

Om långtidsförvaring av barrskogsfrö

*(Pinus silvestris L., Picea abies Karst.,
Abies lasiocarpa Nutt.)*

Long-term Storage of Conifer Seed

av

EINAR HUSS

INNEHÅLLSFÖRTECKNING

	Sid
Förord.....	4
Kap. I. Inledning.....	5
Kap. II. Frömaterialet och undersökningsmetodiken.....	8
1. Frömaterialet.....	8
2. Förvaringskärlen.....	8
3. Temperaturen.....	8
4. Groningsanalyserna.....	9
5. Frilandssådderna.....	9
6. Förutsättning för ett gott förvaringsresultat.....	10
Kap. III. Resultaten av groningsanalyserna vid olika förvaringsmetoder.....	12
1. Allmänt.....	12
2. Grobarheten hos tallfröerna.....	12
A. Förvaring i +20°C.....	13
B. » i +5°C.....	15
C. » i -5°C.....	16
D. » i -15°C.....	17
3. Grobarheten hos granfröerna.....	18
A. Förvaring i +20°C.....	20
B. » i +5°C.....	20
C. » i -5°C.....	21
D. » i -15°C.....	21
E. » i -20°C.....	24
4. Ärgångens eller frökvalitetens betydelse vid fröets inläggning.....	24
A. Felfria fröer.....	24
B. Skadade fröer.....	26
5. 1 000-kornvikten.....	27
6. Fuktighetshalten.....	27
7. Breddgrad och höjd över havet.....	31
8. Fröets vitalitet efter förvaring.....	32
Kap. IV. Ett förvaringsförsök med granfrö, <i>Abies lasiocarpa</i>	34
Kap. V. Frilandssådderna, resultat.....	36
1. Plantantalen av tallfröerna.....	36
2. Plantantalen av granfröerna.....	39
3. Plantantalet i förhållande till fröets grobarhet vid sådden.....	40
4. Plantavgången.....	42
5. Plantutvecklingen.....	43
Kap. VI. Sammanfattning.....	44
Citerad litteratur.....	51
Summary.....	52

FÖRORD

I samma mån som de stora arealerna av överåriga skogar i Norrland slutavverkades framstod behovet av deras föryngring. I början av 1940-talet ansågs en restaurering av skogarna som den mest betydelsefulla frågan bland skogsmännen. Dessa hade då fått kunskap om markernas skogliga tillstånd genom riksskogstaxeringen och andra inventeringar och även om den över-skattade tillförlitligheten av naturlig föryngring, särskilt på svårföryngrade granmarker, vilket skogsforskningsinstitutets undersökningar klart visade (TIRÉN, 1949). På stora arealer skogsmark i Norrland måste hjälpåtgärder av olika slag vidtagas för att erhålla god produktion av barrskog. Inför det förestående restaureringsarbetet framträdde intresset för skogsodling mycket starkt, vilket givetvis hade till följd, att fröfrågorna, särskilt fröförsörjningen, blevo aktuella. Fröskördarna äro ju mycket skiftande både till kvantitet och kvalitet under olika år, framför allt i landets nordliga delar. En av uppgifterna för forskningen blev därför att lämna praktiken kunskap om bästa sätten för förvaring av de skördar, som insamlades.

År 1946 påbörjade avdelningschefen för dåvarande skogsavdelningen, professor L. TIRÉN, en undersökning över förvaring av tall- och granfrö. — Arbetet överläts efter några år på författaren. — Resultaten skulle efter vissa år redovisas med groningsanalyser. Andra undersökningar på avdelningen visade emellertid, att groningsprocenten i JACOBSENS apparat ej alltid är tillräcklig för bedömning av ett frös bruksvärde. Försöken utvidgades därför med bestämmingar av plantvikter och med sådder på friland. Därmed kunde groningsenergien hos fröproverna med de skilda förvaringssätten studeras och jämföras. Undersökningen gör dock icke anspråk på att vara vetenskapligt uttömmande. Därtill hade bl. a. fordrats försök med flera andra förvaringssätt t. ex. i vakuum, försök med vissa kemikalier etc. Ändamålet med undersökningen var ju i första hand att tillgodose praktiken en enkel förvaringsmetod, men vilken fröets ursprungliga egenskaper så mycket som möjligt bibehållas ett visst antal år.

Institutionsföreståndaren, professor GUSTAF SIRÉN, har granskat manuskriptet. Tekn. L. OLLE PERSSON har utformat de matematiskt statistiska bearbetningarna. En stor del av dessa ha sedan uträknats av skogstekniker NILS-GUSTAV FÖRSBERG. Övrigt räknearbete har utförts av fru EIVOR HEDQVIST. Groningsanalyserna ha gjorts av fru WIVA WALLENRUD och sådderna på friland till huvudsaklig del av skogsmästaren HANS ÅSTRÖM. Skogsteknikern GÖRAN WALLBERG har till stor del ansvarat för kottens och fröets behandling. Översättningar till engelska språket har till huvudsaklig del gjorts av assistenten, mr J. G. K. FLOWER-ELLIS. Fröken GERD CARLSSON har ritat figurerna. Till samtliga framföres ett varmt tack.

Stockholm i november 1966

Einar Huss

Kap. I. Inledning

Förvaring av frö har säkerligen intresserat människan allt sedan hon började driva åkerbruk och odla köksväxter. I våra dagar har lagring av alla de sädesarter, blom- och köksväxtfröer, som tillhöra vårt dagliga behov en mycket stor ekonomisk betydelse. Många forskare ha sökt komma fram till lämpliga förvaringsmetoder, med vilka utsädet grobarhet behålles så bra och så länge som möjligt.

Må det tillåtas att här först nämna en undersökning, som icke berör skogsfrö utan lagring av vissa trädgårdsfröer. Försöken utfördes på Weibullsholm, Landskrona (WEIBULL 1952, 1955) och fingo mycket stor ekonomisk betydelse. Ett exempel! En fröfirma i London lagrade frö under ett år till ett värde av ca 2 miljoner kronor med en gängse men tydligen olämplig metod, enär fröerna förlorade praktiskt taget all grobarhet. Sådana katastrofala förluster behövde aldrig förekomma sedan resultaten av WEIBULLS lagringsförsök blevo kända.

Större eller mindre förluster vid förvaring av skogsfrö förekomma givetvis också. Tänka vi på de totala frömängder som varje år lagras i hela landet med värden av 10-tals miljoner kronor, och grobarheten försämras med några procent, blir de ekonomiska förlusterna avsevärda. Därtill kommer, att förlusterna öka ännu mer efter utsåning på friland.

Det har i förordet sagts, att barrträdens fröproduktion ofta är mycket ojämn till både kvalitet och kvantitet. Flera års intervaller kunna uppstå mellan goda fröskördar. Det är därför nödvändigt med betryggande lagring varvid fröets ursprungliga egenskaper — även de ej färdigbildade — bibehållas under tiden från insamlingen eller klängningen till dess fröet sås ut för groning. Fröet måste hållas vid liv under hela dvalan, men på sådant sätt, att de groningsutlösande, fysikaliska och kemiska processerna inuti fröet och celledningen, som föregår groningen, icke samtidigt få utvecklas så långt, att groningen påbörjas eller att fröets livsfunktioner nedsättas på något annat sätt. — Däremot vilja vi gärna, att mognadsprocessen skall fullbordas så långt som möjligt. — Fröförvaringsmetoden kan ha betydelse för denna eftermognad särskilt hos svagt mogna fröer. Dessa problem ingå emellertid icke närmare i denna undersökning. Huvudparten av här använda fröer voro praktiskt taget fullmogna vid inläggningen.

Förvaringsmetoden bör alltså taga sikte på att hålla fröets livsyttningar på ett minimum, och ju bättre detta kan ske, desto längre tid kan fröet hållas vid liv och desto större del av plantbildningsförmågan bibehållas. Under förvaring

kan fröet anses befinna sig i dvala. Detta tillstånd bör skiljas från frövilan. Denna är ett av inre orsaker hos fröet betingat tillstånd, den mognadsprocess, som vissa frösorter måste genomgå för att kunna gro. Frödvalan däremot orsakas av yttre förhållanden och är ett tillstånd av överksamhet, som fröet blir påtvingat utifrån.

Under dvalan försiggå i fröet vissa livsfunktioner, vilkas intensitet bestämmas av tillgången på luft, värme och fuktighet. Den viktigaste av dessa funktioner benämnes fröets andning. All andning — hos både växter och djur — är ju en oxidation av näringsämnen, varvid koldioxid och vatten äro de huvudsakliga slutprodukterna. Syret för andningen erhålles från fröets reservnäring. En del av detta syre användes till andra kemiska processer. Får reservnäringen absorbera vatten, kommer syret i detta att öka andningen. Denna blir för snabb och fröet mister sin vitalitet helt eller delvis. Processen är egentligen mer komplicerad än så; enzymer t. ex. spela en icke oväsentlig roll. För andningen har också temperaturen stor betydelse. Ljus stimulerar andningen hos ljuskänsliga fröer (KIPP, 1929). Samme forskare fann, att embryot är mer aktivt vid andningen än endospermet. HEINRICH (1913) understryker, att en höjning av temperaturen har långt ifrån samma inverkan på andningen som en höjning av fuktigheten.

Vi böra i detta sammanhang komma ihåg, att frö i dvala icke har möjlighet att fylla på det ämnesförråd, som konsumerats vid andningsproceduren. Nya celler kunna ej bildas för att ersätta de döda (BALDWIN, 1942). Vidare, att ett frö som skadats av en eller annan orsak aldrig återfår sin ursprungliga plantbildningsförmåga (ELIASON och HEIT, 1940).

Undersökningar över barrskogsfröers lagring ha varit jämförelsevis få och tillkommit först under ganska sen tid. Intresset härvidlag har av naturliga skäl varit betydligt större för andra fröer särskilt sädesslagen. HAACKS (1909) klassiska undersökningar ha varit rättesnöre under decennierna. Han fann bl. a., att fröet skulle vara torrt vid inläggningen, att det skulle förvaras i lufttätt tillslutna kärl och på svalt ställe, helst på is. Fröet borde icke störas upprepade gånger då andning inträder. Utgående från dessa undersökningar och med stöd av gröningsresultat av flerårigt lagrade fröer vid klänganstalter uppställde TIRÉN (1948, föredrag 1947) vissa regler och önskemål vid fröförvaring. Några nya metoder anfördes icke, men väl ett såddförsök 1944 för studium av fröålderns betydelse. Såddresultatet visade en »tydlig tendens till sjunkande procent plantor med stigande ålder hos fröet. Hos lika gammalt frö kunde dock plantprocenten växla inom mycket vida gränser.» Han betonar dessutom, att vissa fröpartier tåla en längre tids förvaring bättre än andra. Ett svenskt fröförvaringsförsök är publicerat av DYBECK (1923). Undersökningen lämnade som resultat, att »förvaring i tio år av såväl tall- som granfrö i hermetiskt tillslutna kärl endast nedsätter grobarheten med ett 20-tal gröningsprocent.»

I utlandet ha flera undersökningar över fröförvaring publicerats. Här skall endast nämnas följande. CIESLAR (1897) fann bl. a., att frö (*Picea excelsa*, *Pinus silvestris*, *Pinus austriaca*) behöll sin grobarhet bättre i lufttäta kärl än i öppna. Skillnaden var 33 % efter 6 år. HAACKS (1909) noggrant kontrollerade undersökningar äro redan nämnda. De detaljrikaste, statistiskt kontrollerade försök med lagring av barrskogsfrö ha säkerligen utförts av BARTON (1935, 1954). Barton förvarade frö av olika fuktighetsgrad vid olika temperaturer i både öppna och lufttäta kärl samt i vakuum. Hon jämförde även viss förvaring i ljus med samma förvaring i mörker. Stratifikation vid $+5^{\circ}\text{C}$ ingick dessutom i försöken. Här skall endast anföras ett par av dessas resultat. Förvaring vid köldtemperatur var genomgående bättre än förvaring vid värmtemperatur. Olika fröer förhöllo sig olika vid skilda temperaturer och vid förvaring i öppna kärl. Av fem undersökta fröer behöllo fyra sin ursprungliga grobarhet bäst vid -18°C och en frösor, *Pinus ponderosa* bäst vid -4°C . Nedfruset frö behöll sin grobarhet vid fortsatt förvaring i värmtemperatur minst lika bra som värmeförvarat frö. Till sist skall endast nämnas ett lagringsförsök med douglasfrö (BARNER och DALSKOV, 1954). Det framkom bl. a., att fröets fuktighetshalt vid inläggningen hade avgörande betydelse för resultatet, att temperaturen skall hållas konstant och att fröet skall vara fullmoget vid inläggningen. Ett förnämligt arbete, som behandlar ej enbart förvaring av tall- och granfrö utan även frön och frukter från andra skogsträd har publicerats av VON SCHÖNBORN (1964). En fortsättning är utlovad.

I föreliggande undersökning ha använts huvudsakligen tallfrö (*Pinus silvestris* L.) och granfrö (*Picea abies* Karst). Av vardera slaget ha inlagts till förvaring 92 respektive 56 frösor av olika årgångar och från skilda orter i hela landet. Mer än 2 100 groningsanalyser ha utförts och 422 sådder anlades på friland. Över 1 000 förvaringskärl åtgingo. Det stora materialet har använts även till andra undersökningar.

Ett separat förvaringsförsök med frö av *Abies lasiocarpa* redovisas särskilt.

Signifikativa differenser angivas på vedertaget sätt i det följande med: svag signifikans = ($P < 0,05 > 0,01$), signifikans = ($P < 0,01^{**} > 0,001$) och stark signifikans = ($P = < 0,001^{***}$).

Kap. II. Frömaterialet och undersökningsmetodiken

1. Frömaterialet

Undersökningen började som förut sagts år 1946. Årligen inlades sedan fröprover till förvaring allt efter tillgången på kott med känd härstamning. Den sista inläggningen gjordes 1956. Fröerna ha i regel erhållits från de kottprover, som årligen sändas till institutionen för sammanställning av ett meddelande om kotttillgång och frökvalitet i landets skilda delar. Proveniensen, mognadsgradens och årsmånens eventuella betydelser vid fröförvaring kunde således studeras. Kotten har klängts på f. d. skogsforskningsinstitutet och fröet har behandlats på sådant sätt, att risker för skador som t. ex. avvingningsskador och fuktighetsskador i möjligaste mån uteslutits. Kotten fick ligga i källare i allmänhet ett par månader innan den klängdes.

2. FörvaringskärLEN

Fröproverna förvarades i noggrant rengjorda flaskor av ofärgat glas. Halva antalet av de behövliga fyllda fröflaskorna från ett fröparti korkades och hartsades varvid tillsågs att luftbubblor ej bildades i hartset. På den andra hälften flaskor, i vilka luften skulle ha tillträde, inlades endast en lös tuss av bomull i flasköppningen. Därmed skulle fröet få ett visst skydd mot svampar och bakterier. Etikettering skedde på speciellt sätt, enär vanliga, klistrade etiketter ha benägenhet att lossna i kylskåp. Dessutom lades en etikett inuti flaskan. De första förvaringsåren användes relativt stora flaskor, då mer än en uttagning av fröprover kunde ske. Fröet bör emellertid störas så litet som möjligt under lagringen, varför sedermera små flaskor användes. Dessa öppnas i regel endast en gång. All förvaring skedde i mörker.

Förvaring i öppet kärl betecknas med ö och i slutet kärl (lufttätt) med s i det följande.

3. Temperaturen

De sex första inläggningsåren användes tre olika förvaringstemperaturer nämligen $+20^{\circ}\text{C}$, $+5^{\circ}\text{C}$ och -5°C . Därefter tillkom -15°C och i mindre omfattning även -20°C .

Förvaring vid $+20^{\circ}\text{C}$ skedde i frölaboratoriet alltså vid rumstemperatur, som givetvis ibland kunde variera några grader. De övriga temperaturerna erhöles i kylskåp och frybox. Även i dessa varierade temperaturen, men

obetydligt. Den avlästes och antecknades en gång i veckan. Under avfrostning överflyttades fröproverna i regel till ett annat kylskåp. Förvaring i öppet och slutet kärl skedde alltid jämsides i varje temperatur. Alltså två fröflaskor i varje skåp. Vid förvaring vid t. ex. fyra olika temperaturer åttingo alltså åtta fyllda fröflaskor av ett och samma fröparti.

4. Groningsanalyserna

Flaskorna fylldes med frö om möjligt snarast efter klängningen, då fröet har en lämplig fuktighetshalt. Fuktighetshaltens storlek har ju den allra största betydelse vid all lagring av frö (BARTON, 1954 och HUSS, 1954). Ur varje fröparti hade emellertid först tagits ett fröprov, som lades till groning i JACOBSENS groningsapparat. Resultatet registrerades i en fröförvaringsliggare som analys vid inläggningen. I liggaren kunde förändringarna av partiets fröegenskaper följas. Alla analyser utfördes i enlighet med f. d. skogsforskningsinstitutets metodik vid fröundersökningar (HUSS, 1951).

Bestämning av ett fröprovs fuktighetshalt skedde i enlighet med avdelningens instruktion härför, vilken överensstämmer med den s. k. standardmetoden såsom denna återgives i instruktionen för Association of Official Seed Analyses of North America (1937). Ett fröprovs fuktighetshalt angives av fröets fuktkvot d. v. s. vattnets vikt i procent av fröets torrsvikt.

I samband med groningsanalysen bestämdes även den förut nämnda plantvikten, dvs. medelvikten i mg per planta av de groddplantor, som uppkommit av 400 frön efter 10 dygns groning i JACOBSENS apparat. Ändamålet med bestämning av plantvikten är att få en snar uppfattning om kvalitativt olika fröers groningsenergi och därmed också plantbildningsförmågan på friland. Enbart groningsanalys lämnar icke sällan en missvisande föreställning härom. Utförda undersökningar visa på en korrelation mellan plantvikt och plantprocent på friland samt plantutvecklingen på friland (HUSS, 1954). Groningsenergien kan ju också bestämmas på andra sätt.

Grobarheten i undersökningsresultaten anger groningsprocenten utan tomfrö. Tomfröhalten bestämdes genom frönas snittning.

De första groningsanalyserna av de förvarade fröproverna utfördes år 1951 och ha sedan vissa olika prover årligen lagts till groning. De äldsta fröerna äro 20 år.

5. Frilandssådderna

Det har tidigare anförts att groningsprocenten ej alltid är tillräcklig för bedömning av ett frös bruksvärde. På friland bruka skiljaktigheter i fröers kvalitet framträda i skarpare dager. Det är ju också fröegenskaperna på friland som ha den största praktiska betydelsen.

