

Kottens och fröets utbildning efter
själv- och korsbefruktning hos tall
(*Pinus silvestris* L.)

*The development of cones and seeds in the case of self- and
cross-pollination in (*Pinus silvestris* L.)*

av

CHRISTINA PLYM FORSHELL

MEDDELANDEN FRÅN
STATENS SKOGSFORSKNINGSINSTITUT
BAND 43 · NR 10

INNEHÅLLSFÖRTECKNING

	Sid.
Inledning	3
Moderträd	4
Korsningsmetodik	4
Kottstorleken	6
Frötbytet	7
Tusenkorvikten	11
Frömorfologiska undersökningar	14
Groningsprocent	15
Pollenmorfologi	16
Kontrollkottar	17
Röntgenfotografering av matat inavels- och korsningsfrö	18
Diskussion	21
Sammanfattning	23
Summary	24
Litteraturförteckning	28
Tabeller	29

Inledning

Hittills utförda undersökningar på coniferer har visat, att skogsträden följer samma ärftlighetslagar som andra växter (LANGLET, 1937, GUSTAFSSON, 1949). Det är därför berättigat att vid skogsträdsförädling i stort sett följa de riktlinjer som gäller för förädlingsarbetet inom jordbruk och trädgårdsodling. Förutsättningarna för förädling av skogsträd är emellertid delvis annorlunda än för jordbruksväxterna. Medan dessa har en växttid av blott ett eller två år, omspanner skogsträdens växttid ofta ett helt sekel eller mera. Det kommer därför alltid att inom skogsbruket ta mycket lång tid att pröva värdet av nya sorter. Skogsträdens långa utvecklingstid medför dock den fördelen, att ett gott moderträd upprepade gånger kan användas i förädlingsarbetet såsom leverantör av frö eller material för vegetativ uppförökning.

Utgångsmaterialet för förädlingsarbetet är i olika delar av landet utvalda träd och bestånd. Ett träds kvantitativa och kvalitativa produktionsvärde bestämmes av dess genotyp och dennas reaktion mot miljön. Det är därför nödvändigt att få kännedom om genotypen hos såväl utvalda goda (plusträd) som utvalda dåliga fenotyper (minusträd) samt att pröva deras avkomma. Detta kan ske på olika sätt, vilket framgår av det följande.

Genom uppkloning av försöksträden i enhetlig miljö erhålles en uppfattning om i hur stor utsträckning den på en viss ståndort uttagna fenotypen är be- tingad av sin genotyp (SYRACH-LARSEN, 1947).

Visar sig ett träd i klonförsök vara en god genotyp, d. v. s. behåller det efter uppkloning sin goda fenotyp, är det därefter nödvändigt att pröva huruvida det även lämnar god avkomma. Man kan nämligen aldrig i förväg fastställa, hurudan avkomma ett träd, ehuru känt till fenotyp och genotyp, kommer att få. Bland korsbefruktare, till vilka *Pinus silvestris* hör, kan en god genotyp visa cytologiska störningar eller vara bärare av letala arvsfaktorer, vilka vid homozygotisering kan försämra avkomman. Å andra sidan kan en dålig genotyp genom god kombinationsförmåga vara värdefull i förädlingsarbetet (GUSTAFSSON, 1952). Ett träds användbarhet som fröleverantör kan bedömas efter inavel (kontroll av självsterilitet och letalfaktorer), artificiell korsning eller fri avblomning (kontroll av moderträdets »genomsnittsavkomma»).

Trädens kombinationsförmåga prövas genom korsningar mellan utvalda plus- och minusvarianter från samma bestånd. Alla kombinationer genomföres: plus \times plus, minus \times minus, plus \times minus och minus \times plus.

Samman korsning av genetiskt olika individer framkallar ofta en heterosis-effekt. Detta kan också inträffa hos släktet *Pinus* (DENGLER, 1939, RIGHTER och STOCKWELL, 1949, STOCKWELL och RIGHTER, 1947). För analys av denna fråga genomföres korsningar mellan träd från olika provenienser samt korsningar mellan olika arter.

Efter dessa principer uppbyggs olika slag av fröplantager såsom: bruksfröplantager, plusträdsplantager, proveniensplantager, artkorsningsplantager och inavelsplantager. (Se vidare GUSTAFSSON, 1952.)

För att kunna närmare studera ovannämnda problem och undersöka enstaka träds genotyp och avkomma har genetiska avdelningen vid statens skogsforskningsinstitut sedan 1948 utfört artificiella korsningar på ett antal utvalda träd från södra, mellersta och norra Sverige. I föreliggande redogörelse har speciellt intresse ägnats åt:

1. Kott- och frösättning efter olika pollinerings typer och hos olika moderträd.
2. Moderträdens grad av självfertilitet.
3. Orsaker till självsterilitet.
4. Pollenets beskaffenhet och dess inflytande på fröutbildningen.
5. Frönas gröningsprocent.
6. Frönas morfologi och anatomi.
7. Kottutbildning efter kontrollisolering.

Moderträd

I korsningsförsöken har ingått de träd, vilkas fenotypiska karaktärer framgår av tab. 1. Dessa träd fördelar sig över skilda geografiska zoner från södra Östergötland till norra Lappland. Inom varje proveniens har plus- och minus träd utvalts. Plusträden är i jämförelse med omkringstående likåldriga träd överlägsna i fråga om kvalitet och tillväxt, medan minusträden är kvalitativt mindervärdiga. I detta material synes plusvarianterna vara företrädesvis höjdförväxande, under det att minusvarianterna i allmänhet är diameterförväxande, vilket senare faktum sannolikt sammanhänger med dessa träds grovgrenighet och bredkronighet.

Korsningsmetodik

Metodiken vid utförandet av barrträdkorsningar har beskrivits av ett flertal forskare, bl. a. av DENGLER, som givit en mycket utförlig framställning över korsningsexperiment med *Pinus silvestris* (DENGLER, 1932). I stort sett samma metoder har använts vid de korsningsförsök som här redogöres för.

Honblommornas knoppar isoleras, när de börjat sträcka på sig, men innan de ännu öppnat sig. Till isoleringen användes pergamypåsar. Varje påse förses med etikett med korsningsnummer. Antalet isolerade blommor per träd varierar från endast några tiotal till över tusen. På varje träd lämnas alltid ett antal knoppar att fritt avblomma. När isoleringen påbörjas, utsättes på korsningsställningen öppna petriskålar med ett tunt lager äggviteglycerin. På denna klibbiga hinna fastnar lätt små i luften kringflygande partiklar. Genom att undersöka skålarna i mikroskop kan man fastställa, om pollen funnits i luften redan vid tiden för isoleringen.

Samtidigt med isoleringen insamlas hanblommor. De utlägges på papper på ett lugnt och varmt ställe, där de snart spricker och släpper ut sitt pollen. Sedan detta noggrant silats, fylles det på pipetter.

Ungefär en vecka efter isoleringen av honblommorna, eller då de till fri korsning lämnade blommorna är väl utvecklade, kan pollineringen påbörjas. För att inblandning av främmande pollen skall undvikas, göres endast ett litet hål i isoleringspåsen, genom vilket pollenet sprutas in med pipetten. Hålet klistras igen, och en extra påse sättes på. Som kontroll på att isoleringen skett i rätt tid och att därefter inget pollen kommit in i isoleringspåsar, lämnar man på varje träd några isolerade blommor opollinerade.

Påsarna får sitta kvar omkring tio dagar efter pollineringen. De insprutade pollenkornen har då trängt in mellan honblommornas fjäll, och dessa har svällt så mycket att blommorna skyddas mot främmande pollen.

Själva befruktningen, d. v. s. sammansmältningen av hon- och hankärnorna, sker först andra våren. Kottarna tillväxer därefter snabbt och förvedas. Ett och ett halvt år efter pollineringen är kottarna färdiga att sköras, och bearbetningen av materialet kan vidta. Fruktsättningen kan således bedömas först nära två år efter korsningarnas genomförande.

Bearbetningen av kott och frö tillgår sålunda:

De olika korsningarna hålles noga skilda från varandra, men kottar och frön med samma moder och fader behandlas tillsammans. Kottarna väges, och längd och diameter mätes. Därefter klänges kotten mycket noggrant, vid behov för hand, så att allt frö blir tillvarataget. Matade och tomma frön skiljs åt i en TIRÉN'S blåsapparat (HUSS, 1951). De två »fraktionerna» väges därefter var för sig. Uppgår antalet matade resp. tomma frön till minst tusen, beräknas tusenkornvikten ur medeltalet av fyra slumpvis uttagna prov om vardera hundra frön. Totalantalet frön kan så beräknas ur jämförelsen mellan totalvikt och tusenkornvikt. I ett mindre fröparti räknas alla frön. Fröna förvaras i kylskåp vid $c:a + 6^{\circ}$, tills de skall sås.

Fröet sås i bänk i plantskolan, där plantorna får stå tills de omskolas. Redan på ett så tidigt stadium kan man ibland påvisa skillnader i planthöjd för olika moderträds avkomma eller avkomman efter olika pollinerings typer.

Bland andra har VANSELOW (1933) och ROHMEDEK (1939) hos *Pinus silvestris* undersökt fröstorlekens inflytande på plantstorleken. Båda forskarna fann, att plantor ur stora frön under de första åren var överlägsna plantor ur små frön, men att denna skillnad så småningom utjämnades.

Ju äldre och mer differentierade plantorna blir, desto säkrare blir avkommebedömningens resultat.

Kottstorleken

För att fastställa i vilken utsträckning kottstorleken är karakteristisk för moderträden, uttogs åtta för ändamålet lämpliga träd, på vilka variationen i kottstorlek under tre år undersöktes. Samtidigt analyserades inflytandet av geografiskt läge, klimatet olika år och olika pollineringsstyper. De analyserade träden omfattar provenienser från södra, mellersta och norra Sverige. Kottarna efter fri avblomning, inavel och korsningar mättes, varvid som mått på kottstorleken användes kottlängden (tab. 2). En variansanalys med hierarkisk indelning av materialet (tab. 3) visar tydligt det starka inflytandet av moderträden. Även för inflytandet av klimatet olika år och skilda pollineringsstyper erhålles statistisk säkerhet.

I tab. 4 redovisas medelvärdet av alla pollineringsstyper åren 1949 och 1950. Varje träd har sin karakteristiska kottlängd trots att totalvariationen i hela materialet inte är större än 11 mm. I norra Sverige tycks 1950 års material ha givit något längre kottar än 1949 års, vilket kan tyda på att det förras utveckling gynnats av något bättre klimat. Variationen i kottstorlek olika år är dock mindre än variationen mellan olika träd. Någon korrelation mellan kottstorlek och geografiskt läge för dessa åtta eller andra undersökta träd har inte kunnat påvisas. Sålunda har VIII: 46 i södra Östergötland lika stora kottar som Å: 4 i Medelpad och 11: 18 i Gästrikland lika små kottar som E: 1 vid polcirkeln. Däremot är minusträdens kottar påtagligt större än plusträdens. Medeltalet för plusträden alla år och pollineringsstyper är $31,90 \pm 0,46$ mm och motsvarande medeltal för minusträden = $35,24 \pm 0,20$ mm, vilken skillnad ger ett betryggande t -värde = $6,51^{***}$. Detta kan sättas i samband med att minusträden även blommar rikligare än plusträden (W. VON WETTSTEIN, 1937) och tyder på, att minusträden, relativt taget, avsätter mer näring till de fruktifikativa organen än plusträden.

Av tabell 3 framgår att statistisk säkerhet föreligger för skillnad i kottlängd mellan olika pollineringsstyper. Vari består nu denna skillnad? Medelvärdet för alla träd och år är efter fri avblomning $33,2 \pm 0,2$ mm, efter inavel $33,9 \pm 0,3$ mm och efter korsning $33,9 \pm 0,2$ mm. Efter självbefruktning och korsning har erhållits i genomsnitt lika stor kottlängd, vilken med rätt stor säkerhet ($P = 0,01^{**}$) skiljer sig från kottlängden efter fri avblom-

ning. Denna skillnad kan möjligen förklaras av den bättre »start i livet» som isoleringspåsarerna ger. I tabellerna 5—7 har materialet delats upp ytterligare, och för varje träd och år har jämförelser gjorts mellan pollineringsstyperna. Mellan dessa enstaka värden blir skillnaderna blott undantagsvis signifikativa, och följaktligen kan man oftast endast påvisa en tendens i ena eller andra riktningen. Inaveln (tab. 5 a och 7 a) tycks emellertid hos de flesta träd vara överlägsen. Korsning och fri avblomning (tab. 6) synes vara ungefär jämspelta. Den omständigheten att skillnaderna i kottlängd mellan olika pollineringsstyper för samma träd under olika år icke företer någon fast tendens visar att inga säkra slutsatser kan dragas.

Undersökningens huvudresultat är, att karaktären kottlängd såsom ett uttryck för kottstorleken huvudsakligen synes vara knuten till moderträdet självt och sålunda i mindre grad är beroende av inflytande från olika faderträd eller andra faktorer.

