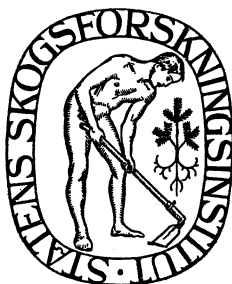


OM EN SNABBMETOD  
FÖR GROBARHETSBESTÄMNING AV  
TALL- OCH GRANFRÖ

*A QUICK METHOD OF DETERMINING THE GERMINABILITY  
OF PINE AND SPRUCE SEED*

AV

LARS TIRÉN



---

MEDDELANDEN FRÅN STATENS SKOGSFORSKNINGSINSTITUT  
BAND 37 · Nr 5

---

Centraltr., Esselte, Stockholm 48

840580



*Lars Tirén*

## Om en snabbmetod för grobarhetsbestämning av tall- och granfrö.

Med här framlagda undersökningar har främst åsyftats att möjliggöra en inskränkning av tidsåtgången för grobarhetsbestämningar, vilka utföras för att tjäna praktiska ändamål. Under arbetet härmed befanns det emellertid önskvärt att även uppmärksamma provtagningsmetoderna för barrträdsfrö. Vid de nämnda undersökningarna har författaren haft förmånen att få samarbeta med Statens Centrala Frökontrollanstalt, som visat stort intresse för undersökningarna i fråga och på många sätt gynnat desamma. Härför framgår författaren sin stora tacksamhet. Förf. vill därjämte framföra ett tack till jägmästaren EINAR HUSS för värdefulla påpekanden och idérika förslag i samband med materialets genomprövning samt till fil. lic. B. MATÉRN för givande diskussioner av matematisk-statistiska frågor.

För fröundersökningarna vid Statens Centrala Frökontrollanstalt med underställda filialer och lokala anstalter har Kungl. Lantbruksstyrelsen utfärdat vissa bestämmelser (Kungl. Lantbruksstyrelsens kungörelser m. m. rörande jordbruk och fiske, nr 12, 1932). Dessa ha väsentligen utformats med hänsyn till undersökning av frön från sädesväxter, vallväxter, rotfrukts- och köksväxter m. m. I flera hänseenden tillämpas bestämmelserna emellertid även på barrträdsfrö, varför en orienterande redogörelse för några av de viktigaste torde kunna påräkna intresse i detta sammanhang. Framställningen ansluter sig därvid nära, delvis ordagrant, till kungörelsen i fråga.

### I. Om vissa vid fröundersökning gällande bestämmelser.

Den första åtgärden vid fröundersökning består vanligen i uttagning av ett mindre för undersökning avsett fröprov ur ett större fröparti. Som allmän regel gäller, att detta prov måste uttagas med sådan noggrannhet att det utgör ett »verkligt medelprov» av hela partiet. Detta kan med större eller mindre

approximation ske på många sätt, beroende bland annat på fröpartiets storlek och förpackningssättet.

Om endast grobarhetsundersökning avses, bör vikten av det till frökontrollanstalten insända provet i fråga om tall- och granfrö vara 25—50 gram.

Ur detta fröprov uttagas smärre prov för bestämning av renhetsgrad och grobarhet. De smärre proven skola därvid utgöra verkliga uttryck för det större provets beskaffenhet.

Vissa svårigheter äro naturligtvis oundvikliga, då ur ett parti om hundratusentals frön några hundra skola uttagas så, att de riktigt representera det hela. Härmed har man att söka komma till rätta genom lämpliga dispositioner, som kunna nedbringa svårigheterna till rimliga proportioner.

Bestämning av renhetsgrad åsyftar att genom sortering, som vanligen sker för hand, särskilja främmande beståndsdelar från rent frö. Denna sortering utföres alltid före groningsanalys, även om särskild uppgift om renhetsgraden icke begäres eller lämnas. Rent frö och främmande beståndsdelar angivas i viktprocent av varan. Till rent frö räknas alla »fullt utvecklade, oskadade frön av ifrågavarande växtslag samt sådana skadade, svagt grodda eller mindre väl utvecklade frön av samma växtslag, vilka synas hava möjlighet att lämna normala groddar».

Till främmande beståndsdelar räknas främmande gagnväxtfrö, ogräsfrö och avfall, såsom delar av växter och frön, jord, sand samt väsentligt skadade frön av det fröslaget, som är föremål för undersökning.<sup>1</sup>

För fastställande av grobarheten hos barrträdsfrö avräknas utan urval av rent frö 400 frön i fyra satser om vardera 100 frön. Dessa fyra satser läggas var för sig till groning i den s. k. Jacobsenska groningsapparaten. Groningen sker under ljustillträde. Temperaturen på Frökontrollanstaltens fröbäddar är kl. 8 på morgonen + 18 à 20° C, stiger inom ett par timmar till 26° och sjunker därefter långsamt tillbaka till 18 à 20°.

Såsom grodda frön räknas endast sådana frön, som utvecklats normala groddar. Därvid förstås med normala groddar sådana, som vid makroskopisk undersökning visa sig ha »normalt utvecklade och fastsittande huvudrötter, stamdelar och hjärtblad och icke visa tydliga tecken till förruttelse å någon av groddens delar». Groddar som förlorat smärre delar av hjärtbladen räknas såsom normala groddar, för så vitt stamknoppen är bibehållen och groddens övriga delar äro oskadade.

Svällda men ej grodda frön, som vid groningstidens slut kvarligga på groningsbäddarna och vid noggrann undersökning av växtämnet (genom snitt-

<sup>1</sup> Tall- och granfrö, som skadats av insekter, vilket ofta endast ger sig till känna genom ett litet hål i fröskalet, hänföres, då det upptäckes, vanligen till avfall. Vid vissa av statens skogsforskningsinstitut utförda undersökningar medfölja dylika vanligen tomma frön till groningsbäddarna. Då så erfordras, göras därvid särskilda undersökningar över antalet i insektsskadade frön.

ning av varje frö) befinnas vara fullt friska, angivas såsom friska, ej grodda frön.

Hårda frön uppträda hos baljväxter. De svälla icke på grund av skalens hårdhet.

Övriga frön registreras såsom döda eller eljest värdelösa frön.

Till sistnämnda kategori hänföres dels s. k. abnorma groddar, dels brutna groddar.

De »brutna groddarna» kunna i detta sammanhang lämnas å sido, då de företrädesvis uppträda hos vallbaljväxter.

Abnorma groddar äro sådana, »som förlorat något eller några av sina livsviktiga organ eller till följd av bristande livskraft, angrepp av parasiter o. s. v. på ett tidigt stadium inställa tillväxten på groningsbäddarna, och som därför ej kunna tänkas giva upphov till livsdugliga plantor». Vissa detaljbestämmelser rörande abnorma groddar förbigås här med omnämnande av deras förekomst.

På särskild begäran kan det döda eller eljest värdelösa fröet närmare specificeras, vilket bland annat ur vetenskaplig synpunkt ofta kan vara av värde. Det fördelas då på abnorma groddar, ruttna frön och tomt frö. De två sistnämnda kategorierna särskiljas efter groningstidens slut genom snittning av varje på groningsbäddarna kvarliggande ogrodd frö.

Groningstidens längd varierar för olika trädslag mellan 21 och 30 dygn. För tall- och granfrö tillämpas en groningstid av 30 dygn.

Med fröets groningshastighet avses enligt bestämmelserna procenttalet frön, som grodd under en viss första del av den för fröslaget fastställda undersökningstiden för bestämmande av grobarheten. Tall- och granfröets groningshastighet anges sålunda av procenttalet under de första 10 dygnen grodda fröna.

Tusenkornvikten (1 000-kornvikten) utgör vikten i gram av 1 000 frön i vid mottagandet befintligt skick. Den bestämmas på 400 frön, avräknade utan urval av det rena fröet.

Av de frågor, som vidrörts i ovanstående orienterande översikt över några gällande regler och bestämmelser rörande fröundersökning, är det företrädesvis två, som i detta sammanhang förtjäna särskild uppmärksamhet, nämligen provtagningen och grobarhetsbestämningen.

## 2. Om provtagning av tall- och granfrö.

Det vid kottklängning utfallande fröet består av frökorn med väsentligt olika storlek, tyngd och groningsförmåga. Alla dessa egenskaper variera icke endast från bestånd till bestånd och från träd till träd utan även från kotte till kotte och till och med från plats till plats inom en och samma kotte. Denna variation medför, att olämpliga provtagningsmetoder kunna försaka

en ensidig sortering, varigenom betydande systematiska fel lätt kunna uppstå. Dessutom öka mindre goda provtagningsmetoder ofta den tillfälliga spridningen mellan olika parallellprov.

Vid statens skogsforskningsinstituts fröundersökningar har i flera olika sammanhang, som nedan närmare exemplifieras, betydelsen av effektiva och omsorgsfullt genomförda provtagningsmetoder kunnat påvisas. Det systematiska provtagningsfelet har visat sig bero icke endast på den använda provtagningsmetoden och fröpartiets beskaffenhet utan i vissa fall även på fröpartiets absoluta storlek, förvaringssättet och behandlingen i övrigt. Sedan förekomsten av provtagningsfel vid de använda metoderna ställts utom tvivel, ägnades arbetet helt åt att framställa en för institutets fröundersökningar användbar, fullt tillförlitlig provtagningsmetod. Därvid avsågs främst provtagning ur smärre fröprov om några tiotal gram. Sedermera konstruerades en enkel apparat, som möjliggör representativ provtagning även ur större partier.

Provtagningssvårigheterna i fråga om barrträdsfröet bero till väsentlig del på förekomsten av tomfrö och frön med svagt utvecklade frövit. Tomfröet är lättare och har större rörlighet än det matade fröet. Vid olika operationer med fröet förorsakar detta ofta en icke önskvärd sortering eller skiktning av frömassan. Skiktningen framträder mer eller mindre starkt i flera olika sammanhang, varpå här skall nämnas några exempel.

