

Fröbeskaffenheten hos moderträd
och ympar av tall

Seed properties in mother trees and grafts of Scots pine

av



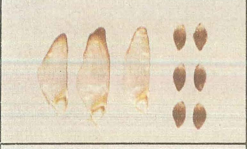






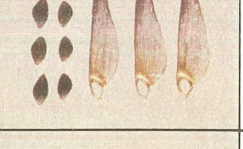

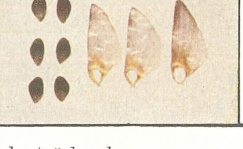
MILAN SIMAK och ÅKE GUSTAFSSON

MEDDELANDEN FRÅN
STATENS SKOGSFORSKNINGSINSTITUT
BAND 44 · NR 2

INNEHÅLLSFÖRTECKNING

CONTENTS

Inledning	3
Introduction	
I. Moderträd och ympmaterial	5
Mother trees and graft materials	
II. Kottvikt och kottantal	15
Cone weight and cone number	
III. Kott- och fröegenskaper hos moderträd och ympar	18
Cone and seed properties in mother trees and grafts	
IV. Fröantal och kottvikt	29
Seed number and cone weight	
V. Frövikt hos moderträd och ympar	35
Seed weight in mother trees and grafts	
VI. Embryoklasser	39
Embryo types	
VII. Markgroningen hos natur- och ympfrö	48
Soil germination of natural and graft seed	
VIII. Groningshastigheten hos natur- och ympfrö	54
Speed of germination in natural and graft seed	
IX. Plantutveckling och hjärtbladsantal hos natur- och ympfrö	58
Plant height and cotyledon number in natural and graft seed	
Sammanfattning och slutsatser	62
Conclusions	
Citerad litteratur	68
Literature cited	
Summary	69
Planschförklaring	75
Description of Plates I—VI.	

	<i>Moderträd</i>	<i>Ympar</i>	
V:2			V:2
N:6			N:6
Ns:8			Ns:8
Ns:6			Ns:6
D:6			D:6
G:1			G:1

Fröets och vingarnas färg hos moderträd och ympar.
 The colours of seeds and wings in mother trees (to the left) and grafts (to the right).

Inledning

Den skogliga växtförädlingen har icke blott att beakta de strikt genetiska frågorna, hur nya populationer lämpligen bör sammansättas för att tillgodose kraven på snabbvuxenhet, produktion och kvalitet. Den måste också tillse att det erbjudna utsädet har en god utmognad och en tillfredsställande grobarhet och att det uppdragna plantmaterialet utsättes på marker där det väl lämpar sig.

Huvudparten av det tillgängliga skogsfröet måste emellertid för lång tid framåt hämtas från de naturliga bestånden. I avvaktan på ett förädlat utsäde gäller det att utvälja bestånd som från genetisk synpunkt är godtagbara för frötäkt, men också att koncentrera frötäkten till bestånd som har en god frökvalitet. Med hittillsvarande metoder åtgår det jämförelsevis lång tid för att bestämma ett fröpartis grobarhet och än längre för att fastställa graden av eftergroning och unglantornas tillväxthastighet. Det är därför en uppgift av betydande vikt att utarbeta metoder, varigenom fröets fysiologiska egenskaper tidigt kan bestämmas och markgroning och planttillväxt säkert förutsägas. Det är dessutom synnerligen viktigt att snabbt konstatera inträffade klängnings- och avvingningsskador. Åtskilliga tillgängliga vingnötare skadar nämligen fröet och nedsätter grobarheten (Huss, 1950). Olika fröpartier kan tänkas reagera olika mot en och samma behandling, och en efterkontroll av fröet är därför ofta erforderlig.

I de nu anförda fallen gäller det huvudsakligen naturfröets beskaffenhet. I den mån fröproduktionen i ympplantagerna kommer i gång, är det givetvis av värde att få fastslaget i vad mån ympfröet är överlägset naturfröet i utmognad och grobarhet eller i vilka egenskaper det eventuellt är underlägset, liksom att få klarlagt till vilket klimatområde plantagerna lämpligen bör förläggas för att ge ett gott fröutbyte och en god frökvalitet.

I föreliggande undersökning upptas till behandling en serie problem som berör fröutmognad och groningsförmåga. Därvid jämföres dels naturfröet hos ett antal utvalda moderträd, som lever under starkt olika yttre betingelser; dels jämföres naturfröet med ympfrö som utbildats i en gynnsam miljö. En noggrann jämförelse är nu möjlig, sedan en metod har utarbetats som utnyttjar röntgenstrålningens förmåga att i olika grad genomtränga fröet

(SIMAK och GUSTAFSSON, 1953 a och b). Skillnaden i absorption avspeglas på den fotografiska plåten och ger en bild av fröets inre, av embryots och frövitans beskaffenhet, utan att fröet dödas eller skadas. Det är ännu för tidigt att avgöra hur denna röntgenmetodik kommer att arbeta i stort. Men i fråga om de specialfröer, som undersökts i laboratoriet, fungerar den väl. Här lämnas därför en redogörelse för de resultat, vilka hittills uppnåtts. Metoden anknutes därvid till en analys av naturfröets och ympfröets egenskaper.

Följande delproblem kommer speciellt att behandlas:

- 1) Naturfröets utveckling hos olika moderträd, i olika delar av landet, ett bestämt år (1952).
- 2) Ympfröets utveckling under gynnsamma yttre betingelser.
- 3) En jämförelse mellan natur- och ympfrö beträffande fröegenskapernas konstans och förändringar samt graden av utmognad och grobarhet. Härvid också en principanalys av plantagefröets egenskaper.
- 4) Röntgenfotograferingens metodik och dess möjlighet att lämna en exakt bild av fröbeskaffenheten.

De olika delproblemen har i det följande i viss grad vävts tillsammans. Efter en översikt av moderträd och ympmaterial behandlas kott- och fröegenskaper, därefter grobarhet och gröningshastighet, till slut groddplantornas tillväxtenergi och morfologi. Vissa problem av mera allmän natur diskuteras i anslutning till de olika avsnitten.

Det må här omnämnas att vissa av de publicerade resultaten tidigare har framlagts i föredragsform, bl. a. i anslutning till en fortbildningskurs anordnad av Sveriges jägmästares och forstmästares Riksförbund på Skogshögskolan 7 mars 1953 och i samband med Statens skogsforskningsinstituts femårsmöte 4—5 november 1953.

I. Moderträd och ympmaterial

Det svenska tallfrö, som insamlades hösten 1952, visade markanta regionala skillnader ifråga om grobarhet (Huss, 1953). Groningsprocenten var i regel hög söder om Västernorrlands och Jämtlands län, utom på de extrema höjdlägena, där den sjönk väsentligt. Från och med de nämnda två länen och norröver grodde tallfröet synnerligen dåligt och på höga lägen gav det praktiskt taget ingen grobarhet alls.

De sex moderträd, som analyseras i detta arbete, kan betecknas som plusvarianter inom de bestånd där de ingår. De har valts så, att både moderträden själva och deras ympmaterial vid Bogesund år 1952 gav jämförelsevis rikligt med kott och frö och därigenom tillät ett ingående studium av kottens och fröets egenskaper. Enligt arbetsplanen skulle moderträdens frö vara representativt med hänsyn till utmognadsgraden för olika klimatområden inom landet. Om groningsprocenterna extrapoleras i enlighet med Huss' redogörelse, finner man följande beräknade värden för de områden, där moderträden växer:

Lokal	Träd	Breddgrad	H. ö. h.	Beräknad gronings % (enligt Huss)
Vindelgransele.....	V: 2	65° 6'	340 m	6
Norrby.....	N: 6	64° 55'	320 »	2—6
Nässjön.....	Ns: 6	63° 35'	225 »	58
Nässjön.....	Ns: 8	63° 35'	235 »	58
Dalfors.....	D: 6	61° 13'	250 »	73
Gysinge.....	G: 1	60° 15'	80 »	76
Bogesund.....	—	59° 24'	32 »	85

Moderträden representerar således å ena sidan områden med mycket låg, å andra sidan ganska hög grobarhet. Deras belägenhet inom landet framgår av fig. 1. Försöksfältet vid Bogesund har även angivits (tecknet Y). De två nordligaste träden, V: 2 och N: 6, tillhör Domänverket, de fyra övriga Kramfors och Korsnäs A. B. Moderträden uppmättes och kontrollerades sommaren 1953. Därvid antecknades också beståndets exposition, trädslagsblandningen och boniteten, i enlighet med de anvisningar som avdelningen för skogs-

Växtplatsen för de undersökta moderträden
och deras ympar

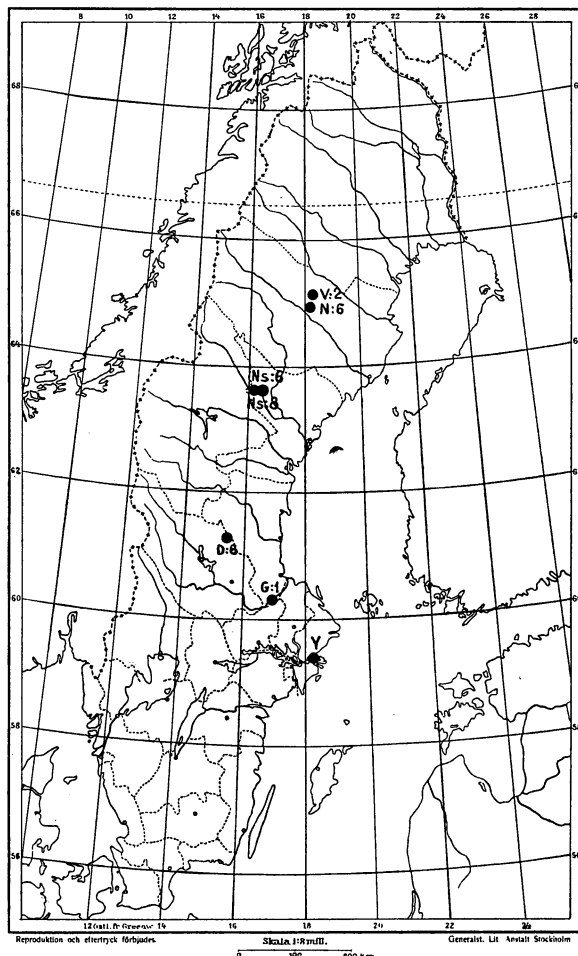


Fig. 1.

The localities of the analysed mother trees (●) and their grafts (Y).

taxering utfärdad. Skogstypen har bestämts med ledning av MALMSTRÖMS framställning (1948/49 och 1949). Trädens olika mått, liksom beståndets och växtplatsens kännetecken, har återgivits i fig. 2—7, vilka också visar ympträdens utseende under det senaste året.

Ympar, tillhörande de fem nordligaste moderträden, inköptes år 1950 från Föreningen för växtförädling av skogsträd (E. STEFANSSON) och utsattes vid plusträdsarkivet på Bogesundslandet. De flesta har, som figurerna klagör, utvecklats sig ganska väl. Ymparna av trädet V: 2 är dock lägre än de andra.

I vissa fall har toppskottet skadats och en gaffelgrening blivit följd (fig. 3, ymp 47—871). Ursprungligen planterades tre ympindivider av varje moderträd. Några har under årens lopp dött ut. Ymparna från moderträdet Gysinge 1 förtjänar särskilt omnämmande. Dessa inköptes år 1950 från Brunnsbergsfilialen av Föreningen för växtförädling av skogsträd (E. ANDERSSON) och planterades samma år på god åkerjord i soligt läge nära de planerade växthusen. På hösten år 1952 flyttades de därifrån till ett försöksfält, som avsatts för specialarbeten med radioaktiva isotoper. Ett stort antal kottar var redan vid omplanteringen till synes fullt utvuxna och mogna. Omplanteringen har tydligt påverkat fröets egenskaper, så att dessa markant avviker från vad som eljest kännetecknar ympfrö. En omlagring eller nedbrytning av frövitankan t. o. m. iakttagas direkt på röntgenplåten (fig. 19, p. 47).

För varje moderträd har i fig. 2—7 inritats den normala temperaturen 1901—1930 med en tjock horisontell linje. Med streckade och heldragna linjer har angivits plus- eller minusdifferenserna mellan de månatliga normaltemperaturerna och de genomsnittliga månadstemperaturerna för år 1951 och 1952. Likaledes har markerats plus- och minusdifferenserna mellan de resp. Mt-normaltemperaturerna 1901—1930 och de genomsnittliga månadstemperaturerna för Bogesund 1951 (○) och 1952 (●). Normalkurvor för månadstemperatur och månadsnederbörd avseende åren 1901—1930 återges sammanfattande i fig. 8. De meteorologiska stationer, som utnyttjats för denna sammanställning, är följande:

Lokal och träd	Meteorologiska stationer		
	Temperatur		Nederbörd
	1901—1930	1951—1952	1901—1930
V: 2	Stensele	Stensele	Stensele
N: 6	»	»	»
Ns: 6; Ns: 8	Ö. Junsele	Ö. Junsele	Ramsele
D: 6	Myra	Edsbyn	Finsthögst
G: 1	Väsby	Väsby	Väsby
Bogesund	Farsta	Farsta	Farsta

Genom förflyttningen till Bogesundsområdet har ympträden erhållit helt andra klimatiska betingelser än moderträden. Vegetationsperioden har således utökats

för V: 2	från 116 till 165 = 49 dygn
» N: 6	» 118 » 165 = 47 »
» Ns: 6	» 131 » 165 = 34 »
» Ns: 8	» 131 » 165 = 34 »
» D: 6	» 143 » 165 = 22 »
» G: 1	» 158 » 165 = 7 »

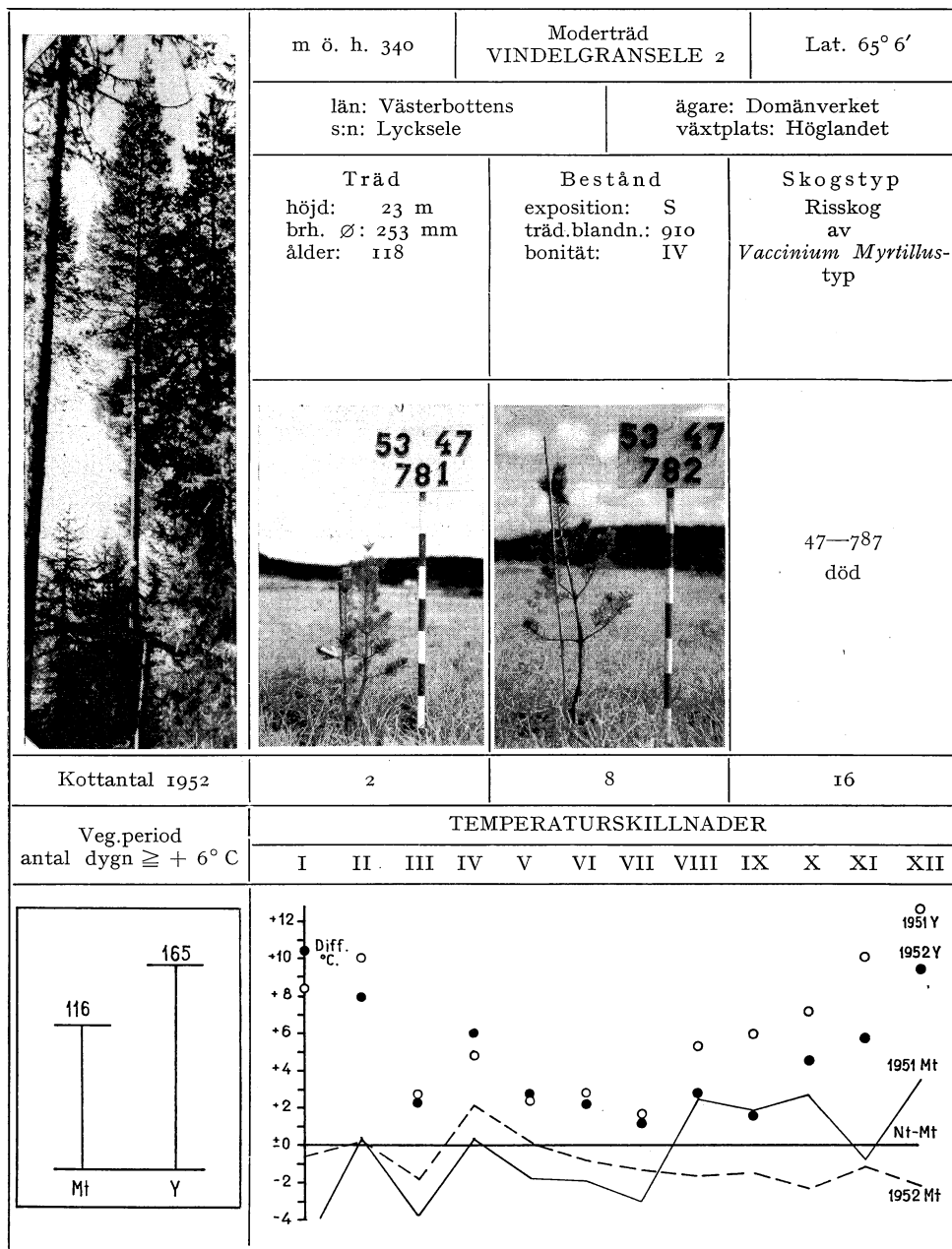


Fig. 2. Moderträd Vindelgransele och dess ympar, beskrivning av växtplats och egenskaper.
Mother tree Vindelgransele 2 and its grafts, description of localities and properties.

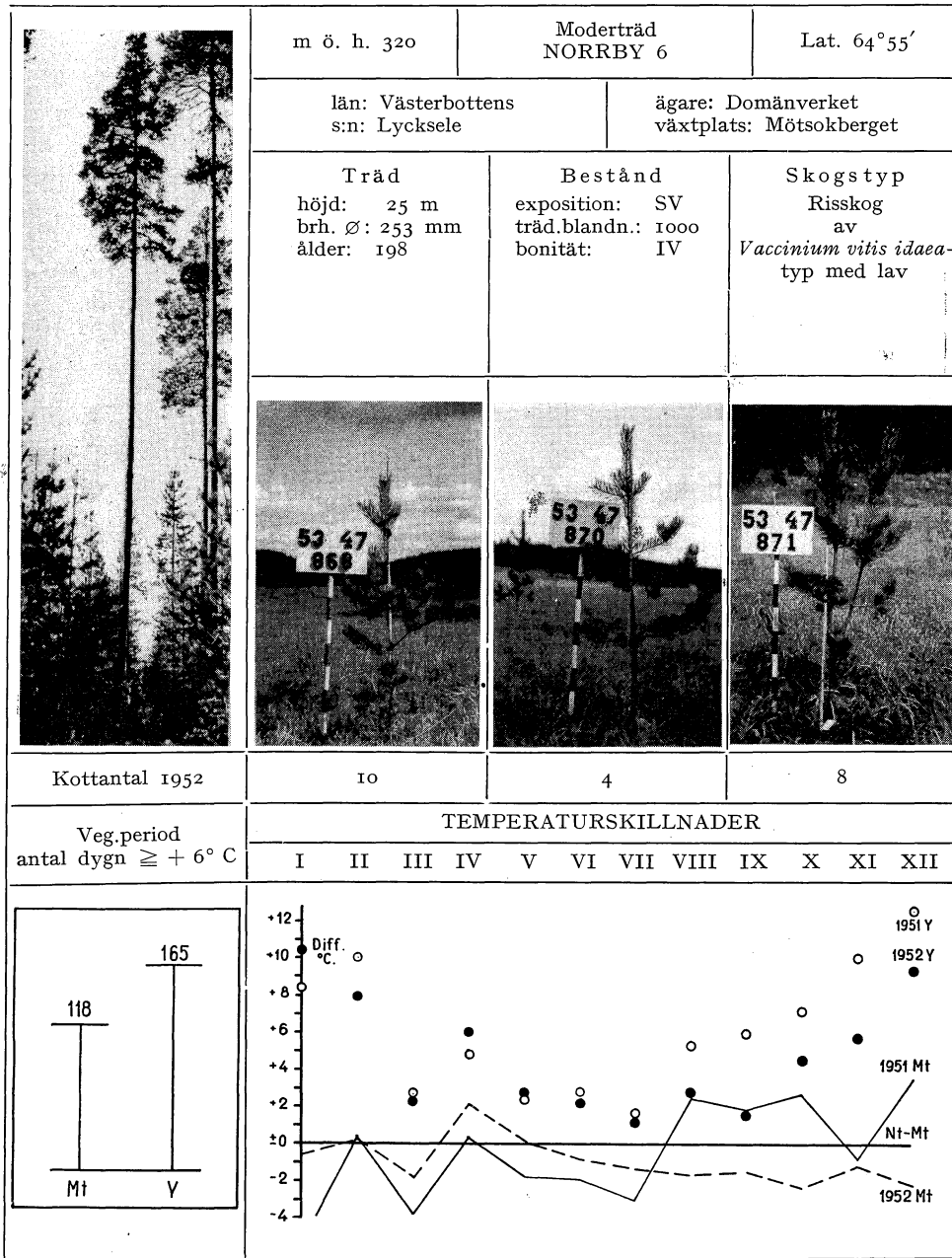


Fig. 3. Moderträd Norrby 6 och dess ympar, beskrivning av växtplats och egenskaper. Mother tree Norrby 6 and its grafts, description of localities and properties.

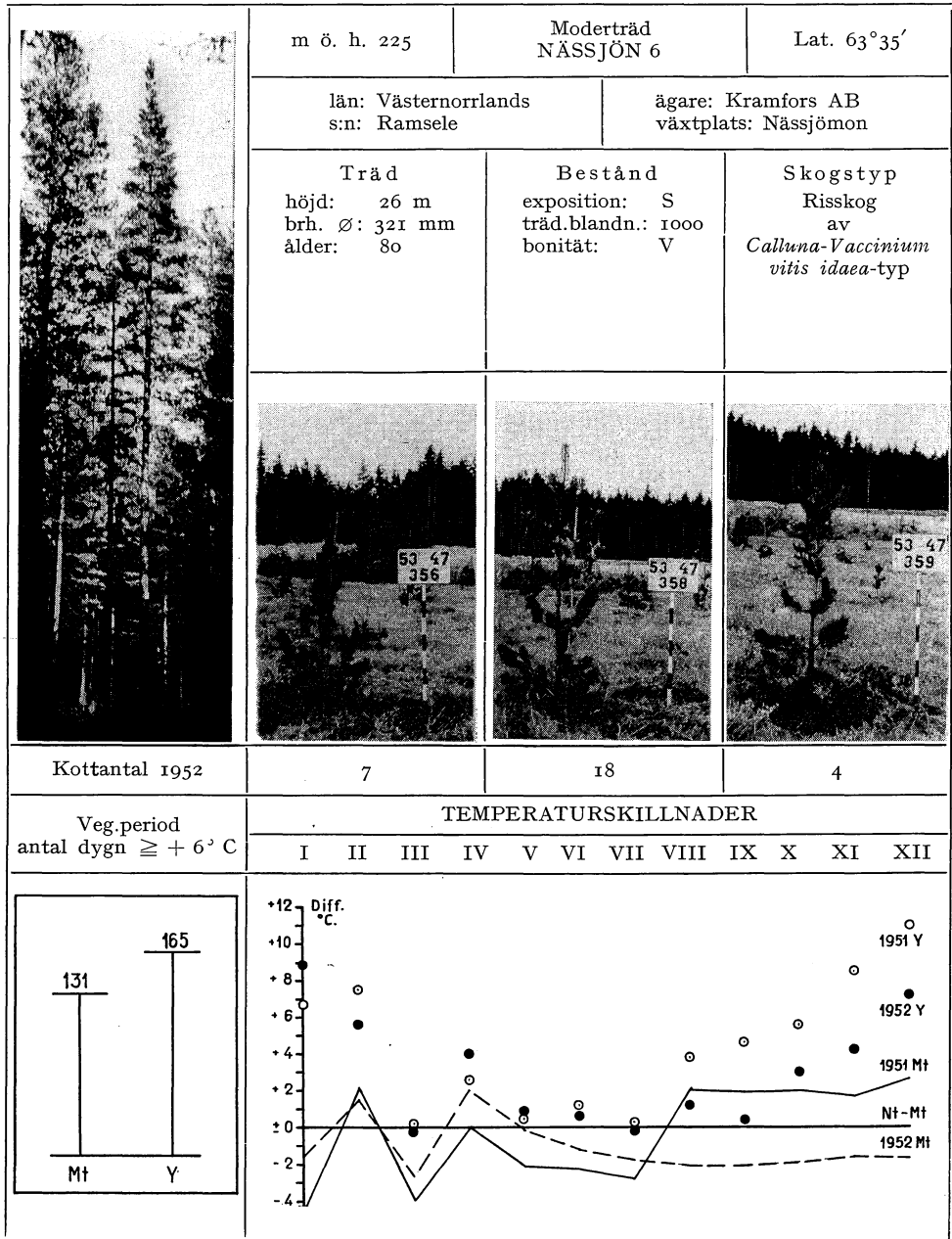


Fig. 4. Moderträäd Nässjön 6 och dess ympar, beskrivning av växtplats och egenskaper.
Mother tree Nässjön 6 and its grafts, description of localities and properties.

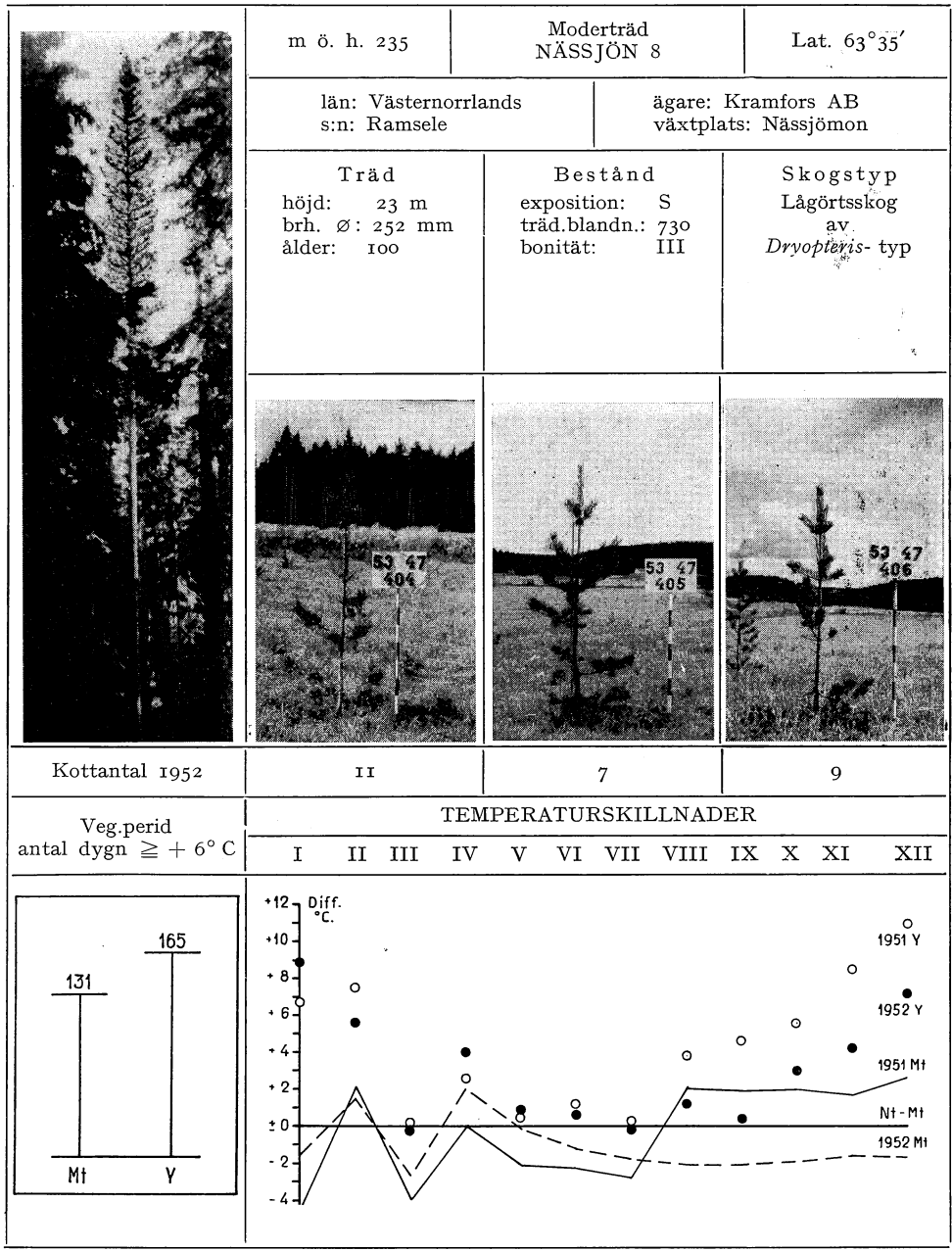


Fig. 5. Moderträd Nässjön 8 och dess ympar, beskrivning av växtplats och egenskaper. Mother tree Nässjön 8 and its grafts, description of localities and properties.

2*—Medd. från Statens skogsforskningsinstitut. Band 44: *.