Fröutbytet

I samband med analysen av kottstorleken undersöktes även dennas inflytande på fröutbytet. Någon korrelation mellan antal frö per kott och kottstorleken kunde emellertid inte påvisas i detta material.

Korsningsträdens fröutbyte efter fri avblomning, inavel och korsning har undersökts. Resultaten är grafiskt framställda i figurerna 1—5. Då fri avblomning är den naturliga pollineringsstypen och bäst karakteriserar varje moderträd, omräknades i samtliga diagram värdena för fröutbytet efter inavel och korsning i procent av värdena efter fri avblomning som sattes = 100. Härav följer att kurvornas toppar och dalar ej återspeglar de reella skillnaderna i fröutbyte mellan moderträden. För varje moderträd kan dock jämförelse göras mellan fröutbytet efter olika pollineringsstyper. Skillnaderna mellan moderträden framgår av tabell 8. Figurerna 2—5 är logaritmisk skala.

Fig. 1 visar procenten matade frön. Av korsningskurvans förlopp kan utläsas att korsningarna på 11: 18, Y: 17 och Å: 2 har givit klart högre procent matat frö än fri avblomning på dessa träd. VIII: 46 och 11: 15 däremot har efter korsning utbildat mycket lägre procent matade frön än efter fri avblomning. Övriga träd har givit lika hög procent matat frö efter korsningar som efter fri avblomning. Värdena för procenten matat frö efter inavel når ej hos något träd upp till värdena efter fri avblomning; dock har trädet Å: 2 en jämförelsevis hög procent matade inavelsfrön. På ett undantag när ligger inavelskurvan väsentligt under korsningskurvan. Detta undantag, VIII: 46, som givit högre procent matat frö efter inavel än efter korsning såväl 1949 som 1950, är av stort värde för studiet av självsterilitetsproblemet hos barrträden.

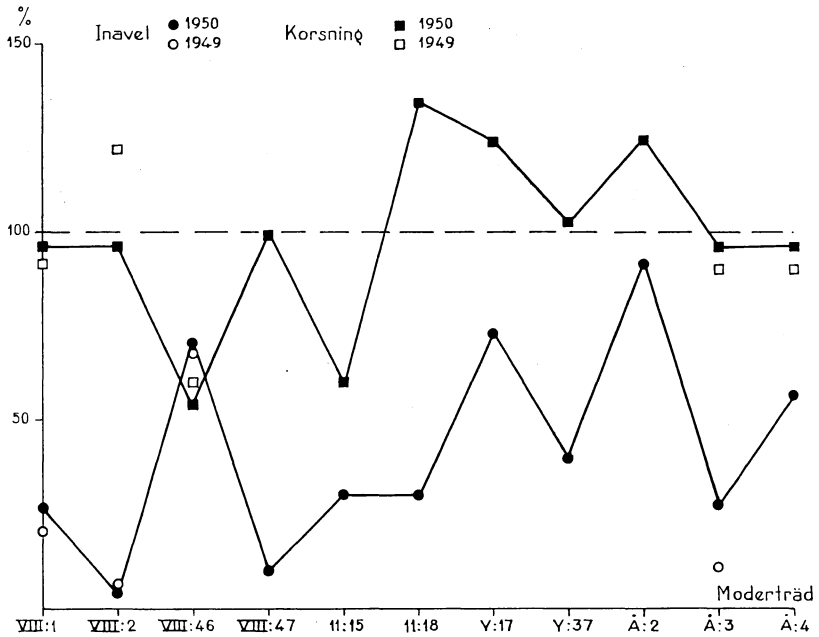


Fig. 1. Procent matade frön.
Percentage of full seeds.

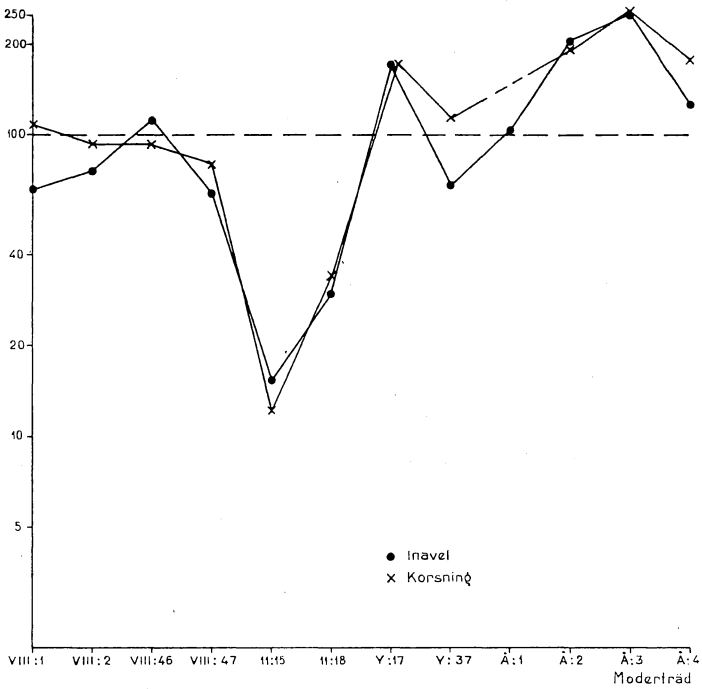


Fig. 2. Totala antalet frö per kott.
Total number of seeds per cone.

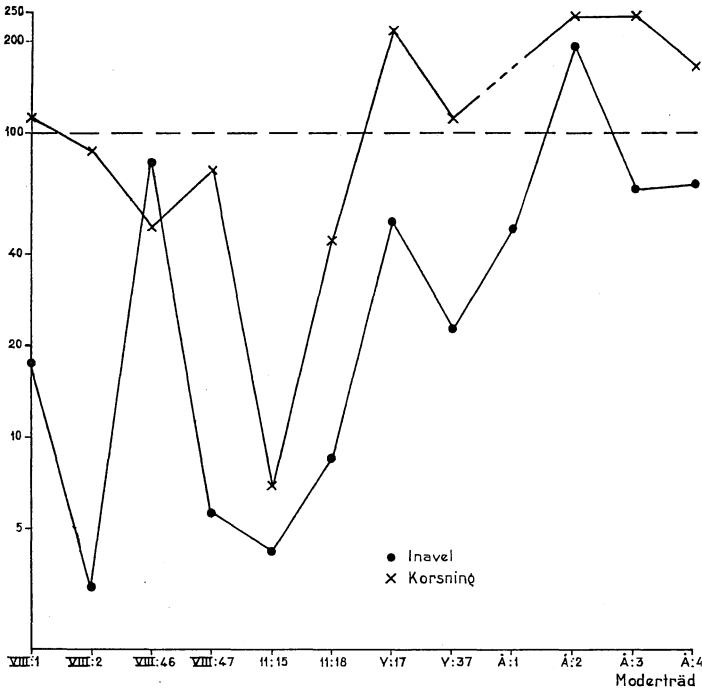


Fig. 3. Antalet matade frön per kott.
Number of full seeds per cone.

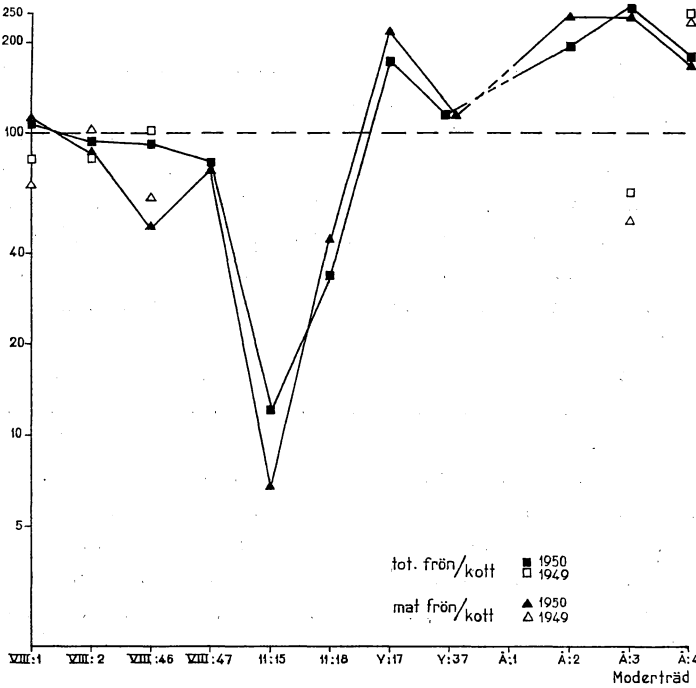


Fig. 4. Fröutbyte efter korsning.
Seed production after cross-pollination.

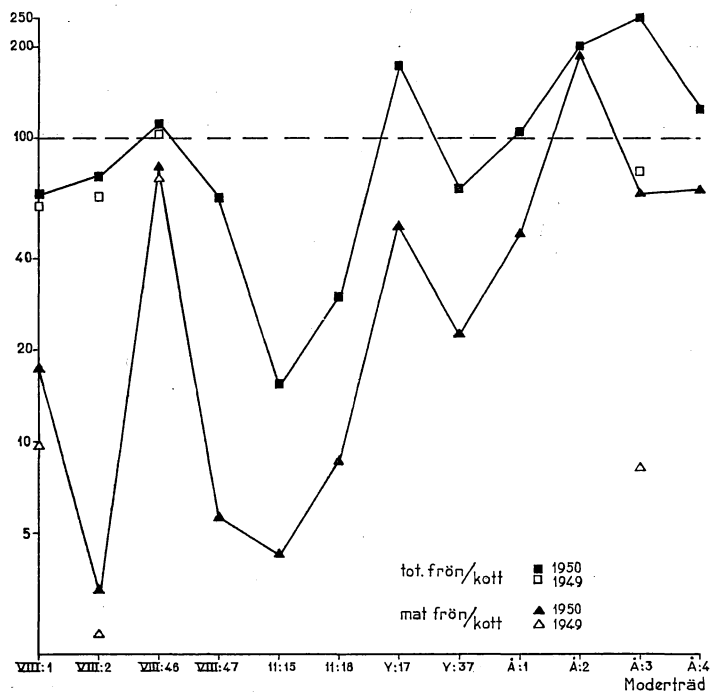


Fig. 5. Frötbyte efter inavel.
Seed production after self-fertilization.

I fig. 2 illustreras det totala antalet (matade + tomma) frön per kott. Det framgår tydligt av figuren att, vad beträffar utbildningen av frö i kotten, ingen skillnad föreligger mellan kottar efter inavel och kottar efter korsning. I jämförelse med totalantalet frö per kott efter fri avblomning förhåller sig dock motsvarande värden efter inavel och korsning för olika träd på olika sätt. Ett samband synes föreligga mellan träd av samma proveniens, då förhållandet mellan totalantalet frö per kott efter inavel och korsning å ena sidan och efter fri avblomning å andra sidan för alla träd inom samma proveniens är ungefär detsamma. För övrigt kan påpekas de i jämförelse med fri avblomning låga värdena för II: 15 och de höga för Å: 2 och Å: 3. Av de tre pollineringsstyperna har inaveln givit det högsta totalantalet frön per kott för trädet VIII: 46.

I fig. 3 har antalet matade frön per kott framställts grafiskt. Här liksom i fig. 1 framträder tydligt skillnaden i utbytet av matade frön efter korsning och inavel. Korsningskottarna innehåller i allmänhet fler matade frön än inavelskottarna trots att totalantalet frön är detsamma. Undantaget utgöres här liksom i de två föregående figurerna av trädet VIII: 46, som visserligen

inte utbildat så många matade frön per kott efter inavel som efter fri avblomning men vars inavelskottar innehåller fler matade frön än dess korsningskottar. Trädet Å: 2 utmärkes av att det efter inavel givit betydligt fler matade frön per kott än efter fri avblomning. Eftersom procenten matade frön hos detta träd är mindre efter inavel än efter fri avblomning (se fig. 1), måste totalantalet frön per kott vara större efter inavel än efter fri avblomning, vilket också framgår av fig. 2.

Fig. 4 och 5 upptar samma kurvor som fig. 2 och 3 men med fröutbytet efter korsning och inavel var för sig. Att punkterna för respektive träd ligger nära varandra, antingen de ligger bättre eller sämre än vid fri avblomning, betyder att relationen mellan matade och tomma frön är densamma i fri-avblomningskottar och kottar efter artificiell pollinering. Detta är fallet för träden VIII: 1, VIII: 2, VIII: 47, Y: 37, Å: 3 och Å: 4 i fig. 4. Avstånden mellan punkterna på respektive kurvor för träden VIII: 46 och 11: 15 i samma diagram representerar den högre procenten tomma frön per kott efter korsning i jämförelse med förhållandet matade: tomma frön i kottar efter fri avblomning. Vad slutligen träden 11: 18, Y: 17 och Å: 2 i fig. 4 beträffar, ligger värdena för matade frön per kott över värdena för totalantalet frön per kott. Detta betyder sålunda att procenten matade frön per korsningskott är högre än procenten matade frön i kottar efter fri avblomning. I fig. 5 är avstånden mellan punkterna för respektive träd avsevärt större än i fig. 4; kurvan för totalantalet frön per kott ligger högre än kurvan för matade frön per kott. För samtliga träd gäller alltså att i jämförelse med kottar efter fri avblomning antalet matade frön i inavelskottar är procentuellt mindre. Trädet Å: 2 når dock nästan upp i nivå med fri avblomning. De av figurerna 4 och 5 dragna slutsatserna överensstämmer som sig bör med kurvorna över procenten matade frön i fig. 1.