Smärre fröprover om 5—30 gram, som förvaras i glasbägare eller flaskor, visa stark sorteringsförmåga. Frö, som upphämtas ur bägaren med ett litet frömått, har vid upprepade undersökningar visat sig ge för hög 1 000-kornvikt vid jämförelse med den sanna 1 000-kornvikten, erhållen efter exakt uppräknings av alla frökorn i provet. Vid uthållning av små kvantiteter frö ur bägaren erhålles för låg 1 000-kornvikt. I båda fallen äro differenserna vanligen signifikativa, d. v. s. de kunna blott med viss ringa grad av sannolikhet tänkas vara förorsakade endast av den tillfälliga variationen.<sup>1</sup>

Vid uppräknings av prov om 100 frön brukas både vid Centrala Frökontrollanstalten och vid skogsforskningsinstitutet en räkneskiva med 100 små hål, genom vilka en luftström suges (fig. 1). Då frö hålles på skivan, suges ett frö fast i varje hål. Därvid fastnar emellertid tomfrö mycket lättare än det tyngre, matade fröet, varigenom betydande fel kunna uppstå. Felmöjligheterna äro stora för fröprover, som bestå av en blandning av matat och tomt frö, men äro obetydliga för prover av enbart matat eller enbart tomt frö. Undersökning av ett antal fröprover med exakt känd sammansättning och 1 000-kornvikt visade, att den med räkneskivan enligt rutinmetoden bestämda 1 000-korn-

<sup>1</sup> Om denna sannolikhet,  $P$ , är lika med eller mindre än 0,05, men större än 0,01, betecknas kvoten mellan differensen och dess medelfel med  $t^*$ . Om  $P$  är lika med eller mindre än 0,01, betecknas den med  $t^{**}$ . I förra fallet anses differensen vara signifikativ, i det senare fallet starkt signifikativ. Ibland förekommer även beteckningen  $t^{***}$ , som motsvarar  $P$  lika med eller mindre än 0,001. Jfr Bonnier-Tedin, 1940.

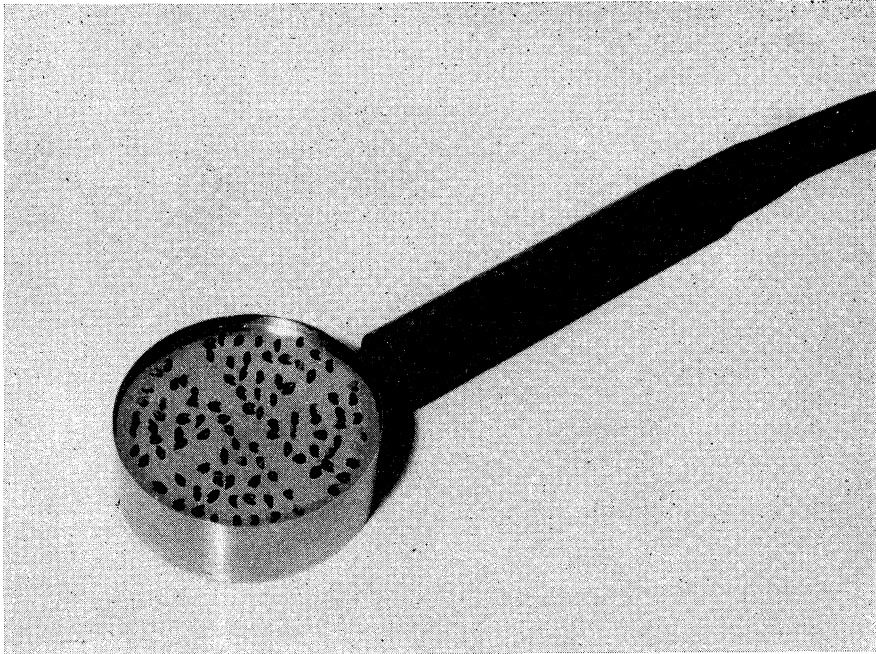


Fig. 1. Fröräkningsapparat.  
Seed counting apparatus.

vikten utföll för lågt och att den i procent av det sanna värdet utgjorde för prover med:

Enbart tomfrö:	99—101 %
25 % »	75— 82 %
50 % »	79— 96 %
75 % »	88— 94 %
Enbart matat frö:	98—104 %

Frö, som en tid förvarats i stora fat, har också visat sig kunna undergå en viss sortering. Vid provtagning från ytan, centrum och botten av med frö fyllda bensinfat ha signifikativa differenser, varierande från några få upp till ett tiotal procent, i flera fall faststälts.

Även vid användning av de i Lantbruksstyrelsens kungörelse närmare beskrivna, i och för sig invändningsfria, provtagningsmetoderna uppstå vid rutinmässig tillämpning systematiska fel. Som exempel härpå kunna här ovan nyss anförda siffror tjäna. För ytterligare kontroll undersöktes 1 000-kornvikten hos 31 tallfröprover och 49 granfröprover dels med rutinmetod, dels med nedan beskrivna från systematiska fel befriade metod. Differenserna blevo

starkt signifikativa med  $t = 4,38^{***}$  resp.  $t = 6,02^{***}$ . Av synnerlig betydelse är att det systematiska felet, som förut varit negativt, nu genomgående var positivt. Detta tyder på förekomsten av subjektiva moment vid provtagningen.

För att ge en föreställning om vilket inflytande en felaktig provtagningsmetod kan ha på 1 000-kornvikten och groningsprocenten återgives i fig. 2 ett exempel på sambandet mellan avvikelsen mellan två bestämningar av 1 000-kornvikten hos samma fröprov och motsvarande avvikelse mellan groningsprocenterna efter 30 dygn.

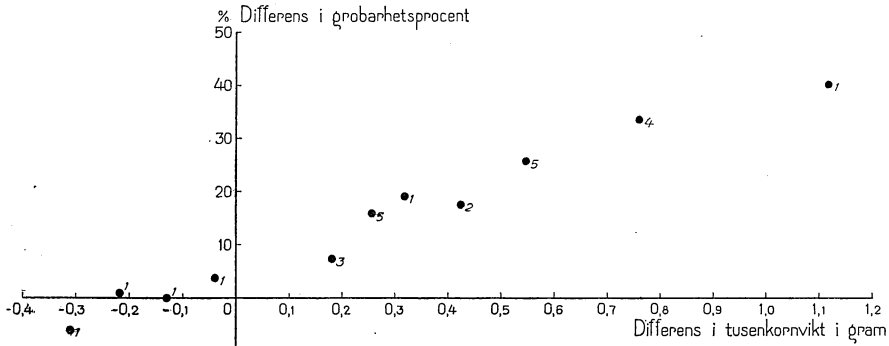


Fig. 2. Skillnaden mellan två bestämningar av 1 000-kornsvikten å samma fröprov (x) och motsvarande skillnad mellan groningsprocenterna efter 30 dygn (y).

The difference between two determinations of the 1 000-seed weight of the same seed sample (x) and the corresponding difference between the germination percentages after 30 days (y).

Det systematiska felets orsaker torde vara två, nämligen dels räkneskivans förut omnämnda selektionstendens, dels de subjektiva valmöjligheterna vid tillräkningen av det för undersökning erforderliga fröprovet. Detta bör för vikt- och grobarhetsbestämningar vara 400 frökorn, men enligt praxis tillräknas för hand ett större antal. Därigenom uppstå förutsättningarna för att de båda felkällorna skola kunna göra sig gällande.

Räkneskivan är ett utmärkt hjälpmedel vid fröundersökningar, och det vore av praktiska skäl önskvärdt att man kunde bibehålla detta arbetsbesparande redskap. Det låter sig också göra, om man vidtager vissa enkla förändringar med provtagningsmetoden i övrigt.

De nödvändiga förändringarna torde framgå av följande beskrivning av den vid skogsforskningsinstitutet tillämpade provtagningsmetodiken.

Ur större fröpartier avskiljes ett representativt, mindre stickprov om ca 20 gram. Därvid användes den i fig. 3 avbildade apparaten, som fungerar på följande sätt. Fröet slås i den övre behållaren och får i en jämn stråle rinna genom pipen ned i den undre behållaren. Under tiden föres den lilla bägaren med jämna mellanrum fram och tillbaka genom fröstrålen. När allt frö runnit igenom har man i bägaren ett litet, strikt representativt prov av

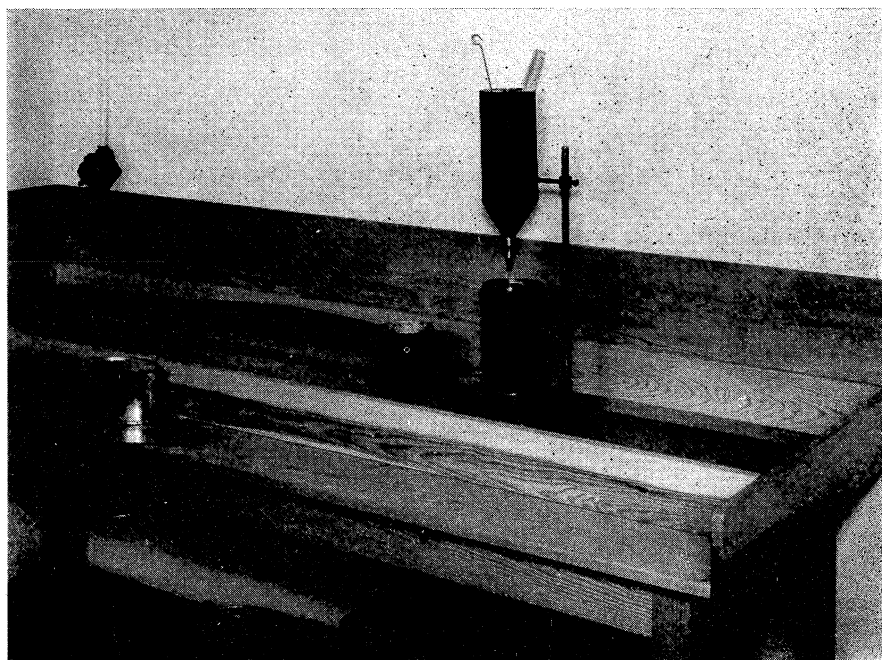


Fig. 3. Fröprovtagningsapparat. Det stora bordet är en provtagningsbräda avsedd för kott. Jfr. fig. 4.  
Seed sampling apparatus.

hela fröpartiet. Antalet slag med bägaren kan lätt avpassas efter fröpartiets storlek, så att bägarprovet ständigt blir ungefär lika stort.

