

Undersökningar över vattenhaltens
betydelse för barrträdsfröets kvalitet
vid förvaring

*Studies of the importance of water content for the quality
of conifer seed during storage*

av

EINAR HUSS

MEDDELANDEN FRÅN
STATENS SKOGSFORSKNINGSINSTITUT
BAND 44 · NR 7

INNEHÅLLSFÖRTECKNING

| | Sid. |
|------------------------------------------------------------------------|------|
| Förord | 3 |
| Inledning | 5 |
| Kap. I. Undersökningens planläggning och utförande samt frömaterialet | 8 |
| I undersökningen beaktade faktorer | 8 |
| Undersökningsmetodiken | 10 |
| Kap. II. Några exempel på barrträdsfröets vattenabsorberande förmåga . | 11 |
| Kap. III. Försöken med förvaring i exsickatorer | 14 |
| Grobarheten | 14 |
| 1 000-kornvikten | 22 |
| Frilandssådderna..... | 24 |
| Kap. IV. Försöken med förvaring i glasflaskor..... | 25 |
| Grobarheten | 25 |
| 1 000-kornvikten | 31 |
| Plantvikten | 33 |
| Frilandssådderna..... | 38 |
| A. Plantantal..... | 38 |
| B. Plantavgång..... | 41 |
| C. Plantutveckling..... | 41 |
| D. Sambandet mellan plantvikt och plantantal..... | 42 |
| Kap. V. Sammanfattning | 45 |
| Använd litteratur | 51 |
| Summary | 52 |

Förord

Det svenska skogsodlingsprogrammets förverkligande kräver stora kvantiteter barrträdsfrö årligen. Tillgången på färskt frö är ofta otillräcklig, åtminstone i Norrland, där dessutom tidsintervallerna mellan goda fröår kunna vara långa. Ett helt decennium kan förflyta mellan två grankottår, under vilken tid skogsbruket är praktiskt taget helt hänvisat till användning av lagrat granfrö. Varje år inläggas för lagring under längre eller kortare tid betydande och dyrbara frömängder i vårt land.

Tungt vägande skäl finnas således för att frölagringen skall verkställas på lämpligaste sätt och för att i övrigt frömängderna alltid skola behandlas med största omsorg. Härvid böra vi ha i minnet, att varje sänkning av grobarheten genom en olämplig behandling medför en förhållandevis större försämring av plantresultatet i skogen eller i plantskolan. Fröskador kunna grundläggas redan vid kottinsamlingen, och skador kunna sedan uppstå under hela behandlingsproceduren ända till dess fröet sås ut i markerna.

Under längre tids förvaring inverkar fröets vattenhalt i mycket hög grad på frökvaliteten. Orsakerna till att en hel del av de fröpartier, som lagras i vårt land, snart nog påtagligt försämras, kunna säkerligen sökas i en skadlig vattenhalt hos fröet. Särskilt gäller detta då förvaringstemperaturen samtidigt har varit olämplig.

Avsikten med föreliggande uppsats är huvudsakligen att lämna en redogörelse för undersökningar över vattenhaltens stora betydelse vid lagring av frö. Målsättningen vid undersökningarna har främst varit, att konstatera de uppkomna skadornas storlek på grobarheten hos fröer med skilda vattenhalter och som förvarats under olika tider och i olika temperaturer, samt att söka fixera vattenhaltens gränser (högsta och lägsta), inom vilka ett barrträdsfrö bibehåller sina ursprungliga egenskaper mest tillfredsställande under en längre tids förvaring. Med kännedom härom skulle ifrågavarande lagrings-skador kunna förebyggas och kanske helt undvikas. Undersökningen har vidare sträckt sig till studier av fröskadornas inverkan på plantbildningsförmågan och plantutvecklingen efter groningen i laboratorium och på friland.

Försöksresultaten ha icke underkastats någon ingående matematisk utredning genom närmare studium av korrelationer mellan de undersökta faktorerna: vattenhalt, groningsprocent, 1 000-kornvikt, plantvikt, plantprocent, plantstorlek och plantavgång. (De tre sistnämnda faktorerna utgöra observa-

tioner på friland.) Meningen är, att en sådan utredning eventuellt skall göras i samband med framläggande av resultat från andra, närstående undersökningar.

Försöken påbörjades i liten skala år 1948, utökades åren 1949 och 1950. Laboratorieförsöken avslutades i huvudsak år 1951. Under detta år och under åren 1952 och 1953 ha särskilt resultaten av sådder på friland studerats. Vid 1949 års laboratorieförsök användes ett flertal exsickatorer, i vilka bestämda relativa luftfuktigheter kunde hållas konstanta under fröets förvaring genom närvaron av vissa ämnen. Exsickatorerna ställdes i ordning för avsedd användning av docenten E. RENNERFELT. Han utförde samtidiga undersökningar över mögelsvamparnas uppträdande hos fröproverna, som förvarades i exsickatorerna. Resultaten härav komma att framläggas av RENNERFELT.