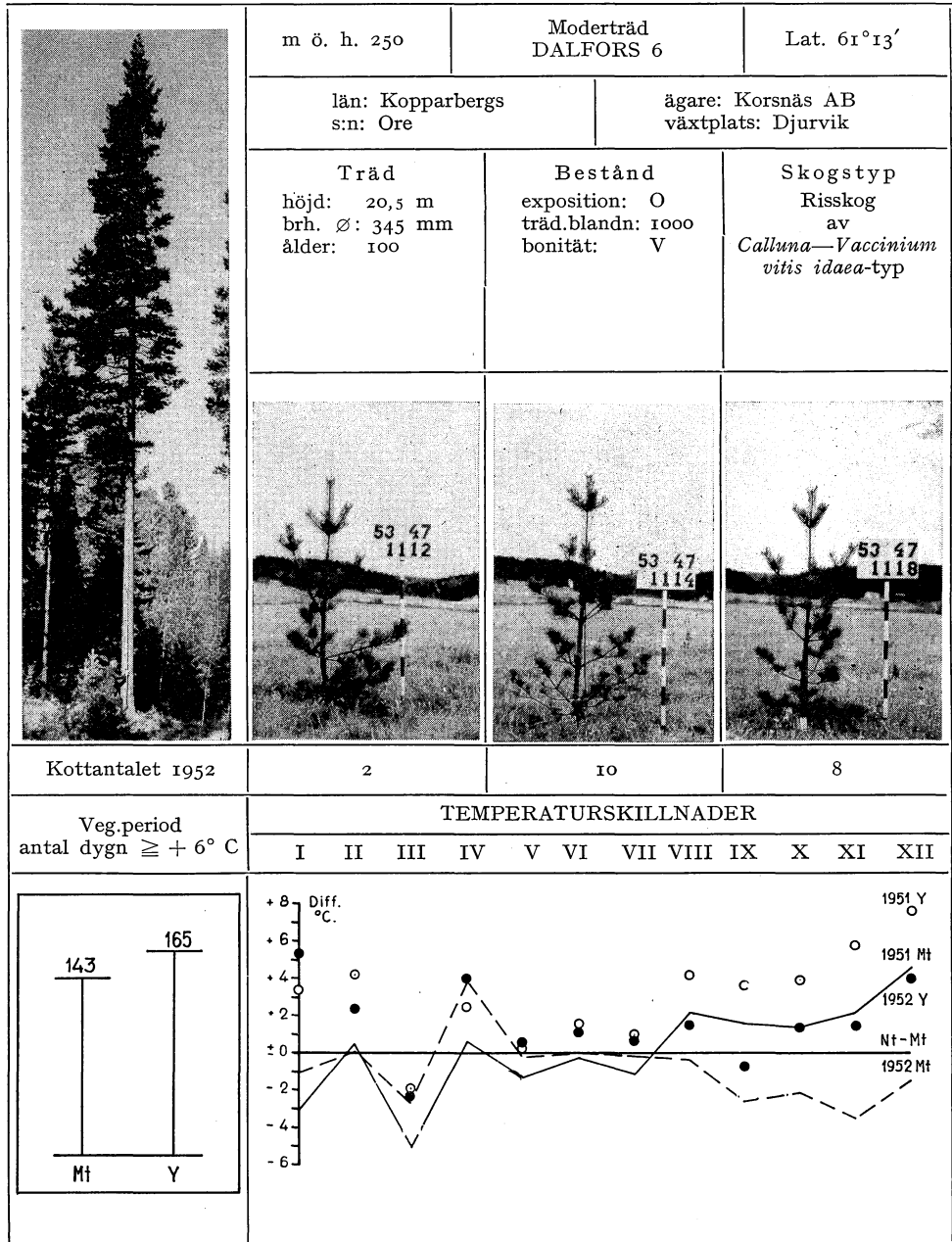


Fig. 6. Moderträdet Dalfors 6 och dess ympar, beskrivning av växtplats och egenskaper.
Mother tree Dalfors 6 and its grafts, description of localities and properties.

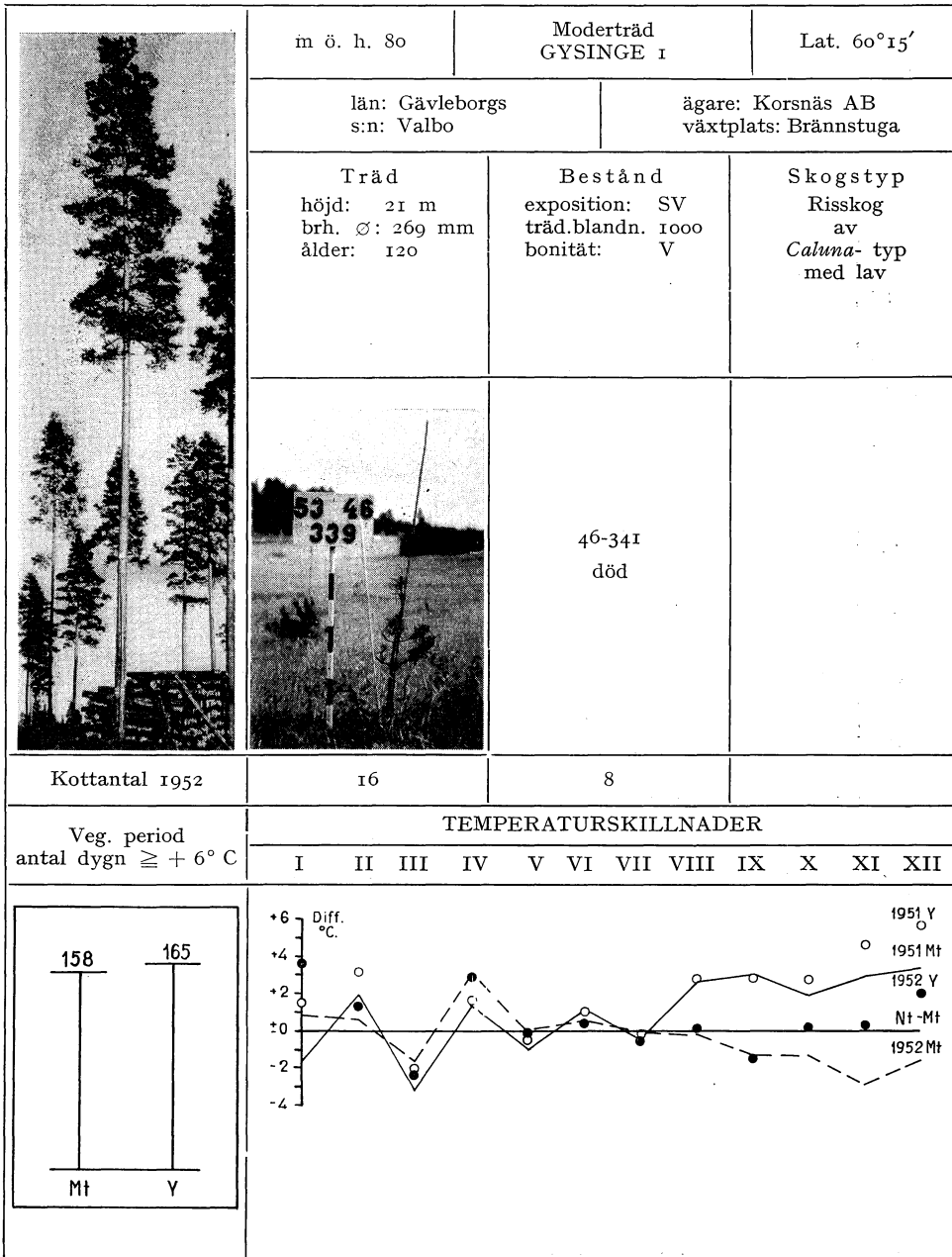


Fig. 7. Moderträd Gysinge 1 och dess ympar, beskrivning av växtplats och egenskaper.
Mother tree Gysinge 1 and its grafts, description of localities and properties.

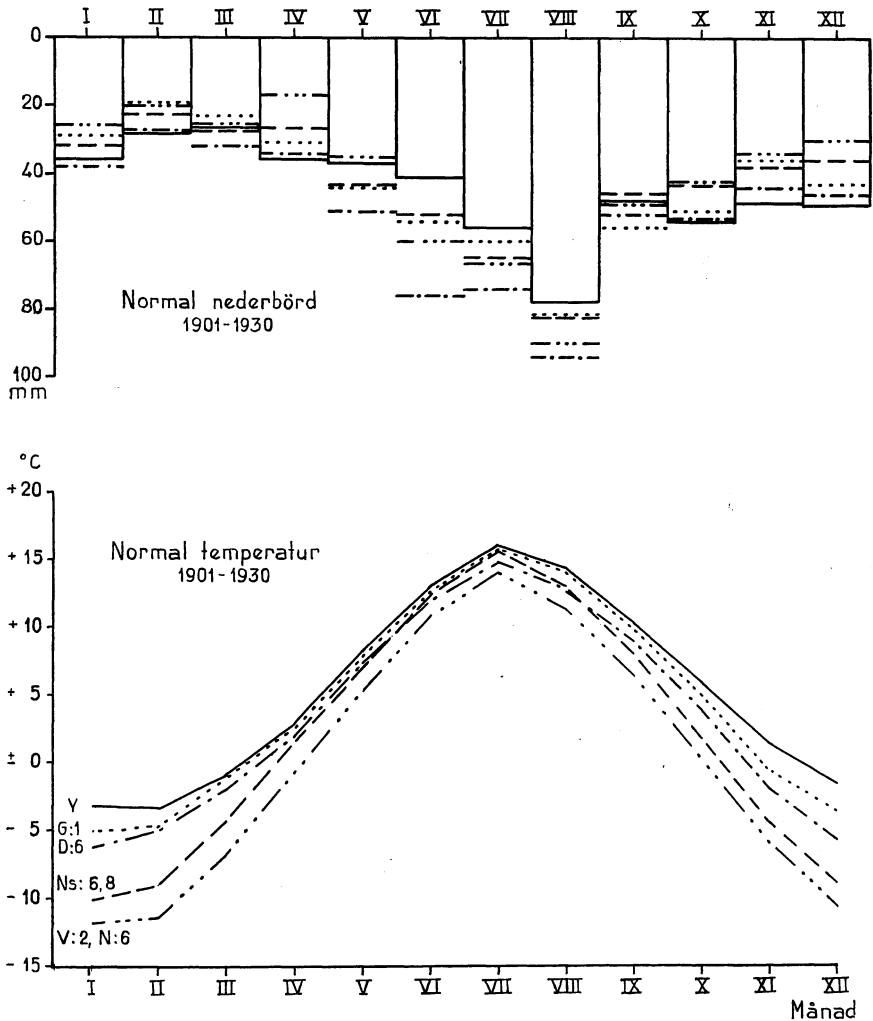


Fig. 8. Normalkurvor för månadstemperatur och månadsnederbörd avseende åren 1901—1930 för de olika växtplatserna.

Normal curves for the monthly means of temperature and precipitation during the period 1901—1930 for the localities analysed.

Vegetationsperiodens längd har, i enlighet med LANGLETS överväganden (1936), bestämts som antalet dygn per år med en medeltemperatur av minst $+6^{\circ}\text{C}$. Den »värmechock», för vilken de nordliga genotyperna vid förflyttningen blivit utsatta, har lett till en förvånansvärt rik blomning och kott-sättning samt en god utmognad av fröet. Bogesundslandet karakteriseras av torra försomrar och varma höstar med sena frostperioder. Detta framgår av

fig. 8 och diagrammen i fig. 2—7. Det usla fröutbytet år 1952 av de nordligaste moderträden — liksom av norrländska bestånd i allmänhet — står i samband med att både våren 1951 och hösten 1952 förhöll sig betydligt sämre i temperaturhänseende än vad som genomsnittligt är fallet. De två åren samverkar och kompletterar varandra med hänsyn till dåliga miljöbetingelser. En viss effekt är märkbar i samtliga klimatområden, men den framträder starkast i norr.

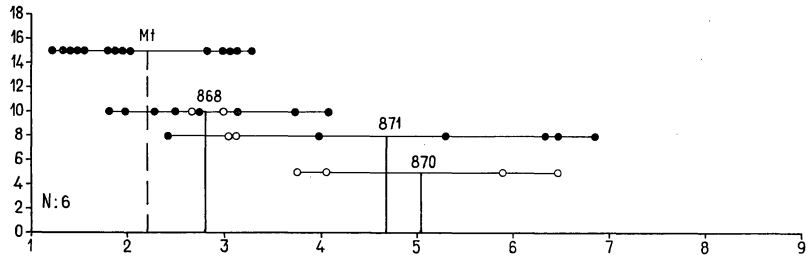
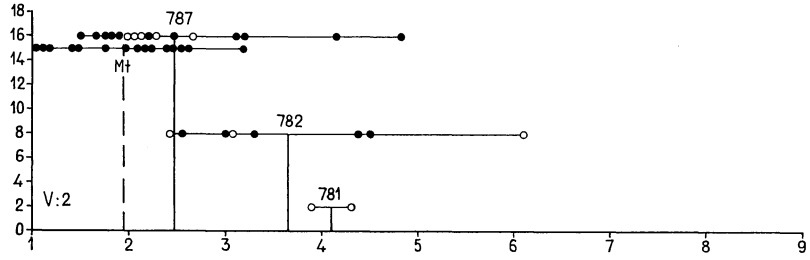
Det bör till slut påpekas att såväl plusträdsarkivet som växthusområdet vid Bogesund kantas av utvuxen tallskog. Det rika pollenmolnet på våren är uppenbarligen tillräckligt för en god frösättning även hos ympträden. Någon artificiell pollinering är således icke behövlig och har ej heller utförts.

Kottinsamlingen från ympmaterialet vid Bogesund ägde rum under december 1952—januari 1953; från de fem nordligaste moderträden någon månad tidigare, nämligen vid månadsskiftet november—december 1952. Hos moderträdet Gysinge 1, som först på ett sent stadium rycktes in i undersökningen, samlades kottmaterialet i början av april 1953. All kott, som använts för de här beskrivna analyserna, har klängts för hand. Fröutbytet blev därigenom det maximalt möjliga och fröet i alla hänseenden fullt jämförbart såväl mellan moderträd inbördes som mellan moderträd och ympar.

II. Kottvikt och kottantal

Från de sex moderträden insamlades ett så omfattande kottmaterial som möjligt. Detta kunde emellertid av olika anledningar icke i sin helhet utnyttjas. Hos träden N: 6 och G: 1 uttogs prov bestående av 5 små, 5 medelstora och 5 stora kottar. Kottarna valdes så för att få den största möjliga och för undersökningen önskvärda variationen i kottstorlek. Detta krav var här viktigare än att få en fullt representativ medelvikt av kotten per moderträd. Urvalet medför att medelvärdet blir något större än fallet skulle vara vid ett statistiskt sett riktigt genomsnittsprov, eftersom de största kottarna förskjuter medelvärdet åt sin sida. Skillnaden mot ympträden kommer emellertid härigenom snarare att undervärderas än överskattas. Hos de återstående fyra moderträden användes en del av det insamlade kottmaterialet för att klarlägga sambandet mellan kottstorlek, fröantal och fröstorlek, i enlighet med SIMAKS principanalys av två Bogesundsträd (1953 b). De kottar som återstod torde vara fullt representativa; något urval i kottstorlek har icke skett. Omfattningen av det undersökta kottmaterialet framgår av följande tablå:

Kottantal



Genotyp	Moderträd (Mt)	Ympar (Y)		
		Y ₁	Y ₂	Y ₃
V: 2	37 kottar	16	8	2 = 26 kottar
N: 6	29 »	10	8	4 = 22 »
Ns: 6	15 »	18	7	4 = 29 »
Ns: 8	20 »	11	9	7 = 27 »
D: 6	60 »	10	8	2 = 20 »
G: 1	15 »	16	8	— = 24 »
S:a	176 kottar			148 kottar

eller i allt 324 kottar.

Vikten av dessa 324 kottar bestämdes på kottresterna efter handklängningen, sedan dessa torkats vid 110° C under 16 timmar. Viktsbestämningarna avser således *torrsubstansen*. På så sätt erhöles fullt tillförlitliga värden på kottvikten, och tillfälliga svängningar ifråga om vattenhalt kunde ignoreras. Före klängningen mättes visserligen kottstorleken, men denna egenskap har icke inbegripits i den följande redogörelsen.

På fig. 9 har kottvikten avsatts på abskissan (x -axeln). Ordinatan (y -axeln) representerar kottantalet. Hos moderträden inritades vikter endast för de 15 kottar, vilkas frö vidare bearbetades och slutligen lades till groning. Hos ympträden har angivits vikten av alla kottarna. Beteckningen ● anger de ympkottar som utnyttjats i de efterföljande frö- och groningsanalyserna, beteckningen ○ att kotten blott använts för att bestämma den genomsnittliga kottvikten. Fröet från de sistnämnda kottarna (○) har emellertid bevarats för framtida kontroll. I övrigt har vartenda frö, vare sig matat eller tomt, stort eller litet, blivit systematiskt undersökt. Enstaka frön skadades vid

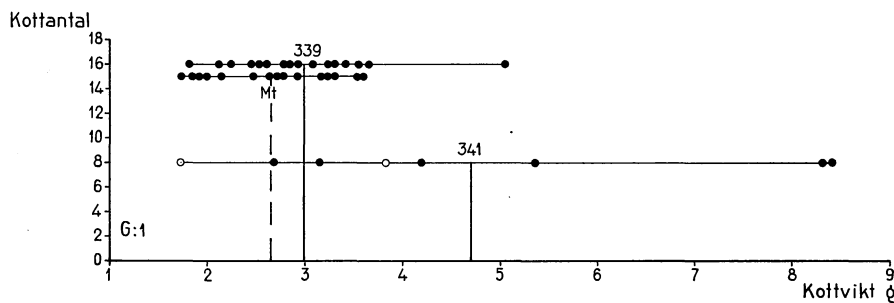


Fig. 9. Relationen mellan kottvikt och kottantal hos ymparna av de sex moderträden. De i figurerna inritade vertikallinjerna ange den genomsnittliga kottvikten dels för moderträden (streckade linjer), dels för de enskilda ymparna (heldragna linjer). Relation between cone weight and cone number in grafts of the examined mother trees. The vertical broken lines denote the average cone weight of the mother trees, the entire vertical lines denote the cone weight of the grafts.

klängningen, trots att denna utfördes med all möjlig varsamhet. Dessa klängningsskador avslöjades vid röntgenanalysen (se t. ex. fig. 20).

De i figurerna intecknade vertikallinjerna anger den genomsnittliga kottvikten dels för moderträden (streckade linjer), dels för de enskilda ymparna (heldragna linjer).

Av de sex moderträden har det nordligaste, V: 2, den lägsta genomsnittliga kottvikten, något mindre än 2 gram. Kottarna hos N: 6 väger genomsnittligt 2,2 gr, hos Ns: 6 och Ns: 8 respektive 3,3 och 2,8 gr, hos D: 6 4,1 och hos G: 1 2,6 gram. Moderträdet från Gysinge har således trots det sydliga läget och det goda klimatet jämförelsevis låg kottvikt. Detta illustrerar det från äldre undersökningar välkända förhållandet att icke blott årsmånen utan också genotypen bestämmer kottstorleken (se bl. a. von WETTSTEIN, 1948).

Hos ympmaterialet existerar det, som figurerna utvisar, ett tydligt negativt samband mellan kottantal och kottvikt. Detta innebär, om resultatet kan generaliseras, att ju lägre antal kottar som likstora och likåldriga ympträd utbildat, desto tyngre blir kottarna. Det negativa sambandet gäller utan undantag för genotyperna V: 2, N: 6, Ns: 6, D: 6 och G: 1. Endast hos Ns: 8 blir förhållandet det omvända. Antalet kottar är här emellertid hos alla tre ymparna rätt högt (11 + 9 + 7) och den maximala skillnaden i kottvikt ganska obetydlig, ej större än 0,2 gram.

Figurerna klargör utan uttömmande motivering att den genomsnittliga kottvikten hos de undersökta ymparna ligger avsevärt över motsvarande moderträds. Detta är desto frappantare som ymparna 1952 i intet fall var äldre än sju år. Att ymparna likväl ännu ej nått en fullständig fysiologisk balans, framgår av de i några fall oväntat starka svängningarna i fröantal och frökvalitet.

III. Kott- och fröegenskaper hos moderträd och ympar

Vid den rutinmässiga översynen sommaren 1952 av ymparna i »trädarkivet» föll det omedelbart i ögonen att kottarna hos tre ympindivider, tillhörande moderträdet Nässjön 429: 7, Västernorrlands län, var inbördes olika. Hos ympen 47—392 var kottarna distinkt mindre, mera hoptryckta ovanifrån och med plattare apofyser än hos ymparna 47—393 och 394. Dessutom var färgen avvikande, närmast chokladbrun med röda strimmor av antocyan mot systerymparnas mer enhetligt mossgröna färgton. Skillnaderna utjämnades i viss mån vid mognaden. Endast kotten, alls icke fröet var avvikande. En noggrann fröanalys visade nämligen att fröet var exakt lika. Någon förväxling kunde således ej ha ägt rum, vare sig vid ympningen eller senare, t. ex. vid omplanteringen. Olikheter i kottform och kottfärg måste därför bero

antingen på inflytande från underlaget, som ju är olika från ymp till ymp, på inverkan av ympens växtplats eller på tillfälliga rubbningar i ämnesomfattningen.

Exemplet klargör också hur betydelsefull en frö morfologisk analys kan vara. Det är lång väg från moderträdet i skogen till den utplanterade ympen i plantagen eller på försöksfältet, och förväxling eller sammanblandning av material kan givetvis förekomma. Det har därför syntts oss nödvändigt att i en principundersökning fastställa i vad mån kottens och fröets kännetecken förändras genom yttre miljönflytelser eller i vad mån de förblir konstanta, oberoende av växlingar i klimat och ståndort.

Kottens egenskaper är ibland så utpräglade att ett visst moderträd med deras tillhjälp kan identifieras också i blandprov. Detta gäller särskilt för apofysernas utseende, huruvida de är skrovliga, tillspetsade, platta, plana. I sin uppsats från 1906 skiljer SCHOTTE på varieteterna *gibba*, *reflexa* och *plana* allt efter sköldens och spetsens utseende. Apofyserna är emellertid i sin utbildning i hög grad beroende av ljusstyrkan (SCHOTTE, l. c.; ENGLER, 1913; SCHMIDT, 1930) och utformas därför olika i solbelysta och beskuggade delar av en trädskrona. Också den enskilda kotten får gärna en ljus- och en skuggsida. Trots ymparnas likartade växtbetingelser uppträder hos en och samma genotyp skillnader mellan kottarna, liksom på den individuella kotten, med hänsyn till apofysernas »gibba»- och »plana»-karaktärer. Även vad kottfärgen beträffar, uppstår det lätt skillnader, som i allmänhet kan återföras till olika belysning eller utmognad. Likväl råder det genomgående stor överensstämmelse mellan kottens egenskaper hos moderträden och ymparna, liksom mellan ymparna inbördes. Den ovannämnda ympen 47—392 utgör ett säreget undantag.

Dess beteende klargör emellertid att fröets egenskaper är på ett helt annat sätt än kottarnas definierbara och konstanta. I sin uppsats från 1953 a har SIMAK studerat olika typer av fröegenskaper, liksom deras variation med årsklimat, läge i kotten och pollineringsstyp, t. ex. vid fri avblomning jämfört med kontrollerad korsning och inavel. I detta arbete har vi utsträckt analysen till att gälla även jämförelsen mellan moderträd och ympmaterial i olika miljö.

Fröegenskaperna grupperas lämpligen på följande sätt (jmf. SCHOTTE, 1905, 1906; KUJALA, 1927; SCHMIDT, 1930; WETTSTEIN, 1948; SIMAK, 1953 a och b):

- I. 1: *Fröstorleken*, vilken bestäms av de absoluta mätvärdena, t. ex. längd, bredd.
- 2: *Fröformen*, som anges av förhållandet mellan de absoluta måtten, t. ex. bredd/längd.
- 3: *Frödetaljer*, morfologiska säregenskaper, som är m. e. m. specifika för enskilda träd, t. ex. krökt eller långt utdragen mikropylspets, starkt markerad, asymmetriskt placerad naveltapp.

- 4: *Fröets ytstruktur*, som ofta är karakteristisk; med vårtliknande upphöjningar, grova korn eller ett fint nät; med filtliknande beklädnad eller slät glänsande yta.
- 5: *Fröfärgen*, som varierar i olika nyanser från ljusgul till mörkbrun och svart.
- II. 1: *Vingformen*, som kan vara långsmal, jämnt avsmalnande mot spetsen eller kort och bred, symmetrisk eller asymmetrisk, med rundad eller skarp spets etc.
- 2: *Vingfärgen*, som varierar från gulvit eller svagt lila till röd- eller brunfärgad.

Dessa sju egenskapskomplex visar olika grad av modifierbarhet, resp. konstans.

Starkt modifierbara	Jämförelsevis konstanta	Höggradigt konstanta
Fröstorleken (Fröfärgen) (Vingfärgen)	Fröformen Ytstrukturen (Vingformen)	Frödetaljerna

Fröstorleken växlar starkt, icke blott med årsklimatet utan också med kottstorleken, fröantalet i kotten och fröets läge i kotten (SIMAK, l. c.). Fröstorleken är en god miljöindikator.

Fröfärgen är visserligen ej lika variabel men förändras starkt med graden av utmognad. Den är mer eller mindre oberoende av kottstorleken, antalet frön per kott och fröets läge i kotten. Däremot påverkar årsklimatet fröfärgen betydligt. Detta innebär att fröfärgen hos ett träd är enhetlig ett bestämt år, t. o. m. mer än de flesta andra fröegenskaperna, men olika år kan växla betydligt. Färgen är en god indikator på frönas mognadstillstånd under olika år. Hos svagt utvecklade frön är färgen mestadels betydligt ljusare än hos fullmogna. KUJALA (1927), som ägnat denna fråga särskild uppmärksamhet, finner en tydlig parallellism mellan embryots utvecklingsgrad och fröfärgen. Embryoklasserna O—I A, där embryo ej utbildas, kännetecknas av vita, vitgrå eller ljusgula färgtoner med mörk mikropylspets, medan embryoklasserna III—V med välutvecklade embryoner ofta får en mörkbrun eller svartgrå färgning. Under goda yttre betingelser blir fröet således mörkfärgat; under dåliga yttre betingelser blir det betydligt ljusare. Den ljusa färgningen av höjdlägesfrö är därför icke en raskaraktär utan sammanhänger helt eller delvis med fröets dåliga utmognad. Om fröet på träd i goda lägen hindras i sin utveckling, blir också det ljusfärgat. I denna undersökning har det slutligen påvisats att en och samma genotyp ger olika fröfärg beroende på miljöns beskaffenhet.

Färgen på ett frö är icke enhetlig, ens i moget stadium. Den kan lämpligen klassificeras i grundfärg och mönstring (KUJALA, l. c., p. 17).

Vingfärgen varierar liksom fröfärgen avsevärt med årsklimatet och utmognadsgraden. Dåligt utvecklade frön har ljusare vingar än välutvecklade och fullmatade. SCHOTTE (1906) noterar att vingfärgen som regel är ljusare på nordligt än på sydligt frö. Enligt TUBEUF (1893) härrör vingarnas färg från specifika färgkroppar i de döda cellerna. Dessa färgkroppar består av gummi-liknande ämnen, som icke löses i vatten, alkohol, eter, kalilut eller utspädda syror. De framträder i mikroskopet som rundade bruna till svarta klumpar, vilka ökar i antal och storlek alltefter vingarnas färgning. (Se översikts-tablåerna.)

Fröformen har speciellt analyserats av SIMAK (l. c.). Olika årsklimat påverkar den blott obetydligt; däremot växlar den med fröets läge i kotten, beroende på kottfjällens olika utbildning, så att de smala fjällen vid kottens spets betingar smala frön och de starkt böjda fjällen vid kottbasen åstadkommer korta och breda frön. I stort sett är emellertid fröformen lika inom ett träd.

Detsamma gäller för *vingformen*. Detta har tidigare framhävts bl. a. av WETTSTEIN (1948, p. 29). Också den påverkas emellertid av fröets läge i kotten. Den är tydligt variabelare än fröformen. Även kottstorleken och fröets läge i kotten har inflytande. SCHOTTE (l. c.) anger att stora kottar ha långa och smala frövingar men att små kottar har korta, påfallande breda frövingar. Vingens egenskaper kan uppdelas i tre typer: absoluta mått, förhållandet mellan de absoluta måtten, specifika formdetaljer. Liksom hos fröet synes genomslagskraften av dessa egenskapstyper vara olika, svagast framträdande vad de absoluta måtten beträffar, starkast ifråga om specifika formdetaljer.

Frödetaljerna är särskilt viktiga för en god karakteristik av fröet. De ändras blott obetydligt av yttre miljöinflytelser (SIMAK, l. c., p. 22). I många fall är de så utpräglade, att även ett blandfrö härrörande från två eller flera moderträd med hjälp av frödetaljerna kan uppdelas i sina blandbeståndsdelar.

Fröegenskaperna bestäms lämpligen på frö ur medelstor kott; de extremt stora och extremt små kottarna ger gärna en ökad spridning kring medeltalet och alltså en större osäkerhet; särskilt gäller detta för vingformen. För att minska avrundningsfelet vid mätningen fastställer man lämpligen de olika måtten vid så stor förstoring som möjligt, dock minst 5 gånger. Frödetaljerna kan studeras på skuggbilder (SIMAK, l. c.), men bör för komplettering även undersökas i mikroskopet. Antalet frön, som i detta arbete underkastades analys, uppgick till 25 stycken per individ. Medelfelet hålles då för de här analyserade egenskaperna inom rimliga gränser.

I efterföljande figurer (10 —15) lämnas en översikt av de viktigaste känne-

Vindelgransele 2.

