

METSÄNTUTKIMUSLAITOS

**KOLARIN TUTKIMUSASEMAN TIEDONANTOJA 8**



MARTTI RYYNÄNEN

**TUTKIMUS ETELÄSUOMALAISEN SIITEPÖLYN  
VAIKUTUKSESTA MÄNNYN SIEMENEN KEHITYKSEEN  
POHJOIS-SUOMEN SIEMENVILJELYKSESSÄ**

KOLARI 1976

## SISÄLLYS

### Alkusanat

- |                                       |   |
|---------------------------------------|---|
| 1. Johdanto.....                      | 3 |
| 2. Aineisto ja menetelmät.....        | 4 |
| 3. Tulokset ja niiden tarkastelu..... | 5 |
| 4. Tiivistelmä.....                   | 6 |

Liitteet, kuvat ja taulukot

Kirjallisuutta

## ALKUSANAT

Siemenviljelyksellä tarkoitetaan sellaista metsikköä, jonka tehtävänä on pelkästään siemenen tuottaminen. Niitä on perustettu maamme ilmastoltaan edullisimmille alueille, Etelä- ja Keski-Suomeen. Pohjois-Suomesta valittujen ulkoasultaan keskimääräistä parempien puiden, ns. pluspuiden, oksia on vartettu yhtenäiseksi metsiköksi Keski-Suomeen Jyväskylän lähelle. Näin saadussa metsikössä risteytyvät emopuiden kanssa perinnöllisiltä ominaisuuksiltaan identtiset jälkeläistöt, kloonit keskenään. Nuoressa siemenviljelyksessä eivät vartteet pysty tuottamaan normaaliin pölytykseen tarvittavaa siitepölymäärää. Pääosa pölystä tuleeekin tällöin ympäristön luonnonmetsistä.

Metsäntutkimuslaitoksen metsänjalostuksen tutkimusosaston työohjelmaan kuuluu myös siemenviljelysten testaus. Tähän liittyvänä on Kolarin tutkimusasemalla tutkittu siemenen kehittymistä männyn siemenviljelyksessä. Tämän tutkimuksen tarkoituksena oli selvittää, missä määrin siitepölyn maantieteellinen ero vaikuttaa siemenen kehittymiseen.

Materiaali on kerätty metsänjalostuksen tutkimusosaston toimesta, mistä lausun kiitokseni asianomaisille. Kiitän myös kaikkia niitä, jotka Kolarin tutkimusasemalla ovat avustaneet tutkimuksessa. Käsikirjoituksen ovat lukeneet ja monia neuvoja antaneet professorit ESKO SUOMALAINEN ja MAX. HAGMAN sekä filosofian tohtori VEIKKO KOSKI. Heille esitän kiitokseni.

Kolarissa marraskuussa 1976

*Martti Ryyänen*

# 1. JOHDANTO

Yhtenä suurimmista vaikeuksista männyn uudistuksessa Pohjois-Suomessa on ollut sopivan siemenen puute. Pohjoisella marginaalialueella sopivana siemenenä voitaneen pitää näihin oloihin geneettisesti mahdollisimman hyvin sopeutunutta, käytännössä useinkin paikallista alikuperää olevaa siementä. Ruotsalaisten esittämät ohjeet siemenen siirrosta pohjoisesta etelään ( REMRÖD 1974 ) ovat kovin vaikeat soveltaa käytäntöön. Tilanne käy sitä vaikeammaksi, mitä pohjoisemmista tai mitä korkeammalla olevista uudistusaloista on kysymys. Siemenen kehitys kukkasilmujen aiheiden muodostumisesta tuleentuneeksi siemeneksi kestää männyllä noin kolme vuotta. Siemenen kunnollisen kehittymisen edellytyksenä on ainakin ensimmäisen, siis kukintaa edeltävän ja kolmannen, eli hedelmöitymiskesän riittävä lämpimyyden ( SARVAS 1962 ). Pohjois-Suomessa on ratkaisevan tärkeätä, että kolmas, varsinainen tuleentumiskesä on keskimääräistä lämpimämpi. Lämpösummalla kuvatun kasvukauden pituuden on SARVAKSEN ( 1970 ) mukaan oltava 845 d.d., jotta männyn siemen tuleentuisi 50 % :isesti. Tämän lämpösummarajan huonommalla puolella, siis pohjoisempana männyn siemen ei useimpina vuosina tuleennu. Lapissa sattuu hyviä siemenvuosia, siis käytännössä runsas käpysato ja siemenen hyvä tuleentuneisuus, vain noin 10-15 vuoden välein ( LÄHDE 1975 ). Keskimäärin männyn siemenen tuleentuminen ei ole täällä vielä päättynyt kasvukauden lopussa, ja tavallisesti on tuloksena laadullisesti heikkoa, vajaasti tuleentunutta siementä.

Metsänuudistuksessa pyritään käyttämään sekä geneettisesti että fysiologisesti mahdollisimman hyvänlaatuista siementä. Rodullisesti hyvää siementä saataisiin varmimmin erikoisesti valituista siemenkeräysmetsistä. Tuleentunutta siementä on runsaasti vain ani harvoin saatavissa, ja siloinkin pystyvuokeräys on kallis ja vaikeasti hoidettava operaatio. Edellä mainittujen haittojen poistamiseksi on Pohjois-Suomen tarpeita varten perustettu siemenviljelyksiä Keski-Suomeen, Jyväskylän ympäristöön. Pohjois-Suomen pluspuista on tehty vartteita, joista on perustettu siemenviljelyksiä. Vastaavasti keski-suomalaisten pluspuiden vartteet ovat siemenviljelyksillä Etelä-Suomessa.

Luontaisessa kasvuympäristössään Pohjois-Suomen pluspuut kukkivat ja tuottavat siementä jokseenkin niukasti. Siirrettäessä pluspuista tehdyt vartteet Keski-Suomen lämpimään ilmastoon voidaan kukkimisalttiutta huomattavasti lisätä ja saada se pohjoissuomalaisillakin tyydyttäväksi. On esitetty ( JOHNSON 1976 ), että siirto lyhyemmästä kasvukaudesta pitempään saa yleensä aikaan vegetatiivisen kasvun vähemmistä ja generatiivisen kasvun lisääntymistä, ts. entistä suurempi osa kasvukyvystä käytetään siemenen tuottoon. Keski-Suomen Lappiin verrattuna suotuisampi ilmasto vaikuttaa kukkimisen lisääntymisen ohella myös siemenen laatua parantavasti, ja siemen ehtii tuleentua myös vähemmän suotuisina kesinä.

