiaikojen välillä ollut tilastollisesti merkitsevää eroa. Puolentoista vuoden lisävarastoinnin jälkeen siemenen itävyys huononi kolmessa tapauksessa neljästä ja sirkkataimien kuolleisuus nousi, vaikka sienten määrä siemenellä väheni.

Tutkituista sienistä patogeenisia olivat: *Trichothecium roseum*, *Penicillium chrysogenum* Thom -ryhmän sieni, *Alternaria tenuis* C.G. Nees ja *A. tenuissima* (Kunze ex Pers.) Wiltshire.

The fungi present on birch seeds and the effect of the commonest fungi on the germination of birch seeds and germling development were examined in the study. The fungi were isolated from seeds, obtained from four different areas, by incubating them on malt extract agar and on filter paper. In the pathogenicity tests, the birch seeds were infected before germination with spore suspensions of the fungi under study.

The effect of surface sterilization on the isolation results was also studied when the seeds were incubated on malt extract agar. The seeds incubated on filter paper consisted of two lots, one of which had been stored for one and a half years longer than the other.

The most common fungi found were: *Penicillium* spp., *Aureobasidium pullulans* (de Bary) Arn., *Sphaeropsidales* fungi, *Cladosporium herbarum* (Pers.) Link ex S.F. Gray, *Trichothecium roseum* Link, *Trichoderma viride* Pers. and *Alternaria* spp.

Sterilizing the surface of the seeds with a 0,5 % solution of NaClO decreased the number of fungi found on the seeds. However, there was no statistically significant difference between the numbers of fungi on seeds sterilized for 5 or for 10 minutes. After additional storage of one and a half years, seed germination was much poorer in three cases out of four and the mortality rate of germinated seeds increased despite the fact that the number of fungi found on the seeds decreased.

In the pathogenicity tests, *Trichothecium roseum*, *Penicillium chrysogenum* Thom. coll., *Alternaria tenuis* C.G. Nees and *A. tenuissima* (Kunze ex Pers.) Wiltshire clearly all had a pathogenic effect.

SISÄLLYS

1. JOHDANTO	4
2. AINEISTO JA MENETELMÄT	4
21. Sienien eristäminen koivun siemeneltä	4
211. Siemen	4
212. Kasvatus mallasuuteagarilla	4
213. Kasvatus suodatinpaperialustoilla	5
214. Sienien määrittäminen	5
22. Patogeenisuustestit	5
221. Siemen	5
222. Siemenen saastuttaminen ja saastutetun siemenen idättäminen	5
3. TULOKSET	6
31. Eristetyt sienet	6
32. Siemenen alkuperän ja kasvualustan vaikutus eristämistulokseen	6
33. Siemenen pintasteriloinnin vaikutus eristämistulokseen	6
34. Siemenen varastoinnin vaikutus eristämistulokseen	6
35. Sienien vaikutus itämiseen	6
4. TULOSTEN TARKASTELU	10
KIRJALLISUUS — <i>REFERENCES</i>	12
SUMMARY	14

1. JOHDANTO

Siemenen sisällä tai pinnalla kulkeutuu tavallisesti sieniä, bakteereja, viruksia ja hyönteisiä. Miltei aina siementen pinnalta tai sisältä löytyy sienten itiöitä tai muita kehitysasteita (Peace 1962). Uroševićin (1961) aineistossa sieni-itiöiden määrä vaihteli 50—150 000 välillä kuusen ja männyn gramman painoisissa siemenerissä. Eräissä siemenerissä itiöitä oli useita satoja tuhansia.

Useimmat siemenessä tavattavista sienistä eivät vaurioita siementä tai siemenestä kehittyvää sirkkataintaa (Urošević 1961, Malone ja Muskett 1964), eikä sienisaastunnon tarvitse merkitä huonoa itävyyttä (Salisbury 1955). Jotkut sienet saattavat olla siemenen kannalta hyödyllisiä toimimalla esim. patogeenisten lajien antagonistina (Tveit ja Moore 1954, Tveit ja Wood 1955).

Osa siemenen mukana kulkeutuvista sienistä haittaa kuitenkin itämistä (Gibson 1957, Lawrence ja Rediske 1961, Urošević 1961, Timonin 1964) tai saastuttaa sirkkataintaa aiheuttaen siinä taimipolteen (Vaartaja 1952, Shea 1960, Timonin 1964, Bloomberg 1970).

Sienten vaikutus siemenen on riippuvainen paitsi sienilajista myös siemenen kunnosta (Gibson 1957) ja ulkoisista olosuhteista, joissa siemen kulloinkin on. Lämpötila ja kosteus ratkaisevat pystyykö sieni kasvamaan (Milner ja Geddes 1954, Semenuik 1954). Varsinkin siementä varastotaessa tämä on otettava huomioon, jotta välttyttäisiin tu-

hoilta (Rediske ja Shea 1965, Christiansen 1972, 1973).

Siemenen sienistä on vaikea ilman kokeellista tutkimusta tietää, mitkä niistä ovat patogeenisia, sillä saman sienilajin patogeenisuus saattaa vaihdella sienikannasta riippuen (Fisher 1941) ja samankin sienikannan vaikutus eri kasvilajien siemenen itävyyteen vaihtelee (Urošević 1961).

Metsäpuiden siemenen sienitutkimuksessa on eniten kiinnitetty huomiota havupuiden siemenen (Rathbun-Gravat 1925, 1931, Fisher 1941, Gibson 1957, Urošević 1957, 1961, Shea 1960, Dolejš 1964, Timonin 1964, Bloomberg 1969, 1970, Kosłowska 1970). Koivun ja muiden lehtipuiden siemenen sienistä tietoja on vähemmän. Patogeenisena koivun siemenen sieninä tunnetaan *Sclerotinia betulae* Woron. (Peace 1962, Noble ja Richardson 1968), joka saastuttaa koivun kukintoja (Malencon 1924, Buchwald 1947). Kosłowska (1970) lienee ainoa, joka on tutkinut koivun siemenen sienilajistoa kokonaisuudessaan. Sienimääritysten lisäksi hän testasi eri sienilajien vaikutusta siemenen terveydentilaan ja hengitykseen.

Tämän tutkimuksen tarkoituksena oli eristää ja määrittää koivun siemenellä meidän maassamme esiintyviä sieniä ja laboratorioolosuhteissa testata yleisimpien sienien vaikutusta koivun siementen itämiseen ja sirkka-
taimien kehitykseen.

2. AINEISTO JA MENETELMÄT

21. Sienien eristäminen koivun siemeneltä

211. Siemen

Sienieristystä tehtiin sekä rauduskoivun (*Betula pendula* Roth) että hieskoivun (*B. pubescens* Ehrh.) siemeniltä. Rauduskoivun siemen oli kerätty Enosta 1969, Kittilän Sätkänästä 1971 ja Sulkavalta 1969. Hieskoivun siemen oli kerätty 1970 Kolarin Teuravuomasta. Siemen oli varastoitunut keräyksen jälkeen siemenkellariin suljetuissa muoviasioissa. Siemenkellarin

lämpötila oli —16...—17 °C ja ilman suhteellinen kosteus 70—75 %. Kokeissa oli 6000 siementä, 1500 jokaisesta siemenalkuperästä.

