

# FOLIA FORESTALIA<sup>366</sup>

METSÄNTUTKIMUSLAITOS · INSTITUTUM FORESTALE FENNIAE · HELSINKI 1978

---

---

LEENA RYYNÄNEN

KOTIMAISTEN LEHTIPUIDEN  
SIITEPÖLYN LAADUNMÄÄRITYKSESTÄ

DETERMINATION OF QUALITY  
OF POLLEN FROM FINNISH  
DECIDUOUS TREE SPECIES

- No 293 Lehtonen, Irja: Puu puitoaineena. Kirjallisuuteen perustuva tarkastelu.  
Wood as a fuel. A study based on literature.
- No 294 Harstela, Pertti & Tervo, Leo: Männyn taimikon ja riukuasteen metsikön korjuun tuotos ja ergonomia.  
Work output and ergonomical aspects in harvesting of sapling and pole-stage stands (Scots pine).
- No 295 Metsätalastollinen vuosikirja 1975.  
Yearbook of Forest Statistics 1975.
- No 296 Heiskanen, Veijo: Etelä-Suomen ja Pohjois-Suomen puutavaran laatuerot.  
Quality differences of timber between Southern and Northern Finland.
- No 297 Paavilainen, Eero & Virtanen, Jaakko: Metsänlannoituksen vaikutuksen riippuvuus levitysmenetelmästä.  
Effect of spreading method on forest fertilization results.
- No 298 Vuokila, Yrjö: Harsintaharvennus puuntuotantoon vaikuttavana tekijänä.  
Selective thinning from above as a factor of growth and yield.
- No 299 Vuokila, Yrjö: Hyvän kasvupaikan haavikoiden kasvukyvyistä.  
On the growth capacity of aspen stands on good sites.
- No 300 Paavilainen, Eero: Helppoliukoisten lannoitteiden vaikutuksen riippuvuus levitysjakohdasta turvemaalla.  
Effect of application time on growth response to easily dissolving fertilizers on peatlands.
- No 301 Tiihonen, Paavo: Männyn ja kuusen tukkipuutaulukot. Tukkien minimiläpimittaluokka männnyllä 13 cm ja kuusella 13 ja 15 cm.  
Massentafeln für Kiefern- und Fichtenblochholz. Mindestdurchmesserklassen der Blöcher für Kiefer 13 cm und für Fichte 13 und 15 cm.
- No 302 Simola, Paavo: Pienikokoisen lehtipuuston biomassa.  
The biomass of small-sized hardwood trees.
- No 303 Vuokila, Yrjö: Talvikkityypin puuntuotannollinen asema metsätyyppijärjestelmässä.  
Position of the Pyrola type in the forest site type system of Cajander.
- No 304 Puro, Tiina: Operaatio metsänlannoitus II. Tuloksia uusintalannoituksesta.  
Results of the second fertilization with nitrogen.
- No 305 Virtanen, Jaakko & Ylinen, Mikko: Ojitusalueiden lentolannoitus.  
Aerial spreading of fertilizers on peatlands.
- No 306 Astorga S., Luis E.: Effectuating possibilities of waste wood utilization in Finland.  
Step 1.  
Jätepuun käytön tehostamismahdollisuudet Suomessa. Osa 1.
- No 307 Kilkki, Pekka, Kuusela, Kullervo & Siitonen, Markku: Puuntuotanto-ohjelmat Etelä-Suomen piirimetsälautakuntien alueille.  
Timber production programs for the forestry board districts of Southern Finland.
- No 308 Huttunen, Terho: Suomen puunkäyttö, poistuma ja metsätase 1974—76.  
Wood consumption, total drain and forest balance in Finland, 1974—76.
- No 309 Mäkelä, Markku: Hakkuutähteen ominaisuuksien muuttuminen.  
Changes in the quality of logging residues.
- No 310 Harstela, Pertti, Järvinen, Juhani, Tervo, Leo & Aholainen, Raimo: Tutkimus eräistä harvennushakkuumenetelmistä (Levälleen teko ja LEKA-menetelmä).  
The study of some short wood methods of cutting in thinnings (Cutting without bunching and SCAPE method).
- No 311 Takalo, Sauli & Sauvala, Kari: Havaintoja metsurin suojainten kestävytydestä ja sen mittaamisesta.  
Observations on the durability and testing of protective clothing for chain saw workers.
- No 312 Leikola, Matti, Metsämuuronen, Markku, Räsänen, Pentti K. & Taimisto, Erkki: Männyn viljelytaimistojen kehitys Lounais-Suomessa vv. 1967—1975.  
The development of Scots pine plantations in south-western Finland in 1967—1975.
- No 313 Kolari, Kimmo, Paavilainen, Eero & Raitio, Hannu: Männyn juuristosuhteista Kivisuon kasvuhäiriöalueella.  
Pine root condition and growth disturbances.
- No 314 Anttila, Tuula & Lähde, Erkki: Lannoituksen vaikutus paperikenoissa kasvatettujen männyn taimien kehitykseen taimitarhassa.  
Effect of fertilization on the development of containerized pine seedlings in a nursery.
- No 315 Kanninen, Kaija: Palkkausmuodot ja niiden vaikutus metsätoissa.  
Forms of remuneration and their influence on forest work.
- No 316 Mäkelä, Markku: Leimikoittainen metsätähdemäärä.  
The amounts of logging residues and stump and root wood at certain work sites.
- No 317 Kaunisto, Seppo: Ojituksen tehokkuuden ja lannoituksen vaikutus männyn viljelytaimistojen kehitykseen karuilla avosoilla.  
Effect of drainage intensity and fertilization on the development of pine plantations on oligotrophic treeless Sphagnum bogs.
- No 318 Kinnunen, Kaarlo: Isruteksen onnistuminen ja taimistojen alkukehitys Länsi-Suomen yksityismetsissä.  
The survival and initial development of plants in private forests in western Finland.

FOLIA FORESTALIA 366

**Metsäntutkimuslaitos. Institutum Forestale Fenniae. Helsinki 1978**

Leena Rynänen

KOTIMAISTEN LEHTIPUIDEN  
SIITEPÖLYN LAADUNMÄÄRITYKSESTÄ

Determination of quality of pollen from Finnish deciduous tree species

ODC 181.521--010:176.1  
ISBN 951-40-0358-6  
ISSN 0015-5543

RYYNÄNEN, L. 1978. Kotimaisten lehtipuiden siitepölyn laadunmäärittämisestä. Abstract: Determination of quality of pollen from Finnish deciduous tree species. *Folia For.* 366: 1–12.

Tutkimuksen tarkoituksena on ollut löytää kotimaisille lehtipuille, lähinnä raudus- ja hieskoivulle (*Betula pendula* Roth. ja *B. pubescens* Ehrh.), haavalle (*Populus tremula* L.) ja harmaalepälle (*Alnus incana* (L.) Moench) sopiva siitepölyn laadunmäärittämenetelmä.