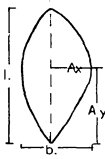



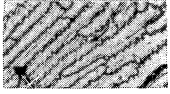

Kännetecken Character		Mätningar och iakttagelser Measurements and observations			Fig.
Fröform Seed shape		<i>b/l</i>	<i>Ax/b</i>	<i>Ay/l</i>	
	Mt	50,2 ± 0,6	57,6 ± 0,9	56,0 ± 0,7	
	782	48,9 ± 0,4	57,8 ± 0,8	56,1 ± 0,7	
	787	48,9 ± 0,7	56,5 ± 0,9	55,4 ± 0,8	
Frödetaljer Seed details	Mt	ytterkanten mellan mikropylspetsen och <i>Ax</i> tillplattad			
	782				
	787				
Fröets ytstruktur Structure of seed surface	Mt	finkornig, litet knottrig			
	782				
	787				
Fröfärg Seed colour		<i>grundfärg</i>	<i>fläckvis mönstring</i>		jmf. färgplansch
	Mt	gulbrun	i periferin rödvioletbrun		
	782	kaffebrun	i periferin svartbrun		
	787				
Vingform Wing shape		<i>b/l</i>	<i>Ay/l</i>	<i>detalj</i>	
	Mt	38,0 ± 2,0	25,5 ± 1,8		
	782	40,1 ± 1,5	28,0 ± 3,5	trubbig,	
	787	52,0 ± 1,3	27,6 ± 1,6	smal	
Vingfärg Wing colour	Mt	gulbrun		Mt	
	782				
	787	svartbrun		Y	
					

Fig. 10. Frö- och vingegenskaper hos moderträd och ympar.
Seed and wing properties of the mother tree V : 2 and its grafts.

Norrby 6.

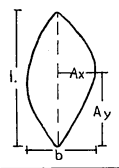
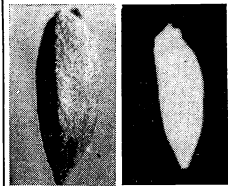


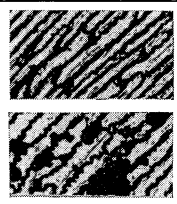
Kännetecken Character	Mätningar och iakttagelser Measurements and observations			Fig.	
		<i>b/l</i>	<i>Ax/b</i>	<i>Ay/l</i>	
Fröform Seed shape	Mt	49,3 ± 0,6	55,5 ± 0,6	56,5 ± 0,6	
	868	51,3 ± 0,6	55,6 ± 0,7	56,7 ± 0,6	
	87I	49,5 ± 0,7	55,9 ± 0,7	57,6 ± 0,7	
Frödetaljer Seed details	Mt 868 87I	ytterkant från mikropylspets till navel är skarpt markerad, vilket ofta orsakar »dubbel navel» i skuggbild.			
Fröets ytstruktur Structure of seed surface	Mt 868 87I	finkornig med enstaka grövre korn			
Fröfärg Seed colour	Mt 868 87I	<i>grundfärg</i>	<i>mosaikmönstring</i>	jmf. färgplansch	
		rödbrun gulbrun	kakaobrun med färglösa grövre korn mörkbrun med färglösa grövre korn		
Vingform Wing shape	Mt	<i>b/l</i>	<i>Ay/b</i>	<i>detalj</i>	
	868	35,5 ± 0,8	31,9 ± 1,6	knivformig, smalbukig	
	87I	39,8 ± 0,9 47,1 ± 1,0	26,4 ± 1,3 31,7 ± 2,2		
Vingfärg Wing colour	Mt	guldgul		Mt	
	868 87I	ljusbrun		Y	

Fig. 11. Frö- och vingegenskaper hos moderträd och ympar.
Seed and wing properties of the mother tree N:6 and its grafts.

Nässjön 6.

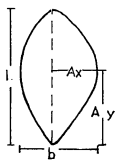




Kännetecken Character		Mätningar och iakttagelser Measurements and observations			Fig.
		<i>b/l</i>	<i>Ax/b</i>	<i>Ay/l</i>	
Fröform Seed shape	Mt	58,6 ± 0,8	59,3 ± 0,9	55,8 ± 0,5	
	356	57,7 ± 0,7	58,8 ± 0,8	55,3 ± 0,5	
	358	56,5 ± 0,7	58,9 ± 0,9	54,3 ± 0,7	
	359	56,5 ± 0,7	58,6 ± 0,8	54,3 ± 0,7	
Frödetaljer Seed details	Mt	refflad yta			
	356				
	358				
	359				
Fröets ytstruktur Structure of seed surface	Mt	finkornig			
	356				
	358				
	359				
Fröfärg Seed colour	Mt	<i>grundfärg:</i>	<i>fläckvis mönstring:</i>	jmf. färgplansch	
	356	gräddbrun	svartbrun		
	358	smutsbrun	svart		
	359				
Vingform Wing shape	Mt	<i>b/l</i>	<i>Ay/l</i>	<i>detalj</i>	
	356	40,4 ± 1,1	24,5 ± 2,7	knivformig, breddbukig	
	358	45,1 ± 1,2	24,2 ± 1,8		
	359	41,5 ± 1,4	23,8 ± 1,3		
Vingfärg Wing colour	Mt	gulbrun		Mt	
	356	brun		Y	
	358				
	359				

Fig. 12. Frö- och vingegenskaper hos moderträd och ympar.
Seed and wing properties of the mother tree Ns: 6 and its grafts.

Nässjön 8.

Kännetecken Character	Mätningar och iakttagelser Measurements and observations			Fig.	
Fröform Seed shape	Mt	b/l	Ax/b	Ay/l	
	404	$62,6 \pm 0,9$	$55,9 \pm 0,7$	$54,0 \pm 0,6$	
	405	$60,9 \pm 1,3$	$57,9 \pm 0,6$	$55,4 \pm 0,7$	
	406	$61,2 \pm 0,8$	$56,7 \pm 0,9$	$54,0 \pm 0,8$	
	406	$62,6 \pm 0,7$	$57,8 \pm 0,8$	$53,7 \pm 0,6$	
Frödetaljer Seed details	Mt	mikropylspets bredspetsig, navel ganska otydlig, ytterkant mellan Ax och navel rundad			
Fröets ytstruktur Structure of seed surface	Mt	ullig yta			
	404	skrovlig glänsande			
	405	yta			
	406	} med mycelliknan- de färglösa nät			
Fröfärg Seed colour	Mt	<i>grundfärg:</i>	<i>mönster:</i>	jmf. färgplansch	
	404	grågul	gråsvart		
	405	svartbrun	svart		
	406				
Vingform Wing shape	Mt	b/l	Ay/l		
	404	$38,1 \pm 1,3$	$27,9 \pm 2,4$		
	405	$38,6 \pm 1,1$	$25,1 \pm 1,6$		
	406	$34,7 \pm 0,8$	$27,7 \pm 1,9$		
	406	$39,6 \pm 1,4$	$27,5 \pm 1,5$		
Vingfärg Wing colour	Mt	gulvit			
	404	brunvit	Mt		
	405				
	406				

Fig 13. Frö- och vingegenskaper hos moderträd och ympar.
Seed and wing properties of the mother tree Ns : 8 and its grafts.

Dalfors 6.

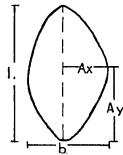
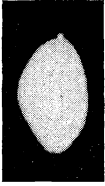


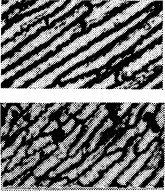
Kännetecken Character		Mätningar och iakttagelser Measurements and observations			Fig.
		b/l	Ax/b	Ay/l	
Fröform Seed shape	Mt	$57,2 \pm 0,6$	$58,2 \pm 0,7$	$54,5 \pm 0,6$	
	III4	$56,2 \pm 0,7$	$56,4 \pm 1,0$	$55,9 \pm 0,6$	
	III8	$55,5 \pm 0,6$	$55,6 \pm 0,9$	$56,4 \pm 0,6$	
Frödetaljer Seed details	Mt III4 III8	} navelspets brett avrundad ytterkant mellan navel och mikropyl- spets skarpt markerad			
Fröets ytstruktur Structure of seed surface	Mt III4 III8	} ullig } slät	} finkornig		
Fröfärg Seed colour	Mt III4 III8	grundfärg:		fläckvis mönstring:	jämf. färgplansch
		} musgrå } svartgrå		vid mikrop.-sp. mörkbrun vid dito svart	
Vingform Wing shape	Mt III4 III8	b/l	Ay/l	detalj	
		$33,5 \pm 0,5$	$20,0 \pm 0,9$	} trubbig, smalbukig	
		$40,2 \pm 0,8$ $36,7 \pm 1,2$	$23,4 \pm 0,4$ $25,1 \pm 1,6$		
Vingfärg Wing colour	Mt III4 III8	brun		Mt	
		mörkbrun		Y	

Fig. 14. Frö- och vingegenskaper hos moderträd och ympar.
Seed and wing properties of the mother tree D : 6 and its grafts.

Gysinge 1.

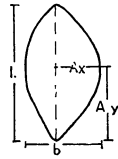
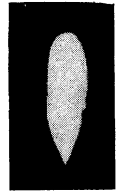

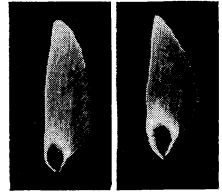

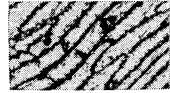
Kännetecken Character		Mätningar och iakttagelser Measurements and observations			Fig.
Fröform Seed shape	Mt	b/l	Ax/b	Ay/l	
	339	$55,5 \pm 0,6$	$59,0 \pm 0,9$	$53,2 \pm 0,8$	
	34I	$56,1 \pm 0,5$ $55,3 \pm 0,7$	$57,6 \pm 0,6$ $58,5 \pm 0,7$	$54,8 \pm 0,7$ $54,6 \pm 0,5$	
Frödetaljer Seed details	Mt 339 34I	mikropylspets skarpspetsig			
Fröets ytstruktur Structure of seed surface	Mt 339 34I	finkornig			
Fröfärg Seed colour	Mt 339 34I	<i>grundfärg:</i> ljusbrun mörkbrun	<i>nätmönster:</i> i periferin svart hela ytan svart	jmf. färgplansch	
Vingform Wing shape	Mt 339 34I	b/l	Ay/l	<i>detalj</i>	
Vingfärg Wing colour	Mt	brun		Mt	
	339 34I	rödbrun		Y	

Fig. 15. Frö- och vingegenskaper hos moderträd och ympar.
Seed and wing properties of the mother tree G : 1 and its grafts.

tecken hos frö och vingar. Här kommenteras blott resultat av mera allmänt intresse.

De sex undersökta genotyperna skiljer sig tydligt från varandra i flera hänseenden. Vissa skillnader förändras ej alls med variationen i klimat, de är specifika.

Först *fröformen*. Trädet Ns: 8 har de bredaste fröna, bredden uppgår till 63 % av längden. De smalaste fröna, relativt taget, förekommer hos N: 6, där bredden blott är 49 % av längden. Denna markanta skillnad går igen hos ymparna, för vilka motsvarande relativtal är 62 och 50 %, de är således nästan helt identiska med moderträdens. Starkt asymmetriska frön, uttryckt genom kvoten Ax/b , påträffas hos Ns:6, där fröets yttre hälft har en bredd på 59 % av fröets hela bredd. Minst asymmetriska är fröna hos N: 6, där kvoten Ax/b når ett värde av 56 %. Också här motsvarar de två grupperna av ympar sina respektive moderträd med kvoter på 59 och 56 %. Den tredje formegenskapen, som upptagits i tabläerna, är längdasymmetrin i fröets ytterhälft, kvoten Ay/l . Denna når sitt högsta värde, 57 %, hos N: 6, sitt lägsta hos G: 1 med 53 %. Ympmaterialet ger respektive 57 och 55 %. Skillnaden har utjämnats men går i samma riktning.

Även några *frödetaljer* må här framhåvas. Hos N: 6 är fröets ytterkant, löpande från mikropylspetsen till naveln, mycket starkt upphöjd. Detta har som konsekvens att den ordinära naveltappen skenbart ter sig dubbel. Hos V: 2 är motsvarande ytterkant plattad. Hos G: 1 är mikropylspetsen, sedd på fröets smalsida, skarpt spetsad. Hos Ns: 8 är naveln föga framträdande; ytterkanten av fröet i sin övre del, mellan Ax och naveln, icke skarpt markerad utan rundad, och mikropylspetsen, sedd på fröets bredsida, rundat spetsig. Ymparna överensstämmer exakt med sina moderträd i alla dessa karaktärer.

Ifråga om andra kännetecken må nämnas att fröna hos D: 6 utmärks av en egendomligt musgrå färgton, med en mörkbrun fläckig mönstring omkring mikropylspetsen. Hos V: 2 är fröets ytstruktur finkornig, lätt knottrig, hos N: 6 likaså finkornig men med färglösa grova korn här och var. D: 6 har smala vingar, b/l är 34 %; G: 1 har breda vingar, b/l är här 43 %. Längdasymmetrin hos vingen är mest utpräglad hos D: 6, med $Ay/l = 20$ %, minst hos N: 6, med $Ay/l = 32$ %. Vingformen hos N: 6 kan betecknas som »knivformig smalbukig». Vingspetsen är hos G: 1 skarpt tillspetsad, hos D: 6 och V: 2 trubbig. I samtliga karaktärer utom vingformen överensstämmer moderträd och ympar så gott som fullständigt.

Denna jämförelse visar således hur nära ympfröet motsvarar naturfröet ifråga om form- och detaljegenskaper, trots den väldiga skillnaden i miljö och allmänfysiologi.

Detta får likväl ej förleda till slutsatsen att miljön ej alls påverkar fröets morfologi. Tvärtom är det så, att vissa egenskapskomplex betar sig helt

annorlunda hos moderträd och hos ympar. Så är speciellt förhållandet, vad färgen på frö och vingar beträffar. Som allmän regel gäller det att ympfröet är mörkare än naturfröet. Enskildheterna framgår av färgplanschen. Hos V: 2 är färgen hos naturfröet gulbrun, med en rödviolett till brun kant, hos ympfröet är den kaffebrun med svartbrun kant. Hos Ns: 8 har naturfröet en grågul färg, ofta med en mörkare nyans ovanför det grågula; ympfröet är svartbrunt eller svart. Hos D: 6 med dess egendomligt musgrå frön mörknar färgen väsentligt hos ympmaterialet. T. o. m. hos G: 1, det sydligaste moderträdet, förskjutes den från ljus- till mörkbrun.

Vingfärgen förändras på liknande sätt. Den mörknar från gulbrun till svartbrun, guldgul till ljusbrun, gulvit till brunvit etc. Parallellt härmed ökar färgkropparna i vingarnas celler både i antal och storlek. Moderträden och ymparna skiljer sig utpräglat hos V: 2, N: 6 och Ns: 6. Hos D: 6 och G: 1 är färgkropparna även hos ympmaterialet små, hos Ns: 8 är de ännu svagare.

Också vad *ytstrukturen* beträffar, är den ibland olika hos moderträd och ympar. Naturfröet har hos några genotyper, särskilt är så fallet hos Ns: 8 och D: 6, en gles filt- eller mycelliknande beklädnad, som är speciellt tydlig i navelregionen. Denna filtbeklädnad, som ej är patologisk, påträffas ej alls hos ymparna. Mognadsgraden spelar således in.

Till slut må det också nämnas att *vingdetaljerna* skiljer sig hos moderträdet G: 1 och dess ympar. Det är möjligt att denna olikhet står i samband med omplanteringen av ymparna vid kottens utmognad, varigenom ämnesomsättningen har rubbats (jmf. TUBEUF, 1893). Så är förhållandet med andra egenskaper av fröet, exempelvis vad endospermet beträffar, som uppenbarligen kemiskt brutits ned.

Denna framställning har således ådagalagt att tallfröet av enskilda genotyper ofta är så karaktéristiskt att det med fördel kan utnyttjas som hjälpmedel i det skogliga kontrollarbetet på växtförädlingens område. Det går lätt att fastställa, huruvida ympträden i en fröplantage verkligen tillhör de för denna uttagna plusträden eller om förväxlingar vid risinsamlingen, ympningen eller planteringen har ägt rum. Man kan nu på ett helt annat sätt än förr arbeta »rent».

Samtidigt demonstrerar dessa analyser genomslagskraften, den s. k. *heritabiliteten* (se LERNER, 1950), av olika egenskaper. De mest konstanta kännetecknen påverkas ej alls i avvikande miljö eller av ett främmande ympunderlag. Någon fysiologisk omställning äger icke rum.

IV. Fröantal och kottvikt

Det är en viktig uppgift för den skogliga växtförädlingen att så snabbt och säkert som möjligt beräkna fröproduktionen i de framtida ympplantagerna. För närvarande föreligger endast grova skattningar med toppvärden på vid

pass 50 kg per hektar och år (LINDQUIST, 1947). Försiktigare beräkningar rör sig kring 20—30 kg. Fröproduktionen i plantagen bestäms av tre olika faktorer:

kottantalet per ympträd (vid bestämt förband),
fröantalet och procenten matat frö per kott,
frövikten.

Det maximalt möjliga kottantalet per ymp och arealenhet vid en uthållig produktion är ännu obekant. De andra två faktorerna behandlas i denna undersökning.

I kapitel II påvisades att ympträden bildade tyngre (och större) kottar vid Bogesund än de motsvarande undersökta moderträden. På grund av det tredimensionella sambandet mellan kottvikt, fröantal och frövikt kommer således de sistnämnda två egenskaperna att påverkas av den ökade kottvikten. Föreliggande kapitel avser att jämföra fröantalet hos moderträd och ympar, med och utan beaktande av kottvikten. Också detta innebär ett synnerligen intrikat problem. Är fröantalet hos en bestämd genotyp, vid känd kottvikt, oberoende av klimat, ympning, skötsel? Om det varierar, sker detta på ett lagbundet sätt?

Vid klängningen av de kottar, som ingår i denna undersökning, togs varje frö tillvara, oavsett om det var tomt eller matat. Blott »krymplingsfröna» (Kümmerkörner, ROHMEDE 1938, p. 224) uteslöts. På plansch. I A—VI A har på x -axeln genomgående avsatts kottvikten, på y -axeln fröantalet. För varje enskilt moderträd beräknades för sambandet mellan kottvikt och fröantal en regressionslinje. Denna regressionslinje har på figurerna ritats som en heldragen linje inom moderträdets variationsområde och har extrapolerats som en streckad linje till höger om detta område, dvs. för högre vikter än de som förekommer hos moderträdets kottar. Då ympkottarna i allmänhet är tyngre än moderträdets kottar, faller en hel del av ympkottarnas vikter i det område, inom vilket linjen extrapolerats. Här blir jämförelsen behäftad med viss osäkerhet. Ympkottens fröantal anges i form av staplar. Den olika markeringen betecknar olika ympar.

I de angivna figurerna jämföres fröantalet vid olika kottstorlek:

- 1) mellan de *enskilda* ympkottarna och motsvarande enskilda moderträdsvärden. Medelfelet ε för avvikelserna från regressionslinjen har beräknats i enlighet med HALD (1948, ekvation 16. 53).

Om fröantalet i en ympkott är y_i och fröantalet i motsvarande Mt-kott är Y_i , så kan skillnaden $y_i - Y_i$ statistiskt provas enligt formeln $t = \frac{y_i - Y_i}{\varepsilon}$.

Signifikansen av skillnaderna mellan ympar och moderträd kan direkt avläsas i figurerna med hjälp av de inritade kurvorna för 1ε , 2ε , 3ε .

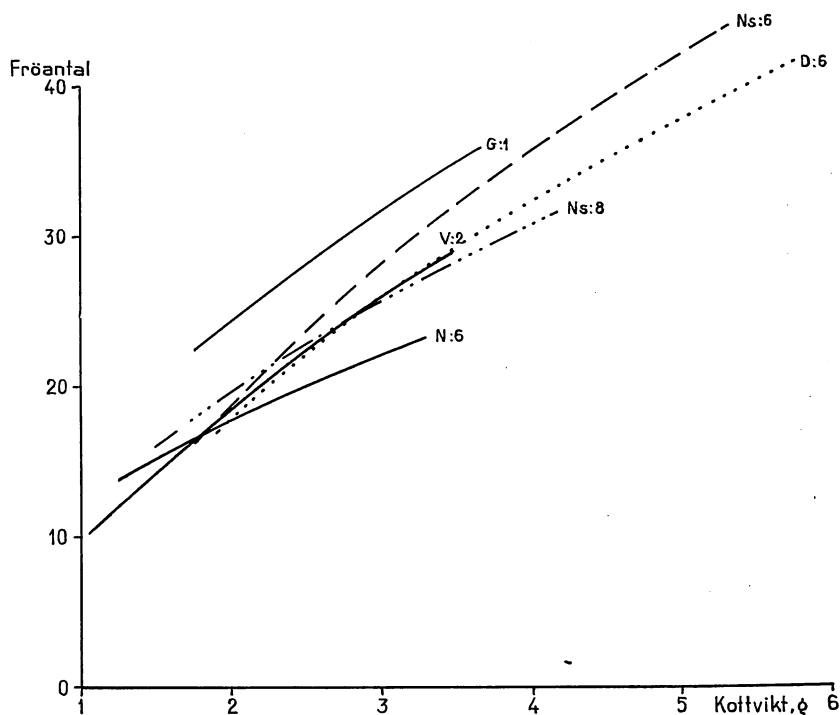


Fig. 16. Relation mellan kottvikt och fröantal hos de sex moderträden (regressionsekvation: $y = a + b\sqrt{x}$)
 Relation between cone weight and seed number of the six analysed mother trees (regression equation: $y = a + b\sqrt{x}$).

2) mellan de båda typerna av kott (*Mt* och *Y*) betraktade som *helhet*. För båda typerna av kott beräknades de individuella och de parallella regressionslinjerna, och dessa prövades statistiskt beträffande skillnaden i lutning och skillnaden i nivå. Variansanalysen utfördes analogt med tabellen på p. 32.

Det är emellertid sannolikt att regressionen mellan fröantal (y) och kottvikt (x) hos moderträden icke förlöper lineärt utan har en svag krökning vid höga kottvikter. För detta talar också det m. e. m. krökta sambandet mellan fröantal och kottvikt hos ymparna där variationsvidden för kottvikten är större än hos moderträden. En inspektion av materialet visade att regressionen kunde beskrivas genom ett uttryck av typen $y = a + b\sqrt{x}$, där a och b är konstanter. I fig. 16 har moderträdens regressionslinjer beräknats ut från denna förutsättning.

Såsom det framgår av figuren, gäller det generellt att fröantalet stiger med kottvikten. Tre av moderträden: V: 2, Ns: 8 och D: 6, har ett nära överens-

stämmande regressionsförlopp. Regressionskurvan för N: 6 ligger till övervägande del under de andra moderträdens och löper alltså flackare. Trädet Ns: 6 visar den brantaste lutningen och når de högsta värdena på fröantalet men överensstämmer för övrigt i stort sett med träden V: 2, Ns: 8 och D: 6. Den högsta nivån på kurvan visar G: 1, som i huvudsak faller utanför de andra träden. En variansanalys av materialet ger följande resultat:

Regressionen $y = a + b\sqrt{x}$ för alla moderträd ¹⁾	d. f.	s. s.	m. s.
a totalregression.....	174	4 964,1253	28,5295
b parallella regressionen.....	169	4 325,0393	25,5919
c individuella regressionen.....	164	4 175,8173	25,4623
d b—c.....	5	149,2220	29,8444
e a—b.....	5	639,0860	127,8172

$$\text{Skillnad i nivå } F \frac{127,8172}{25,5919} = 4,9944^{***}$$

$$\text{Skillnad i lutning } F \frac{29,8444}{25,4623} = 1,1721^{\circ}$$

Moderträden uppvisar således säkra skillnader ifråga om regressionskurvornas nivå men ej ifråga om deras lutning. I vad mån nivåskillnaden sammanhänger med olika klimatförhållanden eller är genetiskt betingad, låter sig icke med säkerhet avgöra. De två träden N: 6 och G: 1, vilka mest avviker från varandra, lever under helt olika yttre betingelser, och det nordligaste trädet har i detta fall det lägsta fröantalet. Att skillnaden helt eller delvis har en genetisk grund, framgår av ymparnas beteende. Också hos dem är fröantalet väsentligt högre hos G: 1 än hos N: 6. Däremot är skillnaden i regressionslinjernas lutning mellan Ns: 6 och Ns: 8 troligen till övervägande del av tillfällig natur. Ymparnas fröantal är nämligen hos dessa två genotyper, vid konstant kottvikt, så gott som identisk.

Här må i all korthet moderträd och ympar jämföras ifråga om fröantal (parvis och i sin helhet enligt ekvationen $y = a + bx$; se p. 30—31).

V: 2. Inom regressionslinjens empiriska ram faller värdena för tolv ympkottar. Dessa ligger som helhet något under moderträdet i fröantal. En av kottarna (nr 11), som blott har fem frön vid en kottvikt av 2,5 gram, ligger nedanför gränsen för -3ε . Fyra ympkottar faller utanför den empiriska delen av regressionslinjen. En av dem är tydligt underlägsen i fröantal, och ligger mellan gränserna för -2 och -3ε . 81 % av alla kottarna faller inom gränserna för $\pm 2\varepsilon$.

Moderträd och ympar visar god överensstämmelse.

¹⁾ d. f. = frihetsgrader. — s. s. = kvadratsumma. — m. s. = medelkvadrat. — F. = varianskvot.

N: 6. Inom regressionslinjens empiriska ram faller sju ympkottar, fem av dem ligger mellan $\pm 1 \epsilon$, nr 4 och 8 avviker och ligger över $+ 1 \epsilon$, resp. vid $- 2 \epsilon$. Sju ympkottar, som har hög kottvikt, grupperar sig nära regressionslinjens streckade del. 80 % av alla kottarna ger värden mellan $\pm 1 \epsilon$.

I detta fall överensstämmer moderträdet och ympar väl.

Ns: 6. Inom regressionslinjens empiriska ram, som är jämförelsevis bred, har ympkottarna tydligt lägre värden än moderträdet. I sex av tio kottar faller fröantalet ned till gränsen för $- 2 \epsilon$. I den streckade delen av regressionslinjen uppvisar ympkotten visserligen mycket höga fröantal, upp till 50 frön per kott eller mera, men når dock i intet fall moderträdet beräknade nivå. Blott 35 % av alla kottarna ligger inom gränsen för $\pm 2 \epsilon$.

Hos denna genotyp är således naturkotten, även det dåliga året 1952, klart överlägsen ympkotten ifråga om fröantal (vid känd kottvikt). Skillnaden är statistiskt säker.

Ns: 8. Inom den empiriska delen faller elva ympkottar, varav två nedom gränsen för $- 2 \epsilon$. 81 % av kottarna ligger mellan $\pm 2 \epsilon$. Nästan alla kottarna av ymp 405 är underlägsna ifråga om fröantal/kott i jämförelse med de andra ymparna.

Moderträdet är också i detta fall överlägset ympmaterialet i fröantal. Skillnaden har viss säkerhet.

D: 6. Detta träd är särskilt intressant, därför att moderträdet kott visar stor variation i kottvikt, från 2 till 6 gram. Inom detta område faller elva ympkottar, varav huvudparten ligger inom gränserna för $\pm 1 \epsilon$. Ett värde på fröantalet är lågt och faller under $- 2 \epsilon$. Detta kompenseras emellertid av värdena för två andra ympkottar, som har mycket höga fröantal, vid gränsen för $+ 3 \epsilon$. Utanför det empiriska området faller fyra ympvärden, varav ett mycket lågt, under $- 3 \epsilon$, de övriga mellan $\pm 1 \epsilon$. 73 % av alla ympkottarna faller inom gränserna för $\pm 2 \epsilon$.

Fröantalet hos ymparna ligger således mycket nära moderträdet regressionslinje. Någon klar skillnad är ej förhanden.

G: 1. Icke mindre än 16 ympkottar faller inom moderträdet empiriska ram. Av dem ligger en under $- 2 \epsilon$, en över $+ 2 \epsilon$. Av de fyra värden, som motsvarar den streckade delen av regressionslinjen, är ett så lågt att det närmar sig gränsen för $- 2 \epsilon$. 86 % av kottarna faller inom området $\pm 2 \epsilon$. Ympen 341 är klart underlägsen den andra ympen.

Naturkott och ympkott ger således i stort sett liknande värden för fröantalet. Någon säker skillnad föreligger ej.

Ovanstående redogörelse kan sammanfattas så, att Bogesundsymparna av de fyra nordligaste träden, speciellt Ns: 6, ger som helhet färre frön, vid konstant kottvikt, än moderträden. De två sydligaste trädens ympar ger

samma eller något högre fröantal. Dessa skillnader och deras signifikans har blivit beräknade och uppgår till följande värden:

Träd	Fröantal: Y — Mt, vid konstant kottvikt	Signifikans
V: 2	— 1,8	0
N: 6	— 2	0
Ns: 6	— 6	***
Ns: 8	— 5	**
D: 6	0	0
G: 1	+ 1,3	0

Helt annorlunda utfaller jämförelsen mellan moderträd och ympar, om fröantalet icke sättes i relation till kottvikten utan beräknas per kott, oavsett kottens vikt. Vi erhåller då nedanstående värden:

Träd	Fröantal per kott (klumpat material)		
	Y	Mt	Differens
V: 2	22	19	+ 3
N: 6	24	19	+ 5
Ns: 6	32	30	+ 2
Ns: 8	24	24	0
D: 6	35	32	+ 3
G: 1	35	29	+ 6

Denna skillnad i beteende, som uppstår vid de olika beräkningsmetoderna, orsakas, såsom inledningsvis betonades, av att ympträdens kott är väsentligt tyngre än moderträdens. Detta framgår också av plansch. I A—VI A. På grund av den starka korrelationen mellan kottvikt och fröantal förskjutes fröantalet mot högre värden, ifall kottvikten stiger. Ympmaterialet kommer därför att producera mer frö per kott än moderträden; också i de fall då fröantalet vid konstant kottvikt är lägre. Detta är särskilt tydligt hos genotypen Ns: 6, som i klumpat material ger två frön mera per ympkott än naturkott men sex frön mindre per kott, ifall kottvikten beaktas. Vid en noggrann analys får materialet icke sammanslås. Ett dylikt förfaringssätt leder lätt till oriktiga slutsatser.