212. Kasvatus mallasuuteagarilla

Mallasuuteagar (2 % Difcon mallasuutetta ja 2 % agar) valettiin muovisiin petrimaljoihin (Ø 9 cm). Osa siemenestä pintasteriloitiin ennen agaralustalle asettamista. Samasta siemenalkuperästä oli mukana pintasteriloimatonta ja 0,5 % NaClO₂-liuoksella pintasteriloitua

siementä. Käsitteily suoritettiin upottamalla siemen metalliverkosta tehdyssä korissa NaClO-liuokseen, jonka jälkeen siemen huuhdeltiin juoksevassa vedessä kolmen minuutin ajan. Pintasterilointiajat olivat 5 ja 10 minuuttia. Joka käsittelyssä oli 300 siementä. Yhteen petrimaljaan asetettiin säännöllisin välimatkooin 10 siementä.

Kasvatukset suoritettiin siemenerrittäin kahden viikon jaksoissa. Aluksi maljoja pidettiin 3 vrk pimeässä ja sen jälkeen 11 vrk jaksollisessa valaistuksessa, jonka tiedetään stimuloivan monien siemenellä elävien sienien itiöintiä (Leach 1967, Booth 1971). Valolähteenä oli kolme lampua: keskellä Philips Black light tube TL 40 W/08 ja tämän kummallakin puolella Philips Cool white tube 40 W/33. Säteilystä 70 % oli aallonpituutta 310–420 nm, säteily määrän maksimin ollessa 360 nm:ssa (Booth 1971). Valojakson pituus oli 12 tuntia vuorokaudessa. Lämpötila kokeen aikana oli 22±2 °C.

Maljat inventoitiin 6., 10. ja 14. päivänä kokeen alkamisesta. Tulosten tilastollisessa testauksessa käytettiin hierarkkista varianssianalyysiä ja Student-Newman-Keuls-testiä (Mäkinen 1970).

213. Kasvatus suodatinpaperialustoilla

Kasvatus suoritettiin kosteilla suodatinpaperialustoilla lasikuvun alla Jacobsenin altaassa (de Tempe 1963). Koeaineisto muodostuu kahtena eri ajanjaksona tehdyistä kasvatuksista, joiden alkamisajankohdat olivat 21.7.1972 ja 22.1.1974. Väliajan siemen varastointi kylmässä. Kummassakin kasvatuksessa oli mukana jokaisesta siemenalkuperästä 300 siementä, yhteensä 1200 siementä. Yhdelle alustalle asetettiin 30 siementä. Kokeen toteuttaminen ja koeolosuhteet olivat samat molemmilla kasvatuskerroilla.

Lämpötila lasikuvun alta mitattuna oli 21±1 °C. Valaistukseen käytettiin Osram-L 40 W/15 Soft Daylight lamppeja. Valojakson pituus vuorokaudessa oli 16 tuntia.

Kokeet inventoitiin 9., 15. ja 30 päivänä alkamisajankohdasta. Itäneeksi katsottiin siemen, jonka sirkkajuuri oli siementä pitempi.

214. Sienien määrittely

Kokeiden tarkastelu suoritettiin sekä agar- että suodatinpaperikasvatuksissa siemenkohtaisesti stereomikroskoopilla 12-, 32- ja 80-kertaisin suurennuksin. Esillekasvaneista sienistä voitiin jo tällä tarkastelulla tunnistaa monia sienisukuja. Määrittysten varmistamiseksi ja lajimäärittysten tekemiseksi valmistettiin myös mikroskoopipreparaatteja laktofenoliin. Epävarmoissa tapauksissa sieni eristettiin mallasuuteagarille ja kasvatettiin samoin

kuin primääreristykset agarmenetelmässä. Määritetyistä sienistä tehtiin varastoviljelmä perunadekstroosivinoille.

Penicillium-ryhmien määrittämisessä käytettiin Raperin ja Thomlin (1949) laatimaa määrittyskaaviota, jota käytettäessä viljelmät kasvatetaan +20 °C lämpötilassa kahden viikon ajan Czapek-, Steep- ja mallasagar-alustoilla.

22. Patogeenisuustestit

221. Siemen

Kokeessa käytetty siemen oli alkuperältään kuhmoista ja sen itävyys oli 75 %. Terveystestissä suodatinpaperialustoilla (de Tempe 1963) siemenessä havaittiin olevan runsaasti mm. *Penicillium* spp. sieniä, mutta kun pintasterilointikokeilut 0,5 % NaClO-liuoksella huononsivat itävyyttä (vrt. Rathbun-Gravat 1931, Kosłowska 1970), päädyttiin käyttämään pintasteriloimatonta siementä.

Siementen lukumäärä patogeenisuuskokeessa oli 1000. Kontrollissa ja sienisaastutuksissa oli 100 siementä.

222. Siemenen saastuttaminen ja saastutetun siemenen idättäminen

Patogeenisuuskokeeseen valittiin ne sienet, jotka olivat yleisimpiä siemenellä (taulukot 3, 5 ja 6). Siemen varastoviljelmä elvytettiin kahdesti mallasuuteagarilla viljellen. Kasvatusolosuhteet olivat samat kuin primaäreristyksissä. Kahden viikon ikäisestä hyvin itiöivästä viljelmästä ja vedestä valmistettiin suspensio, jolla siemen inokuloitiin (Urošević 1961, Kosłowska 1970). Kontrollisiemen kasteltiin steriilillä vedellä.

Sienisaastutukset ja kontrolli jaettiin neljään kerranteeseen, joiden paikat arvottiin Jacobsenin altaassa. Jokaiselle idätysalustalle asetettiin 25 siementä. Suodatinpaperiset alustat peitettiin lasikuvulla. Lämpötila lasikuvun alta mitattuna vaihteli 22...28 °C välillä. Jatkuvaan valaistukseen käytettiin Osram-L 40W/15 Soft Daylight lamppeja.

Koe inventoitiin 10 ensimmäisen vuorokauden aikana päivittäin. Tämän jälkeen suoritettiin inventointi 15 ja 21 vrk:n kuluttua kokeen alusta. Itäneet siemenet jaettiin sirkkataimien kehitysasteen mukaan kahteen luokkaan: A = itäneet siemenet, joilla sirkkajuuri oli siementä pitempi ja B = siemenestä kasvanut sirkkataimi, jonka sirkkalehdet olivat erillään toisistaan.

Tulosten tilastollisessa testauksessa käytettiin 2-suuntaista varianssianalyysiä ja LSD-testiä.