Apparaten har vid flera olika tillfällen prövats, bl. a. på ett parti för ändamålet iordningställt granfrö, bestående av  $\frac{2}{3}$  matat och  $\frac{1}{3}$  tomt frö, vilket avsåg att bereda särskilda svårigheter vid provtagningen. 10 parallellprov om vardera 400 frön ur detta parti gav vid normalt rutinarbete ett medelvärde för 1 000-kornvikten av 3,91 gram. De 10 enskilda provens spridning kring detta medelvärde var  $\sigma = 0,070$  gram. Längre fram kommer att visas att medelfelet på ett medeltal av 4 prov om vardera 100 frön vid vanligt rutinarbete i medeltal utgör ca 0,060 gram för ungefär samma 1 000-kornvikt. Provtagningen med apparaten har således icke medfört nämnvärd ökning av spridningen trots de speciella svårigheter, som i detta fall särskilt arrangerats. Resultatet synes tyda på, att provtagningsprincipen utan olägenhet kan ges vidsträckt tillämpning.

Bägarprovet slås därefter i en glasflaska, försedd med en mässingsrörstump genom korken. Genom röret strös fröet ut på provtagningsbrädan under ständiga fram- och återgående rörelser. Provtagningsbrädans konstruktion framgår av fig. 4.

3\*. *Meddel. från Statens skogsforskningsinstitut. Band 37:5.*



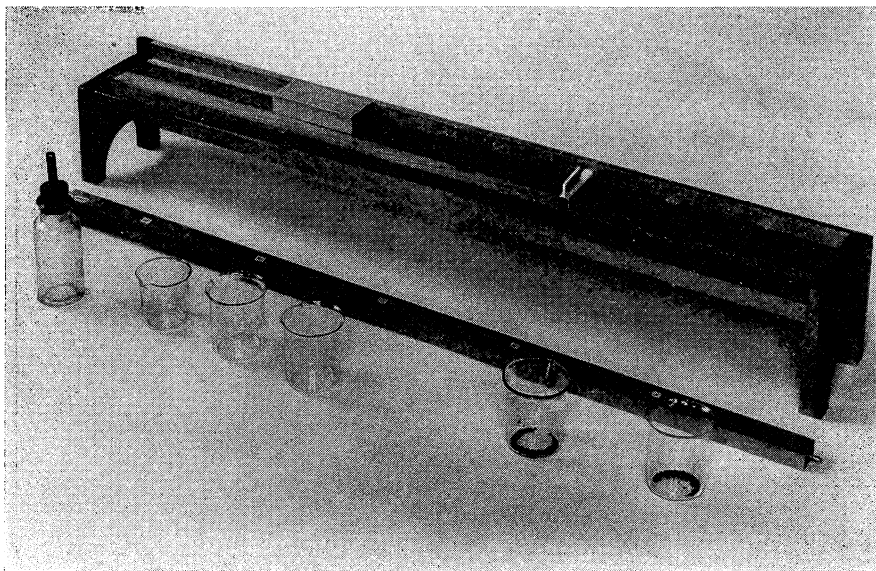


Fig. 4. Provtagningsbräda.  
Sampling board.

På den plana botten i dess ränna lägger sig fröet i ett tunt lager, som efter en lindrig skakning av brädan fördelar sig mycket jämnt över rännans botten. Rännans längd kan förändras med en skjutbar kloss. Den löstagbara linjalen, som bildar rännans ena begränsning, är graderad i skaldelar från 0 till 25, angivande bägarprovets nettovikt. Innan fröna utströs, inställes klossen på den skaldel, som motsvarar provets vikt. Rännans dimensioner och skaldelarnas längd äro nu så avpassade, att en metallraka, som nedtryckes tvärs över frösträngen och föres ut över brädans kant, tar med sig tämligen nära 100 frön. Antalet frön som samlas under rakan beror emellertid i rätt hög grad på frökornens storlek. Vid samma inställning av klossen ge prover av stort frö färre och prover av smått frö större antal än de önskvärda 100. För att i någon mån motverka denna olägenhet har linjalen försetts med två extra skalor, den ena avpassad för stort frö (1 000-kornvikt omkring 4,5 gram) och den andra för smått frö (1 000-kornvikt omkring 3,0 gram). Normalskalan motsvarar frö med ungefär 3,5 grams 1 000-kornvikt.

Vid användningen tages med rakan 5 prover, jämnt fördelade över frösträngens längd. Varje prov upphämtas i var sin glasbägare. Dessa prover böra nu innehålla vardera ungefär 100 frökorn, dock hellre färre än flera. De befrias från främmande beståndsdelar och väsentligt skadade frökorn (outvecklade, abnormt smått frö har tidigare fransållats). Proverna äro som lätt inses helt opåverkade av subjektiva inflytelser.

Därefter kan det första provet läggas på räkneskivan. Normalt böra nu några frön fattas. Dessa upphämtas utan val med pincett ur den femte för detta ändamål avsedda glasbägaren och läggas på sina platser på räkneskivan. De teoretiska möjligheterna till subjektivt val inskränkas alltså till dessa felande frön.

Skulle fröprovet innehålla för många frön, flyttas frökornen först med pincettens hjälp ut, så att alla hål täckas. Därefter bortplockas frön från så många intill varandra liggande hål, som motsvara halva antalet överskjutande frön och ersättas med frön ur överskottet. Resten därav avlägsnas. I detta fall förekomma något större felmöjligheter än då fröantalet var för litet. Större överskott av frö på räkneskivan bör därför sorgfälligt undvikas.

Provtagningsbrädan har i praktiken visat sig fungera utan märkbara systematiska fel. Som exempel härpå anföras följande siffror på 1 000-kornvikten i gram hos ett antal fröprov (varierande mellan 5 och 25 gram), där det exakta värdet erhållits genom uppräknings av samtliga frökorn i partierna samt vägning och det observerade värdet erhållits som medeltalet av 4 prov om 100 frön vardera, uttagna med provtagningsbrädans hjälp ur samma frö-partier.

Prov nr	Exakt värde	Observerat värde
1 . . . . .	2,88	2,90
2 . . . . .	4,04	4,00
3 . . . . .	3,69	3,70
4 . . . . .	3,81	3,78
5 . . . . .	3,43	3,43
6 . . . . .	3,34	3,33
Medeltal	3,53	3,52

Enligt ovanstående väger i medeltal ett frö 0,00353 gram. Ett tomfrö väger omkring 40 % härav eller 0,00141 gram. Skillnaden utgör 0,00212 gram. Om man därför vid uttagningen av ett prov om 100 frön råkar få med ett enda tomfrö för mycket, d. v. s. ett tomfrö i stället för ett matat frö, så nedgår provets vikt i detta fall från 0,353 gram till 0,351 gram och motsvarande 1 000-kornvikt alltså från 3,53 till 3,51 gram. Resultatet här ovan visar alltså, att provtagningsfelet i medeltal rör sig inom mycket snäva gränser. Även de enskilda proven visa som man ser en mycket trång felmarginal.

Redan härav torde framgå att de tillfälliga felen också äro mycket små. Vid vanligt normalt rutinarbete har som medeltal av ett stort antal prov för tre olika förrättningsmän befunnits, att medelfelet på en bestämning av 1 000-kornvikten för ett visst fröprov ur 4 parallellprov om 100 frön i varje utgjorde  $\varepsilon = \pm 0,1187 : \sqrt{4} = \pm 0,05935$  gram eller  $\pm 1,47$  % av 1 000-kornvikten.

Olika förrättningsmän kunna visa rätt stora skillnader i handlag, vilket framträder i olika stora medelfel. Sålunda blevo dessa för de tre förrättningsmännen resp. 0,045, 0,040 och 0,084 gram, varvid det sistnämnda värdet, som motsvarar 2,13 % av 1 000-kornvikten, synnerligen signifikativt (variaskvot  $F = 4,44^{***}$  resp.  $3,47^{***}$ ) avviker från de båda andra, utan att dock för den skull vara på minsta vis oroande. Med hänsyn till att fel överstigande det numeriska värdet av  $3\epsilon$  ytterst sällan behöva riskeras, torde spelrummet för en 1 000-kornviktbestämning på 400 frön lämpligen kunna sättas till  $\pm 5$  % av 1 000-kornvikten.

Nedan å sid. 11 omnämnes en beräkning av jämnheten hos de faktiska grobarhetsvärden, som erhållits efter provtagning med brädan. Den visar att spridningen är i det närmaste normal, vilket innebär att provtagningsbrädan tillåter stickprovtagning för grobarhetsbestämning under de eftersträfvade, rent slumpmässiga betingelserna. Detta faktum möjliggör alltså att åtminstone för överslagsändamål beräkna spridningen hos grobarhetsvärdena ur den vanliga formeln  $\sigma = \sqrt{npq}$ , vari  $n =$  fröantalet (100),  $p =$  grobarhetsprocenten: 100 och  $q = 1 - p$ . Formeln tar emellertid icke hänsyn till de enstaka misslyckanden, som faktiskt förekomma i rutinarbete, och som särskilt i fråga om frö med svag grobarhet medföra en viss tendens till övernormal dispersion uppgående till i genomsnitt ca 10 %.

### 3. Om grobarhetsbestämning av tall- och granfrö.

Den betydande tidsåtgången för grobarhetsbestämning av tall- och granfrö innebär en väsentlig nackdel, vars inflytande det ur praktisk synpunkt vore av värde att kunna mildra. Skogsbrukets intresse härav torde delas av Frökontrollanstalten, vars apparater tidvis i stigande omfattning blockeras av långtidsliggande barrträdsfrö.

