

Undersökningar
över tallfröets ljusbehov

*Investigations of the Light Requirements
of Scots Pine Seed*

(Pinus silvestris)

av

EINAR HUSS

MEDDELANDEN FRÅN
STATENS SKOGSFORSKNINGSINSTITUT
BAND 50 · NR 6

INNEHÅLLSFÖRTECKNING

	Sid.
<i>Inledning</i>	3
Kap. I. <i>Laboratorieförsöken</i>	5
Försök nr 1.....	5
» » 2.....	6
Kap. II. <i>Växthushörsöken</i>	10
Försök nr 3.....	10
» » 4.....	11
» » 5.....	14
Kap. III. <i>Fältförsöken</i>	16
Sådderna i skogsmark.....	16
Försök nr 6.....	16
Sådderna i plantskolor.....	19
Försök nr 7.....	19
» » 8.....	20
Kap. IV. <i>Sammanfattning</i>	26
Litteratur.....	30
Summary.....	31

Inledning

Det är sedan länge känt, att vissa fröer, t. ex. tallfrö, gror långsammare och till mindre antal i mörker än i ljus. Ett stort antal forskare har undersökt hithörande problem. De flesta av dem ha studerat ljusets inverkan på groningen-resultatet under groningenprocesserna. Endast ett ringa antal forskare ha varit inne på frågan om en belysning av torra frön, alltså före groningen, har någon inverkan. Resultaten synas ha blivit i en del fall positiva och i andra negativa. En undersökning av relativt sent datum inom trädgårdsodlingens område vill författaren omnämna i detta sammanhang. CARLOS JENSEN i Danmark (1941, 1942) fann efter flerårig förvaring av ett stort antal trädgårdsfröer, att den ursprungliga grobarheten bibehölls betydligt bättre om fröet ljusbehandlades än om det inlades obehandlat till förvaring. Metoden fick dock icke någon lång praktisk användning, huvudsakligen av kostnadsskäl.

Professor LENNART NORDSTRÖM framlade vid ett föredrag i oktober 1952 och i en efterföljande publikation 1953, »Vår försörjning med tallfrö med särskild hänsyn tagen till Norrlands höjdlägen», resultaten av vissa försök att stimulera tallfröets grobarhet genom belysning av fröet *före* sådden. De erhållna intressanta försöksresultaten och de på många håll stora förväntningarna om fröbesparing föranledde avdelningen för skogsföryngring att utföra en undersökning med tallfröer ur avdelningens frölager. Försöken avsågo att visa i vad mån en belysning av fröer enligt »NORDSTRÖMS metod» påverkade grobarheten och särskilt plantbildningsförmågan vid sådd såväl i laboratorium som i fält.

Undersökningen kunde också tänkas få vidgat värde, enär kottens klängning fröets avvingning, rensning och förvaring vid institutet sker på likartat sätt som ute i praktiken. Fröet avvingades i en SFI-apparat, som vid rätt inställning garanterar, att inga avvingningsskador uppstå. En del fröprover avvingades för hand i tygpåse, varvid jämförelser med maskinavvingade prover erhöles. Försöken ha utförts under åren 1953—56. Revisioner av fältförsöken utfördes även efter 1956. Endast vid ett försök (nr 6) användes även granfrö, vid de övriga enbart tallfrö.

I den föreliggande redogörelsen för undersökningen har följande uppdelning skett.

Laboratorieförsök
Växthusförsök
Fältförsök

Signifikativa differenser anges på vedertaget sätt med svagt signifikativa, signifikativa och starkt signifikativa. Fröets grobarhet vid analys anges med antalet grodda frön i procent av antalet matade frön (alltså utan tomfrö) om ej annorlunda anges. Plantvikt är medelvikten av de groddplantor, som finns i groningsanalysen av 400 frön efter 10 dygns groning. För övrigt hänvisas till »Skogsforskningsinstitutets metodik vid fröundersökningar» (HUSS, 1951).

Groningsanalyserna ha utförts av fröken W. KRISTOFFERSSON och fröken E. HÅKANSSON. De ha även utfört laboratorieförsöken i samarbete med skogstekniker G. WALLBERG. WALLBERG har även utfört växthusförsöken och en mindre del av plantskoleförsöken. Den större delen av dessa försök utfördes av skogstekniker H. ÅSTRÖM. Uträkning och testning av resultaten utfördes av fru E. HEDQVIST. Kontroll av testningarna har gjorts av civilingenjören O. PERSSON. Jägmästare Å. WIKSTEN har översatt till engelska. Till samtliga framföres ett varmt tack.

Kap. I. Laborieförsöken

Försök nr 1

NORDSTRÖM (1953) anför, att hans försöksresultat tyder på, att norrländskt tallfrö med stigande ålder blir allt mindre beroende av ljuset för sin groning. Han håller även för sannolikt, att ju sämre moget fröet är desto mer beroende skulle det vara av ljuset för att gro (jfr. SCHMIDT 1930).

Försök nr 1 avsåg att ge en första uppfattning om plantantalets storlek vid groning i ljus och i mörker och om fröålderns och frökvalitetens inflytande vid groning av belyst och obelyst frö från några av avdelningens lagrade kottpartier (tab. 1).

Ur varje kottparti uttogos två prover, det ena för klängning och fröets behandling, d. v. s. avvingning, rensning och tillräkning, i mörker (i svagt blått ljus) och det andra för klängning och fröets behandling på vanligt praktiskt sätt i det ljus, som står till buds i avdelningens källarlokal. Det torde således observeras i det följande att groningarna i mörker äro resultat av sådana fröprover, som ej fått ljus under kott- och fröbehandling och givetvis ej heller under groningen. Groningarna i mörker utfördes i mörkrum, där ljus aldrig kunde nå fröna. Alla groningsanalyser utfördes i Jacobsens groningsapparat; 400 frön i varje analys.

Tab. 1. Frömaterialet i laborieförsöken
Seed material used in the laboratory experiments

Frö nr Seed lot No.	Fröålder år Seed age years	Höjd över havet m Altitude m	Breddgrad Latitude, North	Grobarhet e. 10 dygn av matat frö % Germinability of ripened seeds after 10 days per cent	Försök nr Experiment No.
4009	4	410	62	67	1 och 2
6405	2	250	64	95	1 and
6445	2	315	62,7	65	1
6446	2	300	64,3	86	1 » 2
6459	2	265	66,7	93	1
7209	0	50	62	99	1 » 2
7219	0	350	64,5	99	
7230	0	30	65,9	98	1 » 2
7234	0	495	61,8	46	1
7276	0	160	57	99	2

Tab. 2. Groningar i ljus och i mörker
Germination in light and in darkness

Frö nr Seed lot No.	10 dygn 10 days			15 dygn 15 days		20 dygn 20 days	
	ljus % light per cent	mörker darkness		ljus % light per cent	mörker % darkness per cent	ljus % light per cent	15 d. mörker 5 d. ljus % 15 d. darkness 5 d. light per cent
		% per cent	av grob. frön % of germin- able seeds per cent				
4009	67	17	25	68	19	68	34
6405	95	26	27	96	27	96	43
6445	65	23	37	72	26	74	29
6446	86	48	56	90	55	92	67
6459	93	15	16	95	16	95	50
7209	99	42	42	99	43	99	77
7219	99	14	14	99	15	99	48
7230	98	4	4	98	4	98	94
7234	46	0	0	56	0	58	13

Resultaten av groningsförsöken återfinnas i tab. 2. Vi uppmärksamma först den genomgående långsamma groningen i mörker. Efter 10 dygn hade i medeltal endast 25 % av i ljus grobara frön grott i mörker. Förhållandet förändrades obetydligt efter ytterligare 5 dygn.

Av större intresse är emellertid en jämförelse mellan fröårgångarna, resultaten av 0-årigt och 2-årigt frö. De 0-åriga fröerna grodde i mörker i medeltal 18 % av antalet i ljus grodda frön och de 2-åriga fröerna i medeltal 33 % efter 10 dygns groning. Försöket tyder på, att de äldre fröerna voro mindre beroende av ljuset för sin groning än de yngre fröerna. Spridningen i groningsprocent hos de sistnämnda var dock stor, vilket möjligen kan härledas till olikheter i frömognaden.

Sedan fröproverna legat 15 dygn på beskrivet sätt fingo samtliga prover ljus under 5 dygn. Under denna tid ökade groningsprocenterna hos de i mörker lagda proverna av 0-åriga fröer till i medeltal 66 % av antalet i ljus grodda frön. Motsvarande värde hos de 2-åriga fröerna var 53 %. De färska fröerna reagerade således snabbare för ljus än de äldre fröerna. Även här kan dock den något bättre frömognaden hos de 0-åriga fröerna ha bidragit.

Försök nr 2

Detta försök är i viss mån en fortsättning på det föregående. Ändamålet var att få en uppfattning dels om skillnaderna i groningsresultat mellan frö som behandlats på vanligt praktiskt sätt och frö av samma sort, som belystes före groningen (enl. NORDSTRÖMS metod) och dels om olika ljuskällors inverkan

på groningsresultaten. Försöksfröerna voro få, 5 st, varför resultaten icke tillåta någon generell slutsats angående olika tallfröers groningsförfarande i mörker och vid olika ljusstillsförel.

Forskare ha visat att med en relativt liten ljusstyrka kan högsta möjliga groningsprocent erhållas. SARVAS (1950) undersökningar över ljusets betydelse för tall- och granfröets groning visade bland annat, att med en ljusstyrka av ca 38 lux erhöles praktiskt taget samma groningsprocent som med normalt ca 1900 lux.

Tallkottpartierna nr 4009, 6446, 7209, 7230 och 7276 (tab. 1) användes.

Kottprover uttogos liksom i försök nr 1 dels för vanlig klängning och fröbehandling (I, tab. 3) och dels för klängning och fröbehandling i mörker (II—XI). Efter 15 dygns groning fingo samtliga prover gro även här i fullt ljus under 5 dygn. Metodiken för de olika försöksleden framgår av tab. 3. Belysningen av fröproverna före groningen (II) utfördes så, att fröna fingo ligga i enkla lager bakom dubbla fönsterglas under 3 solskensdagar.