Till avdelningsföreståndaren, professor LARS TIRÉN, framför författaren ett varmt tack för granskning av försöksresultaten och den föreliggande redogörelsen. Groningsanalyser och andra laboratoriebestämningar ha utförts av biträdena WIVA KRISTOFFERSSON och KERSTIN SVEDELL samt sådder och revisioner av skogsmästaren HANS ÅSTRÖM och skogvaktaren GÖRAN WALLBERG. Till dessa medhjälpare riktar författaren ett varmt tack för väl utförda arbeten.

Experimentalfältet i april 1954.

EINAR HUSS

Inledning

All praktisk fröförvaring syftar till att bevara fröets ursprungliga egenskaper, även de ej färdigbildade, under tiden från kottinsamlingen eller klängningen, till dess fröet sås ut för groning. Om barrträdsfrö skall kunna bibehålla sina groningsegenskaper en längre tid, måste förvaringen ske på sådant sätt, att fröet hålles vid fullt liv, men att samtidigt de groningsutlösande, kemiska processerna inuti fröet och celldelningen, som föregår groningen, icke få utvecklas så långt, att groningen påbörjas eller att fröets livsfunktioner nedsätts på något annat sätt. — Däremot vilja vi gärna, att eftermognadsprocessen skall fullbordas så långt som möjligt, när fröet befinner sig i detta tillstånd av dvala. — Fröförvaringsmetoden bör alltså ta sikte på att hålla fröets livsyttningar på ett minimum, och ju bättre detta kan ske, desto längre tid kan fröet hållas vid liv och desto större del av plantbildningsförmågan sparas.

I detta sammanhang kan det vara lämpligt att definiera groningens inträdande och att klarlägga skillnaden mellan frövila och frödvala.

Ett frö har börjat gro (enligt skogsavdelningens praktiskt syftande definitioner), när rotämnets spets har trängt utanför fröskalet. Groningens början kan alltså iakttagas med blotta ögat.

Frövila bör skiljas från frödvala. Frövilan är ett av inre orsaker hos fröet betingat tillstånd, den mognadsprocess, som vissa frösorter måste genomgå för att kunna gro. Frövilan kan vara av olika slag. Cembratallens frö ger ett exempel. Detta frö kan ligga i marken upp till 18 månader, innan det gror. Frödvalan däremot orsakas av yttre förhållanden och är ett tillstånd av överksamhet, som fröet blir påtvingat utifrån (JOHANNSEN, 1916—21). När fröet lämnar dvalan, bli cellväggarna genomsläppliga för vatten.

Vid fröförvaring gäller det alltså att bevara fröets tillstånd av dvala. Men detta är icke nog. Under dvalan — även om den är mångårig — försiggå i fröet vissa livsyttningar. Svampar och bakterier äro också alltid redo för ödeläggande angrepp. Luft, ljus, värme och fuktighet i vissa proportioner äro också redo för att väcka fröet ur dvalan, då förhållandena bli gynnsamma. Livsfunktionerna under dvalan yttra sig i fröets andning, som man brukar säga. All andning — hos både växter och djur — är ju en oxidation av närings-

ämnen, varvid koldioxid och vatten äro de huvudsakliga slutprodukterna. Andningen kan med uteslutande av många komplicerade och till stor del utforskade mellanled, uttryckas enligt följande schema (KOSTYCHEW, 1927): $C_6 H_{12} O_6 + 6 O_2 = 6 CO_2 + 6 H_2O + 674 \text{ kg-kalorier}$. Syret för andningen erhålles från fröets reservnäring. En del av detta syre användes till andra processer. För reservnäringen absorbera vatten, kommer syret i detta att öka andningen. Denna blir lätt för snabb, och fröet mister sin vitalitet, helt eller delvis. Temperaturen har härvid också stor betydelse (GROVES, 1917). Faktorerna fuktighet, värme och luft stå i intim växelverkan med varandra vid fröets andning. Ljus stimulerar också andningen hos ljuskänsliga frön (KIPP, 1929). Grundorsakerna till fröets försämring eller död till följd av den här mycket summariskt omnämnda andningsproceduren eller som följd av andra omständigheter skola icke diskuteras här. Många forskare ha gjort omfattande undersökningar över dödsorsakerna och sökt förklara den uppkommande förlusten i gröningsförmåga hos olika frösorter, som förvarats och behandlats på olika sätt. Den ene anser, att den lagrade näringen i fröet förstörs genom för snabb andning (CROCKER, 1916). Andra forskare framhålla oxidering och förstörelse av enzym som den troliga orsaken (DUVEL, 1904, WHITE, 1909). Koagulering av proteiner efter viss förvaring anges också som orsak till fröförsämring. Det skulle då röra sig om en påtvingad, kemisk eller mekanisk koagulering.

I varje fall veta vi, att frö i dvala icke har möjlighet att fylla på det näringsförråd, som konsumerats vid andningsproceduren, vilket t. ex. en växande planta kan göra. Nya celler kunna ej bildas för att ersätta de döda (BALDWIN, 1942). Vi veta också något, som gäller vid all behandling av frö, — nämligen att om ett frö har skadats på ett eller annat sätt t. ex. genom väta eller olämplig temperatur, återfår detta frö aldrig sin ursprungliga plantbildningsförmåga (ELIASON och HEIT, 1940). Dessutom veta vi, att om gröningen i fröet en gång har börjat och utvecklats till en viss grad, så är en tillbakagång till dvala omöjlig. Fröna måste få möjligheter att färdiggro, annars försvagas de och dö.