Den skogliga praktiken har intresse av grobarhetsbestämningar företrädesvis ur två tämligen olika synpunkter. På hösten före kottinsamling fordras kännedom om den väntade fröskördens grobarhet att lägga till grund för avgöranden huruvida och i vilken utsträckning kott bör insamlas på skilda lokaler. På våren åter fordras kännedom om det för de stundande skogsodlingarna avsedda utsädets grobarhet. I intetdera fallet torde krav på yttersta noggrannhet hos grobarhetsbestämningarna behöva upprätthållas. Men synnerligen summariska översiktsmetoder tjäna ej heller det avsedda ändamålet.

Sålunda kunna t. ex. sommarisotermernas läge, som redan WIBECK (1928) framhållit, endast ge en grov uppfattning om grobarhetsförhållandena för året, vilken knappast kan läggas till grund för praktikens handlande i detaljerna. Ej heller synas de anatomiska undersökningsmetoderna hittills ha givit så stark korrelation med grobarheten, att man kan säga sig bemästra de betydande

variationerna mellan olika lokaler, olika årsskördar (WIBECK, 1928), och olika förvaringstid (BALDWIN, 1942). De äro även i stordrift tidsödande och dyrbara i jämförelse med vanliga grobarhetsundersökningar.<sup>1</sup>

Under många års omfattande grobarhetsundersökningar, utförda vid Statens Centrala Frökontrollanstalt för skogsforskningsinstitutets räkning, har å andra sidan ingenting framkommit, som kunde tyda på allvarliga felkällor hos den tillämpade groningsmetodikerna i och för sig. Sedan en tillfredsställande provtagningsmetodik införts, utfaller groningsprocenten i regel mycket lika för de enskilda satserna tillhörande ett och samma prov. Detta skulle i längden icke kunna inträffa, om svåra olägenheter av t. ex. mögelbildning eller andra svampangrepp vore en normal och framträdande företeelse. Mögelbildning m. m. förekommer visserligen men drabbar företrädesvis vissa enstaka fröpartier, framför allt sådana med ringa eller ingen livskraft. I vad mån vissa fröpartier med svag grobarhet härigenom kunna i sin helhet ytterligare försvagas är tills vidare icke närmare känt. Undersökningar i denna fråga pågå vid institutet.

För att undersöka jämnheten i grobarhetsvärdena ha dessas spridning jämförts med den enligt BERNOULLIS urnschema normala spridningen genom beräkning av  $\chi^2$  (se härom FISHER 1928, BONNIER-TEDIN 1940). Spridningen visade sig vara nästan fullständigt normal. Tjugo tallfröprov gävo sålunda med 60 frihetsgrader  $\chi^2 = 65,00$ ,  $t = 0,49$  och tjugo granfröprov med 60 frihetsgrader  $\chi^2 = 79,65$ ,  $t = 1,71$ . Båda  $t$ -värdena äro insignifikativa. Det sistnämnda relativt höga  $\chi^2$ -värdet beror på ett enda redan efter 10 dygn starkt avvikande prov, vars felfrihet torde kunna dras i tvivelsmål. Om vi bortse från enstaka dylika misslyckanden, äro därför grobarhetsvärdena så jämna som de över huvud taget kunna bli under de förutsättningar, på vilka provtagningsmetodikerna bygger.

Det är en alldaglig erfarenhet, att väl mognat tall- och granfrö från större delen av landet gro nästan färdigt på 10 dygn. Antalet frön, som gro mellan det tionde och trettionde dygnet, stiger dock ibland till avsevärda belopp. Så är ofta fallet med nordnorrländskt frö och frö från höjdlägen, varjämte olika årsskördar förhålla sig något olika i detta hänseende. I vissa fall fortgår groning ännu långt efter det trettionde dygnet, t. o. m. efter det sextionde, ehuru då endast i ytterst ringa omfattning. Orsakerna till vissa fröproveniensers långsamma groning ha studerats av flera nordiska forskare (HAGEM 1917, HEIKINHEIMO 1921, KUJALA 1927, WIBECK 1920, 1928 m. fl.). I den mån det gäller årsfärskt frö stå de utan tvivel i samband med fröets mognadsgrad, som sällan blir fullgod i de klimatiskt mindre gynnade delarna av landet och som starkt påverkas av mognadssommarens temperaturförhållanden. För det här aktuella ändamålet torde det vara tillräckligt att framhålla, att den bris-

<sup>1</sup> Liknande anmärkningar gälla även vitalfärgningsmetoderna.

tande mognaden väsentligen yttrar sig i en förhöjning av procenttalet svagt utvecklade groddämnena. I Jacobsens apparat gro frön med väl utvecklade groddämnena först. I frön med svagare groddämnena tillväxer att börja med groddämnet inuti fröet för att först senare genombryta skalet. Häröver har OLDERTZ (1921) utfört särskilda undersökningar, vilkas resultat vid skogs-forskningsinstitutet bekräftats av HUSS. Denne klöv ett antal frön så, att de oskadade groddämnena blottlades. Fröhalvor med de blottlagda groddämnena lades till groning i Jacobsens apparat, varvid efter några dagar en kraftig tillväxt av groddämnena kunde konstateras även hos från början tämligen små sådana. Av de allra svagaste, odifferentierade groddämnena synes dock större delen dö och ruttna.

Nyssnämnda förhållanden synas göra det möjligt att lägga groningsresultatet efter 10 dygn till grund för en beräkning av motsvarande resultat efter 30 dygn. Efter 10 dygn har nämligen som förut sagts flertalet frön grott, varför 10-dagarsresultatet ovillkorligen måste vara en mycket god variabel vid en korrelationsanalytisk beräkning. De valda tidsintervallen 10 dygn och 30 dygn synas vara biologiskt väl avpassade, och då de dessutom sedan länge tillämpas i allmän praxis finnes intet skäl att företaga ändringar på denna punkt. Det torde med andra ord vara lämpligt, att grobarheten definieras såsom procenten erhållna normala groddor efter 30 dygn vid vissa bestämda, optimala försöksanordningar (jfr BALDWIN, 1942).

Av de frön, som efter 10 dygn icke grott, består en del av tomfrö, vilket icke förmår gro och därför helt kan lämnas ur räkningen. Av de återstående fröna, vilka kunna betecknas såsom matade, ogrodda, kan man slutligen tänka sig, att en viss bestämd procent gror mellan det tionde och det trettionde dygnet. En inspektion av materialet visar emellertid att det icke förhåller sig fullt så enkelt. Groningsprocenten efter 30 dygn stiger snabbare med groningsprocenten efter 10 dygn ju större procenttalet matade, ogrodda frön är, liksom den även stiger snabbare med det sistnämnda procenttalet ju större 10-dagarsprocenten är.

Dessa fakta leda fram till uppställande av följande funktion, vilken tills vidare är att betrakta endast såsom en grundstomme:

$$y = a + b x_1 + c x_1 x_2 \dots \dots \dots (1)$$

I denna funktion är  $y$  = procenttalet efter 30 dygn erhållna normala groddor (groningsprocenten efter 30 dygn),  $x_1$  = procenttalet efter 10 dygn erhållna normala groddor (groningsprocenten efter 10 dygn),  $x_2$  = procenttalet efter 10 dygn ogrodda, matade frön (se vidare nedan) och  $a$ ,  $b$ ,  $c$  = konstanter.

Vid undersökningarnas utförande observerades för ett stort antal prov dels groningsprocenten efter 10 dygn ( $x_1$ ), dels den vid fortsatt groning för

samma prov uppnådda groningsprocenten efter 30 dygn ( $y$ ) samt därjämte tomfröprocenten, vilken bestämdes vid analysens avslutande efter 30 dygn. Procenttalet efter 10 dygn oörodda, matade frön ( $x_2$ ) bestämdes såsom skillnaden:  $100 - x_1 - \text{tomfröprocenten} = x_2$ . Under  $x_2$  innefattas sålunda, utom friska, oörodda frön, bl. a. även de enstaka abnorma groddar, som möjligen kunna ha utvecklats före det tionde dygnet. I  $x_2$  ingå vidare samtliga vid snittning det trettionde dygnet funna ruttna frön, oavsett om några av dessa eller alla voro ruttna redan det tionde dygnet. Detta betingades av försökets uppläggning, som fordrade att fröproven fingo kvarliga under observation till och med det trettionde dygnet. Försök att fastställa skillnaden i antal örodda frön efter 10 dygn och 30 dygn från två av varandra oberoende, parallella provserier visade sig, trots bästa möjliga provtagning, icke praktiskt genomförbara på frågans nuvarande ståndpunkt.

Undersökningsmaterialet omfattar nedan angivna antal frösatser om 100 frön vardera. 4 samhörande satser bilda ett prov och härstamma alltså från samma kottparti. I ett fåtal fall ingå endast 3 satser i ett prov.

## T a l l

Insamlingstid	Antal satser
Oktober 1941.....	60
Maj 1942 .....	60
Oktober 1942.....	77
Mars 1943.....	40
Vintern 1943.....	64
Oktober-november 1943.....	172
Mars 1944.....	32
Oktober-november 1944.....	378
Oktober 1945.....	153
Oktober 1946.....	162
	Summa 1 198

## G r a n

Insamlingstid	Antal satser
November 1942.....	313
Januari 1943.....	236
Mars 1943.....	56
Vintern 1943.....	80
Oktober 1945.....	224
	Summa 909

Den övervägande delen av fröproven härstammar från de 6 norra länen. Södra och mellersta Sverige är representerat endast vid tallkottinsamlingen i oktober 1946 och vid grankottinsamlingen i oktober 1945.

På grundval av ovannämnda material framställdes funktioner av den i (1) angivna formen. Ett närmare studium av skillnaderna mellan observerade och enligt funktionerna beräknade värden på groningsprocenten efter 30 dygn visade, att tallfunktionen ytterligare kunde förbättras genom tillfogande av en tredje variabel, baserad på de båda variablerna  $x_1$  och  $x_2$ , vilket däremot icke var fallet med grankottfunktionen. För tallfrö befanns den tredje variabeln böra ha formen  $\frac{80-x_1}{4+x_2}$ , vari konstantvärdena 80 och 4 erhöles efter systematiskt genomprovande av ett flertal olika värden och värdekombinationer. De båda funktionernas slutliga former blevo sålunda följande.