Resultaten av groningsanalyserna framgå av tab. 3. Jämföra vi försöksleden II och IX finna vi att en förbelysning av fröna under 3 dagar höjde groningsprocenten från 17 (XI i mörker) till 42 % (II) hos det 4-åriga fröet, från 49 till 73 % hos det 2-åriga fröet och från 4 till 93 % hos det 0-åriga fröet vid 10 dygns groning. Den största förbelysningseffekten erhöles alltså hos det årsfärska fröet. Vi se också att förbelysningen (II) icke i något fall stimulerade fröet till samma nivå av groningsenergi, som erhöles vid vanlig groning (I), i synnerhet om även plantvikterna jämföras. Många groddar voro små och många groddplantor svagt utvecklade i försöksled II.

Ultraviolett ljus på fröet under 1 timme före groningen höjde groningsprocenten väsentligt (VI) i jämförelse med groning i mörker (IX).

Se vi sedan på resultaten i övriga försöksled, i vilka olika ljusmängder användes under groningen, finna vi, att groningsprocenterna blevo i medeltal lika då fröerna lågo i ljus (I) och då de lågo i mörker 2 dygn och sedan belystes 1 timme per dag eller sammanlagt 12 timmar (III). De låga plantvikterna i försöksled III tyda emellertid på en svag groddutveckling under de 10 första dyggen.

Försöksled IV, groning i mörker 1 dygn och därefter belysning 1 timme vart 3:dje dygn eller sammanlagt 5 timmar under 15 dygn, visar, att vid en ytterligare förkortad belysningstid blev medelprocenten hos de använda fröerna lika stor som vid vanlig groning (I). Det 4-åriga fröet grodde möjligen en aning långsammare än de övriga. Plantvikterna voro låga i försöksled IV.

I försöksled V förbelystes fröna på i viss mån likartat sätt som i försöksled II. Skillnaden i metodiken var den, att i försöksled II fingo fröna dagsljus i torrt tillstånd under 3 dagar och i försöksled V fingo de dagsljus på de våta

Tab. 3. Groning i ljus och mörker
Germination in light and in darkness

För- söksled Treatment	Behandling under 15 dygn Handling during 15 days	Nr 4009 No				Nr 6446 No				Nr 7230 No							
		10 dygn %	plant vikt mg	15 dygn %	20 dygn %	10 dygn %	plant vikt mg	15 dygn %	20 dygn %	10 dygn %	plant vikt mg	15 dygn %	20 dygn %				
		10 days per cent	Seed- ling weight mg	15 days per cent	20 days per cent	10 days per cent	Seed- lings weight mg	15 days per cent	20 days per cent	10 days per cent	Seed- lings weight mg	15 days per cent	20 days per cent				
I	Vanlig groningsanalys Ordinary test procedure	67	23	68	68	86	18	90	92	98	25	98	98				
II	Förbelysning, dagsljus 3 dagar Groning i mörker 15 dygn Pretreatment with light, daylight 3 days Germination in darkness, 15 days	42	18	46	53	73	15	85	89	93	16	94	98				
III	Groning i mörker 2 dygn. Sedan ljus 1 tim/dygn (S:a 12 tim.) Germination in darkness 2 days. Then in light 1 hr/day. Total: 12 hrs	70	13	72	72	82	13	85	89	99	15	100	100				
VI	Groning i mörker 1 dygn sedan i ljus 1 tim. var 3:dje dag (S:a 5 tim.) Germination in darkness 1 day. Then in light 1 hr every three days (Total: 5 hrs)	63	12	66	66	89	14	94	95	98	13	99	99				
V	Groning i ljus 2 dag. (24 tim.) Germination in light, 2 days (24 hrs)	53	13	55	56	80	13	90	92	97	13	98	98				
IV	Ultraviolett ljus 1 tim. (förbelysn.) Groning i mörker 15 dygn Ultra-violet light, 1 hr (pretreatment) Germination in darkness 15 days	33	17	36	43	68	16	72	82	27	16	29	95				
IIV	Groning i mörker 8 dygn Groning i ljus 7 dagar Germination in darkness, 8 days Germination in light, 7 days	17	18	42	47	58	17	74	84	—	—	—	—				
VIII	Groning i mörker 10 dygn Groning i ljus 5 dagar Germination in darkness, 10 days Germination in light, 5 days	16	16	27	38	54	16	69	71	2	16	88	95				
IX	Groning i mörker 15 dygn Germination in darkness, 15 days	17	17	19	34	49	16	56	67	4	16	4	94				
X	Groning i mörker 2 dygn 1 tim. ljus, 15 watt, på 3:dje, 6:te och 9:de dygnet, S:a 3 tim. Germination in darkness 2 days, then Germination in light, 1 hr (15 watt every 3,6, and 9 days Total: 3 hr)	54	18	59	60	Nr 7209				94	20	97	97	94	16	94	98
XI	Groning i mörker 2 dygn. Ljus 15 min., 15 watt, var 3:dje dag. S:a 45 min. Germination in darkness 2 days then Germination in light, 15 min. 15 watt every 3 days Total 45 min	44	15	49	51	83	16	90	93	60	12	84	92				
X	Se X ovan och texten.	98	25	98	98	Nr 7276											
XI	» XI » » » cf. above and text cf. » » »	95	21	97	97												

groningsbäddarna under 2 dagar, varefter groningen i båda fallen fortsattes i mörker. De »våta, förbelysta» fröproverna (V) gåvo något högre groningsprocenter än de »torra, förbelysta» fröproverna (II). Resultaten kunna bekräfta vissa iakttagelser, som NORDSTRÖM gjorde under sina försök, nämligen att ljusets verkan syntes förstärkas, om fröna vid belysningen voro svällda (jfr. BUSSE, 1925).

I försöksleden X och XI användes mycket små ljusmängder under groningen. En 15-wattslampa tändes var tredje dag under 60 resp. 15 minuter. Även här hade fröernas behandling och tillräkning skett i svagt blått ljus innan de lades till groning. Ett undantag utgör frö nr 7276, som avvingades i dagsljus, men tillräknades i blått ljus. Groningsanalyserna visade, att upprepad belysning under groningen från nämnda svaga ljuskälla under sammanlagda tiderna 3 resp. 3/4 timmar gav en mycket kraftig ökning av groningsprocenten i jämförelse med groning i mörker. Hos de färska fröerna och åtminstone vid 3 timmars belysning voro procenterna likställda med de vid vanlig groningsanalys (I). Deras plantvikter voro dock lägre.

Försöket visade således, att en mycket svag och kortvarig ljusmängd under groningen kunde lämna starkt förhöjd gronings-effekt i jämförelse med groning i mörker, och att groningsprocenten hos vissa frösorтер därvid kunde bli nära maximal.

Det har förut sagts att samtliga analyser hade belysning de 5 sista groningsdagarna. Vi skola till sist i detta avsnitt se hur fröerna förhöllo sig under denna tid, då de kommo från mörker till ljus. I försöksleden VII, VIII och IX bekräftas ytterligare, att fröaldern hade stor betydelse för fröets reaktion vid ljustillförseln. Det färska fröets groningsprocent steg från 4 % till 94 % på 5 dygn. Hos äldre frö gick ökningen långsammare. Ännu en iakttagelse kan påpekas. Fröproverna i försöksleden VII och VIII lågo ju i mörker resp. 8 och 10 dygn och utsattes sedan för ljus under resp. 12 och 10 dygn. Groningsprocenten uppnådde dock icke i något fall samma nivå som vid vanlig groning (I) under 10 dygn. Detta torde orsakas av — som NORDSTRÖM säger med hänvisning till KINZEL (1915) — att vissa frösorтер, som ligga en tid på varm grobädd i mörker, kunna helt eller delvis förlora sin förmåga att reagera vid ljustillgång.

Kap. II. Växthusförsöken

Såddförsöken utfördes i institutets växthus under vårmånaderna mars—maj. Temperaturen i växthuset varierade avsevärt under dygnet och även mellan skilda dagar. Maximitemperaturen var i medeltal ca 22° C och minimitemperaturen ca 8°.

Kottpartierna, ur vilka försöksfröerna tagits, ha klängts på skogsforskningsinstitutet. Omedelbart efter avvingning och rensning hölls fröerna på kärl med lufttäta lock och ställdes till förvaring vid + 5°. Tillräkningen av frösatserna utfördes i svagt blått ljus. Såderna skedde i finsand av homogen beskaffenhet. Vattning utfördes med bestämda mängder och på bestämda tidpunkter. En jämn och i alla grobäddar lika fuktighet eftersträvades i görligaste mån.

Tab. 4. Frömaterialet i växthusförsöken
Seed material used in the greenhouse experiments

Frö nr Seed lot No.	Fröålder år Seed age years	Höjd över havet m Altitude m	Breddgrad Latitude North	Grobarhet e. 10 dygn av matat frö % Germinability of ripened seed after 10 days	Försök nr Experiment No.
3073	3	150	62,5	79	3
4247	1	40	57,4	85	3
4917	0	230	63,6	88	3
6446	1	300	64,4	81	4
6459	1	265	66,7	92	4
7233	0	50	63,0	84	4
7234	0	495	61,7	42	4
8102	0	450	65,8	37	5
8107	0	450	65,6	47	5
8352	0	320	67	8	5
8353	0	—	67	15	5
8354	0	—	67	29	5

Försök nr 3

Prover av tre fröpartier (tab. 4) belystes med direkt solljus in nanför fönster-rutor 13 timmar. Fröna lågo därvid i enkla lager. Andra prover av samma partier förvarades samtidigt i samma rum, förpackade så att ljus icke kunde

Tab. 5. Antalet uppkomna plantor. Medelprocent.
No. germinant seedlings. Mean percentage.

Frö nr Seed lot No.	Behandling Treatment	Efter antal dygn After no. days					
		6	8	10	13	18	20
3073	belyst ¹	0,6	18,4	47,1	56,2	62,2	63,3
3073	obelyst ²	2,3	16,1	36,7	52,2	55,1	55,7
4917	belyst.....	0,6	4,7	21,7	45,9	65,6	68,9
4917	obelyst.....	1,2	3,5	17,1	38,5	61,6	65,3
4247	belyst.....	22,7	44,9	51,7	80,4	92,1	93,2
4247	obelyst.....	25,0	52,9	57,0	81,3	84,7	85,8

¹exposed ²unexposed

nå dem. Antalet frön av dessa sistnämnda fröprover, tillräknades i svagt blått ljus. Omedelbart efter fröprovets utsåning täcktes detta med 5 mm sand.