De analyserade ymparna har ganska låg ålder, sex till sju år. Det är möjligt att fullvuxna ympträd i många hänseenden kommer att bete sig annorlunda. Ymparnas fröproduktion är redan nu förvånansvärt hög. Den i några fall nyckfulla variationen i fröantal torde stå i samband med en brist på fysiologisk balans hos det unga ympmaterialet. Möjligen har dessutom pollinationen och befruktningen varit ojämn.

V. Frövikten hos moderträd och ympar

I denna analys ingår endast det matade fröet (embryoklass I—IV, p. 43), icke det tomma fröet (embryoklass O). Uppdelningen i tomt och matat frö har gjorts i enlighet med röntgenbilderna. Den kan därför betraktas som tillförlitlig.

I plansch. I B—VI B har på x -axeln avsatts kottvikten, på y -axeln den genomsnittliga frövikten per kott i tusendels gram. Fröets vikt har för varje kott bestämts som den totala vikten av det matade fröet dividerat med antalet matade frön. I stället för vikten av ett frö kan man givetvis räkna med 1 000 k-vikten men måste då hålla i minnet att denna bygger på ett litet antal frön, icke på det antal som vanligen används i den skogliga frökontrollen (4×100 frön, HUSS, 1951). I figurerna betecknar de vita staplarna de empiriskt funna värdena för ympkotten. Den svarta delen av staplarna anger det beräknade värdet för moderträden.

Dessa beräknade värden har erhållits enligt följande metod:

Frövikten (y) hos en kott är en funktion av kottvikten (x_1) och fröantalet (här uttryckt som kottvikt/fröantal, x_2 ; jfr SIMAK, 1953 b). Den kan därför bestämmas med hjälp av ekvationen:

$$y = a + b_1x_1 + b_2x_2, \text{ där } a, b_1 \text{ och } b_2 \text{ är konstanter.}$$

I enlighet härmed beräknades till varje ympkott det motsvarande värdet för frövikten hos moderträden (x_1 , resp. x_2 blir vid en dylik jämförelse lika hos ympar och moderträd). Ympkottens och naturkottens frövikter jämföres på detta sätt under lika betingelser.

För att fastställa huru säkra skillnaderna mellan ympar och moderträd är, har medelfelet bestämts för varje moderträdsvärde enligt HALDS ekvation 18.43 (1948, p. 504). Denna ekvation anger visserligen medelfelet för själva regressionsekvationen, men från den kan medelfelet för skillnaderna mellan ymp- och motsvarande moderträdiskott lätt härledas. Medelfelet 1 ϵ har i figurerna markerats med en fylld cirkel (●) och har avsatts från de svarta staplarnas topp — nedåt ifall moderträdens värden ligger högre än ymparnas, i motsatt fall uppåt. Vid avläsningen av de olika Mt - och Y -värdena utgår man från x -axeln. Staplarna för de empiriskt funna ympvärdena och de motsvarande Mt -värdena täcker delvis varandra.

Vid de lägsta och högsta kottvikterna blir jämförelsen mellan Mt och Y jämförelsevis osäker. Osäkerheten beror på att det material som använts för beräkning av moderträdens regressionsekvation visade en ganska snäv variation i kottvikt och i fröantal, så att många ympkottar faller utom moderträdet's variationsområde. Osäkerheten i dessa skillnader framgår också av de relativt stora medelfelen. Samma förhållande gäller också för ympkottar som har ett extremt lågt fröantal.

I tab. 1 återges ekvationerna för de sex undersökta moderträden med avseende på frövikten, liksom medelfelen för värdena b_1 och b_2 . t -testen visar att kottvikt och fröantal i olika grad påverkar frövikten. De partiella regressionerna anger att frövikten växer hos alla sex moderträden och deras ympar

- 1) med stigande kottvikt,
- 2) med sjunkande fröantal vid konstant kottvikt.

1. Kottvikten påverkar frövikten med följande signifikans: Ns: 6***, G: 1***, V: 2**, N: 6**, Ns: 8*, D: 6*
2. Fröantalet påverkar frövikten med följande signifikans: Ns: 8**, D: 6**, G: 1*, N: 6°, V: 2°, Ns: 6°.

I samtliga fall har kottvikten en jämförelsevis kraftig inverkan på frövikten. Minst utpräglat är detta förhållande hos träden Ns: 8 och D: 6. I dessa två fall utövar i stället fröantalet en tydlig inverkan. Kottvikt och fröantal har således en viss komplementär effekt på frövikten. Av de två egenskaperna har emellertid kottvikten det starkaste inflytandet.

Sambandet mellan fröantal och frövikten hos ymparna framgår tydligt av bilderna. Om vi t. ex. granskar dessa två egenskapers inbördes beteende hos V: 2, det nordligaste moderträdet, framgår det omedelbart att kott nr 1 med det lägsta fröantalet också har den högsta frövikten av samtliga kottar. Kott 11 med det näst lägsta fröantalet har den näst högsta frövikten. Av kottarna 2—5 har kott 4 det lägsta fröantalet och den högsta frövikten, kott 3 det högsta fröantalet och den lägsta frövikten. Vid högre kottvikter minskar skillnaderna i styrka, men av de fyra kottar som väger mellan fyra och fem gram har den tyngsta kotten lägst fröantal och högst frövikten. Hos G: 1, som är det sydligaste moderträdet och betar sig avvikande i andra hänseenden, är samma regelbundenhet förhanden. Detta syns t. ex. hos kottarna 2 och 3, där det inversa förhållandet av fröantal och frövikten är tydligt, likaså hos kottgruppen 4—6, där 4 har lågt fröantal men hög frövikten, och hos de två tyngsta kottarna, där det höga fröantalet hos den tyngsta kotten svarar mot en lägre frövikten.

Tre av moderträden, nämligen N: 6, V: 2 och Ns: 6, visade hos naturkotten ingen signifikans för en inverkan av fröantalet. Hos ympmaterialet uppträder emellertid den inversa relationen. V: 2 berördes tidigare. Hos N: 6 har kott 1 av ympen 871 lägre fröantal än 3 och 4 av ympen 868 men betydligt större frövikten. Ordningen mellan kottarna blir ifråga om fröantal: 1, 3, 4, ifråga om frövikten: 4, 3, 1. Lika tydligt betar sig de tre kottarna 9, 4, 10 med en kottvikt av vid pass 4 gram. Ordningen ifråga om fröantal är: 4, 10, 9, ifråga om frövikten: 9, 10, 4. Även de två tyngsta kottarna visar ett inverst förhållande. — Hos Ns: 6 iakttagas för kottarna 1 och 2, som i kottvikt ligger omedelbart in-

Tabell 1. Regressionsekvationen för frövikten (y) hos de undersökta moderträden
 ($x_1 =$ kottvikt, $x_2 =$ kottvikt/fröantal)

Table 1. The regression equation for the seed weight (y) in the analysed mother trees
 ($x_1 =$ cone weight, $x_2 =$ cone weight/seed number).

Träd	$1000 \cdot y = a + b_1 x_1 + b_2 x_2$	ε_{b_1}	ε_{b_2}	t-test	
				$\frac{b_1}{\varepsilon_{b_1}}$	$\frac{b_2}{\varepsilon_{b_2}}$
V: 2	$1000 \cdot y = 0,37169 + 1,06498 x_1 + 4,10197 x_2$	0,270	2,567	3,9444**	1,5980°
N: 6	$1000 \cdot y = 1,79262 + 0,53165 x_1 + 6,07878 x_2$	0,146	2,953	3,6414**	2,0585°
Ns: 6	$1000 \cdot y = 1,85741 + 0,39850 x_1 + 7,35070 x_2$	0,086	5,160	4,6337***	1,4246°
Ns: 8	$1000 \cdot y = 1,60811 + 0,22512 x_1 + 9,49674 x_2$	0,083	2,257	2,7123*	4,2077**
D: 6	$1000 \cdot y = 1,20462 + 0,13183 x_1 + 14,73064 x_2$	0,060	3,730	2,1972**	3,9492**
G: 1	$1000 \cdot y = 1,78937 + 0,66929 x_1 + 6,44854 x_2$	0,145	2,879	4,6158***	2,2399*

till varandra, ett inverst beteende, likaså hos kottarna 3 och 4. Hos de fyra kottarna med vikter mellan 4 och 4,5 gram har kott 14 det högsta fröantalet och den lägsta frövikten. De sex tyngsta ympkottarna fördelar sig på tre grupper om två kottar. Hos samtliga tre grupper har kotten med det lägsta fröantalet också den högsta frövikten.

Vad som således till en viss grad har påvisats gälla för moderträden själva, nämligen det inversa beteendet av fröantal och frövikt, framträder ännu klarare hos ymparna, som vuxit under inbördes lika miljöbetingelser. En viss nyckfullhet framträder dock ibland (jmf. p. 34).

Även kottvikten har hos ymparna ett visst inflytande på frövikten. Hos Ns: 8 och V: 2 är det icke så tydligt, väl däremot hos de andra träden, mest markant hos N: 6, D: 6 och G: 1, men även hos Ns: 6. Det är således uppenbart att även hos ymparna existerar ett komplext samband mellan kottvikt, fröantal och frövikt, även om det vad kottvikten beträffar, är betydligt kraftigare utpräglat hos natur- än hos ympkotten. Hos moderträden V: 2, N: 6 och Ns: 6, som lever under karga yttre betingelser, är kottvikten, icke fröantalet den faktor som bestämmer frövikten. Hos deras ympar, som lever under goda yttre omständigheter, utövar fröantalet en betydande effekt.

Jämfört med naturkotten har ympkotten *som helhet* högre frövikt hos alla sex moderträden, trots att skillnaderna mellan enskilda ympkottar och motsvarande moderträderskottar ofta är osäkra.

En *parvis* jämförelse mellan ympar och motsvarande beräknade värden för moderträden ger följande resultat:

Hos V: 2 har ympkottarna i tretton fall av sexton högre frövikt än naturkottarna, de tre kottar som avviker representerar dels den lättaste, dels de två tyngsta kottarna.

Hos N: 6 är ympkottarnas frövikt i samtliga fall högre än hos naturkottarnas.

Hos Ns: 6 gäller detta i femton av sjutton fall.

Hos Ns: 8 har ymparna en högre frövikt i fjorton av de sexton kottarna. Den lättaste kotten utgör ett av undantagen.

Hos D: 6 har femton ympkottar undersökts. Endast i två fall ligger ymparnas frövikt under moderträdens, i den tyngsta kotten (10) och i kotten med det lägsta fröantalet (1).

Trädet G: 1 betar sig helt avvikande. Här ligger nämligen ympkottarnas frövikter under naturkottens i femton fall, över blott i sju fall. Detta sammanhänger troligen med den nedbrytning av frövitån, som påvisas i annat sammanhang (p. 47).

I tabell 2 har slutligen sammanställts 1 000 k-vikterna hos moderträd och ympar. 1 000 k-vikterna kan beräknas på två olika sätt: dels för hela fröprovet (kolumn 2), dels för en bestämd punkt på moderträdens regressions-ekvation (kolumn 3). Denna punkt har valts så att den faller inom den empiriska ramen för moderträdens kottvikter, m. a. o. representerar en medelhög kottvikt (3 gram), och ett fröantal av 25.

En jämförelse mellan kolumnerna 4 och 5 visar hur avvikande moderträdens värden kan bli, ifall man utgår från klumpade prov. Enligt kolumn 2 har Mt N: 6 den lägsta, Mt G: 1 den högsta 1 000 k-vikten. Ordningföljden blir N: 6 — V: 2 — Ns: 8 — D: 6 — Ns: 6 — G: 1. Om 1 000 k-vikterna däremot avläses från regressions-ekvationerna med $x_1 = 3$ gram och $x_2 = 0,12$ blir ordningföljden D: 6 — Ns: 8 — Ns: 6 — V: 2 — N: 6 — G: 1. Enligt denna beräkningsmetod når tusenkornvikten hos Mt N: 6 det näst högsta värdet. Mt D: 6 betar sig i de två fallen närmast motsatt. Den multipla regressionen mellan kottvikt, fröantal och frövikt gör det nödvändigt att en bestämd punkt för jämförelsen fixeras. Någon godtagbar slutsats beträffande olika moderträds frövikter blir eljes ej möjlig. Tabellen klagör också att vid en invändningsfri jämförelse mellan moderträd och ympar bör ett kottmaterial, som är enhetligt ifråga om kottstorlek, användas. Enligt kolumn 2 i tabell 2 har ympmaterialet av G: 1 en betydligt högre genomsnittlig 1 000 k-vikt än sitt moderträd. Vid en noggrann analys, vid konstant kottvikt (plansch. VI B), visar det sig i stället att naturfröet är överlägset ympfröet. Orsaken till den felaktiga slutsatsen är här liksom tidigare att ympkottarna är vida tyngre än naturkottarna. Moderträdet har hos G: 1 en medelvikt av 2,6 gram, kotten hos de båda undersökta ymparna väger respektive 3 och 4,7 gram. De genomsnittliga 1 000 k-vikterna går parallellt: 4,19 mot 4,25 och 6,04. Blandprover leder således i detta fall till en oriktig tolkning av orsakssammanhanget.

Enligt kolumn 2 har ymparna av de återstående fem genotyperna högre tusenkornvikt än moderträden själva. Man kan likväl inte utan vidare avgöra, om detta beror på den större kott som ymparna bildar, eller om själva ympningen, eller ympförflyttningen här spelar någon roll. Av plansch. I B—VI B framgår det emellertid klart, att den högre frövikten dels beror på att

Tabell 2. Tusenkornvikt hos moderträd och ympar efter två olika beräkningsmetoder

Table 2. Thousand seed weight in mother trees and grafts according to two different methods of calculation: for entire samples column (2) and for a specified cone weight of 3 grams and a seed number of 25 (column 3)

Genotyp	Tusenkornvikt av matat frö		Relation	
	för hela prov	vid kottvikt 3 g vid fröantal 25	för kol. 2	för kol. 3
I	2	3	4	5
Mt-V: 2	3,2196	4,042	100,9 (2)	98,4 (4)
Y-782	4,8923	—	—	—
Y-787	4,6756	—	—	—
Mt-N: 6	3,1912	4,1096	100,0 (1)	100,0 (5)
Y-868	4,7268	—	—	—
Y-871	7,2471	—	—	—
Mt-Ns: 6	4,0952	3,9420	128,3 (5)	95,9 (3)
Y-356	5,7865	—	—	—
Y-358	5,6710	—	—	—
Y-359	6,7506	—	—	—
Mt-Ns: 8	3,3692	3,4100	105,6 (3)	83,0 (2)
Y-404	4,9313	—	—	—
Y-405	4,6902	—	—	—
Y-406	4,1973	—	—	—
Mt-D: 6	3,3907	3,3576	106,3 (4)	81,7 (1)
Y-1114	4,5577	—	—	—
Y-1118	4,5905	—	—	—
Mt-G: 1	4,1933	4,5740	131,4 (6)	111,3 (6)
Y-339	4,2469	—	—	—
Y-341	6,0387	—	—	—

ymparna utbildar en större kott än moderträden, dels på andra omständigheter, vilka vidare bör undersökas.

Härmed vill vi givetvis icke ha sagt att den obligatoriska bestämningen av tusenkornvikten skulle vara överflödig. Den räcker för praktiskt bruk. Men det kan befaras att vid finare jämförelser den vanliga metoden att fastställa tusenkornvikten lätt leder till att viktiga variationsorsaker förbises.

VI. Embryoklasser

Med den av SIMAK och GUSTAFSSON (1953 a och b) speciellt utarbetade metodiken, som innebär att fröna fotograferas i mjuk röntgenstrålning, kan ett fröpartis beskaffenhet fastställas utan att fröna behöver snittas eller läggas

till groning. Denna röntgenfotografering nedsätter ej fröets groningsförmåga eller skjutkraft. Den kan därför användas även hos frömaterial av betydande teoretiskt värde.

Sedan länge har den skogliga forskningen ägnat särskild uppmärksamhet åt fröets kvalitet i olika klimatzoner och under olika år och regelbundna rapporter därom har lämnats av skogsforskningsinstitutets skogsavdelning. Nyligen har HUSS (1951) behandlat den kontrollmetodik, som för praktiskt bruk utarbetats av TIRÉN och honom själv. Av betydande värde är det att konstatera halten av tomt, respektive matat frö. En fraktionering i dessa frötyper åstadkommes genom »blåsning» i den TIRÉNSKA frörensningsapparaten (l. c., p. 22). En viss felklassificering inträffar emellertid lätt. För klassificeringen av matat frö har man hittills varit hänvisad till snittningsmetoden (l. c., p. 45). Genom denna kan man med viss säkerhet, om än ganska omständligt, bestämma embryots och frövitans inbördes utveckling och i viss mån korrelera den till groningsförmågan av fröet.

Denna snittningsmetodik utarbetades för skandinaviska förhållanden först av HAGEM (1917), som med dess tillhjälp klassificerat tall- och granfrö. Hans gruppindelning var den följande, som här exemplifieras med hänsyn till två provenienser, en nordlig och en sydlig.

	Med välutvecklad frövita (matat frö)			Med dålig frövita och utan embryo (tomfrö)		Total groning
	1 Med stort embryo	2 Med dåligt embryo	3 Utan embryo	4 Intorkad dålig frövita	5 Utan frövita	
Nordlig fjällskog....	3 %	13 %	47 %	22 %	15 %	11 %
Sydlig lågländskog..	76 %	5 %	1 %	2 %	16 %	68 %

Kontrasten mellan de två provenienserna är slående. Tomfrö (klasserna 4 och 5) förekommer hos den nordliga proveniensen till 37 %, hos den sydliga blott till 18 %. Väl matat frö (klass I) representeras i första fallet av 3 %, i det andra av 76 %. Hos klass I utfyller grodden helt det långsträckta rum i frövitans, där den är belägen.

Mera differentierat är KUJALAS schema från 1927. Liksom HEIKENHEIMO (1921) framhåller KUJALA att HAGEM ej beaktat den polyembryoni, som är så vanlig hos svagt utvecklat tallfrö.

Han uppdelar fröet i följande klasser.

- O — embryo och endosperm saknas, s. k. tomfrö. Grobarhet: o.
 IA — dött frö, utan embryo men med intorkat brunt endosperm. Grobarhet: o.

- IB — svagt utvecklat men levande frö med ett flertal små embryoner; oansenligt endosperm, stort mellanrum mellan endospermet och fröskalet. Grobarhet: 0—3 %.
- II — endosperm som hos IB; två eller flera embryoner med en längd som uppgår till $\frac{1}{4}$ — $\frac{1}{7}$ av embryohålan. Grobarhet: ± 5 %.
- III — endospermet utfyller ej helt fröets inre; flera embryoner, ett har tagit överhanden och är $\frac{1}{3}$ — $\frac{1}{2}$ av embryohålans längd. Grobarhet: upp till 30 %.
- IV — nästan fullmatade frön; frövitans som är vit och m. e. m. mjölig utfyller fröet så gott som helt; mestadels blott ett embryo, som upptar $\frac{2}{3}$ — $\frac{3}{4}$ av embryohålans längd. Grobarhet: c:a 45 %.
- V — fullt utvecklade frön, frövitans utfyller fröet helt; embryot har en längd av mer än $\frac{3}{4}$ av embryohålan. Grobarhet: upp till 85—90 %.

Denna indelning är otvivelaktigt fullständigare än HAGEMs. Den är dock icke helt tillfredsställande. Särskilt gäller detta med hänsyn till klasserna IB—III, där gränsdragningen är vag.

År 1929 införde WIBECK en metod att bestämma »embryorelationen», dvs. det procentuella förhållandet mellan embryots och frövitans längd (se även WIBECK, 1920). Han iakttog en mycket god överensstämmelse mellan embryorelationen 65—70 % och fröets förmåga att gro. Frön med lägre embryorelation gror ej alls eller blott med svårighet.

På liknande sätt som WIBECK har VINCENT (1931) jämfört tallfrö av olika provenienser och funnit skillnader i embryots mognadsgrad. Han undersökte emellertid icke embryorelationen utan förhållandet mellan hypokotyl- och kotyledonlängden. Enligt honom visar provenienser på höga lägen (700 m ö. h. eller högre) relativt sett längre hypokotyl än provenienser från havsnivå.

Nyligen har PLYM FORSHELL (1953) jämfört kvaliteten av inavels- och korsningsfrö med hjälp av röntgenfotografering och därvid påvisat betydande skillnader i embryoutvecklingen. Hon indelar fröet i fem klasser: O—IV. Dessa motsvarar i stort sett de embryoklasser, som används i detta arbete. Av särskilt intresse är det förhållandet att inavelsfröet vida mer än korsningsfröet tillhör klasserna I—III. Fördelningen av det matade fröet på olika embryoklasser är för tre genotyper:

	I	II	III	IV	%
	%	%	%	%	%
Vuollerim E: 1					
inavel.....	50	20	22	7 =	99
E: 1 × E: 66.....	3	2	31	63 =	99
E: 1 × Ånge 2.....	—	—	30	70 =	100
Aspan Y: 17					
inavel.....	22	15	33	30 =	100
Y: 17 × Y: 8.....	3	10	10	77 =	100

Ockelbo II: 18

inavel.....	20	4	12	64 = 100
II: 18 × II: 15.....	—	—	—	100 = 100
II: 18 × II: 19.....	3	3	17	77 = 100

I föreliggande studie har vi liksom PLYM FORSHELL indelat tallfröet i fem klasser med hänsyn till *embryots* utvecklingsgrad (jmf. röntgenfotografierna i fig. 17 med motsvarande ritningar).

O: endosperm saknas, intet embryo (tomfrö)

I: endosperm förhanden, intet embryo

II: endosperm förhanden, ett—flera embryoner, intet av dem större än hälften av embryohålan

III: endosperm förhanden, ett embryo har tagit överhanden, det är emellertid utvecklat och utfyller mindre än $\frac{3}{4}$ av embryohålan

IV: endosperm förhanden, embryo fullt utvecklat, utfyller hela embryohålan.

Klasserna I—IV kan indelas i två undergrupper, beroende på endospermets beskaffenhet; A: endospermet fyller så gott som hela fröskalet, och röntgenabsorptionen är normal, B: endospermet fyller blott ofullständigt ut fröet eller röntgenabsorptionen är defekt. Klassificeringen i olika endospermtyper har icke genomförts i detta arbete, med undantag likväl för G: 1-ymparna, där klasserna IV A och B uppställts.

Samtliga dessa embryoklasser, liksom även endospermets kvalitet urskiljs utan svårighet vid röntgenfotografering med hjälp av mjuk strålning (10—15 kV, 40 mAs, f: 25 cm).

En viss felklassificering sker dock alltså, särskilt har detta varit fallet vid gränsdragningen mellan klasserna I och II. Frö tillhörande klass I får givetvis ej gro, eftersom det enligt definitionen saknar embryo. I de här citerade experimenten grodde det emellertid till ett par procent (p. 52). Felklassificeringen beror i detta fall på att det oansenliga embryot legat dolt i endospermet och någon tydlig embryohåla ej har iakttagits. Med nuvarande erfarenhet kan felen nedbringas till en obetydlighet.

I det följande lämnas först en kort redogörelse för naturfröets utveckling hos de sex undersökta genotyperna. Därefter jämföres fröet hos moderträd och ympar (se plansch. I C—VI C, och fig. 18 som sammanfattar resultaten). I några av figurerna har för klasserna O och IV också inritats medelfelet för skillnaden mellan ympar och moderträd. Medelfelen gäller, liksom beträffande fröantalet, endast vid en parvis jämförelse mellan ymp- och naturkott. Regressionslinjerna för moderträden har beräknats enligt ekvationen $y = a + bx$.

V: 2. Embryoklass IV är ej alls representerad. Vid låga kottvikter förekommer ej heller klass III. Fröet har här sammansättningen 20 % II, 60 % I

EMBRYOKLASSER

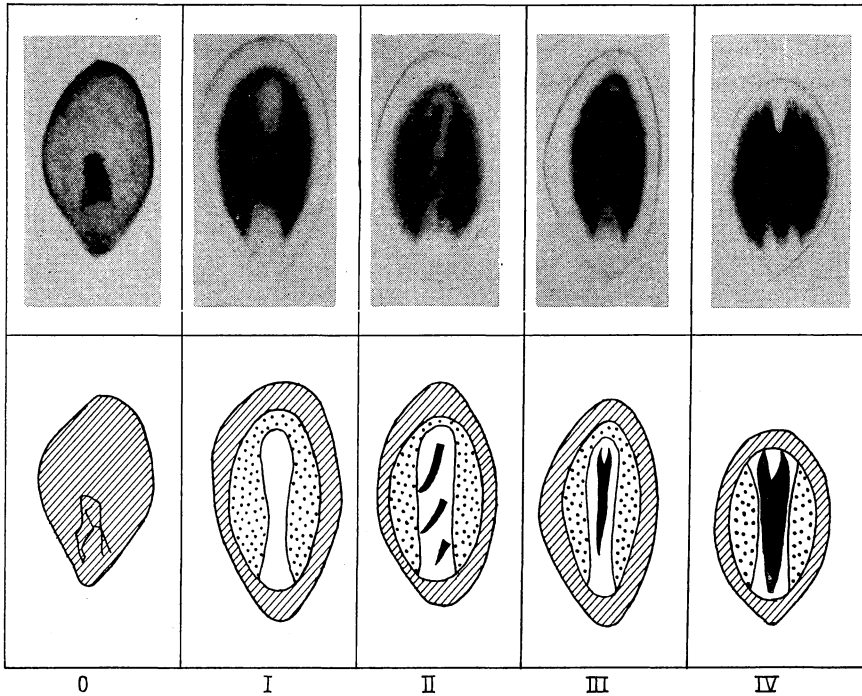


Fig. 17. Embryoklasser av tallfrö. Överst röntgenfotografier, under motsvarande ritningar.
Embryo development in Scot's pine (embryo types 0—IV). Above: X-ray photographs, below: the corresponding drawings.

och 20 % 0. Med stigande kottvikt ökar klass III till maximalt 20 %, klass II till 60 %, klass I sjunker till en obetydlighet och tomfröet minskar till 10 %.

Hos detta moderträd råder ett starkt samband mellan kottvikt och fröbeskaffenhet, vilket illustreras av regressionslinjernas branta lutning.

N: 6. Ej heller hos detta moderträd förekom 1952 embryoklassen IV. Klass III uppnår ett maximalt värde av 15 %. Embryoklassen II dominerar över hela viktsområdet med sina 55 %. Klass I är vid låga kottvikter mindre rikligt representerat än fallet var hos V: 2. Tomfröet uppgår till 25 %.

Sambandet mellan kottvikt och fröbeskaffenhet är mindre utpräglat än hos V: 2 men likväl fullt tydligt.

Ns: 6. Hos naturfröet av denna genotyp är klass IV rikligt förekommande; den stiger samtidigt med kottvikten från 10—50 %. Klass III ökar på liknande sätt från 10—30 %. Klass II minskar från 30—0 %, klass I från 25—0 %. Tomfröet har en frekvens av 20—25 % över hela området.

Hos detta moderträd utövar en förhöjd kottvikt ett gynnsamt inflytande på fröets beskaffenhet.

Ns: 8. Denna genotyp betar sig något avvikande, men detta är säkerligen av tillfällig natur. Klass IV ökar och klass III håller sig konstant vid stigande kottvikt. Klass II minskar i frekvens; klasserna I och O ökar tydligt. Vid låg och hög kottvikt är frekvenserna ungefär de följande:

	Låg kottvikt ± 1,5 gram	Hög kottvikt ± 4 gram
Klass IV.....	15 %	25 %
III.....	34	30
II.....	34	17
I.....	5	10
O.....	12	18

I detta fall förbättras frökvaliteten blott obetydligt med den ökade kottvikten.

D: 6. Detta moderträd karakteriseras av en mycket hög tomfröhalt, nämligen 30—35 %. Denna egenskap går igen hos ymparna och är sannolikt genetiskt bestämd. Klass IV förekommer vid samtliga kottvikter till vid pass 50—60 %. Klass III håller sig på en ungefärligen konstant nivå av 8 %. Klass II förekommer ej alls. Klass I ökar svagt med stigande kottvikt till cirka 4 %. Hos de sydliga moderträden D: 6 och G: 1 råder inget samband mellan kottvikt och fröbeskaffenhet.

Med fröets goda utmognad hos D: 6 försvinner polyembryonin fullständigt och de två högsta embryoklasserna tar överhanden. Tomfröprocenten är mycket hög. Eftersom fröet i övrigt är väl utmognat och av god beskaffenhet, kan årsklimatet knappast anses ha orsakat detta förhållande.