Neljää siitepölyn värjäysmenetelmää, *in vitro*-idätystä ja testatuilla siitepölyillä pölytettyinä saatujen tyhjien siementen määrää on verrattu toisiinsa. Tulosten mukaan asetokarmiini-glyseroli- (ACG) ja aniliinisulaktofenolivärjäys (ABL) eivät ilmaise siitepölyn elinkelpoisuutta. Näillä saatiin kuumentamalla tapetuista pölyistä sama tulos kuin käsittelemättömistäkin. Fluoreseinidiasetaattivärjäyksen (FDA) tulokset vastasivat parhaiten *in vitro*-idätystä. Paras idätysalusta oli modifioitu *Brewbakerin* ja *Kwackin* alusta, johon oli lisätty emikkauutetta. FDA-tulokset olivat (tosin jonkin verran emopuusta riippuen) kääntäen verrannollisia risteytyksessä saatuun tyhjien siementen osuuteen. 2,3,5-trifenyyli-tetraatsoliumkloridilla (TTC) värjättäessä saatiin vaihtelevia tuloksia. Yleensä ne olivat parempia kuin ACG- ja ABL-värjäysten, mutta huonompia kuin FDA-värjäyksen tulokset.

---

The aim of the study was to find a suitable method for determining the quality of pollen from Finnish deciduous tree species, primarily birches (*Betula pendula* Roth. and *B. pubescens* Ehrh.), aspen (*Populus tremula* L.) and alder (*Alnus incana* (L.) Moench).

Four pollen staining methods, *in vitro* germination and the number of empty seeds obtained when fertilising with tested pollen were all compared. According to the results, staining with aceto-carmine glycerol jelly (ACG) or with aniline-blue-lactophenol (ABL) cannot be used to estimate pollen fertility. Both methods gave the same results for heat-killed pollen and untreated pollen. The results obtained with fluorescein diacetate (FDA) staining were in the best agreement with the results of the *in vitro* germination tests. The best germination medium was modified *Brewbaker* and *Kwack's* medium to which had been added female flower extract. The results given by FDA staining were inversely proportional (depending to some extent on the mother tree) to the proportion of empty seeds obtained in crossings. Staining with 2,3,5-triphenyltetrazolium chloride (TTC) gave variable results, which overall were better than those for ACG and ABL staining but worse than those for FDA staining.

## ALKUSANAT

Keinollisten risteytysten yhteydessä on todettu, että tyhjien siementen osuus on huomattavasti korkeampi kuin vapaapölytyksessä. Yhtenä syynä voitaneen pitää siitepölyn heikkoa laatua. Varsinkaan lehtipuilla siitepölyn laadunmäärittämiseen ei ole ollut luotettavaa menetelmää. Metsäntutkimuslaitoksen metsänjalostuksen tutkimusosastolla on nähty tärkeäksi siitepölyn laadunmäärittämenetelmien kehittäminen. Tämä työ on aloitettu Kolarin tutkimusasemalla 1975 professori Max. H a g m a n i n aloitteesta.

Käsikirjoituksen ovat tarkastaneet professorit Max. H a g m a n ja Gustaf S i r é n , sekä MML Erkki N u m m i n e n ja FL Martti R y y n ä n e n , joiden tekemät parannusehdotukset on otettu huomioon. Työssä on avustanut Kolarin tutkimusase-man henkilökunta. Englanninkielisen tekstin on kääntänyt MMK, B.Sc. John D e r o m e .

Kaikille työhön osallistuneille esitän parhaimmat kiitokseni.

Kolarissa heinäkuussa 1978

*Leena Ryyänen*

## SISÄLLYS

ALKUSANAT .....	3
1. JOHDANTO .....	5
2. AINEISTO JA MENETELMÄT .....	6
3. TULOKSET JA NIIDEN TARKASTELU .....	7
31. Keruutapa .....	7
32. Värjäys .....	7
33. Idätys .....	9
34. Risteytyskokeet .....	10
4. KIRJALLISUUS .....	12

## 1. JOHDANTO

Siitepölyn laadunmäärityksellä pyritään toteamaan siitepölyn hedelmöityskyky ja kyky tuottaa elinkykyisiä siemeniä. Ainoa luotettava keino siitepölyn elävyyden määrittämiseksi on sen hedelmöityskyvyn selvittäminen: verrataan siemensaantoa tutkittavalla pölyllä ja hedelmöityskyvyltään tunnetulla pölyllä tehtyjen pölytysten jälkeen (Christiansen 1969). Käytännön työssä tämä ei yleensä ole kuitenkaan mahdollista. Kun siemensaannosta on saatu tulokset, on siitepölyjen kunto säilytyksen takia saattanut jo suurestikin muuttua. Tästä syystä ainoaksi keinoksi siitepölyn laadunmäärityksessä jäävät erilaiset ennen risteytystä tehtävät *in vitro*-testit. Tällaisia ovat mm. erilaiset morfologiset ja vitaalivärjäykset sekä solukalvojen läpäisevyyden ja entsyymireaktioiden mittaukset. Usein käytetään tässä vitaalivärien fluoresenssia apuna. Siitepölyjen elävyyttä voidaan määrittää myös mittaamalla solujen hengityksen ja isotoopeilla merkattujen aineenvaihduntatuotteiden määrää. Toisentyypisen ryhmän *in vitro*-testeissä muodostavat siitepölyn itämiseen liittyvät testit, kuten erilaiset tuman jakautumiseen ja siiteputken kasvuun liittyvät mittaukset (Jensen 1970). Käytettäessä *in vitro*-testejä on aina muistettava, että siitepölyn toteaminen niiden perusteella eläväksi ei vielä takaa sitä, että se on hedelmöityskykyinen (Duffield 1954, Eklund Ehrenberg 1960, Heslop-Harrison ja Heslop-Harrison 1970).

Eniten käytetty *in vitro*-testausmenetelmä on idätys. Kotimaisista puista männylle (*Pinus sylvestris* L.) ja kuuselle (*Picea abies* (L.) Karst.) idätys on luotettava, joskin aikaa vievä siitepölyn laadunmääritysmenetelmä.

Männyn ja kuusen kevyt siitepöly idätetään joko koeputkessa tai ns. riippuvassa pisarassa (Dietze 1973). Tärkeimpien kotimaisien lehtipuiden raudus- ja hieskoivun, haavan sekä terva- ja harmaalepän siitepölyn idätys *in vitro* ei näillä menetelmillä onnistu siitepölyn suuren painon vuoksi (Sato & Muto 1955). Koeputkessa idätettyinä lehtipuiden siitepölyt painuvat pohjaan, ja pisarassa ne kerääntyvät tiiviiksi kasaksi pisaran alaosaan. Itävyys jää tällöin alhaiseksi. Koska idätyksen lisäksi ei ole ollut muuta varmaa menetelmää siitepölyjen laadunmääritykseen, ei lehtipuiden siitepölyn elävyyttä ole voitu luotettavasti määrittää ennen risteytystä. Ainoat lehtipuilla tähän asti käytetyt testausmenetelmät ovat olleet asetokarmiini- (Belling 1921) ja aniliinisini- (puuvillasini-) värjäykset (Maneval 1936). Nämä ovat puhtaasti morfologisia värejä, eivätkä anna todellista kuvaa siitepölyjen elävyydestä (Jensen 1970, Ockendon ja Gates 1976, Jensen & Hermesen 1976).