3. TULOKSET

31. Eristetyt sienet

Eristetyt sienet¹⁾ kuuluivat Phycomycetes- ja Fungi imperfecti-luokkaan eli leväsieniin ja vaillinaissieniin (taulukot 3, 5 ja 6). Valtaosa kuului F. imperfecti-luokkaan ja Hyphomycetes-lahkoon. Yleisimmät sienet olivat *Penicillium* spp., *Aureobasidium pullulans* (de Bary) Arn., *Sphaeropsidales*-lahkon sienet, *Cladosporium herbarum* (Pers.) Link ex S.F. Gray, *Trichothecium roseum* Link, *Trichoderma viride* Pers. ja *Alternaria* spp. Lisäksi saatiin eristettyä *Epicoccum nigrum* Link, *Rhizopus stolonifer* Ehrenb. ex Fr., *Botrytis cinerea* Pers. ex Pers., *Aspergillus* sp., *Fusarium avenaceum* (Fr.) Sacc., *Acremoniella atra* (Corda) Sacc., sekä *Cephalosporium* sp. *Chrysosporium* sp. ja *Ulocladium* sp., joita eristettiin vain muutamalta siemeneltä. Myöhemmissä määrityksissä *Alternaria*-suvun todettiin sisältävän *A. tenuis* C. G. Nees ja *A. tenuissima* (Kunze ex Pers.) Wiltshire-sieniä. *Penicillium*-sienten joukosta erottuivat sieniryhmät: *P. chrysogenum* Thom., *P. frequentans* Westling ja *P. purpurogenum* Westling.

32. Siemenen alkuperän ja kasvualustan vaikutus eristämistulokseen

Kaikilta siemenalkuperiltä saatiin eristettyä *Aureobasidium pullulans*, *Penicillium*- ja *Alternaria*-sukujen sieniä, *Trichoderma viride* ja *Sphaeropsidales*-lahkon sieniä. *Trichothecium roseum* oli yleinen enolaisessa siemenessä.

Kasvualustan vaikutus sienilajistoon oli vähäinen. *Epicoccum nigrum* saatiin eristettyä vain suodatinpaperimenetelmällä, mutta kaikki tavalliset sienet kasvoivat siemenellä sekä mallasuuteagarilla, että suodatinpaperialustoilla. Bakteerit eivät kasvaneet suodatinpaperilla, syynä lienee ollut kuivuus (L i m o n a r d 1968).

Sienten jakautumisessa itäneelle ja itämättömälle siemenelle ei näytä olleen säännönmukaisuutta (taulukot 5 ja 6).

¹⁾ Nimistö: A i n s w o r t h ym. 1973

33. Siemenen pintasteriloinnin vaikutus eristämistulokseen

Mallasuuteagarkasvatuksen yhteydessä käytetty pintasterilointi 0,5 % NaClO-liuoksella vähensi sienien ja bakteerien määrää siemenellä ($F > F_{0,1}$ %). Sekä 5 että 10 minuutin pintasterilointiajat olivat tehokkaita, eikä niiden välillä ollut tilastollisesti merkitsevää eroa.

Yleiset *Penicillium* spp., *Aureobasidium pullulans*, *Alternaria* spp., *Cladosporium herbarum* ja *Trichothecium roseum* eivät kestäneet pintasterilointia ja 10 min käsittely puhdisti siemenen *T. roseum*-sienistä ja bakteereista. *Trichoderma virideä* oli vain pintasteriloidulla siemenellä (taulukot 1 ja 3).

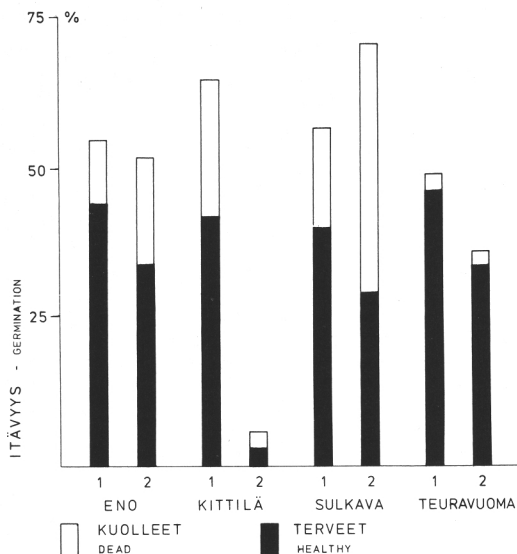
34. Siemenen varastoinnin vaikutus eristämistulokseen

Puolentoista vuoden lisävarastoinnin jälkeen sieniä ja sienilajeja saatiin eristettyä vähemmän kuin aiemmassa kasvatuksessa. Yleisten *Penicillium* spp. -sienten osuus sienilajistosta nousi 23,3 % varastoinnin aikana, *Aureobasidium pullulans* -sienen osuus taas laski 8,4 %. *Alternaria* spp. ja *Cladosporium herbarum* -sienten määrä väheni samoin merkittävästi (taulukko 2).

Vaikka sienien määrä siemenellä väheni varastoinnin jatkuessa, niin siemenen itävyys laski kolmessa tapauksessa neljästä. Sulkavalaista alkuperää olevan siemenen itävyys nousi 47 %:sta 71 %:iin, mutta samalla terveiden sirkkataimien määrä laski 40 %:sta 29 %:iin. Kaiken kaikkiaan siemenen laatu heikkeni, kun varastointiaika piteni yli neljän vuoden (kuva 1). Siemen oli kerätty vuosina 1969—70.

35. Sienten vaikutus itämiseen

Saastutus yleensä nopeutti itämistä (taulukko 4). Itäneeksi katsottiin siemen, jonka sirkkajuuri oli siementä pitempi. Siemenen itämistä tilastollisesti merkitsevästi olivat viiden vuorokauden kuluttua nopeuttaneet *Aureobasidium pullulans*, sekä myöhemmin pato-



Kuva 1. Koivun siemenen terveydentila vuosina 1972 ja 1974 1 = inkubointi -72, 2 = inkubointi -74, siementä varastoitu n. 1,5 v kauemmin kuin aiemmassa kasvatuskassa.

Fig. 1. State of health of birch seeds in 1972 and 1974. 1 = incubated 1972, 2 = incubated 1974, seeds stored for about 1,5 years longer.

geenisiksi osoittautuneet *Alternaria tenuis*, *Penicillium frequetans*- ja *P. purpurascens*-ryhmien sienet. Itämisen edistymistä asteelle, jolla sirkkalehdet olivat erillään nopeutti alussa saastutus *Trichoderma viride*- ja *Cladosporium herbarum*-sienillä. Kymmenen vuorokauden kuluttua erot kontrolliin eivät olleet enää tilastollisesti merkitseviä, kuitenkin *A. pullulans* ja *T. viride* sienillä saastutetusta siemenestä oli kehittynyt kontrolliin verraten 12 % enemmän sirkkataimia, joiden sirkkalehdet olivat erillään (kuva 2).

Heti alkuunsa *Trichothecium roseum* oli patogeeninen. Kolmen viikon kuluttua sillä saastutetusta siemenestä oli kehittynyt 44 % vähemmän sirkkataimia kuin kontrolliin. *A. tenuis*, *A. tenuissima*- ja *P. chrysogenum*-ryhmän sieni osoittautuivat patogeeneiksi 10 vrk:ssa. Kokeen lopussa molemmat *Alternaria*-lajit olivat huonontaneet lopputulosta yli 30 % ja *P. chrysogenum*-ryhmän sieni oli alentanut sirkkataimien määrää kontrolliin nähden 41 %.