Värmegraden och fuktighetshalten hos fröet har stor betydelse för andningens snabbhet. BALDWIN (1942) säger, att vattenhalten hos fröet har ett avgörande inflytande på andningens styrka. Han anser också, att embryot är mer aktivt vid andningen än endospermet. KOLKWITZ (1901) fann, att hos 1 kg spannmål (i dvala) med 14—15 procents vattenhalt utvecklades på 24 timmar vid

| | |
|------------|------------------------|
| 18° C..... | 1,4 mg CO ₂ |
| 20° C..... | 7,5 » » |
| 52° C..... | 249,0 » » |

och att 1 kg utvecklade vid 18° C på 24 timmar vid

| | |
|---------------------|-------------------------|
| 11 % vattenhalt.... | 0,35 mg CO ₂ |
| 14—15 % » | 1,40 » » |
| 19,6 % » | 123,00 » » |
| 20,5 % » | 359,00 » » |
| 30,0 % » | 2 000,00 » » |

Beträffande ovanstående undersökning anför HEINRICH (1913), att det är väl tänkbart, att ett fuktigt frö, som lagras i lufttätt kärl, försämras på grund av avsaknad av syre, då livsyttningarna öka av någon orsak, och denna försämring sker snabbare ju fuktigare fröet är vid en samtidig stegring av värmen. Därvid bör observeras, att en höjning av värmen långt ifrån har samma inverkan på andningen som en höjning av fuktigheten.

Flera forskare påvisa vattenhaltens betydelse för fröets livslängd vid förvaring, såsom t. ex. DUVEL (1904), BATES (1929 a, 1930), MOSS (1938), SCHMIDT (1926 a, 1937), BORNEBUSCH (1950).

DUVEL anför bl. a. fröets fuktighetshalt som huvudfaktorn för bevarandet av fröets livslängd. BATES fann, att tallfrö, som inlades till förvaring, då relativa luftfuktigheten var ca 30 procent och fröets fuktighetshalt var 6 %, bibehöll sin kvalitet väl, MOSS fann, att asprö bevarade sin grobarhet bäst, om det förvarades i —5° C och om fuktighetshalten var högst 10 procent. BORNEBUSCH fann vid sina försök bl. a., att ett par granarters frö samt björkfrö bibehöll sina ursprungliga kvaliteter bäst, när fröets fuktighetshalt var 6 procent och förvaringen skedde i slutna kärl vid + 1° C— —3° C.

COX (1911) fann, att tallfrö behöll sin grobarhet bäst under 3 år vid förvaring i köldtemperatur. MIROV (1937) fann, att en del oljor i vissa tallfröer voro obeständiga med avseende till sin molekylära struktur, och att oljorna försvunno eller avsevärt minskades vid fröets förvaring i värme. HOFFMAN (1906) kunde bestämma fröers insamlingsorter med ledning av medelfuktighetshalten hos fröet ifråga och erfarenhetstabeller från skilda orter. Ett fröslag kunde tänkas ha olika hygroskopiska egenskaper på skilda orter, beroende på t. ex. nederbörd och temperatur i medeltal på orten ifråga.

Kap. I. Undersökningens planläggning och utförande samt frömaterialet

Av de första försöken framgick, att relativt små vattenmängder, som tillförts fröproverna, åstadkommo en betydande sänkning av grobarheten vid vissa förvaringsmetoder och efter fyra månaders förvaringstid. Med anledning av dessa resultat planlades undersökningen i större skala. De faktorer, som varit föremål för undersökning och huvuddragen av undersökningsmetodiken angivas i följande översikt.

I undersökningen beaktade faktorer

1. Frösorten

De första försöksresultaten visade förutom den ovan nämnda grobarhetsförsämringen, att det fanns skäl för antagandet, att en frösort med hög grobarhet icke förhåller sig lika som en frösort med låg grobarhet under ensartat förvaringssätt. I allmänhet är det ju också så, att ett utsäde med goda groningsegenskaper reagerar annorlunda än ett utsäde med sämre egenskaper för viss behandling. Vid försöken användes därför parallellt två tallfröer av likartad, norrländsk proveniens och samma ålder men med avsevärt skilda groningsegenskaper. Den ena frösorten benämnes »den goda frösorten» och den andra »den dåliga frösorten». De båda, parallellt undersökta fröerna hade efter klängningen förvarats i lufttäta kärl vid + 5° C.

| Analys nr | Benämning | Höjd ö. h. m | Grobarhet % | Fuktkvot % | 1 000-kornvikt gr |
|-----------|--------------------------|--------------|-------------|------------|-------------------|
| 1675 | Den dåliga frösorten ... | 150 | 23 | 7,4 | 4,28 |
| 1674 | Den goda frösorten | 15 | 94 | 7,1 | 4,69 |
| 1206 | Den dåliga frösorten.... | 150 | 41 | 7,7 | 4,41 |
| 3179 | Den goda frösorten | 15 | 94 | 7,5 | 4,68 |

Till förberedande försök och speciella, hithörande försök med huvudsakligen jämsidigt kontrollerande syfte ha dessutom använts ett 20-tal andra fröer.