Sådderna utfördes som blockförsök i plantskolorna: Kulbäckssliden (K) i Västerbotten, Östavall (Ö) i Medelpad, Bogesund (B) i Södermanland, Färsån (F) i Jämtland och Wifstavarf (W) i Medelpad. I de två sistnämnda plantskolorna anlades endast ett fåtal sådder. Plantskolorna hade alltså vitt skilda geografiska belägenheter. Förvaringsfröernas olika provenienser kunde härigenom beaktas. Prover av samma fröpartier utsåddes i regel i två eller tre plantskolor samma år, och såddtiderna på året söktes hålla så lika som möjligt under de fortlöpande såddåren i varje plantskola. Revisioner utfördes tre följande höstar efter sådden varvid plantantalen registrerades. Dessutom studerades plantutvecklingen genom dels plantavgången efter första vegetationsperioden fram till slutet av den tredje och dels plantviktsbestämningar av en del plantor, som upptogs i samband med sista revisionen.

Förutom lagrade försöksprover ha varje år till jämförelser dessutom utsåtts några »färska» prover av såddårets skörd.

6. Förutsättning för ett gott förvaringsresultat

Här skall endast understrykas vikten av ett par i det föregående berörda faktorer, som ha särskild betydelse för bevarandet av den ursprungliga frökvaliteten under flerårig lagring.

Frömogningen. Vi veta, att svagt moget frö alltid är känsligare, t. ex. för värme, hög fuktighet under kottens klängning (BALDWIN, 1942) än fullmoget frö. Ett norskt förvaringsförsök visade, att hos tidigt insamlat granfrö med svag mognad sjönk grobarheten avsevärt efter tre års förvaring. Mognaden torde kunna fullständigas genom lagring av kotten före klängning.

Fröskador. Avvingningsskador, synliga i skalet eller inre, osynliga nedsätta fröets grobarhet och gröningsenergi under förvaring (BARNER och DALSKOV, 1954, HUSS 1956). Olämplig fuktighetshalt hos fröet vid inläggningen kan medföra stora grobarhetsförluster (HUSS, 1954). Fuktkvoten bör hålla sig mellan 4,5 och 6 % och får aldrig överstiga 8 % vid förvaring i värmetemperatur. Frö, som utsättes för luft med hög relativ fuktighet, absorberar vatten tämligen snabbt. Efter några dygn kan fuktkvoten fördubblas.

Om orsakerna till den gradvisa nedsättningen av fröets livskraft, som förr eller senare leder till fröets död, skall här närmare icke ingås på. Många forskare ha studerat dessa problem, de fysikaliska och biokemiska processerna i fröet. Förutom vad som inledningsvis sagts om fröets andning kan nämnas: nedbrytning av reservnäring, förändringar av enzymer, anhopning av giftiga ämnesomsättningsprodukter, koagulering av proteiner och en successiv degeneration av embryonernas kärna.

Full klarhet om dessa problem, som vidröra livets yttersta gränser, torde vi

få vänta länge på, om den någonsin kan erhållas. Det är väl också så beträffande den levande materien, att dess inre uppbyggnad måste gradvis sönderfalla alltefter som ämnesomsättningen minskar för att till slut avstanna. Så länge livsyttningarna kunna hållas i nöjaktig aktivitet finnas förutsättningar för ett gott frölagringsresultat.

Kap. III. Resultaten av groningsanalyserna vid olika förvaringsmetoder

1. Allmänt

En siffermässig redovisning av samtliga analyser kan inte lämnas här, enär denna tabell är alltför omfattande. Analysernas antal är ju stort över 2 000 st. Resultaten redovisas i tabeller huvudsakligen som medeltal av flera analyser och åskådliggöras även med figurer. Det bör observeras, att då medeltal jämföras, t. ex. resultaten av två olika förvaringssätt, ingå i jämförelsetalen alltid samma antal fröprover av alltid samma fröpartier, om ej annorlunda anges.

I medeltalen kunna ingå fröer av ett större eller mindre antal »årgångar» dvs. från olika skördeår. Ett frös årgång anges med det årtal, den höst då fröet blev moget. Insamlingssäsongen 1945—46 t. ex. anges som årgång 1945.

Fröegenskaperna hos olika årgångar visa ofta större eller mindre skiljaktigheter huvudsakligen beroende av mognadsgraden och fröutvecklingen för övrigt dvs. om fröpartiet innehåller en stor eller liten mängd av den högsta embryoklassen (IV) (MÜLLER—OLSEN och SIMAK, 1954). Det är därför naturligt, att medelgroningsprocenten icke sjunker rätlinjigt med förvaringstiden.

Andra orsaker kunna härvid också ha betydelse. De inverka dock icke av betydenhet på medeltalet. Upprepade och vid skilda tidpunkter utförda groningsanalyser av ett och samma fröparti giva sällan exakt lika groningsprocenter. Provtagningsfel kunna ju förekomma, men de äro säkerligen mycket sällsynta. En betydande tomfröhalt kan orsaka en viss spridning av procenterna, angivna utan tomfrö. Efter avslutad groning snittades alla fröprover och tomfröhalt bestämdes. Det kan därvid uppstå svårigheter att skilja på ett tomt frö och ett ruttet frö med svagt utvecklat endosperm särskilt efter lång groningstid (30 dygn). Vid inläggningen av fröproverna till förvaring avlägsnades tomfröet i möjligaste grad. Tyvärr fingo dock några fröer, inlagda i början av undersökningen, alltför höga tomfröhalter. Till sist kan nämnas eftergroning under lagringen och periodiciteten i vissa fröers groningsförmåga under olika årstider som andra faktorer, vilka kunna orsaka spridning och i viss om också i ringa mån påverka medelgroningsprocenten.

2. Grobarheten hos tallfröerna

Groningsprocenternas medeltal av analyser, utförda efter olika år av fröprover i öppna och slutna kärl, förvarade i olika temperaturer framgår av tab. 1. I tabellen anges även antalen fröer.

Tab. 1. Tall. Groningsprocenterna i medeltal. ö = öppet kärl, s = slutet kärl.

Pine. Percentage germination. Average. ö = open storage, s = sealed storage.

Förvarings- tid år	+20°C				+5°C				-5°C				-15°C			
	Antal fröer	Vid in- lägg- ning (0 år)	ö	s	Antal fröer	Vid in- lägg- ning (0 år)	ö	s	Antal fröer	Vid in- lägg- ning (0 år)	ö	s	Antal fröer	Vid in- lägg- ning (0 år)	ö	s
	Number of seeds	At time of stor- age	open	sealed	Number of seeds	At time of stor- age	open	sealed	Number of seeds	At time of stor- age	open	sealed	Number of seeds	At time of stor- age	open	sealed
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
1	10	89,6	86,4	87,3	10	89,6	87,5	88,9	10	89,6	87,3	87,4	4	93,0	95,2	95,0
2	6	92,2	78,3	83,8	6	92,2	92,3	94,0	6	92,2	94,0	95,8	4	94,5	93,2	96,0
3	10	87,2	48,5	59,9	10	87,2	89,0	91,8	10	87,2	90,7	91,9	1	92,0	92,0	92,0
4	10	86,5	17,1	74,6	10	86,5	81,9	82,8	10	86,5	84,5	86,7	4	93,8	89,8	93,0
5	13	70,1	5,2	41,8	13	70,1	60,7	67,1	13	70,1	69,9	70,1	4	74,8	75,5	75,8
6	15	89,4	6,9	54,8	15	89,4	83,5	82,8	15	89,4	87,9	87,2	10	94,7	92,3	91,8
7	10	89,6	15,0	63,2	10	89,6	79,8	87,2	10	89,6	89,1	92,6	1	94,0	93,0	94,0
8	14	90,5	0,2	47,4	16	90,6	69,7	80,5	16	90,6	90,2	91,0	12	93,6	92,5	92,5
9	8	79,8	1,0	41,7	12	85,6	73,8	80,5	12	85,6	82,0	83,0	10	84,2	82,6	82,0
10	16	88,4	0,4	28,1	18	89,5	78,5	80,6	18	89,5	88,6	88,3		92,5	93,0	92,5
11	7	92,9	0,1	46,1	12	93,2	70,5	73,0	12	93,2	88,8	89,5	5	93,8	96,4	95,4
12	11	82,9	0,0	0,4	13	84,6	74,9	71,0	13	84,6	84,0	86,0	2	93,0	96,5	98,5
13	9	83,5	0,0	7,7	12	86,0	59,3	64,7	12	86,0	85,5	87,5	3	92,0	94,1	93,4
14	26	74,6	0,0	0,4	26	74,6	31,8	50,0	26	74,6	65,9	72,8				
15	12	89,6	0,0	7,8	12	89,6	63,0	70,8	12	89,6	83,0	84,5				
17					5	92,2	73,0	77,4	5	92,2	85,6	90,8				
18					6	89,8	57,8	76,4	6	89,8	86,1	88,4				
19					4	75,0	1,0	42,8	4	75,0	77,3	78,5				
20					5	92,0	51,4	66,0	5	92,0	88,4	91,4				

A. Förvaring i +20°C (fig. 1)

Grobarheten hos de fröprover, som undersöktes efter 2 års förvaring visade i medeltal tydlig tendens till nedgång, detta trots hög kvalitet av fröerna. Endast ett fröparti hade lägre groningsprocent än 90 vid inläggningen. Differenserna mellan groningsprocenterna hos proverna vid inläggningen och proverna från öppna kärl (ö) voro svagt signifikativa. Mellan inläggning och slutet kärl (s) fanns ej signifikans efter 2 år. Ej heller fanns någon säker skillnad mellan öppet och slutet kärl. Den i det föregående nämnda plantvikten, som bestämmas vid groddplantavräkningen efter 10 dygns groning, sjönk ca 25 %, vilket tyder på en betydande nedsättning av många fröns plantbildningsförmåga på friland. Variationen i grobarhet hos de s-förvarade fröproverna var betydande, mellan 63 och 94 procentenheter, då den vid inläggning höll sig mellan 84 och 96 enheter. Skillnaden mellan medeltalen av groningsprocenter från öppen och slutet förvaring voro insignifikativa.

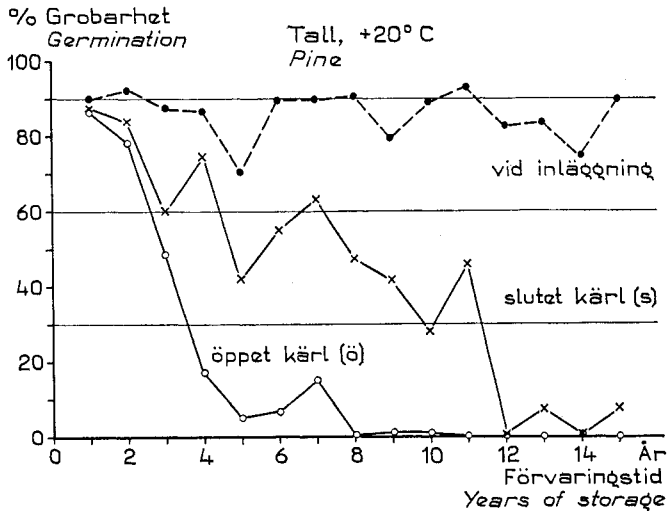


Fig. 1. Tallfröernas grobarhet. Medeltal. $+20^{\circ}\text{C}$.
 Vid inläggning (0---0). I slutet kärl (x—x). I öppet kärl (o—o).
 Germinability of pine seed. Mean figure. 20°C .
 At beginning of storage (0---0). In sealed container (x---x).
 In open container (o---o).

Groningsprocenterna efter 3 års förvaring ha i medeltal ytterligare nedgått. Differenserna mellan slutet kärl och inläggning äro starkt signifikativa och mellan öppet och slutet kärl svagt signifikativa.

Förvaringen efter 4 år i slutet kärl visade något bättre resultat till största delen beroende på att 6 st av de 10 fröerna hade en mycket hög ursprunglig kvalitet med relativt liten grobarhetsförsämring som följd — i medeltal ca 4 procentenheter — då däremot de 4 övriga fröerna voro av lägre kvalitet. Högsta och lägsta procenterna voro 95 respektive 29 % och vid inläggning 96 respektive 67 %.

Efter 7 års förvaring i slutet kärl återkom ungefär samma förhållande som ovan. Nu hade dock även de »goda årgångarna» fått en betydande grobarhetsförlust. Differenserna mellan resultaten i slutet kärl och vid inläggning voro signifikativa. Högsta och lägsta värden 80 resp. 14 % och vid inläggning 94 resp. 74 %.

Av de framlagda resultaten framgick, att förvaringssätten i rumstemperatur ($+20^{\circ}\text{C}$) voro helt olämpliga för långtidsförvaring av vårt tallfrö. Metoden var mycket osäker. Man kunde dock konstatera att vissa fröer kunde ha tillfredsställande eller god grobarhet efter flera års förvaring i slutet kärl. Men fröet måste då vara av hög kvalitet och behandlingen från början till slut vara oklanderlig. Ett sådant frö visade sig också ha god plantbildningsförmåga även på friland.

B. Förvaring i +5°C (fig. 2)

Groningsprocenternas medeltal avvika som synes helt obetydligt från motsvarande medelprocenter vid inläggning under de 4 första årens lagring i båda öppna och slutna kärl. Skillnaderna mellan fröproverna och vid inläggning voro icke signifikativa. Grobarheten synes dock ha bevarats en aning bättre i slutna än i öppna kärl. I slutet kärl var högsta och lägsta värdet vid inläggning 96 resp. 67 % och efter 4 år i slutet kärl 95 resp. 58 %.

Vid förvaringen efter 5 år innehöll huvudparten av de 13 fröerna kvalitativt svaga eller medelgoda fröer, vilket ju tydligt framträdde av groningsprocenternas medeltal. Högsta värdet vid inläggning var 91 % och lägsta 32 %. Efter 5 år i slutet kärl voro värdena 90 resp. 20 % och i öppet kärl 86 resp. 10 %.

Vi ha sett, att groningsprocenternas spridning ibland är mycket stor. Det ansågs, att i dylika fall borde värdena transformeras före testning av differenserna. I andra fall användes någon annan lämplig metod vid jämförelser av resultatens värden.

De transformerade värdena visade, att det fanns stark signifikans mellan grobarheten hos fröproverna från öppet och slutet kärl efter denna 5-åriga förvaring. Differenserna mellan procenterna vid inläggningen och efter 5 år i slutet kärl voro icke signifikativa. Detta var även förhållandet efter 7 år.

Den 10-åriga förvaringen gav till resultat en tydlig försämring hos det övervägande antalet av de 18 fröerna. Differenserna mellan proverna från slutet kärl och motsvarande vid inläggning voro signifikativa. Högsta grobarhet vid

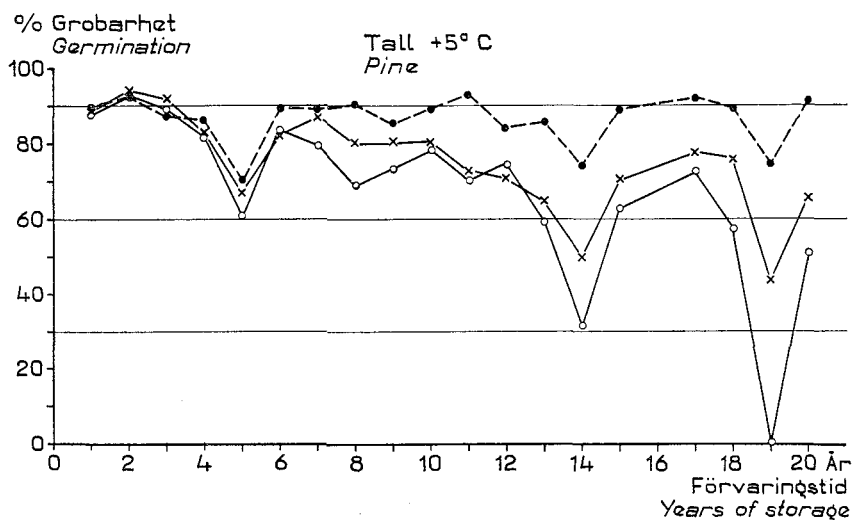


Fig. 2. Tallfröernas grobarhet. Medeltal. +5°C. Teckenförklaring se fig. 1.

Germinability of pine seed. Mean figure. 5°C. Explanation of signs given in Fig. 1.

inläggning var 98 % och lägsta 68 % samt i slutet kärll 95 resp. 66 %. Det kunde dock observeras att 1/3 av fröerna hade i stort sett behållit sin ursprungliga grobarhet. Skillnaderna mellan procenterna från slutet och öppet kärll voro insignifikativa.

Av de 26 fröerna, som förvarats under 14 år, voro 10 st av årgång med hög kvalitet och de övriga från årgångar med högst varierande kvalitet. Grobarhetsförsämringen blev i vissa fall mycket stor, vilket givetvis medeltalen visade. Högsta värdet i slutet kärll var vid inläggning 94 % och lägsta 30 % samt efter 14 år 91 resp. 3 %.

De 15-åriga fröerna voro av god årgång och de flesta av hög kvalitet. Grobarheten hade dock hos 12 fröpartier sjunkit med i medeltal 18,8 procentenheter. Grobarheterna vid inläggning och efter förvaring voro starkt signifikativa. Högsta och lägsta groningsprocenterna vid inläggning voro 95 resp. 74 % och i slutet kärll 90 resp. 31 %.

Groningsanalyser ha utförts under ytterligare några år av ett mindre antal fröer. I enstaka fall var groningsprocenten god efter förvaring i slutet kärll.

C. Förvaring i -5°C (fig. 3)

Tab. 1 och fig. 3 visa grobarheten i medeltal hos olika fröer efter angivna års förvaring.

Groningsprocenterna vid inläggning och motsvarande procenter vid senare tillfällen skilde sig från varandra i ringa grad vid både öppen och slutna förvaring. Detta gällde t. o. m. en 20-årig förvaringstid och märkligt nog i stort

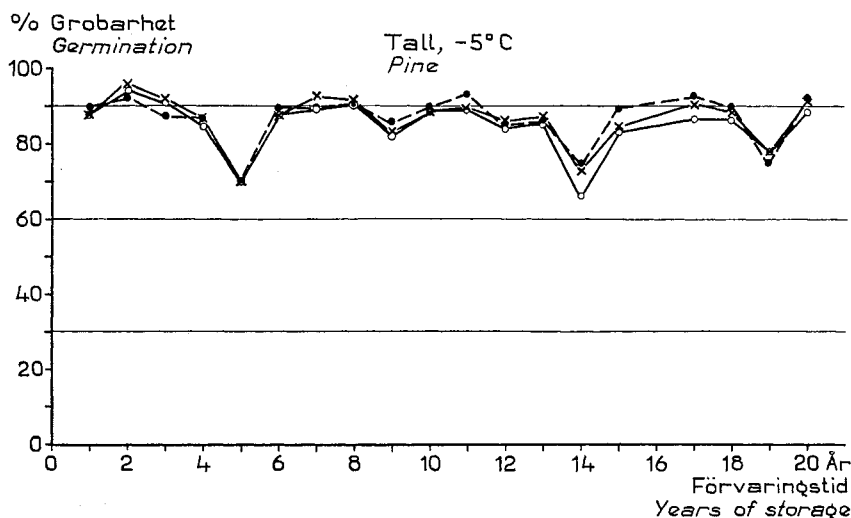


Fig. 3. Tallfröernas grobarhet. Medeltal. -5°C . Se fig. 1.