Den goda överensstämmelsen mellan samtliga kurvor betyder att frösättningen efter inavel och korsning står i ett för varje moderträd bestämt förhållande till frösättningen efter fri avblomning.

Tusenkorvikten

Tusenkorvikten är korrelerad med kottstorleken och antalet frö per kott (ŠIMÁK, 1953 b). Analyseras kottar från ett och samma träd, visar det sig att tusenkorvikten stiger med stigande kottstorlek. Den avtar däremot med stigande antal frö per kott. Det sista gäller givetvis för kottar av samma storlek. Sambandet mellan kottstorlek, antal frö per kott och fröviktt är olika för olika träd.

I tab. 9 är tusenkorvikten efter olika pollineringstyper för ett antal korsningsträd sammanställd med medeltalen för kottvikt och antal matade

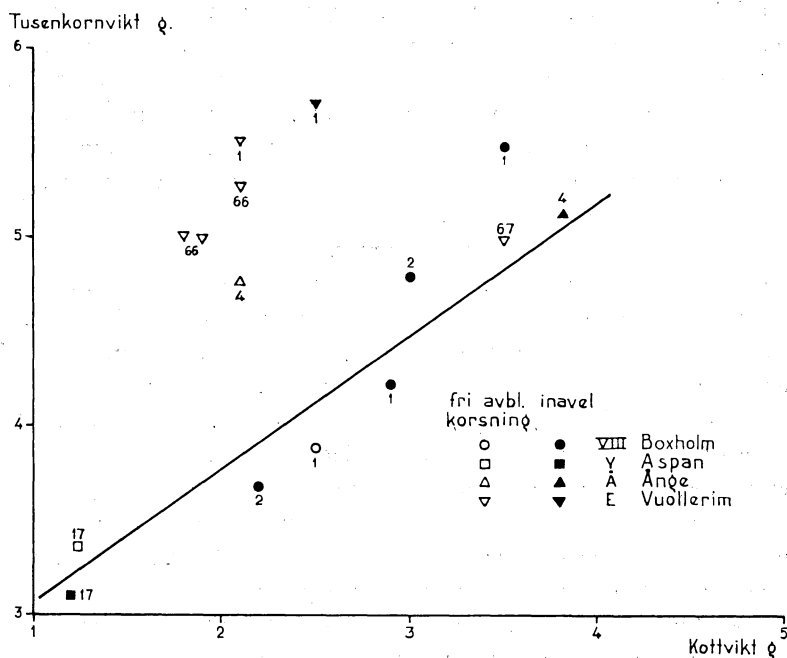


Fig. 6. Förhållandet kottvikt/tusenkovnvikt. I. 0—5 matade frön per kott.
The ratio between the cone weight and the weight of 1000 full seeds. I. 0—5 full seeds per cone.

frön per kott. En grafisk framställning av förhållandet kottvikt/tusenkovnvikt har givits i fig. 6—8. Därvid har antal matade frön per kott indelats i tre klasser: 0—5 matade frön/kott, 5—10 matade frön/kott och över 10 matade frön/kott för eliminering av inflytandet av fröantal per kott på tusenkovnvikten.

Det föreligger i detta material en klar korrelation mellan tusenkovnvikt och kottvikt. Det är märkligt att detta samband framträder, trots att värdena representerar olika träd och provenienser liksom även olika år och pollinerings typer. Som diagrammen visar ligger nämligen punkterna för träden VIII: 1, VIII: 2, Y: 17, Y: 38, Å: 3 och E: 67 med större eller mindre avvikelser längs en gemensam regressionslinje. Alla värden för samma moderträd ligger nära varandra. Detta belyser ånyo att kottstorleken är en egenskap som väl karakteriserar varje moderträd.

Om punkterna för ett träd avviker från regressionslinjen, ligger i allmänhet alla antingen över eller under linjen. Särskilt tydligt är detta för träden E: 1, E: 66 (fig. 6) och VIII: 46 (fig. 7 och 8); E: 1 och E: 66 karakteriseras av i jämförelse med andra träd små kottar och hög tusenkovnvikt. VIII: 46 däremot har trots stora kottar förhållandevis låg tusenkovnvikt. Också för

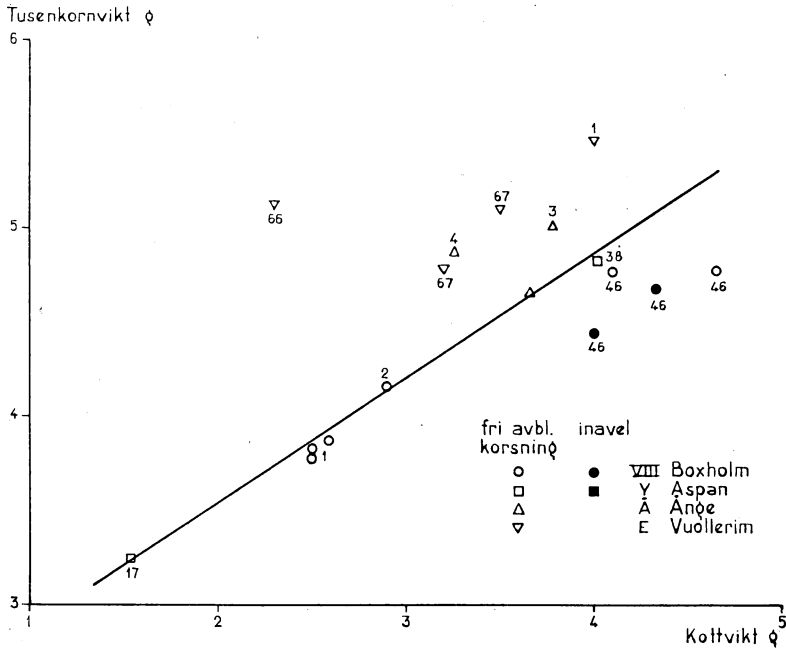


Fig. 7. Förhållandet kottvikt/tusenkorngikt. II. 5—10 matade frön per kott.
 The ratio between the cone weight and the weight of 1 000 full seeds. II. 5—10 full seeds per cone.

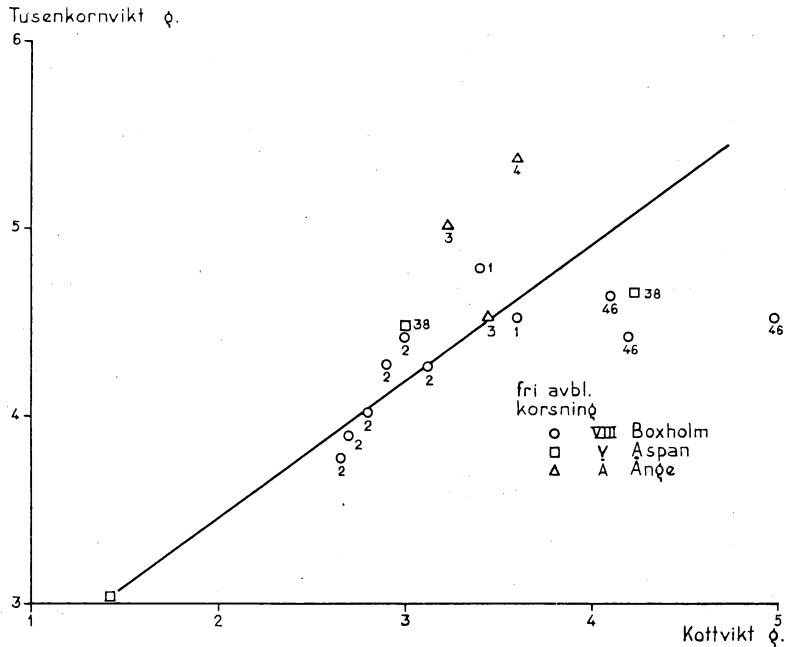


Fig. 8. Förhållandet kottvikt/tusenkorngikt. III. Mer än 10 frön per kott.
 The ratio between the cone weight and the weight of 1 000 full seeds. III. More than 10 full seeds per cone.

dessa träd finns emellertid en tydlig korrelation mellan kottvikt och frösvikt. Att trädens avvikelser från kurvan inte är proveniens- eller klimatbetingade, bevisas av att värdena för såväl ett annat träd i Vuollerim, E: 67, som Boxholmsträden VIII: 1 och VIII: 2 väl ansluter sig till den allmänna regressionslinjen.

Något samband mellan antal matade frön per kott och tusenkornvikt kunde inte fastställas i detta material. (Regressionslinjerna i de tre klasserna sammanfaller nästan.) Efter inavel utbildas vanligen endast ett litet antal matade frön per kott, vilka emellertid har lika hög tusenkornvikt som fri-avblomnings- och korsningsfrö ur lika stora kottar. Då frösvikten nästan helt och hållet beror på endospermets utveckling, och detta redan är utbildat när befruktningen sker (RIGHTER, 1945), är sålunda matat frö efter inavel inte sämre utrustat med reservsubstanser än annat korsningsfrö.

Minusträden har i genomsnitt större kottvikt och högre tusenkornvikt för matat frö än plusträden. Detta stöder den i redogörelsen för kottstorleken framförda uppfattningen om minusträdens större generativa aktivitet.

	Tusenkorvikt i g (matat frö)	Kottvikt i g	
Plusträd.....	4,221 ± 0,154	2,640 ± 0,144	(n = 25)
Minusträd.....	4,855 ± 0,070	3,356 ± 0,193	(n = 30)
	t = 3,751***	t = 2,983**	
	P < 0,001	0,01 > P > 0,001	

Frö morfologiska undersökningar

I enlighet med en av ŠIMÁK utarbetad fotografisk metod (1953 a) har en undersökning gjorts över frö morfologi och fröfärg hos några av korsningsträden (tab. 10 a—d).

ŠIMÁK har påvisat att fröstorlek och fröform är primärt betingade av moderträdet, men att fröstorleken varierar med kottstorlek, antal frön per kott, fröets läge i kotten och klimatiska faktorer. Någon inverkan av faderträdet har ej kunnat påvisas. Fröstorleken kan alltså variera mellan olika år, fröformen däremot ändras icke. Fröfärgen är för varje moderträd konstant samma år men kan variera i styrka från år till år.

Enligt ŠIMÁK var skillnaden i frö längd mellan två träd statistiskt säkerställd, om den i hans material uppgick till ± 0,2 mm. Jämförbara uttryck för olika träd fröform erhålles genom bildande av formkvoter såsom bredd/längd och bredd/tjocklek. En differens mellan två träd resp. formkvot = ± 4 % var statistiskt säker. Många träd har frön med någon karakteristisk frödetalj.

Materialet vid denna undersökning utgöres av frön efter fri avblomning 1949. Från varje träd togs ur hela frö materialet ett stickprov på 15 frön, varigenom sådana modifierande faktorer som kottstorlek, antal frön per

kott och fröets läge i kotten elimineras. Klimatinflytandet åter elimineras genom gruppering av träden i proveniensgrupper som fallet är i tab. 10 a—d. Man kan därför ha rätt antaga att tabellernas värden karakteriserar den genomsnittliga frötypen hos varje moderträd.

Av tab. 10 a, Boxholm, framgår att ingen säker skillnad finnes beträffande frölängd eller formkvoter mellan träden VIII: 1 och VIII: 2. Det sistnämnda trädets frö har emellertid en karakteristiskt böjd mikropylspets och kan därför lätt skiljas från de andra trädens. Trädet VIII: 46 kännetecknas som synes av avsevärt större frölängd än de övriga träden inom gruppen. Vidare är asymmetri ett kännetecken för fröet från VIII: 2 och VIII: 46 men knappast för fröet från VIII: 1. På liknande sätt kan skillnader i karaktärer hos fröet från olika träd utläsas ur de övriga tabellerna. Här må anföras endast ännu ett exempel. Av tabell 10 c framgår att frö från träden Å: 3 och Å: 4 är tämligen lika till längd och formkvoter. Emellertid är dessa träd väl åtskilda i fråga om såväl fröets färg som fröskalets struktur.

Dessa tabeller visar sålunda att det är teoretiskt möjligt att skilja olika moderträds frön från varandra. Detta kan ha praktisk betydelse, om man t. ex. vill kontrollera huruvida ett fröprov bär riktig ursprungsbeteckning eller om frön från två träd av misstag blivit blandade.

Groningsprocent

Som mått på groningsförmågan har i detta arbete tagits antal uppkomna plantor i procent av antal i plantskolan utsådda, matade frön. I fortsättningen kallas detta groningsprocent. Materialet vid undersökningen utgöres av 1952 års sådd av korsningsfrö.