2. Fröers vattenabsorberande förmåga

Dessa undersökningar ha inskränkt sig till enkla försök för att konstatera t. ex. med vilken hastighet fröprover absorbera luftfuktighet vid viss temperatur, fröers vattenhalter efter vissa behandlingar i institutets lokaler samt till att klarlägga andra dylika spörsmål av intresse.

3. Den lägsta och den högsta vattenhalten,

som fröerna kunde tåla utan kvalitetsförsämring.

Ett av undersökningens syftemål var ju, att söka bestämma den maximala vattenhalt, som ett frö kunde tåla utan försämring av kvaliteten under en viss förvaring. Under en kort förvaringstid och i en viss temperatur kunde fröets kvalitet kanske bevaras vid en hög vattenhalt. Det var också av intresse att undersöka fröprover med mycket låg vattenhalt. Hela skalan nedifrån och upp till fuktighetsmättnad kom därför att användas.

Vid 1949 års försök användes som förut sagts exsickatorer till förvaring av fröproverna. Antalet exsickatorer delades upp i grupper om 5 st. i varje (se nedan) och en sådan grupp hade följande fuktigheter:

| | | | | | |
|---|------------|-----|-------|---------|---------------|
| 1 | exsickator | med | 20 % | relativ | luftfuktighet |
| 1 | » | » | 58 % | » | » |
| 1 | » | » | 81 % | » | » |
| 1 | » | » | 93 % | » | » |
| 1 | » | » | 100 % | » | » |

Vid 1950 års försök användes fröprover med vattenhalter från 3 procent upp till ca 40 procent av torrvikten. Förvaringen skedde i glasflaskor.

4. Förvaringstemperaturen

Vid 1949 års försök skedde förvaringen i temperaturerna $+5^{\circ}\text{C}$ och $+22^{\circ}\text{C}$.

5. Förvaringstiden

Vid 1950 års försök användes -5°C , $+5^{\circ}\text{C}$ och $+20^{\circ}\text{C}$.

Undersökningen syftade till att också lämna en uppfattning om, huru länge ett fröprov med viss vattenhalt kunde förvaras på visst sätt utan att kvaliteten försämrades. Förvaringstiderna kommo därför att sträcka sig från 1 upp till 18,8 månader.

6. Frömaterialets kvalitet

Endast felfria fröer användes, d. v. s. sådana, som ej varit utsatta för felaktiga behandlingar.

Vid varje försöks början utfördes bestämningar av fröets:

- a) grobarhet och tomfröinnehåll
- b) vattenhalt
- c) 1 000-kornvikt
- d) plantvikt efter 10 dygns groning. (Ej bestämd på alla fröprover.)

Samtliga fröer voro väl rensade.

7. Plantprocenten på friland

Av andra undersökningar har det tydligt framgått, att fröprover med vissa skador lämnat förhållandevis lägre groningsresultat på friland än felfria fröprover — vid sådd med samma antal grobara frön — och allteftersom skadornas storlek ökade, ha skillnaderna i plantprocent ökat proportionsvis ännu mer.

Detta förhållande var av intresse att klarlägga även i denna undersökning. Dessutom var det av värde att studera sambandet mellan fröprovernas groningsprocenter i JACOBSENS apparat och plantprocenter på friland, plantavgång samt plantutveckling på friland.

8. Plantutvecklingen på friland

Av samma skäl, som anförts under punkt 7, studerades plantutvecklingen på friland genom:

- a) plantavgången efter första vegetationsperioden fram till slutet av den andra
- b) plantviktsbestämningar av två-årsplantorna.

Undersökningsmetodiken

1. Förberedande åtgärder och försök

Fyra grupper av exsickatorer gjordes i ordning (av RENNERFELT) med de luftfuktigheter, som ovan under p. 3 angivits. Enär det kunde tänkas, att de i exsickatorerna inlagda ämnena kunde ha skadliga verkningar på fröproverna, utfördes kontrollerande groningsanalyser häröver.

Försök utfördes för bestämningar av fröers vattenabsorberande förmåga. Fröprovet vägdes, insattes i en bestämd, viss luftfuktighet och vägdes sedan

med vissa tidsintervaller. Vägningarna fortsattes till dess fröprovets vikt blev konstant, och vattenabsorbtionen alltså nått sitt maximum.

Bestämning av ett fröprovs vattenhalt har skett i enlighet med skogsavdelningens instruktion härför, vilken överensstämmer med den s. k. standardmetoden såsom denna återgives i instruktionen för Association of Official Seed Analyses of North America (1937).

Ett fröprovs vattenhalt angives av fröets fuktkvot d. v. s. vattnets vikt i procent av fröets torrsvikt. (Med ett ämnes vattenhalt uttryckt i procent avses vattnets vikt i procent av ämnets råsvikt.) Groningsprocenten angives alltid utan tomfrö.

2. *Försöken med fröförvaringen i exsickatorer*

Med en månads tidsintervall togos två mindre fröprover ur varje exsickator. Det ena provet användes till groningsanalys och det andra för bestämning av fuktkvoten.