Tämän tutkimuksen tarkoituksena on ollut löytää lehtipuiden siitepölyn laadunmäärittämiseksi luotettava värjäys- ja *in vitro*-idätysmenetelmä. Uusina värjäysmenetelminä on kokeiltu fluoreseiinidiasetaattivärjäystä (Heslop-Harrison ja Heslop-Harrison 1970) sekä 2,3,5-trifenyylitetratsoliumikloridivärjäystä (Cook ja Stanley 1960). Idätykseen on yritetty kehittää uusi metodiikka ja idätysalusta. Saatuja tuloksia on verrattu samojen siitepölyjen asetokarmiini- ja aniliinisinivärjäyksiin. Värjäysten tuloksia on samoin verrattu tutkittavilla siitepölyillä pölytettyinä saatu- jen siementen itävyytuloksiin.

## 2. AINEISTO JA MENETELMÄT

Tutkimusmateriaali on kerätty vuosina 1970—1974 sekä vuonna 1977. Kittilästä Sätkenävaarasta sekä Kolarista Teuravuomalta on saatu puittain kerättyä rauduskoivun (*Betula pendula* Roth. syn. *B. verrucosa* Ehrh.) ja hieskoivun (*B. pubescens* Ehrh.) siitepölyä. Rauduskoivun siitepölyä on myös saatu Metsänjalostussäätiöltä Läyliäisistä vuonna 1977. Haavan (*Populus tremula* L.) siitepölyä on kerätty Kittilästä Aakenuksesta sekä Kolarista Teuravuoman alueelta. Runsaasti haavan siitepölyä on saatu vuosittain Pellosta useita puita käsittävistä kloonista. Harmaalepän (*Ahus incana* L.) Moench) siitepöly on kerätty Kolarista Ylläsjokisuulta. Yhteensä on aineisto käsittänyt yli sata siitepölyerää.

Koivujen siitepöly saatiin joko hyötämällä oksista tai keräämällä norkkoina puista. Hyödetessä pidettiin koivun 50—100 cm:n pituisia oksia, joiden tyvet olivat vesiasiassa, ensin 1 d:n ajan +4°C:n lämpötilassa. Oksat suljettiin muovipussiin, jonka pohjalla oli omanan lohkoja etyleenin kehittämiseksi. Tämän jälkeen oksat nostettiin vesiasiastoiheen huoneenlämpöön ja valoon. Vesi vaihdettiin päivittäin ja samalla lyhennettiin oksia pari senttimetriä. Oksien alle pantiin paperi, jolle siitepöly varisi ja josta se sitten kerättiin talteen. Koivujen hyötö kesti 12—13 d.

Kerätessä siitepölyä koivuista norkkoina, paimittiin norkot puista ensimmäisten siitepölyjen alkaessa varista. Norkkoja kuivattiin paperilla huoneenlämmössä noin 2 d. Siitepöly irrotettiin hankaamalla norkot käsin rikki sekä ravistelemalla niitä seulan päällä. Haavan siitepöly kerättiin ainoastaan hyötämällä. Se tehtiin periaatteessa samalla tavoin kuin koivuilla, mutta +4°C:n lämpötilassa ja pimeässä. Harmaalepän siitepöly kerättiin suoraan puista ravistamalla irtoava siitepöly pulloon.

Jatkokäsittely oli sama kaikille siitepölyille. Pöly seuloittiin roskien poistamiseksi seulalla, jonka silmä oli 0,074 mm (200 Meshiä). Tämän jälkeen siitepölyt kuivatettiin avonaisissa ampulleissa eksikkaattorissa silikaageelin päällä huoneenlämmössä. Muutaman vuorokauden kuluttua ampullit suljettiin ja siirrettiin —18°C:n lämpötilaan säilytettäväksi.

Siitepölyn laadunmääritysmenetelmät olivat seuraavat:

1. Värjäys asetokarmiinilla (Bellings 1921). Preparaatin säilymisen parantamiseksi asetokarmiiniin lisättiin glyserolia suhteessa 1:2 (ACG). Hyväksi luettiin siitepöly, joka pysyi pyöreänä ja värjäytyi voimakkaan punaiseksi.

2. Värjäys aniliinisellä (aniline-blue-lactophenol, ABL, Maneval 1936). Hyväksi luettava siitepöly pysyi pyöreänä ja värjäytyi voimakkaan siniseksi.

3. Värjäys 2,3,5-trifenyyli-tetratsoliumikloridilla (TTC, Cook ja Stanley 1960). Hyvän siitepölyn tuli värjäytyä punaiseksi.

4. Värjäys fluoreseiinidiasetaatilla (FDA, modifioitu Heslop-Harrison ja Heslop-Harrison 1970). Tutkittavaa siitepölyä varistettiin koeputken pohjalle ja päälle pipetoitiin 2,5 ml elatusainetta tai 0.5

M sakkaroosin vesiliuosta sekä 0.05 ml fluoreseiiniväriä (2 mg fluoreseiinidiasetaattia/1 ml asetonaa, fluorescein diasetaatti F 5502, Sigma). Tämä kokeilemalla saatu fluoreseiinivärikonsentraatio,  $2,4 \times 10^{-7}$  M, osoittautui tutkittavilla puilla värjäytuloseltaan selvemmäksi kuin alkuperäisen reseptin  $10^{-6}$  M konsentraatio. Värjäytymistulos laskettiin 5 min:n kuluttua fluoreseinsimikroskoopilla. Hyvä siitepöly loisti kirkkaana, kuollut näkyi tummana. Jos ei ole käytettävissä fluoreseinsimikroskoopilla, voidaan siitepölyt laskea tavallisella mikroskoopilla. Tällöin esim. WILD-mikroskooppiin on hankittava rajoitusuodin (esim. OG 1) ja herätesuodin (esim. BG 12). Mikäli mikroskoopissa on vain normaali valaisin, on lampun hehkutettava ylijännitteellä riittävän valaisin saamiseksi.)

5. Siitepölyn idätys *in vitro*. Ennenkuin päästiin vertaamaan eri laadunmääritystavoilla saatuja tuloksia keskenään, oli kehitettävä uusi idätysmenetelmä. Koska tarkoituksena oli saada helppo ja vaatimattomaankin laboratorioon sopiva menetelmä, ei kokeiltu erikoislaitteita vaativaa tekniikkaa. Siitepölyhiukkaset idätettiin elatuspisaran pinnalla. Objektilasille pipetoitiin kumpaankin päähän pisara (n. 0,5 ml) elatusainetta, ja päälle karistettiin siitepölyä. Objektilasi pantiin 12 cm:n läpimittaiseen petrimaljaan, jonka pohjalla oli tislattua vedellä kostutettu suodatinpaperi. Petrimalja suljettiin kannella. Siitepölyjä idätettiin pimeässä 25—30°C:n lämpötilassa 3 d:n ajan. Kaikki tarvittavat välineet sekä elatusaineet steriloitiin ennen käyttöä ja työ tehtiin aseptisesti. Määritettäessä siitepölyn laatua idätyskokein hyväksi luettiin siitepöly, joka oli kasvattanut vähintään itse siitepölyhiukkasen halkaisijan pituisen siiteputken. Itävyysprosentti laskettiin neljän rinnakkaisnäytteen keskiarvona.