Mänty on luontaisesti ristisiittoinen puulaji, jolla siemenaiheiden ja käpyjen kehittyminen edellyttää emikukintojen pölyttymistä siitepölyllä. Siemenviljelyksen ideana on saada sinne kootut pluspuiden vartteet risteytymään keskenään ja tuottamaan huomattavasti keskitasoa parempaa siementä ( KOSKI 1975 ). Keskimääräisen emikukkien pölytyksen edellytyksenä on tietty vähimmäismäärä siitepölyä, männyllä 20-30 kg/ha ( SARVAS 1962 ). Tämän pölymäärän pystyvät siemenviljelyksen vartteet tuottamaan ( KOSKEN 1975 ) mukaan vasta, kun niiden pituus on yli seitsemän metriä. Siihen saakka pääosa pölytyksestä tapahtuu ulkopuolelta tulevalle siitepölyllä. Pohjois-Suomen siemenviljelysten sijoittaminen Keski-Suomeen aiheuttaa siirtoefektinä kukinnan aikaistumisen. Tämä ns. fysiologinen eristys vähentää normaalioloissa ulkopuolelta tulevan pölyn osuuden puoleen siitä, mitä se olisi ilman periodiero. Kuitenkin voidaan ulkopuolelta, siis ympäröivästä metsiköstä tulevan ns. taustapölyn olettaa osallistuvan itse pölytystapahtumaan ja siten myös siemenen tuotantoon. Keski-Suomessa sijaitsevassa pohjoissuomalaisten vartteiden siemenviljelyksessä pyritään risteytykseen Pohjois-Suomi x Pohjois-Suomi ( P x P ). Riippuen taustapölyn osuudesta pölypilvessä tuleekin risteytykseksi ainakin osassa käpyjä P x K ( Keski-Suomi ). Siitepölyn kaukolento ( KOSKI 1970 ) mukaan lukien on edellisten lisäksi mahdollinen myös ris-

teytys P x E ( Etelä-Suomi ). Näin varsinkin nuorten siemenviljelysten, joissa oma siitepölyn tuotto on vielä niin vähäistä, siemeniin tulee eteläistä perintöainesta. Vaikka kyseessä onkin geneettisen materiaalin monipuolistuminen, merkitsee tämä käytännössä pohjoisen alkuperän siementen käyttöalueen rajoittumista eteläisemmäksi. Tämä vaihe, jossa muodostuu provenienssiristeytyssementä, on ohomenevä. Varttuneissa viljelyksissä risteytyminen tapahtuu toivotulla tavalla siemenviljelyksen sisällä.

Männyn siemenen kehittyminen on yleispiirteisään katsottava selvitetyn jo tämän vuosisadan alussa ( ks. esim. FERGUSON 1904 ). Suomen osalta männyn siemenen tuotantoa on selvittänyt SARVAS ( 1962 ) etupäässä Etelä-Suomen kohdalta. Siemenen kehityksen ja tuleentumisen erikoispiirteitä Pohjois-Suomen ja Lapin osalta on selvitetty usean tutkijan toimesta ( RENVALL 1912, HEIKINHEIMO 1921, KUJALA 1927 ). Edellä mainituissa tutkimuksissa on ollut kysymyksessä luonnossa tapahtuvan vapaapölytyksen tuloksena syntyneiden siementen kehittyminen ja tuleentuminen. Siemenviljelykset tarjoavat kuitenkin erinomaisen mahdollisuuden seurata siemenen kehittymistä myös erilaisten risteytysten jälkeen.

Lämpösummalla kuvattu siemenen kehittymiseen tarvittavan kasvukauden pituus on suhteessa kasvupaikan keskimääräiseen lämpösummaan. Voitaisiin olettaa esimerkiksi, että eteläisellä rodulla vaatimus kasvukauden pituudeksi on suurempi kuin pohjoisella rodulla. Risteytyksen avulla voidaan tutkia, näkyykö tämä eräänlainen rotuero jo alkuiden kehittämisessä, kun samoissa emopuissa on sekä risteytyksiä P x P että P x E. Emopuiden kotipaikan huomioon ottaen risteytyksessä on kysymys lämpösumma-arvoista 850 d.d. x 850 d.d. ja 850 d.d. x 1100 d.d.

Metsäntutkimuslaitoksen metsänjalostuksen tutkimusosaston siemenviljelyksiä koskevan tutkimusohjelman osana tehtiin Kolarin tutkimusasemalla selvitys siitepölyn alkuperän vaikutuksesta männyn siemenen kehittymiseen. Tarkoituksena oli selvittää, miten Keski-Suomessa, Jämsänkoskella sijaitsevaa Pohjois-Suomen vartteita käsittävään siemenviljelykseen ( Sv 21 ) ympäristön metsiköstä tuleva, ja siis keskisuomalaisista alkuperää oleva siitepöly vaikuttaa siemenen kehitykseen. Toisin sanoen haluttiin katsoa, määrääkö hedepuun vaiko emipuun alkuperä siemenen kehittymisen.

## 2. AINEISTO JA MENETELMÄT

Tutkimus tehtiin Metsähallinnon Jyväskylän hoitoalueessa Jämsänkosken Vilhelminmäessä sijaitsevassa männyn siemenviljelyksessä n:o 21. Tämä sijaitsee n. 30 km Jyväskylästä lounaaseen, paikassa 62°5'N lat. ja 25°16'E long., korkeus merenpinnasta on keskimäärin 175 m. Keväällä 1974 tehdyn inventoinnin perusteella valittiin viisi kloonina, joissa oli riittävästi (> 100 kpl) risteytyksestä syntyneitä pikkukäpyjä ( taulukko 1 ). Samoista klooneista otettiin myös vapaapölytyskävyt, siis ne, jotka olivat kehittyneet eristämättömistä emikukinnoista. Risteytystä varten pusseilla eristetyt emikukinnot oli pölytetty kesällä 1973 ns. Pohjois-Suomen sekäpölyllä, joka tässä tapauksessa oli Kolarista kerättyä metsikköpölyä. Koska siemenviljelys 21 ei nuoren ikänsä takia v. 1973 vielä tuottanut paljon siitepölyä, on vapaapölytyskukintojen pölytyksestä todennäköisesti huolehtinut paikallinen, keskusomalainen siitepölypilvi. Mukana on saattanut olla tutkimuksen kannalta merkityksellisen osuus eteläisempääkin siitepölyä.