Frilandssådderna utfördes i plantskola. Varje försöksled upprepades på 5 block. Frömängden var 200 grobara frön per 1 m såddrand. Revisioner utfördes första och andra hösten efter sådden.

3. *Försöken med fröförvaring i flaskor*

Sedan fröprovet hade tillförts en bestämd fuktighetsmängd och fuktkvoten bestämts, igenkorkades och lackades flaskorna.

Som förut angivits användes här temperaturerna -5°C , $+5^{\circ}\text{C}$ och $+20^{\circ}\text{C}$. I var och en av dessa temperaturer inlades serier av flaskor. Varje serie innehöll 10 st. flaskor med olika, stigande vattenhalter. Efter viss förvaringstid studerades samtidigt en serie från var och en av de tre förvarings-temperaturerna beträffande fuktkvot, groningsprocent och plantsvikt.

Frilandssådder i plantskola utfördes även vid dessa försök på enahanda sätt som ovan beskrivits.

Kap. II. Några exempel på barrträdsfröets vattenabsorberande förmåga

Syftet med de nedan beskrivna, enkla försöken avsåg närmast att lämna exempel på, hur fuktigheten hos frö kan förändras under praktiskt handhavande och att belysa fröets möjligheter att upptaga fuktighet från atmosfären till halter, som enligt de följande undersökningarna ha visat sig inverka på kvaliteten under förvaring.

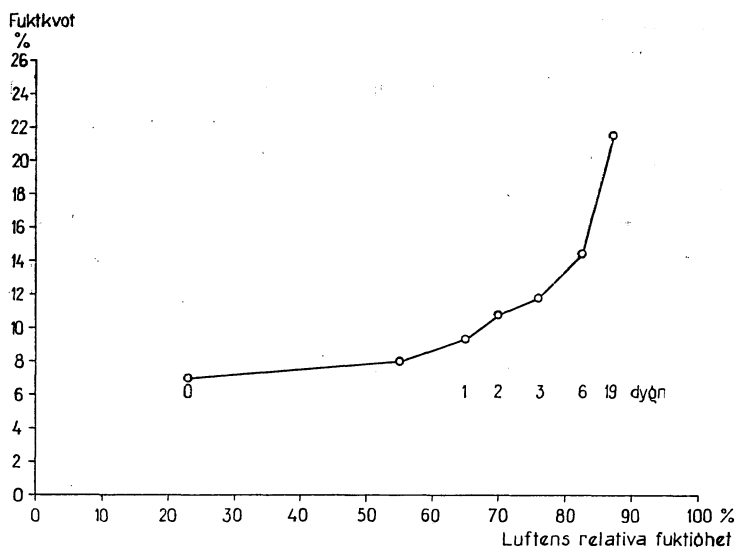


Fig. 1. Medelfuktkvoten hos fyra fröer steg snabbt, när luftens relativa fuktighet ökade.
The average damp quotient for the four seeds rose rapidly as the relative atmospheric moisture rose.

Vattnet i fröprover, som uppvärmdes till $+105^{\circ}\text{C}$ under luftväxling, hade försvunnit efter ca 4,5 timmar. Utom vatten försvinner även en del flyktiga ämnen. Denna viktsförlust syntes utgöra 1 à 2 procent.

Omedelbart efter klängning, avvingning och rensning höllo sig fröernas fuktkvoter i genomsnitt omkring 4 procent i institutets arbetslokaler för kott och frö. Efter ca 3 dygns förvaring i öppna kärl hade fröpartiernas fuktkvoter stigit med i genomsnitt halvannan procentenhet. Försöken utfördes under vintermånaderna och i varierande relativa luftfuktigheter.

En blid vinterdag kunde ett ca en tum tjockt frölager öka sin fuktkvot med 1,5 procentenheter, från 7,5 procent till 8 procent, under förvaring 4 timmar i ett uthus. Efter ca 30 timmar var fuktkvoten fördubblad eller 14,4 procent.

I skogsavdelningens kylskåp med $+5^{\circ}\text{C}$ temperatur kunde fröprovers fuktkvoter vissa dagar stiga till 9 och 10 procent på relativt kort tid.

Fig. 1 visar ett exempel på, hur i medeltal fyra tallfröprover absorberade luftfuktighet i en rumstemperatur. Frösörterna placerades i en exsickator tillsammans med en petriskål med vatten och en hygrograf. Efter ett dygn hade fröernas fuktkvoter stigit från 7 procent till i medeltal 9,3 procent. Relativa luftfuktigheten hade samtidigt stigit från 23 procent till 65 procent. Det är självklart, att hade den relativa luftfuktigheten varit mycket hög i exsickatorn redan vid försökets början, så hade fröerna absorberat fuktigheten