Resultatet av detta försök (tab. 5) blev, att de solbelysta fröproverna efter 20 dygns groning lämnade i genomsnitt ett något större antal groddplantor än de fröprover, som ej blivit belysta. Skillnaderna äro svagt signifikativa. Någon påtaglig skillnad i groningshastigheten mellan de belysta fröproverna förefanns icke. Fröet nr 4247, från en sydlig breddgrad och med mycket god mognad, skiljer sig betydligt i groningsförloppet från de båda andra fröerna.

Försök nr 4

Undersökningen utfördes som blockförsök med 4 upprepningar. Sådnen skedde i lådor fyllda med sand. Samtliga 7 försöksled voro slumpmässigt placerade i varje låda. På sanden i lådorna lades finmaskiga nylonnät och på dessa ströddes ett 2—3 mm lager sand. På detta sandlager utsåddes fröna i 3 cm breda ränder, varefter de täcktes i enlighet med försöksplanen (se nedan). Alla obelysta frösatser tillräknades i svagt blått ljus. Groningstiden var 40 dygn. Avräkning av uppkomna plantor skedde alla vardagar. Grodden måste vara minst 5 mm för att räknas. Avsikten med sådd på nylonnät var att senare kunna leta rätt på ogrodda och svagt grodda frön för fortsatt studium.

Försöksplanens försöksled

- I Obelyst. Täckning 5 mm med sand.
- II » Ingen täckning. Sand 5 mm påfördes efter 10 dygn.
- III » Täckning med glas. Sand 5 mm påfördes efter 10 dygn.
- IV Belyst Dagsljus 3 dagar före sådden. Täckning 5 mm med sand.
- V » Dagsljus 3 dagar före sådden. Täckning 12 mm med sand.
- VI Obelyst. Täckning 12 mm med sand.
- VII Belyst Ultraviolett ljus före sådden. Täckning 5 mm med sand.

Tab. 6 upptager medeltalet av uppkomna plantor i procent av antalet utsådda, matade frön på de fyra blocken efter 40 dygn.

Medelplantantalet i de sju försöksleden skilde sig i stort sett icke någon gång avsevärt från varandra hos de fyra fröerna. Belysning före sådden ökade icke plantantalet, ej ens hos fröpartiet från ca 500 m. ö. h., efter 40 dygns växttid (jfr. I—IV—VII och V—VI). Hos fröet, som insamlats i närheten av 67:de breddgraden, fanns en viss skillnad (5,6 procentenheter) mellan belyst och obelyst frö. Skillnaden är dock icke signifikativ. I försöksleden V och VI erhöles lika plantantal.

Groddplantutvecklingen i försöksleden, där ingen täckning med sand förekom under de 10 första dyggen (II och III), gick icke likartat. Efter 14 dygns växttid fanns något mer än dubbelt så många plantor i försöksled III som i försöksled II. Det syntes således som om täckningen med glas gynnade groningen och groddarnas tidiga utveckling. — Att så verkligen var förhållandet konstaterades tydligt vid separata försök. — Som förut sagts registrerades temperaturen i växthuset. Därvid noterades även temperaturen i groningsbäddarna under glas. Maximitemperaturen i dessa var i medeltal under försökstiden 1,0° och minimitemperaturen 0,6°C högre än i de öppna groningsbäddarna. Dessutom föreföll fuktigheten vara i första fallet högre än i andra fallet. Groningsbädden under glas gav intryck av drivbänk och bör således ej okritiskt ingå i en jämförelse.

Det kan förefalla egendomligt att de båda sådderna (II och III) utan täckning icke hade fullt lika höga slutresultat som sådden med täckning (I). Orsaken kan möjligen tillskrivas någon liten rubbning i groddutvecklingen genom sandtäckningen 10 dygn efter sådden.

Tab. 6. Antal plantor i procent av antalet utsådda, matade frön.

No. seedlings in per cent of no sown, filled seeds.

Frö nr Seed lot No.	F ö r s ö k s l e d Treatment							
	I	II	III	IV	V	VI	VII	M ¹
6446	75,0	68,1	66,4	76,1	71,8	68,1	72,3	71,1
6459	82,3	73,2	76,8	87,9	82,8	80,3	80,3	80,8
7233	63,3	54,4	56,7	60,3	41,7	50,0	64,4	55,2
7234	31,9	26,9	28,5	26,4	19,2	22,0	24,2	25,6
M	63,6	56,1	57,5	63,4	54,7	56,4	60,8	58,9

¹ Mean value

Täckningsmaterialets tjocklek hade stor betydelse för groddarnas utveckling till groddplantor. Vid 5 mm sandtäckning började nämligen de första groddplantorna skjuta upp ur sanden efter 11 dygn be-

träffande tre av fröerna. Fröet nr 7234 från ca 500 m. ö. h. var långsammare i starten. Det dröjde sålunda 17 dygn innan ett fåtal groddplantor kunde iakttagas. Vid 12 mm sandtäckning syntes början till groddplantor efter 25 dygn hos tre av fröerna, och först efter 30 dygn hos det svagt mogna fröet nr 7234. Skillnaderna i planthöjd mellan de båda såddmetoderna voro dessutom betydande till den tunnare täckningens fördel. Någon påtagbar skillnad i gröningshastighet mellan belyst och obelyst frö fanns icke. Några få groddor från förbelyst frö med 12 mm täckning bröto dock genom sandytan ett par dagar tidigare än hos obelyst frö.

Sådden utfördes som förut sagts på nylonnät. Efter 40 dygn, då alla groddplantor avräknats, togos såddränderna upp och kvarvarande frön skildes från sanden. Återfunna frön hos de tre fröerna nr 6446, 6459 och 7234 röntgenfotograferades varefter de snittades. Därvid mättes i mikroskop embryots längd, antalet grodda frön, vilkas groddor ej hunnit upp över sandytan på 40 dygn räknades, och embryots färg — vit, gul eller grön — registrerades. Återfunna frön hos frö nr 7433 lades till groning i Jacobsens gröningsapparat varvid fröna registrerades enligt avdelningens frökategorier (Huss, 1951).

Största antalet av de frön, som icke grott eller icke bildat avräkningsbara groddplantor, återfunnos i sanden. Högsta antalet ej återfunna sådana frön var 8,8 % av antalet utsådda frön.

Tab. 7. Antalet friska och ruttna frön i procent av återfunna matade frön

No. sound and decayed seeds in per cent of no. filled seeds recovered

Frökategori (embryo) Seed category (embryo)	Försöksled Treatment						
	I	II	III	IV	V	VI	VII
Gula..... Yellow	70	51	51	72	80	85	64
Gröna..... Green	14	32	39	12	4	3	9
Ruttna..... Decayed	16	17	10	16	16	12	27

Om belysningen hade haft en kraftigt stimulerande effekt på fröernas plantbildningsförmåga borde antalet gröna frön (tab. 7), den frökategori i vilken gröningsprocessen hunnit längst, vara högt i försöksledet IV och även i VII i förhållande till försöksled I. Särskilt vid den djupa sådden borde effekten ha framträtt som en betydande skillnad mellan försöksleden V och VI. Men så var icke fallet. Frön med låg gröningsenergi hade i medeltal lika gröningsförlopp antingen de voro belysta eller obelysta. När fröna lågo utan sandtäckning (II och III) i 10 dygn steg antalet gröna frön avsevärt. Förhållandet får säkerligen tillskrivas såddjupets inverkan.

Utan täckmaterial fingo fröna en gynnsammare groningsstart än vid täckning med sand, men en del av dem förmådde dock icke växa igenom den påförda sanden och bilda avräkningsbara groddplantor efter 40 dygn.

Vid snittningen av fröna avlästes i mikroskop embryots och endospermets längd, varvid förhållandet dem emellan gav en viss embryokvot. Några påtagliga skillnader i embryokvot mellan belysta och obelysta fröprov förefunnos icke. Såddjupet däremot påverkade kvoten tydligt. Den djupaste sådden, 12 mm hade den lägsta embryokvoten hos alla tre fröerna. Dessutom konstaterades starkt signifikativa skillnader i embryokvot mellan frö nr 6446 och nr 7234, vilket var helt naturligt med hänsyn till fröernas olika kvalitet.

Av redogörelsen för såddförsöket återstår resultaten av *eftergroningen* hos de svagt- eller ej grodda frön, som återfunnos i sanden på nylonnäten och vilka frön härstammade från fröpartiet nr 7233. Nämda frön lades som förut sagts i Jacobsens groningsapparat, där optimala groningsbetingelser rådde. Resultatet framgår av tab. 8. Antalet groddplantor voro tämligen lika i alla försöksled.

Eftergroningsförsöket säger för övrigt ej mer än att fröpartiet innehöll en del svagare moget eller groningshämmat frö (30—40 %), som icke grodde nöjaktigt i sanden men dock bildade groddplantor, visserligen små och svaga, vid optimala groningsbetingelser beträffande värme, fuktighet och ljus och detta oavsett förbelysning av fröet.

Försök nr 5

Ett tredje såddförsök i växthus utfördes med enbart färska fröer av nordlig proveniens (tab. 4). Enligt NORDSTRÖM (1952) var som förut sagts effekten av förbelysning av frö starkare ju nordligare fröet skördades, och även starkare när fröåldern var låg.

Fröerna nr 8102 och 8107 voro insamlade under senhösten och nr 8252—8254 i slutet av efterföljande vinter. Efter klängning, avvingning och rensning på institutet lades fröerna omedelbart in i kylskåp och mörker. Sådden utfördes med 4 upprepningar. Fröna täcktes med 5 mm sand. Omedelbart före sådden

Tab. 8. Eftergroning hos återfunna frön. Procent av matade frön
Secondary germination of recovered seeds, per cent of filled seeds

Antal groddplantor No. germinant seedlings	Försöksled Treatment						
	I	II	III	IV	V	VI	VII
efter 5 dygn after days	22	30	28	22	28	29	36
efter 10 dygn	86	88	84	82	80	88	93

hade hälften av fröproverna av varje frösor solbelysts under 4 dagar. Tillräkning av obelysta fröantal skedde i svagt blått ljus.