Idätysalustoissa kokeiltiin kaikkiaan 17 erilaista peruselatusalustaa, näistä jokaista ilman agarina sekä 0,8 % agarina sisältävänä. Esikokeet parhaimman idätysalustan löytämiseksi tehtiin kahdella hyvällä rauduskoivun siitepölyerällä. Varsinaisessa kaikille siitepölyerille tehdyissä laadunmääritysidätyksessä käytettiin parhaimmaksi osoittautunutta, modifioitua Brewbakerin ja Kwackin (1963) alustaa. Siinä oli  $H_3BO_3$  100 mg/l,  $Ca(NO_3)_2 \times 4 H_2O$  300 mg/l,  $MgSO_4 \times 7 H_2O$  200 mg/l ja  $KNO_3$  100 mg/l. Tähän lisättiin 20 % sakkaroosia sekä vitamiineja (tiamiinia 50 mg/l, riboflaviinia 25 mg/l ja askorbiinihappoa 50 mg/l). Idätysalustan pH säädettiin 5,5—6,0:n välille.

Siitepölyn idätystutkimuksissa kokeiltiin myös 3-indolietikkahapon (IAA) ja gibberelliinihapon ( $GA_3$ ) vaikutusta. Kumpaakin kasvuhormonia käytettiin 1, 10, 100 mg/l erikseen ja lisäksi samalla kertaa kumpaakin 10 mg/l. Idätyskokeissa tutkittiin myös rauduskoivun emikukista tehdyn uutteen vaikutusta raudus- ja hieskoivun siitepölyn itämiseen. Uutteen valmistamiseen käytettiin n. 5 g pakastettuja eminorkkoja. Kukut poistettiin tukirangastaan, rikottiin saksilla ja näin saatu emikukkasilppu, n. 7 cm<sup>3</sup>, murskattiin edelleen huumareissa. Murskeeseen lisättiin 35 ml tislattua vettä, ja saatu seos suodatettiin kahteen kertaan. Tätä suodosta

lisättiin elatusalustaan 0,01, 0,1 ja 1 ml/l.

6. Risteytyskokeet. Risteytyskokeet tehtiin yksinomaan rauduskoivulla. Eri siitepölyerillä oli identtisissä olosuhteissa Haapastensyrjän metsänjalostuskeskuksen kasvihuoneissa Läyliäisissä pölytetty samoja alkuperiä olevia emopuita. Käytettävät emo- ja isäpuut eivät ol-

leet sukua toisilleen. Risteytyksissä saadut siemenet (pähkylät) idätettiin Kolarin tutkimusasemalla Jacobse-  
nin idätyslaitteessa 100:n siemenen erissä neljänä rin-  
nakkaisidätyksenä. Saatuja siementen itävyysprosentte-  
ja verrattiin käytettyjen siitepölyjen ACG- ja FDA-vär-  
jäyksillä saatuihin tuloksiin.

### 3. TULOKSET JA NIIDEN TARKASTELU

#### 31. Keruutapa

Siitepölyjen laadunmäärittämissä koivun eri tavoilla kerätyillä siitepölyillä ei ollut laatueroja. Samoista puista hyötämällä maaliskuussa kerätty siitepöly osoittautui värjäysten mukaan yhtä hyväksi kuin kesäkuussa norkkoina kerätty siitepöly. Tässä on huomattava ero verrattuna esim. männyn (*Pinus sylvestris* L.) ja lehtikuusen (*Larix* sp.) siitepölyillä saatuihin tuloksiin. Eräinä vuosina näillä lajeilla pussittamalla kerätystä siitepölystä on elossa keskimäärin kaksinkertainen määrä verrattuna hyötämällä kerättyyn siitepölyyn. Koivulla nyt saatu tulos on yhdenmukainen Saarrijoen (1941) lehtipuuden siitepölyjen itävyydestä saamien tulosten kanssa. Hänen tutkimustensa mukaan koivulla siitepölyn keräystapa ei vaikuta itävyyteen. Saarrijoki kuitenkin kehottaa välttämään hyötöä, ja hänen mukaansa esim. lepällä hyötämällä kerätty siitepöly itää huomattavasti huonommin kuin norkkoina kerätty.

#### 32. Värjäys

Asetokarmiinilla ja aniliinisinillä saadut siitepölyn värjäytulokset ovat hyvin yhdenmukaiset. Asetokarmiinia on vanhastaan käytetty jakautuvien solujen kromosomiväri-  
nä, koska se värjää kromatiinin. Aniliinisini puolestaan värjää siitepölyjen sisältämän kalloosin, jota on itämättömässä siitepölyhiukkasessa runsaasti ituhuokosten ympärillä ja itävässä hiukkasessa varsinkin siiteput-  
kessa (Stanley ja Linskens 1974). Käytännössä kumpikin värjää siitepölyn vegetatiivisen solun sisältämän sytoplasman. Värjäytymisen ei näytä vaikuttavan, onko sytoplasma elävää vai kuollutta. Muutama erä siitepölyjä värjättiin myös sen jälkeen

kun pölyt oli ensin tapettu kuumailmakaa-  
pissa. Näiden varmasti kuolleitten siitepöly-  
jen "elävyysprosentti" ACG- ja ABL-vär-  
jäyksellä oli sama kuin samojen kuumenta-  
mattomien siitepölyjen (taulukko 1). Toisin  
sanoen ACG- ja ABL-värjäyksellä saadaan  
tietoja siitepölyn morfologiasta ja anatomi-  
asta, kuten esim. siitepölyhiukkasen koosta  
tai muodosta sekä sytoplasman rakenteelli-  
sestä poikkeavuudesta, jopa puuttumisesta,  
mutta ei siitepölyhiukkasen elävyydestä.

Tetratsoliumikloridia ja sen johdannaisia on yleisesti käytetty vitaaliväreinä tutkittaessa solukoiden elävyyttä mm. siemenissä (Sarvella 1964). Tetratsoliumin käyttö solukoiden elossaoloa ilmaisevana värinä perustuu siihen, että elävän solukon dehydrogenaasit pelkistävät värittömän tetratsoliumin solukoon jääväksi punaiseksi, liukene-  
mattomaksi väriksi, formatsaaniksi. Useilla kasveilla TTC on todettu myös suhteellisen hyväksi siitepölyn laadun osoittajaksi. Tässä tutkimuksessa käytetyille lehtipuille ei TTC-värjäys kuitenkaan ole suositeltava. Siitepölyjen värjäytyminen oli hyvin epätasaista. Samalla objektilasilla olivat paikoitellen kaikki siitepölyhiukkaset värjäytyneet täydellisesti, paikoitellen ei yksikään. Keskimääräinen värjäytyminen oli lähes asetokarmiini- ja aniliinisinivärjäysten luokkaa (taulukko 1). Samantapaisia tuloksia on aikaisemmin saatu tutkittaessa eräiden hedelmäpuiden, kuten persikka-, päärynä- ja omenalajikkeiden sekä viinirypäleen siitepölyä (Oberle ja Watson 1953). Tutkijat totesivat tällöin TTC-värjäyksen epäluotettavaksi näille lajeille. Värjäytyminen antoi liian hyviä tuloksia, värjäyksen mukaan usein jopa täysin sterieleistä siitepölyistä olisi puolet ollut eläviä. Värjättäessä kuumailmakaa-  
pissa (2 h + 120°C) tapettuja siitepölyjä TTC:lla, jäävät hiukkaset värjäytymättä.