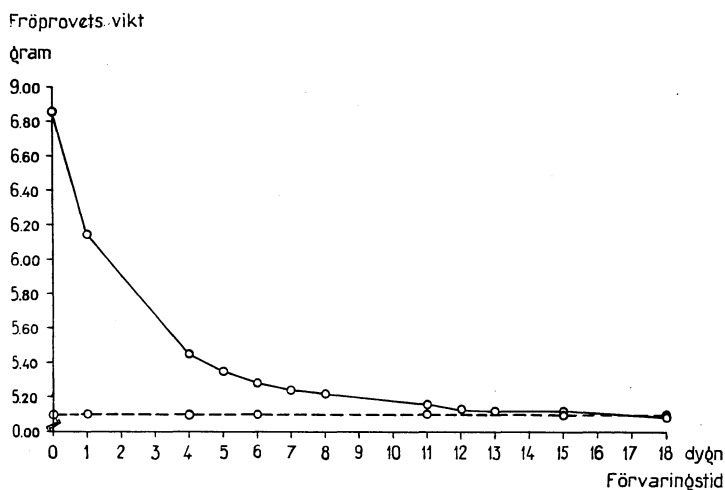


Fig. 2. Ett exempel på hur en viss vattenhalt avdunstade från ett frö vid öppen förvaring i -10°C .

An example of how a given water content evaporated from a seed in open storage at -10°C .

betydligt hastigare. Ett liknande försök i vattenmättad luft har till resultat, att fröets fuktkvot steg till 13,6 procent under tre dygn.

Av de anförda exemplen torde framgå, att barrträdsfrö med en viss fuktighetshalt, som förvaras i luft med en högre fuktighetshalt, absorberar luftfuktigheten ganska hastigt och till dess att fröet uppnått luftens fuktighetshalt. Vattenupptagningen sker snabbast i början, under de första timmarna och dygnen, för att senare gå i långsammare tempo.

En utjämning av fröfuktigheten och luftfuktigheten äger givetvis också rum, då frö har större fuktighetshalt än den omgivande luften. Vattendunstningen sker även om fröet är fruset. Fig. 2 visar resultaten av ett dylikt frysförsök. Av två fröprover om vardera 5,10 gram, fick det ena upptaga en viss mängd vatten, varefter det vägde 6,86 gram. Proven lades sedan i kylskåp (-10°C) i öppna kärl. Efter drygt två veckor voro provens vikter åter 5,10 gram. Den relativa luftfuktigheten var densamma vid försökets början och slut.

Fig. 3 visar den relativa luftfuktighetens årliga period i Uppsala under åren 1887—1906. GUSTAF TIMBERG (1908) säger beträffande den relativa fuktighetens dagliga gång i Uppsala: »om vintern håller den sig i medeltal omkring 90 procent med endast obetydlig sänkning vid middagen; om sommaren däremot, när t. o. m. den absoluta fuktigheten har ett minimum på middagen, får den relativa fuktigheten mycket stor amplitud och varierar i medeltal i juli från 90 procent vid soluppgången till några och femtio procent vid tiden för högsta temperaturen».

Vid praktiskt handhavande och förvaring av frö, utsättes detta under hela året för stora risker att snabbt absorbera betydande mängder vattenånga från luften. Dennas vattenångehalt är ofta så hög, att den, som undersökningsresultaten i det följande komma att visa, får skadliga inverkningar på fröets kvalitet vid vissa förvaringsmetoder.

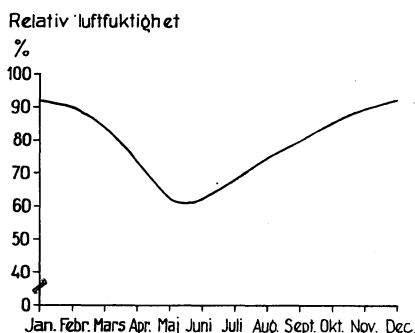


Fig. 3. Fuktighetens årliga period i Uppsala. 1887—1906. Efter GUSTAF TIMBERG.
Annual period for moisture at Uppsala. 1887—1906. After GUSTAF TIMBERG.

Kap. III. Försöken med förvaring i exsickatorer

Försöksmetodik och de använda frösörternas data återfinnas under kap. I. Fröprover uttogos under förvaringstiden en gång varje månad för gröningsanalyser samt bestämningar av fuktkvoter och svampflora. För att icke överbelasta figurerna ha å dessa icke medtagits alla månadsresultat. För övrigt hänvisas till tab. 1. Det bör här framhållas, att upprepade och vid skilda tidpunkter utförda gröningsanalyser av en och samma frösört sällan giva exakt lika gröningsprocenter. Spridningen är i allmänhet större hos en »dålig» frösört än hos en »god» frösört. Hos den förra kan spridningen många gånger vara betydande.

Grobarheten

A. Den dåliga frösörten

1. Förvaring i + 5° C

Fig. 4 åskådliggör sambandet mellan grobarheten och relativa fuktigheten i exsickatorn efter respektive 2, 4 och 7 månaders fröförvaring.

Efter 2 månader i 93 procent och 100 procent relativ fuktighet syntes fröets grobarhet börja försämrast. En mer påtaglig fröförsämring inträdde dock först efter 4 månaders förvaring. Någon större försämring av frökvaliteten hos prover från ca 60 procent och lägre relativa fuktigheter kunde icke påvisas efter hela förvaringstiden, 7 månader.

Fig. 5 visar sambandet mellan grobarheten och fuktkvoten.