Patogeenisia olivat myös *P. frequetans*- ja *P. purpurascens*-ryhmien edustajat, sienillä saastutetusta siemenestä kehittyi 11–12 % vähemmän sirkkataimia kuin kontrolliin. Eniten sirkkataimia kehittyi saastuttamattomasta siemenestä (taulukko 4, kuva 2).

Taulukko 1. 0,5 % NaClO-liuoksella suoritettujen pintasteriloinnin vaikutus koivun siemenellä oleviin sieniin ja bakteereihin.

Table 1. Effect of surface sterilization with 0,5 % NaClO solution on the number of bacteria and fungi found on the seeds.

Sieni Fungi	Sienien ja bakteerien lukumäärä Number of fungi and bacteria		
	Kontrolli Control	pintaster. aika 5 min. Surface sterilation 5 min	pintaster. aika 10 min. Surface sterilation 10 min
<i>Acremoniella atra</i>	1	3	—
<i>Alternaria</i> spp.	44	5	13
<i>Aspergillus</i> sp.	2	3	9
<i>Aureobasidium pullulans</i>	98	23	8
<i>Botrytis cinerea</i>	21	7	1
<i>Cephalosporium</i> sp.	—	1	—
<i>Cladosporium herbarum</i>	30	5	4
<i>Chrysosporium</i> sp.	—	—	1
<i>Penicillium</i> spp.	812 ¹⁾	325	146
<i>Rhizopus stolonifer</i>	— ²⁾	— ²⁾	— ²⁾
<i>Trichoderma viride</i>	—	—	6
<i>Trichothecium roseum</i>	197	6	—
<i>Sphaeropsidales</i>	27	11	13
Bakteerit	115	28	—
Bacteria			
Määrittämättömät	7	26	20
Unknown			

1) *Rhizopus stolonifer* saastuttanut sulkavalaiset siemenet
The seeds from Sulkava have been contaminated by *Rhizopus stolonifer*

2) *Rhizopus stolonifer* levinnyt yli maljojen
The dishes contaminated by *Rhizopus stolonifer*

Taulukko 2. Kylmävarastoinnin (1,5 v) vaikutus sienilajistoon koivun siemenellä: inkubointi suodatinpaperialustoilla.

Table 2. Effect of cold-storage (1,5 years) on the type and fungi found on birch seeds: incubated on filter paper.

	Runsaukset %—Frequency %	
	1972	1974
<i>Alternaria</i> spp.	4,8	0,4
<i>Aspergillus</i> sp.	0,4	—
<i>Aureobasidium pullulans</i>	17,9	9,5
<i>Botrytis cinerea</i>	0,5	0,1
<i>Cladosporium herbarum</i>	9,0	1,0
<i>Epicoccum nigrum</i>	2,9	—
<i>Fusarium avenaceum</i>	0,2	—
<i>Penicillium</i> spp.	44,1	67,4
<i>Rhizopus stolonifer</i>	1,0	—
<i>Trichoderma viride</i>	1,7	3,4
<i>Trichothecium roseum</i>	4,4	6,2
<i>Sphaeropsidales</i>	12,5	10,9
Määrittämättömät	0,6	1,1
Unknown		

Taulukko 3. Koivun siemenen inkubointi mallasuuteagaralustoilla. a = pintasteriloitu siemen, b = 5 min 0,5 % NaClO-liuoksella pintasteriloitu siemen, c = 10 min 0,5 % NaClO-liuoksella pintasteriloitu siemen.
 Table 3. Incubation of birch seeds on malt extract agar. a = seed without surface sterilization, b = seed sterilized for 5 minutes with 0,5 % NaClO solution, c = surface sterilization for 10 minutes

Sienet Fungi	Sienien ja bakteerien lukumäärä eri siemenalkuperissä Number of fungi and bacteria on the seeds from different areas											
	Eno			Kittilä			Sulkava			Teuravuoma Kolari		
	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c
<i>Acremonia atra</i>	1	3	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>Alternaria</i> spp.	1	2	3	40	1	10	2	1	—	1	1	—
<i>Arthrinium</i> sp.	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>Aspergillus</i> sp.	—	—	8	—	—	—	2	3	—	—	—	1
<i>Aureobasidium pullulans</i>	15	6	4	63	5	—	1	9	3	19	3	1
<i>Botrytis cinerea</i>	—	—	1	5	—	—	—	5	—	16	2	—
<i>Cephalosporium</i> sp.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—
<i>Cladosporium herbarum</i>	—	—	—	12	5	3	—	—	—	18	—	1
<i>Crysosporium</i> sp.	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—
<i>Penicillium</i> spp.	300	93	104	300	83	5	xx	146	32	212	3	5
<i>Rhizopus stolonifer</i>	—	2	—	—	—	—	xx	x	3	—	—	—
<i>Trichoderma viride</i>	—	—	2	—	—	3	—	—	—	—	—	—
<i>Trichothecium roseum</i>	197	6	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>Sphaeropsidales</i>	1	6	3	7	3	6	—	—	4	19	2	—
Bakteerit	9	—	—	30	28	—	—	—	—	76	—	—
Bacteria	—	13	—	2	2	4	1	9	14	4	2	2
Määrittämättömät Unknown	—	13	—	2	2	4	1	9	14	4	2	2
Yhteensä Total	525	131	125	459	127	32			56	365	14	10

x = *Rhizopus stolonifer* saastuttanut yli puolet maljoista
 More than half of the dishes contaminated by *Rhizopus stolonifer*
 xx = *Rhizopus stolonifer* saastuttanut kaikki maljat
 All of the dishes contaminated by *Rhizopus stolonifer*

Taulukko 4. Sienien vaikutus koivun siemenen kehitykseen. A = itänyt siemen, sirkkajuuri siementä pitempi, B = erilliset sirkkalehdet muodostuneet.
 Table 4. Effect of different fungi on the development of birch seeds. A = germinated seed, radicle longer than the seed, B = separate cotyledons formed.