Groningsresultatet började visa sig efter 11 dygn, då de första plantgroddarna stucko upp ur sanden. De kommo dock först efter 16 dygn hos frö nr 8252. Mellan plantantalet av förbelysta och obelysta fröprover funnos i medeltal inga signifikativa skillnader efter 39 dygns groning. Det kan nämnas, att av fröet med den lägsta grobarheten och sämsta mognaden (nr 8252) var antalet plantor exakt lika i de båda försöksleden. Sambandet mellan medelplantan-

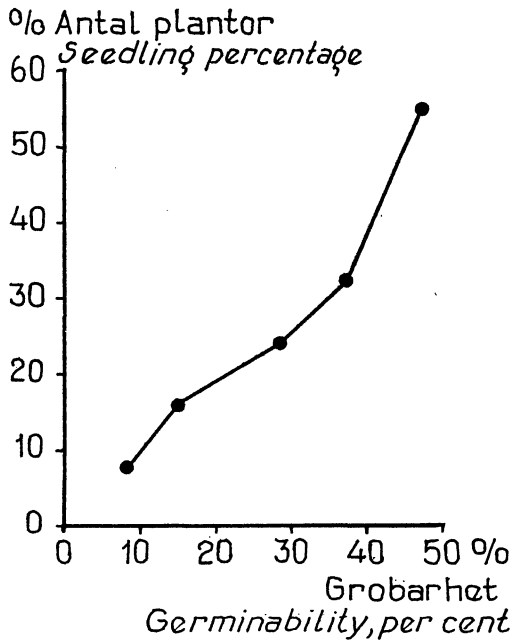


Fig. 1. Färska fröer av nordlig proveniens. Förbelysta och obelysta fröprover lämnade tämligen lika medelplantantal, som höllo sig på ungefär samma nivå som motsvarande groningsprocenter.

Fig. 1. Fresh seed of northerly provenance. Seeds pretreated with light and seeds unexposed to light produced rather equal mean no. seedlings approximately of a magnitude corresponding to germinability.

talen och fröernas groningsprocenter var rätlinjigt (fig. 1). Plantantalen höllo sig på ungefär samma nivå som groningsprocenterna.

Såddförsöket gav alltså vid handen att de använda, svagt mogna, nordliga fröerna grodde lika efter vanlig praktisk behandling som efter en ytterligare förbelysning av fröna. En diskussion om orsakerna härtill följer längre fram i redogörelsen.

Kap. III. Fältförsöken

Effekten av fröets belysning uteblir helt eller till stor del på bördig mark. Den bör framträda starkast på svagt producerande marker och på hög höjd över havet (enl. NORDSTRÖM).

Fältförsöken utfördes som blockförsök i övre Norrland, dels i skogsmark och dels i plantskolor. Tre såddytor utlades inom Arvidsjaur socken på obränd mark av frisk ristyp. Höjden över havet 400—430 m. Jordart moig morän, bonitet VI (Jonson). Plantskoleförsöken anlades i Kulbäcksliden och i Bönträsk vid polcirkeln.

Sådderna i skogsmark

Försök nr 6

Försöksytorna utlades tre år i följd nämligen 1953, 1954 och 1955. Årsmånen varierade avsevärt dessa år. Sommaren 1955 var ju särskilt varm och torr. Förutom sådd med tallfrö gjordes på två av ytorna även försök med granfrö. På *ytan S. 83* användes rutsådd. Fröet nedmyllades lätt med kratta. De belysta fröproverna hade strax före sådden legat i enkla lager i solljus innanför fönsterglas under 2 dagar. På *ytan S. 84* användes spårsådd. Spåren voro ca 10 mm djupa och myllningen 5—8 mm. Förbelysningen av fröet skedde på liknande sätt, dels 1,5 månad före och dels strax före sådden under 3 dagar resp. 2 timmar. På *ytan S. 90* användes också spårsådd. Förbelysningen varade dels 3 dagar i maj och dels 1 dag strax före sådden.

Kottpartierna (tab. 9) klängdes och fröerna behandlades i institutets lokaler. Omedelbart efter avvingning och rensning insattes fröerna till förvaring i lufttäta plåtkärl vid + 5° temperatur. Något ytterligare ljus ha fröerna icke fått före försökens påbörjande. Ljuskvävet som kontrollproverna (obelyst frö) fått kan således sägas vara relativt liten. Någon uppräknings av frösätserna och därmed extra belysning av fröet förekom icke — det rörde sig om relativt stora frö mängder t. ex. ca 15 000 frön per försöksled. I stället användes avdelningens speciella frömått, i vilka medelantalet frön tillräknas för varje fröparti. Övermyllningen av fröet skedde omedelbart efter sådden och så snabbt som möjligt.

Frömaterialen (tab. 9) innehåller frö av olika årgångar. Av gröningsprocenterna att döma äro fröerna med ett undantag av god eller medelgod kvalitet.

Tab. 9. Frömaterialet vid sådderna i skogsmark
Seed material used in sowing experiments on forest sites

Frö nr Seed lot No.	Trädslag Species	Fröålder år Seed age years	Höjd över havet m Altitude m	Breddgrad Latitude North	Grobarhet e. 10 dygn av matat frö % Germinability of ripened seeds after 10 days per cent
1201	tall ¹	7	380	65,1	73
3067	»	4	160	64,2	74
3952	»	2	305	62,5	29
6628	»	0	45	60,2	94
4007	»	4	150	66,0	85
4297	gran ²	2	22	56,9	96
6420	tall	1	60	58,9	94
7433	gran	0	350	64,5	98
7530	»	0	370	65	62

¹ Scots pine ² Norway spruce

Deras mognad och plantbildningsförmåga på friland visade dock betydliga skiljeaktigheter, vilket också framgick av skillnader mellan deras plantvikter (Huss, 1951). Fröerna torde emellertid vara av den kvalitet som allmänt förekommer i praktiken. Särskilt under ogynnsamma betingelser gro en del frö och en del icke. En groningsstimulerande behandling borde således giva sig till känna i plantresultaten.

Resultaten av såddförsöken framgå av tab. 10.

Plantantalen hos sådderna visa i medeltal inga signifikativa skillnader mellan obelyst och belyst frö. Plantavgången var oftast stor, särskilt under den torra sommaren 1955. Vid sådden av ytan S. 90 var marken torr och värmen hög. En stor del av avgången hos tall får dock tillskrivas angrepp av snöskytte, som infann sig efter 3:dje eller 4:de vegetationsperioden. Beroende av en slump eller icke — de sydligare provenienserna synes ha klarat sig sämre än de nordliga mot skyttet (jfr. Björkman 1948). Ytan S. 84 har ett djupt blekjordslager och är särskilt svärföryngrad. Det höga plantantalet av gran första hösten efter sådden decimerades varje år. Slutligen återstod ett mycket litet antal. Rikligt björk uppslag i såddfläckarna dog ut så småningom.

Det kan förefalla överflödigt att även granfrö medtagits i försöken då andra undersökningar, t. ex. BORNEBUSCH (1944), SARVAS (1950) och BERGMAN (1960) visat, att granfröet icke har något särskilt ljusbehov. — Sådderna voro emellertid kombinerade med andra försök.

Fröets eftergroning beror enligt NORDSTRÖM (1953, 1955), sannolikt i viss utsträckning på att en del vitalt frö »ej utsatts för tillräckligt med ljus». Detta problem har särskilt beaktats vid undersökningen. Vi återkomma härtill

Tab. 10. Plantresultaten av säddförsöken i skogsmark
No. seedlings in the sowing experiments on forest sites

Yta nr Plot. No.	Frö nr Seed lot No.	Antal veg- perioder No. growing seasons	Obelyst frö Unexposed seed				Belyst frö Exposed seed			
			plantor av matade frön % seedlings from filled seeds, per cent	plantor eftergrodda % seedlings from secondary germination per cent	o-fläck % blanks per cent	planthöjd cm seedling height cm	plantor av matade frön % seedlings from filled seeds, per cent	plantor eftergrodda % seedlings from secondary germination per cent	o-fläck % blanks per cent	planthöjd cm seedling height cm
S. 83	3952	1	16,9		0		18,1		0	
		2	10,5	1,0	0	2,4	12,0	1,4	0	2,6
		3	9,8		2,0	5,6	12,1		2,0	5,7
	1201	1	35,4		0		34,7		0	
		2	29,9	19,4	0	3,0	27,1	14,4	0	2,7
		3	27,9		3,0	5,6	25,3		3,0	5,0
S. 84	3067	1	53,5		0		49,8		0	
		2	28,7	3,4	0		32,7	3,9	0	
		3	28,4		0	3,7	27,2		0	3,4
	3952	5	16,9		0	10,3	17,4		3,8	9,8
		1	20,3		0		21,2		0	
		2	8,4	0,3	1,2		7,8	0,3	0	
	6628	3	6,3		2,5	3,3	5,9		0	3,4
		5	3,1		17,5	8,3	2,7		21,2	9,2
		1	60,8		0		58,6		0	
	4297	2	19,5	9,0	0		19,1	10,7	0	
		3	13,9		3,8	3,1	13,7		1,2	3,2
		5	2,2		32,5	5,7	1,5		40,0	6,0
S. 90	4007	1	74,0		0		72,9		0	
		2	7,7	2,6	6,2		15,0	0,9	11,2	
		3	1,1		40,0	1,5	2,0		61,2	1,5
	6420	5	0,1		86,7	2,7	0,1		91,2	2,9
		1	37,9		0		31,9		0	
		2	31,0	10,2	1,1		31,3	12,0	0	
	7433	3	25,5		2,2		26,9		0	
		5	13,8		6,7	11,7	15,9		4,5	12,8
		1	17,9		3,3		21,7		6,7	
	7530	2	36,4	29,6	0		37,1	28,6	0	
		3	22,6		0		26,1		1,1	
		5	0,6		63,3	3,5	0,8		64,4	3,9
	7530	1	18,3		13,3		18,5		10,0	
		2	24,4	14,5	1,1		24,1	14,4	0	
		3	12,3		3,3		13,0		0	
	7530	5	6,7		5,6	4,8	7,2		4,4	4,8
		1	14,9		7,8		16,4		5,6	
		2	16,2	7,9	0		15,5	5,6	0	
	7530	3	9,7		1,1		9,7		4,4	
		5	6,8		4,4	5,8	7,5		7,8	5,4

även i ett senare avsnitt. På de anlagda såddytorna förekom mer eller mindre stark eftergroning hos samtliga använda fröer. Någon signifikativ skillnad mellan förbelyst frö och obelyst frö fanns icke. Den höga eftergroningen på S. 90 — den uppgick till i genomsnitt ca 23 % av totala antalet utsådda matade frön — torde till stor del ha berott på årsmånen men även på inre egenskaper hos fröet. De inre egenskapernas betydelse framgår av de stora skillnaderna mellan olika fröer. Anmärkningsvärd är den höga eftergroningen hos det ej ljusbehövande granfröet nr 7433. Antalet plantor av eftergrodda frön anges i procent av antalet matade frön minskat med antalet plantor, som kommit upp efter första vegetationsperioden.

o-fläckarnas (såddfläckar utan plantor) antal visade ingen signifikativ skillnad mellan förbelyst frö och ej belyst frö.