G: 1. Hos naturfröet av denna genotyp finns endast tre embryoklasser: IV, III och O, i frekvenser av 70, 10 och 20 % respektive. Polyembryonin har här liksom hos D: 6 alldeles försvunnit.

Denna redogörelse visar, hur naturfröet ändrar karaktär i samma mån som de klimatiska betingelserna förbättras. Polyembryoni försvinner, helt eller delvis, och embryoklass IV blir alltmer dominerande. Att denna gradvisa förbättring av naturfröets kvalitet icke beror på någon genetisk skillnad mellan moderträden, framgår tydligt av ymparnas beteende i den goda Bogsundsmiljön.

Hos V: 2 har femton ympkottar ett matat frö, som huvudsakligen består av klass IV, med en låg procent III. Klasserna II och I finns ej alls. Tomfröet uppgår i genomsnitt till 10—20 %. Hos den återstående kotten (nr 2 av ymp 782) har de olika klasserna följande frekvens: IV—4 %, III—48 %, I—30 %, O—18 %. Fröantalet i denna kott är 28 och kotten således välmatad.

Hos ymparna av N: 6 svänger frekvensen av klass IV mellan 65 och 100 %.

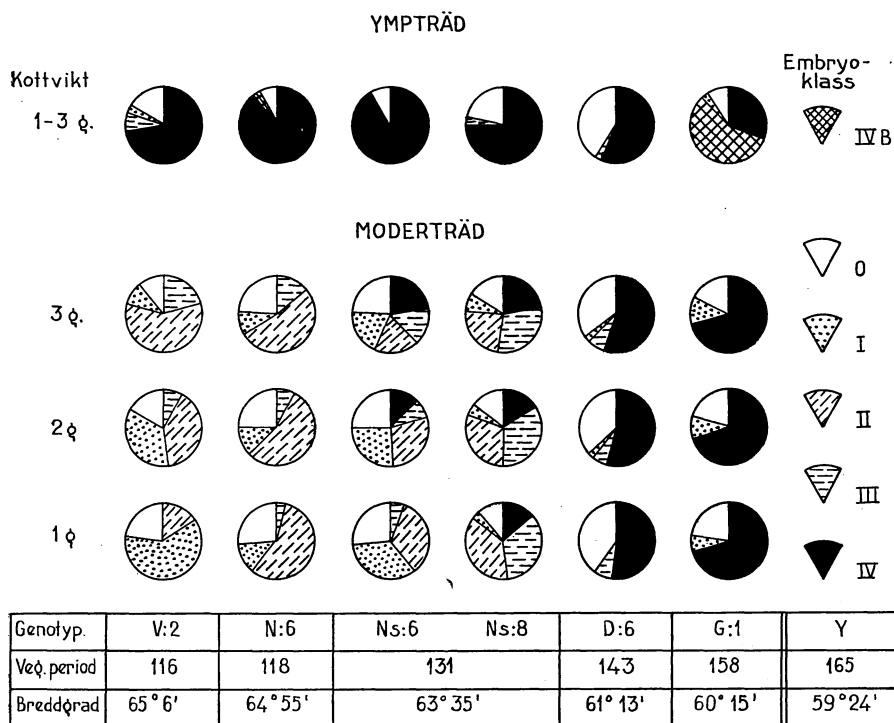


Fig. 18. Klimat, kottvikt och embryoklasser hos de sex undersökta genotyperna.
Climate, cone weight and embryo types in the six analysed genotypes.

Klass III är svagt företrädd, II ej alls och I uppgår till någon procent. Den genomsnittliga halten av tomfrö är 10 %.

Hos ymparna av Ns: 6 dominerar fröklass IV, III och I förekommer blott till någon procent; II ej alls. Tomfröet uppgår till mindre än 10 %.

Ympfröet hos Ns: 8 kännetecknas av sin höga tomfröhalt, genomsnittligt cirka 20 %. Ympkottarna 1 och 4 bidrar särskilt till denna höga frekvens. I övrigt är klass IV rikt representerad. Klass III uppgår till 10 %. Klasserna II och I är ej alls förhanden.

Intressant är att vissa ympkottar i detta fall innehåller tomfrö i högre grad än naturfröet. Detta står troligen i samband med den fysiologiska obalansen hos de unga ymparna (p. 34). Möjligen har pollineringen delvis varit ofullständig och särskilt bristfällig hos kottarna 1 och 4.

Hos D: 6 kännetecknas, som tidigare nämnts, såväl ymp- som naturfrö av en mycket hög halt tomfrö, hos naturfröet uppgår det till 30—35 %, hos ympfröet till 25—30 %. Också hos denna genotyp iakttages starka svängningar i frökvaliteten. Genomsnittligt är dock klass IV rikligare företrädd hos ymp-

fröet än hos naturfröet. Klasserna III och I förekommer blott till några procent, klass II ej alls.

Ymparna av trädet G: 1 omplanterades strax före kottmognaden (p. 7). Detta har medfört en serie avvikelser i fröbeskaffenheten, vilket tydligt framgår av röntgenfotografierna. Endospermets kemiska sammansättning har uppenbarligen ändrats och absorberar ej i samma mån som normalt den mjuka strålningen (fig. 19). Frö, som visar denna nedbrytning av endospermet, har på plansch. VI C och fig. 18 angivits genom ett nätmönster. Embryobeskaffenheten är även hos detta frö av klass IV. Med hänsyn till endospermets defekta karaktär bör fröet betecknas som IV B. Hos ympfröet uppgår klass IV (A + B) till 85 %, III och II saknas helt och I är företrädd med någon procent. Tomfröet har en genomsnittlig frekvens av 12 %. Relationen mellan klass IV A och IV B varierar starkt från kott till kott utan påvisbar regelbundenhet. I vissa kottar tillhör allt frö gruppen IV B, hos en kott (nr 15) tillhör fröet gruppen IV A. Totalt sett uppgår IV A till 27 %, IV B till 60 %.

Som ett allmänt omdöme gäller det att ympkotten lämnar ett synnerligen gott frömateriel. Embryo och endosperm är merendels väl utvecklade och polyembryoni förekommer icke alls. Tomfröet är däremot i stort sett av samma frekvens som hos de bäst utvecklade naturkottarna. Sannolikt existerar det genotypiska skillnader i tomfröhalt. Detta tyder möjligen på embryologiska särdrag vid fröanlagens och arkegonens tillväxt och utveckling.

Den schematiska översikten på p. 45 anger embryoutvecklingen vid tre olika kottvikter hos moderträden, nämligen 1, 2 och 3 gram, analyserad på grundval av regressionslinjernas värden och jämförd med genomsnittet för alla ympkottar mellan 1 och 3 gram. Av översikten framgår: (1) att ympfröet i kvalitet är vida överlägset naturfröet utom hos G: 1, (2) ju gynnsammare moderträdens miljö desto bättre blir frökvaliteten; embryoklass IV finns ej alls hos de nordliga moderträden men överväger hos D: 6 och G: 1, (3) frökvaliteten förbättras avsevärt med stigande kottvikt, särskilt hos de nordliga moderträden; se t. ex. skillnaden i embryoklassernas fördelning hos V: 2 vid 1 och vid 3 gram.

Vid klängning för hand, liksom vid avvingningen, skadas ofta barrträdsfröet. Särskilt är så fallet vid en del maskindrivna vingnötare (Huss, l. c., p. 24). Dyliga mekaniska skador kommer i många fall till synes även på röntgenplåtarna (se t. ex. fig. 20). Att också fysiologiska rubbningar, resp. kemiska skador avslöjas med hjälp av röntgenmetodiken, har tidigare berörts för Gysinge-ymparnas vidkommande. En speciell undersökning kommer att behandla röntgenanalysens användbarhet just för att klarlägga klängnings- och avvingningsskador.

I det föregående har blott slutstadiet i embryoutvecklingen blivit analyserat. Någon undersökning av tidigare utvecklingsstadier har av oss ännu ej ut-

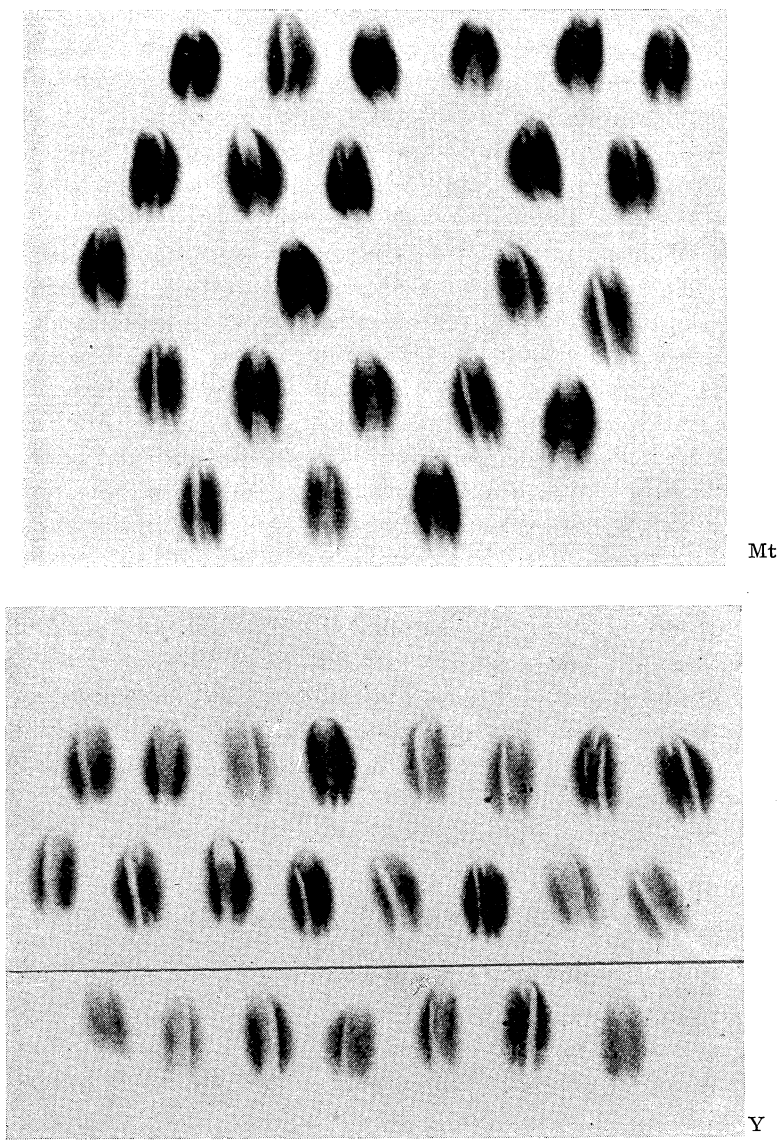


Fig. 19. Röntgenfotografier av natur- och ympfrö hos genotypen Gysinge 1. Överst en moderträds-, underst en ympkott. De svagt framträdande fröna i Y har dåligt endosperm.
 X-ray photographs of seed materials from one cone of the mother tree, Gysinge 1 (above) and one cone of a graft (below). The weakly appearing seeds of the grafted material did not germinate and possessed a poor endosperm.

förts. Av särskild vikt vore det att fastställa orsakerna till polyembryoniens uppträdande, detta speciellt som norrländskt frö har så hög frekvens därav. I arbeten från 1918 och 1919 har BUCHHOLZ påvisat att polyembryoni är en normal företeelse hos släktet *Pinus*. Han anser den vara ett primitivt drag. Polyembryonien är enligt honom av två slag: (1) endast ett arkegon och en äggcell befruktas men proembryot delar sig tidigt i fyra embryoner, vilka är utvecklingsbara; dessutom ger de s. k. rosettcellerna upphov till embryoliknande bildningar men dessa degenererar och kan troligen aldrig bilda det slutliga embryot hos ett frö, (2) flera arkegon och deras äggceller befruktas, och utvecklas parallellt ända till slutstadiet. Genom en kombination av dessa processer kan ett stort antal embryoner bildas i ett tallfrö. Om sex arkegon befruktas, bildas det maximalt $6 \times 8 = 48$ embryoner. Vanligen elimineras flertalet embryoner mycket tidigt. Eliminationen sker emellertid i olika grad beroende på miljön. Under goda yttre förhållanden utvecklas blott ett enda embryo; i karg norrlandsmiljö utbildas flera embryoner, som förblir små, stannar i utvecklingen men ändå är m. e. m. grobara. Klyvningsembryonerna enligt punkt 1 representerar enäggstvillingar (monozygotiska, SCHNARF, 1933, p. 212) och har därför samma genotyp. De embryoner som bildas enligt punkt 2 har däremot uppkommit genom olika befruktningförlopp och kan således betraktas som tvåäggstvillingar (polyzygotiska). Med röntgenbildens tillhjälp kan man sortera ut de polyembryona fröna. Det bör därmed bli möjligt att åstadkomma avkommor ur enskilda frön, vilka dels har karaktären av kloner och består av genetiskt identiska individ, dels representerar ett genetiskt sett oenhetligt material.

VII. Markgroningen hos natur- och ympfrö

Här må i anslutning till TIRÉNS framställning (1951) skiljas mellan

- 1) groningsprocenten (eller grobarheten): antalet efter viss tid, vanligen 30 dagar, grodda frön av 100 stycken sådda rensade frön,
- 2) allmänna markgroningsprocenten: antalet i fält grodda frön av 100 stycken sådda frön,
- 3) speciella markgroningsprocenten: antalet i fält grodda frön av 100 stycken levande frön.

I det följande beaktas särskilt den speciella markgroningsprocenten. Groningsanalysen har emellertid icke utförts i fält utan i växthusförsök (jmf. SIMAK och GUSTAFSSON, 1953 b). Fröna såddes i lådor med lätt sandblandad jord till ett djup av en halv centimeter och täcktes därefter löst med sand. Groningen följdes dag för dag. De grodda plantorna markerades med ringar

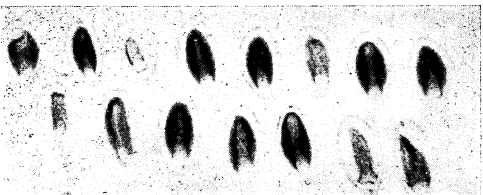




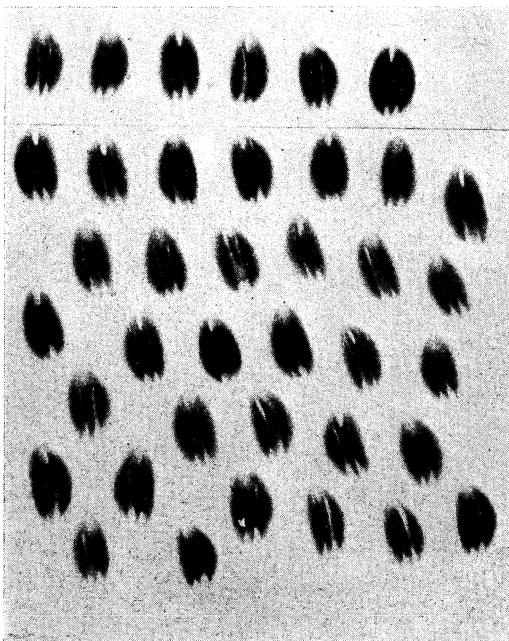
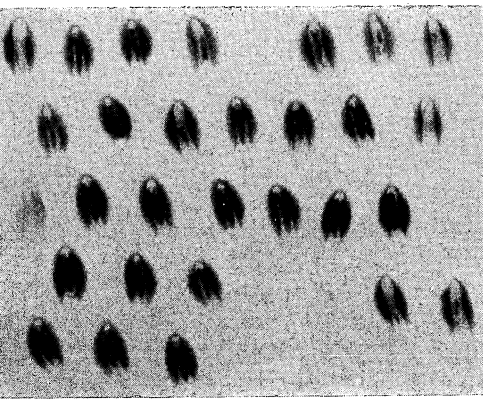
Moderträd Mother trees	Ympar Grafts
	
<p>V: 2 Kott: 11 Vikt: 1,76 g</p>	<p>V: 2 Kott: 787: 15 Vikt: 4,14 g</p>
	
<p>V: 2 Kott: 31 Vikt: 2,42 g</p>	<p>V: 2 Kott: 787: 11 Vikt: 2,48 g</p>
	
<p>Ns: 6 Kott: 5 Vikt: 2,78 g</p>	<p>Ns: 6 Kott: 359: 4 Vikt: 8,13 g</p>
	
<p>Ns: 8 Kott: 9 Vikt: 3,15 g</p>	

Fig. 20. Fröbeskaffenhet hos moderträd och ympar enligt röntgenfotografering. Krysset hos kott 787: 15 av V: 2 anger klängningsskadat frö.

Embryo development in seeds of mother trees and grafts according to X-ray photographs. The cross of cone no. 787: 15 in the grafted material of V: 2 denotes a seed damaged at the extraction.

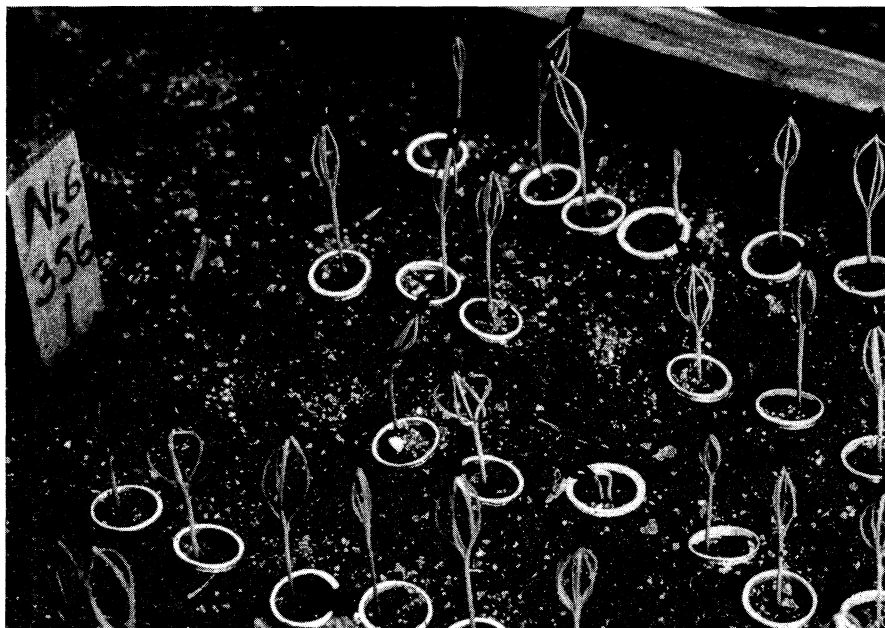


Fig. 21. Markering av grodda plantor i växthusförsök.
Method of marking germinated plants in greenhouse experiments.

(fig. 21). Såsom grott räknades ett frö, när fröskalet var tydligt över jordnivån, upplyft av groddplantan. I enlighet med definitionen 3 ovan utsåddes blott de matade fröna (embryoklasser I—IV). Inga frön, som skadats vid klängning eller avvingning, togs med i sädnen. Frömaterialet bestod således av matade, fullt oskadade frön.

Liksom i tidigare kapitel behandlas först resultaten hos moderträden (plansch I D—VI D). Regressionslinjerna har beräknats enligt formeln $y = a + bx$.

Moderträd V: 2 visar vid låg kottvikt ingen frögroning alls. Vid hög kottvikt uppgår den till maximalt 25 %. Regressionslinjen har i stort sett samma lutning som gränslinjen mellan embryoklasserna III och II.

Hos N: 6 visar även fröet av de lätta kottarna en viss grobarhet. Det maximala gröningsvärdet är 15—20 %, lägre än hos V: 2. Regressionslinjen förlöper också här likt gränslinjen mellan embryoklasserna III och II.

Hos Ns: 6 varierar markgroningen mellan 25 och 75 % efter stigande kottvikt. Regressionslinjen överensstämmer med gränslinjen för embryoklasserna III och II.

Hos Ns: 8 varierar markgroningen mellan 40 och 58 %, således inom snävare gränser än hos Ns: 6. Detta förhållande motsvaras av de lägre och flackare regressionslinjerna för embryoklasserna IV och III.

Hos D: 6 ligger markgroningen mycket högt, på en nästan konstant nivå av 85 %. Eftersom endast grobarheten av det matade fröet bestäms och D: 6 har en speciellt hög tomfröhalt, kommer regressionslinjen för markgroningen att ligga betydligt högre än för embryoklasserna IV och III. Den flacka regressionslinjen har sin motsvarighet hos embryoklasserna, där klass IV blott obetydligt förskjuts med stigande kottvikt och genom hela kottviktsområdet dominerar det matade fröet.

Hos G: 1 är markgroningen maximal. Den varierar mellan 90 och 100 %. Detta överensstämmer med det matade fröets embryobeskaflenhet. Klasserna IV och III dominerar nämligen helt.

Jämförelsen mellan moderträd och ympar ger följande resultat:

Hos ympfrö av V: 2 uppnår markgroningen mestadels värden mellan 90 och 100 %, således en helt annan nivå än hos moderträdet. Kott nr 2 hos ympen 782 avviker genom fröets låga grobarhet (5 %). Den visar vid röntgenfotograferingen annan embryosammansättning än de övriga kottarna. Endast 3 % av fröet tillhör klass IV.

Hos N: 6 har ympfröet en markgroning på 75—100 %. Det lägsta värdet förekommer hos den ympkott (nr 6 av ympen 871), där embryoklass IV är svagast företrädd.

Hos Ns: 6 är markgroningen genomsnittligt högre, nämligen 90—100 %. Alla ympkottar visar samma beteende.

Ympfröet hos Ns: 8 motsvarar nära vad som kännetecknar N: 6. Den lägsta grobarheten, 86 %, utmärker fröet hos kott nr 9 av ymp 404, som i relation till embryoklass III har den lägsta frekvensen av klass IV. Kott nr 4 med blott 33 % matat frö, varav allt emellertid tillhör klass IV, ger en markgroning på 100 %.

Hos D: 6 visar ympfröet i genomsnitt högre markgroning än naturfröet. Två värden ligger jämförelsevis lågt, nämligen hos kottarna 3 av ymp 1118 och 7 av ymp 1114. Särskilt den förstnämnda har synnerligen dålig frökvalitet, nämligen 45 % O, 9 % III och 45 % IV.

Ympfröet från G: 1 betar sig avvikande. Icke hos någon kott visar det naturfröets grobarhet. De starka svängningarna i groningsförmåga har sin motsvarighet i frökvaliteten, bedömd efter endospermets beskaflenhet på röntgenfotografierna, i enlighet med nedanstående sammanställning:

Embryoklass IV A i % av klasserna O—IV	0—20	— 40	— 60	— 80—100
Genomsnittlig markgroning	5,3 %	26,3 %	47,5 %	— 79,0 %
Antal kottar	11	3	4	— 2

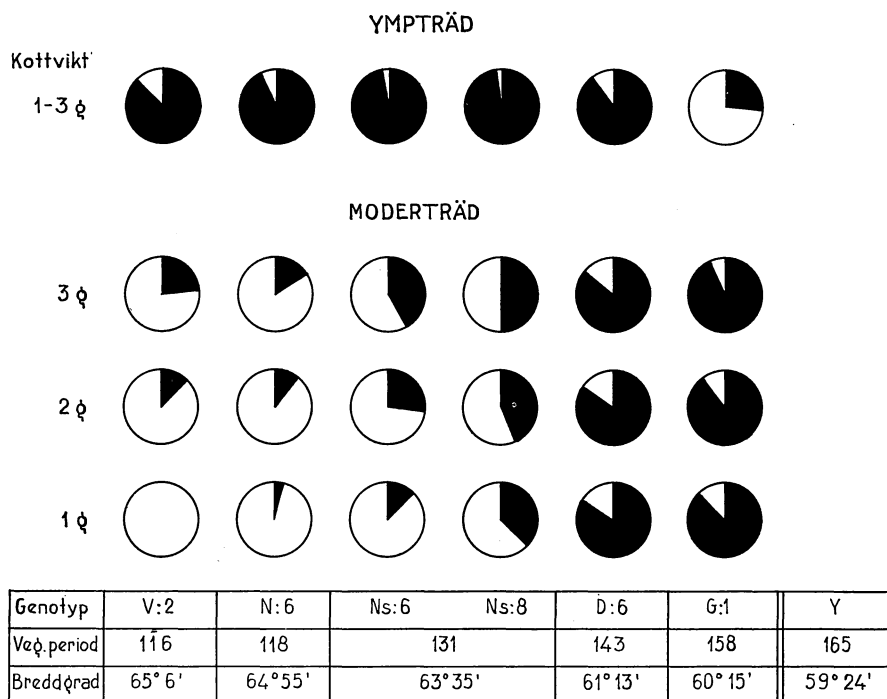


Fig. 22. Klimat, kottvikt och grobarhet hos de sex undersökta genotyperna.
Climate, cone weight and germination capacity in the six analysed genotypes.

Fig. 22 ger en översikt av den speciella markgroningen hos naturfröet sedd i relation till breddgrad och kottvikt. Samtidigt åskådliggöres ympfröets grobarhet. Endast matat frö har beaktats. Värdena vid 1, 2 och 3 gram kottvikt har avlästs från regressionslinjerna.¹ Det framgår omedelbart att vid ogynnsam yttermiljö har kottvikten ett betydande inflytande på fröets grobarhet, frö från små kottar gror ej alls eller blott obetydligt (V: 2, N: 6), medan det från stora kottar åtminstone gror till 20 à 25 %. Kottviktens inverkan iaktages hos alla moderträd. Breddgraden — ett uttryck för skillnaden i klimat — utövar likaså en stark effekt; jmf. t. ex. inom varje viktsgrupp de två sydligaste träden D: 6 och G: 1 med de två nordligaste V: 2 och N: 6. De två moderträden Ns: 6 och Ns: 8 antyder att det existerar tydliga skillnader också inom ett bestånd. Ns: 8, som likväl växer högre upp i beståndet, har betydligt bättre markgroning vid samtliga tre kottvikter, än det lägre belägna trädet

¹ Hos ymparna har grobarheten beräknats som medeltalet för alla kottar mellan 1 och 3 gram. Hos ympfröet utövar nämligen kottvikten ingen inverkan på markgroningen.

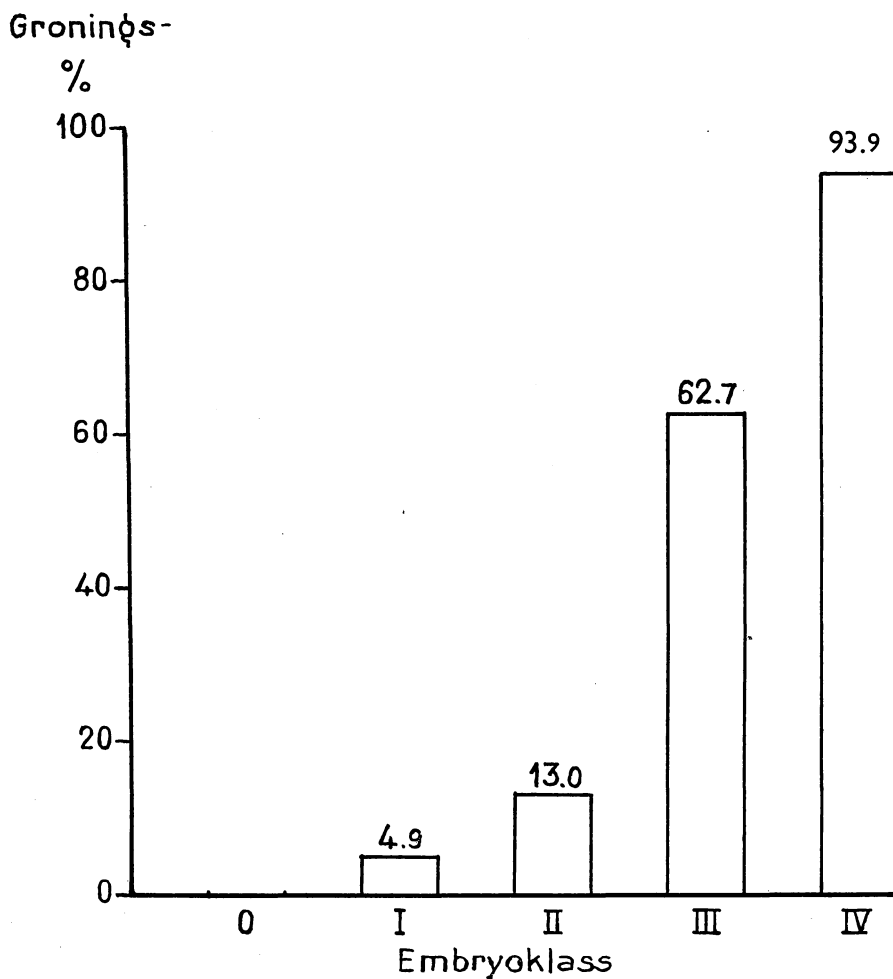


Fig. 23. Markgroning efter 30 dygn i relation till embryoklassen.
Soil germination after 30 days in relation to the embryo type.

Ns: 6. Fig. 22 visar också hur pass överlägsen markgroningen är hos ympfröet jämfört med naturfröet, med undantag för genotypen G: 1.

Det är av stort praktiskt intresse att få klarhet i hurvida embryoklasserna, såsom de här har avgränsats med hjälp av röntgenfotografering, verkligen ger en tillförlitlig bild av fröets groningsförhållanden. Av denna anledning har den genomsnittliga markgroningen satts i relation till embryoklassen, oberoende av moderträden. Fig. 23 visar resultatet. För de fem klasserna O—IV uppgår markgroningen till 0, 5, 13, 63 och 94 % respektive. Felklassificering (p. 42) har lett till att frö från klass II förts till klass I och att denna embryo-

Tabell 3. Markgroning efter 30 dygn i relation till embryoklassen. Funna och beräknade värdenSoil germination after 30 days in relation to the embryo type.
Obtained and calculated values.