Kloonien vartteista kerättiin kerrallaan kymmenen käpyä kustakin latvuksen eri puolilta. Keruu oli tarkoitus aloittaa, kun lämpösumma (+ 5°C ylittävien vuorokausikeskilämpötilojen summa) ylittäisi 600 d.d. ( degree days, ks. SARVAS 1967, 1972 ). Keruuta piti jatkaa 50 d.d.:n välein, kunnes lämpösumma ylittäisi 900 d.d. Raja-ajankohdat jouduttiin arvioimaan Ruotsinkylän jalostusasemalla mitatun ja lasketun lämpösumman perusteella, koska siemenviljelyksellä ei ollut säähavaintolaitteistoa eikä vakinaista miehitystä. Siemenviljelystä lähinnä olevat säähavaintoasemat ovat Jyväskylässä. Kesän 1974 ilmastotiedot hankittiin Ilmatieteen laitokselta. Tutkimuksessa käytettiin Jyväskylän kaupungissa sijaitsevan ilmastoaseman havaintoja, jotka kuvannevat riittä-

vän hyvin ilmasto-oloja siemenviljelyksellä. Valitettavasti kesä eteni Keski-Suomessa nopeammin kuin Etelä-Suomessa. Näin todellinen lämpösumma oli keruuta aloitettaessa eli 31.7.1974 jo 600 d.d. Käytännön syistä jouduttiin kävyt keräämään ja postittamaan keskellä viikkoa. Tästä syystä keräyskertojen väli ei ollut aina 50 d.d., vaan vaihteli 50-70 d.d. Keruun päättyessä 12.9.1974 lämpösumma oli 900 d.d.: n asemasta 1010 d.d.

Kerätyt kävyt lähetettiin heti postitse Kolarin tutkimusasemalle. Täällä mitattiin käpyjen pituus ja siemenet poistettiin repimällä käpysuomut irti veitsellä. Täysien siementen eli luhistumattomien siemenaiheiden määrä erotettiin viallisista eli luhistuneista ( taulukko 1 ). Pääosa siemenistä otettiin röntgenkuvattaviksi ( SIMAK ja GUSTAFSSON 1953, 1954, MULLER-OLSEN ja SIMAK 1954 ) ja ladottiin kuvausalustoina käytettäville kartonkilevyille. Röntgenkuvauksessa käytettiin kotimaista FKA -röntgenkonetta ( Oy HAVEMANN Ab, Helsinki ). Kuvausjännite oli 18 kV, virta 10 mA, valotusaika vaihteli 0,3-0,5 s ja filminä käytettiin Kodakin Industrex M-filmiä. Laitteen fokuointi- eli kuvausetäisyys oli 50 cm. Kuvauksen jälkeen siemenet luokiteltiin alkion koon mukaan stereomikroskoopin avulla käyttäen aikaisemmin esitettyä luokitusta hieman tarkennettuna ( RYYNÄNEN 1973 ) ( liite 1 ). Tulokset klooneittain ja siemenluokittain sekä havainnot hyönteistuhousta, endospermin laadusta ja pistemäisistä alkiosta on esitetty taulukossa 2. Tulokset yhdistettyinä käsittelyn ja siemenen käyttöarvon ( ks. myös RYYNÄNEN 1973 ) mukaan ovat taulukossa 3.

Osa siemenistä käytettiin leikkauspreparaatteihin. Fiksatiivina ennen normaalia paraffiiniin valua oli FAA ( formaliini (40%) : etikkahappo (99%) : etanoli (70%) suhteessa 1:1:18, ks. GERLACH 1969 ). Leikkeiden paksuus oli 12 $\mu$ . Preparaatit värjättiin joko Delafieldin hematoksyliini-värjäyksellä tai safraniinifast green-värjäyksellä ( GERLACH 1969 ). Leikkauspreparaattien mikroskopoinnin yhteydessä tyypillisiksi todetut leikkeet valokuvattiin ( kuvat 1-8 ).

### 3. TULOKSET JA NIIDEN TARKASTELU

Risteytysmetodiikassa on ilmeisesti vielä tarkaisemattomia ongelmia. Nämä lienevät ainakin osaksi syynä siihen, että kloonin P 210 R risteytys ei onnistunut ( taulukko 2 ). Yhden klooniparin jättäminen kokonaan pois olisi huomattavasti pienentänyt tutkimusaineistoa. Tutkimuksen tarkoituksenaan ei ollut etsiä kloonien välisiä eroja siemenen kehittämisessä. Toisaalta kloonien vartteiden emopuut olivat kaikki kotoisin melko läheltä toisiaan ( OSKARSSON 1972 ) ( taulukko 1 ). Niinpä katsottiin voitavan yhdistää tulokset vapaapölytyksen osalta sellaisenaan ja risteytyksen osalta siten, että klooni P 210 R jätettiin kokonaan pois. Näin päästiin tutkimussuunnitelman mukaiseen asetelmaan. Vertailtavina ovat Pohjois-Suomen ( käytännössä Kolarin ) sekapölyn hedelmöittäminä Pohjois-Suomen vartteissa syntyneet siement ( PxP-risteytys ) ja Keski-Suomen pölyn hedelmöittäminä kehittyvät Pohjois-Suomen vartteiden siemenet ( PxK-vapaapölytys).

Aikaisemmin on käsitelty ( RYYNÄNEN 1973 ) eri alkioluokkiin kuuluvien siementen itämistä ja alkuiden kasvukykyä ja päädytty käyttäjäarvoluokkiin. Tässä tutkimuksessa on myös katsottu tarkoituksenmukaiseksi yhdistää eri alkioluokkiin kuuluvia siemeniä ryhmiksi käyttöarvon mukaan. Taulukossa 3 on tutkimuksen tulokset esitetty yhdistettyinä ja ryhmiteltyinä. Täydet siemenet on jaettu neljään ryhmään käyttöarvonsa mukaisesti. Risteytyksen ja vapaapölytyksen välillä ei ole havaittavissa mainittavaa eroa.

Toinen seikka, joka viittaa puutteelliseen risteytystekniikkaan, on tyhjien siementen osuuden suuruus risteytyskloonien kävyissä ( taulukko 3 ). Vapaapölytyksessä pidetään normaalina vähän yli kymmenen prosentin tyhjäsiemenosuutta ( SARVAS 1962 ). Nyt saatu tulos on tässä suhteessa normaali tyhjäsiemensadanneksen vaihdella välillä 8,2-13,3 %. Risteytysklooneista tyhjien siementen osuus on erikoisen suuri, vaihdellen välillä 37,7-54,0 %. Vaikka aikaisemmin on todet-

tu yhtä suuria tyhjäsiemenprosentteja eräillä klooneilla ( vrt. HAGMAN 1972 ), lienee tässä tapauksessa uskallettua pitää geneettisiä syitä ainakaan tärkeimpinä erikoisen suuren tyhjien siementen osuuden aiheuttajistax Kun kaikissa risteytyserissä tyhjien siementen määrä ( taulukko 2 ). on 2-3 kertaa suurempi kuin vapaapölytyserissä, lienevät risteytysmetodiset tekijät pääsyyllisiä. Kysymykseen tulevat lähinnä siitepölyn huono laatu ( itävyys ) ja siihen liittyvänä riittämättömän määrä sekä pölytysajankohdan sattuminen juuri oikeaan aikaan. Risteytysmetodiikan kehitystutkimukset ovat parhaillaan käynnissä.