En jämförelse mellan inavel och fri avblomning (tab. 11) visar att medeltalen av groningsprocenterna för dessa pollineringsstyper med stor säkerhet skiljer sig från varandra och att ingen korrelation mellan respektive träds groningsprocent efter fri avblomning och inavel föreligger. Ur tabellen kan man vidare dra den slutsatsen att i jämförelse med fri avblomning inavel på minusträd ger en högre groningsprocent än inavel på plusträd. Alla inavelsnummer, vilkas groningsprocent är högre än 80 % av groningsprocenten efter fri avblomning och alltså kan sägas ligga i nivå med denna, härstammar med undantag av Å: 2 (värdet ej säkert då endast 11 frön efter fri avblomning utsåts) från minusträd. I tabell 12 redovisas fröets groningsprocent efter inavel på plus- och minusträd. Medeltalet för procenten grodda frön efter inavel på plusträd blir $24,67 \pm 7,72$ och efter inavel på minusträd $42,43 \pm 3,58$; $t = 2,087^*$. Värdet för Å: 2 (62 %) avviker starkt från övriga plusträds; om man ej medräknar detta, blir medeltalet för plusträd $17,2 \pm 2,4$, vilket jämfört med minusträdens medeltal ger $t = 5,852^{***}$. Groningsprocenten för inavelsfrö synes alltså i detta material vara betydligt sämre för

3*—Medd. från Statens skogsforskningsinstitut. Band 43: 10.

plusträd än för minusträd. Detta är ej fallet för frö efter fri avblomning.

I tab. 13 är även korsningar medtagna. En jämförelse mellan groningsprocenten för frön efter plusträdkorsningar ($\bar{x} = 36,0 \pm 5,11$) och efter korsningar på minusträd ($\bar{x} = 55,0 \pm 5,22$) ger ett t -värde $= 2,603^*$. Om man bortser från korsningen Y: 17 \times Y: 8, som har ett avvikande värde, blir medeltalet för plusträden $= 31,43 \pm 2,635$ och t -värdet $= 4,032^{**(*)}$. Jämför man till sist frönas groningsprocent efter fri avblomning, inavel och korsning för träden i tabell 13, finner man att fri avblomning och korsning ger i stort sett lika hög groningsprocent, vilken skiljer sig från den betydligt lägre procenten efter inavel med ett P -värde mellan 0,1 och 0,05.

Sammanfattningen av denna undersökning blir sålunda: Vid inavel blir ej endast det kvantitativa frötbytet ringa i jämförelse med fri avblomning och korsning, utan det matade fröets livskraft är dessutom starkt nedsatt, vilket framgår av den låga groningsprocenten. Såväl efter korsning som efter inavel ger plusvarianterna som moderträd procentuellt färre plantor än minusvarianterna.

Pollenmorfologi

Pollenets morfologiska karaktär hos de olika i korsningar ingående moderträden har varit föremål för undersökning åren 1950—1952. Därvid har följande klassificering av pollenornens utseende tillämpats.

Gott pollen = väl utvecklat, bra färgat i acetokarmin.

Medelgott pollen = normalt utvecklat, dåligt färgat i acetokarmin.

Dåligt pollen = dåligt utvecklat, ej färgat i acetokarmin.

För varje träd har i genomsnitt 250 pollenorn klassificerats. I tab. 14 ges en sammanställning av moderträdens procent av gott pollen olika år. Medeltalen för de olika moderträden uppvisar mycket stor variation, 85 % för 11: 17 och endast 21 % för Y: 37. Procenten dåligt pollen överstiger i de flesta fall ej 10 %. Undantag utgör de träd, som har mindre än 60 % gott pollen (tab. 15).

Korsningar med pollen från Y: 37 eller andra träd med låg procent gott pollen har genomgående icke givit sämre resultat än övriga korsningar, där pollen med högre procent av »goda» korn använts. Detta tyder på att antalet funktionsdugliga pollenorn i förra fallet är fullt tillräckligt för befruktning av honblommorna. Ej heller synes någon korrelation föreligga mellan moderträdens fenotyp och pollenets kvalitet.

En t -test mellan olika år av procent gott pollen från träd inom samma proveniens gav inte för någon lokal statistiskt säker skillnad. Av tab. 14 framgår likaledes att någon skillnad mellan procent gott pollen olika år icke föreligger för materialet i dess helhet.

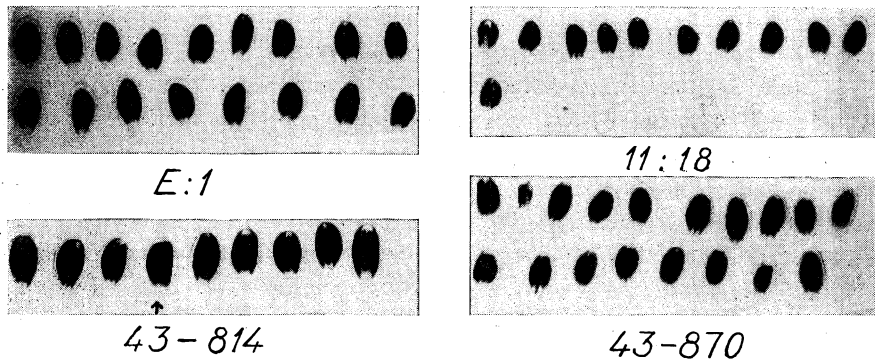


Fig. 9. Röntgenfoto av frön från kontrollkottar.
X-ray photograph of seeds from «control» cones.

Kontrollkottar

Partenokarpi, d. v. s. kottbildning utan föregående pollinering, har kunnat fastställas hos olika arter bland gymnospermer. Kontrollisoleringsförsök har utförts på *Pinus silvestris*, varvid emellertid partenokarpi inte kunnat påvisas. De små kottar, som bildas, föll i allmänhet av efter första vegetationsperioden (DENGLER, 1932, LANGNER, 1951).

Vid analys av materialet efter 1951 års kontroller har emellertid partenokarpi påvisats hos några av korsningsträden. Kontrollisoleringar har utförts på samtliga korsningsträd, men endast de i tab. 16 upptagna träden gav kottar. Speciellt på E: 1 i Vuollerim kunde ett förhållandevis stort antal kontrollkottar sköras. Av de tretton mogna kottarna innehöll elva inget frö alls, vare sig tomt eller matat. Däremot var frövingarna normalt utvecklade. Dessa kottar måste ha utbildats partenokarpt utan pollinering. I de två övriga kottarna har ett tomt respektive sjutton matade och tre tomma frön utbildats. De övriga träden har efter kontrollisolering utbildat endast en kotte var. Kontrollkottarna på träden Y: 38, 42—801, 43—805 och 43—866, som i likhet med de elva kottarna på E: 1 inte innehåller några frön, kan anses vara partenokarpt utvecklade. Frövingarna är även i dessa kottar väl utbildade.

Vid partenokarpi hos *Pinus silvestris* bildas alltså i allmänhet ej ens tomma frön. Fröskalet kan således vanligtvis ej utvecklas utan stimulation genom pollinering. *Pinus silvestris* förhåller sig i detta fall annorlunda än *Larix*-arterna, som i isoleringsförsök utbildar tomma frön utan inverkan av pollen (SYRACH-LARSEN, 1937, LANGNER, 1951). MORK (1933) fann likaså efter kontrollisolering av vanlig gran, *Picea abies*, att fröskal utbildades utan pollinering. Alla frön var emellertid tomma, och han slöt därav att endosperm ej

kan uppstå utan befruktning. Frövingarna utbildas från kottefjällen (SCHNARF, 1937) och kan utvecklas utan föregående pollinering.

De kontrollkottar, som innehåller matade eller tomma frön, måste enligt ovanstående resonemang vara resultat av misslyckade isoleringar. De matade fröna i dessa kottar röntgenfotograferades (ŠIMÁK och GUSTAFSSON, 1953), varefter endosperm- och embryoutbildningen kunde studeras (fig. 9). För trädet 11: 18 visar tio frön fullt utbildat endosperm och embryo, ett frö har väl utbildat endosperm men förkrympt embryo. De sjutton matade kontrollfröna från E: 1 har alla väl utvecklat endosperm och embryo, medan bland de matade fröna från 43—814 finns ett frö med endast endosperm. Sämst utvecklade av kontrollfröna är de från 43—870. Av aderton matade frön har endast nio fullt utbildat endosperm och embryo, fem frön har väl utbildat endosperm men dåligt embryo, i fyra frön finns endast ett förkrympt endosperm utan embryo. Kottar med lika hög procentsats ofullständigt utvecklade frön kan ibland erhållas efter inavel och även efter korsning (se nedan).

Det bör påpekas att honblommorna på trädet 43—870 med avsikt isolerades, då de befann sig i ett senare utvecklingsstadium än andra isolerade blomknoppar. Avsikten var att utröna, huruvida blommorna redan vid isoleringstillfället var mottagliga för pollinering. De frön, som bildades efter denna sena kontrollisolering, bör vara bevis för att så var fallet.

Röntgenfotografering av matat inavels- och korsningsfrö

Med samma röntgenmetod undersöktes även ett större antal frön efter korsning och inavel 1951 (fig. 10). För att de olika träden och pollinerings-typerna lättare skall kunna jämföras, klassificerades fröna efter följande schema (fig. 11).

0 = frön med fröskal och intorkat protallium (tomma frön).

I = frön med fröskal och endosperm men utan embryoner. Följande stadier kan särskiljas:

- a) det torkade endospermet utfyller ej hela fröet;
- b) endospermet fyller upp hela fröskalet;
- c) endospermet fyller upp hela skalet utom ett hålrum i mitten, där embryot normalt skall ligga.

II = frön med fröskal, normalt endosperm, 1—4 små förkrympta embryoner.

III = frön med fröskal, normalt endosperm, 1—4 medelstora embryoner, därav minst ett med differentierade hjärtblad.

IV = frön med fröskal, normalt endosperm, ett väl utvecklat embryo.

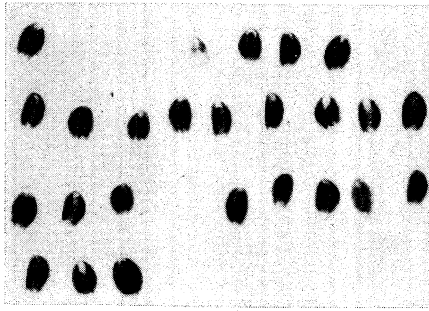
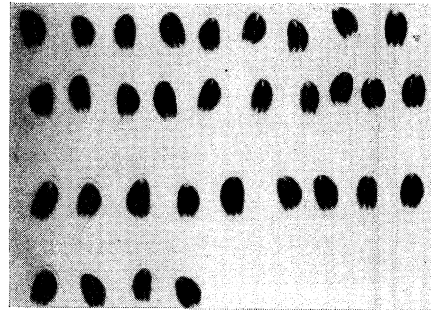
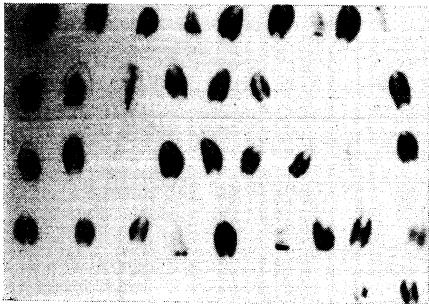
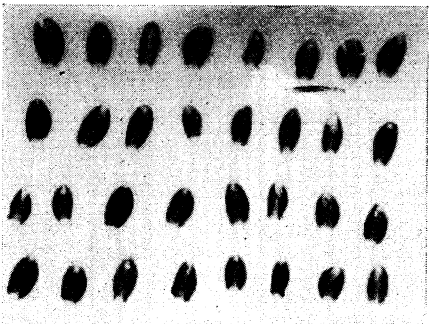
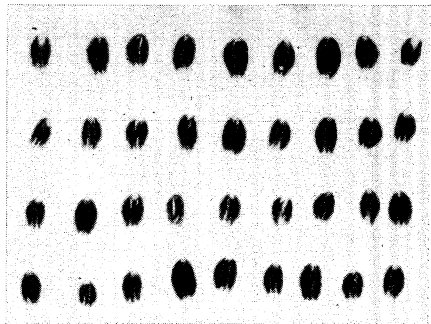
*11:18 inavel**11:18 x 11:15**E:1 inavel**E:1 x E:66**Å:3 inavel**VIII:46 inavel*

Fig. 10. Röntgenfoto av frön efter korsning och inavel.

X-ray photograph of seeds obtained from cross-pollination and self-fertilization.

Polyembryoni försvagar fröets utveckling. Ju fler embryoner i ett frö, desto svagare är de. Stundom är de så föga differentierade, att inget av dem förmår fullborda utvecklingen. Är embryoutvecklingen undertryckt, kan dock endospermet utbildas normalt.