*Tall*

$$y = 10,5731 + 0,8627 x_1 + 0,0021 x_1 x_2 - 1,0373 \cdot \frac{(80-x_1)}{(4+x_2)} \dots\dots\dots (2)$$

*Gran*

$$y = 2,8725 + 0,9584 x_1 + 0,0037 x_1 x_2 \dots\dots\dots (3)$$

I ovanstående funktioner ha variablerna följande betydelse:

$y$  = groningsprocenten efter 30 dygn,  
 $x_1$  =           »                   » 10 » ,  
 $x_2$  = 100 —  $x_1$  — tomfröprocenten.

Funktionerna avse frö med den sammansättning det har, när det faller ur kotten. Emedan funktionerna äro mycket enkla och föga böjliga och framförallt emedan antalet friska, ogrodda frön efter 10 dygn, vilket antal vi kunna beteckna med  $z$ , icke är bekant i materialet, böra vissa extremvärden hos variablerna undantagas från funktionernas tillämpningsområde. Därigenom förhindras alltför starka extrapolationer.

1. Sålunda böra funktionerna icke tillämpas på fröpartier, vilkas groningsprocent efter 10 dygn ( $x_1$ ) är mindre än 5% eller större än 95%.

2. Vidare böra funktionerna icke tillämpas på fröpartier, vilkas  $x_2$  är mindre än 5% för tall resp. 3% för gran.

3. Vid tillämpningarna blir procenttalet friska, ogrodda frön ( $z$ ) bekant genom snittningen det tionde dygnet. Därmed tillkommer en viktig upplysning, ty groningsprocentens högsta tänkbara värde är tydligen  $x_1 + z$ . Funktionsvärdena böra till följd härav endast användas, då  $z$  utgör åtminstone omkring 20% av  $x_2$ . En enkel regel är, att använda funktionsvärdena, så ofta de äro mindre än  $x_1 + z$ , men ersätta dem med denna summa, då de utfalla större.

*Exempel 1*

Tallfrö med 50 % grobarhet efter 10 dygn och en tomfröprocent av 10 ger  $x_1 = 50$ ,  $x_2 = 100 - 50 - 10 = 40$  samt  $y = 10,5731 + 0,8627 \cdot 50 + 0,0021 \cdot 50 \cdot 40 - 1,0373 \cdot 0,6818 = 57,2$  %.

Granfrö med samma  $x_1$  och  $x_2$  ger  $y = 2,8725 + 0,9584 \cdot 50 + 0,0037 \cdot 50 \cdot 40 = 58,2$  %.

*Exempel 2*

Tallfrö med 80 % grobarhet efter 10 dygn och en tomfröprocent av 10 ger  $x_1 = 80$ ,  $x_2 = 100 - 80 - 10 = 10$  samt  $y = 10,5731 + 0,8627 \cdot 80 + 0,0021 \cdot 80 \cdot 10 - 1,0373 \cdot 0 = 81,3$  %. (I de fall  $x_1$  är större än 80, blir sista termen i funktionen positiv).

Granfrö med samma  $x_1$  och  $x_2$  ger  $y = 2,8725 + 0,9584 \cdot 80 + 0,0037 \cdot 80 \cdot 10 = 82,5$  %.

*Exempel 3*

Tallfrö med 76 % grobarhet efter 10 dygn och en tomfröprocent av 5 ger  $x_1 = 76$ ,  $x_2 = 19$ , vilka emellertid vid snittningen alla befinnas ruttna. Den beräknade groningsprocenten efter 30 dygn blir  $y = 79$ , som, då värdet är större än  $76 + 0$ , bör ersättas med 76.

Koefficienterna i ekvationerna (2) och (3) äro behäftade med medelfel, vilka anges i nedanstående uppställning.

<i>Tall</i>		
koefficient	medelfel	d:o i % av koeff.
10,5731	0,3176	3,51
0,8627	0,0045	0,52
0,0021	0,00014	6,79
1,0373	0,0995	9,60

<i>Gran</i>		
koefficient	medelfel	d:o i % av koeff.
2,8725	0,1776	6,18
0,9584	0,0033	0,34
0,0037	0,00016	4,49

Genom korrelationen har spridningen ( $\sigma$ ) kring materialets medeltal ersatts med spridningen ( $S_y$ ) kring de beräknade funktionsvärdena. Spridningsvärdena äro följande

$\sigma$	$S_y$	$S_y$ i % av $\sigma$
Tall 19,88	2,92	14,70
Gran 24,03	2,44	10,16



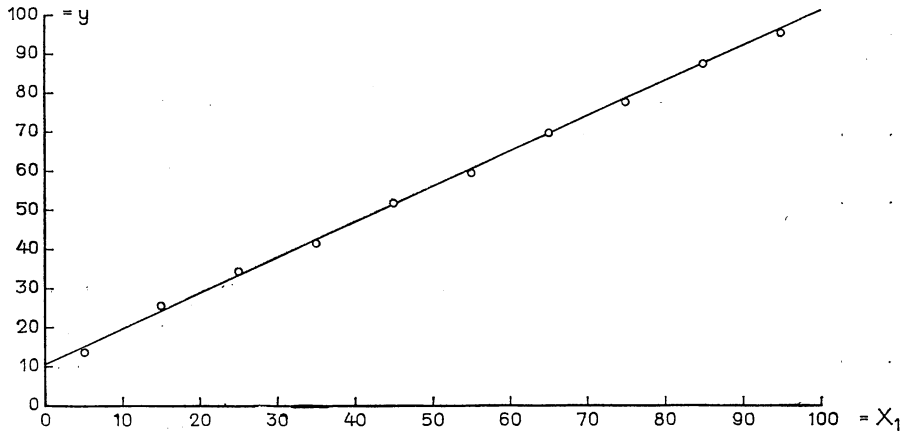


Fig. 5. Partialsambandet mellan groningsprocenten efter 30 dygn och groningsprocenten efter 10 dygn ( $x_1$ ) för tall.

Partial correlation between the germination percentage after 30 days and the germination percentage after 10 days ( $x_1$ ) for pine.

Korrelationen har således nedbragt spridningen synnerligen starkt, nämligen i runt tal till 15 % av ursprungsvärdet för tallen och till 10 % för granen. Fig. 5—8 ge en föreställning om hur observationerna fördela sig kring den utjämnande funktionen. Fig. 5 och 7 visa därvid sambandet mellan  $y$  och  $x_1$  då  $x_2$  har sitt medelvärde och fig. 6 och 8 sambandet mellan  $y$  och  $x_2$  då  $x_1$  har sitt medelvärde.

Medelfelet på ett medeltal av 4 satser om vardera 100 frön, räknat i förhållande till regressionsvärdet, är av intresse för bedömning av funktioner-

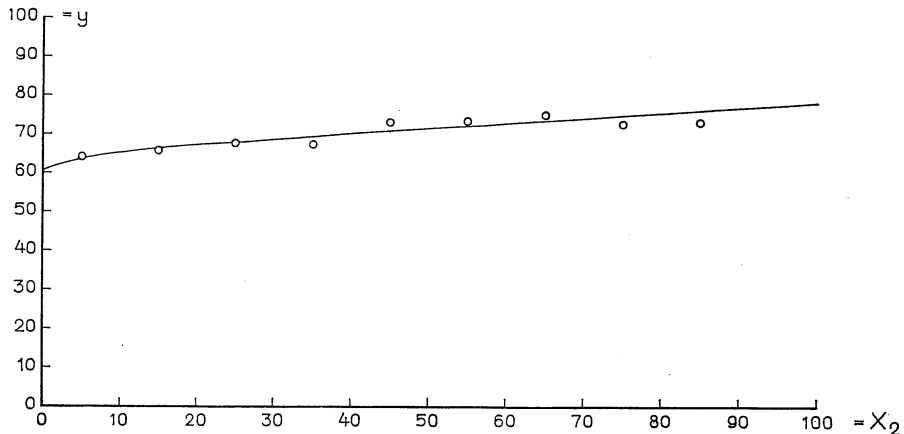


Fig. 6. Partialsambandet mellan groningsprocenten efter 30 dygn och procenttalet efter 10 dygn ej grodda men matade frön ( $x_2$ ) för tall.

Partial correlation between the germination percentage after 30 days and the percentage of full seeds, ungerminated after 10 days ( $x_2$ ) for pine.

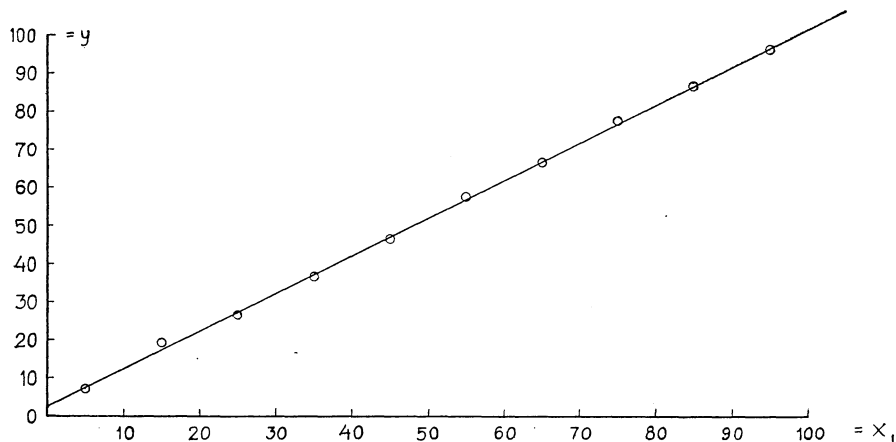


Fig. 7. Partialsambandet mellan groningsprocenten efter 30 dygn och groningsprocenten efter 10 dygn ( $x_1$ ) för gran.