TTC:n pelkistävä entsyymi tuhoutuu +100°C:een lämpötilassa.

Mikroskooppisen tekniikan kehityksen myötä ovat erilaiset fluoresenssivärjäykset tulleet käyttöön solu- ja solukkovärjäyksissä. Fluoresenssivärien käyttö solujen elävyyden määrittämisessä perustuu sytoplasmaa ympäröivän solukelman, plasmalemman, ominaisuuksiin. Jos se on puoliläpäisevä kuten normaalisti, on todennäköistä, että solu on elävä. Kemialliselta kannalta katsoen värjäys perustuu siihen, että ei-polaarinen yhdiste, tässä tapauksessa fluoresseiniidiasetaatti, pääsee solun sisään ja hydrolysoituu siellä esteraasin vaikutuksesta polaariseksi yhdisteeksi, fluoreseiniiksi, joka pyrkii viipymään solun sisällä (Rotman & Papermaster 1966). Jos solun plasmalemma on virheetön, ts. solu on elävä, poistuu fluoreseiniä solusta paljon hitaammin kuin mitä fluoreseiniidiasetaattia tunkeutuu soluun. Siitepölyä tutkittaessa on tällöin kysymys sen vegetatiivisen solun elävyydestä. Siitepölyhiukkanen, joka sisältää elävän vegetatiivisen solun, on mikroskooppisesti erotettavissa fluoresoivana, kirkkaana siitepölyhiukkasena kuolleista, mustista hiukkasista. Useilla lajeilla, esim. männyllä ja kuusella, ei fluoresenssivärjäys ole kovinkaan selvä. Näillä lajeilla siitepölyhiukkasen uloimman kerroksen, eksiinin, sporopolleniinilla on

luonnostaan oma sinivihreä fluoresenssinsa. Tästä syystä kuolleetkin solut loistavat melko voimakkaasti mikroskoopissa. Kaikilla tutkimillamme kotimaisilla lehtipuilla, raudus- ja hieskoivulla, haavalla sekä harmaalepällä, on tämä luonnollinen fluoresenssi kuitenkin lähes olematon, joten fluoreseiniä värjäytyneet solut voidaan helposti erottaa värjäytymättömistä. Värjäyksen varjopuolella on preparaatin säilymättömyys. Parinkymmenen minuutin kuluttua preparaatin valmistumisesta alkaa fluoresenssi siitepölyhiukkasissa heiketä ja samanaikaisesti taustafuoresenssi varsinkin siitepölyhiukkasten ympärillä lisääntyy. Tämä johtuu osittain siitä, että tässä ajassa ehtivät solun ulkoseinästä, intiinin selluloosaosasta, vapautuneet esteraasit hydrolysoida lähitöllään liuoksessa olevaa fluoreseiniidiasetaattia (Knox ja Heslop-Harrison 1969).

Fluoresenssivärjäyksellä saatu hyvien siitepölyhiukkasten osuus on lähes poikkeuksetta huomattavasti pienempi kuin samojen siitepölyerien ACG- ja ABL-värjäyksillä saatu. Tulos on odotettu, koska fluoreseini värjää vain elävät siitepölyt, kun taas vertailuvärit värjäävät sekä elävät että kuolleet siitepölyt, kunhan niissä vain on sytoplasma (Ockendon ja Gates 1976). Värjätessä fluoresenssitekniikalla esim. kuumentamalla tapettuja siitepölyhiukkasia kaikki

Taulukko 1. Siitepölyn laadunmäärittäminen eri värjäysmenetelmillä ja modifioidulla Brewbakerin ja Kwackin alustalla idätettynä.

Table 1. Determination of pollen quality using different staining methods and germination on modified Brewbaker and Kwacks' medium.

Laji Tree species	Itävyys Germination %	Käsittelemätön siitepöly Untreated pollen				"Tapettu" siitepöly "Heat-killed" pollen				
		ACG	ABL	TTC	FDA	ACG	ABL	TTC	FDA	
		Värjäytyneen siitepölyn %-osuus				Proportion of pollen stained, %				
<i>Betula pendula</i>										
Sätkenä	234—73	16,6	97,3	100,00	93,0	36,0	92,8	90,8	0	0
"	245—73	13,1	98,5	95,5	94,3	18,8	96,5	95,2	0	0
"	161—74	1,9	78,5	83,2	85,5	5,0	95,2	92,0	0	0
"	236—77	10,1	68,0	72,3	93,0	5,1	66,7	62,0	0	0
"	245—77	0,7	94,1	90,3	88,3	11,7	96,0	95,3	0	0
<i>Betula pubescens</i>										
Teuravuoma	4—74	9,9	93,2	98,0	79,0	29,8	99,3	97,8	0	0
"	2—77	2,4	99,4	98,5	88,5	5,1	95,8	96,5	0	0
Sätkenä	4—77	0	99,0	92,0	85,8	39,0	97,3	98,3	0	0
<i>Populus tremula</i>										
Aakenus	11—77	0	99,8	100,0	80,5	2,4	100,0	100,0	0	0
Pello	13—77	0	98,2	99,2	98,9	0,5	100,0	100,0	0	0
Järvisaajo	14—77	0	99,3	100,0	92,0	0,8	100,0	100,0	0	0
"	15—77	0	100,0	96,8	83,0	0	100,0	100,0	0	0
<i>Alnus incana</i>										
Ylläsjoisuus	12—77	0	86,1	78,3	79,0	49,8	83,3	82,0	0	0

Taulukko 2. IAA:n ja GA<sub>3</sub>:n lisäyksen vaikutus *Betula pendula*n siitepölyn itämiseen modifioidulla Brewbakerin ja Kwackin alustalla.

Table 2. Effect of adding IAA and GA<sub>3</sub> on the germination of *Betula pendula* pollen on modified Brewbaker and Kwack's medium.

Laji Tree species	FDA %	Kontr. Control	Hormonien lisäys mg/l IAA			Hormone addition mg/l GA <sub>3</sub>				
						IAA+GA <sub>3</sub>				
			10	100	1000	10	100	1000	10+10	
			Itävien siitepölyjen %-osuus			Proportion of pollen germinated, %				
Sätkenä	278-73	33,9	22,6	14,8	21,6	14,3	16,1	11,8	21,7	21,0
"	272-77 I	29,5	11,5	25,4	17,6	—	12,6	11,1	7,4	12,6
"	272-77 II	29,5	11,3	12,3	2,6	2,9	3,5	2,2	1,5	2,4
"	P 153-77	61,0	10,4	11,8	20,9	22,3	17,1	30,3	13,5	28,0

jäävät värjäytymättä ja ovat siis todettavissa kuolleiksi (Taulukko 1). Fluoresenssivärjäys vaikuttaa luotettavalta lehtipuiden siitepölyjen laadunmääritysmenetelmältä. Värjäys kertoo suoraan siitepölyhiukkasen vegetatiivisen solun elävyyden. Vaikka tämä ei vielä osoitakaan, onko hiukkanen hedelmöityskykyinen, on ainakin varmaa, että fluoresenssivärjäyksessä värjäytymättömäksi jäänyt siitepölyhiukkanen ei sitä ole (Heslop-Harrison ja Heslop-Harrison 1970).