Planthöjden — medeltalet av högsta plantans höjd i såddfläckarna — visade ej heller någon signifikativ skillnad mellan förbelyst frö och ej belyst frö.

Årsmånen syntes icke ha påverkat förhållandet mellan antalet plantor hos belyst frö och obelyst frö.

Sådderna i plantskolor

Vid dessa såddförsök användes liksom vid det föregående beskrivna försöket frö som klängts och behandlats på vanligt praktiskt sätt men dessutom fröprover, som helt behandlats i mörker (vid svagt blått ljus) ända fram till såningstillfället. Det enda vita ljus dessa sistnämnda fröprover således fingo, var dagsljuset under de sekunder det tog att sprida ut dem i såddranden. Frönas täckning med sand skedde alltid snabbt och alltefter som de utsåddes. Försöken anlades som blockförsök dels år 1953 och dels år 1955 i som förut nämnts Kulbäckslidens och Bönträsk's plantskolor. Fröna utspriddes i 5 cm breda såddränder och täcktes med ett 5 mm tjockt sandlager. Ingen vattning förekom. Vid förbelysning utlades fröna alltid i enkla lager. Endast tallfrö användes.

Försök nr 7

Blockförsöket anlades i Kulbäckslidens plantskola i mitten av juni 1953. En vecka före sådden lades prover av de fyra frösorterna i enkla lager och solbelystes under 11 timmar. Endast färska tallfröer — fröåldern 0 år — användes (tab. 11). Tillräkningen av de obelysta fröproverna skedde i svagt blått ljus. Alla prover hade tidigare fått vanlig praktisk behandling.

Försöket hade tre speciella ändamål:

- 1) att utröna skillnader mellan plantantal från belyst och obelyst frö
- 2) att studera eftergroningen.

Sedan plantorna räknats första hösten utfördes en jämn och till plantantal likartad gallring. De genom eftergroning uppkomna plantorna räknades och borttogos vid två skilda tidpunkter under andra vegetationsperioden.

3) att studera plantutvecklingen.

De vid gallringen enkelställda plantorna fingo växa sammanlagt tre vegetationsperioder varefter de grävdes upp och vägdes.

Tab. II. Frömaterialet i plantskolorna
Seed material used in the nurseries

Frö nr Seed lot No.	Frö ålder år Seed age years	Höjd över havet m Altitude m	Breddgrad Latitude North	Grobarhet, e. 10 dygn av matade frön % Germinability of ripened seeds after 10 days, per cent	Frö nr Seed lot No.	Frö ålder år Seed age years	Höjd över havet m Altitude m	Breddgrad Latitude North	Grobarhet, e. 10 dygn av matade frön % Germinability of ripened seeds after 10 days, per cent
898	9	50	63,3	27	6401	1	300	66	94
3067	5	160	64,0	79	6405	1	250	64,2	94
3071	5	350	64	83	6445	1	315	62,7	65
3073	5	150	62,5	85	6446	1	300	64,3	85
4903	2	440	62,5	39	6459	1	265	66,7	93
4912	0 och 2 and	170	64,1	60, 58	7209	0	50	62,2	99
4920	2	240	61,3	83	7216	0	150	64,1	93
4953	0 och 2 and	20	57,5	57, 39	7230	0	30	65,9	98
4975	2	15	56,9	82	7244	0	230	60,2	97
4982	0 och 2 and	250	64,5	55, 49	7276	0	160	57	99
4988	0 och 2 and	40	65	83, 80					

Mellan *medelplantantalen* hos belysta och obelysta fröprover funnos inga signifikativa skillnader. En kraftig effekt av förbelysningen kunde vi ha väntat hos de norrländska fröerna nr 4912 och 4982, enär fröets mognad insamlingsåret var tämligen svag. Så blev emellertid ej fallet.

Eftergroning förekom både hos belyst och obelyst frö. Skillnaden i medelplantantal var liten och icke signifikativ.

Plantutvecklingen efter tre års växttid var i medeltal lika hos plantor från belyst och obelyst frö.

Försök nr 8

Försöket anlades år 1955. Den varma och torra sommaren hade givetvis en viss inverkan på plantantalens storlek särskilt som plantskolorna ju icke vattnades.

Tab. 12. Såddresultaten i Kulbäcksliden

Results of sowing at Kulbäcksliden

Frö nr Seed lot No.	Antal veg.-perioder No. growing seasons	Belyst frö Exposed seed			Obelyst frö Unexposed seed		
		plantor av matade frön % seedlings from filled seeds per cent	plantor efter-grodda % seedlings from secondary germination per cent	plant.-medelvikt g Mean weight of seedlings g	plantor av matade frön % seedlings from filled seeds per cent	plantor efter-grodda % seedlings from secondary germination per cent	plant.-medelvikt g Mean weight of seedlings g
4912	1	13,3			9,1		
	2	24,1	9,6		26,5	15,0	
	3			12,2			11,9
4953	1	25,8			20,1		
	2	29,1	2,8		27,4	2,6	
	3			16,8			17,5
4982	1	27,6			31,1		
	2	29,5	1,4		35,0	3,7	
	3			9,5			10,3
4988	1	39,1			34,5		
	2	43,2	4,0		37,6	4,3	
	3			13,9			12,3
M ¹	2 och 3 and	31,4	4,5	13,1	31,6	6,4	13,0

¹ Mean value

I Kulbäcksliden utsåddes (tab. 11) dels fröprover av fyra årgångar från avdelningens frölager och dels fröprover, som före sådden icke utsatts för dagsljus eller vitt elljus. De hade klängts och behandlats i svagt blått ljus. Dessa prover angivas här som behandling i mörker (tab. 13). I Bönträsk användes endast fröprover, som behandlats i mörker. Ett prov av varje frösorrt förbelystes strax före sådden och ett annat av samma sort förbelystes icke. På grund av den karga skogsmarken i plantskolan, dennas nordliga belägenhet och frömaterialets beskaffenhet räknades med betydande skillnader mellan plantantal från belysta och obelysta fröprover.

Av varje årsskörd uttogos i regel flera frösorrt. Sådderna och förbelysningen utfördes med samma metoder som tidigare beskrivits. Belysningen skedde i sol och dagsljus och varade 3 à 4 dagar.

Såddresultaten (medelplantantalen) efter första och tredje vegetationsperioderna samt antalen plantor från eftergroning efter andra vegetationsperioden framgå av tab. 13.

Frö från lagret. De 5-åriga fröerna visade egendomligt nog en viss skillnad i plantantal mellan belyst och obelyst frö efter en vegetationsperiod. Efter den tredje hade dock en viss utjämning skett. Det är ju så, att de svagaste plantorna ofta dö. Antalet fröprov är emellertid väl litet och skillnaderna i plantantal äro icke signifikativa.

Tab. 13. Medelplantantalen i plantskolorna

Mean no. seedlings in the nurseries

Frö nr Seed lot No.	Belyst frö Exposed seed			Obelyst frö Unexposed seed			Anm. ang. fröbehandling plantskola fröålder m. m. Remarks regarding seed treatment nursery, seed age etc.
	plantor i % av matade frön efter veg.-period no. seedlings in per cent of no. filled seeds after no. growing seasons	efter- grodda % e. veg. period no. seed- lings from second ger- mination after no.		plantor i % av matade frön efter veg.-period no. seedlings in per cent of no. filled seeds after no. growing seasons	efter- grodda % e. veg. period no. seed- lings from second ger- mination after no.		
	I	3	2	I	3	2	
898	12,4	8,7	0	12,1	9,9	0	Frö fr. lager. Kul- bäcksliden. 9 år. Seed storage, 9 years Frö fr. lager. Kulbäcksliden. Seed from storage 5 år (5 years)
3067	46,8	43,1	2,8	43,3	39,3	8,3	
3071	42,2	30,0	2,9	31,3	27,6	3,5	
3073	58,7	46,6	0,7	45,0	40,5	3,2	
M ¹	49,2	39,9	2,1	39,9	35,8	5,0	Frö från lager Kulbäcksliden 2 år (2 years) Seed from storage
4903	5,0	5,0	3,4	6,7	6,5	4,9	
4912	14,4	14,9	4,9	15,7	20,7	9,3	
4920	42,0	41,8	9,7	37,4	39,4	6,7	
4953	24,6	20,4	1,4	27,0	16,3	0,7	
4975	55,0	37,5	5,0	60,1	45,5	4,7	
M	28,2	23,9	4,9	29,4	25,7	5,3	
7216	41,7	38,1	15,9	42,6	44,6	11,1	Frö från lager Kulbäcksliden 0 år (0 years) Seed from storage
7230	57,9	51,9	9,2	50,2	48,8	8,1	
7244	76,1	64,3	9,3	80,4	67,5	13,2	
7276	70,9	60,9	4,6	87,0	59,1	5,2	
M	61,6	53,8	9,8	65,0	55,0	9,4	Fröbehandling i mörker, Kulbäck- sliden, 1 år. (1 year) Seed treated in dark- ness. Seed stored
6405	64,3	60,9	7,1	58,2	55,5	5,3	
6445	27,5	31,1	9,7	29,6	28,0	6,7	
6446	61,3	55,0	7,1	52,0	47,9	6,1	
6459	61,6	54,9	3,9	53,9	49,7	4,7	
M	53,7	50,5	7,0	48,4	45,3	5,7	Fröbehandling i mörker. Kulbäck- sliden. 0 år. (0 year) Seed treated in darkn.
7209	73,2	66,0	5,0	74,1	69,4	17,6	
7230	58,5	52,4	11,5	63,5	56,3	14,8	
M	65,8	59,2	8,2	68,8	62,8	16,2	Fröbehandling i mörker. Bönträsk. 1 år. (1 year) Seed treated in dark- ness. Seed stored.
6401	41,2	35,0	23,1	29,2	40,0	47,4	
6405	38,0	18,6	11,8	29,9	29,9	30,0	
6446	42,4	12,4	13,5	31,0	11,7	8,7	
M	40,5	22,0	16,1	30,0	27,2	28,7	Fröbehandling i mörker. Bönträsk. 0 år. (0 year) Seed treated in darkn.
7216	24,7	31,0	24,9	34,2	24,0	28,5	
7230	25,9	20,2	21,0	29,6	14,6	34,1	
7244	66,5	18,2	3,6	48,1	14,6	16,0	
7276	43,4	12,8	22,7	48,5	8,2	8,5	
M	40,1	20,6	18,0	40,1	15,4	21,8	

¹ Mean value

De 2- och 0-åriga fröerna hade inga signifikativa skillnader i plantantal mellan belyst och obelyst frö varken efter första eller tredje vegetationsperioden.