Sienet Fungi	Ero kontrolliin % Difference to control %					
	5 vrk days		10 vrk days		21 vrk days	
	A	B	A	B	A	B ₁₎
<i>Alternaria alternata</i>	+5.2	-1.3	+2.5	-4.0	-9.0	—
<i>Alternaria tenuissima</i>	+2.2	0.0	-0.2	-4.2	-8.0	—
<i>Aureobasidium pullulans</i>	+5.0	-0.3	+3.0	+3.0	-1.5	—
<i>Cladosporium herbarum</i>	+3.7	+4.0	+0.8	+1.3	-2.7	—
<i>Penicillium purpurogenum</i> coll.	+5.7	+2.0	+2.8	+0.5	-3.0	—
<i>Penicillium chrysogenum</i> coll.	+2.0	-4.3	+0.3	-5.5	10.2	—
<i>Penicill. frequentans</i> coll.	+6.0	+2.7	+3.0	+1.3	-2.7	—
<i>Trichothecium roseum</i>	-6.8	-5.8	-5.0	-8.7	-11.0	—
<i>Trichoderma viride</i>	+4.7	+4.7	+2.3	+3.0	-0.5	—
LSD 5 %	4.8	3.5	4.3	3.8	4.1	—

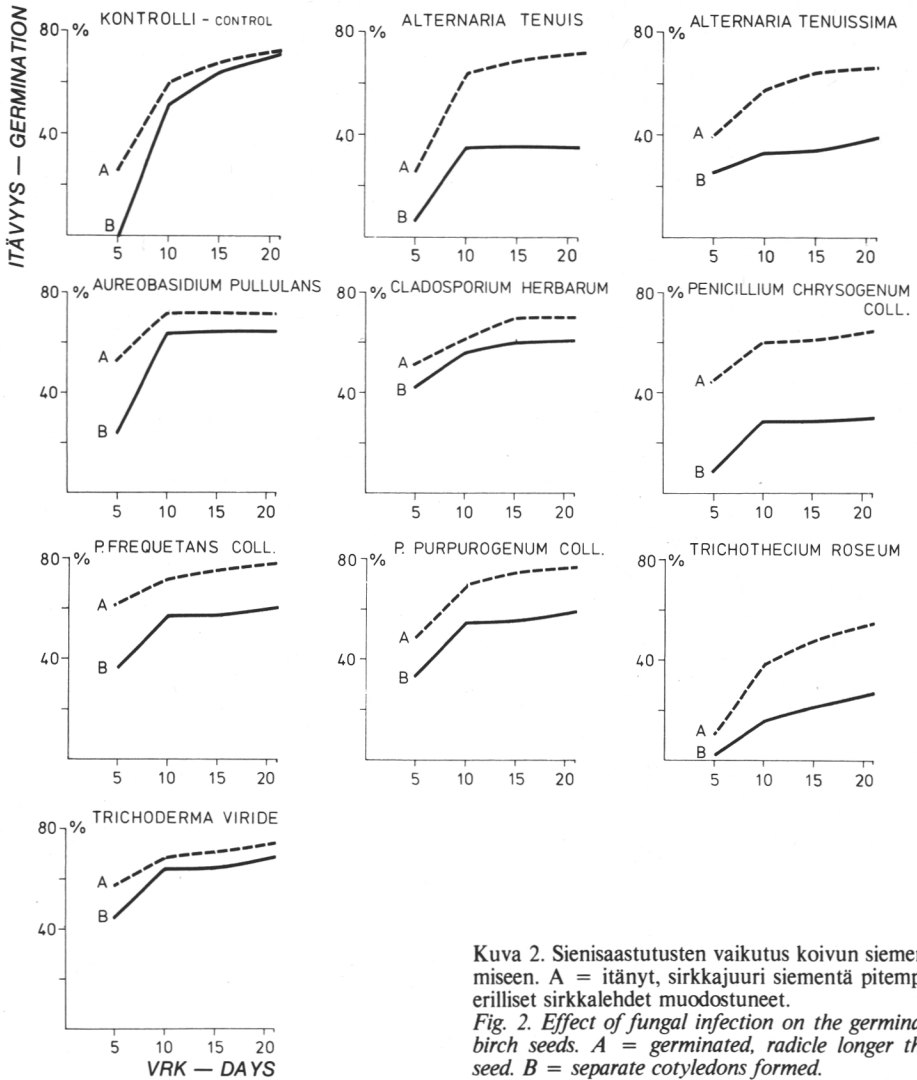
1) Ei tilastollisesti merkitsevää eroa $F < F_5$ %
 No Statistical significance $F < F_5$ %

Taulukko 5. Koivun siemenen inkubointi suodatinpaperialustoilla 1972. A = itänyt, B = itämätön siemen.
 Table 5. Incubation of birch seeds on filter paper. 1972. A = germinated, B = not germinated seed.

Sienet Fungi	Sienien ja bakteerien lukumäärä eri siemenalkuperissä Number of fungi and bacteria on the seeds from different areas									
	Eno		Kittilä		Sulkava		Teuravuoma Kolari		Yhteensä Total	
	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B
<i>Alternaria</i> spp.	22	12	30	15	—	—	4	10	56	37
<i>Aspergillus</i> sp.	—	—	—	—	5	2	—	—	5	2
<i>Aureobasidium pullulans</i>	10	6	162	63	—	—	41	65	213	134
<i>Botrytis cinerea</i>	2	—	4	1	—	—	3	—	9	1
<i>Cladosporium herbarum</i>	27	22	61	31	—	—	15	18	103	71
<i>Epicoccum purpurascens</i>	14	18	3	5	—	—	7	9	24	32
<i>Fusarium avenaceum</i>	—	—	4	—	—	—	—	—	4	—
<i>Penicillium</i> spp.	130	106	158	78	142	150	40	48	470	382
<i>Rhizopus stolonifer</i>	—	—	—	—	4	15	—	—	4	15
<i>Trichoderma viride</i>	2	9	11	2	—	—	3	5	16	16
<i>Trichothecium roseum</i>	36	44	—	—	—	—	3	2	39	46
<i>Ulocladium</i> sp.	1	—	—	—	—	—	—	—	1	—
Sphaeropsidales	2	3	58	41	6	14	58	59	124	117
Määrittämättömät Unknown	2	1	3	—	—	—	3	4	8	5
Yhteensä Total	248	221	494	236	157	181	177	220	1076	858

Taulukko 6. Koivun siemenen inkubointi suodatinpaperialustoilla 1974. A = itänyt, B = itämätön siemen.
 Table 6. Incubation of birch seeds on filter paper. 1974. A = germinated, B = not germinated seed.

Sienet Fungi	Sienien ja bakteerien lukumäärä eri siemenalkuperissä Number of fungi and bacteria on the seeds from different areas									
	Eno		Kittilä		Sulkava		Teuravuoma Kolari		Yhteensä Total	
	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B
<i>Alternaria</i> spp.	—	3	—	1	2	—	1	—	3	4
<i>Aureobasidium pullulans</i>	10	—	2	24	113	3	18	64	43	91
<i>Botrytis cinerea</i>	1	—	1	—	—	—	—	—	2	—
<i>Cladosporium herbarum</i>	—	—	—	14	—	—	—	—	—	14
<i>Penicillium</i> spp.	135	134	20	211	173	121	40	104	368	570
<i>Trichoderma viride</i>	17	19	—	4	3	1	4	—	24	24
<i>Trichothecium roseum</i>	31	53	—	—	—	—	—	2	31	55
Sphaeropsidales	19	13	2	25	9	3	18	64	48	105
Määrittämättömät Unknown	—	—	—	5	7	3	—	—	7	8
Yhteensä Total	213	222	25	284	307	131	81	234	526	871



Kuva 2. Sienisaastutusten vaikutus koivun siemenen itämiseen. A = itänyt, sirkkajuuri siementä pitempi. B = erilliset sirkkalehdet muodostuneet.
 Fig. 2. Effect of fungal infection on the germination of birch seeds. A = germinated, radicle longer than the seed. B = separate cotyledons formed.