Träd	Total- antal frön	Antal grodda plantor	Embryoklass						
			O	I	II	III	IV	S	G %
V: 2	292	funnet beräknat	o	o	15	17	o	32	11,0
			o	4	17	16	o	37	12,7
N: 6	269	funnet beräknat	o	1	16	8	o	25	9,3
			o	3	21	11	o	35	13,0
Ns: 6	448	funnet beräknat	o	1	12	49	110	172	38,4
			o	2	11	60	121	194	43,3
Ns: 8	351	funnet beräknat	o	5	16	84	66	171	48,7
			o	2	11	72	68	153	43,6
D: 6	480	funnet beräknat	o	3	o	21	260	284	59,2
			o	1	o	23	261	285	59,4
G: 1	439	funnet beräknat	o	o	o	28	314	342	77,9
			o	o	o	26	299	325	74,0
Summa	2279	funnet beräknat	o	10	59	207	750	1026	
			o	12	60	208	749	1029	
Reduktionsfaktor:			o	4,9	13,0	62,7	93,9		

klass på grund härav visar en viss om än låg grobarhet. I övrigt torde värdena vara pålitliga. Den låga groningsprocenten hos fröet av klass II, karakteriserat av polyembryoni, motsvarar praktikens erfarenhet från groningsanalyser av 1952 års norrlandsfrö. Träden V: 2 och N: 6 torde äga ett frö som nämnda år var representativt för inlandsfröet i övre Norrland. I den mån ett tallfrö ger upphov till embryoklasserna III och IV, kan man påräkna en markgroning på 60—90 %. Om dessa embryoklasser ej utbildas, sjunker grobarheten starkt.

I detta sammanhang må tabell 3 och fig. 23 diskuteras. De anger markgroningen i relation till embryoklasserna hos de sex moderträden. Tabellen visar dels de i försöket empiriskt iakttagna värdena, dels de beräknade värdena för markgroningen vid en slumpmässig fördelning av grodda frön över hela materialet i enlighet med reduktionsfaktorn. Summeringen av de teoretiskt väntade värdena för grodda frön — embryoklass efter embryoklass — ger en beräknad genomsnittlig markgroningsprocent, som kan vägas mot den

empiriskt funna markgroningen (i sista kolumnen). I denna tabell har allt frö beaktats, såväl det matade som det tomma. Groningsprocenterna motsvarar således icke den speciella utan den allmänna markgroningen. De funna och de beräknade värdena på markgroningen överensstämmer mycket väl, både vid låga och vid höga groningsprocenter, hos moderträd och hos ympar. Detta visar i sin tur att en beräkning av grobarheten på grundval av embryoklassernas fördelning lämnar tillförlitliga värden, oberoende av klimat, kottvikt och utmognad, i varje fall under de betingelser som rått i denna försöks-serie.

Till slut må det här omnämnas att KUJALA (1927) och WIBECK (1920, 1929) utnyttjat embryobeskaflenheten av ett fröparti för att beräkna dess grobarhet och praktiska värde. I kapitel VI (p. 41) har deras resultat diskuterats. Här må blott tilläggas att den snittningsmetodik, som ligger till grund för deras beräkningar, icke endast är tidsödande och besvärlig. Därigenom att de frön vilka snittats icke vidare kan användas, blir grobarhetsbestämningen dessutom blott indirekt. Med röntgenfotograferingens tillhjälp kan man på ett exakt sätt fastställa frönas embryobeskaflenhet samt därefter klarlägga deras groningsförmåga.

VIII. Groningshastigheten av natur- och ympfrö

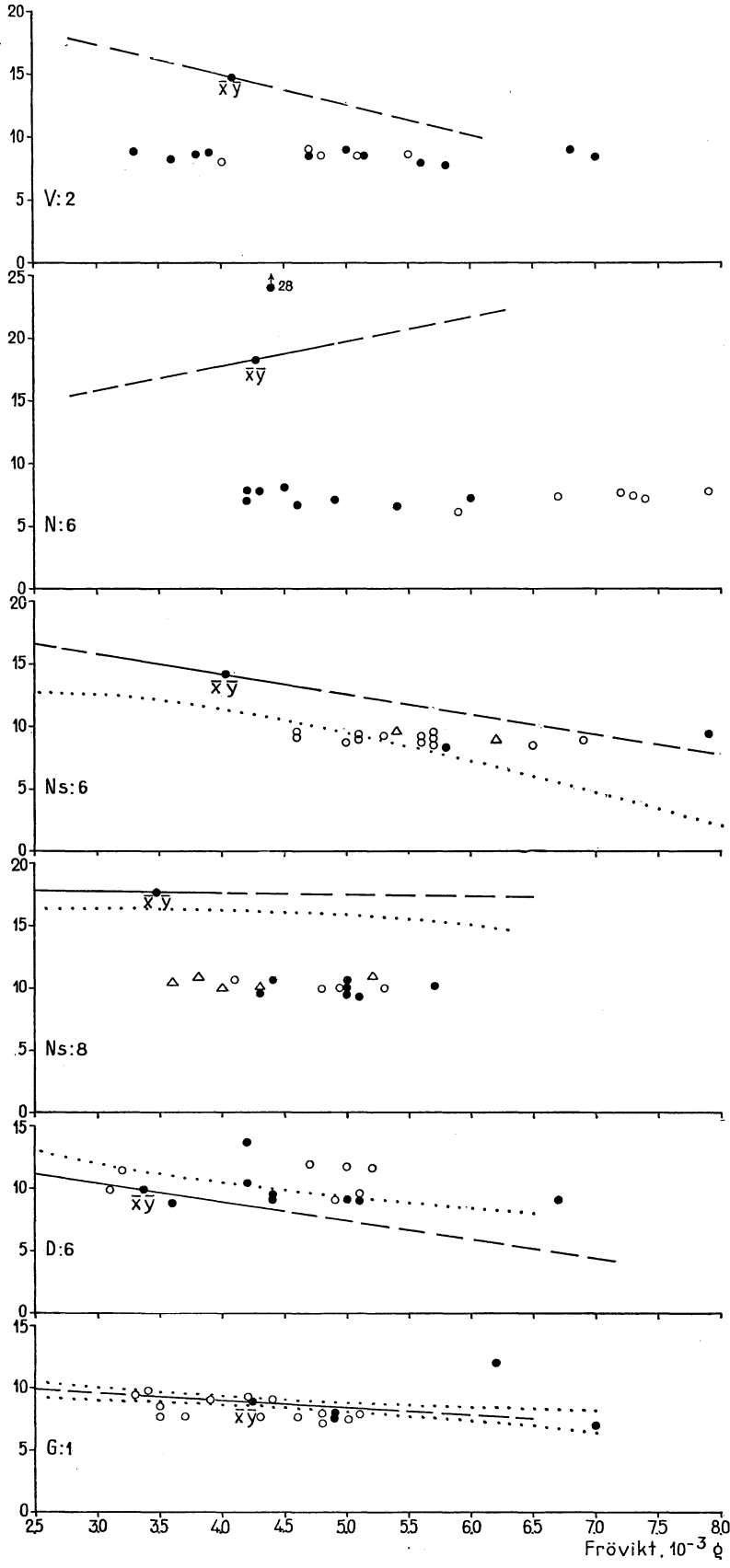
Groningsförmågan har bedömts genom lådförsök. Dessa ansluter sig närmare till betingelserna i naturen än laboratorieförsöken i Jacobsen-apparaten. Det kan därför vara av ett visst allmänt intresse att klarlägga även groningshastigheten hos de undersökta fröproverna. I de tidigare kapitlen har fröegenskaperna satts i relation till kottvikten. Groningshastigheten är en funktion av fröets utmognad och således speciellt av frövikten. Denna är i sin tur en funktion icke blott av kottvikten utan också av fröantalet i kotten (p. 36) och lämpar sig bättre än kottvikten som oberoende variabel. På x -axeln i fig. 24 har således den genomsnittliga frövikten per kott, icke kottvikten, blivit avsatt. Det antal dygn som genomsnittligen åtgått för de grobara fröna i en kott att gro har avsatts på y -axeln. Regressionslinjerna har beräknats på vanligt sätt ($y = a + bx$).

Hos samtliga moderträd utom N: 6 stiger groningshastigheten mer eller

Fig. 24. Samband mellan frövikt och groningshastighet hos moderträd och ympar. Moderträdens regressionslinje enligt ekvationen $y = a + bx$. Trianglar samt öppna och slutna ringar anger värdena för groningshastigheten i enskilda ympkottar.

The relation between seed weight and germination speed in mother trees and grafts. The regression lines of the mother trees according to the equation $y = a + bx$. Triangles, as well as open and closed rings denote the values for the germination speed of individual cones of the grafts.

Gronings-
hastighet,
dyen



mindre med frövikten. Hos N: 6, det enda undantaget, är värdena så få och ligger så starkt spridda att regressionslinjens förlopp blir osäker. Groningshastigheten stiger, utom med frövikten, också med det bättre klimatet söderut. Detta förhållande sammanhänger i sin tur med de bättre utvecklade embryonerna hos de sydliga moderträden. Vi får hos moderträd och ympar följande relation som i stort sett gäller även vid en fixerad frövikt.

Genotyp	Genomsnittlig frövikt Mt: gram	Genomsnittlig groningshastighet Mt: dygn	Groningshastighet Y: dygn
V: 2.....	4,1 · 10 ⁻³	15	9
N: 6.....	4,3	18	7
Ns: 6.....	4,0	14	9
Ns: 8.....	3,0	18	11
D: 6.....	3,4	10	± 12
G: 1.....	3,9	9	± 9

Med den bättre frökvaliteten hos ympkotten följer en snabbare groning hos de nordliga genotyperna, där skillnaden uppgår till en vecka eller mera. För de sydliga genotyperna försvinner skillnaden.

Av särskilt intresse i detta sammanhang är att ympfröets groningshastighet icke förändras med stigande frövikt. Ymprovens värden ligger i stort sett på en rät linje, parallell med x -axeln. Detta förhållande beror uppenbarligen på att också det lätta ympfröet är så väl utmognat och har så hög embryokvalitet att det gror samtidigt med det större och tyngre fröet.

Det är en allmän uppfattning att norrländskt tallfrö visserligen ofta visar låg grobarhet men att detta kompenseras av dess förmåga till eftergroning, dvs. fröet ligger över en eller ett par vintrar innan det gror. WIBECK (1916/17) betraktade detta som en anpassning till det ogynnsamma klimatet. Det vore enligt honom av betydande fördel för en nordlig ras eller population, om groddplantorna uppstod under ett flertal vegetationsperioder. Denna viloperiod hos fröet visar sig både i Jacobsen-apparaten (HUSS, 1951) och i lådförsök (NORDSTRÖM, 1953). De efter 30 dygn oögrodda fröna av norrländsk proveniens är nämligen i många prov till synes fullt friska. I vissa fall innehåller dessa friska men oögrodda frön visserligen blott frövita, icke embryo (embryoklass I) och kan således omöjligt gro. Men i andra fall visar fröna vid snittning levande embryoner, som antagit en gul, gulgrön eller grön färg och alltså påbörjat utvecklingen. Att dessa frön icke gror, beror således på behovet av en fysiologisk stimulans, i den mån förhållandet helt enkelt icke orsakas av skador uppkomna genom olämplig förvaring eller dålig avvingning.

Vi har på vårt material fastställt eftergroningen vid 120-de dagen efter sådden:

	Antal eftergrodda plantor				
	Summa	Embryoklass			
		I	II	III	IV
V: 2.....	2		2		
N: 6.....	2		1	1	
Ns: 6.....	14		1	6	7
Ns: 8.....	25		10	13	2
D: 6.....	0				
G: 1.....	0				

Endast de fyra nordligaste träden visade eftergroning. Eftergrodda plantor, från frön av embryoklass II och III, hade vid revisionen fröskalet kvar sittande och är i allmänhet så svaga att de knappast torde överleva vintern 1953/54. Frön av embryoklass IV har eftergrott snabbare än de föregående och givit upphov till kraftiga plantor.

Alldeles nyligen anser sig NORDSTRÖM (l. c.) ha kunnat höja grobarheten hos det norrländska tallfröet genom en ljusbehandling av de torra fröna före sådden. Samtidigt har han på detta sätt ökat groningshastigheten. Han menar även (l. c., p. 65) att orsaken till att vitalt frö icke groer i fältet första sommaren är att det icke utsatts för tillräckligt med ljus. Det ogrodda fröet ligger över, icke beroende på *sådan grad av omognad* att det därigenom icke kunnat gro, utan på att fröet är i särskilt behov av ljus för att gro. Han betonar t. o. m. (l. c., p. 67), att det vid sådder av tallfrö eller sortering av ungpantor utförs en negativ selektion, eftersom det sent groende fröet som har större ljusbehov elimineras. »Den selektionen bör ha kostat oss stora belopp i form av frömängder, som gått tillspillo, och i form av misslyckade kulturer.» Likaså anser han att den »hittills bedrivna plantsorteringen bör i viss omfattning ha inneburit en selektion med hänsyn till varierande ljuskraV hos de frön, ur vilka plantorna kommit».

De i detta och föregående kapitel meddelade resultaten medger ett mera definitivt ställningstagande till dessa problem.

1) Det norrländska tallfröet grodde ett år som 1952 ofullständigt, ojämnt och långsamt, därför att embryonerna kvarstannat på ett juvenilt utvecklingsstadium; de företräder icke embryoklass IV med ett enda välutvecklat embryo per frö utan har förblivit i klass II med flera små embryoner i fröet eller i klass III, som visserligen övervägande visar ett enda embryo men där detta är svagt utvecklat.

2) Den låga groningshastigheten hos det norrländska fröet, liksom den betydande eftergroningen, kan icke betraktas som en genetiskt betingad anpassning. Under gynnsamma yttre betingelser, t. ex. hos ympfrö i lämpligt klimat, groer det matade fröet fullständigt och snabbt. Groningsegenskaperna hos naturfröet är därför miljöbetingade.

3) Det är visserligen möjligt att en ljusbehandling före sådden kan ge norrlandsfröet en bättre och snabbare groningen. Men denna stimulation, ifall den är ett faktum, verkar på ofullständigt utvecklade frön, som tillhör embryoklasserna II och III. Ympfrö av norrländska provenienser, med embryoner övervägande av embryoklass IV, gror fullständigt och hastigt, också när motsvarande naturfrö visar låg och långsam groningen.

4) Om en selektion för tidig groningen äger rum, på frö- eller ungpplantstadiet, efter ljusbehandling eller icke, är den från genetisk synpunkt ofarlig. De i en frösådd omedelbart groende fröna representerar de bäst utmognade fröna av embryoklass III (och IV), medan ogrodda levande frön som eftergror och stimuleras av ljusbehandling, tillhör embryoklass II eller dess övergångsstadier till klass III. Det naturliga urvalet gynnar således de bäst utmognade fröna i sådderna av ett blandfröparti och därmed också de moderträd, vilka i störst frekvens givit ett väl utmognat frö. Dessa träd kan, åtminstone teoretiskt sett, ha varit bättre anpassade till det stränga klimatet än övriga träd, som är representerade i blandfröpartiet. Om populationens genetiska sammansättning verkligen förändras, bör detta snarast vara i positiv riktning med en successivt fortskridande bättre anpassning som följd.

5) Fröproblemet i Norrland är i huvudsak ett tillväxt- och utmognadsproblem. Ljus- och värmebehandling av frö och kott kan möjligen i någon mån höja grobarheten. Det viktigaste är emellertid att sådana betingelser åstadkommes att det producerade fröet är väl utvecklat med ett friskt endosperm och ett enda stort embryo per frö, dvs. fröklass IV A. Detta bör, att döma efter resultaten i denna undersökning, lätt kunna ske i klonplantager, belägna i gynnsamma klimatområden.

IX. Plantutveckling och hjärtbladsantal hos natur- och ympfrö

De skillnader i groningshastighet, som iakttagits hos de undersökta fröproven, leder givetvis till skillnader också i groddplantornas tillväxt. I denna undersökning har vi icke kunnat ta hänsyn till de senare utvecklingsstadierna. Mätningen av groddplantornas höjd har skett 30 dagar efter sådden, således vid groningsanalysens slut. Sent groende frön kan därför omöjligt på denna korta tid ha uppnått samma höjdtillväxt som de tidigt groende fröna. Skillnaderna i tillväxt är dock så intressanta att de förtjänar ett omnämnande.

Hos moderträden visar sig enligt regressionslinjerna i fig. 25—26 ett tydligt positivt samband mellan fröviktt och planthöjd efter 30 dagar. Detta samband synes vara ännu mer utpräglat än sambandet mellan fröviktt och groningshastighet. Regressionslinjerna har hos de sex moderträden delvis olika lutning,

men skillnaden är knappast statistiskt säker. Detta gäller troligen däremot för nivåskillnaden. De nordliga träden har betydligt lägre plantor än de sydliga. Dessa proveniensolikheter försvinner i ympmaterialet, där en utjämning äger rum.

Den korrelation, som existerar mellan hög fröviktt, snabb groning och kraftig unglanttillväxt, har vid upprepade tillfällen andragits som skäl för en hård sortering av utsädet och det resulterande plantmaterialet. Så t. ex. vill BUSSE (1913, 1924, 1925, se även STROHMEYER, 1938, och ROHMEDEK, 1939) genom en stark sortering av fröet påverka dess kvalitet. Denna sortering bör enligt BUSSE börja redan vid kottinsamlingen; unga bestånd ger stora kottar; stora kottar ger stort frö; ej så hög temperatur vid klängningen motverkar lossnandet av små rudimentära frön; och framför allt: centrifugering av fröet åstadkommer en sortering efter storlek och vikt. Av de vid centrifugeringen erhållna tre storleksklasserna används »primakvaliteten» på ogynnsamma ståndorter eller där konkurrensen är betydande; »sekunda-kvaliteten» förbehålles andra ytor; »den tredje kvaliteten» får icke användas i skogsbruket, den skall tjäna till fågelfrö.

KIENITZ (1924) genmäler att det blandfrö som vanligen används i praktiken härrör från ett stort antal moderträd. Då dessa ofta kännetecknas av helt olika fröstorlek och fröviktt, kan en sällning, resp. centrifugering leda till att vissa träd — som företräder ett genetiskt högvärt material men har låg tusenkornviktt — automatiskt uteslutes. KIENITZ menar därför, att en sällning huvudsakligen bör komma ifråga vid frö som härstammar från individuella träd.

Med tanke på de resultat, som framlagts i detta och tidigare kapitel, är det tydligt att i fröet av enskilda träd en viss sortering kan utöva en gynnsam effekt; först och främst om i nordliga områden de största kottarna skördas eller i varje fall de allra minsta kottarna kasseras. Detta leder till bättre frökvalitet och genomsnittligt högre fröviktt. Om fröet efter en intensiv klängning dessutom sällas, och de svagaste fröna således försvinner, ökar grobarheten, groningshastigheten och planthöjden. Av särskild vikt är det emellertid att före en sällning eller centrifugering fastställa frekvensen av embryoklasserna O—IV. Om samtliga embryoklasser är förhanden, bör en sällning eller centrifugering leda till en förbättring av frökvaliteten, så att klasserna III och IV ansamlas. Om dessa från början är i väsentligt underskott, måste sällningen göras så hård att den icke lönar sig från praktisk synpunkt. Däremot bör sorteringen kunna få praktiskt värde, om klasserna O—II förekommer i blott ringa grad. I så fall ökar klasserna III och IV på de lägre klassernas bekostnad. Så gott som betydelselös eller rent av skadlig blir däremot sällningen av ett blandfröprov, ifall klass IV från början dominerar fröpartiet; då elimineras nämligen icke endast embryologiskt sett mindervärdigt frö

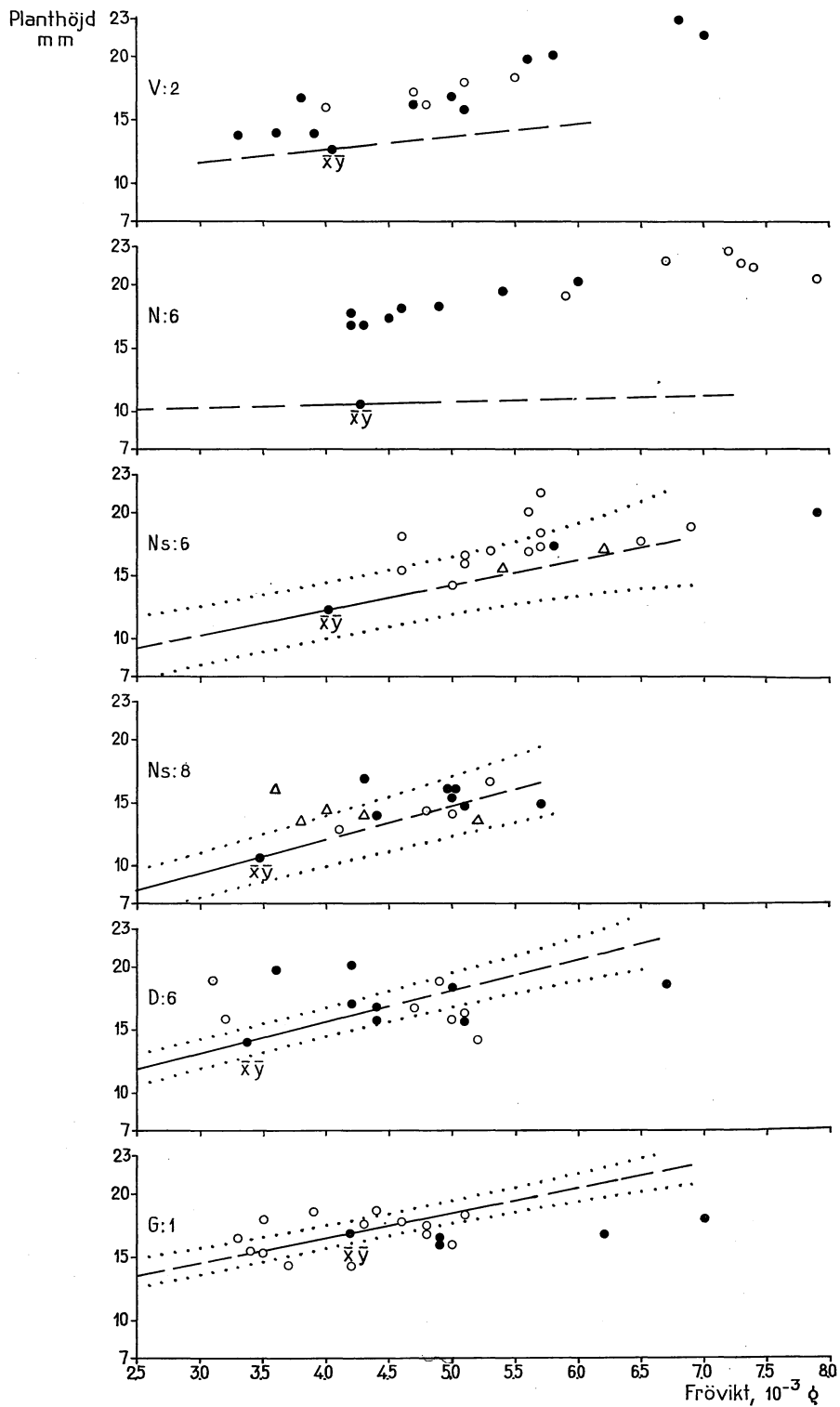


Fig. 25. Samband mellan frösvikt och planthöjd hos moderträd och ympar. Beteckningar som i fig. 24.

The relation between seed weight and plant height in mother trees and grafts. Markings as in Fig. 24.

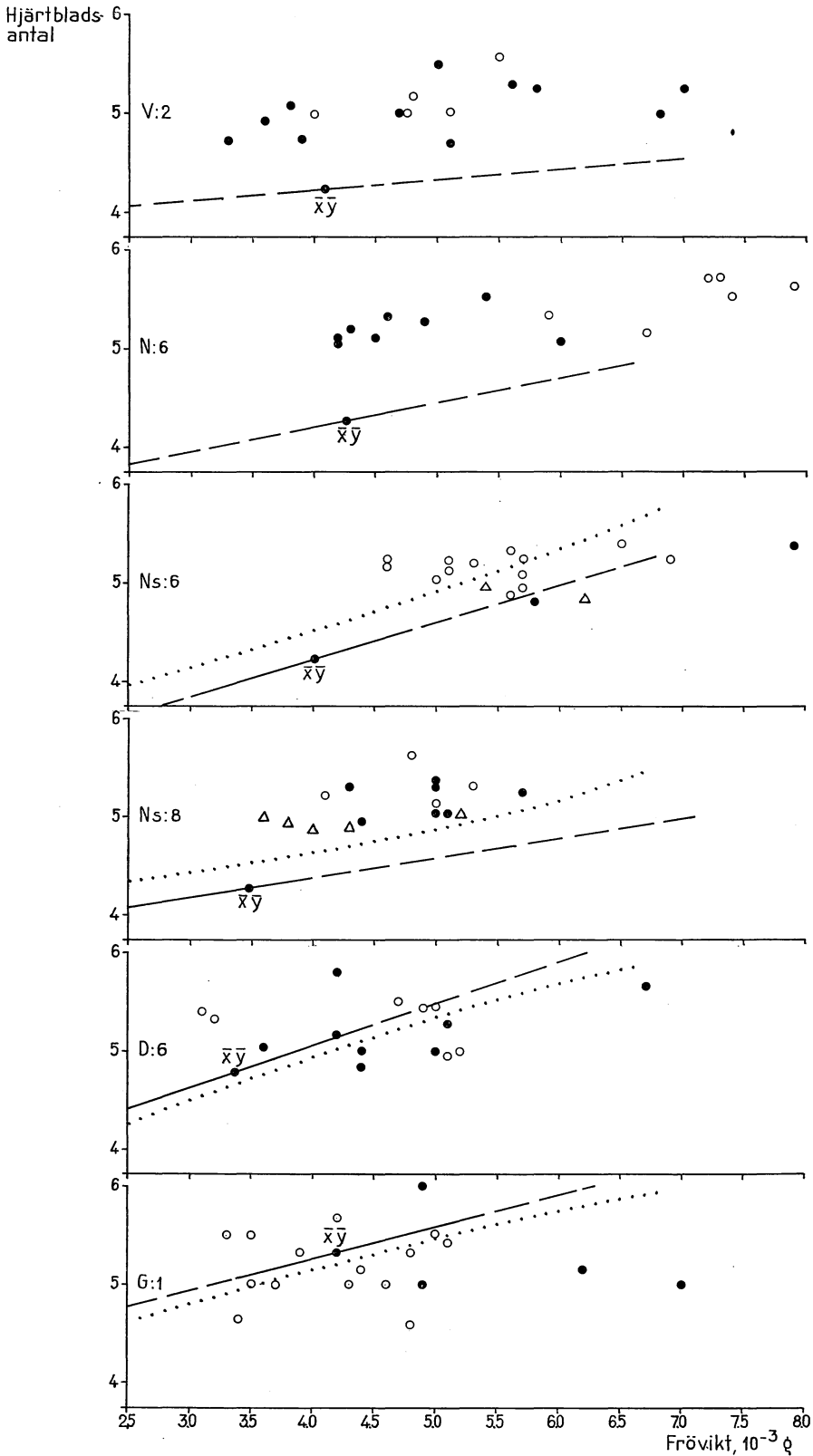


Fig. 26. Samband mellan frösvikt och hjärtbladsantal hos moderträd och ympar. Beteckningar som i fig. 24.
 The relation between seed weight and number of cotyledons in mother trees and grafts. Markings as in Fig. 24.

men också sådant frö som härstammar från moderträd med genetiskt bestämd låg tusenkornvikt.

I samtliga dessa fall ger en röntgenanalys av fröet före sållningen värdefulla upplysningar.

Liksom fallet var vid groningshastigheten och planthöjden, ökar också hjärtbladsantalet med stigande frösvikt. Detta har tidigare fastställts av STROMMEYER (1938). Han iakttog dessutom att olika träd har olika hjärtbladsantal. Hans slutsats (l. c., p. 155), att tillkomsten av ett hjärtblad svarar mot en ökning av tusenkornvikten på nästan 2 gram, kan icke utan reservation godtagas, eftersom den bygger på ett flertal träd hopslagna i analysen. Däremot kan man ur hans tabell 3 utläsa att i genomsnitt tillkommer hos enskilda träd ett hjärtblad för en viktsökning av 2,2 gram, en siffra som är nära den förutnämnda och ungefär torde motsvara beteendet i föreliggande material.

De nordliga moderträden karakteriseras av ett lägre hjärtbladsantal än de sydliga. Detta förhållande står i samband med mognadsgraden av fröet, dvs. den embryoklass som förhärskar i fröet. Embryoklass IV ger nämligen högre hjärtbladsantal än klass III och denna i sin tur högre än klass II, som överhuvud taget ger upphov till svaga plantor, viss frekvens av tvillingar och ofta vridna missbildade hjärtblad. På ympmaterial, under enhetlig miljö, utjämnas dessa skillnader, som således övervägande är miljöbetingade. Någon ökning för de sydliga genotypernas vidkommande är icke påvisbar mellan naturfröet och ympfröet men är mycket markerad hos de fyra nordliga genotyperna. Det större hjärtbladsantalet är en följdforeteelse till det bättre embryotillståndet. Ympmaterialet ger vid samma frösvikt tydligt högre hjärtbladsantal än naturfröet. Några speciella undersökningar föreligger ännu ej, men det är icke omöjligt att det ökade hjärtbladsantalet kan utöva en gynnsam inverkan på den efterföljande plantutvecklingen.