Fröets eftergroning syntes vara tämligen lika hos belyst och obelyst frö. Inga signifikativa skillnader.

Fröbehandling i mörker. Vid testning av såddresultaten sammanfördes plantantalen av de 1-åriga fröerna i Kulbäcksliden och Bönträsk. Samma sak gjordes med de 0-åriga fröerna.

Skillnaderna rörande medelplantantalen mellan de 2-åriga belysta fröproverna och fröproverna, som helt behandlats i mörker voro signifikativa efter första vegetationsperioden. Efter den tredje hade även här en utjämning ägt rum och förefanns då ingen signifikans.

De 0-åriga fröerna hade i medeltal inga signifikativa skillnader mellan plantantalen från förbelyst frö och frö som behandlats i mörker. Mognaden hos dessa var som förut sagt något bättre än hos de 2-åriga fröerna.

Några påtagliga skillnader i eftergroning funnos icke mellan medeltalen groddplantor från förbelyst och obelyst frö.

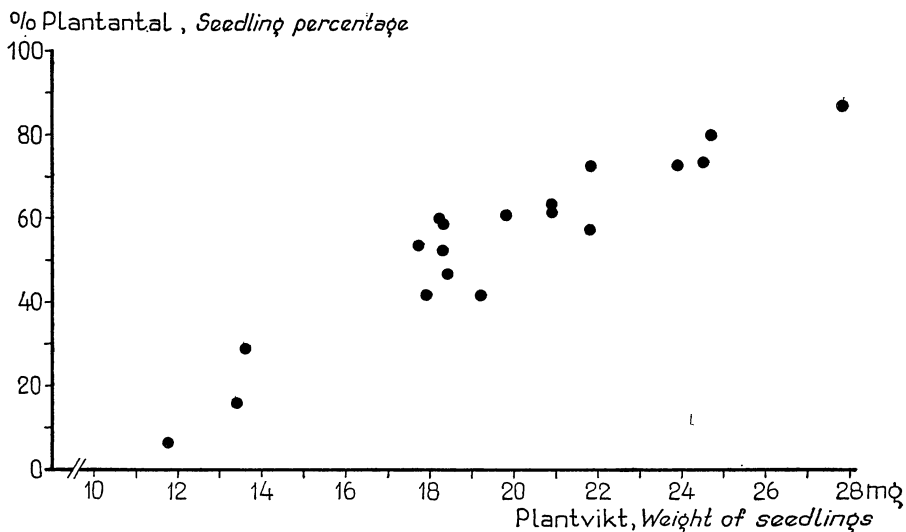


Fig. 2. Sambandet mellan frösorternas plantvikter och motsvarande medelplantantal vid sådd i en plantskola. Förbelysta och obelysta fröprover. Ju mer groddplantorna väga efter 10 dygns groning i Jacobsens groningsapparat desto flera plantor erhållas i regel vid sådd på friland.

Fig. 2. Relationship between seedling weight and mean no. seedlings obtained in seeding experiments in a nursery. Seeds pretreated with light and seeds unexposed to light. The higher the weight of the seedlings after 10 days in the Jacobsen germinator, and more seedlings are obtained when seeds are sown in field conditions.

Fig. 2. visar ett gott samband mellan de i Kulbäcksliden använda, fröernas plantvikter (Huss, 1951) och deras plantantal i procent av matade frön. Ju mer plantorna väga efter 10 dygns groning i Jacobsens apparat desto flera plantor erhålla vi på friland vare sig fröet är förbelyst eller icke.

Vid en del av laboratorie-, växthus- och fältförsöken användes samma frösorter. Mycket stora skillnader mellan plantresultat av groning i ljus och groning i mörker kunde erhållas vid laboratorieförsöken, men när proverna av samma fröer, som helt behandlats i mörker, utsås på friland, försvinna de stora skillnaderna. — Man kunde fråga sig, om solljus förmått tränga igenom täckningslagret och påverkat fröerna i sådan utsträckning att skillnaden i groningshänseende mellan ljusbehandlade och icke ljusbehandlade fröer utjämnats?

Orsakerna till omtalade skiljaktigheter och härmed sammanhängande problem ha studerats av ett stort antal forskare särskilt i utlandet. Fröskalet innehåller groningshämmande ämnen (t. ex. alkaloider), som urlakas i marken, jonkoncentrationen i vattnet kan ha viss betydelse likaså vissa salter, gaser, pH-värden etc. Vi skola här icke ingå på de många faktorer, som kunna upphäva fröets naturliga groningshämning och som kunna verka groningsstimulerande. NORDSTRÖM omnämner dessa förhållanden med hänvisning till bl. a. GASSNER (1915).

Den viktigaste orsaken till vissa nordliga fröers låga plantresultat är emellertid den svaga embryoutvecklingen. En undersökning på avdelningen (Huss, 1956) visade bl. a. att i embryoklass IV erhöles ca 10 gånger så många plantor som i klass II. Från en skrift av SIMAK och GUSTAFSSON (1954) citeras: »Men den huvudsakliga orsaken till den låga groningen är icke ökat ljusbehov av norrlandsfröet utan det förhållandet att det i så stor utsträckning består av embryoklasserna 0—II,...».

Undersökningarna på friland visade:

att den tillförda ljusmängden under den praktiska behandlingen av kotten och fröet var tillräcklig för de använda fröernas maximala plantbildning. En större ljusmängd gav ej större plantantal. ELIASON och HEIT (1940) funno att mycket svagt ljus under groningen var tillräckligt för i det närmaste maximala groningsresultat.

att fröer funnos, som, om intet ljus alls tillfördes dem och om groningsbetingelserna samtidigt voro ogynnsamma, lämnade lägre plantantal än vid belysning av samma fröer. Skillnaderna voro dock icke anmärkningsvärt stora. Den största skillnaden i plantprocent var 12 enheter.

att dessa skillnader i plantantal mellan belyst och helt obelyst frö utjämnades redan efter andra och tredje vegetationsperioden. De svagaste plantorna dukade under först.

Det kan kanske synas som en brist i undersökningsmaterialet, att intet synnerligen omoget frö medtagits i fältförsöken. Orsakerna härtill var till stor del brist på sådana fröer. Fröer med t. ex. 10 % grobarhet förekomma ju ej så allmänt. De böra för övrigt icke användas till praktisk sådd i skogsmark möjligen i enstaka fall i plantskola, ty även om grobarheten kunde höjas genom någon stimulerande metod till 20 eller 30 % ha sådana fröer oftast en mycket ringa plantbildningsförmåga på friland. En stratificering vid låg temperatur eller en ekvibrering av fröet kan tänkas höja plantprocenten. (SIMAK och GUSTAFSSON 1957, LØKEN 1959). Dessutom veta vi ju, att en eftermognad hos fröet vid en lämplig lagring av kotten ofta höjer omogna fröers kvalitet. För övrigt var orsaken också den, att försöken skulle gälla vanligast i praktiken använda frösorter.

Såsom tidigare sagts inträffar det ibland, att särskilt ett eller annat norrlandsfrö har hög groningsprocent, men plantbildningsförmågan kan vara förhållandevis låg. Vi observera NORDSTRÖMS (1953) särskilt omtalade försöksresultat av fröprov nr 6, där han använde frö av till synes mycket god kvalitet. Grobarheten var 91 %. Trots detta blev plantprocenten ej särskilt hög, ca 53 %. En 57 %-ig frösort gav nära lika plantprocent (ca 45 %) i samma försök. Resultatet kan troligen tillskrivas även andra orsaker, t. ex. groningsbetingelserna.

De många fröer i avdelningens lager, som under årens lopp använts på friland, ha givetvis lämnat mycket skiftande plantprocenter. Norrländska fröer av god kvalitet ha många gånger haft groningsprocenter mellan 60—80 % i skogsmark och ända upp till 90 % i ovattnad plantskola. Men fröer, som lämnat låga plantprocenter beroende bl. a. på dålig mognad hos fröet, ha även använts.

En viss kritik av försöken bör till sist anföras. Vi veta, att »vissa iakttagelser tyder på att ljusets verkan förstärkts, om fröna vid belysningen äro svällda» d. v. s. ha upptagit vatten, NORDSTRÖM (1953). Vid förbelysningen av fröerna, då de lågo i enkla lager under 3 dygn, i ett fall (Bönträsk) 4 dygn, registrerades den relativa luftfuktigheten icke. Tidigare undersökningar på avdelningen (HUSS, 1954) visade bl. a., att fröets fuktkvot kan stiga kraftigt på kort tid, när rel. luftfuktigheten är högre än 60 %. Har luftfuktigheten således varit hög under förbelysning kunna vi förmoda, att dessa fröprover gynnats framför de obelysta. För övrigt veta vi icke med säkerhet om och i vilken grad i detta fall den ökade vattenmängden har verkat som en gynnsam, lindrig stöpnig av fröet och ökat groningsförmågan eller om effekten kan helt tillskrivas ljusbehandlingen.

Det har förut sagts om försöksresultaten, att ljustillförseln under fröets praktiska behandling var tillräcklig för maximal groning. Belysningen i olika klänganstalter är skiftande. En ordentlig belysning i lokalen och särskilt på de ställen, där fröna rinna fram i enkla lager, rekommenderas.

Kap. IV. Sammanfattning

Undersökningens huvudsakliga syfte var att kontrollera i vad mån en belysning av tallfröerna i avdelningens för skogsföryngring frölager enligt »NORDSTRÖMS metod», d. v. s. belysning före sådden, påverkade fröernas grobarhet och särskilt plantbildningen vid avdelningens fältförsök. Undersökningen kunde också tänkas få vidgat värde, enär kottens klängning, fröets avvingning, rensning och förvaring sker på likartat sätt som ute i praktiken. En del fröprover handavvingades. Groningsprocent är här antalet grodda frön i procent av antalet matade frön.