Anatomiselta kehitykseltään lähes ( 4- ) tai aivan täydet ( 4 ) siemenet ovat taulukossa 3 yhdistetty samaan käyttöarvoluokkaan ( 4- 4 ). Näitä siemeniä voitaneen pitää männyn siemenen kehityksen toivottavana lopputuloksena. Tällaisten siementen osuus täysistä siemenistä kuvanee riittävän hyvin siementen yleistä tuleentuneisuutta, ts. jos täysin kehittyneitä siemeniä on satunnaisnäytteessä runsaasti, voidaan männyn siemenen olettaa tulehtuneen hyvin. Selvän kuvan saamiseksi tuleentumis-suhteista tutkimusmateriaalissa on liitteessä 2 esitetty graafisesti käyttöarvoluokan ( 4- 4 ) prosenttiosuudet taulukon 3 numeroarvojen mukaisina todennäköisyyspaperilla. Ordinaatta-akselina on lämpösumma ( d.d. ), ja sekä risteytys- että vapaapölytystulokset on piirretty samaan koordinaatistoon. Molemmat pistejoukot voidaan kuvata samalla suoralla. Tämä osoittaa, että männyn siemenen tuleentumisessa Pohjois-Suomen kloonien vartteissa siemenviljelyksessä 21 Jämsänkoskella kesällä 1974 ei siitepölyn kotipaikalla ollut merkitystä.

Liitteessä 2 olevaan kuvaan on merkitty se lämpösumma, jolloin nyt tutkitussa materiaalissa puolet siemenistä ovat täysin tuleentuneita. Mainittu lämpösumma on 890 d.d. Aikaisempien tutkimusten mukaan ( SARVAS 1970 ) männyn siemenen tuleentuminen 50 %: isesti edellyttää, että lämpösumma on  $845 \pm 70$  d.d. Nyt saatu tulos ei sanottavasti poikkea SARVAKSEN ( 1970 ) esittämistä tuloksista. Lisäksi on muistettava, että tämän tutkimuksen aineisto on suhteellisen pieni, ja varsinaisia lämpötilatietoja lämpösummien laskemista varten ei ole saatu itse siemenviljelykseltä.

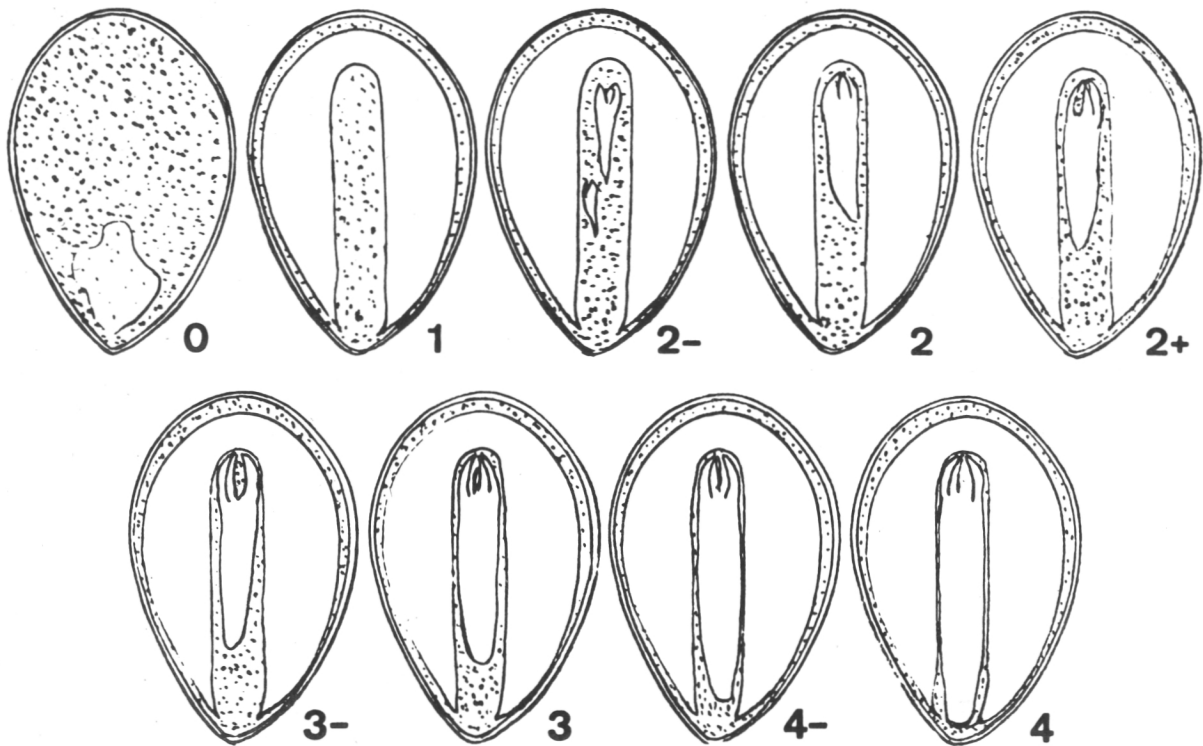
#### 4. TIIVISTELMÄ

Jotta turvattaisiin metsäpuiden siemenen saanti Pohjois-Suomeen, on suotuisiin ilmasto-oloihin perustettu siemenviljelyksiä. Pohjois-Suomen plusmäntyjen vartteet sijaitsevat Keski-Suomessa. Siemenviljelyksessä tapahtuu etenkin vartteiden ollessa nuoria, risteytymistä myös siten, että eteläinen siitepöly hedelmöittää pohjoisten vartteiden emikukinnot. Tämän risteytymisen vaikutusta siemenen kehittymiseen ja tuleentumiseen ei ole aikaisemmin tutkittu.