4. TULOSTEN TARKASTELU

Koivun siemeneltä saatiin eristettyä sienet: *Acremoniella atra*, *Alternaria tenuis*, *A. tenuissima*, *Aspergillus* sp., *Aureobasidium pullulans*, *Botrytis cinerea*, *Cephalosporium* sp., *Cladosporium* sp., *Chrysosporium* sp., *Epicoccum nigrum*, *Fusarium avenaceum*, *Penicillium chrysogenum*, *P. frequetans*- ja *P. purpurogenum*-ryhmien sienet, *Rhizopus stolonifer*, *Trichotherium roseum*, *Trichoderma viride*, *Ulocladium* sp. ja *Sphaeropsidales*-lahkon sienet. Nämä kaikki olivat sieniä, joita on

aiemminkin eristetty metsäpuiden siemeneltä (Gibson 1957, Urošević 1957, 1961, Shea 1960, Dolejš 1964, Timonin 1964, Bloomberg 1969). Samat suvut ja lajit, lukuunottamatta *A. pullulans* ja *Ulocladium* sp.-sieniä esiintyivät Kosłowskan (1970) aineistossa koivun siemenellä.

Kasvualustan vaikutus lajistoon oli vähäinen. On kuitenkin huomattava, että siemenessä olevien sienien ekologiset vaatimukset saattavat olla niin erilaisia, ettei mikään inku-

baatiotekniikka yksinään ole riittävä, jotta kaikki mahdolliset sienet saataisiin esiin (Christiansen 1957, de Tempe 1961, 1963).

Pintasterilointi 0,5 % NaClO-liuoksella vähensi sienien ja bakteerien määrää siemenellä. Patogeeninen *Trichothecium roseum* (Machacek ym. 1951, Urošević 1961, Kosłowska 1970) ja bakteerit hävisivät aineistosta 10 min pintasterilointiaikaa käyttäen.

Siemenen idätys suodatinpaperialustoilla tapahtui kahtena ajanjaksona, jolloin myöhemmässä kasvatuksessa käytettyä siementä oli varastoitu 1,5 vuotta kauemmin kuin aiemmassa kasvatuksessa. Siemen oli varastoitu jäädytetyssä siemenkellarissa olosuhteissa, joissa metsäpuiden, myös koivun siemen on todettu säilyvän hyvin (Barton 1953, Allen 1957, Huss 1967, Vaarama 1970). Myöhemmän kasvatuksen siemenen itävyys laski kolmessa tapauksessa neljästä. Sulkavalaista alkuperää olevan siemenen itävyys nousi, mutta samalla sirkkataimien kuolleisuus lisääntyi. Sienten määrä siemenellä ja sienilajistossa tapahtui muutos, *Penicillium*-lajien osuus nousi 44,1 %:sta 67,4 %:iin. Vaikka siemenen laadun heikkeneminen johtui pääasiassa siemenen yli-ikäisyydestä, koivun siemen säilyy hyvänä vain 2—3 vuotta (Rohmeder 1972), niin *Penicillium* spp. sienten määrän nousu saattoi heikentää käytetyn siemenen laatua. Uroševićin (1961) patogeenisuuskokeissa useimmat testatut *Penicillium*-lajit alensivat kuusen ja männyn siementen itävyyttä.

Suoritettussa patogeenisuuskokeessa *P. chrysogenum*-ryhmän sienellä saastutetusta siemenestä kehittyi kontrolliin verrattuna 41 % vähemmän sirkkataimia, joiden sirkkataimet olivat erillään. *P. purpurogenum*-ryhmän sieni huononsi tulosta 12 % ja *P. frequentans*-ryhmän sieni 11 %.

Sienisaastutus yleensä nopeutti siemenen itämistä ja sirkkataimien kehittymistä. Tämä

koski myös sellaisia lajeja, jotka myöhemmin osoittautuivat patogeenisiksi. Kosłowskan (1970) kokeissa *Trichothecium roseum* ja *Alternaria tenuis*-sienillä saastutettu männyn ja kuusen siemen iti paremmin kuin saastuttamaton siemen. Tätä sienten itämistä edistävää vaikutusta on yritetty selittää monin tavoin. Kosłowska (1970) arveli sienien paitsi heikentävän siemenkuorta myös lisäävän siementen elintoimintoja. Tutkituissa tapauksissa sienisaastutus lisäsi mm. siemenen hengitysintensiiteettiä. On myös esitetty sienien vaikuttavan siemenen lepotilaan inaktiivomalla itämistä estäviä aineita (Humphreys Jones ja Waid 1963). Eräiden *Penicillium*- ja *Fusarium*-lajien on todettu erittävän etyleeniä (Burg 1962), jonka tiedetään lisäävän itävyyttä (Deuber 1931, Abeles ja Lonski 1968). Deuber (1931) oletti, että etyleeni murtaa siemenen lepotilan jouduttaen siten itämistä. Koivun siemeneltä itämistä estäviä aineita on eristetty sekä siemenkuoresta että perikarpista (Redmond ja Robinson 1954, Black 1956).

Aureobasidium pullulans ja *Trichoderma viride*-sienillä saastutetusta siemenestä oli 10 vuorokauden kuluttua kehittynyt kontrolliin verraten 12 % enemmän sirkkataimia, joiden sirkkalehdet olivat erillään. Kolmen viikon kuluessa tämä määrällinen ero tasoitui, 21 vrk kuluttua eniten sirkkataimia oli kontrollissa. Sienisaastutusten itämistä ja alkukehitystä jouduttava vaikutus oli kuitenkin selvä ja kun aikaisen itämisen tiedetään pidentävän kasvukautta (Björkroth ja Hulten 1973), Sweet ja Wareing (1966) ovat mm. koivulla selittäneet koivun taimien suuret kokoerot vuoden kasvihuonekasvatuksen jälkeen erilaisten itämisnopeuksien avulla, niin olisi mielenkiintoista tietää voitaisiinko tätä saprofyttisten sienten itämistä jouduttavaa vaikutusta käyttää hyväksi käytännössä.