I sammanställningen över de klassificerade fröna i tab. 17 har de tomma

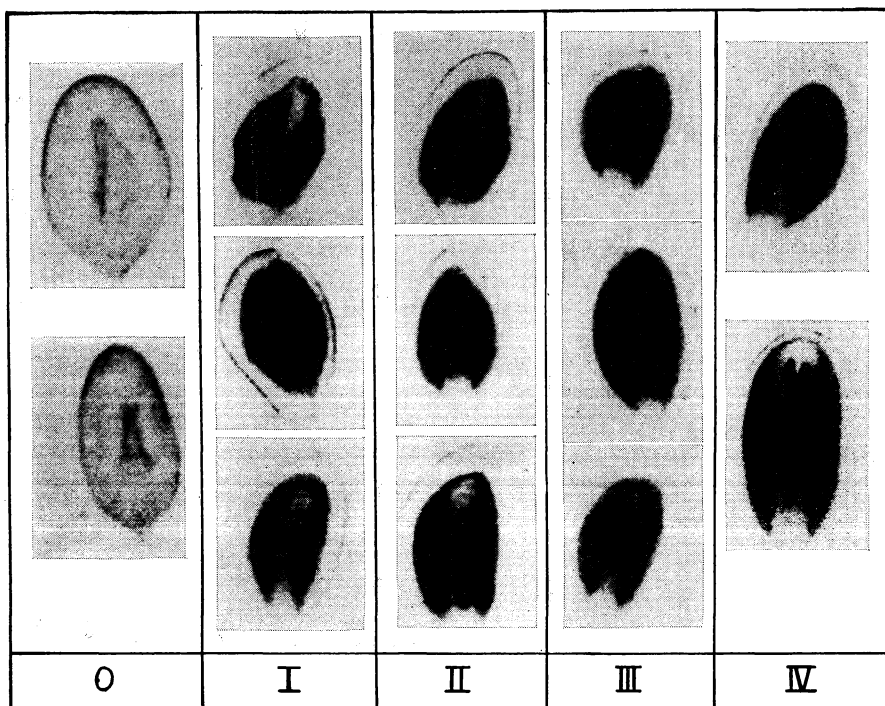


Fig. 11. Röntgenfoto av frön, klassifierade efter embryots och endospermets utveckling.
X-ray photograph of seeds, classified with regard to the stage of development of the embryo and the endosperm.

fröna, klass 0, ej medtagits. Deras frekvens framgår av redogörelsen för fröutbytet (sid. 7). Procenten fullständigt utbildade frön (klass IV) varierar för de undersökta träden mellan 7 % och 90 %. Ingen direkt skillnad i fröutvecklingen kan påvisas mellan plus- och minusträd. Visserligen är antalet undersökta korsningsfrön betydligt mindre än antalet undersökta inavelsfrön, men tydligt är dock, att korsningar givit högre procent väl utvecklade matade frön än inavel på samma träd. Polyembryoni förekommer även efter korsning, t. ex. hos E: 1. Frön tillhörande klass III, vilka har åtminstone ett välutvecklat embryo, är dock troligen fullt grobara (KUJALA, 1927). Utbildning av enbart endosperm är relativt sällsynt i korsningsfrön.

Något samband mellan fröets gröningsprocent efter de olika trädens inavel och samma träds procent inavelsfrön tillhörande klasserna III och IV har icke kunnat påvisas. Den dåliga överensstämmelsen kan till en del bero på att materialet till respektive analyser hämtats från olika års pollineringar.

Diskussion

De undersökta korsningsträden visar stor variation för värdena på kottstorlek, kottvikt, totalantal frö per kott, fröform, tusenkornvikt och groingsprocent. Elimineras modifierande faktorer, är dock varje träd karakteriserat genom sin individuella utbildning av dessa egenskaper.

En analys av fröutbildningen efter korsning och inavel har utförts av DENGLER (1932). Han undersökte ej förhållandena hos enstaka moderträd utan endast hos olika provenienser av tall. Totalantalet frö per kott var lika efter inavel och korsning, men procenten matade frön var mycket mindre efter inavel. DENGLER slöt därav: »dass in Falle der Selbstbestäubung bei der Verschmelzung der Sexualzellen oder der beginnenden Embryobildung häufiger irgendwelche Hemmungen auftreten, die die Bildung eines Vollkornes erschweren bzw. verhindern.» De i denna uppsats fastställda resultaten bekräftar DENGLERS slutsatser.

Tallens honblommor är mottagliga för pollen 9—11 dagar (DENGLER, 1940). Under denna tid når mottagligheten ett optimum, före och efter vilket verkan av pollineringen är mindre. Förhållandet mellan matade och tomma frön är starkt influerat av tidpunkten för pollineringen (von WETTSTEIN, 1940). Detta faktum behöver dock knappast beaktas vid jämförelsen mellan inavel och korsningar på de här undersökta träden, eftersom alla blommor på samma träd pollinerats samtidigt. Däremot kan det ha betydelse för jämförelsen mellan olika träds utbyte av matat frö efter fri avblomning. Frekvensen matade frön är då beroende av det allmänna pollenmolnets täthet och väderleken under den tid blommorna är mest mottagliga. Även de för olika moderträd växlande skillnaderna mellan fröutbytet efter fri avblomning och efter kontrollerade korsningar kan delvis ha sin orsak häri. I detta sammanhang kan även erinras om att kottstorleken efter fri avblomning i genomsnitt är mindre än kottstorleken efter inavel och korsningar (sid. 6).

Utbildning av fler eller färre matade frön är sålunda beroende av moderträdets blombiologiska förhållanden liksom av pollenets art och beskaffenhet (skillnader i fröutbyte efter inavel och korsning) och av hongametofyten (olika grader av självsterilitet).

Fröbildningen är ett komplicerat samspel mellan olika utvecklingsprocesser i den honliga och hanliga gametofyten. Detta samspel innebär även en »preembryonic selection» (STOCKWELL, 1939), d. v. s. det urval, som sker i olika stadier, såväl vid utvecklingen av pollenkorn till pollenslangar med deras färdiga kärnor som vid utvecklingen av arkegonanlag till befruktningsdugliga arkegon. Fröbildningen hos *Pinus silvestris* tillgår sålunda (SCHNARF, 1933, 1937): Fröanlagen sitter på fruktfjällen och består av integument och nucellus. Frövågarna utbildas från yttersta skikten av fruktfjället, integumentet del-

tar till liten del. Av denna orsak kan frövingar utbildas i partenokarpa kontrollkottar. Integumentet bildar det flerskiktade fröskalet; hongametofyten, protalliet, bildar endospermet, och när äggcellen i arkegonet blivit befruktad bildas ur den embryot. Pollenkornen kommer först i beröring med övre delen av nucellus, där de inneslutes av det kniptångformigt utdragna integumentet och efter några dagar börjar att gro. Pollenslangarna växer in i nucellus och genomgår där en viloperiod över vintern. Befruktningen äger rum vid andra vegetationsperiodens början. GOEBEL (citrat av SCHNARF) har påpekat att pollenslangarna inte endast är förmedlare av de hanliga gameterna utan även verkar utvecklingsretande på olika delar av fröanlagen. Förekomsten av tomma frön i de misslyckade kontrollerna och i kottar efter kontrollerade korsningar förklaras av en sådan retning. Integumentet kan utbildas självständigt till fröskal utan befruktning och utan vidare utveckling av hongametofyten. Även endospermet utvecklas oberoende av sporofytvävnaden.

BRANSCHIEDT (1939) har lyckats odla pollenkor av *Taxus* på konstgjort medium och så kunnat följa utvecklingen av skaftceller, pollenslangkärna och anteridieceller. Slutstadiet motsvarade det i fröanlagen observerade. På det konstgjorda substratet genomgick emellertid pollenslangarna ingen viloperiod, vilken under normala förhållanden är sex veckor. BRANSCHIEDT drog den slutsatsen att pollenslangar och arkegon utövar ett ömsesidigt inflytande på varandra och att pollenslangarnas viloperiod beror på hämmande substanser från arkegonen. Denna hämning försvinner, när arkegonen är färdiga att befruktas.

Hämningsverkan från arkegonen hindrar dock icke pollenslangarna från att börja växa efter pollineringen, även om denna innebär självbefruktning. Detta bevisas av det stora antal frön, som framför allt efter inavel men även efter korsningar är tomma eller endast innehåller endosperm. För att dessa skall kunna utbildas, måste integument och protallium stimuleras av den utväxande pollenslangen. Förmodligen verkar här pollenslangkärnan och den vandrande skaftcellen. Arkegonen hindrar däremot i dessa fröanlag anteridiekärnans sammansmältning med äggcellen, d. v. s. hämningsverkan upphävs inte efter pollenslangarnas viloperiod, som är det naturliga, åtminstone efter korsbefruktning. Denna teori strider icke mot vad man känner till om självsterilitetsgener hos angiospermer. Dessa gener hämmar efter inavel pollenslangarnas tillväxt i stiftet (BÜNNING, 1948).

Varför är självsteriliteten dock inte fullständig, och varför utbildas ett större eller mindre antal embryoner efter självbefruktning? BRANSCHIEDT har påpekat en omständighet i samspelet mellan honliga och hanliga gameter, som är av betydelse i detta sammanhang. De i protalliet växande 3—4 arkegonen befinner sig inte i samma utvecklingsstadium, somliga är ännu icke befruktade, medan andra redan påbörjat embryoutvecklingen. Upphä-

vandet av hämningsmekanismen sker därför för varje arkegon på olika tidpunkt. Dessutom omger flera pollenslangar arkegonen i de olika utvecklingsstadierna. Utbildning av frö efter självbefruktning kan förklaras av att arkegonen på ett sent stadium helt eller delvis förlorar sin hämningsverkan och då kan befruktas. Självsteriliteten hos *Pinus silvestris* är följaktligen ofullständigt verkande.

Också artfrämmande pollen stimulerar till utbildning av tomma frön (DENGLER, 1932), även om inte befruktning kommer till stånd.

Vidare undersökningar av bl. a. hämningsmekanismen är nödvändiga för att klarlägga självsteriliteten hos *Pinus silvestris*.

Det må här tilläggas att kännedomen om en viss genotyps benägenhet för självbefruktning är av utomordentlig betydelse för klonsammansställningen vid anläggandet av fröplantager.

Sammanfattning

Kottstorleken är karakteristisk för varje moderträd men påverkas i viss grad av yttre faktorer, t. ex. klimatet olika år (tab. 3).

Fröutbytet efter fri avblomning, den naturliga pollineringsstypen, varierar med olika moderträd (tab. 8). Det totala antalet frön per kott efter inavel och efter korsning är lika och förhåller sig till totala fröutbytet per kott efter fri avblomning på ett för varje moderträd bestämt sätt (fig. 2). Procenten matade frön är för de flesta träd väsentligt lägre efter inavel än efter fri avblomning och korsning. Träden Boxholm VIII: 46 och Ånge Å: 2 utgör undantag (fig. 1).

Tusenkorrvikten för matat frö är korrelerad med kottstorleken. Matat frö efter inavel har lika hög tusenkorrvikt som matat frö efter korsning och fri avblomning. Någon korrelation mellan tusenkorrvikt och antal frö per kott har ej kunnat påvisas. Frö från minusträd har i genomsnitt högre tusenkorrvikt än frö från plusträd.

Beträffande *fröets morfologi* finnes säkra skillnader mellan samtliga undersökta moderträd.

Antalet uppkomna plantor i procent av antalet utsådda frön, här kallat gröningsprocenten, är för frön efter fri avblomning och frön efter korsning ungefär lika stort, medan däremot gröningsprocenten för inavelsfrö är betydligt lägre (tab. 13). Såväl efter korsning som efter inavel ger plusvarianterna som moderträd procentuellt färre plantor än minusvarianterna.

Pollenkvaliteten är mycket skiftande från träd till träd och från år till år inom ett träd (tab. 14). Något samband mellan korsningsresultaten och faderträdens procent av »gott» pollen har ej påvisats. Ej heller synes någon korrelation föreligga mellan fenotyp och pollenkvalitet.

Kontrollisoleringar har utförts på samtliga moderträd. Endast de i tab. 16 upptagna träden har lämnat något utbyte av kott och frö. De kottar, som ej innehåller några frön, kan anses vara partenokarpt utbildade, medan de kottar som utbildat matade eller tomma frön får anses vara resultat av misslyckade isoleringar. De matade kontrollfrönas endosperm och embryoner är ej sämre utbildade än endosperm och embryoner i matade inavels- och korsningsfrön.

Efter röntgenfotografering (ŠIMÁK och GUSTAFSSON 1953) har matade inavels- och korsningsfrön kunnat klassificeras med avseende på endosperm- och embryoutbildningen. Någon skillnad i detta hänseende mellan frön från plus- resp. minusträd har ej kunnat påvisas. Korsningar har givit högre procent väl utvecklade matade frön än inavel på samma träd (tab. 17).

Summary

The development of cones and seeds in the case of self- and cross-pollination in (*Pinus silvestris* L.).

Genetical investigations into coniferous trees have shown that these species follow the same laws of heredity as other plants (LANGLET 1937, GUSTAFSSON 1949). In order to get a more thorough idea of these facts, experiments with artificial crossings were carried out in the species *Pinus silvestris*, with selected trees from different parts of Sweden.

The trees used are partly pronounced plus-trees with a straight trunk, thin branches, a rather narrow crown and, finally, the wood being of good quality; partly plain minus-trees with thick branches, a broad crown and a poor height growth (Tab. 1).

The intention of the experiments is to clarify as far as possible how far the phenotype of a tree corresponds to its genotype and whether the tree is suitable for breeding work; i.e., if it has a good combination capacity and leaves a good yield of seed and a good progeny.