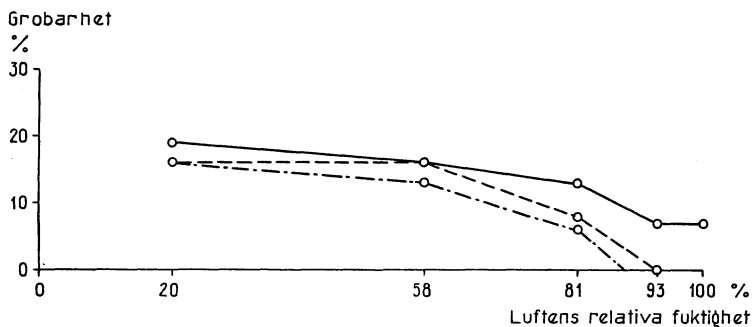


Fig. 4. Grobarheten hos den dåliga frösorten efter ca 2 (—), 4 (---) och 7 (-.-.-) månaders förvaring i olika relativa luftfuktigheter. Temperatur + 5° C.
Germinability in the poor sort of seed after about 2 (—), 4 (---) and 7 (-.-.-) months' storage at different relative atmospheric moistures. Temperature + 5° C.

När fröets fuktkvot översteg 8 à 9 procent, började grobarheten att sjunka efter endast några få månaders förvaring.

Den fuktkvot, vid vilken frösortens grobarhet försvunnit helt efter viss tids förvaring, kunde icke visas exakt i detta försök, enär försöksmateriale

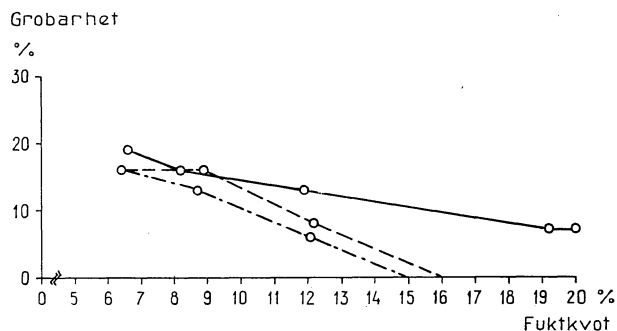


Fig. 5. Sambandet mellan grobarhet och fuktkvot hos den dåliga frösorten efter ca 2 (—), 4 (---) och 7 (-.-.-) månaders förvaring i + 5° C.
Relation between germinability and damp quotient in the poor sort of seed after about 2 (—), 4 (---) and 7 (-.-.-) months' storage at + 5° C.

saknar prover, förvarade i relativa fuktigheter mellan 58 procent och 81 procent. Detta förhållande är dock av mindre praktisk betydelse, det viktigaste är att veta, vid vilken fuktkvot grobarheten börjar att försämras.

Fig. 6 visar, hur fröets vattenhalt ändrades efter olika förvaringstider, och alltefter den omgivande luftens relativa fuktighet. Var denna hög, försvann all grobarhet hos frösorten efter 2,5 à 3 månader.

2. Förvaring i + 22° C.

Av fig. 7 framgår, att frösortens grobarhet hade bibehållits väl i relativa fuktigheterna 20 och 58 procent. Det kan möjligen misstänkas, att en viss

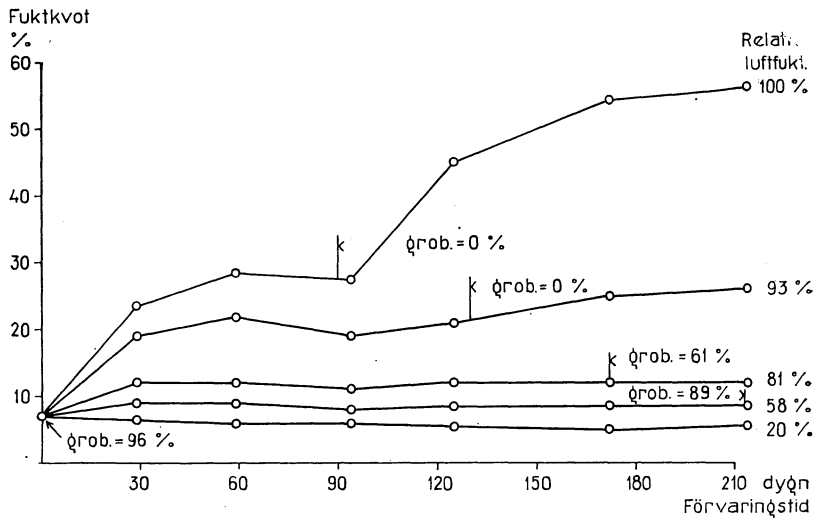


Fig. 6. Fuktkvotens förändringar hos den dåliga frösorten under förvaringstiden. Temperatur + 5° C.
Changes in damp quotient for the poor sort of seed during the storage period. Temperature + 5° C.