KIRJALLISUUS — REFERENCES

- ABELES, F. & LONSKI, J. 1968. Stimulation of lettuce seed germination by ethylene. *Pl. Physiol.* 44:2: 277—280.
- AINSWORTH, G. SPARROW, F. & SUSSMAN, A. 1973. The fungi. An advanced treatise IV A. A taxonomic review with keys: Ascomycetes and Fungi imperfecti. Academic press New York and London 621 p.
- ALLEN, G. 1957. Storage behavior of conifer seeds in sealed containers held 0 F°, 32 F° and at room temperature. *J. For.* 55:278—281.
- BARTON, L. V. 1953. Seeds storage and viability. *Contr. Boyce Thompson Inst.* 17:87—103.
- BJÖRKROTH, G. & HULTEN, H. 1973. Produktion av fröplantor av björk (*Betula verrucosa*) i växthus-redovisning av trä försök. *Inst. för Skogsförnygring Rapp. Upp.* 47:1—41.
- BLACK, M. 1956. Interrelationships of germination inhibitors and oxygen in the dormancy of seed of *Betula*. *Nature* 178:924—925.
- BLOOMBERG, W. J. 1969. Diseases of Douglas-Fir seeds during cone storage. *For. Sci.* 15.2:176—181.
- 1970. Seed diseases of Douglas-Fir during cone storage. *Bi-mon. Res. Notes* 26.2:15—16.
- BOOTH, C. 1971. The genus *Fusarium*. 237 p. Kew, Surrey.
- BUCHWALD, N.F. 1947. *Sclerotinia betulae* Woron. *For. Chron.* 25:326.
- BURG, S. 1962. The physiology of ethylene formation. *Ann. Rev. Plant. Physiol.* 13:265—302.
- CHRISTIANSEN, C.M. 1957. Deterioration of stored grains by fungi. *Bot. Rev.* 23:108—134.
- 1972. Microflora and seed deterioration. In: Roberts, E.H. (ed.). *Viability of seeds*. London. p. 59—93.
- 1973. Loss of viability of seed in storage: Microflora. *Seed Sci. Technol.* 1.3:547—562.
- DEUBER, S.B. 1931. Chemical treatments to shorten the rest period of tree seeds. *Science* 73:320—321.
- DOLEJŠ, K. 1964. Hourbore nakazy semen a sisek borovice lesní-*Pinus silvestris*. *Sporn. Lesn. Fak. Vysoké. Skoly Zenied* 7: 217—230.
- FISHER, P.L. 1941. Germination reduktion and radicle decay of conifers caused by certain fungi. *J. Agric. Res.* 62:86—95.
- GIBSON, I.A. 1957. Saprophytic fungi as destroyers of germinating pine seeds. *East African Agr. J.* 22: 203—206.
- HUMPREYS JONES, D. R. & WAID, J. S. 1963. Influence of fungal isolates on germination and growth of perennial ryegrass. *Pl. Soil.* 19:139—150.
- HUSS, E. 1967. Om långtidsförvaring av barrskogsfrö. *Stud. For. Suec.* 46: 1—59.
- KOŚCOWSKA, C. 1970. Badania nad grzybami występującymi na owocach debu i brozozy oraz nasionach sosny i modrzewia. *Prace IBL*, 386: 1—120.
- LAWRENCE, W.H. & REDISKE, J. H. 1961. Fate of broadcast seed. *Weyerhaeuser Forestry Research Center* 1961. Reprint 2.
- LEACH, C.M. 1967. The light factor in the detection and identification of seed-borne fungi. *Proc. Int. Seed Test. Ass.* 32.3:565—568.
- LIMONARD, T. 1968. Ecological aspects of seed health testing. *Proc. Int. Seed Test. Ass.* 33.3:343—513.
- MACHACEK, J.E., CHEREWICK, W.J., MEAD, D. W. & BROADFOOT, W.C. 1951. A study of some seed-borne diseases of cereals in Canada. *Sci. Agric.* 31:193—206.
- MALENCON, G. 1924. *Le Sclerotinia betulae* Woronin. *Bull. soc. Mycol. France* 40:177—180.
- MALONE, J.P. & MUSKETT, A.E. 1964. Seed-borne fungi. *Proc. Int. Seed Test. Ass.* 29.2:179—384.
- MILNER, M. & GEDDES, W. F. 1954. Respiration and heating. In: Anderson, J.A. & Alcock, A.W. (ed.). *Storage of cereal grains and their products*. St. Paul. p. 152—220.
- MÄKINEN, Y. 1970. Tilastotiedettä biologieille. 184s. Turku. Synanpsi ry.
- NOBLE, M. & RICHARDSON, M.J. 1968. An annotated list of seedborne diseases. *Proc. Int. Seed Test. Ass.* 33:1—191.
- PEACE, T.R. 1962. *Pathology of trees and shrubs*. 753 p. Oxford.
- RAPER, K.B. & THOM, C. 1949. *A manual of Penicillia*. 875 p. Baltimore.
- RATHBUN-GRAVAT, A. 1925. Direct inoculation of coniferous stems with damping-off fungi. *J. Agric. Res.* 30.4:327—339.
- 1931. Germination loss of coniferous seed due to parasites. *J. Agric. Res.* 42.2:71—92.
- REDISKE, J.H. & SHEA, K.R. 1965. Loss of Douglas-Fir seed viability during cone storage. *For. Sci.* 11: 463—472.
- REDMON, D. & ROBINSON, R. 1954. Viability and germination in yellow birch. *For. Chron.* 30:79—87.
- ROHMEDER, E. 1972. *Das Saatgut in der Forstwirtschaft*. 273 p. Hamburg und Berlin.
- SALISBURY, P.J. 1955. Some aspects of conifer seeds microflora. *Canada Dept. Agric., Forest Biol. Div., Bi-mo., Pr. Rept.* 9:3—4.
- SEMENUK, G. 1954. Microflora. In: Anderson, J.A. & Alcock, A.W. (ed.). *Storage of cereal grains and their products*. St. Paul. p. 120—151.
- SHEA, K.R. 1960. *Mold fungi of forest tree seed*. Weyerhaeuser Timber Co., For. Res. Center.
- SWEET, G.B. & WAREING, P.F. 1966. The relative growth rates of large and small seedlings. In: *Physiology in forestry*. Report of the sixth discussion meeting. Edinburg, 7 to 9 January, 1966. p. 111—125.
- deTEMPE, J. 1961. Routine methods for determining the health condition of seeds in the seed testing station. *Proc. Int. Seed. Test. Ass.* 26.1:27—61.
- 1963. The blotter method of seed health testing. *Proc. Int. Seed Test. Ass.* 26.1:133—141.
- TIMONIN, M.J. 1964. Interaction of seed coat microflora and soil micro-organisms and its effects on pre- and postemergence of some conifer seedlings. *Can. J. Microbiol.* 10.17:17—22.

- TVEIT, M. & MOORE, M.B. 1954. Isolates of *Chaetomium* that protect oats from *Helminthosporium victoriae*. *Phytopath.* 44:12: 686—689.
- & WOOD, R.K.S. 1955. The control of *Fusarium* blight in oats seedlings with antagonistic species of *Chaetomium*. *Ann. Appl. Biol.* 43:538—552.
- UROŠECIC, B. 1957. Mycoflora sladavahych zaludu. *Prace VULH-CSR* 13:151—200.
- 1961. The influence of saprophytic and semisaprophytic fungi on the germination of Norway spruce and Scots pine seeds. *Proc. Int. Seed Test. Ass.* 26.3: 537—552.
- VAARAMA, A. 1970. Induced mutations and polyploidy in birch, *Betula* spp.. Final report (part.V)—P.L. 480. Department of Botany, University of Turku.
- VAARTAJA, O. 1952. Forest humus quality and light conditions as factor influencing damping-off. *Phytopath.* 42:505—506.