Tutkimuksen tarkoituksena on ollut selvittää, määrääkö emikukinnon eli »aidin» vaiko siitepölyn eli »isän» genotyyppi männyn siemenen kehittymiseen ja tuleentumiseen. Tutkimus tehtiin Keski-Suomessa, Jämsänkosken Vilhelminmäessä sijaitsevassa männyn siemenviljelyksessä n:o 21 kesällä 1974. Pohjois-Suomen kloonien vartteita pölyettiin kesällä 1973 Lapin siitepölyllä, ja verrattiin siemenen kehittymistä ja tuleentumista vapaapölytysklooneihin, joissa hedelmöittävä siitepöly oli ollut paikallista, keskisuomalaista.

Tutkimuksen yhteydessä todettiin, että risteytysmetodiikassa on vielä kehittämistä, ennenkuin tyhjien siementen määrä saadaan alenemaan lähelle vapaapölytyksessä todettuja määriä.

Tutkimuksessa päädyttiin tulokseen, että männyn siemenen kehittämisessä ja tuleentumisessa ei ollut eroja risteytys- ja vapaapölytyskäpyjen välillä, ja siitepölyn alkuperällä ei siis tämän tutkimuksen mukaan näytä olevan vaikutusta siemenen tuleentumiseen. Toisin sanoen tämän tutkimuksen mukaan alkion genotyyppi ei säätele siemenen kehitystä. Asia muuttuu toiseksi, kun siemenestä kasvaa taimi. Taimi on varmastikin perinnöllisiltä ominaisuuksiltaan erilainen kuin emopuu, jos isänä on toisen maantieteellisen rodun edustaja. Edelleen todettiin, että tutkimusvuonna männyn siemenen tuleentuminen 50 %: isesti edellytti lämpösumman olleen vähintään 890 d.d.



## LIITE 1.

### SIEMENTEN RÖNTGENLUOKITTELU

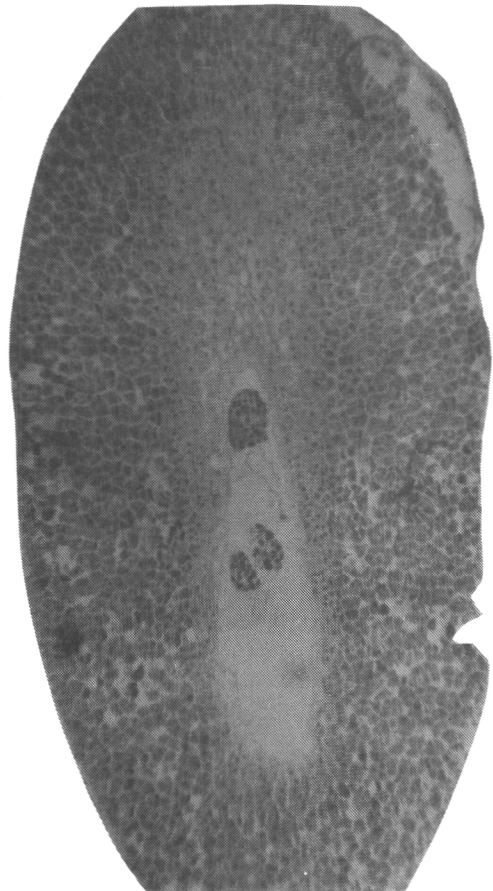
- 0: tyhjä siemen, jossa kuitenkin voi olla endospermin jätteitä
- 1 alkio-ontelo on muodostunut endospermiin, mutta on tyhjä
- 2-: alkio on, mutta suurin peittää alle 1/3 alkio-ontelosta
- 2+ suurin alkio peittää selvästi alle puolet alkio-ontelosta
- 2+ suurin alkio peittää likimain puolet alkio-ontelosta
- 3-: suurin alkio peittää yli puolet, mutta alle 2/3 alkio-ontelosta
- 3: alkio peittää lähes 3/4 alkio-ontelosta
- 4-: alkio peittää vähän yli 3/4 alkio-ontelosta
- 4: alkio peittää lähes täysin alkio-ontelon

Huom. Kuivatussa siemenessä alkio kapenee, tällöin on kiinnitettävä huomiota alkion pituuteen suhteessa alkio-ontelon pituuteen.

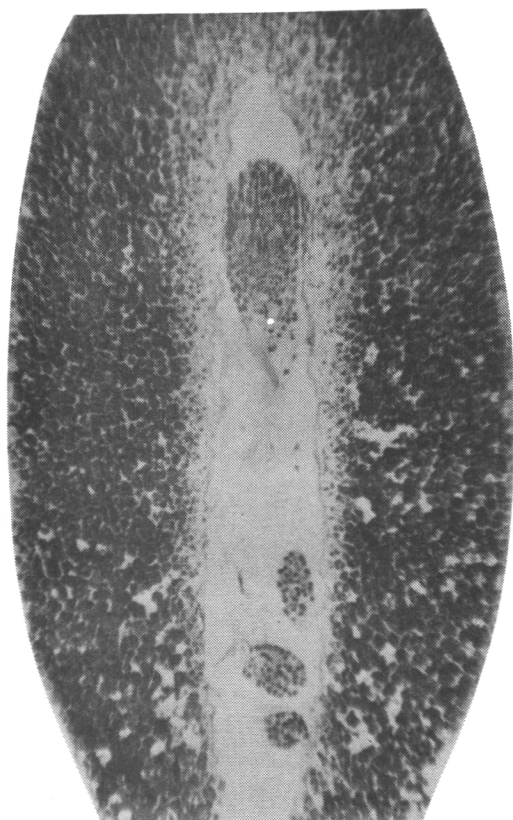




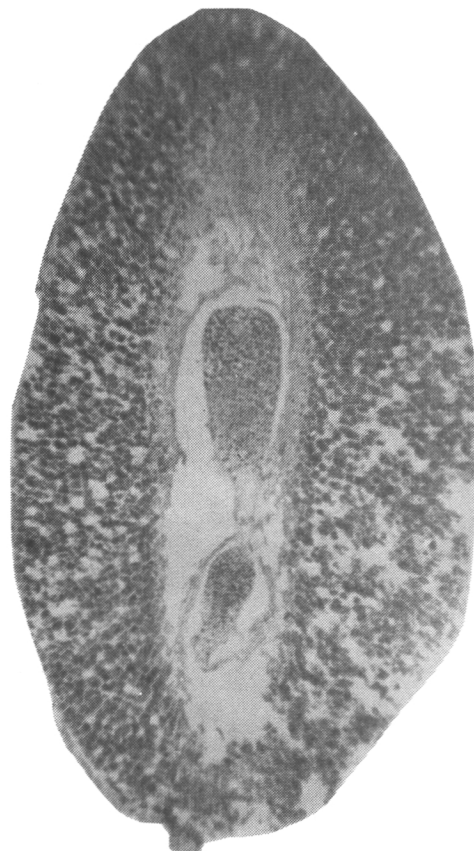
Kuva 1: 31.7. (660 d.d.) Alkio-ontelossa on kaksi pientä alkioita.