### 33. Idätys

Idätykokeet tehtiin pääasiassa koivun siitepölyllä. Idätyksellä saadut tulokset eivät muutamaa poikkeusta lukuunottamatta nousseet yhtä hyväksi kuin värjäämällä saadut. Selvästi paras idätysalusta oli modifioi-

tu Brewbakerin ja Kwackin (1963) alusta. Tällä perusalustalla saadut itämisluvut jäivät noin puoleen vastaavista fluoresenssivärjäyksillä saaduista elävien siitepölyhiukkasten määrästä (Taulukko 1, 2 ja 3). Itämistulosten parantamiseksi kokeiltiin erilaisten lisäaineitten vaikutusta siiteputken kasvuun. Kokeiltavia aineita olivat agar, IAA, GA<sub>3</sub> sekä emikukista tehty uute.

Lisättäessä 0,8 % agarina parani itävyytulos noin kaksinkertaiseksi kaikilla alustoilla, mikäli idätysmalja pysyi homeettomana. Agarin lisäys teki yleensä myös homeitten määrän niin suureksi, että siitepölyn itäminen estyi. Tästä syystä agarin käytöstä luovuttiin kokonaan.

Kasvuhormoneja, IAA:ta ja GA<sub>3</sub>:a lisättäessä idätysalustaan ei tulos eronnut kontrollina olleen perusalustan itämistuloksesta (Taulukko 2). Emikukkautteen lisäyksellä

Taulukko 3. *Betula pendula* (Järvisaajo 1—77) emikukkautteen vaikutus siitepölyjen itävyyteen modifioidulla Brewbakerin ja Kwackin alustalla.

Table 3. Effect of addition of *Betula pendula* (Järvisaajo 1—77) female flower extract on the germination of pollen on modified Brewbaker and Kwack's medium.

Laji Tree species	FDA %	Kontr. Control	Uute ml/l		Extract ml/l	
					1,0	
			0,01	0,1		
			Itävien siitepölyjen %-osuus			
			Proportion of pollen germinated, %			
<i>Betula pendula</i>						
Järvisaajo	1—77	5,8	9,3	7,5	18,0	4,1
"	4—77	48,1	18,5	12,0	20,5	12,6
Sätkenä	153—77	61,0	2,1	17,0	18,5	14,5
"	227—77	29,5	0,1	37,7	35,0	34,6
"	236—77	17,4	10,1	2,3	17,4	3,7
"	245—77	11,4	0,7	10,2	5,3	6,1
"	272—77	7,0	2,6	5,8	10,6	11,4
<i>Betula pubescens</i>						
Teuravuoma	2—77	5,1	0	27,1	35,0	37,1
Hanhilehto	3—77	1,0	0	15,8	22,5	17,0
"	5—77	9,8	5,0	16,8	7,3	10,0
"	7—77	74,6	0	39,6	38,7	30,9

sen sijaan oli huomattava vaikutus itämiiseen. Itämistulos kohosi kaikilla käytetyillä väkevyyksillä, ja vastasi melko tarkkaan fluoresenssivärijäyksellä saatua elävien siitepölyjen osuutta. Milloin fluoresenssivärijäyksellä saatu luku oli pieni, saattoi idätystulos kohota huomattavastikin sen yli. Syy tähän on epäselvä, mahdollisesti se johtuu kuolleitten solujen entsymaattisesta hajoamisesta elatusaineessa. Kyseessä saattaa olla myös n.k. "Instant pollen tubes" -reaktion tapainen ilmiö, jota tavataan vain ituhuokosellisilla pölyhiukkasilla. Jos siitepölyjä pannaan laimeaan happoon, esim. 4 % rikkihappoon, intiini pullistuu ulos huokosten kohdalta. Lopputulos muistuttaa erehdyttävästi itänyttä siitepölyhiukkasta siiteputkineen, mistä syystä ilmiötä kutsutaan myöskin vale-itämiseksi (Stanley ja Linskens 1974). Uute oli valmistettu yhdestä rauduskoivuyksilöstä kerätystä emikukista. Se stimuloi yhtä hyvin samasta puusta kerättyjen kuin muista koivuista kerättyjen siitepölyjen itämistä hieskoivu mukaan lukien (Taulukko 3).

Vaikka koivun siitepöly tällä menetelmällä saadaan itämään, ei idätys siitepölyn laadunmääritysmenetelmänä tunnu tarkoituksenmukaiselta. Kun käytettävissä on nopea ja varsin luotettava fluoresenssivärijäysmenetelmä, on idätys siihen verrattuna liiaksi työtä vaativa, aikaa vievä ja idätyksenaikaisille ulkoisten olosuhteitten muutoksille altis.

### 34. Risteytyskokeet

Risteytyskokeissa tyhjiä siementen määrä kohosi kaikissa risteytyksissä korkeaksi, 50—100 %:iin, keskiarvon ollessa 86,75 %. Risteytettäessä tuulipölytteisiä kasveja näyttää tyhjiä siemeniä muodostuvan enemmän kuin luonnon pölytyksessä. Rauduskoivun tyhjäsiemenprosentti luonnossa tuulipölytteisenä on 30—40 %, vaihdellen jonkin verran vuosittain (Sarvas 1948, 1952, Hagman 1971). Syitä korkeaan tyhjäsiemenprosenttiin on ilmeisesti useita, ensimmäisten joukossa ehkä inkompatibiliteetti ja väärä pölytysaika. Tosin missään risteytyksessä emo- ja isäpuu eivät olleet sukua keskenään, mutta rauduskoivulla tavataan myös jonkin verran lajin sisäistä risteytysinkompatibiliteettia (Hagman 1975). Tehdyn risteytyssiementen idätyskokeen tulosten vertailu eri emopuiden kesken viittaa tähän. Mutta tämän lisäksi on myöskin isäpuilla, so. siitepölyn laadulla selvä vaikutus tulokseen. Käytettäessä siitepölyä, jonka elävyys FDA-värijäyksen mukaan on 0,33 %, itävät siemenet parhaimmillaankin n. 5 %:isesti, ts. tyhjäsiemenprosentti on n. 95 (Taulukko 4). Verrattaessa eri siitepölyerillä pölytettyjen siementen itämistuloksia FDA-värijäykseen, viittaavat tulokset samantapaiseen ilmiöön kuin on todettu ainakin *Pinus jeffreyillä* ja *P. ponderosalla*. Näillä risteytyskokeissa on saavutettu paras hedelmöityskyky siitepö-

Taulukko 4. Risteytyksessä käytettävän siitepölyn laadun vaikutus *Betula pendula* siemenen itämiseen.  
Table 4. Effect of quality of pollen used in crossings on the germination of *Betula pendula* seeds.