To begin with special attention has been paid to:

- 1) Cone- and seed-setting in different mother-trees and after different types of pollination.
- 2) Self-fertility and self-sterility.
- 3) Causes of self-sterility.
- 4) Pollen-quality and its influence on seed-setting.
- 5) Percentage seedlings obtained.
- 6) Morphology and anatomy of the seed.
- 7) Cone- and seed-setting, when pollination of the flowers has been prevented ("controls").

Some of the results hitherto obtained can be summed up in the following way: The cone-length is a property, characteristic of each mother-tree. The differences in cone-length in different years and resulting from different types of pollination is, however, statistically significant (Tab. 3). The cones, for example, which were obtained after self- and cross-pollination are on an average of equal size, while the mean size of the cones collected after open-air pollination is smaller; this differ-

ence has been established with rather high degree of significance ($P = 0.01^{**}$). No correlation has been demonstrated as existing between cone-size and degree of latitude. Cones from minus-trees are without question bigger than cones from plus-trees ($P = 0.001^{***}$).

The seed production after open-air pollination, self-fertilization and cross-pollination has been examined. The results are graphically shown in figs. 1—5. The values of the yield from open-air pollination have been put to 100 and the values of the seed production obtained after self- and cross-fertilization have been worked out as a proportion of these. The differences in seed production after the various types of pollination are clear judging from the diagrams. The absolute differences in seed production between the mother-trees are evident from table 8.

The number of seeds per cone obtained after self- and cross-fertilization is in a certain ratio to the number of seeds per cone obtained after open-air pollination. This ratio is characteristic of any particular mother-tree. This phenomenon probably is due to the bagged flowers being pollinated at their most receptive stage, whereas the flowers left for open air pollination are dependent on the existence of pollen in the air and especially on the weather conditions then prevailing. The total number of seeds per cone is the same after self- and cross-fertilization (fig. 2). The percentage of full seeds and the number of full seeds per cone are much less after self-fertilization than after cross- and open-air pollination (figs. 1 and 3). There is, however, one exception, tree no. VIII: 46, a minus-tree which develops more full seed per cone after self-fertilization than after cross-pollination. This tree is of a very great interest when studying the problem of self-sterility in the pines.

The weight of 1 000 full seeds increases with cone-size. The correlation between the cone-weight and the weight of 1 000 full seeds is graphically shown in figs. 6—8. It is striking that so many values seem to join the same regression line in spite of the fact that they represent different trees and provenances as well as different years and types of pollination. The two pines E: 1 and E: 66 have small cones but high weight of 1 000 seeds, while the tree VIII: 46 distinguishes itself by having low weight of 1 000 seeds in spite of its big cones. No correlation between the number of full seeds per cone and the weight of 1 000 seeds was proved. In the three graphs representing different classes of number of full seeds per cone the regression lines almost coincide. It is true that in the cones obtained after self-fertilization a small number of full seeds develops, but the weight of 1 000 seeds after self-fertilization is as high as the weight of 1 000 seeds after open-air- and cross-pollination from cones of the same size. This is probably due to the fact that the endosperm is well developed before fertilization occurs (RIGHTER 1945). The minus-trees have on an average higher cone-weight and weight of 1 000 full seeds than the plus-trees. It is to be assumed that the minus-trees probably supply more nourishment to the flower- and cone-producing organs than the plus-trees.

With a special photographic method worked out by ŠIMÁK (1953) an examination has been carried out concerning seed-morphology and seed-colour of some of the trees used for crossing. ŠIMÁK found that the seed size of the mother-trees varies a great deal, while the seed form is constant. The seed colour is another property characteristic of each mother-tree; the ground colour is constant but the colour strength fluctuates as between different years. ŠIMÁK also found that a difference in seed size amounting to ± 0.2 mm between two trees is statistically significant. A difference in form-quotients (for instance breadth/length and breadth/thickness)

is statistically significant if amounting to $\pm 4.0\%$. Seed from a particular tree can also be recognized by certain details in the seed form.

Table 10 a—d shows some characteristics of the seed from four Swedish provenances. It is clear from the table that it is possible to distinguish seed from different trees. Table 10 a shows that as regards seed size and form-quotients of the seed there is no difference between the trees VIII: 1 and VIII: 2. Seed from VIII: 2 has, however, a characteristically bent point of the micropyle, making this seed very easy to pick out from other ones. Seed from the pines Å: 3 and Å: 4 respectively (Table 10 c) have about the same size and form, but are separated in both seed-colour and the structure of the seed-coat.

The percentage of germinated seeds has been calculated from the ratio between the number of seedlings obtained in the nursery and the number of full seeds sown. On comparison between these percentages of germination it has been shown that seeds after cross-pollination germinate just as well as seeds after open-air pollination. Seeds after self-fertilization on the contrary have a considerably lower germination percentage (Tab. 13). The plus-trees yield a smaller percentage of seedlings after cross-pollination as well as after self-fertilization than the minus-trees do.

The morphology of the pollen-grains has been examined. The grains have been classified into three groups: good, average and poor quality. There is a considerable variation of the percentage of good pollen from different mother-trees (Tab. 14). No correlation has been proved between the results of the crosses and the percentage of poor grains in the pollen used. Nor does there seem to be any connection between the phenotype and the quality of the pollen.

Some female-flowers of each mother-tree have been isolated in bags without being pollinated (controls). Most controls do not give any cones. In some trees, however, some of the control cones have yielded full and empty seeds, while others have cones with seed-wings only (Tab. 16). These last-mentioned cones are considered to be parthenocarpically developed, the cone-scales being formed without pollination. Control cones, containing full or empty seeds, may be regarded as unsuccessfully isolated. If the seed-coat is to have a chance to develop the integuments have to be stimulated by out-growing pollen-tubes. In this respect *Pinus silvestris* differs from the *Larix*-species, where empty seeds can be formed without pollination (SYRACH-LARSEN 1937, LANGNER 1951). Seed-wings develop from the cone-scale independently of pollination and occur in parthenocarpic cones. Table 16 shows the number of cones obtained after "control" isolation and their content of seeds and wings. Eleven of the thirteen cones of E: 1 and all the cones from Y: 38, 42—801, 43—805 and 43—866 may be considered as parthenocarpically formed.

The full seeds obtained from the control-cones were X-ray-photographed (ŠIMÁK and GUSTAFSSON 1953), and the formation of endosperm and embryo could then be studied (fig. 9). Most seeds contain both endosperm and embryo.

This method of X-ray-photography has also been used to study the anatomy of seed after self- and cross-fertilization. In fig. 10 some of the photos are shown. In order to facilitate the comparison between seed-anatomy of the different mother-trees and of different types of pollination the seed has been classified as follows (fig. 11).

- o = seeds with seed-coat and shrunk prothallium;
- I = seeds with seed-coat and endosperm but without embryo;

- II = seeds with seed coat, normally developed endosperm, and 1—4 small stunted embryos;
- III = seeds with seed coat, normally developed endosperm, 1—4 embryos of average size, at least one with differentiated cotyledons;
- IV = seeds with seed-coat, normally developed endosperm, and only one well differentiated embryo.

The percentage of well developed seed (class IV) varies between 7 % and 90 % (Tab. 17). Very likely, however, seeds belonging to class III which have at least one well differentiated embryo are germinative (KUJALA 1927). The number of examined seeds after self-fertilization is greater than the number of examined seeds after cross-fertilization, but it is evident that cross-fertilization gives a higher percentage of well developed full seeds than self-fertilization of the same tree. There is no difference in seed development between plus- and minus-trees.

Litteraturförteckning

- BRANSCHIEDT, P., 1939. Befruchtungsphysiologische Untersuchungen an *Taxus baccata*. — Ber. der deutsch. Bot. Gesellsch. Bd. 57, sid. 495—505.
- BÜNNING, E., 1948. Entwicklungs- und Bewegungsphysiologie der Pflanzen. — Berlin — Göttingen — Heidelberg
- DENGLER, A., 1932. Künstliche Bestäubungsversuche an Kiefern. — Zschr. für Forst- und Jagdw. 64, sid. 513—555.
- 1939. Über die Entwicklung künstlicher Kiefernkreuzungen. — Zschr. für Forst- und Jagdw. 71, sid. 457—485.
- 1940. Über die Befruchtungsfähigkeit der weiblichen Kiefernblüte. — Zschr. für Forst- und Jagdw. 72, sid. 48—54.
- GUSTAFSSON, Å., 1949. Genetik och växtförädling inom skogsbruket. — Norrl. Skogsv. förb. Tidskr., sid. 164—182.
- 1952. Skoglig växtförädling. — Medd. fr. Stat. skogsf.inst. 42: 1, sid. 247—270.
- HUSS, E., 1951. Skogsforskningsinstitutets metodik vid fröundersökningar. — Medd. fr. Stat. skogsf.inst. 40: 6, sid. 1—82.
- KUJALA, V., 1927. Untersuchungen über den Bau und die Keimfähigkeit von Kiefern- und Fichtensamen in Finnland. — Medd. fr. Forstl. Försöksanst. 12, sid. 1—68.
- LANGLET, O., 1937. Om miljö och ärflighet samt om förutsättningarna för växtförädling av skogsträd. — Norrl. Skogsv.förb. Tidskr. sid. 49—99.
- LANGNER, W., 1951. Kreuzungsversuche mit *Larix europaea* D. C. und *Larix leptolepis* Gord. — Zschr. für Forstgenetik und Forstpflanzenzücht. 1, H. 1, sid. 2—18; H. 2, sid. 37—40.
- MORK, E., 1933. Temperaturen som foryngelsesfaktor i de nordtrønderske granskoger. — Medd. fra det Norske Skogf.vesen. 5, sid. 1—156.
- NÄSLUND, M., 1951. Sveriges skogstillgångar. — Industriens upplysntjänst, Ser. G, 6, 132 sid.
- RIGHTER, F. I., 1945. Pinus: The Relationship of Seed Size and Seedling Size to Inherent Vigor. — Jour. Forestry 43 (2), sid. 131—137.
- RIGHTER, F. I., and STOCKWELL, P., 1949. The Fertile Species Hybrid, *Pinus Murray-banksiana*. — Madroño X, sid. 65—69.
- ROHMEDER, E., 1939. Wachstumsleistungen der aus Samen verschiedener Grössenordnung entstandenen Pflanzen. — Forstwiss. Centralbl. 61, sid. 42—59.
- SCHNARF, K., 1933. Embryologie der Gymnospermen. — Handbuch der Pflanzenanatomie. — Berlin.
- 1937. Anatomie der Gymnospermen-Samen. — Handbuch der Pflanzenanatomie. — Berlin.
- ŠIMÁK, M., 1953 a. Über die Samenmorphologie der gemeinen Kiefer (*Pinus silvestris* L.). — Medd. fr. Stat. skogsf.inst. 43: 2, sid. 1—30.
- 1953 b. Beziehungen zwischen Samengrösse und Samenzahl in verschiedenen grossen Zapfen eines Baumes (*Pinus silvestris* L.). — Medd. fr. Stat. skogsf.inst. 43: 8, sid. 1—17.
- ŠIMÁK, M., och GUSTAFSSON, Å., 1953. Röntgenfotografering av skogsträdsfrö. — Skogen 40: 5*, sid. 58—61.
- STOCKWELL, W. P., 1939. Preembryonic Selection in the Pines. — Journ. of Forestry 37, sid. 541—543.
- STOCKWELL, W. P., and RIGHTER, F. I., 1947. Hybrid Forest Trees. — Yearbook of Agriculture 1943—1947, sid. 465—472.
- SYRACH-LARSEN, C., 1937. The Employment of Species, Types and Individuals in Forestry. — Yearb. Roy. Vet. Agric. Coll. 1937, sid. 69—222.
- 1947. Estimation of the Genotype in Forest Trees. — Yearb. Roy. Vet. Agric. Coll., sid. 87—128.
- VANSELOW, 1933. Versuche über den Einfluss verschiedener Samenkorngrösse und verschiedener Herkunft des Samens auf die Entwicklung der Fichte. — Allg. Forst u. Jagdzeit. 109, sid. 105—110.
- VON WETTSTEIN, W., 1937. Forstpflanzliche Züchtungsversuche — besonders mit *Populus*. — Bot. Not., sid. 272—284.
- 1940. Zur Blütenbiologie von *Pinus silvestris*. — Zschr. für Forst- und Jagdw. 72, sid. 404—409.

TABELLER

Tabell 1. Sammanställning av vissa data för de i undersökningen ingående träden.

Tabular view of some dates concerning the trees used for crossing experiments.