Partial correlation between the germination percentage after 30 days and the germination percentage after 10 days ( $x_1$ ) for spruce.

nas användbarhet. Det kan emellertid icke beräknas såsom  $\varepsilon = S_y \cdot \sqrt{4}$ , emedan de 4 satserna tillhöra samma fröprov och följaktligen alla systematiskt kunna avvika åt samma håll. Därför måste beräknade och observerade värden jämföras för varje prov och medelfelet på medeltalet beräknas ur differenserna. Därvid böra separata  $y$ -värden beräknas för varje frösats, varefter fröprovets medelvärde erhålles som medeltalet av de fyra satsernas beräknade  $y$ -värden. Ehuru skillnaderna sällan bli stora, är det likväl mindre lämpligt att först beräkna medelvärdena av  $x_1$  resp.  $x_2$  och därefter insätta dessa i funktionerna.

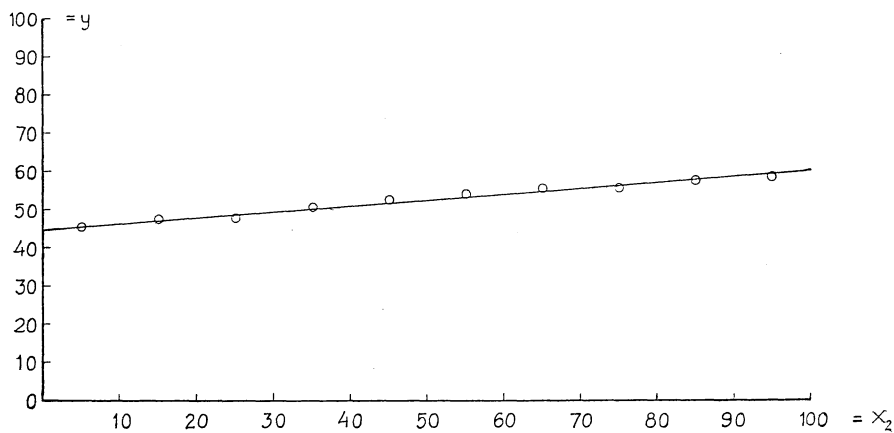


Fig. 8. Partialsambandet mellan groningsprocenten efter 30 dygn och procenttalet efter 10 dygn ej grodda men matade frön ( $x_2$ ) för gran.

Partial correlation between the germination percentage after 30 days and the percentage of full seeds, ungerminated after 10 days ( $x_2$ ) for spruce.

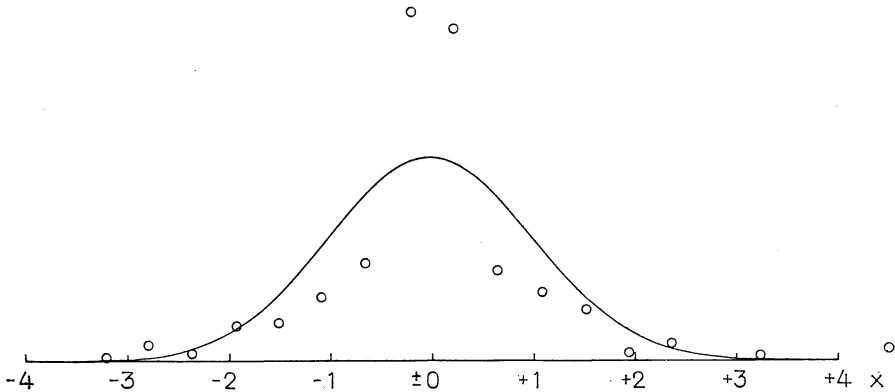


Fig. 9. Fördelningen av differenserna mellan observerade och med funktion (2) beräknade värden på gröningsprocenten efter 30 dygn. Tall.

The distribution of the residuals between the observed values of the germination percentage after 30 days and those computed from the function (2). Pine.

Betecknas medelfelet på medeltalet av de fyra frösatsernas grobarhetsprocenter i förhållande till regressionen med  $\varepsilon$  ha vi för

$$\text{tall: } \varepsilon = \pm 2,34 \text{ procentenheter}$$

$$\text{gran: } \varepsilon = \pm 1,96 \quad \gg$$

Vid normal fördelning skulle detta för t. ex. tallen innebära, att den i Jacobsens apparat efter 30 dygn observerade, faktiska grobarhetsprocenten i 68,3 fall på 100 ligger mellan gränserna  $y_B \pm 2,34$ , varvid  $y_B$  anger det med hjälp av funktionen (2) beräknade värdet. Observationernas fördelning är emellertid som av fig. 9 och 10 framgår icke normal utan uppvisar en stark excess. Denna har till följd, att i realiteten fler än 68,3 % av observationerna falla mellan gränserna  $y_B \pm \varepsilon$ , medan dock fortfarande såsom vid normal fördelning omkring 95,5 % falla mellan gränserna  $y_B \pm 2\varepsilon$ .

Till följd av koefficienternas osäkerhet äro de beräknade  $y$ -värdena även behäftade med fel i förhållande till de sanna värden, som de avse att representera. Materialet är emellertid rätt stort och  $S_y$  litet, varför detta fel är obetydligt. Det är i materialets centrala delar av storleksordningen  $\pm 0,1$  och torde därför utan olägenhet kunna negligeras.

En viss avvikelse mellan det observerade och beräknade värdet på grobarhetsprocenten för ett fröprov sammansättes som lätt inses av två komponenter. Den ena delen av avvikelserna härrör från variationen ( $\sigma_i$ ) mellan de enskilda satsernas avvikelser från regressionen, vilken i detta fall kan betraktas som tillnärmelsevis felfri, medan den andra delen utgöres av det sanna värdet ( $\sigma_m$ ) på en sådan avvikelse för fröprovet i fråga. Då  $S_y$  och  $\varepsilon$  äro kända, kunna vi separera de båda avvikelsekomponenterna.

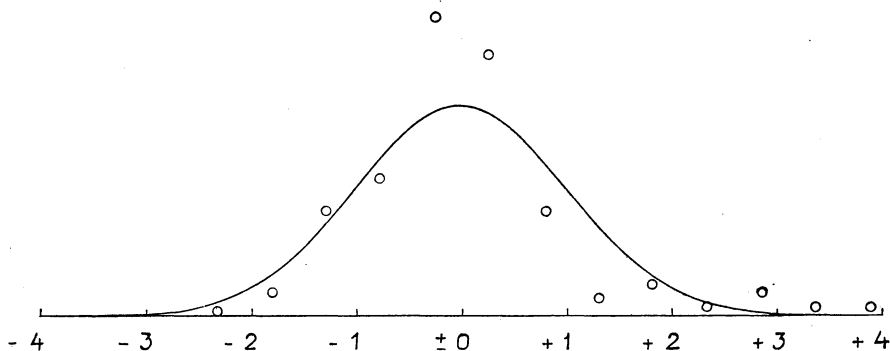


Fig. 10. Fördelningen av differenserna mellan observerade och med funktion (3) beräknade värden på groningsprocenten efter 30 dygn. *Gran*.

The distribution of the residuals between the observed values of the germination percentage after 30 days and those computed from the function (3). *Spruce*.

$$\text{Vi få nämligen } S_y^2 = \frac{4\varepsilon^2 + 3\sigma_i^2}{4} \text{ och } \sigma_m^2 = \frac{4\varepsilon^2 - \sigma_i^2}{4},$$

vilket ger följande värden:

	$\sigma_m$	$\sigma_i$	$\sigma_i: \sqrt{4}$
Tall.....	2,11	2,02	1,01
Gran.....	1,77	1,68	0,84

Medelfelet på medeltalet för ett fröprov sammansättes alltså på följande sätt:  $\varepsilon^2 = \sigma_m^2 + \sigma_i^2: 4$ . Den avgjort större delen av medelfelet  $\varepsilon$  härrör sålunda från den skattade variation kring regressionen, som kännetecknar de olika fröprovens sanna medelvärden. Vi kunna av formeln  $\varepsilon^2 = \sigma_m^2 + \sigma_i^2: 4$  dra den slutsatsen, att hur mycket vi än nedbringa  $\sigma_i$  ha vi med den använda funktionstypen ingen möjlighet att sänka  $\varepsilon$  under  $\sigma_m$ . Då  $\varepsilon$  och  $\sigma_m$  redan nu skilja sig rätt obetydligt, synes en ökning av materialet icke kunna förväntas medföra någon väsentlig skärpning av resultaten. Förbättring av funktionerna bör därför hellre sökas genom införande av nya variabler. Man har därvid givetvis först och främst att söka utnyttja variabeln  $z$ , men bör därjämte tänka på faktorer, som karakterisera ståndort, bestånd och träd samt kottmognadssommarens klimatförhållanden m. m. För det nu tillgängliga materialet äro emellertid de erforderliga faktorerna av denna art icke kända i tillräcklig omfattning och med så stor noggrannhet, att en utbyggnad av funktionerna skulle kunna genomföras med utsikt till framgång.

Då eventuella skillnader mellan olika årsskördar i detta sammanhang emellertid tilldraga sig ett särskilt intresse, lämnas här en sammanställning över skillnaden i medeltal mellan observerade ( $y$ ) och beräknade ( $y_B$ ) värden på groningsprocenten för tall från olika årsskördar.

Årsskörd	$y - y_B$
1941—42.....	+ 1,1 procentenheter
1942—43.....	— 1,0 »
1943—44.....	— 0,1 »
1944—45.....	+ 0,7 »
1945—46.....	— 1,0 »
1946—47.....	— 0,4 »

Sammanställningen visar, att systematiska årsskillnader utan tvivel förekomma, ehuru av tämligen måttlig storlek.

En utredning över skillnaden i groningsprocent för samma årsskördar, men för olika kottinsamlingstid, nämligen dels hösten (oktober), dels våren (vanligen mars) påföljande år visade, att medeldifferensen  $y - y_B$  i båda fallen endast uppgick till bråkdelar av en procent.