Germinability of pine seed. Mean figure. -5°C . See Fig. 1.

Tab. 2. Groningsprocenter efter 20 års förvaring.
Germination percentages after 20 years' storage.

Frö nr Seed No.	Vid inläggning At the time of storage	+5°C		-5°C	
		ö	s	ö	s
		open	sealed	open	sealed
676	91	70	64	90	90
678	93	39	69	93	95
681	96	86	69	92	92
694	90	24	49	85	91
697	90	38	79	82	89
M	92,0	51,4	66,0	88,4	91,4

sett även samtliga i medeltalen ingående fröer av alltså även kvalitativt svaga årgångar.

Av de tydligt framträdande överensstämmelserna i grobarhet kunde testningar av värdena anses obehövlige för de flesta jämförelser. Likväl ha givetvis en del kontroller utförts. Differenserna mellan värdena vid inläggning och från slutna kärl efter 5, 10 och 15 år voro ej någon gång signifikativa. Ej heller fanns vid samma tillfällen signifikans mellan öppet och slutet kärl. Mellan inläggning och öppet kärl fanns svag signifikans efter 15 år. Högsta värdet vid inläggning var 95 % och lägsta 74 % samt i slutet kärl efter 15 år 96 resp. 73 %. Värdena efter 20 års förvaring av 5 fröer framgår av nedanstående sammanställning.

D. Förvaring i -15°C (fig. 4)

Figuren visar groningsprocenternas medeltal vid inläggning och efter 1—13 års förvaring. De använda fröerna voro mindre till antalet än i de övriga temperaturerna beroende på, att förvaringen i -15°C började några år senare. Fröproverna voro dock uttagna ur samma partier, som undersöktes från övriga temperaturer.

De förvarade fröprovernas grobarheter, både som medeltal och som jämförbara, enskilda värden överensstämde synnerligen väl med motsvarande grobarheter vid inläggning. Detta gällde både öppet och slutet kärl. Inga signifikativa skillnader förekommo. Nedanstående sammanställning visar jämförbara groningsprocenter hos fröer av samma årgång, förvarade 11—13 år (tab. 3).

Temperaturen ca +5°C har varit mest använd i klänganstalernas frökällare. För några få års förvaring i slutna kärl har i praktiken metoden i allmänhet visat sig tillfredsställande, vilket ju även denna undersökning visat. När det gäller många års förvaring blir förhållandet annorlunda. På fig. 5 kan gronings-

Tab. 3. Groningsprocenter efter 11—13 år.

Percentage germination after 11—13 years'.

Frö nr Seed No.	Förvaring år Storage year	Vid in- läggning At the time of storage	+5°C		-5°C		-15°C	
			s	ö	s	ö	s	
			sealed	open	sealed	open	sealed	
4248	11	95	79	97	97	96	96	
4260	11	98	85	96	96	98	97	
4272	11	91	94	97	96	98	94	
4278	11	92	86	93	95	94	93	
4341	11	93	94	96	95	96	97	
4248	12	95	79	98	97	97	97	
4267	12	91	63	98	95	96	100	
4267	13	91	62	97	91	95	94	
4278	13	92	77	93	91	92	93	
4341	13	93	87	91	92	95	93	
	M	93,1	80,6	95,6	94,5	95,7	95,4	

procenternas medeltal av fröprover från +5°C, -5°C och vid inläggning överskådligt jämföras med varandra. Vi se att skillnaderna vid långtidförvaring voro betydande och givetvis större eller mindre mellan enskilda fröer.

3. Grobarheten hos granfröerna

Antalet granfröpartier (tab. 4) voro betydligt mindre än tallfröpartierna, vilket ibland kunde göra resultaten statistiskt svårbedömda. Som vi skola se

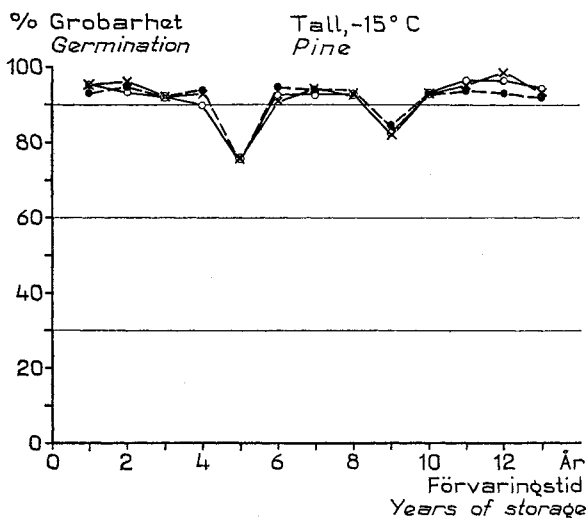


Fig. 4. Tallfröernas grobarhet. Medeltal. -15°C. Se fig. 1. Germinability of pine seed. Mean figure. -15°C. See Fig. 1.

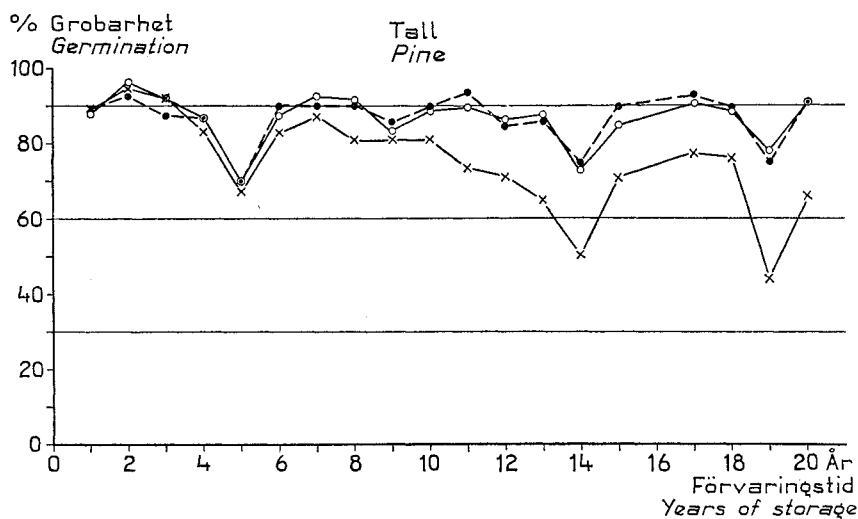


Fig. 5. Tallfröernas grobarhet. Medeltal. Vid inläggning (o—o), +5°C (x—x), —5°C (o—o). Slutna kärl.
Germinability of pine seed. Mean figure. At beginning of storage (o---o), 5°C (x---x), —5°C (o---o). Sealed container.

Tab. 4. Gran. Groningsprocenterna i medeltal. ö=öppet kärl, s=slutet kärl.

Spruce. Percentage germination. Average. ö=open storage, s=sealed storage.

Förvarings- tid år	+20°C				+5°C				-5°C				-15°C			
	Antal fröer	Vid in- lägg- ning (0 år)	ö	s	Antal fröer	Vid in- lägg- ning (0 år)	ö	s	Antal fröer	Vid in- lägg- ning (0 år)	ö	s	Antal fröer	Vid in- lägg- ning (0 år)	ö	s
Years of storage	Number of seeds	At time of stor- age	open	sealed	Number of seeds	At time of stor- age	open	sealed	Number of seeds	At time of stor- age	open	sealed	Number of seeds	At time of stor- age	open	sealed
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
1	11	91,1	84,4	89,6	11	91,1	87,0	90,3	11	91,1	90,5	89,4	7	95,2	93,8	93,8
2	6	87,5	83,3	85,3	6	87,5	87,3	86,7	6	87,5	86,0	86,3	2	93,0	88,5	92,0
3	6	89,5	50,0	76,3	6	89,5	88,7	86,0	6	89,5	85,3	87,5	0	—	—	—
4	4	83,0	20,8	48,2	4	83,0	86,5	88,0	4	83,0	87,8	86,5	2	82,0	77,5	78,5
5	11	91,5	0,6	55,2	11	91,5	87,6	90,0	11	91,5	89,7	90,5	9	93,9	89,4	91,1
6	9	83,8	0,3	32,3	9	83,8	64,2	75,3	9	83,8	73,3	81,8	1	95,0	90,0	89,0
7	11	89,6	0,0	80,7	11	89,6	83,0	84,5	11	89,6	83,8	85,0	9	89,1	84,3	89,0
8	10	77,6	0,0	39,3	10	77,6	72,3	79,3	10	77,6	78,6	78,2	10	85,0	82,3	83,5
9	6	87,9	0,0	63,5	10	84,1	74,4	70,9	10	84,1	72,7	68,6	10	84,1	75,8	77,5
10	8	83,5	0,0	42,5	10	85,9	79,1	80,8	10	85,9	83,2	79,5	4	96,5	92,0	92,0
11	3	87,7	0,0	25,0	3	87,7	46,0	64,3	3	87,7	75,3	80,4	1	90,0	93,0	91,0
12	4	90,8	0,0	24,0	4	90,8	73,2	81,8	4	90,8	85,0	87,0	0	—	—	—
13	0	—	—	—	7	91,0	62,8	68,0	7	91,0	81,0	78,7	3	90,0	81,5	82,0
14	5	75,2	—	1,8	10	83,5	35,9	56,3	10	83,5	71,2	76,1	—	—	—	—
15	4	89,0	—	0,0	4	89,0	47,2	61,3	4	89,0	82,0	86,6	—	—	—	—
16	—	—	—	—	3	92,0	69,0	92,7	3	92,0	93,3	95,5	—	—	—	—
17	—	—	—	—	3	91,3	62,7	92,0	3	91,3	92,3	95,3	—	—	—	—
18	—	—	—	—	1	86,0	11,0	34,0	1	86,0	80,0	85,0	—	—	—	—

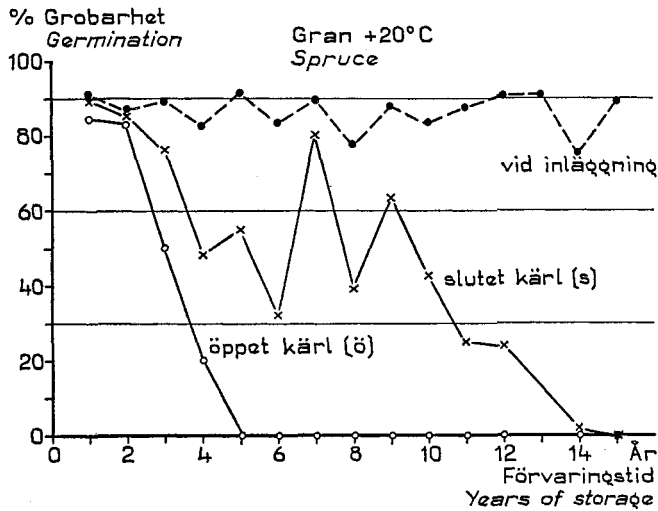


Fig. 6. Granfröernas grobarhet. Medeltal. +20°C.
 Vid inläggning (o---o). I slutet kärl (x—x).
 I öppet kärl (o—o).
 Germinability of spruce seed. Mean figure. +20°C.
 At beginning of storage (o---o). In sealed container (x---x).
 In open container (o---o).

i det följande överensstämde dock groningsförloppen hos tall- och granfrö i största allmänhet väl med varandra efter skilda års förvaring i olika temperaturer.

A. Förvaring i +20°C (fig. 6)

Figuren åskådliggör groningsprocenternas medeltal. Som synes var variationen mellan de olika årens medeltal mycket stor. Samma förhållande rådde mellan de i medeltalen ingående värdena. Orsakerna ha berörts tidigare. Frömaterialet tydde på, att vissa granfröer voro i allmänhet nyckfullare, känsligare än tallfrö vid lagring i rumstemperatur.

B. Förvaring i +5°C (fig. 7)]

Under de 5 första förvaringsåren hade fröpartier av olika årgångar i genomsnitt väl bibehållit sina ursprungliga grobarheter i såväl öppna som slutna kärl. De 6-åriga fröerna voro av fyra olika årgångar, varav en med låg kvalitet, vilket till största delen gjorde skillnaderna mellan medeltalsprocenterna så stor. I resultaten efter 7 år ingingo 7 fröer av en årgång, som visade signifikativ skillnad mellan procenterna vid inläggning och efter förvaring, då däremot

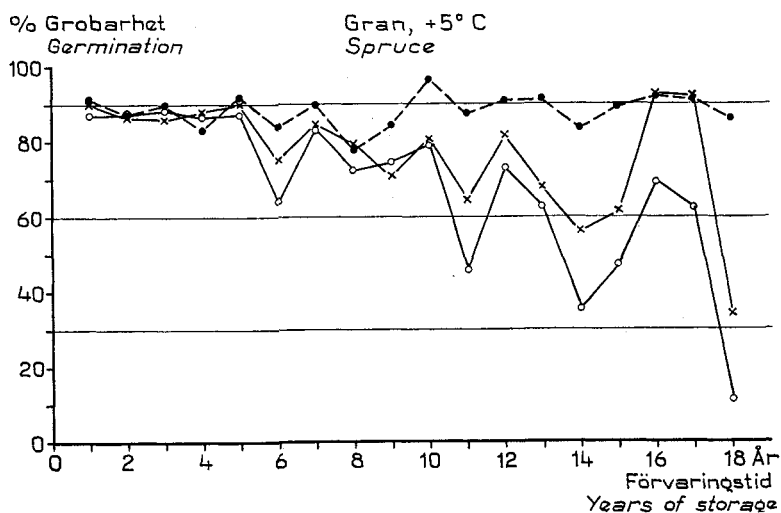


Fig. 7. Granfröernas grobarhet. Medeltal. $+5^{\circ}\text{C}$. Teckenförklaring se fig. 6.
Germinability of spruce seed. Mean figure. 5°C . Explanation of signs given in Fig. 6.

någon försämring av grobarheten hos de övriga 4 fröerna av annan årgång icke förefanns. Det en aning högre värdet i öppet än i slutet kärl efter 9 år, som ock återkommer i -5°C , berodde troligen på tillfälliga fel beträffande ett par ingående fröprover.

Det kunde konstateras, att efter 8—10 år blev förvaringsmetoden mer och mer osäker även för en del fröer av ursprungligt god kvalitet. Särskilt i öppna kärl blevo grobarhetsförlusterna stora och således ej godtagbara. Frömaterialets ringhet tillät, som nämnts, ej generella bedömanden för ytterligare lagringsår, men kunde det dock visa enstaka exempel på fröprover med höga groningsprocenter. Ett sådant exempel var de 3 proverna i slutna kärl, som analyserats efter 16 år och sedan efter ännu 1 år med bibehållna groningsprocenter.

C. Förvaring i -5°C (fig. 8)

Medelgroningsprocenterna avveko tämligen betydelselöst från motsvarande procenter vid inläggning (fig. 6, 7, 8 och 9), särskilt beträffande förvaring i slutna kärl. Förvaringsmetoden i -5°C framstod som avsevärt säkrare än i $+5^{\circ}\text{C}$ vid många års förvaring.

D. Förvaring i -15°C (fig. 9)

Figuren visar grobarheterna efter 1—13 års förvaring. Fröproverna voro ofta för få till antalet. Vi se dock, att groningsprocenterna efter förvaring lågo mycket nära procenterna vid inläggning, och detta gällde både öppen och slutna

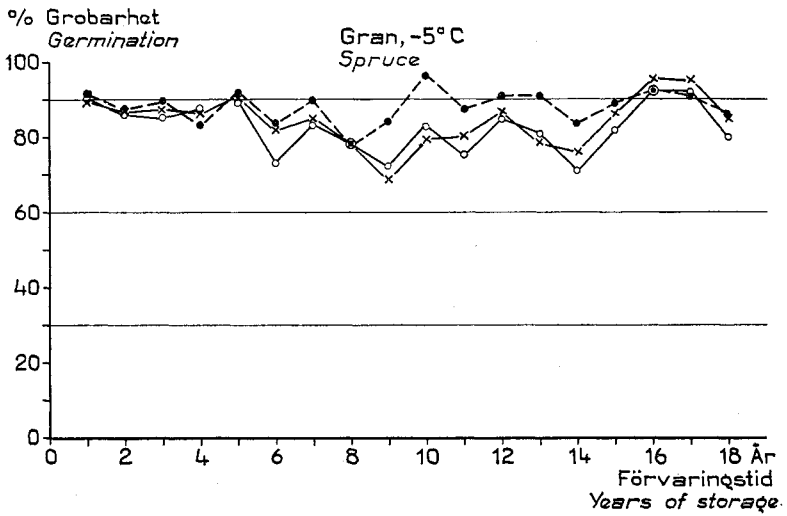


Fig. 8. Granfröernas grobarhet. Medeltal. —5°C. Se fig. 6.
Germinability of spruce seed. Mean figure. —5°C. See Fig. 6.

förvaring. Ett eller annat lägre värde kunde bero på — förutom vad tidigare anförts om normala, tillfälliga avvikelser vid groningsanalyser — i vissa fall på groningstidens längd. Fröproverna vid inläggning fingo nämligen gro i 30 dygn och övriga prover under 20 dygn. De omtalade differenserna voro dock signifikativa.

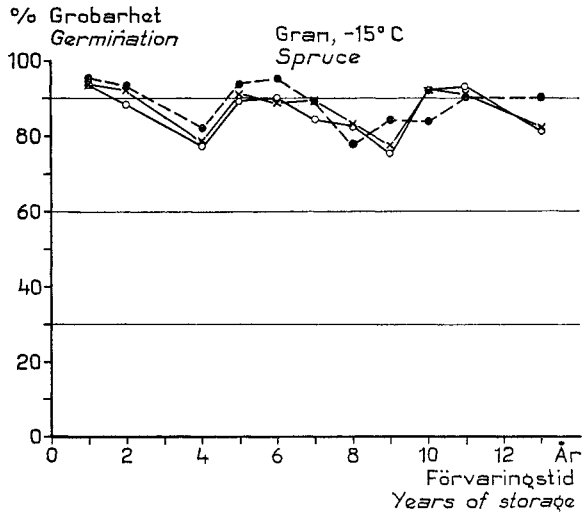


Fig. 9. Granfröernas grobarhet. Medeltal. —15°C. Se fig. 6.
Germinability of spruce seed. Mean figure. —15°C. See Fig. 6.