Laboratorieförsöken

Försök nr 1 och 2

Ur 8 st. av avdelningens lagrade kottpartier (tab. 1) uttogos av varje parti två prover. Det ena för klängning, fröets behandling och groningsanalys i mörker, det andra för klängning, fröets behandling och groningsanalys på vanligt praktiskt sätt.

Resultaten av groningsförsöken (tab. 2) visade att groningarna i mörker genomgående gingo mycket långsammare än i ljus.

De äldre fröerna syntes i medeltal vara mindre beroende av ljuset för sin groning än de färska fröerna.

När olikåldriga fröer legat till groning i mörker under 15 dygn och sedan utsattes för ljus, reagerade de färska fröerna snabbare för ljus än de äldre.

I försök nr 2 ingår förbelysning av fröerna (»NORDSTRÖMS metod») och belysning under groning under olika tider och med olika ljusstyrkor (tab. 3). Vid förbelysningen fingo fröna ligga i enkla lager bakom fönsterglas under 3 solskensdagar.

Den största förbelysningseffekten erhöles hos det årsfärska fröet (II) vid jämförelse med groning i mörker (IX).

Förbelysningen (II) stimulerade fröet icke i något fall till samma nivå av groningsenergi, som erhöles vid vanlig belysning under groningen (I).

Ultraviolettt ljus på fröet under 1 timme före groningen höjde groningsprocenten väsentligt (VI) i jämförelse med groning i mörker (IX).

Lika höga groningsprocenter som vid vanlig groning (I) erhöles i medeltal då fröerna lågo i mörker 2 dygn på groningsbäddarna och sedan belystes 1 timme per dag eller sammanlagt 12 timmar vid 15 dygns groningstid (III).

Försöket gav för övrigt exempel på, att en mycket svag och kortvarig ljusmängd under groningen kunde lämna starkt förhöjd groningseffekt i jämförelse med groning i mörker och, att hos vissa frösorter därvid groningsprocenten kunde bliva nära maximal. Fröålderns betydelse bekräftades även här.

Växthusförsöken

Försök nr 3, 4 och 5

Förbelysningens effekt på plantbildningen i sand studerades hos 12 fröer (tab. 4) från avdelningens frölager.

Vid ett såddförsök med 3 av dessa fröer erhöles efter 20 dygns groning svagt signifikativa skillnader i groddplantantal från förbelysta och obelysta fröprover. De förra gävo i medeltal ca 9 % fler plantor än de senare. Groningshastigheten var tämligen lika (tab. 5).

I nästa försök användes 4 frösorter (tab. 4). Sådderna skedde på nylonnät varigenom ogrodda och svagt grodda frön kunde återfinnas för fortsatt studium. Fröna täcktes på olika sätt: ingen täckning, täckning med sand 5 eller 12 mm, och täckning med glas. Den sist nämnda metoden syntes kunna lämna missvisande jämförelseresultat. Alla obelysta fröprover tillräknades i svagt blått ljus.

Förbelysningen ökade icke i medeltal plantantalen av ifrågavarande, på vanligt praktiskt sätt behandlade frösorter efter 40 dygns groning.

Fröets täckningsdjup hade stor betydelse för groddarnas utveckling till plantor och för deras höjdtillväxt. (jfr. SARVAS 1950).

Någon påtaglig skillnad i groningshastighet mellan belyst och obelyst frö fanns icke.

Sedan de omtalade nylonnäten tagits upp snittades de i sanden återfunna fröna och sorterades efter sin groningsgrad i tre kategorier: gula, gröna, ruttna (tab. 7). Om belysningen hade haft en kraftigt stimulerande effekt på frönas plantbildningsförmåga, borde antalet gröna frön vara högt i försöksledet IV och även i VII i förhållande till försöksled I. Särskilt vid den djupa frötäckningen borde effekten ha framträtt (mellan V och VI). Men så var icke fallet.

Fröna med låg groningsenergi hade i medeltal lika groningsförlopp antingen de voro förbelysta eller obelysta vid groningen i sand under 40 dygn. Några påtagliga skillnader i embryokvot förefunnos ej heller.

Mellan täckningsdjup och embryokvot däremot fanns ett tydligt samband. Den djupaste täckningen av fröna hade den lägsta embryokvoten.

En viss bekräftelse på likheten i groningsenergi hos frö i de olika försöksleden erhöles, då i sanden återfunna frön av fröpartiet nr 7233 lades till groning

i Jakobsens groningsapparat. Antalen groddar voro tämligen lika i alla försöksled (tab. 8).

Det sista såddförsöket i växthus utfördes med enbart färska, svagt mogna fröer av nordlig proveniens (tab. 4). Resultaten av groningarna i sand blev efter 39 dygn, att fröerna grodde lika efter vanlig praktisk behandling som efter en ytterligare förbelysning av fröna under 4 solskensdagar. Plantantalen höllo sig på ungefär samma nivå som motsvarande groningsprocenter (fig. 1).

Fältförsöken

Försöken utfördes dels i skogsmark och dels i plantskolor.

Sådderna i skogsmark

Tre provytor anlades i lappmarken på marker med låg bonitet och på 400—430 meter över havet. Nio frösorter, 6 av tall och 3 av gran, användes (tab. 9). Försökens ändamål var en jämförelse mellan plantbildningsförmågan under ogynnsamma betingelser hos frö, som behandlats på vanligt praktiskt sätt, och samma frösort som dessutom behandlats med förbelysning. Två sådder utfördes som rutsådd och en som spårsådd. Resultaten framgå av tab. 10.

Medelplantantalen av de belysta fröproverna och de obelysta fröproverna visade inga signifikativa skillnader varken hos tall- eller granfrö. Beträffande granfröets ljusbehov jämför BORNEBUSCH (1944), SARVAS (1950) och BERGMAN (1960).

En viss eftergroning, ibland hög, fanns hos samtliga använda fröer. Någon signifikativ skillnad mellan de eftergrodda medelplantantalen av förbelyst och obelyst frö fanns icke.

o-fläckarnas (såddfläckar utan plantor) antal visade i medeltal ingen signifikativ skillnad mellan förbelyst och obelyst frö. Detsamma var förhållandet beträffande planthöjden. Betydande skillnader i årsmånen syntes ej heller ha påverkat förhållandet mellan plantantalen av de förbelysta och de obelysta fröerna.

Sådderna i plantskolor

Såddförsöken utfördes i två plantskolor, Kulbäcksliden och Bönträsk (intill polcirkeln). Här användes även fröprover som helt behandlats i mörker ända fram till fröets utsåning och täckning. Sammanlagt 21 fröer användes (tab. 11). Plantskolorna vattnades icke.

Försök nr 7 och 8

I det första såddförsöket användes endast färska fröer med tämligen svag frömodnad. Fröbehandling på vanligt praktiskt sätt. Resultaten framgå av tab. 12.

Mellan medelplantantalen av förbelysta och obelysta fröprover funnos inga signifikativa skillnader, ej ens hos de nordliga provenienserna.

Eftergroning förekom både hos förbelyst och obelyst frö. Skillnaden i medelplantantal var liten och icke signifikativ.

Plantutvecklingen, som bestämdes genom plantornas uppgrävning och vägning efter tre års växttid, var i medeltal lika hos plantor från förbelyst och obelyst frö.

I det andra försöket användes även fröprover, som behandlats endast i svagt blått ljus ända till såningstillfället. Dessa försök benämnas här fröbehandling i mörker. Resultaten framgå av tab. 13.

Frö från lager

Ingen av de tre fröåldrarna hade signifikativa skillnader i medelplantantal från belyst och obelyst frö. Förbelysningen syntes icke ha påverkat fröernas eftergroning.

Fröbehandling i mörker

Skillnaderna mellan medelplantantalen från de 2-åriga, belysta fröproverna och fröproverna, som helt behandlats i mörker voro signifikativa efter första vegetationsperioden. Efter den tredje hade en utjämning ägt rum och förefanns då ingen signifikans.

De o-åriga fröerna hade i medeltal inga signifikativa skillnader mellan plantantalen från belyst frö och frö, som behandlats i mörker.

Några påtagliga skillnader i eftergroning funnos icke mellan medeltalen groddplantor från belyst och obelyst frö.

Mycket stora skillnader mellan plantresultat av groning i ljus och groning i mörker kunde erhållas vid laboratorieförsöken, men när proverna av samma fröer, som helt behandlats i mörker, utsås på friland försvinner de stora skillnaderna. Många forskare ha studerat och sökt förklara en mångfald av orsakerna till dessa förhållanden.

Undersökningarna på friland visade i huvudsak:

att den tillförda ljusmängden under den praktiska behandlingen av kotten och fröet var tillräcklig för de använda fröernas maximala plantbildning:

att fröer funnos, som vid behandling i mörker och under ogynnsamma groningsbetingelser, lämnade lägre plantantal än vid en viss belysning av samma fröer. Skillnaderna voro dock icke anmärkningsvärt stora.

att dessa skillnader i plantantal mellan belyst och helt obelyst frö utjämnades redan efter andra och tredje vegetationsperioden.

Som en säkerhetsåtgärd och med särskild tanke på omoget frö rekommenderas till sist en ordentlig belysning i klänganstalernas lokaler och särskilt på ställen där fröna passera i enkla lager.