Kuva 2: 31.7. (660 d.d.) Alkio-ontelossa on kolme lähes samankokoista alkioita.



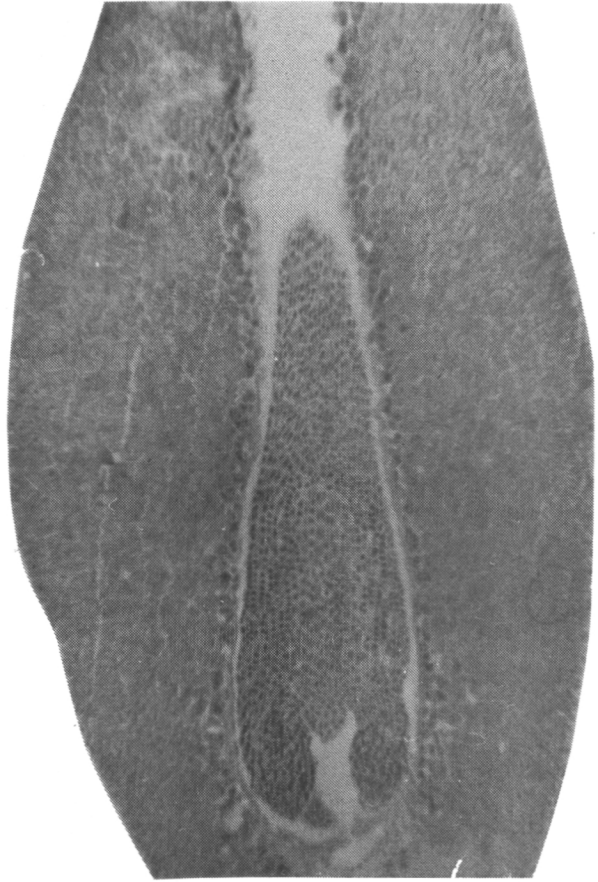
Kuva 3. 31.7. (660 d.d.) Yksi alkio-ontelon neljästä alkioista on jo johtoalkio.



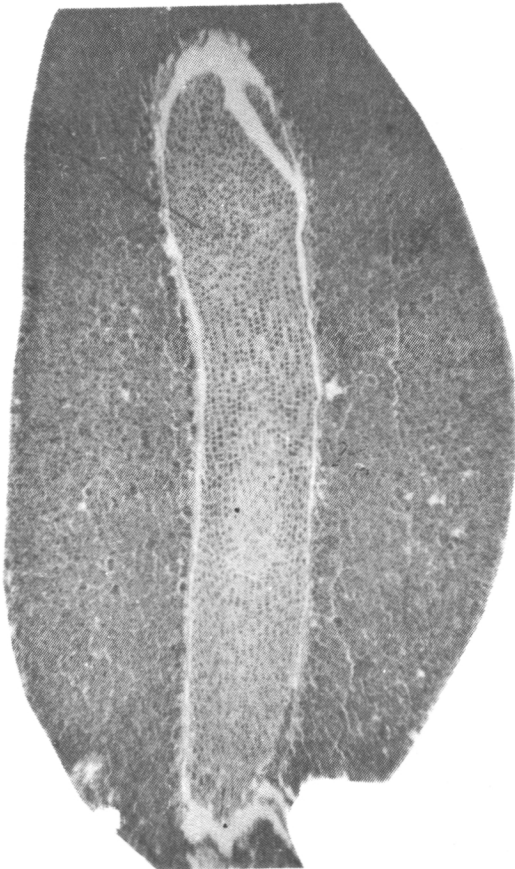
Kuva 4: 7.8. (710 d.d.) Johtoalkio on saanut ylivallan toisiin alkioihin nähden.



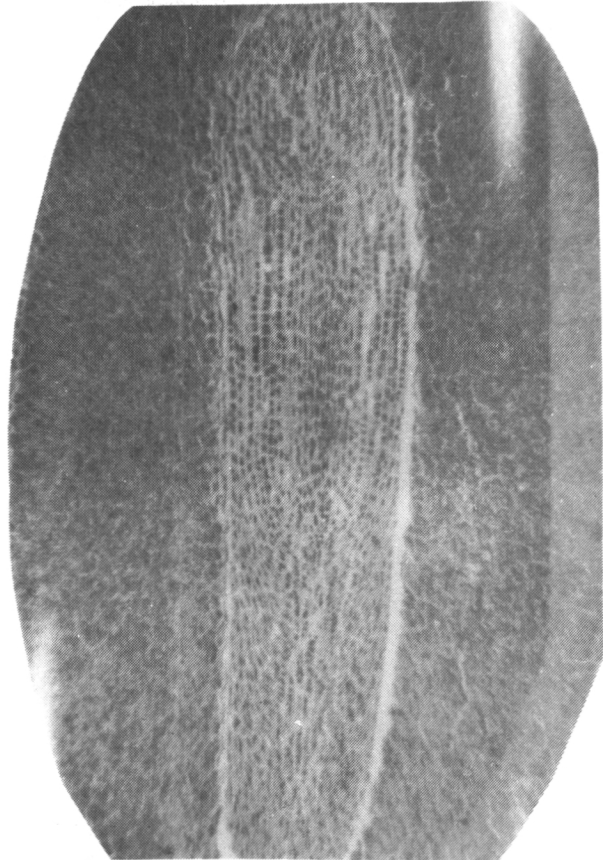
Kuva 5: 14.8. (780 d.d.) Vain johtoalkio on enää jäljellä.



Kuva 6: 21.8. (830 d.d.) Alkio täyttää puolet alkio-ontelosta.



Kuva 7: 5.9. (960 d.d.) Lähes täysin kehittynyt alkio-ontelokan 4-alkio.



Kuva 8: 12.9. (1010 d.d.) Anatomisesti täysin kehittynyt alkio.

TAULUKKO 1.

Käpyjen pituus mm, k.a. (a) ja siementen määrä täydet – luhistuneet, kpl (b) eri keräyspäivinä klooneittain. R = risteytys, V = vapaapölytys. Klooni numeron alle on merkitty pluspuun kotipaikka.