Tab. 5. Fröets kvalitet. Tall. Groningsprocenter.

Seed quality. Pine. Percentage germination.

Analys nr	Årgång	Förvaringstid år	Vid inläggning (0 år)	+20°C		+5°C		-5°C		-15°C	
				ö	s	ö	s	ö	s	ö	s
Analysis No.	Year of harvest	Years of storage	At time of storage	open	sealed	open	sealed	open	sealed	open	sealed
<i>Goda frösor</i> <i>Good sorts of seed</i>											
674	1945	7	94	30	81	97	97	97	98		
674	1945	14	94	0	1	80	72	90	96		
675	1945	7	91	28	58	97	96	96	97		
675	1945	14	91	0	5	76	90	90	90		
676	1945	20	91			70	54	90	90		
677	1945	6	95	31	68	94	92	93	94		
677	1945	12	95	0	0	80	84	90	89		
677	1945	15	95	0	3	77	69	86	87		
678	1945	20	93			39	79	93	95		
679	1945	6	81	16	12	76	80	81	82		
679	1945	12	81	0	0	71	73	78	80		
679	1945	15	81	0	0	66	68	76	78		
681	1945	17	96			82	86	90	95		
681	1945	20	96			86	69	92	92		
686	1945	14	92	0	0	85	88	89	91		
686	1945	15	92	0	0	77	87	92	93		
686	1945	17	92			82	91	90	93		
686	1945	18	92			88	84	93	91		
688	1945	10	88	0	1	77	80	82	87		
688	1945	14	88	0	0	69	76	81	81		
688	1945	17	88			58	61	80	83		
688	1945	18	88			62	63	80	87		
689	1945	6	93	21	6	90	90	90	86		
689	1945	12	93	0	0	76	86	88	89		
689	1945	15	93	0	0	59	86	85	87		
693	1945	10	90	0	69	82	95	86	96		
693	1945	14	90	0	0	28	65	88	91		
693	1945	18	90			17	64	88	95		
694	1945	20	90			24	49	85	91		
697	1945	17	90			68	74	86	90		
697	1945	20	90			38	79	82	89		
4248	1951	12	95			—	79	98	97	97	97
4260	1951	12	98			94	85	96	96	98	97
4267	1951	12	91			88	63	98	95	96	100
4278	1951	12	92			90	86	93	95	94	93
6429	1953	9	98			93	89	97	97	97	97
6429	1953	10	98			90	71	96	96	96	97
6485	1953	9	97			95	90	98	97	97	97
6485	1953	10	97			93	84	95	96	98	96
M		6—7	91	25	45	91	91	91	91		
Average		9—10	95			88	85	92	95	97*	97
„		12	92			83	79	92	92	96**	97
„		14—15	91			69	78	86	88		
„		17—18	91			65	75	87	91		
„		20	92			51	66	88	91		

* Grobarhet vid inläggning 94%. Initial germination 94%.

** Grobarhet vid inläggning 98%. Initial germination 98%.

Analys nr	Ärgång	Förvaringstid år	Vid inläggning (0 år)	+20°C		+5°C		-5°C		-15°C	
				ö	s	ö	s	ö	s	ö	s
Analysis No.	Year of harvest	Years of storage	At time of storage	open	sealed	open	sealed	open	sealed	open	sealed
<i>Svaga frösorier Poor sorts of seed</i>											
810	1946	14	44	0	0	4	13	28	25		
812	1946	5	35	0	3	14	20	24	29		
812	1946	14	35	0	0	1	0	11	17		
813	1946	5	32	0	7	10	26	29	26		
814	1946	14	45	0	0	18	14	30	35		
815	1946	14	30	0	0	0	5	19	20		
825	1946	14	54	0	4	3	34	56	60		
826	1946	4	75	3	53	72	75	73	73		
826	1946	5	75	0	54	73	76	83	81		
826	1946	14	75	0	2	3	28	64	82		
967	1946	4	77	48	50	65	65	65	83		
967	1946	5	77	32	46	69	67	69	72		
967	1946	14	77	0	0	55	60	72	76		
1068	1947	18	77			3	55	80	84		
1069	1947	13	64	0	0	1	4	48	64		
1069	1947	18	64			0	7	65	66		
1076	1947	14	78		0	0	43	66	65		
1077	1947	14	85	0	0	3	51	75	84		
1079	1947	13	83	0	0	1	31	65	79		
1084	1947	13	75		0	2	52	58	62		
1084	1947	18	75			0	62	74	73		
M		4—5	62	14	36	50	55	57	61		
Average		13—14	62			8	28	49	56		
„		18	72			1	41	73	74		

E. Förvaring i -20°C

Efter 9 års förvaring av 7 granfröer voro groningsprocenterna i medeltal: vid inläggning 90,3%, i slutet kärl 89,3% och i öppet kärl 87,9%. Högsta och lägsta värdena voro: vid inläggning 98 resp. 67 och efter 9 år 97 resp. 65%. Således ett jämnt och mycket gott resultat.

4. Ärgångens eller frökvalitetens betydelse vid fröets inläggning

A. Felfria fröer

Fröets ärgång, har det sagts, avser den höst, då fröskörden blir mogen för insamling. Fröets kvalitet kan ju vara mycket skiftande olika år, Den kan också variera avsevärt mellan olika landområden. När det här har talats om frö av sämre eller bättre ärgång avses mognadsårets kvalitet på insamlingslokalen.

Frökvalitetens stora betydelse vid fröförvaring har flera gånger påtalats i det föregående. Därvid har dock endast nämnts skillnader i kvalitet mellan

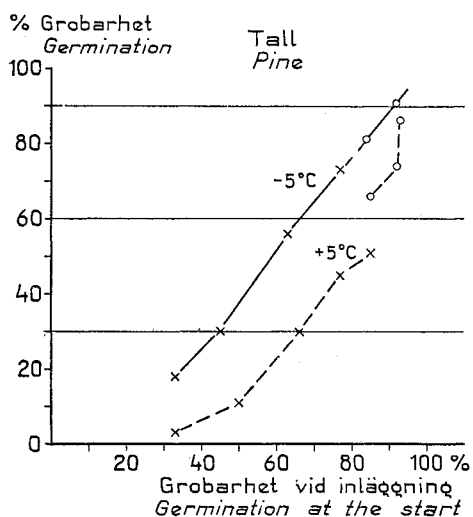


Fig. 10. Exempel på förhållandet mellan medelgrobarhet vid inläggning och efter 14 års förvaring av tallfrösor av skilda kvaliteter. Goda frösor, -5°C (o—o), $+5^{\circ}\text{C}$ (o---o). Svaga frösor, -5°C (x—x), $+5^{\circ}\text{C}$ (x---x).
Example of the relation between average germinability of pine seed of different quality at beginning of storage and after 14 years of storage. Good seed, -5°C (o—o), 5°C (o---). Poor seed, -5°C (x---x), 8°C (x---x).

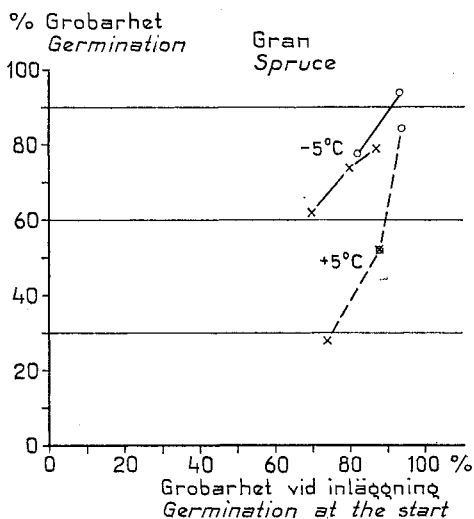


Fig. 11. Exempel på förhållandet mellan medelgrobarhet vid inläggning och efter 14 års förvaring av granfrösor av skilda kvaliteter. Teckenförklaring se fig. 10.

Example of the relation between average germinability of spruce seed of different quality at beginning of storage and after 14 years of storage. Explanation of signs given in Fig. 10.

fröer, som ingått i medeltalsresultat. En ytterligare understrykning av kvalitetsens betydelse vid långtidsförvaring visa exemplen på groningsprocenters storlek hos fröpartier av god och av svag kvalitet i tab. 5. I tabellen kan även enskilda fröpartiers grobarheter följas under angivna förvaringstider. Grobarhetsförsämring drabbade nästan alltid förr eller senare ett svagt, oftast dåligt mognat frö, och bruksvärdet sjönk därmed relativt hastigt. Redan efter 4—5 år hade de sämsta fröerna förlorat en påtaglig del av sin grobarhet, och t. o. m i köldtemperatur (-5°C). Efter ca 14 år hade försämringen ökat betydligt (fig. 10). Endast de fröer, vilkas ursprungliga grobarhet var högre än 50 % bevarade väl sina groningsprocenter i köldtemperatur. Dåligt i värmetemperatur.

Beträffande granfröet var förhållandet likartat som för tallfröet, vilket framgår av tab. 6. Figuren 11 visar också tydliga exempel på avsevärda skillnader i minus- och plustemperatur. Årsskördar med god mognad bevarade grobarheten betydligt bättre än de med svag mognad. (Se även BARNER och DALSKOV, 1954). Hur direkt värme kombinerat med olika relativa luftfuktigheter påverkade groningsförmågan hos tallfrö visade HERMELIN (1958) vid en

Tab. 6. Fröets kvalitet. Gran. Groningsprocenter.

Seed quality. Spruce. Percentage germination.

Analys nr Analysis No.	Årgång Year of harvest	Förvaringstid år Years of storage	Vid inläggning (0 år) At time of storage	+20°C		+5°C		-5°C	
				ö open	s sealed	ö open	s sealed	ö open	s sealed
<i>Goda frösor</i> <i>Good sorts of seed</i>									
695	1945	6	81	1	1	79	80	80	82
695	1945	8	81	0	0	81	77	81	90
695	1945	15	81	0	0	45	53	81	83
696	1945	6	97	1	0	83	88	84	87
696	1945	8	97	0	0	88	97	91	93
696	1945	15	97	0	0	21	45	85	95
1559	1948	7	95	0	99	98	98	97	97
1559	1948	15	95	0	0	94	97	97	98
1560	1948	6	82	0	87	26	76	89	88
1560	1948	15	82	0	0	29	55	65	70
1563	1948	15	90	0	0	31	84	86	92
1564	1948	6	95	0	90	86	84	92	88
1564	1948	14	95	0	0	74	73	73	78
1565	1948	7	91	0	84	95	97	97	96
1565	1948	14	91	0	0	83	96	94	98
M		6—8	90	0	45	80	87	89	90
Average		14—15	90	0	0	54	72	83	88
<i>Svaga frösor</i> <i>Poor sorts of seed</i>									
816	1946	6	88	0	0	46	75	64	88
816	1946	14	88	0	0	10	52	61	78
817	1946	6	73	0	45	35	62	65	61
817	1946	14	73	0	0	13	40	64	64
818	1946	6	68	0	5	64	68	64	76
818	1946	14	68	0	0	3	36	64	59
819	1946	6	73	0	18	72	57	66	68
819	1946	14	73	0	0	17	25	69	70
820	1946	14	80	0	7	2	7	54	75
M		6	76	0	17	54	66	65	73
Average		14	76	0	1	9	32	62	69

undersökning. En uppdelning i embryoklasser gav till resultat, att endast klass IV hade en tillfredsställande motståndskraft vid hög temperatur och hög rel. luftfuktighet.

B. Skadade fröer

Lagringsskador av betydelse åsamkas fröet, när detta innehåller för hög vattenhalt och när lagringstemperaturen är olämplig. Ingående undersökningar över dessa förhållanden ha utförts vid f. d. skogsforskningsinstitutet och resultaten publicerats (Huss, 1954) varför här endast hänvisas till denna redogörelse.

Tab. 7. Förvaring av avvingningsskadat frö.

Storage of seed damaged during dewinging.

Förvaringstid år	Kontroll gron.-%	1. provet gron.-%	2. provet gron.-%
Years of storage	Control germ. %	1. sample germ. %	2. sample germ. %
0	91	76	51
1	85	42	11
2	87	42	1
3	84	40	3
10	83	3	0

I nämnda skrift beskrives dessutom ett par undersökningar, en dansk och en utförd på skogsforskningsinstitutet, över förvaring av avvingningsskadat frö. BARNER och DALSKOV (1954) funno en säker och en betydande försämring av grobarheten hos douglasfrö efter 2 och 4 års förvaring. Den andra nämnda undersökningen resulterade också i avsevärda grobarhetsförluster hos de båda olika hårt avvingade fröproverna. Tab. 7 visar groningsprocenterna efter vissa förvaringsår i $+5^{\circ}\text{C}$, slutet kärll.

5. 1 000-kornvikten

I materialet ingå ytterst få fröer med mycket låga 1 000-kornvikter, varför jämförelser med höga vikter ej är möjlig. Det enda påtagliga var, att dessa lätta fröer förlorade avsevärt av sin grobarhet särskilt i värmeterperatur efter få år. Något som ju var förklarligt, enär 1 000-kornvikt hos ett visst fröparti, tomfröhalt och frömognad oftast ha ett samband. Viktbestämningen, även efter förvaring, skedde av rumstorrt frö. Fuktighetshalten bestämdes särskilt.

6. Fuktighetshalten

Det har förut sagts, att fröets fuktighetshalt vid inläggningen har den största betydelsen för grobarheten under förvaring.

I samband med groningsanalyser utfördes även vanligen fuktighetsbestämning av fröprovet genom bestämning av fuktkvoten dvs. provets vikt i förhållande till dess torrsvikt (vattenhalt = provets vikt i förhållande till råvikten) eller i vissa fall genom användande av »Indikatorpapper enligt Tandberg för relativ fuktighet». Med försök i exsickator kontrollerades huruvida bomullen i de öppna kärnen hade någon påtaglig inverkan på fuktkvoten. Så var ej fallet, utan luftfuktigheten i kärlet steg och sjönk med förändringarna i den omgivande luftens relativa fuktighet. Denna uppmättes även i kylskåp och fryskåp och jämfördes med den relativa luftfuktigheten utanför dessa. Avsevärda skillnader kunde givetvis förekomma, alltefter skillnaderna mellan respektive lufttemperaturer.

Tab. 8. Fuktkvoten och gröningsprocenten hos fröprover från olika frösorter.

The moisture quotient and the germination percentage in seed samples from different sorts of seed.

Analys nr Analysis No.	Förvaringstid år Years of storage	+20°C		+5°C		-5°C		-15°C		+20°C		+5°C		-5°C		-15°C	
		ö	s	ö	s	ö	s	ö	s	ö	s	ö	s	ö	s	ö	s
		open	sealed	open	sealed	open	sealed	open	sealed	open	sealed	open	sealed	open	sealed	open	sealed
<i>Tall. Pine.</i>																	
8125	6	7,0	5,2	8,9	6,9	9,0	5,5	9,9	5,9	2	86	84	87	89	89	92	86
8136	6	7,0	5,2	10,2	6,0	9,6	5,7	10,4	5,7	2	82	73	76	88	81	83	84
8169	6	7,2	5,2	9,6	6,1	10,5	6,9	10,4	6,8	2	80	91	92	89	93	93	91
	M	7,1	5,2	9,6	6,3	9,7	6,0	10,2	6,1	2	83	83	85	89	88	89	87
6429	8		6,1	8,5	7,0	10,0	6,8	8,8	7,9	0	72	94	95	97	96	96	96
6556	8		7,7	8,5	7,4	9,2	7,1	9,4	7,4	0	78	89	90	95	94	95	96
	M		6,9	8,5	7,2	9,6	7,0	9,1	7,6	0	75	92	92	96	95	96	96
4901	9	6,5	5,9	8,2	5,8	8,8	6,0	10,4	6,1	0	71	62	79	69	76	79	77
4956	9	6,6	6,5	7,7	7,5	10,1	6,5	10,3	7,6	0	71	67	72	82	86	81	78
4979	9	7,7	6,5	8,6	6,5	10,4	5,4	10,3	6,3	0	71	55	83	80	82	81	87
	M	6,9	6,3	8,2	6,6	9,8	6,0	10,3	6,7	0	71	61	78	77	81	80	81
4238	10	7,0	5,2	8,6	6,6	8,8	5,7	9,2	6,8	0	20	74	59	82	77	80	78
4255	10	7,0	5,1	9,1	4,8	9,7	5,5	10,7	4,9	0	53	82	85	91	86	90	89
4267	10	6,9	4,8	8,6	5,6	9,0	5,2	10,3	4,6	0	95	89	68	94	85	96	95
	M	7,0	5,0	8,8	5,7	9,2	5,5	10,1	5,4	0	56	82	71	89	83	89	87
3181	11	7,3	6,7	9,0	7,1	10,2	8,1			0	59	65	50	88	90		
3373	11	7,4	6,7	8,6	7,1	10,0	7,5			0	0	69	50	82	84		
3396	11	7,1	5,8	8,1	6,5	9,6	6,4			0	61	66	66	87	77		
	M	7,3	6,4	8,6	6,9	9,9	7,3			0	60	67	55	86	84		
2518	12	6,9	7,8	8,4	7,2	10,0	7,1			0	2	90	62	94	96		
2525	12	6,8	7,0	8,1	6,7	10,4	6,9			0	0	73	66	70	84		
	M	6,8	7,4	8,2	7,0	10,2	7,0			0	2	82	64	82	90		
1554	13	7,0	9,1	8,8	8,9	10,0	8,8			0	0	82	87	87	92		
1556	13	6,5	6,0	8,8	6,0	9,6	6,5			0	62	89	75	91	87		
1558	13	6,8	6,7	7,9	6,8	9,3	7,1			0	6	79	69	85	86		
	M	6,8	7,3	8,5	7,2	9,6	7,5			0	34	83	77	88	88		