Den i funktionerna (2) och (3) ingående variabeln  $x_1$  betyder som förut nämnts procenttalet efter 10 dygn grodda frön. Efter avräkning av detta antal det tionde dygnet ha emellertid de återstående fröna legat kvar på fröbäddarna under ytterligare två 10-dagarsperioder. När funktionerna användas i praktiken kommer detta dock icke att ske, utan dessa frön snittas och slutundersökas samtidigt med avräkningen av  $x_1$ . Skillnaden synes vid första ögonkastet vara oväsentlig. Som nu skall visas spelar den icke desto mindre en viss roll.

Av 76 tallfröprover och 53 granfröprover uttogos två serier prov om vardera  $4 \times 100$  frön, varvid 1 000-kornvikten i den senare serien prov för prov bragtes i exakt överensstämmelse med 1 000-kornvikten i den förra. Detta skedde genom lämpligt utbyte av ett eller annat frö. Den ena serien lades till groning under 30 dygn. Efter 10 dygn erhöles ett preliminärt meddelande om antalet efter 10 dygn grodda frön. Den andra serien lades till groning under 10 dygn, varefter slutrapport meddelades.

Jämföras nu groningsprocenterna efter 10 dygn i de båda parallellserierna, finna vi att 10-dagarsserien givit högre resultat och att skillnaderna i medeltal äro för

$$\begin{aligned} \text{tall} &= + 1,4 \text{ procentenheter, } t = 3,11^{**} \\ \text{gran} &= + 1,5 \quad \quad \quad \text{»} \quad \quad \quad , t = 3,64^{**} \end{aligned}$$

Som av  $t$ -värdena framgår äro båda differenserna starkt signifikativa. Sannolikt förorsakas denna skillnad av en viss förklarlig och som det ser ut tämligen konstant benägenhet att till grodda frön medräkna en eller annan icke fullt utvecklad grodd, då efter 10 dygn serien definitivt skall avbrytas. Frestelsen härtill är mindre, när serien skall ligga kvar. De svaga groddarna hinna då utvecklas under den följande tiden och komma säkert med i 30-dagarsresultatet, vilket i detta fall framstår som det väsentliga.

Vid tillämpningen av funktionerna är detta förhållande emellertid till viss nackdel. Det 10-dagarsresultat som ingår i dem kommer nämligen enbart från 30-dagarsserien. När funktionerna uträknas i konkreta tillämpningsfall måste därför  $x_1$  resp.  $x_2$  motsvara det 10-dagarsresultat, som skulle ha erhållits i en 30-dagarsserie. Detta kan tydligen åvägabringas endast genom fastläggande av en bestämd praxis vid avräkningen.

I funktionernas  $x_2$  ingår även tomfröprocenten, ehuru med avsevärt mindre vikt än  $x_1$ . För de 76 ovannämnda tallfröproven blev tomfröprocenten i de båda serierna nästan lika. Differensen var endast  $0,06 \pm 0,34$  och sålunda icke signifikativ. Man kan härav dra den slutsatsen, att tomfröprocenten i allmänhet fastställs med tillräcklig säkerhet.

Likväl visa resultaten från olika årsskördar, att även bestämningen av tomfröprocenten lider av små systematiska fel. Sålunda blev skillnaden mellan 30-dagars- och 10-dagarsserien för skörden 1944—45 = + 0,98 med  $t = 2,05^*$  och motsvarande skillnad för skörden 1945—46 = — 0,94 med  $t = 2,17^*$ . I båda fallen äro skillnaderna således signifikativa men gå åt motsatt håll. Orsaken till dessa differenser torde sannolikt vara att söka i olika förekomst av mycket omoget eller eljest svagt utvecklat frö. Sådant frö är säkerligen svårt att rätt klassificera sedan det legat 30 dygn i Jacobsens apparat. I vissa fall kan det därför tänkas att frö, som efter 10 dygn ännu skulle rubriceras som ruttet, vid det trettionde dygnet är så förstört, att det betecknas som tomt. Även i fråga om tomfröbestämningen synes därför en viss standardpraxis böra eftersträvas.

## Sammanfattning.

Det har i flera olika sammanhang visat sig, att provtagning av tall- och granfrö för bestämning av grobarhet är förenad med vissa svårigheter, vilka väsentligen bero på fröets benägenhet att sortera sig. För att övervinna dessa olägenheter, som menligt inverka på grobarhetsbestämningarnas tillförlitlighet, har en för vetenskapligt bruk avsedd provtagningsmetod utarbetats vid statens skogsforskningsinstituts skogsavdelning. Metoden fungerar med synnerligen stor precision. Då man torde kunna förutsätta, att groningsanalyser för det praktiska skogsbrukets behov numera utföras av Statens Centrala Frökontrollanstalt eller andra sakkunniga institutioner, ha metodikens detaljer närmast intresse för dessa.

På det praktiska skogsbrukets tjänstemän ankommer det emellertid att dra försorg om att de prov, som insändas till groningsanalys, riktigt representera de större partier varur de hämtats. Detta kan ske på flera sätt, vilka i detta sammanhang icke närmare beröras.

Den betydande tidsåtgången (30 dygn) för grobarhetsbestämning av tall- och granfrö innebär en väsentlig nackdel, vars inflytande det ur praktisk synpunkt vore av värde att kunna mildra. Det har visat sig, att man med hjälp av vissa funktioner approximativt kan beräkna grobarheten efter 30 dygn ur de värden på grobarhet och tomfröprocent, som kunna erhållas efter 10 dygn. Undersökningstiden nedbringas därigenom fullt tillräckligt för de flesta praktiska ändamål.

För att med full tillförsikt kunna använda de framställda funktionerna i det skick de nu befinna sig är det önskvärt, dels att vissa i det föregående angivna begränsningar iakttagas, dels att det rutinmässiga arbetet vid bestämningen av grobarhet och tomfröprocent efter 10 dygn ägnas erforderlig uppmärksamhet. Under arbetets gång ha många iakttagelser gjorts, som synas motivera mera ingående undersökningar över barrträdsfröets groningsbiologi och de förhållanden, som påverka fröets utveckling och groningsförmåga.

*Använd litteratur.*

- BALDWIN, H. I., 1942. Forest Tree Seed of the north temperate Regions. Waltham, Mass., U. S. A. Publ. by the Chronica Botanica Company.
- BONNIER-TEDIN, 1940. Biologisk variationsanalys. Stockholm.
- FISHER, R. A., 1928. Statistical Methods for Research Workers. 2. uppl., Oliver and Boyd.
- HAGEM, O., 1917. Furuens og granens frøsaetning i Norge. Medd. fra Vestlandets forstl. forsøgsstation, nr 2.
- HEIKINHEIMO, O., 1921. Die Waldgrenzwälder Finnlands und ihre künftige Nutzung (Referat). Medd. från forstvetenskapliga försöksanst., 4. Helsingfors.
- KUJALA, V., 1926. Über den Bau und die Keimfähigkeit von Kiefern und Fichtensamen in Finnland. Medd. från forstvetenskapliga försöksanst., 12. Helsingfors.
- MORK, E., 1933. Temperaturen som foryngelsefaktor i de nordtrønderiske granskogar. Medd. fra det norske skogsforsøksvesen, 16.
- Kungl. Lantbruksstyrelsens* kungörelser m. m. berörande jordbruk och fiske, nr 12, 1932.
- OLDERTZ, C., 1921. Om orsakerna till eftergroning hos norrländstallens frö. Skogsv.-fören.tidskrift.
- S. O. U., 1931:10, bilaga 7 (WIBECK, E.) i betänkande avgivet den 31 mars 1931 av 1927 års skogssakkunniga för lappmarken.
- WIBECK, E., 1920. Det norrländska tallfröets grobarhet. Medd. från statens skogsforsöksanstalt, H. 17.
- 1928. Det norrländska tallfröets grobarhet och anatomiska beskaffenhet. Norrl. skogsv.förb. tidskrift.



## Summary

### **A quick method of determining the germinability of pine and spruce seed.**

It has been proved in many different connections, that the sampling of pine and spruce seed for the determination of germinability is impaired by certain difficulties, chiefly due to the tendency of the seed to sort itself out. In order to overcome these drawbacks, which have a detrimental effect on the dependability of the germination tests, a testing method for scientific use has been worked out at the forest department of the state forest research institute. The method is briefly outlined here.

A small, representative, random sample of 20 grammes, is taken from a large parcel of seed. This is done with the apparatus shown in fig. 3, in the following manner. The upper container is filled with seed, which is then made to run in a uniform, continuous jet through the tube into the lower receptacle. In the meantime the beaker is moved back and forth through the running jet of seed at equal intervals. When the total quantity of seed has passed from the upper to the lower container, a strictly representative sample of the whole parcel has been collected in the beaker. The number of beats with the beaker can very easily be adjusted to the size of the parcel of seed, in order to obtain an equally large sample of seed under all conditions.

Now the beaker-sample is poured into a glass flask, the cork of which is fitted with a short piece of brass tube. The seed is poured out through this tube on the *sampling board*, while the flask is moved continually back and forth. The construction of the sampling board appears from fig. 4.

A thin layer of seed collects on the plane bottom of the groove, which layer is distributed evenly over the bottom by a slight shake of the sampling board. The length of the groove can be adjusted by a sliding block. The removable ruler forms one limitation of the groove and it is divided in scale divisions, graduated from 0 to 25, denoting the net weight of the beaker sample. Before the seeds are poured on the board, the sliding block is adjusted on the scale corresponding to the weight of the sample. The dimensions of the groove and the length of the scale have now been adjusted so as to make a metal rake, which is pressed down right across the row of seeds and shoved off the side of the board, collect the closest possible to 100 seeds. The number of seeds collected, is, however, to a very high degree dependent on the size of the seed. With the same adjustment of the sliding block, the samples of large seed yield a smaller and the samples of small seed yield a greater number of seeds than the required 100. To be able to counteract this inconvenience to a certain degree, the ruler has been provided with two extra scales, one adjusted to large seeds (a 1 000-seed weight of about 4,5 gr) and the other one to small seeds (a 1 000-seed weight of about 3,0 gr). The normal scale represents seeds with a 1 000-seed weight of 3,5 grammes.