Sammanfattning och slutsatser

Denna undersökning har avsett att fastställa fröets utbildning och egenskaper år 1952 på sex utvalda moderträd från Norrland och Dalarna samt att jämföra det med frö som erhållits från ympmaterial av samma genotyper. Genom en speciellt utarbetad röntgenmetodik har det varit möjligt att parallellisera fröets anatomiska uppbyggnad med dess utmognads- och groningsegenskaper.

De goda klimatbetingelserna vid Bogesunds försöksfält har lett till en rik blomning hos det sex- och sjuåriga ympmaterialet. De utbildade kottarna är genomsnittligt större och tyngre hos ympmaterialet än hos moderträdet. Det visar sig emellertid — icke alldeles oväntat — att hos ympar med få kottar

blir dessa relativt sett större och tyngre än hos likåldriga ympar med många kottar.

De större kottarna hos ympmaterialet åstadkommer att detta *genomsnittligt* producerar mer frö per kott än moderträden själva. Ökningen är hos många genotyper betydande, hos trädet G: 1 vid pass tjugo procent. Det framgår emellertid efter en matematisk analys att vid *konstant* kottvikt fröantalet hos ymparna snarare sjunker under motsvarande värden hos moderträden. Detta gäller särskilt tydligt för de fyra nordligaste träden, speciellt Ns: 6. Däremot ger ympkotten av de två sydligaste genotyperna vid konstant kottvikt ungefär samma eller något högre fröantal än naturkotten. Denna motsättning vid olika bedömningsmetod klarlägger behovet av en noggrann matematisk analys. Samtidigt visar den likväl att ett gynnsamt klimat, med en bättre utmognad av kottarna som följd, indirekt åstadkommer ett ökat genomsnittligt fröantal, eftersom kottvikten ökar och fröantalet stiger med den förhöjda kottvikten.

Olika genotyper äger en olika förmåga att producera tomt och matat frö vid känd kottvikt. Med hjälp av en covarians-analys kan man påvisa en tydlig skillnad mellan moderträden i detta hänseende. Särskilt högt är fröantalet hos G: 1. Trädet N: 6 karakteriseras däremot genomgående av ett ganska lågt fröantal. Denna motsats i de två moderträdens beteende är åtminstone delvis genetiskt betingad, eftersom ympmaterialet i båda fallen överensstämmer med moderträden.

Frövikten per kott växer hos moderträden med stigande kottvikt och med sjunkande fröantal. Den påverkas emellertid i detta material starkare av variationer i kottvikten än av fröantalet. Hos de träd, där kottvikten utövar det svagaste inflytandet (Ns: 8 och D: 6), blir påverkan av fröantalet mera framträdande. Även hos ympkotten existerar detta inversa samband, dvs. en ympkott med få frön har hög frövikt, och vice versa. Genomsnittligt sett uppvisar ympkotten en högre frövikt än naturkotten. Vid en parvis jämförelse, under konstant kottvikt, råder i stort sett samma förhållande, med undantag likväl för genotypen G: 1, där den sena omplanteringen av ymparna har åstadkommit en omlagring eller nedbrytning i frövitån. Vid bestämd kottvikt är naturfröet av G: 1 överlägset ympfröet. Men beroende på att ympkotten hos denna liksom hos andra genotyper är väsentligt större och tyngre än naturkotten och det positiva sambandet mellan kottvikt och frövikt, får ympfröet genomsnittligt sett även hos G: 1 en högre frövikt. En sammanslagning av hela materialet leder således lätt till felaktiga slutsatser ifråga om natur- och ympkottens frövikt hos de olika genotyperna. Genomsnittsprov bör därför ej användas, då det gäller att invändningsfritt jämföra moderträd och ympar.

Särskild uppmärksamhet har ägnats problemet om embryots och endosper-

mets utveckling. Röntgenmetodikerna medger att man direkt kan korrelera kottvikt, frösvikt och embryoutveckling, liksom även embryoutveckling, gröningsförmåga och gröningshastighet. De fem embryoklasserna O—IV ger enligt den summariska analysen mycket olika grobarhet, från 0 % hos tomfröet (klass O), 4 % hos klass I (beroende på felklassificering, egentligen 0 %), 13 % hos klass II, till 63 % hos klass III och 94 % hos klass IV. Embryoklass II, som kännetecknar de nordliga träden och i synnerhet de dåligt utvecklade kottarna av dessa, uppvisar flera små embryoner i fröet. Naturfröets låga grobarhet år 1952 i stora delar av Norrland beror på en anhopning av embryoklass II på bekostnad av klasserna III och IV. Ympfröet av de nordliga moderträden ger vid Bogesund ej alls klass II, väl däremot klass III och IV. Det gror därför också så gott som fullständigt.

En annan slutsats, av intresse i detta sammanhang, kan dragas ur de erhållna resultaten. Under år som liknar 1952, med dess dåliga fröbeskaffenhet, bör man åtminstone i norra Sverige icke samla småkott utan i möjligaste mån koncentrera insamlingen till det största tillgängliga kottmaterialet. Kottvikten påverkar icke blott fröutbytet och frösvikten utan också embryots utveckling och därigenom också den efterföljande markgroningen.

Trots klimatets och årsmånens starkt modifierande inverkan kan det icke råda något tvivel om att det finns vissa genetiskt betingade differenser i fröutvecklingen hos olika moderträd. Ett säkert dylikt fall torde förekomma hos genotypen D: 6, där tomfröhalten (klass O) hos naturfröet uppgår till 30 à 35 %, hos ympfröet till 25 à 30 %. Detta innebär högre värden än hos de övriga moderträden. Orsaken till denna höga tomfröhalt är oviss. Troligen står den i samband med någon egenhet vid den embryologiska utvecklingen.

Groningshastigheten är starkt korrelerad till frösvikten. Likaså stiger den med en bättre utmognad av fröet. Särskilt iakttages detta hos ympmaterialet, där den genomsnittliga gröningshastigheten, vad de nordliga moderträden beträffar, är vid pass en vecka kortare än hos naturfröet. Hos de sydliga moderträden utjämnas skillnaderna. Det intressanta förhållandet visar sig också att en stigande vikt av ympfröet icke påverkar gröningshastigheten, säkerligen beroende därpå att också små frön har god embryokvalitet. Ympfröet ligger i fråga om gröningsförmåga och gröningshastighet i stort sett på en rät linje, parallell med x -axeln. Eftergroning, dvs. i denna undersökning grobarheten efter den 30:de dagen, är mest utpräglad hos naturfröet av de fyra nordligaste träden och förekommer ej alls hos D: 6 och G: 1. Eftergrodda plantor av embryoklasserna II och III är i det här undersökta materialet så svaga att de knappast torde överleva den efterföljande vintern. De fåtaliga försenade fröna av klass IV eftergror snabbare och når en nästan normal utveckling.

Den snabba groningen av embryoklassen IV leder till att groddplantorna

blir större och bättre utvecklade än i de lägre embryoklasserna. Liksom gro-ningshastigheten stiger planthöjden och hjärtbladsantalet med frövikten. Embryoklass IV ger större hjärtbladsantal än klass III och denna i sin tur än klass II, som bildar svaga plantor, gärna tvillingar och ofta även visar vridna missbildade hjärtblad. Ympmaterialet är i samtliga hänseenden klart över-lägset moderträden.

Även i morfologiska egenskaper finns det skillnader mellan natur- och ymp-frö. I enlighet med all genetisk erfarenhet bör underlaget icke förändra ymp-risets genetiska konstitution. Däremot kan riset givetvis visa olikheter i ämnesomsättning, tidpunkten för blomningen etc., beroende på inverkan från det främmande rotsystemet. Dessa ändringar är av tillfällig, icke genetisk karaktär. Vad de av oss undersökta egenskaperna beträffar, kan man i vissa hänseenden spåra olikheter mellan å ena sidan ymparna inbördes, å andra sidan ympar och moderträd. Kottarnas egenskaper är i allmänhet specifika för genotypen ifråga. Men i ett fall, hos moderträdet Ns: 7, avvek kottarna hos en ymp från vad som kännetecknade systerymparna. Ej ens här kan det emellertid vara tal om en genetisk effekt, eftersom fröform och frödetaljer, vilka i huvudsak bestäms av moderträdets genotyp, var exakt lika hos såväl de avvikande som de typiska kottarna. Fröegenskaperna belyser på ett elegant sätt miljöns och arvets inbördes effekt. I kännetecknen, som sammanhänger med graden av utmognad, inträffar lätt miljöbetonade förändringar, som likväl även de är på ett bestämt sätt lagbundna. Särskilt lätt påverkas frö-färgen. Denna är hos ympar, odlade i gynnsamt klimat, väsentligt mörkare än hos moderträden, särskilt av de nordliga genotyperna, oavsett den grundfärg som naturfröet uppvisar. Ett liknande förhållande kan påvisas för ving-färgens vidkommande. Denna egenskap kan underkastas en exakt kvantitativ analys, emedan den betingas av gummiartade färgkroppar i cellerna, och dessa färgkroppar ökar i storlek och antal med bättre klimat och en bättre utmognad. Hos ymparna av genotypen G: 1 har också vingformen tydligt omändrats. Troligen står detta i samband med den tidigare omnämnda omplanteringen just vid den tidpunkt då kotten mognade. Fröform och frödetaljer är också i detta fall identiska hos moderträd och ympar. Det existerar således vid sidan om det modifierande klimatinflytandet tydliga genetiska skillnader i frö-egenskaper mellan de sex undersökta moderträden. Dessa skillnader påverkas ej alls av variationer i miljön. Detta belyser, hur fastlåsta av den genetiska konstitutionen vissa frökännetecknen verkligen är; de ändras icke alls från moderträd till ympar, från kargt till gynnsamt klimat.

I anslutning till denna korta sammanfattning må följande slutsatser dra-gas: 1) ympfröet är i kvalitet vida överlägset naturfröet; särskilt utpräglat är detta för de nordliga genotyperna. Undantag utgör genotypen G: 1, där omplanteringen skadat eller påverkat endospermet i nedbrytande riktning,

2) ju gynnsammare moderträdens miljö, desto bättre blir frökvaliteten; embryoklass IV påträffas ej alls hos de två nordligaste moderträden men överväger hos de två sydligaste, 3) frökvaliteten förbättras avsevärt med stigande kottvikt, särskilt hos de nordligaste moderträden, 4) det råder ett starkt samband mellan fröets embryobeskaflenhet och dess grobarhet och groningshastighet, 5) det är möjligt att med röntgenmetodikens tillhjälp icke blott avslöja embryoklassen utan också mekaniska skador uppkomma vid klängningen eller avvingningen samt kemiska förändringar i endospermet, t. ex. efter en omplantering.

Den viktiga frågan om norrlandsfröets beskaflenhet har kunnat belysas genom denna undersökning. Först och främst står det klart att dålig utmognad leder till låga embryoklasser; dessa i sin tur betingar dålig grobarhet samt — om fröet överhuvud taget gror — ofta en utpräglad eftergroning. Detta förhållande har ingenting med »raskaraktärer» att skaffa och är således icke knutet till någon speciell genetisk konstitution av de norrländska tallpopulationerna. De angivna kännetecknen är i stället av modifikativ natur och orsakas ytterst av ogynnsamt klimat och låg sommartemperatur under fröets utveckling. Ympfrö av norrlandsträd gror utmärkt om ymparna får växa i gott klimat. Det är givetvis möjligt att naturfrö stimuleras till bättre grobarhet genom ljusbehandling före sådden (SARVAS, 1950; NORDSTRÖM, 1953). Men den huvudsakliga orsaken till den låga groningen är icke ett ökat ljusbehov av norrlandsfröet utan det förhållandet att det i så stor utsträckning består av embryoklasserna O—II, dvs. tomt, embryolöst och flerembryonigt frö. Embryoklass IV ger, när det väl utbildats, en groning på mellan 90 och 100 %. Fröproblemet i Norrland är således huvudsakligen ett tillväxt- och utmognadsproblem. Därför måste de framtida klonplantagerna, i den mån de skall producera fullvärdigt frö, förläggas till områden med långa varma somrar och med små temperaturväxlingar från år till år. Innan klonplantagernas förläggning definitivt fastställs, bör en gronings- och röntgenanalys utföras av frö bildat på orten, så att lokalklimatet kan garanteras bli det bästa möjliga.

Vid flera tillfällen i det föregående har den naturliga selektionen diskuterats, huvudsakligen i anslutning till tidigare forskares uppfattningar. Så var t. ex. fallet i kapitel VIII rörande eftergroning hos det omogna norrlandsfröet, där en sortering av de tidigt uppkomna plantorna ansågs medföra en negativ selektion (NORDSTRÖM), liksom i kapitel IX ifråga om sållning eller centrifugering av blandfrö före sådden, där denna åtgärd förmenas leda till att träd med låg tusenkornvikt systematiskt elimineras (KIENITZ o. a.). Betydelsen av en positiv selektion har även diskuterats i samband med frötäkten av stående plusträd och avlysningen av minusbestånd (GUSTAFSSON, 1952). Likaså har den tanken framkastats att den kvalitativt dåliga tallpopula-

tionen längs den svenska östkusten skulle vara följden av ett negativt urval, en »genetisk degeneration», beroende på att de goda genotyperna kontinuerligt uthuggits (LINDQUIST, 1947; jmf. GUSTAFSSON, 1953). I den mån en frötäkt av plus- och normalträd eller en avlysning av minusbestånd kan betraktas som en säkerhetsåtgärd, en minimifordran för att garantera genetiskt sett gott frö, är den givetvis försvarlig. Men dylika diskussioner blir lätt spekulativa, utan reell innebörd, så länge man ingenting vet om de diskuterade egenskapernas genetiska bakgrund, samspelet mellan genotyp och miljö, graden av heterozygoti, avkommornas beskaffenhet.

Under vissa förutsättningar kan emellertid en målmedveten selektion tänkas leda till positiva resultat. Detta är speciellt fallet då det gäller att framskapa populationer, vilka lämpar sig för höjdlägesområdena. Genom att underkasta höjdlägesbestånden en noggrant genomförd frökontroll, särskilt med röntgenmetodikens tillhjälp, kan man säkerligen utvälja träd som icke blott har en tilltalande form och tillväxt utan också producerar rikligt med frö av embryoklasserna III och IV, trots att omgivande träd övervägande utbildar klasserna O—II. Genom vegetativ förmering av de på detta sätt utvalda träden och en efterkontroll av ymparnas tillväxt och frötveckling i moderträdens egen klimattyp kan man åstadkomma ett strängt positivt urval. Möjligheten föreligger att genom ett dylikt urval med efterföljande samsorsning åstadkomma höjdlägespopulationer med ökad benägenhet också för självföryngring, där sådan av marktekniska skäl överhuvud taget kan äga rum.

Vad samspelseffekten av arv och miljö till slut beträffar, så har i detta arbete försökts att analysera vissa kott- och fröegenskapers olika modifikationsvidd och genomslagskraft. Undersökningarna utvidgas nu systematiskt, särskilt genom prövning av ympmaterial i olika miljöer: nordliga genotyper i sydlig miljö och sydliga genotyper i nordlig miljö. Även reaktionen till nederbördsfattiga och nederbördsrika klimattyper utprövas i växande omfattning. I den mån undersökningen kan utvidgas att omfatta rotäktat material, dvs. sticklingar eller plantor av monozygotiska tvillingar (p. 48), kommer den säkerligen att kunna förfinas ytterligare och till slut ge en mera allsidig och exakt bild av arv- och miljöproblemet än som hittills varit möjligt.

Fil. lic. BERTIL MATÉRN har välvilligt biträtt vid den statistiska analysen av det i denna undersökning ingående materialet. Visst räknearbete har utförts av fröken GRETA NILSSON. Vi uttrycker härmed vår tacksamhet för deras värdefulla hjälp.

Citerad litteratur

- BUCHHOLZ, J. T., 1918. Suspensor and early embryo of *Pinus*. — Bot. Gaz. 66: 185—228.
 — 1919. Studies concerning the evolutionary status of polycotyledony. — Amer. Journ. Bot. 6: 106—119.
- BUSSE, 1913. Ein Weg zur Verbesserung unseres Kiefern Saatgutes. — Zschr. Forst- u. Jagdwesen 45: 300—313.
 — 1924. Zur Saatgutsortierung. — Zschr. Forst- u. Jagdwesen 56: 515—521.
 — 1925. Zur Saatgutsortierung. (Erwiderung.) — Zschr. Forst- u. Jagdwesen 57: 231—236.
- ENGLER, A., 1913. Einfluss der Provenienz des Samens auf die Eigenschaften der forstlichen Holzgewächse. — Mitt. Schweiz. Centralanst. für das forstl. Versuchswesen 10: 191—386.
- GUSTAFSSON, Å., 1952. Statens skogsforskningsinstitut. VII. Genetiska avdelningen. — Medd. Stat. Skogsforskn. inst. 42. Nr 1: 247—270.
 — 1953. Berättelse över verksamheten vid statens skogsforskningsinstitut under perioden 1946—1952 jämte förslag till arbetsprogram för den kommande femårsperioden. VI. Genetiska avdelningen. — Medd. Stat. Skogsforskn. inst. 43. Nr 6: 62—74.
- HAGEM, O., 1917. Furuens og granens frösætning i Norge. — Medd. Vestl. Forstl. Forsöksstat. Nr 2: 1—188.
- HALD, A., 1948. Statistiske metoder. — Köbenhavn.
- HEIKENHEIMO, O., 1921. Die Waldgrenzenwälder Finnlands und ihre künftige Nutzung. — Medd. Forstvet. Försöksanst. 4: 1—20.
- HUSS, E., 1950. Om avviningsskador på skogsfrö. — Medd. Stat. Skogsforskn. inst. 39. Nr 3: 1—56.
 — 1951. Skogsforskningsinstitutets metodik vid fröundersökningar. — Medd. Stat. Skogsforskn. inst. 40. Nr 6: 1—82.
 — 1953. Tall- och granfröets grobarhet 1952. — Skogen Nr 1*: 9—10.
- KIENITZ, M., 1924. Zur Saatgutsortierung. — Zschr. Forst- u. Jagdwesen 56: 710—716.
- KUJALA, V., 1927. Untersuchungen über den Bau und die Keimfähigkeit von Kiefern- und Fichtensamen in Finnland. — Medd. Forstvet. Försöksanst. 12: 1—106.
- LERNER, I. M., 1950. Population genetics and animal improvement. — Cambridge.
- LINDQVIST, B., 1946. Den skogliga rasforskningen och praktiken. — Stockholm.
- MALMSTRÖM, C., 1948/49. Studier över skogstyper och trädslagsfördelning inom Västerbottens län. — Medd. Stat. Skogsforskn. inst. 37. Nr 11: 1—231.
 — 1949. Om betydelsen av hänsynstagande till skogstypen inom skogsskötseln. — Kungl. Lantbruksak. Tidskr. 88: 226—242.
- NORDSTRÖM, L., 1953. Vår försörjning med tallfrö med särskild hänsyn tagen till Norrlands höjdlägen. — Norrl. Skogsvårdsförb. Tidskr.: 20—84.
- PLYM FORSHELL, C., 1953. Kottens och fröets utbildning efter själv- och korsbefruktning hos *Pinus silvestris*. — Medd. Stat. Skogsforskn. inst. 43. Nr 10: 1—44.
- ROHMEDER, E., 1938. Neuzeitliche Geräte und Arbeitsverfahren bei der Prüfung des Forstsaatgutes. — Forstwiss. Centralbl. 60: 218—231.
 — 1939. Wachstumsleistungen der aus Samen verschiedener Grössenordnung entstandenen Pflanzen. — Forstwiss. Centralbl. 61: 42—59.
- SARVAS, R., 1950. Effect of light on the germination of forest tree seeds. — Oikos 2: 109—119.
- SCHMIDT, W., 1930. Unsere Kenntnis vom Forstsaatgut. — Berlin.
- SCHNARF, K., 1933. Embryologie der Gymnospermen. — Handb. d. Pflanzenanat. 11: 2. Berlin.
- SCHOTTE, G. 1905. Tallkottens och tallfröets beskaffenhet skördeåret 1903—1904. Medd. Stat. Skogsförsöksanst. 2: 1—40.
 — 1906. Über die Variation des schwedischen Kiefernzapfens und Kiefern Samens. — Naturwiss. Zschr. Land- u. Forstwirtschaft. 4: 22—36.
- SIMAK, M. 1953 a. Über die Samenmorphologie der gemeinen Kiefer (*Pinus silvestris*). — Medd. Stat. Skogsforskn. inst. 43. Nr 2: 1—32.
 — 1953 b. Beziehungen zwischen Samen grösse und Samenanzahl in verschieden grossen Zapfen eines Baumes (*Pinus silvestris*). — Medd. Stat. Skogsforskn. inst. 43. Nr 8: 1—15.

- SIMAK, M. och GUSTAFSSON, Å. 1953 a. Röntgenfotografering av skogsträdsfrö. — Skogen nr 5*: 58—60.
- 1953 b. X-ray photography and sensitivity in forest tree species. — Hereditas 39: 458—468.
- STROHMEYER, G. 1938. Über die züchterische Bedeutung des Tausendkorngewichtes der Kiefer. I. — Forstarchiv 14: 153—157.
- TIRÉN, L. 1951. Om försök med sädd av tall- och granfrö i Norrland. — Medd. Statens skogsforskn. inst. 41. Nr 7: 1—110.
- TUBEUF, C. VON. 1893. Beitrag zur Kenntnis der Morphologie, Anatomie und Entwicklung des Samenflügels bei den Abietineen. — Forstl. Naturwiss. Zschr. 2: 432—455.
- VINCENT, G. 1931. Analyses der Koniferenzapfen und ihrer Samen. Zweiter Teil. — Rec. trav. Inst. rech. agr. Republ. Tchecoslov. 7. Nr 4: 5—171.
- WETTSTEIN, W. VON. 1948. Grundlagen für eine Steigerung des Waldertrages durch Züchtung. Versuchsobjekt Weissföhre (*Pinus silvestris*). — Mitt. Forstl. Bundes-Versuchsanst. Mariabrunn Heft. 45: 3—47.
- WIBECK, E. 1916/17. Om eftergroning hos tallfrö. — Medd. Stat. Skogsförsöksanst. 13—14: 201—234.
- 1920. Det norrländska tallfröets grobarhet. — Medd. Stat. Skogsförsöksanst. 17: 1—17.
- 1929. Die forstliche Saatgutversorgung Schwedens und einschlägige Probleme. — Verh. Int. Kongr. Forstl. Versuchsanst. Stockholm: 412—426.

Summary

Seed properties in mother trees and grafts of Scots pine

This investigation was originally planned so as compare the seed development and seed properties of six selected mother trees in North and Middle Sweden (Fig. 1) with the corresponding seed characteristics of graft trees grown close to Stockholm in the experimental fields at Bogesund (Y in Fig. 1). In 1952 the pine seed ripened very poorly in large areas of Sweden and it was considered well worth investigating the reasons for this state of things. By means of a specially devised technique of X-ray photography it has been possible to parallel the anatomic structure of a seed with its degree of maturity and its germination capacity.

The good climatic conditions at Bogesund have brought about a rich flowering of the six to seven years old grafts. The formed cones are on the average larger and heavier than in natural material. In grafts producing few cones these are, relatively seen, larger and heavier than in grafts with numerous cones (Fig. 9).

The grafts produce *on an average* more seed per cone than the mother trees. The increase in seed number is rather pronounced in some genotypes, in G: 1 it amounts to *circa* twenty per cent. The mathematical analysis shows, however, that the seed number of the grafts, if calculated *for a constant cone weight*, rather decreases below that of the mother trees. This is evident in the four northernmost genotypes, especially in Ns: 6. The grafts of the two southernmost genotypes, on the contrary, give a similar or slightly higher seed number than the mother trees. These contradictory results after different methods of computation indicate how necessary is really a statistical treatment of the material. Simultaneously they show, however, that a favourable climate causing a full ripening of the cones indirectly leads to a higher average seed number, since the cone weight is raised and the seed number increases with the weight.

Different genotypes possess a different capacity of producing seed if calculated relative to cone weight. An analysis of variance indicates a significant difference between mother trees in this respect (p. 16, Fig. 16). Especially high is the seed number of genotype G: 1. A low seed number characterizes the genotype N: 6. This contrast in behaviour is, at least in part, genotypically conditioned, since in this respect the graft materials of the two genotypes closely agree with the respective mother trees.

In the mother trees the seed weight per cone increases with rising cone weight and decreasing seed number. In the material analysed here it is more influenced by a variation in cone weight than in seed number. However, in mother trees, where the cone weight exerts its smallest influence (Ns: 8 and Ns: 6), the seed number has a profound effect. The inverse relationship of seed number and seed weight is noticeable in the grafts, too. This implies that a graft cone with a few seeds has a higher seed weight than a cone with plenty of seed. Graft cones give *on the average* higher seed weights than cones collected in nature. If we keep the *cone weight constant*, the same result holds true, except in genotype G: 1, where the grafts were replanted shortly before cone maturity and the endosperm of the seed shows a remarkable destruction, detectable on the photographic film (Fig. 19). In the case of a constant cone weight genotype G: 1 has a distinctly higher seed weight under natural conditions than in graft materials. Owing to the larger cone size, however, also in G: 1 the average seed weight of the grafts is higher than of the mother tree. Thus a mass evaluation of seed materials will under certain circumstances lead to incorrect conclusions. If we want to compare the seed characteristics of mother trees and grafts in an exact manner, we ought to do it under fixed and constant cone weights.

Special attention has been paid to the development of embryo and endosperm. The X-ray method of photographing admits of a direct correlation of cone weight, seed number, seed weight and embryo-type (Plates I—VI), as well as of embryo type, germination capacity and speed of germination (Figs. 18, 22, 24). The five embryo types O—IV (Fig. 17) give a striking difference in germination, from 0 % in embryo type O (empty seed), 4 % in embryo type I (with endosperm but without embryo; the germination ought to be 0 % but a certain misclassification has occurred), 13 % in embryo type II (polyembryonic seed) to 63 % in embryo type III (predominantly with one small embryo per seed) and 94 % in embryo type IV (fully developed embryo). Embryo type II, i.e. polyembryonic seed, is characteristic of northern mother trees and especially of their small cones (Figs. 18, 20). The low germination capacity of North Swedish pine seed in 1952 was the result of poor ripening conditions leading to an accumulation of embryo type II, sparse amounts of embryo type III and almost no representation of embryo type IV. Graft seed at Bogesund produced, however, irrespective of the conditions in the mother trees, predominantly embryo type IV, with little III, I and O and no II.

Another conclusion, of special significance with regard to northern regions, may be drawn from the results obtained. In years like 1952, with a very poor seed development, small cones should not be collected, since they do not contain germinable seed (Fig. 18). Rather the collection work should be concentrated to the largest cone materials. Cone size and cone weight do not only influence seed production and average seed weight but also embryo development and, through this, the subsequent germination capacity.

In spite of the great modifying influence of climate there exist evident, genotypically conditioned differences in seed development. One such case is found in genotype D: 6, where the content of empty seed (embryo type O) amounts to 30—35 % in natural seed and to 25—30 % in graft seed. This implies higher values than found in any other genotype.

It should here be added that the photographic analysis easily reveals mechanical damages of the seed due to the extraction and dewinging, as well as endosperm destruction due to chemical processes of some kind. The endosperm is referred to type A, if entirely well-developed, to type B, if it is weak or damaged.

The rate of germination is correlated to the seed weight (Fig. 24). It also increases with the better ripening of the seed. This is specially clear in the graft seed, where the average speed of germination of the northern genotypes is one week shorter than in seed of the mother trees. Another result indicates that an increase in the weight of the graft seed does not speed up germination further, no doubt depending on the good embryo quality also of small seed in this type of material. The graft seed lies with regard to germination capacity and germination speed chiefly along a straight line, parallel to the x -axis. Delayed germination, i.e. the germination after 30 days, is conspicuous in natural seed of northern provenances and correlated to the occurrence of embryo type II and III, but is less pronounced in southern provenances with a predominance of embryo type IV. The seedlings resulting from a delayed germination of embryo types II and III are in the material studied so weak that they will scarcely survive the following winter.

The rapid germination of embryo type IV causes a development of the seedlings that is distinctly better than in low embryo types. Plant height and cotyledon number are increased in natural seed with the rise in seed weight. Embryo type IV gives a higher number of cotyledons than does type III and this is in its turn a higher number than type II which, generally said, produces weak seedlings, often twins with twisted deformed cotyledons. In all characters studied the graft material is superior to the natural seed.

Also in morphological respects there are distinct differences between natural and graft seed. According to genetic theory the stock material should not change the genetic constitution of the scion. No doubt, however, the scion may be influenced in properties like metabolism, growth, time of flowering, etc., which to a certain degree depend on products delivered from the foreign root system. These influences are of a casual, not genetical nature. We have in our studies noticed differences in development between the grafts of one and the same clone, as well as between the grafts and their mother trees.

Generally said, the properties of the cones are identical in mother trees and grafts. But in one genotype, a tree denoted as Ns: 7, the cones of one graft distinctly differed from the cones of other grafts. Even here, however, there is no indication of a genetical effect, since seed shape and seed details (p. 18) are exactly alike in all grafts.