Identitetsnummer Identity-number	Socken Parish Län County Lokal Locality	Fenotyp Phenotype Plusträd + Plus-tree + Minusträd — Minus-tree —	Höjd m Height m	Diam. vid bröst höjd mm Diameter breast-height mm	Ålder År Age Year	Krontyp Type of crown	Grentyp Type of branches	Uppmätningssår Year of measurement
VIII: 1		+	28,0	420	123	Smal ¹	Fin ⁵	1949
VIII: 2	Malexander	+	30,5	460	118	Smal	Fin	1949
VIII: 46	Östergötlands	—	22,8	486	113	Bred ²	Grov ⁶	1949
VIII: 47	»Boxholm»	—	19,0	418	113	Bred	Grov	1949
II: 1		+	21,5	305	82	Extr. ³ smal	Fin	1951
II: 15	Ockelbo	+	24,5	315	90	Smal	Fin	1951
II: 17	Gävleborgs	+	25,0	280	90	Smal	Fin	1951
II: 18	»Ockelbo»	—	15,8	305	60	Interm. ⁴ bred	Interm.	1951
II: 19		—	20,6	425	86	Bred	Grov	1951
S: 21	Mora	+	31,5	433	89	Interm.	Interm.	1952
S: 23	Kopparbergs	+	27,0	386	126	Interm.	Fin-interm.	1952
S: 9	»Siljansfors»	—	20,5	630	90—100	Bred	Grov	1952
Y: 7		+	25,3	300	89	Interm.	Fin	1951
Y: 8	Ytterhogdal	+	24,6	328	84	Smal	Extr. fin	1951
Y: 17	Jämtlands	+	24,2	314	80	Smal	Extr. fin	1951
Y: 37	»Aspan»	—	19,9	380	72	Bred	Grov	1951
Y: 38		—	22,4	320	102	Bred	Grov	1951
Å: 1		+	25,5	283	88	Smal	Fin	1948
Å: 2	Haverö	+	26,5	335	90	Smal	Fin	1948
Å: 3	Västernorrlands	—	20,5	437	89	Bred	Grov	1948
Å: 4	»Ånge»	—	20,0	425	78	Bred	Grov	1948
B: 5	Själevad Västernorrlands	—	21,5	305	71	Bred	Interm.- grov	1949
B: 6	»Björna»	—	21,5	314	72	Bred	Interm.	1949
B: X		+	24,0	353	108	Smal	Fin	1949
A: 1	Anundsjö Västernorrlands »Seltjärn»	+	24,9	382	95	Smal- interm.	Fin-interm.	1951
E: 1	Jokkmokk Norrbottens	+	18,8	298	100	Smal	Interm.- fin	1949
E: 66	»Vuollerim»	—	16,5	320	58	Bred	Grov	1949
E: 67		—	16,5	330	60	Bred	Grov	1949

Narrow. ² Wide. ³ Extremely. ⁴ Intermediary. ⁵ Slender. ⁶ Thick.

Tabell 2. Kottlängd. Medeltal.
Average length of cones.

Moder-träd Mother-tree	Fri avblomning Open-air pollination			Inavel Self-fertilization			× plussträd × a plus-tree			× minusträd × a minus-tree		
	1948	1949	1950	1948	1949	1950	1948	1949	1950	1948	1949	1950
VIII: 1	\bar{x}	35,11	32,25		36,02	34,03		34,18	32,57		34,65	33,61
	n	50	50		19	50		34	50		39	50
VIII: 2	\bar{x}	31,29	31,56		29,72	31,82		32,78	30,73		31,94	31,28
	n	50	50		18	50		32	50		14	29
VIII: 46	\bar{x}	36,05	36,99		36,95	38,80		38,86			38,55	38,52
	n	50	50		50	50		50			50	50
II: 18	\bar{x}	31,94	28,55			26,48			25,36			25,90
	n	50	50			22			22			29
Å: 1	\bar{x}	31,52				33,47	32,14			32,02		
	n	42				16	44			25		
Å: 3	\bar{x}		33,95	35,51		31,60	36,12		34,67		33,39	34,65
	n		50	50		46	42		15		24	27
Å: 4	\bar{x}	37,53		34,89			39,41	37,57		37,46	35,43	37,76
	n	50		13			29	27		50	50	44
E: 1	\bar{x}		28,71	29,96		29,13			26,61		27,82	
	n		41	22		46			29		23	

Tabell 3. Variansanalys på kottlängden efter korsningar 1948—1950. Inflytande av moderträd, år och pollineringsstyp.

Analysis of variance in cone-length after artificial crossings 1948—50. Influence by mother-trees, different years and different types of pollination.

	Frihetsgrader Degrees of freedom	Kvadratsumma Sum of squares	Medelkvadrat Mean squares
a. Mellan övergrupper	10	2 574,66	
Between superior groups			
Inom övergrupper Within superior groups			
Mellan undergrupper	40	21 004,69	525,12
Between subordinate groups			
Inom undergrupper	1 912	34 909,87	18,26
Within subordinate groups			
Summasamling	1 962	58 489,22	
Total			$v^2 = 28,76$
		Mellan moderträd: $P < 0,001$ Between mother-trees:	
b. Mellan övergrupper	31	21 922,73	
Between superior groups			
Inom övergrupper: Within superior groups:			
Mellan undergrupper	19	1 656,62	87,19
Between subordinate groups			
Inom undergrupper	1 912	34 909,87	18,26
Within subordinate groups			
Summasamling	1 962	58 489,22	
Total			$v^2 = 4,77$
		Mellan år: $P < 0,001$ Between years:	
c. Mellan övergrupper	16	22 195,80	
Between superior groups			
Inom övergrupper: Within superior groups			
Mellan undergrupper	34	1 383,55	40,69
Between subordinate groups			
Inom undergrupper	1 912	34 909,87	18,26
Within subordinate groups			
Summasamling	1 962	58 489,22	
Total			$v^2 = 2,23$
		Mellan pollineringsstyper: $P < 0,001$ Between types of pollination:	
<i>Förklaringar:</i> a.: Övergrupper = år och pollineringsstyp <i>Explanations:</i> Superior groups = year and type of pollination Undergrupper = moderträd Subordinate groups = mother-tree			
b.: Övergrupper = moderträd och pollineringsstyp Superior groups = mother-tree and type of pollination Undergrupper = år Subordinate groups = year			
c.: Övergrupper = moderträd och år Superior groups = mother-tree and year Undergrupper = pollineringsstyp Subordinate groups = type of pollination			

Tabell 4. Moderträdens medelkottlängd i mm under olika år, oavsett pollineringsstyp.
Average cone-length in different years irrespective of type of pollination.

Moderträd Mother-tree	1949	1950	1948—1950
VIII: 1	34,88 ± 0,378	33,12 ± 0,296	33,85 ± 0,238
VIII: 2	31,54 ± 0,367	31,35 ± 0,295	31,42 ± 0,234
VIII: 46	37,60 ± 0,300	38,10 ± 0,369	37,82 ± 0,234
II: 18	31,94 ± 0,430	26,98 ± 0,306	28,42 ± 0,303
Å: 1		33,47 ± 0,825	32,08 ± 0,301
Å: 3	32,94 ± 0,377	35,43 ± 0,451	34,25 ± 0,307
Å: 4	35,43 ± 0,655	37,88 ± 0,629	37,24 ± 0,319
E: 1	28,26 ± 0,379	29,95 ± 0,788	28,49 ± 0,347

Tabell 5. Jämförelse mellan kottstorlek efter inavel och fri avblomning.
Comparison between cone-size after self-fertilization and after open-air pollination.

Moderträd Mother-tree	År Year	Kottstorlek efter Cone-size after		Differens Difference	P-värde P-value
		inavel self-fertilization	fri avblomning open-air pollination		
a. Kotten <i>större</i> efter inavel än efter fri avblomning. Cones <i>bigger</i> after self-fertilization than after open-air pollination.					
VIII: 1	1949	36,02 ± 0,964	35,10 ± 0,615	0,92	0,5—0,4
	1950	34,03 ± 0,632	32,25 ± 0,585	1,78	0,05
VIII: 2	1950	31,82 ± 0,637	31,56 ± 0,463	0,26	0,8—0,7
	VIII: 46	1949	36,95 ± 0,667	36,05 ± 0,560	0,90
	1950	38,80 ± 0,626	36,99 ± 0,665	1,81	0,05
Å: 3	1950	36,12 ± 0,733	35,51 ± 0,897	0,61	0,6
Å: 4	1950	39,41 ± 1,080	34,88 ± 0,894	4,53	0,01—0,001
E: 1	1949	29,13 ± 0,586	28,70 ± 0,638	0,43	0,7—0,6
b. Kotten <i>mindre</i> efter inavel än efter fri avblomning. Cones <i>smaller</i> after self-fertilization than after open-air pollination.					
VIII: 2	1949	29,72 ± 1,418	31,29 ± 0,472	1,57	0,3—0,2
II: 18	1950	26,48 ± 0,643	28,55 ± 0,502	2,07	0,02—0,01
Å: 3	1949	31,60 ± 0,594	33,95 ± 0,623	2,35	0,01—0,001

Tabell 6. Jämförelse mellan kottstorlek efter korsning och fri avblomning.
Comparison between cone-size after cross-pollination and after open-air pollination.

Moderträd Mother-tree	År Year	× plus	× minus	Fri avbl. Open-air pollination	Differens Difference	P-värde P-value
a. Kotten <i>större</i> efter korsning än efter fri avblomning. Cones <i>bigger</i> after cross-pollination than after open-air pollination.						
VIII: 1	1950	32,57±0,528	33,61±0,604	32,25±0,585	0,32 1,36	0,7—0,6 0,2—0,1
VIII: 2	1949	32,78±0,536	31,94±1,246	31,29±0,472	1,49 0,65	0,1—0,05 0,7—0,6
VIII: 46	1949	38,86±0,519	38,55±0,576	36,05±0,560	2,81 2,50	0,001 0,01—0,001
	1950		38,52±0,601	36,99±0,665	1,53	0,1—0,05
Å: 4	1950		37,76±0,907	34,88±0,894	2,88	0,05—0,02
b. Kotten <i>mindre</i> efter korsning än efter fri avblomning. Cones <i>smaller</i> after cross-pollination than after open-air pollination.						
VIII: 1	1949	34,18±0,825	34,65±0,739	35,10±0,615	0,92 0,45	0,4—0,3 0,7—0,6
VIII: 2	1950	30,73±0,564	31,28±0,743	31,56±0,463	0,83 0,28	0,3—0,2 0,8—0,7
II: 18	1950	25,36±0,559	25,90±0,533	28,55±0,502	3,19 2,65	0,001 0,001
Å: 3	1949		33,39±0,625	33,95±0,623	0,56	0,6—0,5
Å: 3	1950	34,67±1,137	34,65±0,767	35,51±0,897	0,84 0,86	0,6—0,5 0,5—0,4
E: 1	1949	26,61±1,070	27,82±0,793	28,70±0,638	2,09 0,88	0,1—0,05 0,4—0,3

Tabell 7. Jämförelse mellan kottstorlek efter inavel och korsning.
Comparison between cone-size after self-fertilization and cross-pollination.

Moderträd Mother-tree	År Year	Inavel Self-fertilization	× plus	× minus	Differens Difference	P-värde P-value
a. Kotten <i>större</i> efter inavel än efter korsning. Cones <i>bigger</i> after self-fertilization than after cross-pollination.						
VIII: 1	1949	36,02±0,964	34,18±0,825	34,65±0,739	1,84 1,37	0,2—0,1 0,3—0,2
	1950	34,03±0,632	32,57±0,528	33,61±0,604	1,46 0,42	0,3—0,2 0,6—0,5
VIII: 2	1950	31,82±0,637	30,73±0,564	31,28±0,743	1,09 0,54	0,3—0,2 0,6—0,5
VIII: 46	1950	38,80±0,626		38,52±0,601	0,28	0,8—0,7
II: 18	1950	26,48±0,643	25,36±0,559	25,90±0,553	1,12 0,58	0,2—0,1 0,5—0,4
Å: 3	1950	36,12±0,733	34,67±1,137	34,65±0,767	1,45 1,47	0,3—0,2 0,2—0,1
Å: 4	1950	39,41±1,080		37,76±0,907	1,65	0,3—0,2
E: 1	1949	29,13±0,586	26,61±1,070	27,82±0,793	2,52 1,31	0,05—0,02 0,2—0,1
b. Kotten <i>mindre</i> efter inavel än efter korsning. Cones <i>smaller</i> after self-fertilization than after cross-pollination.						
VIII: 2	1949	29,72±1,418	32,78±0,586	31,94±1,246	3,06 2,22	0,05—0,02 0,3—0,2
VIII: 46	1949	36,95±0,667	38,86±0,519	38,55±0,576	1,91 1,60	0,05—0,02 0,1—0,05
Å: 3	1949	31,60±0,594		33,39±0,625	1,79	0,05—0,02

Tabell 8. Fröutbyte av 1950 års material. Fri avblomning.

Seed yield after open-air pollination in 1950.





Moderträd Mother-tree	% matat frö % full seeds	Totalantal frön per kott Total number of seeds per cone	Antal matade frön per kott Number of full seeds per cone
VIII: 1	71,0	13,6	9,6
VIII: 2	64,0	19,6	12,5
VIII: 46	72,6	15,8	11,5
VIII: 47	54,1	19,9	10,8
II: 15	54,1	13,7	7,4
II: 18	71,6	19,9	14,2
Y: 17	64,3	5,2	3,3
Y: 37	77,8	6,9	5,4
Å: 1	77,3	11,0	8,5
Å: 2	47,8	11,5	5,5
Å: 3	84,4	6,8	5,7
Å: 4	91,4	6,2	5,7

Tabell 9. Tusenkornvikt, kottvikt och antal matade frön per kott efter olika korsningskombinationer.