1067	14		8,1	8,4	7,9	9,4	8,4			0	1	1	72	92	93		
1076	14		8,2	8,7	7,9	9,8	7,9			0	0	0	43	66	65		
1078	14		8,4	8,7	7,4	9,8	7,0			0	0	0	53	62	79		
1080	14		7,2	8,1	7,9	9,6	7,6			0	3	3	45	81	83		
	M		8,0	8,5	7,8	9,6	7,7			0	2	2	53	75	80		
810	14	5,0	8,6	9,0	8,1	10,0	8,0			0	0	4	13	28	25		
815	14	7,1	8,2	8,4	7,8	11,4	8,6			0	0	—	5	19	20		
826	14	7,4	5,5	8,8	8,2	11,2	8,3			0	2	3	28	64	82		
	M	6,5	7,4	8,7	8,0	10,9	8,3			0	2	4	15	37	42		
677	15	6,5	8,2	8,2	9,8	12,0	8,8			0	3	77	69	86	87		
683	15	6,9	8,2	9,9	10,3	12,0	10,6			0	0	76	81	91	89		
687	15	7,1	7,7	7,7	8,5	11,3	8,1			0	68	72	47	82	87		
691	15	7,7	7,7	9,1	10,2	10,8	11,0			0	0	37	31	52	49		
694	15	6,9	7,3	8,2	8,1	1,19	7,7			0	40	47	43	76	82		
704	15	8,3	8,5	8,8	8,6	11,6	9,4			0	0	62	89	95	96		
	M	7,2	7,9	8,6	9,2	11,6	9,3			0	37	62	60	80	82		
<i>Gran. Spruce.</i>																	
6357	7	7,9	6,3	9,0	6,5	9,6	7,8	11,9	7,5	0	71	75	78	58	73	60	69
6359	7	7,5	6,2	8,8	6,8	9,9	7,0	9,4	6,1	0	94	90	90	94	94	94	94
6399	7	7,3	6,7	9,0	7,6	9,8	7,2	9,6	6,5	0	85	94	93	94	93	96	95
	M	7,6	6,4	8,9	7,0	9,8	7,3	10,3	6,7	0	83	86	87	82	87	83	86
4287	9	7,2	6,5	10,2	6,7	10,7	7,0	11,8	6,9	0	65	64	51	54	52	60	57
4304	9	6,4	5,7	9,8	6,5	7,4	7,3	11,5	7,5	0	83	69	51	60	61	80	84
	M	6,8	6,1	10,0	6,6	9,0	7,2	11,6	7,2	0	74	66	51	57	56	70	70
6359	9			7,3	6,0	9,8	6,4	9,1	6,0			89	90	87	77	81	81
6365	9			8,7	6,4	9,9	7,9	10,9	6,5			87	91	92	89	88	88
6394	9			8,1	6,6	9,8	7,6	10,4	7,1			76	77	77	73	79	78
6399	9			8,1	6,2	9,2	6,5	9,5	6,0			92	89	84	91	95	93
6542	9			9,2	5,8	9,6	5,5	9,5	5,5			84	78	80	71	77	82
	M			8,3	6,2	9,7	6,8	9,9	6,2			86	85	86	80	84	84
2527	13			11,0	8,6	12,5	7,7					79	77	79	72		
2528	13			8,7	8,5	10,4	7,0					79	79	79	89		
	M			9,8	8,6	11,4	7,4					79	78	79	80		
817	14	8,7	7,2	9,4	8,8	12,6	13,8			0	0	13	40	40	36		
818	14	9,0	8,8	11,9	9,1	13,4	10,6			0	0	3	36	52	43		
	M	8,8	8,0	10,6	9,0	13,0	12,2			0	0	8	38	46	40		

Undersökningar ha visat, att fuktkvoten hos barrträdsfrö icke får överstiga 8 % vid inläggning för långtidförvaring i slutna kärl vid värmemetemperatur (Huss, 1954, von Schönborn, 1964). Vid minustemperatur har fuktkvoten ej helt samma betydelse för bevarandet av fröets grobarhet och vitalitet. En lämplig fuktkvot (4,5—6 %) har fröet omedelbart efter klängning och fröets rensning. Får det ligga öppet i hög luftfuktighet absorberas vattenånga och fuktkvoten stiger och fröskador kunna uppstå under förvaringen. Det är också riskfullt att under förvaringen i slutna kärl och vid värmemetemperatur öppna kärnen och släppa in luft med hög fuktighetshalt.

De fröprover, som ingå i undersökningen, ha som sagts i regel inlagts omedelbart efter klängning och rensning. Enstaka undantag beträffande 1940-talets fröprover kan tänkas ha förekommit, något som senare utförda fuktkvotbestämningar tyder på. Sådana ytterst enstaka fall ha givetvis observerats. De inverkade icke på undersökningens resultat. — En annan faktor, som tänkbart kan ha gjort ett fröprovs, från nämnda tidsperiod, groningsresultat svårbedömligt är dåtida okända avvingningsskador. Hos på sådant sätt skadat frö försämras grobarheten hastigare än hos felfritt frö som förut visats. Är då nedgången stor icke endast i plustemperatur utan även i minustemperatur kan man misstänka avvingningsskador i fröpartiet, särskilt om jämförbara fröprover visa god grobarhet. Ytterst få partier av frömaterialet kunde misstänkas vara svagt skadade, men deras groningsprocenter hade icke den minsta inverkan på undersökningens resultat.

Under förvaringens fortlöpande uttogos även stickprover för bestämning av fröets fuktkvot. Tab. 8 visar fuktkvoter efter några olika förvaringsår och deras motsvarande groningsprocenter hos en del olika frösorser. Fuktkvoterna höll sig i regel på anmärkningsfri nivå vad beträffade förvaringen i slutna kärl. I de öppna kärnen däremot varierade fuktkvoten som förut påpekats alltefter den relativa luftfuktighetens och värmens förändringar i lagringsrummet. I tabellen återfinnes också en betydande del av de berörda frösorserna, som inlades i mitten av 1940-talet. Det gäller proverna med 14 och 15 års förvaringstid. Fuktkvoten var vid bestämningstillfället i vissa fall något högre än tillåtet, men vid en jämförelse mellan frösorsernas fuktkvoter och groningsprocenter vid inläggning och efter 14 eller 15 år konstaterades, att de förekommande grobarhetsförlusterna vid lagringen i plustemperatur till huvudsaklig del berodde på förvaringssättet. Förhållandet kunde möjligen också tillskrivas frösorsernas skilda kvaliteter vid inläggning; de sämsta hade då låga grobarheter, ned till 30 %. De genomgående, jämförelsevis höga fuktkvoterna hos fröproverna, som förvarats vid minustemperatur kunna vid en första anblick förvåna, men förhållandet har en naturlig förklaring. Här skall endast nämnas, att skillnaden i relativ fuktighet mellan luften i frysboxen och luften utanför densamma är ofta stor, beroende på temperaturskillnaderna. Imma har bildats och denna

Tab. 9. Relativ frekvens. Fuktighetsbestämning av fröprover enligt Tandbergs metod. (Se texten.)

Relativ frequency. Moisture determination of seed samples by Tandberg's method. (See text).

+20°C			+5°C			-5°C			-20°C														
ö			s			ö			s			ö			s								
1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3			
92	8	0	47	53	0	20	80	0	43	46	1	0	44	56	36	60	4	0	81	19	90	10	0

absorberas av fröskalen varför den omedelbara fuktkvotsbestämningen visade omtalade värden.

Nedanstående sammanställning (tab. 9) visar i medeltal relativa frekvensen av 366 fuktighetsbestämningar av 76 fröpartier med användande av förutomtalat »Tandbergs indikatorpapper». Förvaringstiden var från 2 t. o. m. 14 år. Tre färgnyanser särskildes: 1 = blå (fuktkvot < 8 %, ej skadlig fuktighetshalt) 2 = ljusblått-lila (omkring 8 %, tveksam inverkan) och 3 = rosa (fuktkvot > 8 %, oftast fröförsämrande fuktighetshalt i värme). Även av dessa undersökningsresultat framgick, att fuktigheten i de öppna kärnen vid minustemperatur var jämförelsevis hög vid bestämningstillfället, omedelbart sedan fröprovet tagits från köld till värme. De höga fuktkvoterna kunde anses vara endast skenbara. Det var genom nedfrysningen av fröet, som detta till största delen kunde bevara sin ursprungliga grobarhet och likartat i öppna och slutna kärn.

7. Breddgrad och höjd över havet

Kottinsamlingsortens belägenhet kunde tänkas ha betydelse för fröets grobarhet under en mångårig förvaring. Groningsprocenterna hos tallfröpartier från tre årsskördar jämfördes. Tab. 10 visar värdena från två av dem; den tredje, ej medtagna hade ensartat förlopp. För att få en hållbar jämförelse valdes årgångar då fröemognaden var likartad i olika delar av landet. Det är dock mer sällsynt att den är så. Den kan ju vara hög i de södra och låg i de norra delarna. I sådana fall blevo skillnaderna i frökvalitet avgörande för fröets lagringsförmåga som tidigare visats. 1945 och 1951 var fröemognaden tämligen lika i landets olika delar.

Fröproverna från nämnda årgångar visade tydligt:

- Insamlingsortens höjd över havet hade ingen betydelse för fröets grobarhet efter förvaring 14—18 år.
- Insamlingsortens breddgrad hade ej heller någon betydelse för grobarheten efter 10—11 års förvaring.

Det var frökvaliteten, som hade det avgörande inflytandet på resultatet.

Tab. 10. Breddgrad och höjd över havet. Grobarhet hos tallfrö. Förvaring vid -5°C .Latitude $^{\circ}\text{N}$ and Altitude. Germination of seeds of pine. Storage at -5°C

Höjd över havet m Altitude m	Breddgrad Latitude	Vid inläggning % At time of storage %	Efter förvaring % After storage	Höjd över havet m Altitude m	Breddgrad Latitude	Vid inläggning % At time of storage %	Efter förvaring % After storage
<i>Årgång 1945 Harvest 1945</i>				<i>Årgång 1951 Harvest 1951</i>			
Förvaringstid 14—18 år Length of storage 14—18 years				Förvaringstid 10—11 år Length of storage 10—11 years			
310	61	93	93	32	55	92	95
340	61	95	96	270	56	88	77
525	62	80	82	16	56	91	90
				20	57	95	97
10	63	92	87	20	58	91	92
60	63	92	92	172	58	91	96
75	64	90	89	15	59	93	95
120	64	93	86	34	60	98	96
200	64	90	91	60	61	91	93
230	63	90	89	20	62	72	76
240	64	86	83	160	63	84	87
240	64	90	82	150	64	86	82
340	64	86	80	405	65	68	76
340	64	93	87	45	66	89	86
450	64	88	87				
				<i>Sammandrag Summary</i>			
8	65	90	85	<i>Årgång 1945 Harvest 1945</i>			
15	65	95	87	0—100	61—66	92	88
185	66	94	95	1—200	61—66	92	90
200	66	91	89	2—300	61—66	91	88
230	65	94	93	3—400	61—66	92	89
235	65	96	95	401+	61—66	86	85
390	65	91	89				
400	65	94	91	<i>Årgång 1951 Harvest 1951</i>			
425	66	81	78	55—59	0—405	92	92
				60—66	0—405	84	85

3. Fröets vitalitet efter förvaring

Den i kap. II omtalade plantvikten, groddplantornas medelvikt efter 10 dygns groning, lämnar vissa upplysningar om fröers groningsenergi och plantbildningsförmåga på friland (Huss, 1954).

Fig. 12 visar plantvikterna i medeltal av tallfröer från slutna kärl efter olika förvaringsår. Samma frösorser och samma antal prover återfinnas i de skilda temperaturerna. De högsta värdena hade proverna från temperaturen -15°C och de lägsta efter några års förvaring proverna från $+20^{\circ}\text{C}$. Skillnaderna voro starkt signifikativa.

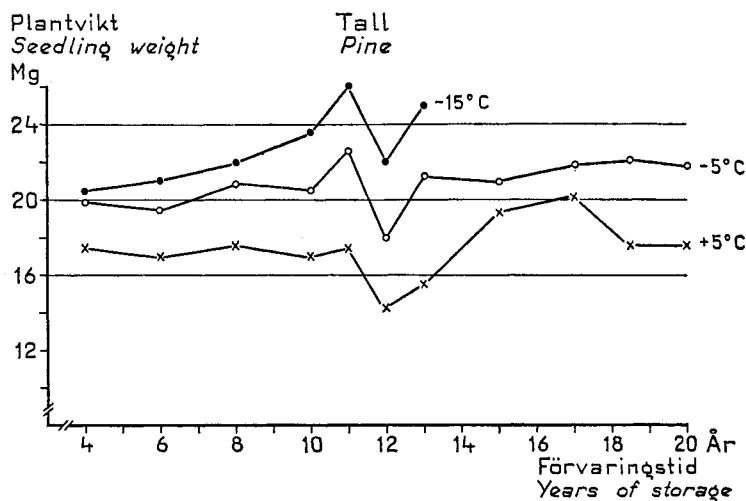


Fig. 12. Medelplantvikterna av tallfröer (tab. 1) från slutna kärl och tre temperaturer efter olika förvaringsår. Groningsenergien var lägst hos fröer från plustemp.

Mean plant weight from pine seed (Table 1) stored in sealed containers and at three different temperatures after various lengths of storage. The germination energy was lowest with seed kept at plus temperatures.

En likartad bestämning av granfröers plantvikter visade, att skillnader mellan -5°C och $+5^{\circ}\text{C}$ voro betydligt mindre än hos tallfröerna och icke signifikativa.

Kap. IV. Ett förvaringsförsök med granfrö, *Abies lasiocarpa*

I början av juni 1960 inlades ett granfröparti, *Abies lasiocarpa*, till förvaring efter direktiv av dåvarande institutionsföreståndaren, professor *Eric Stefansson*. Fröet var insamlat i Colorado hösten 1959.

Fröprover förvarades vid tre temperaturer: $+5^{\circ}\text{C}$, -5°C och -20°C samt dessutom i vakuum vid -5°C . Groningsanalyser skulle utföras en gång om året t. o. m. 1965 (tab. 11). Därvid bestämdes förutom fröegenskaperna provernas fuktkvot och plantvikt. Den sistnämnda faktorn medtages ej, enär sådd på friland icke utförts.

En analys vid inläggningen av fröet visade 36 procent grobarhet och 7,6 procent fuktighetshalt. I september samma år utfördes analyser av prover från samtliga förvaringssätt, och 1961 både på våren och på hösten. Av tabellen framgår groningsresultaten under de fem årens förvaring vid olika temperaturer. Procenterna varierade som synes ibland med betydande enheter. Medeltalen av groningsprocenterna skilja sig dock icke väsentligt från varandra. Möjligen kan sägas, att förvaringen vid $+5^{\circ}\text{C}$ gick något sämre än de övriga. Skillnaden mellan procenterna vid $+5^{\circ}\text{C}$ och -5°C är svagt signifikativ. Man kan tänka sig, att förhållandet berodde på för hög fuktighetshalt. Vid för-

Tab. 11. *Abies lasiocarpa*. Grobarhet under 5 års slutna förvaring och i vakuum.

Germination during 5 years' storage sealed, and under vacuum.

Analys år Analysis year	Grobarhets-% efter 10 dygn				Fuktkvot %			
	$+5^{\circ}\text{C}$	-5°C	-20°C	vakuum -5°C	$+5^{\circ}\text{C}$	-5°C	-20°C	vakuum -5°C
	Germination % after 10 days				Moisture quotient %			
				vacuum -5°C				vacuum -5°C
1960	30	36	37	32	8,4	8,5	8,5	8,6
1961	32	40	27	39	7,7	8,7	7,9	8,7
1961	46	40	41	39	6,0	4,7	5,5	7,4
1962	38	46	37	40	8,7	8,7	8,7	9,0
1963	34	44	41	46	7,5	8,1	8,3	7,7
1964	29	41	50	45	8,0	8,8	8,1	9,2
1965	25	39	31	39	8,0	8,4	9,0	8,0
M	33,4	40,9	37,7	40,0				

varing i vakuum vid -5°C blevo resultaten likartade som i slutna kärl vid -5°C . BARTON (1953) fann, att det förstnämnda förvaringssättet var något bättre vid förvaring av frö, *Pinus taeda*.

Det kan tilläggas, att groningsanalyser 1966, utförda av fröprover från samma förvaringskärl som 1962 års prover, hade följande groningsprocenter: $+5^{\circ}\text{C}$ 31 %, -5°C 45 % och -20°C 51 %.

Kap. V. Frilandssådderna

Sådderna på friland utfördes i fyra av institutionens tidigare bedrivna plantskolor nämligen: Bogesund (B), Färsån (F), Östavall (Ö) och Kulbäcksliden (K). I dessa skedde icke någon bevattning varför såddresultaten ibland blevo starkt varierande mellan olika såddår. Särskilt låga blevo de givetvis under torra vegetationsperioder t. ex. 1953, 1955 och 1959. Sådderna skyddades av skador av fåglar med ståltrådsnät på träramar. Två sådder utfördes dessutom i Wifstavarfs AB:s plantskola, där bevattning användes. Huvudparten av fröproverna utsåddes i Kulbäcksliden och Östavall.

Sådderna utfördes som blockförsök med 4—7 upprepningar. För gardering mot ett totalt misslyckande i en plantskola, utsåddes en del fröprover av samma fröpartier i minst två plantskolor samma år. Därigenom kunde resultaten i plantskolorna jämföras med varandra och även sammanslås. Det bör påpekas, att i ett medelplantantal kan ingå värden från mer än ett såddår.

Med plantprocent avses inom institutionen antalet första hösten uppkomna plantor i procent av antalet utsådda grobara frön.

I det följande redovisas plantantalen första hösten vanligen i procent av antalet grobara frön vid fröets inläggning.

1. Plantantalen av tallfröerna

Medeltalsresultaten av sådderna i Kulbäckslidens och Östavalls plantskolor framgår av tab. 12. Utsådda fröprover från förvaringstemperaturerna -15°C och -20°C och deras resultat redovisas dock särskilt. Fig. 13 visar de procentuella medelplantantalen av fröprover från slutna kärl, förvarade i $+20^{\circ}\text{C}$, $+5^{\circ}\text{C}$ och -5°C . Det kan anmärkas att i Östavall utfördes inga sådder av fröer äldre än 13 år och i Bogesund voro de äldsta fröerna 8 år. I Färsåns plantskola utsåddes endast granfrö. Plantantalen från de skilda fröförvarings-sätten äro fullt jämförbara med varandra, enär fröpartierna äro samma och antalet sådda fröprover lika vid angivna fröåldrar.

Markgröningsresultaten hade i stort sett likartat förlopp som gröningsanalysernas. Detta är givetvis helt följdriktigt, ty när fröets grobarhet förändras så ändras även plantantalet. En annan sak av betydelse uppstår, om med en viss förvaringsmetod erhålles ett lågt antal plantor i förhållande till antalet utsådda, grobara frön. I dylikt fall har plantbildningsförmågan försvagats hos en mindre del av nämnda frökategori.

Tab. 12. Tall. Medelplantantal i procent av fröets groningsprocent vid inläggning. Kulbäcksliden och Östavall.

Pine. Average number of seedlings in per cent of seed's germination % at time of storage. Kulbäcksliden and Östavall.