Keräyspäivä	Lämpösumma d.d.		P210		P211		P213		P215		P223	
			Pello		Pello		Ylitornio		Ylitornio		Kolari	
			R	V	R	V	R	V	R	V	R	V
31.7.	660	a	37,3	39,3	41,0	45,2	34,1	32,6	29,1	31,2	38,2	36,4
		b	4+40	168+0	0+42	154+4	100+6	73+0	10+31	99+0	126+17	133+10
7.8.	710	a	36,0	38,5	37,5	39,1	32,9	30,5	34,3	32,7	37,3	33,1
		b	3+27	142+8	14+38	234+3	116+13	87+0	129+11	115+3	116+38	136+12
14.8.	780	a	38,4	41,8	45,5	40,6	37,5	34,1	32,6	31,6	36,3	36,1
		b	0+22	145+9	153+103	147+0	82+0	129+6	0+83	90+4	68+51	111+0
21.8.	830	a	39,4	35,7	41,8	43,6	31,5	34,7	34,6	30,0	40,2	35,5
		b	1+18	123+0	37+34	113+25	31+34	101+10	61+15	77+19	35+27	120+18
28.8.	890	a	39,5	39,5	43,2	40,9	32,1	34,6	33,7	32,9	36,1	37,5
		b	0+23	32+43	2+69	196+39	27+53	76+15	53+51	69+14	47+40	133+16
5.9.	960	a	41,2	44,1	42,1	47,9	34,0	35,3	33,6	34,9	44,8	39,2
		b	5+34	212+1	173+11	216+0	65+6	82+4	55+0	135+5	109+12	162+3
12.9.	1010	a	41,6	42,0	41,3	48,1	35,9	34,2	30,5	35,4	38,0	43,6
		b	3+12	200+0	0+77	185+0	103+7	84+3	4+14	97+6	89+22	150+14

TAULUKKO 2.

Siementen jakaantuminen eri alkioluokkiin klooneittain keräyspäivittäin risteytyksen (R) ja vapaapölytyksen (V) tuloksena röntgenkuvista tulkittuna. Pistealkiot = pistemäiset polyembryot alkiio-ontelossa. Viall. endospermi = vajaasti kehittynyt endospermi. Alkioluokat ks. liite 1.

Keräyspäivä	Lämpös. d.d.	Tyhjiä		1 kpl	2- kpl	2 kpl	2+ kpl	3- kpl	3 kpl	4- kpl	4 kpl	Viall. endosp.	Pistealkiot	Hyönteisvauriot	Täysisiä ynt.
		kpl	%												
P210R															
31.7.	660	10			2							1			2
7.8.	710	4										1			0
14.8.	780	5													0
21.8.	830	10					2		1						3
28.8.	890	8													0
5.9.	960	16								2					2
12.9.	1010	9							2	17	4				23
P210V															
31.7.	660	33	16,4	62	106							50	18	1	168
7.8.	710	9	5,0	5	148	10	7	1	1			4	10	8	172
14.8.	780	13	6,4	3	39	33	39	54	18	3		1			189
21.8.	830	7	4,6	1	8	20	26	38	32	17	3				145
28.8.	890	8	6,6	1	1	1	1	16	18	29	47	1		1	114
5.9.	960	9	4,1					6	44	150	12			1	212
12.9.	1010	21	10,1				1		31	146	8	1			186

Keräys- päivä	Lämpös. d.d.	Tyhjiä		1 kpl	2- kpl	2 kpl	2+ kpl	3- kpl	3 kpl	4- kpl	4 kpl	Viall. endosp.	Piste- alkiot	Hyönteis- vauriot	Täysinä vht.	
		kpl	%													
P211R																
31.7.	660	31	96,9	1								3		3		1
7.8.	710	27	84,4		5							2		1		5
14.8.	780	75	35,4	1	27	16	32	25	18	18		3				137
21.8.	830	58	41,4		6	6	9	25	20	15	1	1		1		82
28.8.	890	54	96,4							2						2
5.9.	960	84	47,2				1	1	2	41	49					94
12.9.	1010	51	98,1							1						1
P211V																
31.7.	660	14	7,4	6	132	29	6	1	1		1	3	3	1		176
7.8.	710	27	11,3	24	171	12	2	1	2	1		24	8	19		213
14.8.	780	16	7,5	59	47	48	26	9	4	2		1				196
21.8.	830	13	6,5			3	10	44	60	64	6					137
28.8.	890	28	11,3	1	1	1	4	21	65	69	57	1				219
5.9.	960	33	15,2				1		6	152	53	1		1		212
12.9.	1010	19	8,3					2	7	161	41	1				211

Keräys- päivä	Lämpös. d.d.	Tyhjiä		1 kpl	2- kpl	2 kpl	2+ kpl	3- kpl	3 kpl	4- kpl	4 kpl	Viall. endosp.	Piste- alkiot	Hyönteis- vauriot	Täysinä vht.	
		kpl	%													
P213R																
31.7.	660	45	41,3	25	38	1						34	17	7		64
7.8.	710	43	28,7	26	81							19	9	4		107
14.8.	780	25	22,1	16	50	12	6	4				15				88
21.8.	830	39	44,8	3	5	4	9	16	7	4		4				48
28.8.	890	54	52,9	1	1		1	4	15	17	9					48
5.9.	960	51	47,7						5	39	12					56
12.9.	1010	61	45,9					1	7	51	13					72
P213V																
31.7.	660	8	10,8	4	43	8	4	2				3		21		66
7.8.	710	12	10,3	11	92	1						4	4	5		104
14.8.	780	9	6,7	6	49	22	20	24	4	1		3				126
21.8.	830	12	9,6	2	13	16	21	29	23	8	1	2		1		113
28.8.	890	11	9,3				2	9	18	37	41					107
5.9.	960	14	9,7				1	3	24	63	35					131
12.9.	1010	8	7,4					2	8	74	16	1				100

Keräys- päivä	Lämpös. d.d.	Tyhjiä		1 kpl	2- kpl	2 kpl	2+ kpl	3- kpl	3 kpl	4- kpl	4 kpl	Viall. endosp.	Piste- alkiot	Hyönteis- vauriot	Täysinä vht.	
		kpl	%													
P215R																
31.7.	660	10	83,3	1	1								1			2
7.8.	710	53	41,7	21	50	2	1					25	2			74
14.8.	780	60	58,3	2	39	1	1									43
21.8.	830	39	41,1		18	6	9	15	5	3						56
28.8.	890	74	56,1		2	2	8	22	20	4		1				58
5.9.	960	42	51,2						1	29	10					40
12.9.	1010	22	50,0					1	1	15	5					22
P215V																
31.7.	660	13	13,0	19	60	7	1					10	31	1		87
7.8.	710	17	13,0	16	87	4	5	1	1			20	13	1		114
14.8.	780	12	12,1	4	68	5	8	1		1		3		1		87
21.8.	830	17	18,7	4	38	7	12	13				3		1		74
28.8.	890	13	12,9		1	2	7	30	27	17	3	1				88
5.9.	960	25	18,9			1		1	6	56	44					108
12.9.	1010	27	21,8						4	75	19	1				97