SUMMARY

The fungi present on birch seeds and the effect of the commonest fungi on the germination of birch seeds and germling development were examined in the study. The fungi were isolated from seeds, obtained from four different areas, by incubating them on malt extract agar and on filter paper. In the pathogenicity tests the birch seeds were infected before germination with spores of the fungi under study.

The most common fungi belonged to the order Fungi imperfecti and to the class Hyphomycetes: *Penicillium* spp., *Aureobasidium pullulans* (de Bary) Arn., *Cladosporium herbarum* (Pres.) Link ex S.F. Gray, *Trichothecium roseum* Link, *Trichoderma viride* Pers., *Alternaria* spp. and *Sphaeropsidales* fungi.

In connection with incubation of the seeds on malt extract agar, part of the seeds were surface sterilized with 0,5 % NaClO solution. The number of fungi found on the seeds was reduced. Surface sterilization lasting for 10 minutes removed *T. roseum*, which was later found to be pathogenic, and bacteria. There were no statistically significant differences between the numbers of fungi found on seeds which had been treated for 5 or 10 min-

utes. *T. viride* was found only on surface sterilized seeds.

The seeds incubated on filter paper consisted of two lots, one of which had been stored for one and a half years longer than the other. After such additional storage, the seed germination was much poorer in three cases out of four and the mortality rate of the germlings increased despite the fact that the number of fungi found on the seeds decreased.

Infection of the seeds with fungi was found to speed up germination in the pathogenicity tests. This also concerned species of fungi which were later found to be pathogenic. Of the seeds infected with *A. pullulans* and *T. viride*, 12 % more of the germlings had separated cotyledons than the control germlings 10 days after the start of the experiment. The survival rate after three weeks was highest in the control group, but infection with *A. pullulans* and *T. viride* reduced the number of living seedlings by only a couple of percent.

T. roseum, *Penicillium chrysogenum* Thom. coll. fungi, *Alternaria tenuis* C. G. Nees and *A. renuissima* (Kunze ex Pers.) Wiltshire all clearly had a pathogenic effect.

ODC 232.315:176.1 *Betula*: 443 2
ISBN 951-40-0412-4
ISSN 0015-5543

LILJA, A. 1979. Koivun siemenen sienet ja niiden patogeenisuus. Summary: Fungi on birch seeds and their pathogenicity. *Folia For.* 408:1—14.

The fungi present on birch seeds and the effect of the commonest fungi on the germination of birch seeds and germling development were examined in the study. The most common fungi found belonged to the order Fungi imperfecti and to the class Hyphomycetes. In the pathogenicity tests *Trichothecium roseum*, *Penicillium chrysogenum* coll., *Alternaria tenuis* and *A. tenuissima* clearly all had a pathogenic effect.

Author's address: The Finnish Forest Research Institute.
Unioninkatu 40 A. SF-00170 Helsinki 17.

ODC 232.315:176.1 *Betula*: 443 2
ISBN 951-40-0412-4
ISSN 0015-5543

LILJA, A. 1979. Koivun siemenen sienet ja niiden patogeenisuus. Summary: Fungi on birch seeds and their pathogenicity. *Folia For.* 408:1—14.

The fungi present on birch seeds and the effect of the commonest fungi on the germination of birch seeds and germling development were examined in the study. The most common fungi found belonged to the order Fungi imperfecti and to the class Hyphomycetes. In the pathogenicity tests *Trichothecium roseum*, *Penicillium chrysogenum* coll., *Alternaria tenuis* and *A. tenuissima* clearly all had a pathogenic effect.

Author's address: The Finnish Forest Research Institute.
Unioninkatu 40 A. SF-00170 Helsinki 17.

ODC 232.315:176.1 *Betula*: 443 2
ISBN 951-40-0412-4
ISSN 0015-5543

LILJA, A. 1979. Koivun siemenen sienet ja niiden patogeenisuus. Summary: Fungi on birch seeds and their pathogenicity. *Folia For.* 408:1—14.

The fungi present on birch seeds and the effect of the commonest fungi on the germination of birch seeds and germling development were examined in the study. The most common fungi found belonged to the order Fungi imperfecti and to the class Hyphomycetes. In the pathogenicity tests *Trichothecium roseum*, *Penicillium chrysogenum* coll., *Alternaria tenuis* and *A. tenuissima* clearly all had a pathogenic effect.

Author's address: The Finnish Forest Research Institute.
Unioninkatu 40 A. SF-00170 Helsinki 17.

ODC 232.315:176.1 *Betula*: 443 2
ISBN 951-40-0412-4
ISSN 0015-5543

LILJA, A. 1979. Koivun siemenen sienet ja niiden patogeenisuus. Summary: Fungi on birch seeds and their pathogenicity. *Folia For.* 408:1—14.

The fungi present on birch seeds and the effect of the commonest fungi on the germination of birch seeds and germling development were examined in the study. The most common fungi found belonged to the order Fungi imperfecti and to the class Hyphomycetes. In the pathogenicity tests *Trichothecium roseum*, *Penicillium chrysogenum* coll., *Alternaria tenuis* and *A. tenuissima* clearly all had a pathogenic effect.

Author's address: The Finnish Forest Research Institute.
Unioninkatu 40 A. SF-00170 Helsinki 17.

- No 364 Koski, Veikko & Tallqvist, Raili: Tuloksia monivuotisista kukinnan ja simensadon määrän mittauksista metsäpuilla.
Results of long-time measurements of the quantity of flowering and seed crop of forest trees.
- 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 Ryytänen, 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 filmianalyysillä.
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 korvasiemen 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: *Phlebia gigantea* ja *Heterobasidion annosum* männyn kannoissa hakkuualoilla Suomenniemen ja Savitaipaleen kunnissa.
Phlebia gigantea and *Heterobasidion annosum* in pine stumps on cutting areas in Suomenniemi and Savitaipale.
- No 374 Kalaja, Hannu: Pienpuun korjuu TT 1000 F palstahakkurilla.
Harvesting small-sized trees with terrain chipper TT 1000 F.
- 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 aikatautkimustuotosten 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 kenttäkokeissa.
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 hyönteistuhousta.
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 metsänuudistusaloilla ja metsiteityillä 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: Vesi-myyrän, *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 kasvuhäiriöilmiö 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.
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 männynkaristeiden yhteydessä.
Association of *Lophodermium seditiosum* Minter *et al.* with a needle cast epidemic on Scots pine.
- No 394 Rikala, Risto: Lannoitteiden levitystavan vaikutus koulittujen 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 Löyttyniemi, Kari, Austarå, Øystein, Bejer, Broder & Ehnström, Bengt: Insect pests in forests of the Nordic Countries 1972—1976.
Tuhohyönteisten esiintyminen Pohjoismaiden metsissä 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 allappisyvyys 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 *Phlebia gigantean* (Fr.) Donk vaikutus pellolle istutettujen kuusen, männyn, tervalepän ja rauduskoivun taimien pituuskasvuun ja elossapysymiseen.
Effect of *Heterobasidion annosum* and *Phlebia gigantea* infection on the height growth and survival rate of *Picea abies*, *Pinus sylvestris*, *Alnus glutinosa* and *Betula pendula* seedlings planted on old fields.