För- varingstid år	+20°C			+5°C			-5°C		
	Antal fröer	ö	s	Antal fröer	ö	s	Antal fröer	ö	s
1	14	71,1	72,8	14	71,8	73,6	14	74,6	73,1
2	6	61,3	67,7	6	76,4	81,4	6	81,2	81,0
3	15	32,3	42,0	15	69,9	75,4	15	76,6	76,8
4	6	12,2	34,5	6	57,2	61,5	6	65,9	67,8
5	20	5,6	31,1	20	43,7	56,8	20	58,6	60,0
6	7	11,0	9,8	7	61,1	63,7	7	69,0	67,1
7	14	8,1	39,9	14	68,2	68,2	69,4	69,4	71,0
8	6	0	12,0	6	25,3	49,7	6	56,7	61,9
9	4	0,5	4,0	4	57,4	62,5	4	67,5	65,0
10	5	0,2	11,4	12	60,1	65,9	12	70,3	71,8
12	4	0	0	10	44,5	52,6	10	65,6	62,0
13				3	67,3	67,5	3	79,7	78,0
15				3	43,3	47,3	3	74,3	83,7
17				3	37,0	44,7	3	57,0	63,0
18				4	43,3	47,3	4	74,3	83,7

Plantantalen av fröprover från +20°C sjönko snabbt redan efter 1 års förvaringstid. Nedgången var i medeltal avsevärt större än fröernas grobarhetsförluster, vilket tillskrevs en försvagning av fröets plantbildningsförmåga på friland. Spridningen var dock ibland stor.

Plantresultaten från de ur praktisk synpunkt aktuella temperaturerna +5°C och -5°C hade givetvis det största intresset för jämförelser med varandra. Plustemperaturen visade efter 3 års fröförvaring lägre plantantal än minustemperaturen. Skillnaden ökade med stigande fröålder (fig. 13). De utsådda fröerna voro till huvudsakligt antal av högsta kvalitet med groningsprocenter över 90 % vid inläggning. Det var dock anmärkningsvärt, att fröer förvarade 13—18 år i minustemperatur kunde lämna så höga plantantal vid sådder i icke vattnade plantskolor. Bogesunds plantskola med torr, sandig jordmån lämnade vanligen betydligt lägre plantantal och mer markerade skillnader än de övriga. Det bör observeras att i angivna sådder och analysers medeltal äro fröernas antal eller kvalitet helt överensstämmande.

Plantresultaten från fröernas olika förvaringssätt ha jämförts med varandra även i någon mån statistiskt med användning av X²-fördelning. Beräkningarna lämnade vissa upplysningar om säkerheten mellan förefintliga differenser.

En testning av samtliga utsådda tallfröer (145 st) i tre plantskolor, och som förvarats från 1 t. o. m. 15 år, visade stark signifikans mellan -5°C och +5°C, slutet kärll, beträffande plantantalen i procent av grobara frön vid inläggning.

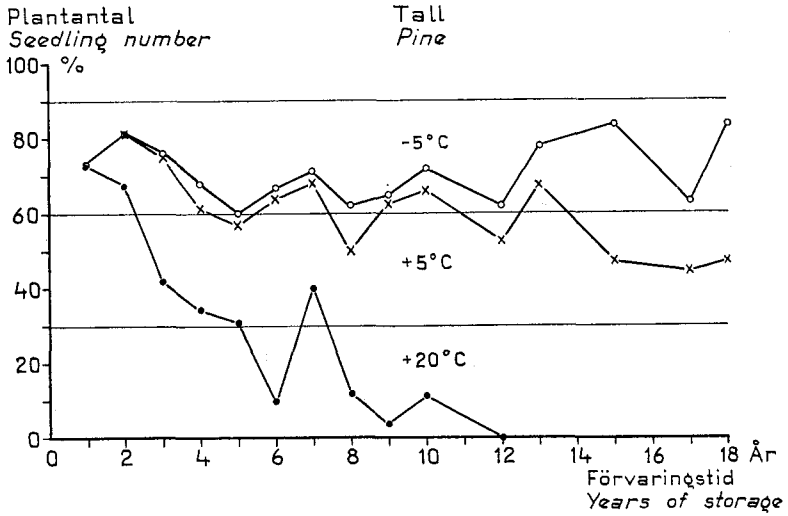


Fig. 13. Medelprocenterna av tallsådderna i Kulbäcksliden och Östavall. Fröerna förvarade i slutna kärl.

Average plant percentages from sowings of pine seed at Kulbäcksliden and Östavall. Seed stored in sealed containers.

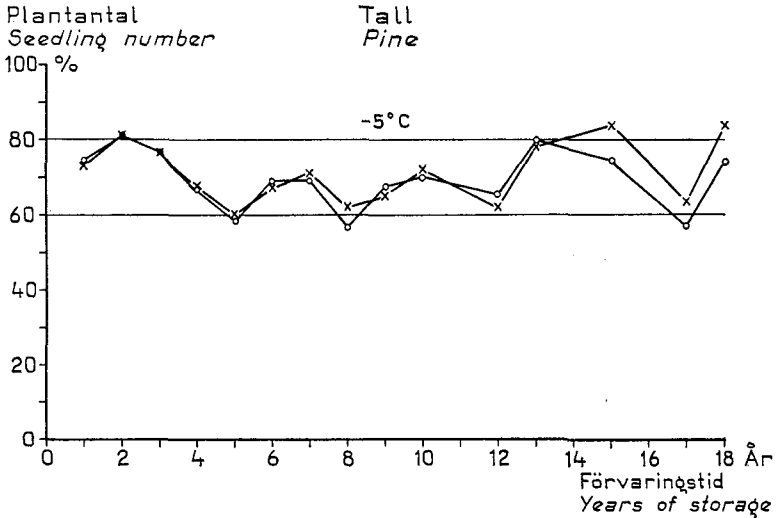


Fig. 14. Medelplantprocenterna av tallsådderna i Kulbäcksliden och Östavall. Fröerna förvarade i slutna kärl (x—x) och i öppna kärl (o—o) och vid -5°C .

Average plant percentages from sowings of pine seed at Kulbäcksliden and Östavall. Seed stored in sealed containers (x---x) and in open containers (o---o) and at -5°C .

Skillnaderna mellan plantantalen uträknade i procent av grobara frön vid sådden voro svagt signifikativa. Det sistnämnda tydde på, att en del grobara frön från $+5^{\circ}\text{C}$ (s) hade fått sin plantbildningsförmåga nedsatt under lång tids förvaring i jämförelse med fröet från -5°C (s). Mellan värdena från -5°C öppet kärl och -5°C slutet kärl funnos inga signifikativa skillnader vid de båda beräkningsgrunderna. Resultaten av $+5^{\circ}\text{C}$ öppet kärl och $+5^{\circ}\text{C}$ slutet kärl däremot voro starkt signifikativa, såväl vid beräkning efter grobara frön vid inläggning som vid sådd.

Ett mindre antal sådder utfördes också med fröer, som förvarats i -15°C . Plantantalen överensstämde i medeltal mycket nära med antalen av motsvarande fröprover från -5°C .

Vissa andra kontrollerade jämförelser mellan förvaringsmetoderna gjordes med utsådda fröer i två plantskolor efter 5 och 10 års förvaring. Härvid

användes ekvationen: $y = a + kx$; $a = \frac{y - k \cdot \Sigma x}{\Sigma n}$; $k = \frac{\Sigma n \cdot \Sigma xy - \Sigma x \cdot \Sigma y}{\Sigma n \cdot \Sigma x^2 - (\Sigma x)^2}$

x = gröningsprocent vid inläggning eller vid sådd

y = plantantal (St) av ett visst antal utsådda frön

De framkomna resultaten verifierade vad ovan anförts om differenserna i plantantal, förvaringsmetoderna emellan.

2. Plantantalen av granfröerna

Sammanlagt utfördes sådder av 127 fröpartier från de olika förvaringsmetoderna i fyra plantskolor. Resultaten framgå av tab.13. Plantantalen av fröprover från $+20^{\circ}\text{C}$ sjönko i allmänhet hastigt redan efter något års förvaring.

Medelplantantal av fröprover från $+5^{\circ}\text{C}$ och -5°C , slutna kärl visade inga signifikativa skillnader vid sådder av 1—7-åriga fröer. Vid sådder av fröer av åldrarna 8—15 år blevo skillnaderna i plantantal signifikativa. Spridningen var här dessutom betydligt större än hos de yngre fröerna, som endast i enstaka fall visade påtaglig variation.

Beträffande jämförelser mellan plantantal från fröprover, förvarade i öppet eller slutet kärl kunde konstateras följande:

-5°C , inga signifikativa skillnader, oavsett fröaldern 1—15 år.

$+5^{\circ}\text{C}$, signifikativa skillnader mellan såddresultaten av fröer, äldre än 5 år (6—15 år).

Plantprocenterna dvs. plantantal i procent av grobara frön vid sådden voro i genomsnitt lika hos fröprover från öppna och slutna kärl, som förvarats mer än 5 år vid -5°C . Sådder (32 st) med fröprover (1—7 år), förvarade vid -15°C utfördes också. Vid jämförelse med motsvarande prover från -5°C förefunnos

Tab. 13. Gran. Medelplantantal i procent av fröets groningsprocent vid inläggning. Sädde i 4 plantskolor.

Spruce. Average number of seedlings, in per cent of seed's germination % at time of storage. Seed from 4 nurseries.

Förvaringstid år	Antal fröer	+20°C		+5°C		-5°C	
		ö	s	ö	s	ö	s
1	24	66,1	69,3	72,7	71,7	71,2	72,6
2	12	43,8	54,1	57,2	54,6	52,9	54,8
3	12	40,2	65,8	80,0	79,4	78,3	79,5
4	8	4,3	22,6	42,9	43,7	43,3	43,2
5	6	0,5	47,7	52,2	53,0	52,5	54,0
6	18	0,0	10,9	35,4	45,0	44,9	45,9
7	8	0,0	42,5	44,2	47,7	48,8	47,5
8	10	0,0	6,7	35,9	39,0	43,1	44,3
9	4	0,0	38,0	16,7	39,7	57,4	58,7
10	2	0,0	0,0	56,0	56,0	59,0	62,0
11	8	0,0	1,4	6,5	25,8	36,2	38,6
12	3			50,7	54,1	56,7	56,5
13	6	0,0	0,0	32,4	36,5	45,9	45,0
15	2			40,0	46,5	55,5	55,0
16	3			42,0	66,3	70,0	68,0
18	1			4,0	11,0	54,0	50,0

inga signifikativa skillnader mellan plantresultaten, dock en tendens till förmån för -15°C.

3. Plantantalet i förhållande till fröets grobarhet vid sådden

Tidigare har påtalats, att funna groningsprocenter vid fröers groning i Jacobsens apparat icke alltid angiva de skilda fröernas normala plantbildningsförmåga. Ett eller annat fröparti kan visa framträdande avvikelser och att så kan vara fallet beträffande skadat frö har framträtt tydligt vid undersökningar exv. Huss (1954 och 1956). Men hur är förhållandet med oskadade fröer efter mångårig förvaring, och har därvid lagringsmetoden någon betydelse för fröets plantbildningsförmåga, sedd i förhållande till groningsprocenten vid såddtillfället på friland? — Beträffande »äldre» fröer har det på annat håll konstaterats bl. a., att det finns »en tydlig tendens till sjunkande procent plantor med stigande fröålder» och att vissa förändringar av kromosomerna kunna uppkomma (v. SCHÖNBORN, 1964. SIMAK, 1966). Om studieresultaten av gammalt frö äro oberoende av förvaringsmetoden (t. ex. vid djupfrysning) veta vi däremot icke.

Ett visst svar på den ställda frågan erhöles, när såddresultaten av 33 olika tallfröpartier, som förvarats 7—18 år och utsåts i samma plantskola, studerades. Därvid medtogs endast fröprover från temperaturerna -5°C och +5°C, slutna kärl. De uppräknade plantantalen voro sammanlagt 12 754 st resp.

10 653 st. Skillnaden var 19,7%. Frömängderna från +5°C måste alltså ökas med i medeltal minst 19,7% för erhållande av samma plantantal, som frömängderna från -5°C lämnade. Det bör anmärkas att 40% av fröpartierna voro icke äldre än 7—8 år. De flesta av dessa hade jämställda groningsprocenter vid sådden, skillnaderna mellan -5°C och +5°C voro endast 0—4 procentenheter. Likväl var skillnaden i antalet uppkomna plantor 9,3%. Skillnaden mellan medelgroningsprocenterna hos samtliga partier däremot var 13,4 procent vid sådden.

Vid en uträkning av varje fröprovs plantprocent framkom som medeltal av dessa skillnaden 10,5% mellan fröproverna från +5°C och -5°C. Enär plantprocenten ju anger antalet uppkomna plantor i procent av antalet utsådda, grobara frön, så borde, om frökvaliteterna i -5°C och +5°C varit helt likvärdiga, plantprocenterna varit i stort sett lika. Förhållandet tillskrevs en icke obetydlig och större försvagning av de svagaste frönas plantbildningsförmåga vid förvaring i plustemperaturen jämfört med de i minustemperaturen.

Den relativa nedsättningen av uppräknade plantantalet i förhållande till den

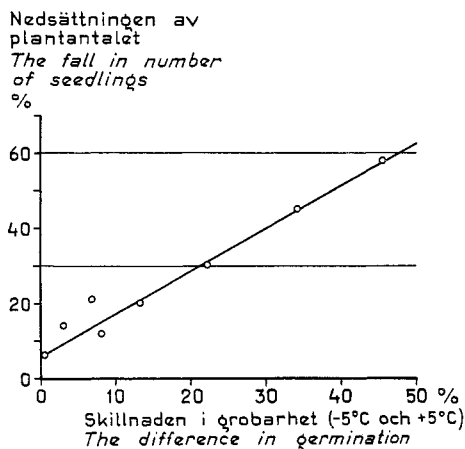


Fig. 15. Den relativa nedsättningen av plantantalet upplagd över den relativa skillnaden mellan grobarheten vid sådderna av fröprover från -5°C och motsvarande prover från +5°C. Markeringarna angiva medelvärden av skillnaderna i groningsprocent hos 30 olika frösorter, förvarade 7—18 år i slutna kärl.

The relative loss in the number of plants distributed according to the relative difference between the germinability at the time of sowing of seed samples stored at -5°C and corresponding samples stored at +5°C. The marking indicates the mean values of the differences in germination percentages in the case of 30 different types of seed stored 7—18 years in sealed containers.

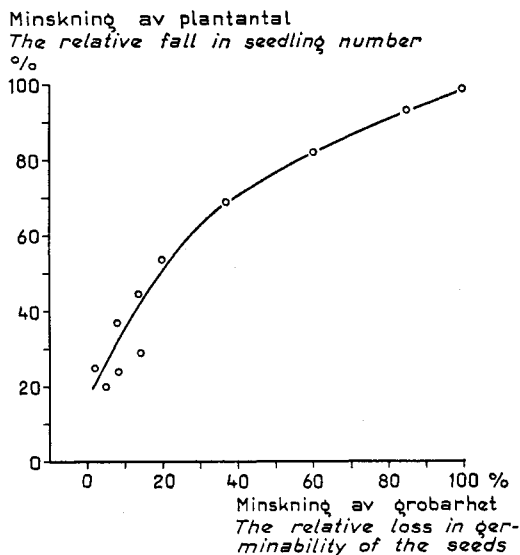


Fig. 16. Sådder (26 st) i Kulbäcksliden med fröer, som förvarats 8—18 år i +5°C och -5°C, slutet kärl. Den relativa nedsättningen av plantantalet upplagd över den relativa nedsättningen av grobarheten.

Sowings totalling 26 in number at Kulbäcksliden with seed stored 8—18 years at +5°C and -5°C in sealed containers. The relative loss in the number of plants distributed according to the relative impairment of germinability.

relativa skillnaden mellan gröningsprocenten vid såddtillfället av fröprov från -5°C (s) och motsvarande prov från $+5^{\circ}\text{C}$ (s) framgår av fig. 15. En skillnad i grobarhet i medeltal om t. ex. 30 % gav skillnaden i plantantal i medeltal 40 %. Plantantalen skulle vid de båda förvaringsmetoderna blivit nära lika som ovan anförts. Det kan observeras, att även ingen eller mycket små skillnader i grobarhet motsvarande vissa tydliga sänkningar av plantantalen.

Även granfröerna, åtminstone de som voro äldre än 7 år, visade nedsatt plantbildningsförmåga efter fröets förvaring i plustemperatur och i jämförelse med förvaring i minustemperatur. Detta framgick av förut omtalade skillnader mellan resp. plantprocenter. De voro signifikativa.

De ovan gjorda jämförelserna avse ju medeltal. Det kan tilläggas, att flera fröer från $+5^{\circ}\text{C}$ (s) funnos, som lämnade lika många plantor i procent av grobara frön vid sådden som fröer från -5°C åtminstone under 12 fröförvaringsår.

4. Plantavgången

Utförda sammanställningar av plantavgången visade, att mellan fröproverna från $+5^{\circ}\text{C}$ och -5°C i slutna kärl funnos i medeltal inga påtagliga skillnader. Tab. 14 åskådliggör värdena av 5, 10 och 13-åriga fröer. Tall och gran kunna icke jämföras med varandra, enär sådderna utfördes olika år.

En naturlig orsak till stora skillnader mellan plantavgångens storlek i de använda plantskolorna, som ju aldrig bevattnades, var givetvis årsmånen under såddåret. Exempel härpå visade jämförbara resultat av tallförsådderna i Kulbäcksliden och Östavall. Värdena i tabellens rad 1 äro avsevärt högre än de i rad 3 och samma förhållande finnes vid jämförelse mellan rad 5 och 6. Årsmånen var bättre i Östavall än i Kulbäcksliden. Det kan anmärkas, att större delen av fröpartierna voro av svag kvalitet. Plantavgången hos fröer av

Tab. 14. Plantavgång i medeltal. Procent.

Average plant deaths, per cent.

Rad	Plant-skola	Fröets förvaringstid år	Tall Pine				Gran Spruce			
			$+5^{\circ}\text{C}$		-5°C		$+5^{\circ}\text{C}$		-5°C	
			ö open	s sealed	ö open	s sealed	ö open	s sealed	ö open	s sealed
1	K	5	36	38	38	38	28	19	20	23
2	K	5	5	3	4	6				
3	Ö	5	11	7	9	8	10	19	25	24
4	B	5	20	21	22	22	6	12	17	12
5	K	10	31	27	24	26		30		30
6	Ö	10	19	13	12	11				
7	Ö	13		2		3		30		23
8	K	0						33		

hög kvalitet och som efter sådden hade goda gronings- och plantutvecklingsbetingelser visade värdena i rad 2 och 7 exempel på.

5. Plantutvecklingen

Sådderna i plantskolorna Kulbäcksliden och Östavall anlades med vanligen 7 upprepningar (block). Efter första vegetationsperioden räknades de uppkomna plantorna och plantprocenten i varje försöksled kunde bestämmas. I tre av blocken utfördes gallringar av plantorna. De kvarvarande — oavsett plantornas storlek — skulle ha så lika avstånd från varandra som möjligt i den 5 cm breda såddranden och deras högsta antal var på förhand bestämt och lika för alla försöksled. Efter två eller vanligen tre vegetationsperioder togos plantorna upp och vägdes. Jorden på rötterna hade givetvis dessförinnan avlägsnats. Vid bearbetningen av materialet bestämdes plantans medelvikt i de olika försöksleden. De huvudsakliga resultaten voro följande.