Keräys- päivä	Lämpös. d.d.	Tyhjiä		1	2-	2	2+	3-	3	4-	4	Viall. endosp.	Piste- alkiot	Hyönteis- vauriot	Täysiä yht.
		kpl	%	kpl	kpl	kpl	kpl	kpl	kpl	kpl					
P223R															
31.7.	660	63	40,6	27	60	5						13	8	13	92
7.8.	710	63	38,9	2	88	7	2					1			99
14.8.	780	55	38,5		31	15	14	17	7	4		1			88
21.8.	830	45	39,1	1	1	1	1	23	23	14	6				70
28.8.	890	38	32,2			1		10	13	29	27	1			80
5.9.	960	64	29,5					1	7	81	64				153
12.9.	1010	75	47,5					1	6	62	14				83
P223V															
31.7.	660	26	18,1	19	83	15	1					7	11	38	118
7.8.	710	21	13,5	2	120	8	3	2				6		5	135
14.8.	780	17	10,0	3	49	22	15	27	16	18	3	2		1	153
21.8.	830	18	9,8		9	19	27	56	41	13	1				166
28.8.	890	29	16,6				1	15	34	55	41	3			146
5.9.	960	30	16,3					10	25	70	49				154
12.9.	1010	25	13,7						13	93	51	2			157

### TAULUKKO 3.

Siementen jakaantuminen eri käyttöarvoluokkiin röntgenkuvasta tulkittuna.

Päivä- määrä d.d.	Tyhjiä		(1)-(2-)		(2)-(2+)		(3)-(3)		(4)-(4)		Yht. kpl
	kpl	%	kpl	%	kpl	%	kpl	%	kpl	%	
Vapaapölytys											
31.7	660	94	13,3	539	87,6	1	11,5	4	0,7	-	709
7.8	710	86	10,4	676	91,6	52	7,0	9	1,2	1	824
14.8	780	67	8,2	281	37,4	252	34,5	179	23,8	32	818
21.8	830	67	8,9	75	10,9	161	23,5	336	49,1	113	752
28.8	890	89	11,7	5	0,7	19	2,8	253	37,5	396	763
5.9	960	116	12,4	-	-	3	0,4	125	15,3	689	933
12.9	1010	100	11,8	-	-	1	0,1	67	8,9	683	951
Risteytys											
31.7	660	149	48,4	153	96,2	6	3,8	-	-	-	308
7.8	710	186	39,5	273	95,8	12	4,2	-	-	-	471
14.8	780	215	37,7	166	46,6	97	27,2	71	19,9	22	571
21.8	830	181	41,4	34	13,3	45	17,6	134	52,3	43	437
28.8	890	220	53,9	4	2,1	12	6,4	84	44,7	88	408
5.9	960	241	41,3	-	-	1	0,3	17	5,0	325	584
12.9	1010	209	54,0	-	-	-	-	17	9,6	161	337

## KIRJALLISUUTTA

- FERGUSON, M.C. 1904. Contributions to the knowledge of the life history of *Pinus* with special reference to sporogenesis, the development of the gametophytes and fertilization. -Proc. Wash. Acad. Sci. 6 : 1-202.
- GERLACH, D. 1969. Botanische Mikrotechnik. 298 p. 1. painos. Georg Thieme Verlag. Stuttgart.
- HAGMAN, M. 1972. On some factors influencing the yield from seed orchards of *Pinus sylvestris* L. and their interclonal and intraclonal variation. -Forest Tree Improvement No. 4: 67-83.
- HEIKINHEIMO, O. 1921. Suomen metsänrajametsät ja niiden vastainen käyttö. -Comm. Inst. For. Finl. 4 : 1-71.
- JOHNSSON, H. 1976. Fröproduktionen hos nordliga tallkloner vid odling i Skåne. -Fören. skogs-trädsförädling. Inst. skogsförbättring 1975 Årsbok: 95-102.
- KOSKI, V. 1975. Natural pollination in seed orchards with special reference to pines. In Seed Orchards. p. 83-91 ( ed. ) R. Faulkner. Forestry Commission Bulletin 54.
- KUJALA, V. 1927. Untersuchungen über den Bau und die Keimfähigkeit von Kiefern- und Fichtensamen in Finnland. -Comm. Inst. For. Finl. 12 : 1-91.
- LÄHDE, E. 1975. Männyn kävyn koko, siemensaanto ja siemenen laatu Pohjois-Suomessa. Comm. Inst. For. Fenn. 86 ( 5 ) : 1-23.
- MULLER-OLSEN, C. & SIMAK, M. 1954. X-ray photography employed in germination analysis of Scots pine ( *Pinus sylvestris* L. ) -Medd. Stat. Skogsforskn. inst. 44 ( 6 ) : 1-19.
- OSKARSSON, O. 1972. Suomalaiset plusmännyt ja pluskuuset. -Folia Forestalia 150 : 1-138.
- REMRÖD, J. 1974. Val av tallprovenienser i norra Sverige. -Inst. skogsförbättring. Information 2, 1974/75 : 1-5.
- RENVALL, A. 1912. Die periodischen Erscheinungen der Reproduktion der Kiefer an der polaren Waldgrenze. -Acta For. Fenn. 1 : 1-154.
- RYYNÄNEN, M. 1973. Vajaasti tuleentuneiden männyn alkioiden luokittelu ja kasvatus. -Kolarin tutkimusaseman tiedonantoja 27.12.1973.
- SARVAS, R. 1962. Investigations on the flowering and seed crop of *Pinus sylvestris*. -Comm. Inst. For. Fenn. 53 ( 4 ) : 1-198.
- SARVAS, R. 1967. The annual period of development of forest trees. -Proc. Finn. Acad. Science and Letters, 1965 : 211-231.
- SARVAS, R. 1970. Establishment and registration of seed orchards. -Folia Forestalia 89 : 1-24.
- SARVAS, R. 1972. Investigations of the annual cycle of development of forest trees. -Comm. Inst. For. Fenn. 76 ( 3 ) : 1-110.
- SIMAK, M. & GUSTAFSSON, Å. 1953. X-ray photography and sensitivity in forest tree species. Hereditas 39 : 458-468.
- SIMAK, M. & GUSTAFSSON, Å. 1954. Fröbeskaffenheten hos moderträd och ympar av tall. -Medd. Stat. Skogsforskn. inst. 44 ( 2 ) : 1-73.