Litteratur

- BERGMAN, F., 1960. Försök att öka gröningsenergin och grobarheten hos skogsfrö. — Sv. skogsv.-fören. tidskrift.
- BJÖRKMAN, E., 1948. Studier över snöskyttesvampens (*Phacidium infestans* Karst.) biologi samt metoder för snöskyttets bekämpande. — Medd. fr. Statens skogsforskningsinstitut, Bd 37:2.
- BORNEBUSCH, C. H., 1944. Opbevaring av Rødgran- og Sitkagranfrø. — Dansk Skovforenings Tidsskrift.
- BUSSE, W., 1925. Die Keimung des Tabaksamens in ihren Beziehungen zum Licht. — Zeitschrift für Botanik. Bd 18:2.
- ELIASON, E. J. and HEIT, C. E., 1940. The Effect of Light and Temperature on the Dormancy of Scotch Pine Seed. — Proceedings of the Association of official Seed Analysts of North America.
- GOSSNER, G., 1915. Über die Keimungsauslösende Wirkung der Sticksloffsatze auf lichtempfindliche Samen, — Jahrbücher für wissenschaftliche Botanik, Bd 55.
- 1915. Beiträge zur Frage der Lichtkeimung. — Zeitschrift für Botanik, Jahrg. 7:10.
- HUSS, E., 1951. Skogsforskningsinstitutets metodik vid fröundersökningar. — Medd. fr. Statens skogsforskningsinstitut., Bd 40:6.
- 1954. Undersökningar över vattenhaltens betydelse för barrträdsfröets kvalitet vid förvaring. — Medd. fr. Statens skogsforskningsinstitut., Bd 44:7.
- 1956. Om barrskogfröets kvalitet och andra på såddresultat inverkan faktorer. — Medd. fr. Statens skogsforskningsinstitut., Bd 46:9.
- JENSEN, C., 1941. Kan Frø ved Lysbehandling bevare Spireevnen en længere Aarrække end normalt? — København.
- 1942. Über die Möglichkeit, mit Hilfe von Lichtbehandlung die Keimfähigkeit von Samen zu verlängern. — Zeitschr. f. Botanik, 37.
- KINZEL, W., 1915. Frost und Licht als beeinflussende Kräfte bei der Samenkeimung. — Stuttgart.
- LØKEN, A., 1959. Spireforsøk i kjølerom. — Medd. fra Vestlandets forstlige forsøksstasjon.
- NORDSTRÖM, L., 1952. Fröfrågan i Norrlands höjdlägen. — Skogen nr 10.
- 1953. Vår försörjning med tallfrö med särskild hänsyn tagen till Norrlands höjdlägen. — Norrl. skogsv.-förb. tidskrift., I.
- 1955. Om eftergroning hos tallfrö. — Sv. skogsv.-fören. tidskrift.
- SARVAS, R., 1950. Effect of light on the germination of forest tree seeds. — Oikos, vol. 2, Fasc. 1.
- SCHMIDT, W., 1930. Unsere Kenntnis vom Forstsaatgut. — Berlin.
- SIMAK, M. och GUSTAFSSON, Å., 1954. Fröbeskaffenheten hos moderträd och ympar av tall. — Medd. fr. Statens skogsforskningsinstitut., Bd 44:2.
- 1959. Röntgenanalys och det norrländska tallfröets kvalitetsförbättring. — Statens skogsforskningsinstitut., Serien uppsatser — Nr 74.

Summary

Investigations of the Light Requirements of Scots Pine seed

(*Pinus silvestris*)

The main purpose of the investigation was to explore the influence of pre-sowing sunlight exposure (acc. NORDSTRÖM) on the germinability of Scots pine seed and particularly on the development of seedlings in field experiments conducted by the department. The value of the investigation should be enhanced since cone processing, seed dewinging, cleaning and storage were arranged in agreement with practice. Some seed samples were dewinged by hand. Germinability is expressed by no. seeds germinated in per cent of no. seeds filled.

The laboratory experiments

Experiment Nos. 1 and 2.

Two samples were taken from each of eight cone lots stored at the Deptm. (Table 1). One sample was used for extraction, seed treatment and germination tests in darkness, the other sample was handled in light in the common, practical way.

The results of the germination experiments (Table 2) showed that germination in darkness consistently proceeded much slower than in light.

The aged seeds generally seemed to be less dependent on light for their germination than the fresh seeds.

After uneven-aged seeds had been kept in germination in darkness for 15 days, the fresh seeds reacted to light faster than did the aged seeds.

Pretreatment of seeds with light (acc. NORDSTRÖM) and exposure of seeds during germination for various lengths of time and to various intensities of light (Table 3) were tried in experiment No. 2. During pretreatment with light, the seeds were kept in single layers under window glass for three sunlit days.

The greatest effect of pretreatment with light was recorded for recently harvested seeds (II) when the seed lots were tested by germination in darkness (IX).

In no case did pretreatment (II) stimulate the seed to the extent obtained by ordinary germination (I).

Exposure to ultra violet light for one hour before the germination test raised germinability essentially (VI) above that obtained in darkness (IX).

Germinability equalling that obtained by ordinary germination (I) was generally recorded when the seeds were kept in darkness on the germination beds for two days before being exposed to light one hour per day, or totally 12 hours for a 15-day test (III).

The experiments further showed that a very weak and short-lasting light exposure during germination could produce greatly raised effect in comparison with germination in darkness and in some seeds even to near maximum germinability. The importance of seed age was again confirmed.

The greenhouse experiments

Experiment Nos. 3, 4 and 5.

The effect of pretreatment with light on the development of seedlings in sand was studied for 12 seed lots (Table 4) selected from the storage of the regeneration department.

Slightly significant differences between pretreated and unexposed seed lots with respect to no. germinant seedlings were obtained for three of the seed lots after 20 days germination in a sowing experiment. Exposure to light produced a mean value about 9 per cent higher than that obtained with the latter treatment. The rates of germination were rather equal (Table 5).

Four seed lots were used in the following experiment (Table 4). Sowing was arranged on nylon nets to enable the recovery of ungerminated and poorly germinated seeds for continued studies. The seeds were covered in various ways: no cover, cover with sand to 5 mm or 12 mm, and cover with glass. The method last mentioned seemed to produce erratic results of comparison, however. All seeds not exposed to light were counted in weak, blue light.

Pretreatment with light did not raise the mean no. seedlings after 40 days germination for the seed lots treated in the ordinary, practical way. The depth of the seed cover appeared to be of great importance for the development and height growth of the germinants prior to the seedling stage (cf. SARVAS, 1950).

No appreciable difference in rate of germination between exposed and unexposed seed could be detected.

After the nylon nets had been removed, the seeds recovered from the sand were cut and sorted according to germination stage in three categories: yellow, green, and decayed seeds (Table 7). If the exposure to light had influenced the seedling development strongly, the no. green seeds should be high in both the treatments IV and VII in relation to that in treatment I. The effect should then appear particularly for seeds germinating under deep cover (V and VI). So was not the case, however.

Seeds with low germination energy generally had equal course of germination during 40 days whether pretreated with light or unexposed. Nor were any appreciable differences in embryo ratio found.

A clear relationship, however, was found between depth of cover and embryo ratio. The deepest seed cover produced the lowest embryo ratio.

The similarity of germination energy between the seed lots used in the various treatments was confirmed when seeds of lot No. 7233 recovered from the sand were put in the Jacobsen germinator. The no. germinants was rather equal for all the treatments (Table 8).

The last sowing experiment in the greenhouse concerned only fresh, weakly ripened seeds of a northerly origin (Table 4). Tests in sand showed after 39 days that germinability was equal for seeds with ordinary, practical treatment and seeds with an additional pretreatment with sunlight for four days. Generally, the no. germinants was of the same magnitude as corresponding germinability in per cent (Fig. 1).

Field experiments

The experiments were carried out on forest sites and in nurseries.

Sowing experiments on forest sites.

The experimental plots were established in the interior of the province of Lapp-land on low quality sites located at an altitude of 400—430 m. Nine seed lots, six of Scots pine and three of Norway spruce, were used (Table 9). The purpose of the experiments was a comparison between seeds treated in the ordinary way and seeds pretreated with light concerning seedling development under unfavourable conditions. Two sowing experiments were carried out in spots and one experiment in drills. The results are presented in Table 10. No significant differences between the exposed seed lots and the unexposed seed lots were obtained with respect to the mean no. seedlings developed either in Scots pine or Norway spruce. The light requirements of Norway spruce seed have also been discussed by BORNEBUSCH (1944) and SARVAS (1950).

Some secondary germination, occasionally high, occurred in all the seed lots. No significant difference between the pretreated seeds and the unexposed seeds was obtained with respect to no. seedlings obtained by secondary germination.

The frequency of blanks (sown spots without seedlings) generally showed no significant difference between pretreated and unexposed seeds. This was also the case with respect to seedling height. Nor did considerable differences in weather seem to effect the relationship between no. seedlings developed from pretreated seeds and that from unexposed seeds.

Sowing experiments in nurseries

Sowing experiments were carried out in two nurseries (at Kulbäcksliden and at Bönträsk, the latter locality close to the Arctic Circle), where seed material entirely treated in darkness before sowing and covering was also used. A total of 21 seed lots were observed (Table II). The nurseries were not watered.

Experiment Nos. 7 and 8.

In the first sowing experiment only fresh seed with rather low degree of ripeness was used after treatment in the ordinary, practical way. The results are shown in Table 12.

No significant differences between pretreated seeds and unexposed seeds were obtained with respect to the mean no. seedlings, not even for seed lots with northerly origin.

Both pretreated and unexposed seeds produced secondary germination. Difference in the mean no. seedlings was slight and non-significant.

The seedling development expressed by weight, was generally equal for seedlings developed from pretreated seeds and those from unexposed seeds.

In the second experiment seed lots entirely handled in weak, blue light before sowing were also used. These experiments are here called seed treatment in darkness. The results are shown in Table 13.

Seeds from storage

No significant differences between exposed seeds and unexposed seeds were found concerning the mean no. seedlings developed from seeds of various ages. Pretreatment in light did not seem to affect the secondary germination of the seeds.

Seed treatment in darkness

Differences between the 2-year-old exposed seed lots and the seed lots entirely handled in darkness with respect to the mean no. seedlings developed were signi-

ficant after the first growing season. After the third growing season differences had been compensated to show no significance.

Fresh seed material generally showed no significant differences between seeds exposed to light and seeds treated in darkness with respect to the no. seedlings developed.

No appreciable differences between exposed seeds and unexposed seeds were found with respect to the mean no. germinants produced by secondary germination.

Although very large differences in the no. seedlings developed after germination in light and in darkness could be obtained at the laboratory experiments, no great differences appeared when samples from the same seed lots were entirely treated in darkness and sown in open soil. Many research workers have studied and tried to explain a great many of the reasons for these circumstances.

Experiments conducted in open soil mainly showed the following results.

Light supplied during the practical treatment of cones and seed was sufficient to produce maximum development and no. seedlings.

After treatment in darkness and under unfavourable germination conditions some seed lots produced a lower no. seedlings than that obtained after the same seed lots had been exposed to light. Differences, however, were not appreciable.

These differences in no. seedlings between exposed seeds and entirely unexposed seeds were compensated already after the second and third growing seasons.

Yet it is finally recommended as a security measure, particularly with respect to unripened seeds to give ample exposure to light in the extractory, especially in places where the seeds are conveyed in a single layer.