Sådder 1951 i Kulbäcksliden med 18 tallfröpartier, 1—5 år gamla, gävo likartade medelplantvikter (inga signifikativa skillnader) av fröer från $+5^{\circ}\text{C}$ och -5°C och oavsett om de förvarats i öppna eller slutna kärl. Plantåldern var 3 år.

Sådderna 1952 i samma plantskola med 25 tallfröpartier, 1—6 år, lämnade samma resultat efter två vegetationsperioder som 1951 års sådder dvs. inga påtagliga skillnader mellan $+5^{\circ}\text{C}$ och -5°C . Det kunde anmärkas, att en 9,5 % lägre medelplantvikt i försöksledet $+5^{\circ}\text{s}$ i jämförelse med -5°s var svårförklarig.

I Östavalls plantskola utsåddes år 1952 25 st tallfröpartier, 1—6 år gamla. De efter 2 år upptagna plantornas medelvikter voro praktiskt taget lika i de skilda försöksleden.

Likartade resultat erhöles även av ett stort antal granfröer, utsådda i de båda plantskolorna.

Utvecklingen av plantor av äldre fröårgångar syntes ha ett något annorlunda förlopp. Skiljaktigheter försöksleden emellan kunde konstateras. Utsådda 30 fröpartier (därav 3 st av gran), fördelade på 5 anläggningar med frö av hög kvalitet och 8—10 år gamla, lämnade i medeltal följande skillnader mellan plantvikterna efter 3 vegetationsperioder:

$+5^{\circ}\text{C}$ (s) och -5°C (s) 4,5 %
 $+5^{\circ}\text{C}$ (ö) » -5°C (s) 9,3 %

Skillnaderna mellan värdena hos försöksleden $+5^{\circ}\text{C}$ (s) och -5°C (s) voro nästan signifikativa och då samtliga voro högre till minustemperatures förmån tolkades resultaten även här som en svagare, första utveckling av en del plantor av frö från plustemperaturen i förhållande till minustemperaturen.

Kap. VI. Sammanfattning

I samma mån som de stora arealerna av överåriga skogar i Norrland slutavverkades framstod behovet av deras föryngring. När i början av 1940-talet en restaurering av skogarna skulle påbörjas, framträdde intresset för skogsolding mycket starkt, vilket givetvis hade till följd, att fröfrågorna, särskilt fröförsörjningen blevo aktuella. Fröskördarna äro ju mycket skiftande både till kvantitet och kvalitet under olika år, framför allt i landets nordliga delar. En uppgift för forskningen blev därför att lämna praktiken kunskap om bästa sätten för förvaring av de skördar, som insamlades.

År 1946 påbörjade avdelningschefen för dåvarande skogsavdelningen, professor L. TIRÉN, en undersökning över förvaring av tall- och granfrö. Resultaten skulle efter vissa år redovisas med groningsanalyser. Efter några år utvidgades försöken med bestämningar av plantvikter och med sådder på friland. Därmed kunde groningsenergien hos fröproverna med de skilda förvaringssätten studeras och en säkrare bedömning av fröets bruksvärde erhållas. Undersökningen gör dock icke anspråk på att vara uttömmande. Därtill hade bl. a. fordrats försök med flera andra förvaringsmetoder. Ändamålet var ju i första hand att tillgodose praktiken en enkel förvaringsmetod, med vilken fröets ursprungliga egenskaper så mycket som möjligt bibehållas ett visst antal år.

I undersökningen ha använts huvudsakligen tallfrö (*Pinus silvestris* L.) och granfrö (*Picea abies* Karst.). Av vardera slaget inlades till förvaring 92 respektive 56 frösorter av olika årgångar och från skilda orter i hela landet. Mer än 2 100 groningsanalyser ha utförts och 422 sådder anlades på friland. Över 1 000 förvaringskärl åtgingo. Materialet har använts även till andra undersökningar. Ett separat förvaringsförsök med frö av *Abies lasiocarpa* redovisas särskilt.

Undersökningsmetodiken

Frömaterialet

Fröerna erhöles i regel från de kottprover, som årligen sändes till institutionen för sammanställning av ett meddelande om kotttillgång och frökvalitetet i landets skilda delar. Kotten klängdes på skogsforskningsinstitutet och fröet behandlades på sådant sätt, att risker för skador som t. ex. avvingningsskador och fuktighetsskador i möjligaste mån kunde uteslutas.

Förvaringskärlen

Fröproverna förvarades i noggrant rengjorda flaskor. Halva antalet av de behövliga, fyllda fröflaskorna från ett fröparti korkades och hartsades. På

den andra hälften flaskor, i vilka luften skulle ha inträde, inlades en lös tuss av bomull i flasköppningen. Därmed skulle fröet få ett visst skydd mot svampar och bakterier. All förvaring skedde i mörker.

Temperaturen

De sex första inläggningsåren användes tre olika förvaringstemperaturer nämligen $+20^{\circ}\text{C}$, $+5^{\circ}\text{C}$ och -5°C . Därefter tillkom -15°C och i mindre omfattning även -20°C . En öppen och en slutna flaska med samma fröparti insattes i var och en av de olika temperaturerna.

Groningsanalyserna

Alla analyser utfördes i enlighet med f. d. skogsforskningsinstitutets metodik vid fröundersökningar (Huss, 1951). Flaskorna fylldes med frö om möjligt snarast efter klängningen, då fröet har en lämplig fuktighetshalt. Denna anges med fröets fuktkvot dvs. vattnets vikt i procent av fröets torrsvikt.

Groningstiden var bestämd till 30 dygn. Under de sista åren kunde den dock avkortas till 20 dygn.

Plantvikten anger medelvikten i mg per planta av de groddplantor, som uppkommit av 400 frön efter 10 dygns groning i *Jacobsens* apparat. Plantviktens storlek lämnar en uppfattning om fröets groningsenergi och därmed också plantbildningsförmågan på friland.

Groningsresultaten anges i groningsprocent utan tomfrö.

Frilandssådderna

Fröegenskaperna på friland studerades med sådder, anlagda som blockförsök i plantskolorna: Kulbäcksliden (K), Östavall (Ö), Bogesund (B), Färsån (F) och Wifstavarf (W). Revisioner utfördes tre följande höstar efter sådden, varvid plantantalen m. m. registrerades. Dessutom studerades plantutvecklingen genom dels plantavgången och dels plantviktsbestämningar av en del vid sista revisionen upptagna plantor.

Resultaten av groningsanalyserna

Det bör observeras, att då medeltal i tabeller eller på figurer jämföras, t. ex. resultaten av två olika förvaringsmetoder, ingå i jämförelsetalen alltid samma antal fröprover av alltid samma fröpartier, om ej annorlunda anges. I medeltalen kunna ingå fröer av ett större eller mindre antal »årgångar» dvs. från olika skördeår. Ett frös årgång anges med det årtal, den höst då fröet blev moget.

Grobarheten hos tallfröerna

Groningsprocenternas medeltal av analyser, utförda efter olika år av fröprover i öppna och slutna kärl, förvarade i olika temperaturer framgå av tab. 1.

Förvaring i +20°C (fig. 1)

Redan efter 2 års förvaring sjönk grobarheten tydligt både i medeltal och hos de enskilda, undersökta fröproverna, och trots, att samtliga dessa voro av hög kvalitet. Sedan ökade försämringen i medeltal år från år. Något enstaka fröprov kunde dock hålla en tämligen god grobarhet efter några års förvaring i slutet kärl.

Groningsresultaten visade, att förvaringsmetoden var helt olämplig för förvaring av vårt tallfrö.

Förvaring i +5°C (fig. 2)

Den ursprungliga grobarheten bevarades klanderfritt under 3 år i slutet kärl. Även efter 7 år var den tillfredsställande fröer av hög kvalitet, men när denna sjönk kunde grobarheten försämrats med varierande, ibland betydande värden. Efter längre förvaringstider nedgick grobarheten successivt. Något enstaka fröparti utgjorde undantag.

I öppet kärl bibehölls grobarheten tämligen väl 3—4 år, därefter blev metoden mycket varierande och osäker.

Förvaring i —5°C (fig. 3)

Groningsprocenterna vid inläggning och motsvarande procenter vid senare analystillfällen skilde sig från varandra i ringa grad vid både öppen och slutet förvaring. Detta gällde t. o. m. en 20-årig förvaringstid och märkligt nog i stort sett även samtliga i medeltalen ingående fröer, även av kvalitativt svaga årgångar. Tab. 2 visar groningsprocenter efter 20 års förvaring.

Förvaring i —15°C (fig. 4)

De förvarade fröprovernas grobarheter under 13 år, både som medeltal och jämförbara, enskilda värden överensstämde synnerligen väl med grobarheterna vid inläggning. Detta gällde både öppet och slutet kärl. Inga signifikativa skillnader förekommo. Se även tab. 3.

Grobarheten hos granfröerna

Antalet granfröpartier (tab. 4) var avsevärt mindre än tallfröpartierna. Groningsförloppen hos tall- och granfrö voro i största allmänhet väl överensstämmande med varandra. En del granfröer föreföllo »nyckfullare» än jämförbara tallfröer.

Förvaring i +20°C (fig. 6)

Förvaringsmetoden hade icke något praktiskt intresse.

Förvaring i +5°C (fig. 7)

Under de 5 första förvaringsåren bibehöll fröpartierna av olika årgångar i genomsnitt väl sina ursprungliga grobarheter i såväl öppna som slutna kärl. Efter längre tids förvaring var metoden liksom för tallfrö osäker och grobarhetsförlusterna ibland avsevärda, särskilt beträffande frö av låg eller medelgod kvalitet. Även här konstaterades dock, att ett eller annat frö av hög kvalitet visade hög groningsprocent i slutet kärl efter 17 år.

Förvaring i —5°C (fig. 8)

Metoden framstod som avsevärt säkrare än den i +5°C vid många års förvaring.

Förvaring i —15°C (fig. 9)

Medelgroningsprocenterna avveko tämligen betydelselöst från motsvarande procenter vid inläggning såväl i öppna som slutna kärl under 13 års förvaring.

Förvaring i —20°C

Groningsresultaten av 7 granfröer voro synnerligen goda och jämna efter 9 år i såväl öppna som slutna kärl.

Frökvalitetens betydelse

Kvalitetens stora betydelse vid fröförvaring har påtalats flera gånger vid redovisning av groningsresultaten (Jfr. Huss, 1954, 1956). En ytterligare understrykning därav lämnas i tab. 5 och 6, i vilka ej endast medeltal utan även enskilda fröers groningsprocenter från olika förvaringsmetoder kunna jämföras.

Felfria fröer (tab. 5 och 6)

Hos fröerna av hög kvalitet skedde ingen påtaglig grobarhetsförsämring under 20 års förvaring av tallfrö och 15 års förvaring av granfrö i köldtemperatur. Även fröerna av svag kvalitet behöll grobarheterna tillfredsställande. De allra sämsta fröerna, oftast av dålig mognad, kunde drabbas av en viss försämring.

Vid värmetemperatur blevo däremot groningsprocenterna ofta lägre och framför allt hos fröer av svag kvalitet. Figurerna 10 och 11 åskådliggör skillnader mellan grobarheter från +5°C och —5°C efter 14 års förvaring.

Skadade fröer (tab. 7)

Till resultat av skador under lagring, som frö åsamkas vid för hög vattenhalt och vid olämplig lagringstemperatur, hänvisas till andra undersökningar t. ex. Huss, 1954.

Ett litet försök visade, att avvingningsskadat frö avsevärt förlorade grobarhet efter kort tids förvaring.

1 000-kornvikten

Några resultat av större intresse framkom icke av materialet.

Fuktighetshalten

I samband med groningsanalyser utfördes även vanligen fuktighetsbestämning av fröprovet genom bestämning av fuktkvoten, dvs. provets vikt i förhållande till dess torrsvikt.

Andra undersökningar visade, att fuktkvoten hos barrträdsfrö icke får överstiga 8 % vid inläggning för långtidsförvaring vid värmtemperatur. Vid minus-temperatur har fuktkvotens storlek ej helt samma betydelse för bevarandet av fröets grobarhet och vitalitet.

Tab. 8 visar fuktkvoter och groningsprocenter hos en del fröprover efter olika års förvaring. Fuktkvoterna höllo sig i regel på anmärkningsfri nivå beträffande förvaringen i slutna kärl. I de öppna kärlen däremot varierade givetvis fuktkvoten alltefter den relativa luftfuktighetens och värmens förändringar i lagringsrummet. De genomgående högre fuktkvoterna hos fröprover från öppna kärl, som lagrats i köldtemperatur ansågos som skenbara, beroende på vattenabsorbtion (imma), när det kalla fröet från kylskåpets ofta höga luftfuktighet togs ut i rumstemperatur och omedelbart uppvägdes för fuktighetshaltens bestämning. I varje fall var det nedfrysningen, som möjliggjorde, att fröets grobarhet bevarades så väl i öppna kärl.

Breddgrad och höjd över havet

Groningsprocenterna av fröprover från tre årgångar med tämligen likartad frömognad i olika delar av landet visade tydligt (tab. 10):

- a) Insamlingsortens höjd över havet hade ingen betydelse för fröets grobarhet efter förvaring 14—18 år.
- b) Breddgraden hade ej heller någon betydelse för grobarheten efter 10—11 års förvaring.

Fröets vitalitet

Plantvikten, dvs. groddplantornas medelvikt efter 10 dygns groning i Jacobsens apparat lämnar vissa upplysningar om fröers groningsenergi och plantbildningsförmåga på friland.

En jämförelse mellan medelplantvikterna av tallfröer från slutna kärl efter olika förvaringsår (fig. 12) visade, att de högsta värdena hade proverna från -15°C och de lägsta proverna från $+20^{\circ}\text{C}$. Samma fröpartier och samma antal prover återfinnas i de skilda temperaturerna.

Ett förvaringsförsök med granfrö, *Abies lasiocarpa*

År 1960 inlades prover av ett granfröparti, *Abies lasiocarpa*, till förvaring efter direktiv av dåvarande institutsföreståndaren Eric Stefansson.

Efter 5 lagringsår voro groningsprocenterna tämligen lika hos fröprover från de skilda metoderna (tab. 11) $+5^{\circ}\text{C}$ var möjligen något sämre än -5°C -metoden. Efter 6 år voro groningsprocenterna: $+5^{\circ}\text{C}$ 31 %; -5°C 45 % och $2-0^{\circ}\text{C}$ 51 %.

Frilandssådderna

Sådderna utfördes som blockförsök i fyra plantskolor, belägna i vitt skilda landsdelar. Ingen bevattning förekom. Sammanlagt anlades 422 sådder, därav 127 st med granfrö. Plantantalen från de skilda fröförvaringsmetoderna äro fullt jämförbara med varandra i tab. (12 och 13) och på figurer, enär fröpartier-na äro samma och antalet sådda fröprover lika vid angivna fröåldrar. Plantantalen första hösten angivas vanligen i procent av antalet utsådda frön, som voro grobara vid inläggningen.

Plantantalen

Markgroningsresultaten hade naturligt nog i stort sett likartat förlopp som groningsanalysernas. En viss praktisk betydelse kunde dock påpekas beträffande tallfröerna (fig. 13). Plustemperaturen visade redan efter 3 års förvaring i slutna kärl lägre plantantal än minustemperaturen. Skillnaden ökade med stigande fröålder. Anmärkningsvärt var att fröer, förvarade 13—18 år i minus-temperatur, kunde lämna så höga plantantal i förhållande till deras grobarhet i icke vattnade plantskolor. Även fröproverna från -5°C , öppna kärl gävo höga plantantal (fig. 14).

Granfrösådderna, som ofta voro fåtaliga, visade inga signifikativa skillnader mellan medelprocenterna plantor av fröprover från $+5^{\circ}\text{C}$ och -5°C , slutna kärl, under de sju första förvaringsåren. Dessa resultat bedömdes med viss försiktighet, dels på grund av såddernas fåtal i de fyra plantskolorna och dels av en betydande spridning i materialet. Omtalade skillnader blevo ibland avsevärda efter längre tids förvaring.

Plantantalet i förhållande till fröets grobarhet vid sådden

I ett föregående avsnitt påvisades skillnader mellan groddplantvikter efter 10 dygns groning av frö från de skilda förvaringsmetoderna och ifrågasattes, om skillnaderna gävo sig till känna med nedsatt plantbildningsförmåga på friland hos en del vid såddtillfället grobara frön.

Såddförsök med ett 30-tal, 7—18 år gamla tallfröpartier, visade, att de vid sådden grobara frömängderna från $+5^{\circ}\text{C}$, slutet kärl, måste ökas med i genom-

snitt 19,7 % för erhållande av samma antal plantor, som frömängderna från -5°C lämnade. Skillnaden i grobarhet vid sådden var 13,4 %. Den relativa nedsättningen av uppräknade plantantalet i förhållande till den relativa skillnaden mellan gröningsprocenten vid såddtillfället av fröprov från -5°C (s) och motsvarande prov från $+5^{\circ}\text{C}$ (s) (fig. 15) tillskrevs också en viss försvagning av grobara fröns plantbildningsförmåga vid förvaring i plustemperatur jämfört med de i minustemperatur.

Plantavgången

Anmärkningsvärda skillnader mellan avgången hos plantor av fröprover från $+5^{\circ}\text{C}$ (s) och från -5°C (s) funnos icke. Däremot kunde stora skillnader finnas mellan olika plantskolor beroende på årsmån m. m.

Plantutvecklingen

I vissa block av försöksleden gallrades plantorna på speciellt sätt efter första vegetationsperioden. Efter två eller vanligen tre växtperioder togos dessa plantor upp och vägdes.

Tre sådder med stora antal (18—25) tallfröpartier med åldern 1—6 år gävo likartade medelvikter (inga signifikativa skillnader) av fröer från $+5^{\circ}\text{C}$ och -5°C och oavsett om de förvarats i öppna eller slutna kärl. Likartade resultat erhöles även av ett stort antal granfröer.

Utvecklingen av plantor av äldre fröårgångar syntes ha ett något annorlunda förlopp. Utsådda 30 fröpartier, fördelade på 5 anläggningar med fröer av god kvalitet och 8—10 år gamla, lämnade i medeltal följande skillnader mellan plantvikterna efter 3 vegetationsperioder:

$+5^{\circ}\text{C}$ (s) och -5°C (s) 4,5 %
 $+5^{\circ}\text{C}$ (ö) » -5°C (s) 9,3 %

Skillnaderna mellan värdena hos försöksleden $+5^{\circ}\text{C}$ (s) och -5°C (s) voro nästan signifikativa och då samtliga voro högre till minustemperaturens förmån tolkades resultaten även här som en svagare, första utveckling av en del plantor av frö från plustemperaturen i förhållande till minustemperaturen.