	Isäpuu <i>Father tree</i>	ko1003	ko1410	ko1411	ko1424	H6115	ko6792	ko6803
Emopuu	FDA %	37,4	9,8	31,7	27,4	9,4	0,3	41,7
	ACG %	99,0	97,0	92,7	99,5	99,0	100,0	92,5
<i>Mother tree</i>		Itävien siementen %-osuus (21 d.)				Proportion of seeds germinated, % (21 d.)		
ko1406							3,5	14,25
ko1410							5,5	14,75
ko1420		7,25	16,25	9,0	21,75	13,75		
ko1448							3,25	2,0
ko1452							4,5	10,75
ko1490							0,75	16,0
ko1494							3,95	16,0
ko1500							1,33	11,25
ko6784		28,0	53,2	17,5	40,3	24,8		
ko6790			29,0	12,75				
ko6794		0,33	0	7,67		0		
ko6799		9,88	50,0	4,33	34,25	12,5		
ko6800		16,25		3,33		6,0		
ko6803		5,5	29,0					
ko6811		0	0,25	6,1	0,31	0,25		

lyerillä, joissa on ollut vain 10—30 % eläviä siitepölyhiukkasia (Callahan ja Duffield 1961). Nyt tehdyssä kokeessa siitepöly, jossa eläviä oli n. 10 %, tuotti emopuun mukaan vaihdellen siemeniä, joista tyhjiä oli parhaimmassa tapauksessa alle puolet, kun taas lähes 50 % eläviä siitepölyjä sisältävällä pölytettynä saaduista siemenistä tyhjiä oli aina yli 80 % (Taulukko 4).

Risteytyskokeiden tulokset varmistavat FDA-värijäyksillä saatuja tuloksia ja samalla

osoittavat siitepölyn laadunmäärityksen tarpeellisuuden ennen risteytystä. Tämä on välttämätöntä jo yksinomaan huonojen siitepölyerien hylkäämiseksi. Mahdollisesti siitepölyjen laadunmääritys on tarpeellista myös sen vuoksi, että ei suotta käytettäisi liian elävää siitepölyä, vaan se voitaisiin laimentaa sopivaksi ja täten lisättäisiin siementuottoa ja säästettäisiin siitepölyä. Tämän seikan varmistamiseksi on nyt käytetty aineisto kuitenkin liian suppea ja vaatii lisätutkimuksia.

#### 4. KIRJALLISUUS

- BELLING, J. 1921. On counting chromosomes in pollen-mother cells. *Amer. Naturalist* 55:573—574.
- BREWBAKER, J. L. & KWACK, B. H. 1963. The essential role of calcium ion in pollen germination and pollen tube growth. *Amer. J. Bot.* 50(9):859—865.
- CALLAHAM, R. Z. & DUFFIELD, J. W. 1961. Stretching the pollen supply. *J. For.* 59:204—207.
- CHRISTIANSEN, H. 1969. On the germination of pollen of *Larix* and *Pseudotsuga* on artificial substrate, and on viability tests of pollen of coniferous trees. *Silvae Genet.* 18:104—107.
- COOK, S. A. & STANLEY, R. G. 1960. Tetrazolium chloride as an indicator of pine pollen germinability. *Silvae Genet.* 9:134—136.
- DIETZE, W. 1973. Gefriertrocknung und Lagerung von Pollen verschiedener Waldbaumarten. *Silvae Genet.* 22:154—162.
- DUFFIELD, J. W. 1954. Studies of extraction, storage, and testing of pine pollen. *Z. Forstgenet. Forst-Pflzücht.* 3:39—45.
- EKLUNDH EHRENBERG, C. 1960. Studies on the longevity of stored pine pollen (*Pinus silverstris* L. and *Pinus contorta* var. *Murrayana* Engelm.). *Medd. Stat. SkogsforsknInst.* 49(7):1—31.
- HAGMAN, M. 1971. On self- and crossincompatibility shown by *Betula verrucosa* Ehrh. and *Betula pubescens* Ehrh. *Commun. Inst. For. Fenn.* 73(6): 1—125.
- 1975. Incompatibility in forest trees. *Proc. R. Soc. Lond. B.* 188:313—326.
- HESLOP-HARRISON, J. & HESLOP-HARRISON, Y. 1970. Evaluation of pollen viability by enzymatically induced fluorescence; intracellular hydrolysis of fluorescein diacetate. *Stain Techn.* 45(3):115—120.
- JANSSEN, A. W. & HERMSEN, J. G. TH. 1976. Estimating pollen fertility in *Solanum* species and haploids. *Euphytica* 25:577—586.
- JENSEN, C. J. 1970. Aspects and problems of pollen storage and assesment of pollen quality for forest tree breeding and genetics. IUFRO, Sec. 22. Working Group on Sexual Reproduction of Forest Trees. *Proc. Meet. at Varparanta, Finland 1970.* III. 23 s.
- KNOX, R. B. & HESLOP-HARRISON, J. 1969. Cytochemical localization of enzymes in the wall of the pollen grain. *Nature, Lond.* 223:92—94.
- MANEVAL, W. E. 1936. Lactophenol preparations. *Stain Techn.* 11:9.
- OBERLE, G. D. & WATSON, R. 1953. The use of 2,3,5-triphenyltetrazolium chloride in viability tests of fruit pollen. *Amer. Soc. Hort. Sci. Proc.* 61:229—303.
- OCKENDON, D. J. & CATES, P. J. 1976. Variation in pollen viability in the onion (*Allium cepa* L.). *Euphytica* 25:753—759.
- ROTMAN, B. & PAPERMASTER, B. W. 1966. Membrane properties of living mammalian cells as studied by enzymatic hydrolysis of fluorogenic esters. *Proc. Nat. Acad. Sci. U.S.* 55:134—141.
- SAARNIJOKI, S. 1941. Versuche über die Keimung von Waldbaumpollen. *Seloste: Eräitä metsäpuiden siitepölyn itävyyttä koskevia kokeita.* *Commun. Inst. For. Fenn.* 29(3):1—17.
- SARVAS, R. 1948. Tutkimuksia koivun uudistumisesta Etelä-Suomessa. Summary: A research on the regeneration of birch in South Finland. *Commun. Inst. For. Fenn.* 35(4):1—91.
- 1952. On the flowering of birch and quality of seed crop. *Seloste: Koivun kukkimisesta ja siemensadon laadusta.* *Commun. Inst. For. Fenn.* 40(7):1—38.
- SARVELLA, P. 1964. Vital-stain testing of pollen viability in cotton. *J. Hered.* 55:154—158.
- SATO, Y. & MUTO, K. 1955. On the viability of forest tree pollen. *Res. Bull. Coll. Exp. Forests, Hokkaido Univ.* 17(2):967—979.
- STANLEY, R. G. & LINSKENS, H. F. 1974. *Pollen: biology, biochemistry, management.* 307 s. Berlin. Springer-Verlag.

ODC 181.521--010:176.1  
ISBN 951-40-0358-6  
ISSN 0015-5543

RYYNÄNEN, L. 1978. Kotimaisten lehtipuiden siitepölyn laadunmäärittämisestä. Abstract: Determination of quality of pollen from Finnish deciduous tree species. *Folia For.* 366: 1—12.

Pollen from *Betula pendula*, *B. pubescens*, *Populus tremula* and *Alnus incana* was studied in the article. Comparison tests using different methods of determining pollen quality were carried out on pollen from these tree species: four different stains and pollen germination *in vitro*. Fluorescence staining with fluorescein diacetate according to the method of Heslop-Harrison and Heslop-Harrison (1970) was found to be the best method of determining pollen quality.