In an elegant way the seed characters demonstrate the relative influence of heredity and environment. Characters that for their expression depend on the full ripeness of the seed are likely to be influenced by environmental changes. Seed colour, for instance, is such a changable property (cf. the colour photographs). In graft seed, produced in a favourable climate, it is considerably darker than in natural seed, irrespective of the basic seed colour of the genotype. In addition, properties relating to the surface details are much better developed. A similar

state of things holds true for the colour of the wings. Here an exact quantitative analysis can be carried out, since wing colour is conditioned by special bodies accumulating in the wing cells and consisting of gum-like substances. These bodies increase in number and size with the improvement in climate and ripeness. In graft seed of genotype G: 1 also the shape of the wings has been changed. This appears to be the result of the late replanting of the grafts, discussed previously. In this case, too, seed shape and seed details are entirely identical in mother tree and grafts.

In spite of all modifications possible every genotyp is characterized by distinct properties in seed shape and seed details. These properties are not changed by a variation in climate or stock material. This illustrates how fixed by the genetic constitution certain seed characteristics really are: they do not change from mother tree to grafts, from a harsh to a favourable climate. By their help it is possible to effect a precise control of the pine material handled in forest genetics and plant breeding.

The following conclusions are drawn: (1) the quality of graft seed is superior to that of natural seed, especially in northern genotypes. An exception is afforded by the genotype G: 1, where the late replanting has damaged the endosperm; (2) the more favourable the climate of the mother trees the better is the seed quality; embryo type IV is not found at all in the two northernmost mother trees but predominates in the two southernmost ones; (3) the seed quality is distinctly improved with the increase in cone weight, especially in northern mother trees; (4) there is a marked correlation between seed maturity, as measured by the embryo type, and its germination and speed of germination.

The very important problem of how the North Swedish pine seed—and for that reason the pine seed of any northern region—is formed and constructed, has been elucidated to some degree by this study. First of all: it is now clear that poor ripening conditions lead to low embryo types; these in their turn cause a poor germinability and—if the seed is on the whole capable of germination—often a delay in germination. This has nothing to do whatsoever with specific “race characteristics” or any special genetical constitution of the North Swedish populations. The mentioned characteristics are rather of a modificative nature and are brought about by an unfavourable climate and especially low summer temperatures during the development of the cones and seed. Graft seed of northern genotypes develops and germinates well, if the grafts are cultivated in a good climate. According to repeated statements natural seed of a poor quality can be stimulated to a better germination by a treatment with visible light before sowing. But the chief cause of its poor germination is not any increased light requirements but rather the seed construction, so often consisting of embryo types O—II, i.e. empty, embryoless and polyembryonic seed. If formed, embryo type IV gives a germination of 90—100 %. The problem of seed development in northern regions is thus chiefly a question of growth and maturity. For that reason the future clone orchards, planned to produce abundant seed of good quality, should be established in districts with long warm summers and small variations in temperature from year to year. Before the location of a clone orchard is definitely decided, seed from the proposed locality should be submitted to a close X-ray analysis in order to settle whether the local climate is sufficiently good.

In this study we have tried to elucidate the interaction of genotype and environment with regard to the fixedness and modifiability of certain cone and seed.

characteristics. These experiments are systematically extended to other properties as well, including production capacity and branching. Graft materials and progenies of plus and minus trees are examined in various types of climate. Special attention is paid to high-level populations. Here the X-ray analysis of seed development will be of an immense value for the planned production of new ecotypes, better adapted to high levels and possibly capable of a future natural reproduction. Methods are successively worked out for the amplification of these studies, involving the use of root-genuine materials, by means of rooted cuttings and, as the case may be, monozygotic twins of polyembryonic pine seed. In this way we hope to gain a more definite view of the genotype part in production and a better understanding of the environmental processes improving it.

PLANSCHERNA I—VI

PLATES I—VI







Förklaring till planscherna I—VI

I planscherna I—VI har en serie av egenskaper jämförts hos moderträd och ympar.

A. *Sambandet mellan kottvikt och fröantal.* Regressionslinjen gäller för moderträden, staplarna för ymparna. Den olika markeringen betecknar enskilda kottar av olika ympar.

B. *Sambandet mellan kottvikt och frövikt.* Den vita markeringen visar frövikten hos ympkottarna. Den svarta markeringen anger motsvarande värden för moderträden enligt ekvationen $y = a + b_1x_1 + b_2x_2$ (jmf. SIMAK, 1953 b).

C. *Sambandet mellan kottvikt och embryoklasser.* Den procentuella fördelningen av embryoklasserna O—IV hos moderträden anges genom regressionslinjer, hos ympkottarna genom staplar. De fem embryoklasserna har såväl hos moderträden som ympar fått följande förteckningar:

Embryoklasser	O	I	II	III	IV	IVb
Embryo types						

D. *Sambandet mellan kottvikt och groningsprocent.* Regressionslinjen gäller för moderträden, staplarna för de enskilda ympkottarna.

Fröegenskaperna hos varje enskild ympkott kan således följas från A—D.

Description of plates I—VI.

In Plates I—VI a series of properties have been compared for mother trees and grafts.

A. *The relation between cone weight and seed number.* The regression lines refer to the mother trees, the piles to the grafts. The different marking of the piles refers to cones of different grafts.

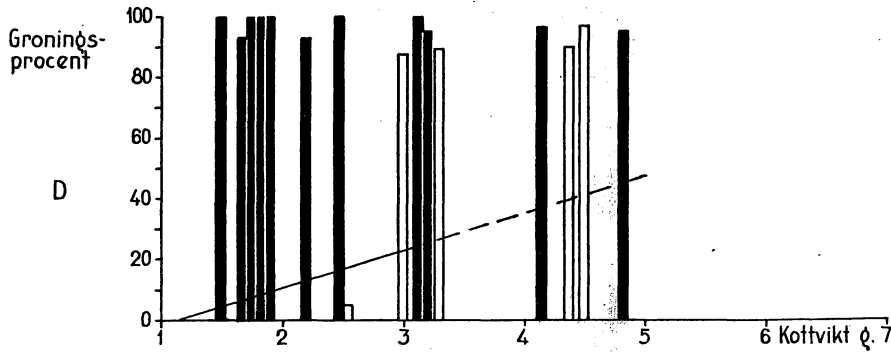
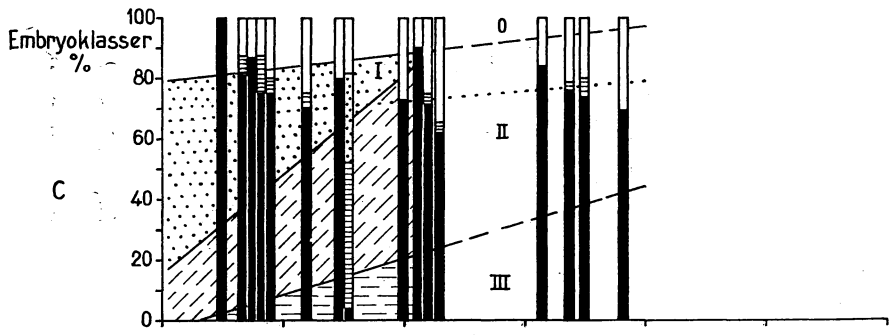
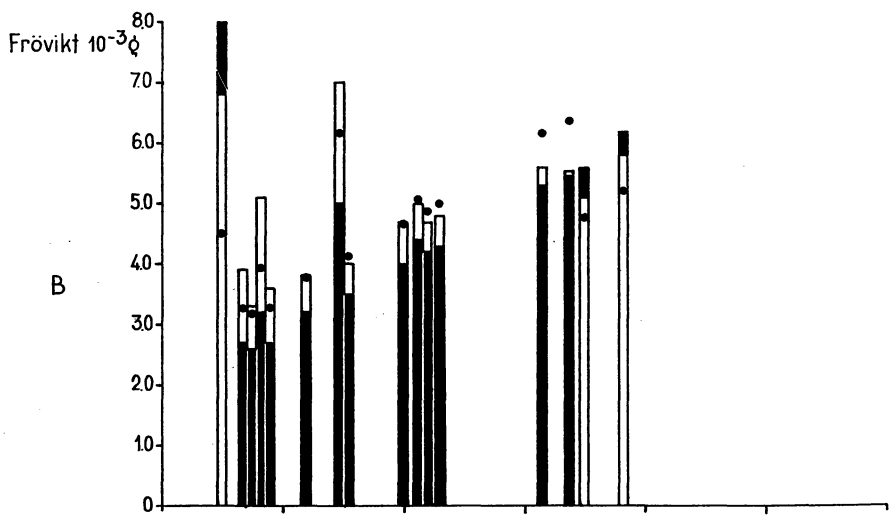
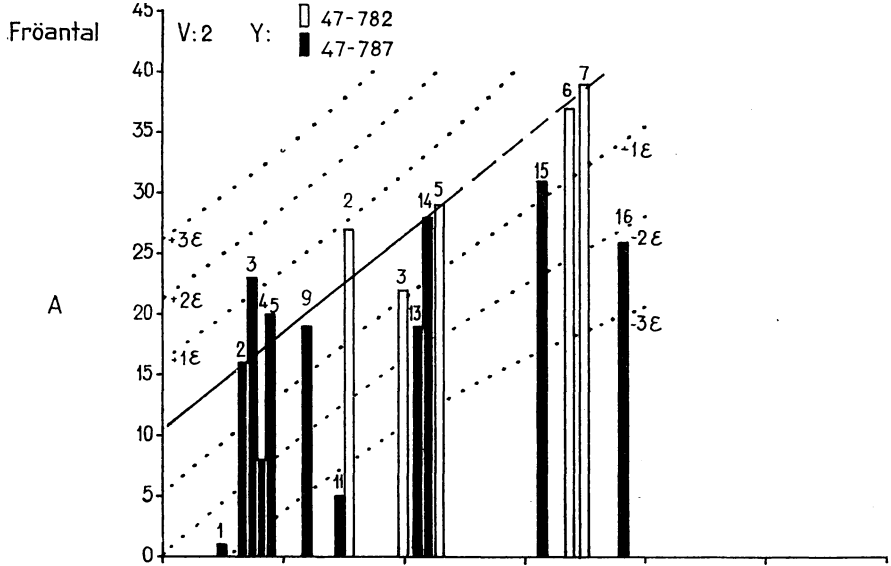
B. *The relation between cone weight and seed weight.* The white markings denote the seed weight of the individual cones of the grafts. The black markings denote the corresponding values for the mother trees according to the equation $y = a + b_1x_1 + b_2x_2$ (cf. SIMAK, 1953 b).

C. *The relation between cone weight and embryo types.* The percentages of the embryo types O—IV are for the mother trees delimited by the regression lines, for the cones of the grafts they are denoted by piles.

The five embryo types are marked as shown above in the Swedish text (cf. also Fig. 18).

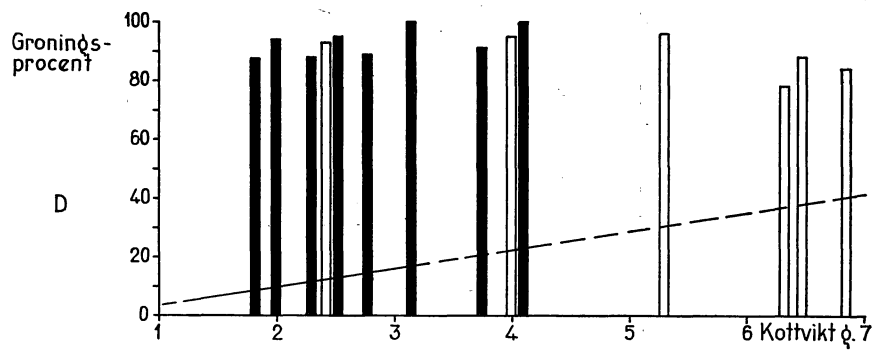
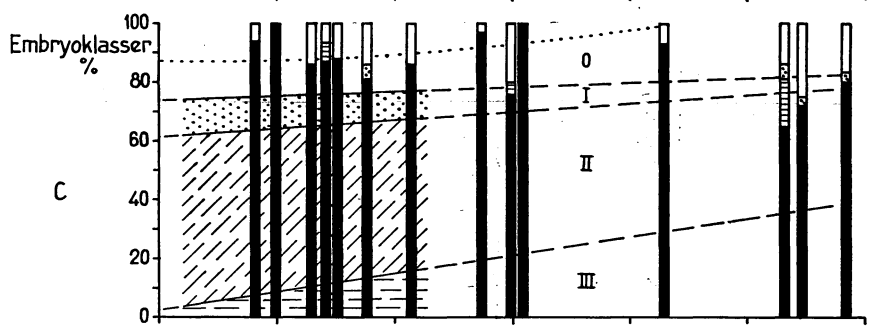
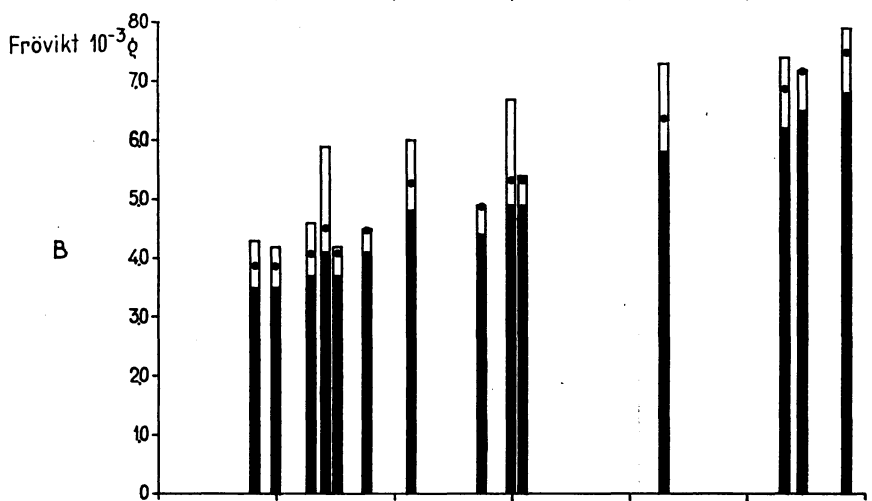
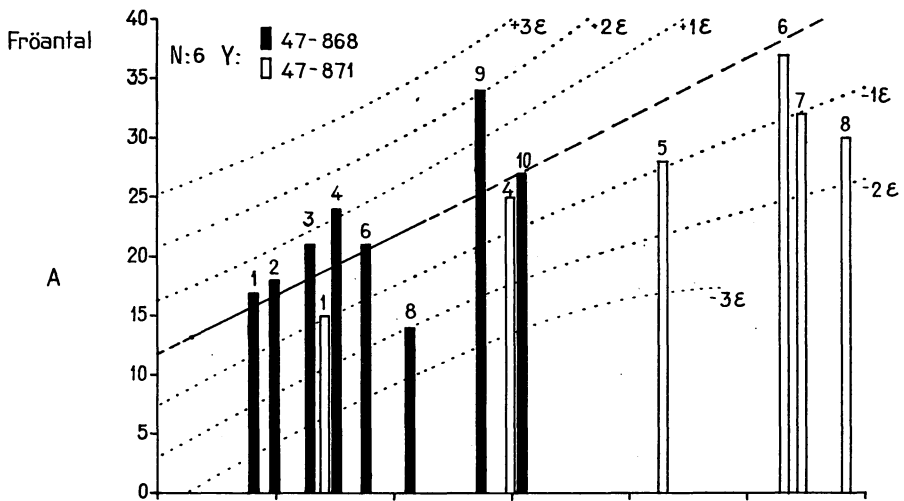
D. *The relation between cone weight and germination capacity.* The regression lines refer to the mother trees, the piles to the individual cones of the grafts.

In this way the seed properties can be followed for every cone of the grafts from A—D.

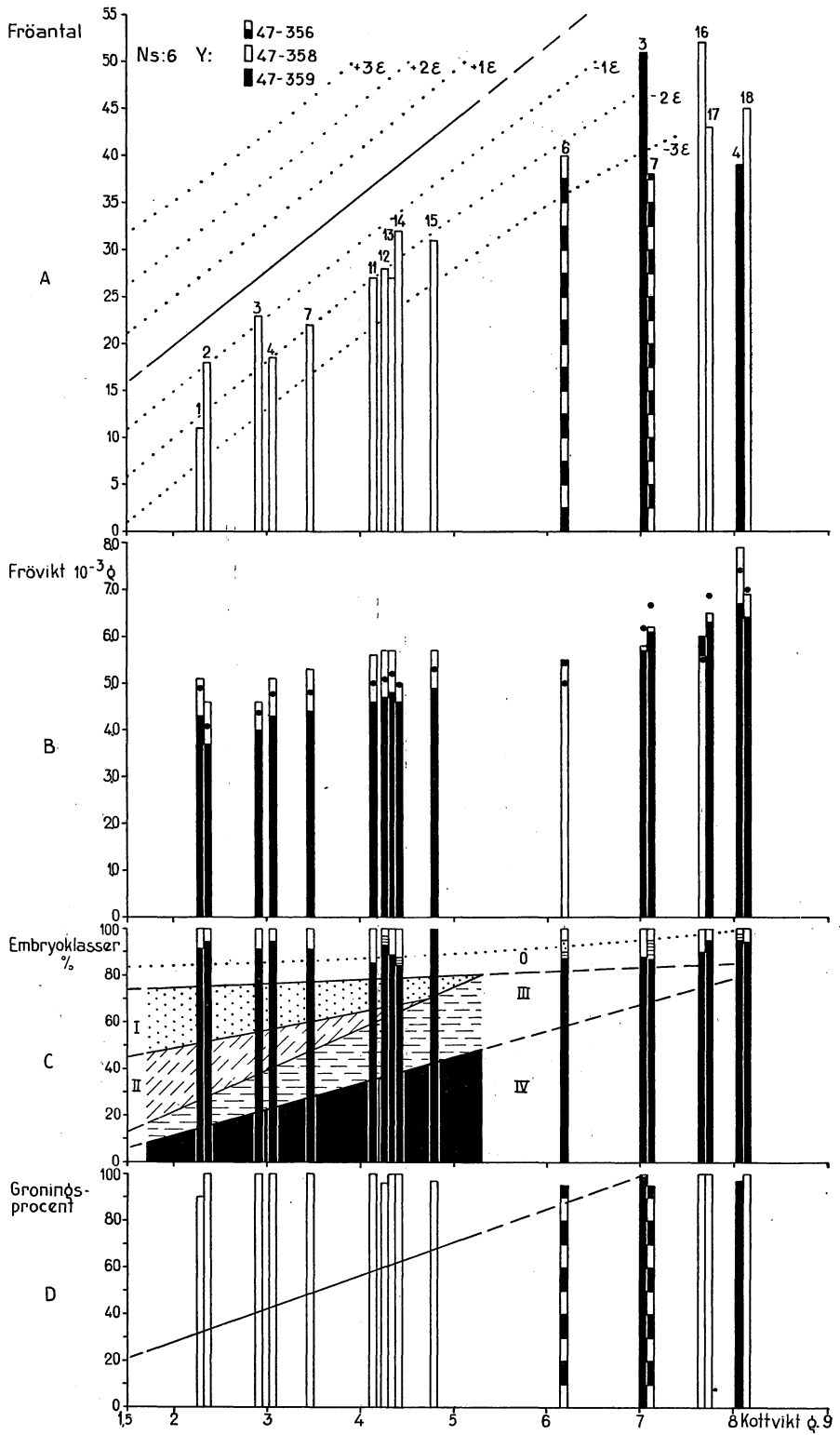


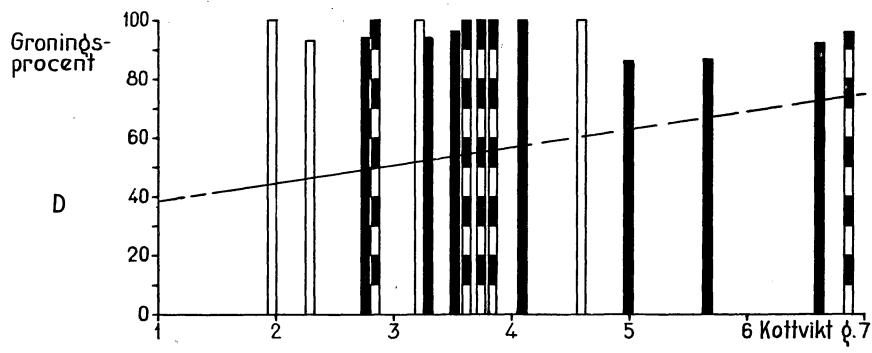
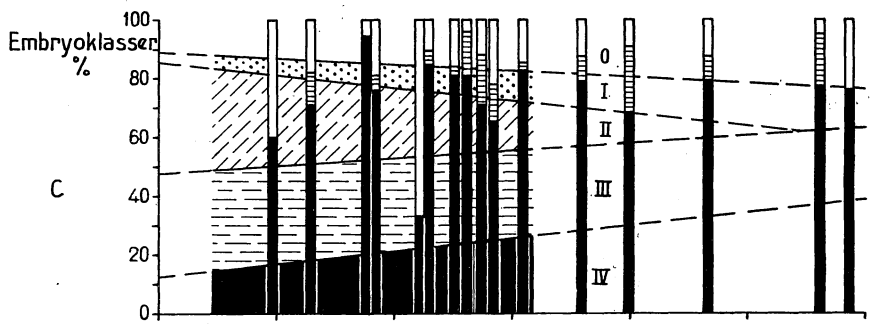
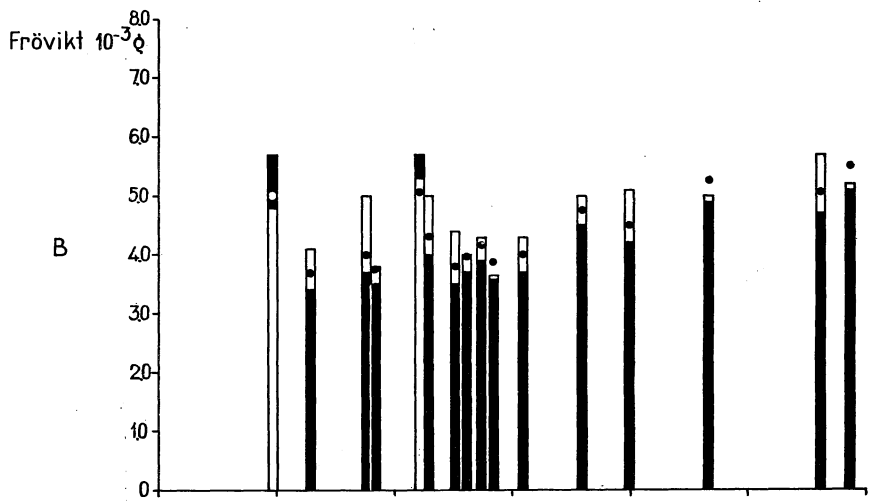
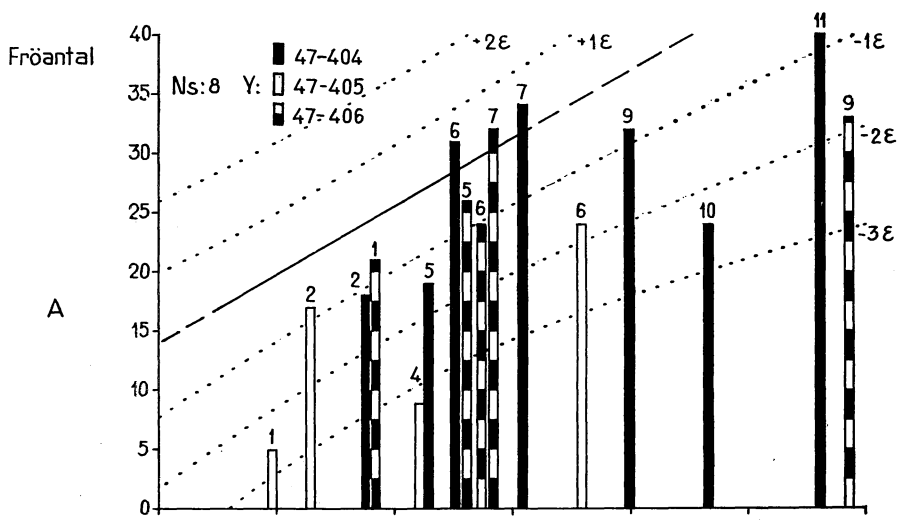
Plansch I

6 Kottvikt 0.7

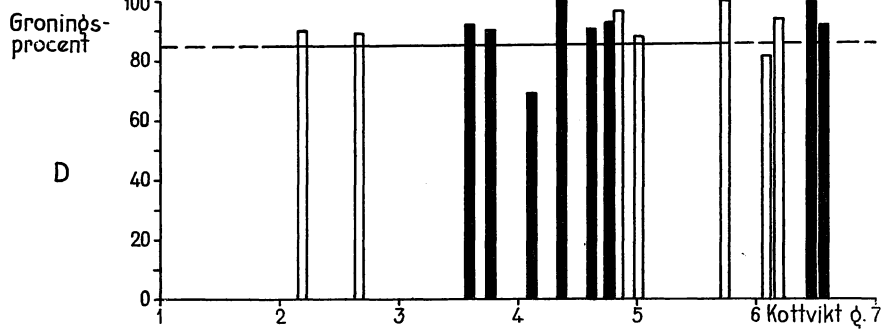
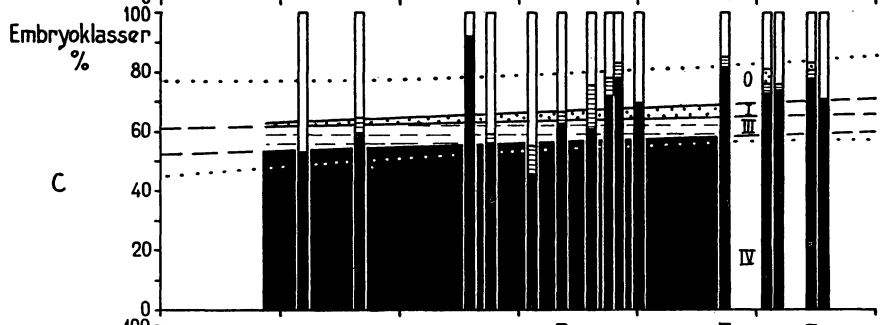
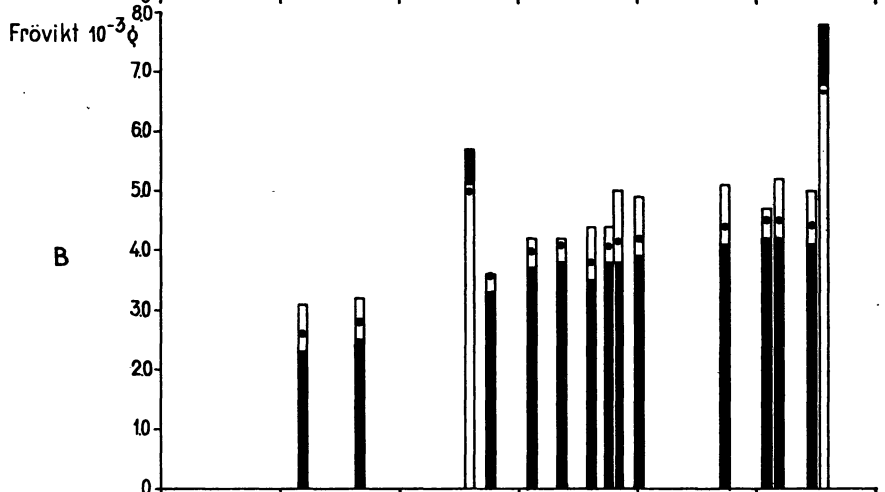
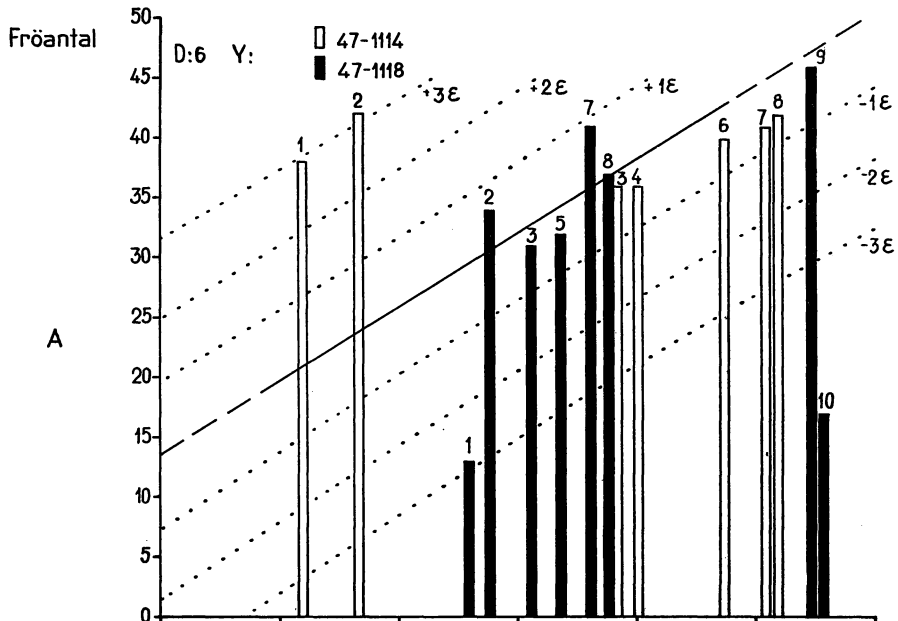


Plansch II





Plansch IV



Plansch V