Ett slutligt omdöme i stort sett blev, att vårt barrskogsfrö kan utan olägenhet förvaras ett fåtal år i slutna kärl vid $+5^{\circ}\text{C}$. — Temperaturen får dock icke överstiga $+6^{\circ}\text{C}$ någon längre tid. — Under längre tids förvaring är metoden med köldtemperatur i alla avseenden överlägsen, åtminstone med frökvaliteter jämförbara med de i undersökningen använda. Eftermognad och förvaring av dåligt moget frö har icke behandlats.

CITERAD LITTERATUR

- BALDWIN, H. J., 1942. Forest Tree Seed of the North Temperate Regions.—Waltham Mass., U.S.A. Publ. by the Chronica Botanica Company.
- BARNER, H. og DALSKOV, F., 1954. Erfaringer med opbevaring af douglasfrø.—Dansk Skovforenings Tidsskrift.
- BARTON, LELA V., 1954. Storage and packeting of seeds of Douglas Fir and Western Hemlock.—Contr. Boyce Thompsons Inst. 18.
- 1954. Effect of subfreezing temperatures on viability of conifer seeds in storage.—Contr. Boyce Thompsons Inst.
- 1961. Seed Preservation and Longevity.—Leonard Hill (Books) Ltd., 9 Eden Street, N.W. 1, London.
- CIESLAR, A., 1897. Versuche über Aufbewahrung von Nadelholzsamen unter luftdichtern Verschluss.—Centralbl. f. d. ges. Forstw. 23.
- CROCKER, W. and BARTON, LELZ V., 1957. Physiologi of Seeds.—The Chronica Botanica Company, Waltham, Mass., U.S.A.
- DYBECK, W., 1923. Fröår, kottinsamling och fröklängning.—Tidskr. Skogen.
- ELIASON, E.J. and HEIT, C. E., 1940. Coniferous Tree Seed Testing and Factors Affecting Germination and Seed Quality.—New York State Agricultural Experiment Station, Technical Bulletin No. 255, Geneva, N. Y.
- HAACK, O. H. A., 1909. Der Kiefernnsamen.—Zeitschr. f. Forst u. Jagdwesen, 41.
- HEINRICH, M., 1913. Der Einfluss der Luftfeuchtigkeit, der Wärme und des Sauerstoffs der Luft auf lagerndes Saatgut.—Die Landw. Versuchs—Station, B LXXXI.
- HERMELIN, J., 1958. Grobarhet hos tallfrö av skilda kvalitetsklasser efter behandling med olika temperatur och fuktighet.—Stat. skogsforskn. inst. Uppsatser nr 62.
- HUSS, E., 1950. Om avvingningsskador på skogsfrö. — Medd. fr. Stat. skogsforskningsinst., 39:3.
- 1951. Skogsforskningsinstitutets metodik vid fröundersökningar. — Medd. fr. Stat. skogsforskningsinst. 40:6.
- 1954. Undersökningar över vattenhaltens betydelse för barrskogfröets kvalitet vid förvaring. — Medd. fr. Stat. skogsforskningsinst., 44:7.
- KIPP, M., 1929. Die Abgabe von CO₂ und die Aufnahme von O₂ bei der Keimung lichtgefördeter Samen von *Nicotiana tabacum*. — Jahr.b Wiss. Bot. 71.
- MÜLLER-OLSEN, C. and SIMAK, M., 1954. X-ray photography employed in germination of Scots Pine (*Pinus silvestris* L.). — Medd. fr. Stat. skogsforskningsinst. 44:6.
- SCHÖNBORN VON, A., 1964. Die Aufbewahrung des Saatgutes der Waldbäume. — Inst. für Forstsamenkunde und Pflanzenzüchtung der Forstlichen Forschungsanstalt. München.
- SIMAK, M., 1966. Kromosomer förändras i åldrande frö. — Tidskr. Skogen Nr 2.
- TIRÉN, LARS, 1948. Skogsodling. Om klängning, frölagring och grobarhetsbestämning. — Svenska Skogsvårdsföreningen.
- 1949. Om den naturliga föryngringen på obrända hyggen i norrländsk granskog. — Medd. fr. Stat. skogsforskn. inst., Bd 38:9.
- WEIBULL, GUNNAR, 1952. The Cold Storage of Vegetable Seed and its Significance for Plant Breeding and Seed Trade. — Report of the Thirteenth International Congress, 1952.
- 1955. The Cold Storage of Vegetable Seed — further studies. Landskrona Tryckeri AB

Summary

Long-term Storage of Conifer Seed

(*Pinus silvestris* L., *Picea abies* Karst., *Abies lasiocarpa* Nutt.)

When the large areas of over-aged forests in northern Sweden (Norrland) were clear-felled, the need for regeneration became apparent. At the beginning of the Forties, when a start was to be made to restore the forests, there was a very keen interest in sowing and planting, and an obvious consequence of this was to bring to the fore the matter of seed and particularly the supply of seed. The seed yield varies greatly both in quantity and quality from one year to another, and this is especially so in the northern parts of Sweden. The task facing research was to provide practical details of and advice on the best methods for storing the harvested seed.

In 1946, Professor L. TIRÉN, head of the then forestry department, began a study of the storage of the seed of Scots pine and Norway spruce. The intention was to publish, after a certain number of years, the results together with germination analyses. Within a few years the scope of the experiment was extended to include the determination of plant weight and seeding on open land. By this means it was possible to study the germination energy in seed samples which had been stored in different ways, as well as to determine more accurately the utilisation value of the seed. However, the study does not claim to be exhaustive, because any extensive study would have required experiments with several other methods of storage. Primarily, the purpose was to provide the practical users with a simple method of storage which would preserve as much as possible of the original properties of the seed over a period of years.

This study is restricted to the seed of Scots pine (*Pinus silvestris* L.) and Norway spruce (*Picea abies* Karst.), of which were stored 92 and 56 seedlots from different years and different places throughout Sweden. Over 2100 germination analyses were carried out and 422 seedings on open land were made. More than 1000 containers were required. The material has also been used for other studies. A special report is being made on a separate experiment with the storage of seed of *Abies lasiocarpa*.

Method

Seed Material

As a rule, seed was obtained from the cone samples, which are received annually by the Forest Research Institute of Sweden (*Statens skogsforsknings-*

institut) for the compilation of a report on the cone supply and the seed quality in different parts of Sweden. At the Institute the seeds were extracted from the cones and treated so that there was no danger of damage, for instance, from dewinging, and also so that moisture damage was eliminated as far as possible.

Storage Containers

The seed samples were stored in carefully cleaned glass containers. Half the required number of such containers filled from one batch of seed was made airtight and sealed with resin. With the remainder a piece of cotton-wool was inserted into the neck in order to permit the passage of air. This gave the seed a certain protection against fungi and bacteria. All the samples were stored in dark rooms.

Temperature

During the first six years of storage three different storage temperatures were used, namely 10°C, 5°C and -5°C, after which a temperature of -15°C was used and to a limited extent even -20°C. One open container and one sealed container with seeds from the same batch were stored at each of these different temperatures.

Germination Analyses

All the analyses were carried out in accordance with the method for seed studies used by the then Forest Research Institute (Huss, 1951). The seed was deposited in the containers as soon as possible after extraction, that is, at the time when the seed has the most suitable moisture content. This is given in terms of the percentage of moisture in the seed, i.e. the weight of water as a percentage of the dry weight of the seed.

The germination period was determined at 30 days. However, in later years this could be shortened to 20 days.

The plant weight indicates the mean weight in milligrams per plant of the seedlings which had appeared from 400 seeds after ten days' germination in a Jacobsen apparatus. The seedling weight gives an indication of the germination energy of the seed and consequently also of its capacity for growth on open land.

The germination results are given as germination percentage, excluding empty seeds.

Sowing in Open Land

Seed properties on open land were studied by sowing experimental plots in the nurseries at Kulbäcksliden (K), Östavall (Ö), Bogesund (B), Färsån (F) and Wifstavarf (W). Revisions were carried out in the three autumns following

the seeding, at which the number of plants, etc., was recorded. In addition, the plant growth was studied, first, by noting mortality and secondly, by the determination of the weight of a number of plants removed at the last revision.

Results of the Germinations Analyses

It should be noted that when the mean figures are compared, e.g. the result of two different storage methods, the same number of seed samples from the same batch of seed is always used in comparison data in tables or figures, if not otherwise stated. The mean figure may include seeds from a greater or lesser number of "years of origin", i.e. from different harvest years. The year of origin of a seed is given as the year in the autumn of which the seed matured or ripened.

Germinability of Pine Seeds

Table 1 shows the mean germination percentage from the analyses carried out after different periods of years, on seed samples which had been stored in open or sealed containers and stored at different temperatures.

Storage at 20°C (Fig. 1)

After only two years' storage there was a marked decline in germinability, both on the average and for the individual seed samples tested, despite the fact that all seeds were of the finest quality. After that the mean deterioration became more marked year after year. However, certain seed samples retained a fairly good germinability after being stored for some years in a sealed container.

The germination results proved that this storage method is completely unsuitable for storing Swedish pine seed.

Storage at 5°C (Fig. 2)

Stored in sealed containers, the seed retained its initial germinability for three years. In the case of high-quality seed, germinability was satisfactory even after seven years, but with poorer qualities germinability could deteriorate to various degrees, sometimes considerably. After prolonged storage, germinability continued to deteriorate. Exceptions were found in the case of some individual batches of seed.

In open containers, germinability was retained fairly well for three or four years; after that this method gave varied and unreliable results.

Storage at -5°C (Fig. 3)

The germination percentage at the beginning of storage and the corresponding percentages at later analyses differed only slightly both in open and in sealed

containers. This was so even after 20 years' storage and—rather surprisingly—it applied also to the average for all seeds involved, even those of the poor seed years. Table 2 shows the germination percentages after 20 years' storage.

Storage at -15°C (Fig. 4)

The germinability of the seed samples stored for 13 years, both as mean figures and as comparable individual values, corresponded very well with the germinability at the beginning of storage both in open and in sealed containers. There were no significant differences. See also Table 3.

Germinability of Spruce Seed

The number of lots of spruce seed (Table 4) was considerably less than that for pine. In the main, the germination procedure with both pine and spruce seed corresponded. Some spruce seeds seemed more "erratic" than the corresponding pine seeds.

Storage at 20°C (Fig. 6)

This method of storage is of no practical interest.

Storage at 5°C (Fig. 7)

During the first five years of storage, the batches of seed from different years maintained, on the average, their initial germinability both in open and in sealed containers. As with pine seed, the method of storage gave unreliable results after long storage and germination losses were quite significant at times, particularly with seeds of poor or medium quality. However, even here it was found that a few high quality seeds had a high germination percentage after storage in sealed containers for 17 years.

Storage at -5°C (Fig. 8)

In the case of long-term storage this method appeared to be much more reliable than storage at $+5^{\circ}\text{C}$.

Storage at -15°C (Fig. 9)

The mean germination percentages differed insignificantly from the corresponding percentages at the beginning of storage both in open and in sealed containers for storage during 13 years.

Storage at -20°C

The germination results of seven spruce seedlots were very good, even after nine years' storage both in open and in sealed containers.

Importance of Seed Quality

Seed quality is of great importance in seed storage and this has been emphasised many times in accounts of germination results (cf. Huss, 1954, 1956). A further confirmation of this is provided in Tables 5 and 6, which allow comparison not only of the mean figures but also of the germination percentages of the individual seedlots from different storage methods.

Perfect Seeds (Tables 5 and 6)

For high-quality seed of pine there was no apparent deterioration in germinability after 20 years and for spruce seeds after 15 years at minus temperatures. Even poor-quality seed retained a satisfactory germinability. The very poorest seed, which often had not matured sufficiently, sometimes suffered some deterioration.

On the other hand, the germination percentages were often lower with warmer storage; this was particularly so with poor-quality seed. Figures 10 and 11 show the differences in germinability with storage at 5°C and -5°C after 14 years.

Damaged Seed (Table 7)

As to the result of storage damage suffered by seed with a water content which is too high under unsuitable storage temperatures, reference is made to certain other studies. e.g. Huss, 1954.

A small-scale experiment showed that the germinability of de-winged seed deteriorated considerably after short storage.

1000 Grain-weight

The material did not yield any specially interesting results.

Moisture Content

In connection with the germination analyses the usual assessment of the moisture in the seed samples was made by determining the moisture quotient, i.e. the weight of the sample in relation to its dry weight.

Other studies established that the moisture quotient of conifer seed should not exceed eight per cent at the beginning of long-term storage at plus temperatures. At minus temperatures the moisture quotient does not have quite the same importance for the maintenance of the germinability and vitality of the seed.

Table 8 shows the moisture quotients and germination percentages of some seed samples after various years of storage. As a rule, the moisture quotient remained at an acceptable level with storage in sealed containers. On the other

hand, with open containers the moisture quotient naturally varied with the relative humidity of the air and temperature changes in the storage room. The higher moisture quotients in all cases of seed samples stored in open containers at minus temperatures were apparently due to water absorption's (condensation) occurring when the cold seed was transferred from the cold store with its high humidity to ordinary room temperature and was weighed immediately to determine the moisture content. In any case, it was the freezing of the seed which enabled it to maintain its germinability so well in open containers.

Latitude and Height above Sea-level

The germination percentages of seed samples from three different years with fairly uniform ripening of the seed and from different parts of Sweden are given in Table 10. From this it can be clearly seen that:

- a. height above sea-level of the place where the seed was collected was of no importance for the germinability of the seed after 14—18 years of storage;
- b. latitude was also of no importance for the germinability of the seed after 10—11 years of storage.

Seed Vitality

Plant weight, i.e. the mean weight of seedlings after ten days' germination in a Jacobsen apparatus, provides certain data about the seeds germination energy and capacity for growth on open land.

A comparison between the mean plant weights of pine seeds from sealed containers after various periods of storage (Fig. 12) showed that the samples with the highest values were those which had been stored at -15°C , while the lowest values were for samples stored at 20°C . The same batches of seed and the same number of samples were stored at these different temperatures.

A Storage Experiment with Fir Seed (*Abies lasiocarpa*)

In 1960, samples of a batch of fir seed (*Abies lasiocarpa*) were put into storage on the instructions of the then superintendent of the Institute, Eric Stefansson.

After five years' storage all the seed samples had fairly uniform germination percentages, irrespective of the different storage methods (Table 11); if anything, the seed stored at 5°C had a lower germination percentage than seed stored at -5°C . After six years the germination percentages were 31 per cent for seed stored at 5°C , 45 per cent at -5°C , and 51 per cent at -20°C .

Open-land Sowing

Sowing was carried out on experimental blocks at four nurseries, situated in different parts of Sweden at considerable distances from each other. Irrigation was not employed. The number of sowings totalled 422, of which 127 were with spruce seed.

As the same batches of seed were used and the same numbers of samples of seed from different years were sown, the numbers of plants yielded by the various seed storage methods are fully comparable with each other, see Tables 12 and 13 as well as the figures. The number of plants appearing during the first autumn is usually given as a percentage of the number of sown seeds which were germinable when first put into storage.

Number of Plants

Naturally enough, the germination of seeds planted in soil showed results which in the main were identical with the course of the germination analyses. However, a certain difference of practical significance could be noted in the case of pine seed (Fig. 13). Here, with as little as three years' storage, there was a lower number of plants from seed stored in sealed containers at plus temperatures than from seed stored at minus temperatures. This difference became greater with increasing age of the seed. A remarkable fact was that seed stored for 13—18 years in minus temperatures gave such a high plant yield in relation to its germinability in non-irrigated nurseries. Also seed samples stored in open containers at -5°C produced a large number of plants (Fig. 14).

Although often the sowings were few, spruce seed shows no significant differences between the mean percentages of plants yielded by seed samples stored in sealed containers at 5°C and -5°C , respectively, for the first seven years of storage. These results have been approached with a certain caution, first, because of the small number of sowings at the four nurseries and, secondly, because of the extensive scatter of the material. The differences were sometimes considerable after long periods of storage.

Number of Plants in Relation to the Germinability of Sowing

The previous section indicated the differences between the seedling weight after 10 days of germination of seed stored by various methods, and the question can be put whether these differences made themselves felt in the reduced growth-capacity on open land of certain of the seed germinable when sown.

Experimental sowing of some 30 batches of pine seed stored for 7—18 years in closed containers showed that the quantity of seed, germinable when sown, taken from storage at 5°C , must be increased by 19.7 per cent on the average, in order to give the same number of plants as yielded by the seed stored at

—5°C. The difference in germinability at the time of sowing was 13.4 per cent. The relative decrease in the number of plants, counted in relation to the relative difference the germination percentages at the time of sowing, for seed stored at —5°C (s) and corresponding samples stored at 5°C (s) (Fig. 15), was also attributed to the weakening of the capacity for growth of seed stored at plus temperatures as compared with that of seed stored at minus temperatures.

Plant Mortality

There were no significant differences between plant mortality from seed stored at 5°C (s) and seed stored at —5°C (s). On the other hand, great variations appeared between the different nurseries on account of the weather and other factors' influence on plant growth.

Plant Development

On certain experimental blocks the rows of plants were thinned in a special way after the first growing season. The plants were taken up and weighed after two, or more usually three, growing seasons.

The sowings with large quantities (18—25) of batches of pine seed stored from one to six years gave similar mean weights (no significant differences) for seeds kept both at 5°C and at —5°C, irrespective of whether the storage was in open or sealed containers. Furthermore, similar results were obtained from a large number of spruce seeds.

The development of plants from older seeds seems to take a somewhat different course. From 30 batches of seed, consisting of seeds of good quality, from eight to ten years old, which were distributed among five plots, the following differences could be noted in the mean figures for plant weight after three growing seasons:

5°C (s) and —5°C (s) 4.5 per cent

5°C (ö) and —5°C (s) 9.3 per cent

The difference between the values obtained from the experimental rows 5°C (s) and —5°C (s) were almost significant and, as the higher values were all to the favour of the minus temperature, the results in this case, too, were interpreted as a weaker first development of some plants from the plus-temperature seeds in relation to the minus-temperature seed.

In the main, the final verdict was that Swedish conifer seed can be stored without detriment for a few years in sealed containers at 5°C. However, the temperature must not exceed 6°C for any length of time. Storing seed at temperatures below freezing point is in every respect superior for long-term storage; at least this is so for seeds of qualities comparable with those used in the study. After-ripened seed and the storage of poorly matured seed have not been dealt with in this study.