For an experiment 5 samples are taken with the rake, equally divided over the length of the row of seeds. Each sample is collected in its own glass beaker. Each

of these samples should consist of about 100 seeds, rather fewer than more than a hundred. They are freed from foreign constituents and damaged seeds (undeveloped, abnormally small seeds have previously been removed). It is easily to be understood that the samples are quite uninfluenced by subjective decisions or points of view.

Subsequently the first sample can be put on the counting disc (Fig. 1). This counting disc is provided with 100 small holes through which a flow of air is sucked. When the seed is poured on the disc, one seed is sucked into each hole. Under normal conditions a small number of holes should be uncovered. The missing seeds are without choice taken from the fifth glass beaker, intended for this purpose, with a pair of tweezers and put in their places on the counting disc. The theoretic possibilities of a subjective choice are thus restricted to this small number of missing seeds.

Should the sample contain too many seeds, the seeds are first distributed over the disc with the tweezers until all holes are covered. Subsequently a number of seeds is removed from a series of adjacent holes corresponding to half the number of surplus seeds, and these holes are covered with seeds from the surplus. The rest is removed. In this procedure there is a slightly larger number of possible errors as compared to when the number of seeds is too small. A comparatively large surplus of seeds on the counting disc is therefore to be carefully avoided.

The sampling board and the other parts of the apparatus have proved in practice to function without appreciable systematic errors and with very low sampling errors.

The considerable time necessary for the determination of the germinability of pine and spruce seed constitutes a very important inconvenience and from a practical point of view it would be extremely valuable to be able to mitigate its influence. Practical forestry is interested in the determination of germinability chiefly from two quite different starting points. In autumn before harvesting the cones it is necessary to obtain knowledge of the germinability of the expected seed harvest on which to base the decision in which localities and to which extent the cones ought to be harvested. In spring on the other hand knowledge is required of the germinability of the seeding material to be used for the immediate seeding. In neither case should it be necessary to maintain the demands for scrupulous exactitude in the determination of germinability.

In spite of the very slow germination of north-swedish seed, certain circumstances seem to make it possible to use the germination result after ten days as a basis for the calculation of the germination result after 30 days. After 10 days, namely, the majority of the seeds has germinated, on account of which the result after 10 days indisputably ought to be a very good variable for a correlation-analytic calculation. The time-intervals selected for the experiment, of 10 days and 30 days appear to be biologically well adjusted and as they have been used for a considerable time in general practice, moreover, there is no reason why a change should be made in this case. In other words, it should be appropriate to *define* the germination as the proportion of normal germs obtained after 30 days at certain settled experimental arrangements.

Of the seeds that have not germinated after 10 days, a number consists of empty seeds unable to germinate which can therefore be left out of account. Of the remaining seeds, which can be denoted as being full, ungerminated, it can be supposed that a certain definite percentage will germinate between the tenth and the thirtieth day.

An investigation of the material proves, however, that the question is not quite so simple. Various considerations lead to the drawing up of the following function, which should at present only be considered as a foundation:

$$y = a + b x_1 + c x_1 x_2 \dots \dots \dots (1)$$

In this function  $y$  = the percentage of normal germs obtained after 30 days (the germination percentage after 30 days),  $x_1$  = the percentage of normal germs obtained after 10 days (the germination percentage after 10 days),  $x_2$  = the percentage of full, ungerminated seeds after 10 days (cf below) and  $a, b, c$  = constants. During the experiments the following factors were observed on a large number of samples, firstly the germination percentage after 10 days ( $x_1$ ), secondly after continued germination the germination percentage of the *same sample* attained after 30 days ( $y$ ) and lastly the percentage of empty seeds, assessed at the conclusion of the analysis after 30 days. The percentage of full seeds, ungerminated after 10 days ( $x_2$ ) was assessed as the difference:  $(100 - x_1 - \text{the percentage of empty seeds}) = x_2$ . Thus  $x_2$  includes besides healthy ungerminated seeds i. a. also the isolated abnormal germs, that may have developed before the tenth day. Moreover  $x_2$  includes all rotten seeds found when cut on the thirtieth day, irrespective of the fact whether some of them or all were rotten on the tenth day already. This was a result of the organization of the experiment, which made it necessary for the seed samples to remain under observation to the thirtieth day. Endeavours to fix the difference between the numbers of germinated seeds in two mutually independent, parallel series of experiment samples after 10 days and after 30 days proved, in spite of the best possible sampling, to be practically not feasible at the present stage of the problem.

On the basis of material comprising 1 198 analyses of pine seed and 909 analyses of spruce seed from different years, functions were made of the form given in (1). A closer study of the differences (residuals) between the observed values of the germination percentage after 30 days and the value calculated from the function, showed that the pine function could be further improved through the addition of a third variable based on the variables  $x_1$  and  $x_2$ , but that this was not the case for the spruce function. It was found that the appropriate form of the third variable for pine seed was  $\frac{80-x_1}{4+x_2}$ , for which the constants 80 and 4 were obtained after a systematic verification of a great number of different values and combinations of values. The ultimate forms of the two functions were as follows:

*Pine.*

$$y = 10,5731 + 0,8627 x_1 + 0,0021 x_1 x_2 - 1,0373 \cdot \frac{(80-x_1)}{(4+x_2)} \dots (2)$$

*Spruce.*

$$y = 2,8725 + 0,9584 x_1 + 0,0037 x_1 x_2 \dots \dots \dots (3)$$

In the above functions the variables have the following significance:

$y$  = the germination percentage after 30 days

$x_1$  = » » » » 10 »

$x_2$  =  $100 - x_1 - \text{the percentage of empty seeds.}$

The functions relate to seeds with the composition they have when dropping from the cones. It is necessary to take some precautions in applying the func-

tions owing to certain circumstances viz. the simple and not very flexible form of the functions and also the fact that the number of healthy seeds, ungerminated after 10 days is unknown in this investigation.

1. The functions should be applied only to parcels of seed for which the germination percentage after 10 days ( $x_1$ ) is 5 to 95, inclusive.

2. The functions, also, should be applied only to parcels of seed with a value of  $x_2$  not less than 5 for pine and 3 for spruce respectively.

3. In the applications the number of healthy, ungerminated seeds will be assessed at the conclusion of the analysis after 10 days. This number is an important information, since the highest possible value of the germination percentage evidently is  $x_1 + z$ , where  $z$  is the number of healthy seeds, ungerminated after 10 days. Thus, a simple rule will be to use the function values only when they are less than  $x_1 + z$ , and otherwise to use this sum for  $y$ .

The coefficients in the equations (2) and (3) are subject to standard errors, as stated in the tables below.

<i>Pine</i>		
coefficient	standard error	st. e. in % of coeff.
10,5731	$\pm 0,3176$	3,51
0,8627	$\pm 0,0045$	0,52
0,0021	$\pm 0,00014$	6,79
1,0373	$\pm 0,0995$	9,60

<i>Spruce</i>		
coefficient	standard error	st. e. in % of coeff.
2,8725	$\pm 0,1776$	6,18
0,9584	$\pm 0,0033$	0,34
0,0037	$\pm 0,00016$	4,49

Through the correlation the dispersion ( $\sigma$ ) about the mean of the material has been substituted with the dispersion ( $S_y$ ) about the calculated function values. The dispersion values are as follows:

	$\sigma$	$S_y$	$S_y$ in % of $\sigma$
Pine	19,88	2,92	14,70
Spruce	24,03	2,44	10,16

Thus the correlation has decreased the dispersion to a considerable degree, namely in round figures to 15 % of the original value for pine and to 10 % of the original value for spruce. Figs 5—8 give an idea of how the observations are distributed round the smoothing function. Figs 5 and 7 show the relation between  $y$  and  $x_1$  when  $x_2$  has its mean value and figs 6 and 8 the relation between  $y$  and  $x_2$  when  $x_1$  has its mean value.

The standard error for an average of 4 samples of 100 seeds each has a certain interest for the estimation of the applicability of the functions. It can, however, not be calculated as  $\varepsilon = S_y : \sqrt{4}$ , as each of the 4 samples belongs to the same parcel of seed and consequently may show the same systematic deviation. Therefore the estimated and the observed values should be compared for each sample and the standard error of the means be calculated from the residuals. In doing this, separate  $y$ -values should be calculated for each sample, after which the mean value of the parcel of seed is obtained as the mean of the calculated  $y$ -values of the four samples. Although the differences seldom become very large, it is less

suitable to calculate the means of  $x_1$  and  $x_2$  respectively, first and then substitute them in the functions.

If the standard error of the average of the germination percentage of the four samples is designed as  $\varepsilon$ , we obtain for

$$\begin{array}{l} \text{pine: } \varepsilon = \pm 2.34 \text{ percentage units} \\ \text{spruce: } \varepsilon = \pm 1.96 \quad \quad \quad \gg \quad \quad \quad \gg \end{array}$$

In the case of normal distribution this would imply for e. g. pine, that the actual germination percentage observed after 30 days in Jacobsen's apparatus, in 68,3 of 100 cases lies between the limits  $y_B \pm 2,34$ , in which  $y_B$  denotes the value computed from the function (2). The distribution of the observations is, however, not normal but shows a considerable excess, as appears from Figs 9 and 10. The result of this is, that in reality more than 68.3 % of the observations occur between the limits  $y_B \pm \varepsilon$ , whereas, however, 95.5 % still occur between the limits  $y_B \pm 2\varepsilon$  as in the case of normal distribution.

As a result of the uncertainty of the coefficients, the computed  $y$ -values are impaired by errors in relation to the *true values* they tend to represent. The material, however, is quite extensive and  $S_y$  small, on account of which this error is immaterial. In the central parts of the material it attains the order of  $\pm 0.1$  and can therefore be disregarded without disadvantage.

After a close analysis of the occurring dispersions, the possibilities of a future improvement of the obtained functions are discussed. In connection with this discussion the effect of the functions for various seed harvests and different cone harvesting periods is investigated. Finally the adequate determination of the variables constituting the function are discussed.