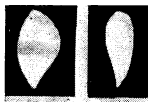
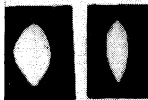

Weight of 1000 seeds, cone-weight and number of full seeds per cone after different combinations of crossing.

	Moderträd Mother-tree	VIII: 1		VIII: 2		VIII: 46		Y: 17		Y: 38		Å: 3		Å: 4		E: 1	E: 66	E: 67
	År Year	1949	1950	1949	1950	1949	1950	1950	1950	1949	1950	1949	1950	1949	1950	1949	1949	1949
Fri avbl. Open-air pollination	t. v.	4,51	3,77	4,25	4,25	4,62	4,51	3,36	4,46	5,36	5,00	4,73	4,85	5,45	5,13	5,11	5,11	5,11
	k. v.	3,60	2,50	2,90	3,12	4,10	4,99	1,22	2,99	2,10	3,77	2,10	3,25	4,00	2,30	3,50	3,50	3,50
	m. f/k.	19,6	9,6	12,2	12,5	12,3	11,5	3,3	12,1	14,5	5,7	4,3	5,7	6,1	6,6	7,6	7,6	7,6
Inavel Self-ferti- lization	t. v.	5,47	4,20	3,67	4,77	4,42	4,66	3,10	4,30	4,65	4,54		5,10	5,72				
	k. v.	3,50	2,86	2,20	3,00	4,00	4,33	1,24	4,17	3,70	3,86		3,91	2,50				
	m. f/k.	1,9	1,6	0,3	0,4	9,1	9,0	4,2	5,5	1,2	3,7		3,9	0,3				
+ × +	t. v.	4,94	3,82	4,41	3,76			3,08							5,50			
	k. v.	3,3	2,50	3,00	2,66			3,24								2,10		
	m. f/k.	12,1	6,7	12,8	11,1			1,41								2,10		
— × —	t. v.					4,74	4,74			4,82	6,22	5,02	5,36	4,65			4,98	4,79
	k. v.					4,10	4,64			4,05	3,60	3,21	3,60	3,64			5,26	4,97
	m. f/k.					7,4	5,7			10,0	7,4	10,9	10,2	9,7			1,90	3,20
+ × —	t. v.	4,78	3,87	3,87	4,15													
	k. v.	3,4	2,46	2,70	2,90													
	m. f/k.	13,3	4,4	11,9	6,1													
— × +	t. v.					4,41				4,66		4,52					5,03	
	k. v.					4,20				4,24		3,44					1,80	
	m. f/k.					15,5				20,5		13,7					4,80	





Tabell 10 a. Fröets morfologiska karaktärer hos korsningsträden. Boxholm.
Morphological properties of the seed. Boxholm.

Träd nr Tree no.	Längd i mm Length, mm	Bredd i % av längden Breadth in % of the length	Tjocklek i % av bredden Thickness in % of the breadth	Karaktäristiska frödetaljer Special seed-details	Fröfärg Seed-colour	Fotografi av för trädet karak- teristiskt frö Photo of seed charac- teristic of the tree
Boxholm VIII: 1	3,6	59,8	58,6	Långsamt avsmal- nande skarp mikro- pylspets Sharp, slowly tapering point of the micropyle	Mörkbrun grundfärg Finkornig yta Darkbrown ground colour Fine-grained surface	
VIII: 2	3,7	57,5	59,0	Böjd mikropylspets Bent point of the micro- pyle	Rödbrun grundfärg Mörkbrun marmore- ring (10 %) längs kanterna Red-brown ground colour Darkbrown streaks along the edges (10 %)	
VIII: 46	4,3	54,3	53,7	Långt utdragen skarp mikropylspets Very extended sharp point of the micropyle	Brungrå grundfärg Brown-grey ground colour	
VIII: 47	3,8	57,5	57,9	Långt utdragen skarp mikropylspets Very extended sharp point of the micropyle	Brun grundfärg Fina svarta prickar Brown ground colour Small black spots	




Tabell 10 b. Fröets morfologiska karaktärer hos korsningsträden. Ockelbo.
Morphological properties of the seed. Ockelbo.

Träd nr Tree no.	Längd i mm Length, mm	Bredd i % av längden Breadth in % of the length	Tjocklek i % av bredden Thickness in % of the breadth	Karaktäristiska frödetaljer Special seed-details	Fröfärg Seed-colour	Fotografi av för trädet karak- teristiskt frö Photo of seed charac- teristic of the tree
Ockelbo II: 15	4,0	55,7	65,7		Beige grundfärg Svart—mörkbrun marmorering (40 %) Light-brown ground colour Black—darkbrown streaks (40 %)	
II: 17	3,8	55,3	60,3		Brun grundfärg Mörkbrun marmore- ring (50 %) Brown ground colour Darkbrown streaks (50%)	
II: 18	3,8	61,6	56,3	Navelspets i mitten Navel-tip in the middle	Svart—brungrå grundfärg Black—brown-grey ground colour	

Tabell 10 c. Fröets morfologiska karaktärer hos korsningsträden. Ånge.
Morphological properties of the seed. Ånge.

Träd nr Tree no.	Längd i mm Length, mm	Bredd i % av längden Breadth in % of the length	Tjocklek i % av bredden Thickness in % of the breadth	Karaktäristiska frödetaljer Special seed-details	Fröfärg Seed-colour	Fotografi av för trädet karak- teristiskt frö Photo of seed charac- teristic of the tree
Ånge Å: 1	4,5	55,2	64,3		Brungrå grundfärg Enstaka svarta fläckar Brown-grey ground colour Sparse black spots	
Å: 2	4,3	53,9	59,1	Utdragen mikropyl- spets Extended point of the micropyle	Ljust rödbrun grund- färg Enstaka svarta fläck- kar längs kanterna Light red-brown ground colour Sparse black spots along the edges	
Å: 3	4,2	59,9	61,2	Plötsligt avsmal- nande mikropylspets Rapidly tapering point of the micropyle	Beige grundfärg Mörkbrun — svart marmorering (60 %) Light-brown ground colour Darkbrown — black streaks (60 %)	
Å: 4	4,2	56,5	62,0		Ljust rödbrun grundfärg Små svarta prickar Light red-brown ground colour Small black spots	

Tabell 10 d. Fröets morfologiska karaktärer hos korsningsträden. Vuollerim.
Morphological properties of the seed. Vuollerim

Träd nr Tree no.	Längd i mm Length, mm	Bredd i % av längden Breadth in % of the length	Tjocklek i % av bredden Thickness in % of the breadth	Karaktäristiska frödetaljer Special seed-details	Fröfärg Seed-colour	Fotografi av för trädet karak- teristiskt frö Photo of seed charac- teristic of the tree
Vuollerim E: 1	4,3	54,2	69,9		Gråbrun—brun grundfärg Finkornig yta Grey-brown—brown ground colour Fine grained surface	
E: 66	4,1	61,8	62,8	Plötsligt avsmal- nande mikropylspets Rapidly tapering point of the micropyle	Gråbrun grundfärg Svart marmorering (40 %) Grey-brown ground colour Black streaks (40 %)	
E: 67	4,3	53,1	60,1		Beige grundfärg Mörkbrun marmore- ring (50 %) Light-brown ground colour Darkbrown streaks	

Tabell 11. Erhållna plantor i procent av antal utsådda frön efter fri avblomning och inavel. 1952 års sädd.

Percentage seedlings obtained after open-air pollination and self-fertilization.
The sowing of 1952.

Moderträd Mother-tree	Fri avblomning Open-air pollination	Inavel Self-fertilization	Inavel i % av fri avblomning Self-fertilization in percent of open-air pollination	Antal sådda frön Number of seeds	
				Fri avblomning Open-air pollination	Inavel Self-fertilization
VIII: 1	19	13	68	559	109
VIII: 2	63	16	25	463	37
VIII: 46	59	53	90	1 719	2 003
VIII: 47	65	43	66	1 921	91
II: 15	71	26	37	100	19
II: 18	79	35	44	100	26
Y: 17	38	13	34	117	270
Y: 37	39	34	87	70	128
Y: 38	32	30	94	133	563
Å: 1	35	18	51	17	78
Å: 2	(45)	62	(138)	11	102
Å: 3	57	51	89	287	154
Å: 4	72	51	71	74	113
Medeltal Mean	51,85 ± 5,09	34,23 ± 4,63	$t = 2,560^{**}$		

Tabell 12. Erhållna inavelsplantor i % av antal utsådda frön 1952.

Percentage seedlings obtained in 1952 after self-fertilization.

Lokal Locality	Plusträd Plus-trees	Minusträd Minus-trees	<i>t</i> -värde <i>t</i> -value
Boxholm.....	13	53	
Ockelbo.....	16	43	
Aspan.....	26	35	
Ånge.....	13	34	
	18	30	
	62	51	
Medeltal Mean	24,67 ± 7,72	42,43 ± 3,58	2,087*
Å: 2 ej medtagen Except Å: 2	17,2 ± 2,40		5,852***

Tabell 13. Procent erhållna plantor vid 1952 års sådd.
Percentage seedlings obtained in 1952.

	Fri avblomning Open-air pollination	Inavel Self-fertilization	Korsning Cross-pollination
Plusträd Plus-trees			
VIII: 1	19	13	
x VIII: 2			38
x VIII: 46			28
x VIII: 47			39
VIII: 2	63	16	
x VIII: 1			24
x VIII: 46			28
x VIII: 47			24
Y: 17	38	13	
x Y: 7			39
x Y: 8			68
			M = 36,0 ± 5,11
Minusträd Minus-trees			
VIII: 46	59	53	
x VIII: 47			65
VIII: 47	65	43	
x VIII: 46			52
Y: 37	39	34	
x Y: 38			36
Y: 38	32	30	
x Y: 17			59
x Y: 37			63
			M = 55,0 ± 5,22
Medeltal Mean	45,0 ± 6,64	28,86 ± 5,93	43,31 ± 4,47

Tabell 14. Procent gott pollen.
Percentage good pollen.

Moderträd Mother-tree	1950	1951	1952	M
VIII: 1	77		82	80
VIII: 2	86	57		72
VIII: 46	84	65	88	79
II: 1	78	71	73	74
II: 15	81	77	90	83
II: 17		83	86	85
II: 18	82	76	74	77
II: 19	82	67	81	76
Y: 8	75	65	78	73
Y: 17	79	69	72	73
Y: 37	24	32	8	21
Y: 38	87	65	81	78
Å: 1	72		93	83
Å: 2	69	(20)	98	84
Å: 3	81	72	92	82
Å: 4	43	48	78	56
B: 5	71		76	74
B: 6	32	77	55	55
B: X	63	55		59
A: 1	80	70	57	69
E: 1	66	54	57	59
E: 66	65	81	79	75
E: 67	50	76	73	66
M (n = 16)	68,1 ± 4,9	66,6 ± 3,1	71,0 ± 5,0	

Tabell 15. Procent dåligt pollen.
Percentage poor pollen.

Moderträd Mother-tree	1950	1951	1952	M
Y: 37	68	36	84	63
Å: 4	35	26	13	25
B: 6	6	17	27	23
B: X	10	24		17
E: 1	7	15	20	14

Tabell 16. Antal kottar som utvecklats efter 1951 års kontrollisoleringar.

Number of cones obtained after control-isolations in 1951.

Moderträd Mother-tree	Antal isole- rade blommor Number of iso- lated flowers	Antal skör- dade kottar Number of cones	Antal utbildade frön Number of developed seeds		Antal utbil- dade vingar Number of developed wings
			matade full	tomma empty	
II: 18	18	1	11	8	22
Y: 17	9	1	—	13	13
Y: 38	12	1	—	—	28
E: 1	23	11	—	—	51*
		1	—	1	48
		1	17	3	40
42—801 ¹	1	1	—	—	32
43—805 ¹	1	1	—	—	72
43—814 ¹	1	1	9	—	52
43—866 ¹	3	1	—	—	62
43—870 ¹	7	1	18	7	39

* = medeltal per kott
mean per cone

¹ = tallprovenienser i försök vid Ranningshult
pine-provenances at Ranningshult

Tabell 17. Klassificering av matat inavels- och korsningsfrö. 1951 års korsningar.

Classification of full seeds after self- and cross-fertilization in 1951.

Moderträd Mother-tree	Fröklasser % Seed classes			
	I	II	III	IV
VIII: 2 inavel ¹	—	—	10	90
VIII: 46 inavel	—	9	11	80
II: 15 inavel	4	4	19	74
II: 18 inavel	20	4	12	64
II: 18 × II: 15	—	—	—	100
II: 18 × II: 19	3	3	17	77
Y: 17 inavel	22	15	33	30
Y: 17 × Y: 8	3	10	10	77
Å: 1 inavel	14	24	35	28
Å: 2 inavel	17	19	36	28
Å: 3 inavel	28	28	22	22
E: 1 inavel	50	20	22	7
E: 1 × E: 66	3	2	31	63
E: 1 × Å: 2	—	—	30	70

¹ Self-fertilization.