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

ODC 181.521--010:176.1  
ISBN 951-40-0358-6  
ISSN 0015-5543

RYYNÄNEN, L. 1978. Kotimaisten lehtipuiden siitepölyn laadunmäärittämisestä. Abstract: Determination of quality of pollen from Finnish deciduous tree species. *Folia For.* 366: 1—12.

Pollen from *Betula pendula*, *B. pubescens*, *Populus tremula* and *Alnus incana* was studied in the article. Comparison tests using different methods of determining pollen quality were carried out on pollen from these tree species: four different stains and pollen germination *in vitro*. Fluorescence staining with fluorescein diacetate according to the method of Heslop-Harrison and Heslop-Harrison (1970) was found to be the best method of determining pollen quality.

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

ODC 181.521--010:176.1  
ISBN 951-40-0358-6  
ISSN 0015-5543

RYYNÄNEN, L. 1978. Kotimaisten lehtipuiden siitepölyn laadunmäärittämisestä. Abstract: Determination of quality of pollen from Finnish deciduous tree species. *Folia For.* 366: 1—12.

Pollen from *Betula pendula*, *B. pubescens*, *Populus tremula* and *Alnus incana* was studied in the article. Comparison tests using different methods of determining pollen quality were carried out on pollen from these tree species: four different stains and pollen germination *in vitro*. Fluorescence staining with fluorescein diacetate according to the method of Heslop-Harrison and Heslop-Harrison (1970) was found to be the best method of determining pollen quality.

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

ODC 181.521--010:176.1  
ISBN 951-40-0358-6  
ISSN 0015-5543

RYYNÄNEN, L. 1978. Kotimaisten lehtipuiden siitepölyn laadunmäärittämisestä. Abstract: Determination of quality of pollen from Finnish deciduous tree species. *Folia For.* 366: 1—12.

Pollen from *Betula pendula*, *B. pubescens*, *Populus tremula* and *Alnus incana* was studied in the article. Comparison tests using different methods of determining pollen quality were carried out on pollen from these tree species: four different stains and pollen germination *in vitro*. Fluorescence staining with fluorescein diacetate according to the method of Heslop-Harrison and Heslop-Harrison (1970) was found to be the best method of determining pollen quality.

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



- No 319 Ferm, Ari & Pohtila, Eljas: Pintakasvillisuuden kehittyminen ja muokkausjäljen tasoituminen auratuilla metsänuudistusaloilla Lapissa.  
Succession of ground vegetation and levelling of ploughed tracks on reforestation areas in Finnish Lapland.
- No 320 Kuusela, Kullervo: Suomen metsien kasvu ja puutavaralajirakenne sekä niiden alueellisuus vuosina 1970—1976.  
Increment and timber assortment structure and their regionality of the forests of Finland in 1970—1976.
- No 321 Heikinheimo, Lauri, Jaatinen, Esko, Kellomäki, Seppo, Lovén, Lasse & Saastamoinen, Olli: Metsien virkistyskäyttö Suomessa. Esitutkimusraportti.  
Forest recreation in Finland. Pilot study.
- No 322 Talkamo, Tero: Markkinapuun alueittaiset hankintamäärät ja kulkuvirrat vuonna 1973 (1970).  
Removal and flow of commercial roundwood in Finland during 1973 (1970) by districts.
- No 323 Erkkilä, Pentti, Silander, Soini, Tiihonen, Paavo & Örn, Jouko: Pystymittaus ja runkojen luku hakkuupalkan laskentaperusteina työvaikuepalstalla.  
Massenermittlung am stehenden Holz und Stamzahl als Unterlage für die Berechnung des Arbeitslohns auf grösseren Schlaglosen mit gleichmässigen Arbeitsbedingungen.
- No 324 Vuokila, Yrjö: Puolukkatyyppi kuusen kasvupaikkana.  
Vaccinium type as a spruce site.
- No 325 Raulo, Jyrki & Lähde, Erkki: Rauduskoivun istutustuloksia Lapissa.  
Reforestation results with *Betula pendula* Roth in Finnish Lapland.
- No 326 Paavilainen, Eero: Männyn istutus suopeltojen metsityksessä.  
Planting of Scots pine in afforestation of abandoned swampy fields.
- No 327 Paavilainen, Eero: Jatkolannoitus vähäravinteisilla rämeillä. Ennakkotuloksia.  
Refertilization on oligotrophic pine swamps. Preliminary results.
- No 328 Laitinen, Jorma & Takalo, Sauli: Moottorisahavinturin käytöstä pienten puiden ja tukkien esijuonnossa.  
Preliminary skidding of small trees and sawlogs by power saw winch.
- No 329 Kinnunen, Kaarlo & Linnimäki, Jorma: Metsänuudistamisen onnistuminen ja taimistojen alkukehitys Pohjois-Karjalassa.  
Success of forest regeneration and initial development of sapling stands in northern Karelia.
- No 330 Huttunen, Terho: Suomen puunkäyttö, poistuma ja metsätase 1975—77.  
Wood consumption, total drain and forest balance in Finland, 1975—77.
- No 331 Gustavsen, Hans G.: Valtakunnalliset kuutiokasvuyhtälöt.  
Finnish volume increment functions.
- No 332 Helander, Matti & Simula, Anna-Leena: Metsäalan toimihenkilöiden kysyntä ja tarjonta vuoteen 1985.  
Demand and supply of professional forestry staff by 1985.
- No 333 Hakkila, Pentti, Kalaja, Hannu, Salakari, Martti & Valonen, Paavo: Whole-tree harvesting in the early thinning of pine.  
Kokopuun korjuu männikön ensiharvennuksessa.
- No 334 Järveläinen, Veli-Pekka: Mielipiteet yksityismetsätaloudessa. Metsänomistajien ja metsäammattimiesten käsityksiä metsätaloudesta ja sen edistämisestä.  
Opinions in Finnish private forestry. On the opinions of the private forest owners and the forestry experts concerning forestry and its promotion.
- 1978 No 335 Juutinen, Paavo: Kuitupuupinot pystynävertäjän (*Tomicus piniperda* L.) lisääntymispaikkoina Pohjois-Suomessa.  
Pulpwood stacks as breeding sites for pine shoot beetle (*Tomicus piniperda* L.) in northern Finland.
- No 336 Kärkkäinen, Matti: Menetelmiä likipituisten kuitupuupölkkyjen keskipituuden mittaamiseksi  
Methods for measuring the average length of pulpwood bolts estimated during logging by eye.
- 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: Välivarastoinnin 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: Kantokäsittelylaittein 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 polttoaineeksi.  
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 Metsätilastollinen 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 mittausmahdollisuudet. 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 kasvukoalojen edustavuus. Variations in growing stock in cultivated stands and the representation of growth sample plots.
- No 351 Heikkilä, Risto: Mäntykuitupuupinojen suojaaminen pystynävertäjän 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. Metsäläötökseen 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 latvuserrosten puiden kasvuun mustikkatyyppin 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.
- No 364 Koski, Veikko & Tallqvist, Raili: Tuloksia monivuotisista kukinnan ja siemensadon 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.