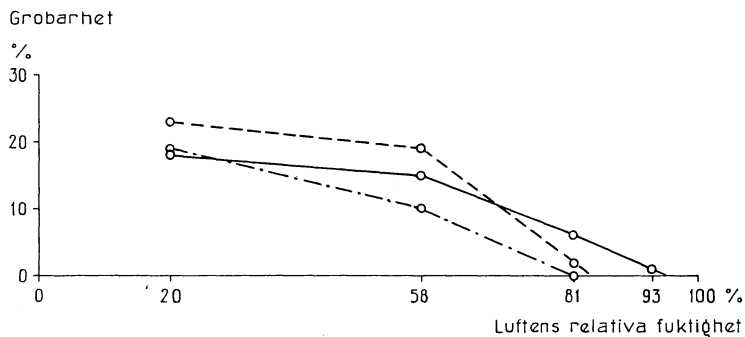


Fig. 7. Grobarheten hos den dåliga frösorten efter ca 2 (—), 4 (---) och 7 (— · —) månaders förvaringar i olika relativa luftfuktigheter. Temperatur + 22° C.
Germinability in the poor sort of seed after about 2 (—), 4 (---) and 7 (— · —) months' storage at various relative atmospheric moistures. Temperature + 22° C.

försämring börjat inträda hos det fröprov, som legat i 58 procent relativ fuktighet, efter 7 månaders förvaring. När relativa fuktigheten gått upp till 81 procent eller högre, var fröförsämringen här avsevärd och betydligt större än i förvaringstemperaturen + 5° C.

Hur fröets grobarhet förhöll sig till olika fuktkvoter framgår av fig. 8.

Kvaliteten sjönk vid + 22° C ännu hastigare och kraftigare än vid + 5° C, när fuktkvoten översteg 8 à 9 procent.

Fig. 9 visar hur vattenhalterna hos de fem fröproverna, förvarade i olika relativa fuktigheter, ändrades under förvaringstiden. (Jfr fig. 6.)

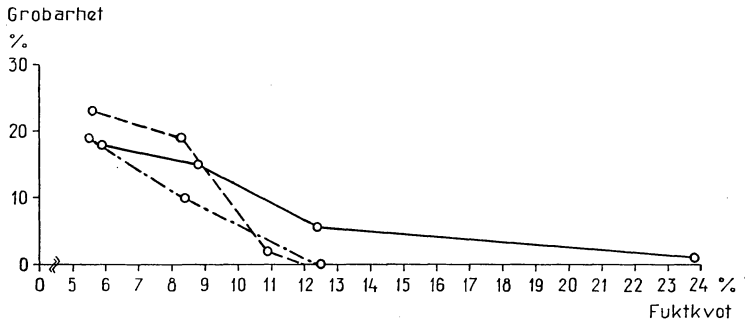


Fig. 8. Sambandet mellan grobarhet och fuktkvot hos den dåliga frösarten efter ca 2 (—), 4 (— — —) och 7 (— · — · —) månaders förvaring i + 22° C.
Relation between germinability and damp quotient in the poor sort of seed after about 2 (—), 4 (— — —) and 7 (— · — · —) months' storage at + 22° C.

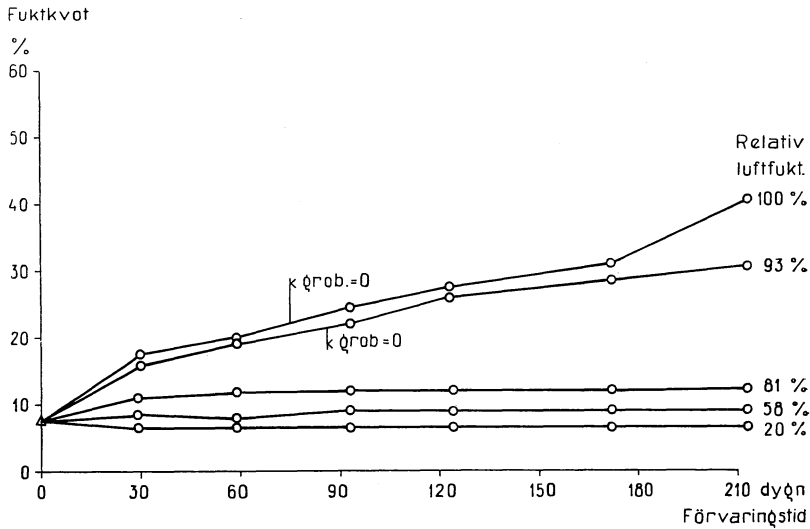


Fig. 9. Fuktkvotens förändringar hos den dåliga frösarten under förvaringstiden. Temperatur + 22° C.
Changes in damp quotient for the poor sort of seed during the storage period. Temperature + 22° C.

Vid + 22° C absorberade fröet vatten betydligt snabbare än vid + 5° C. Till följd härav blev frönas livslängd kortare vid den högre förvaringstemperaturen än vid den lägre, sedan vattenhalten nått ett visst värde. De ungefärliga tidpunkterna, då all grobarhet var borta, ha markerats med »grob. = 0» i figurerna.

Sambandet mellan fröprovernas fuktkvoter och motsvarande relativa fuktigheter efter 6 månaders förvaring framgår av fig. 10.

Studeras härtill tab. 1 så finna vi, att vid förvaringarna i luft med låga relativa fuktighetshalter erhöles fröproverna snabbt sina däremot svarande

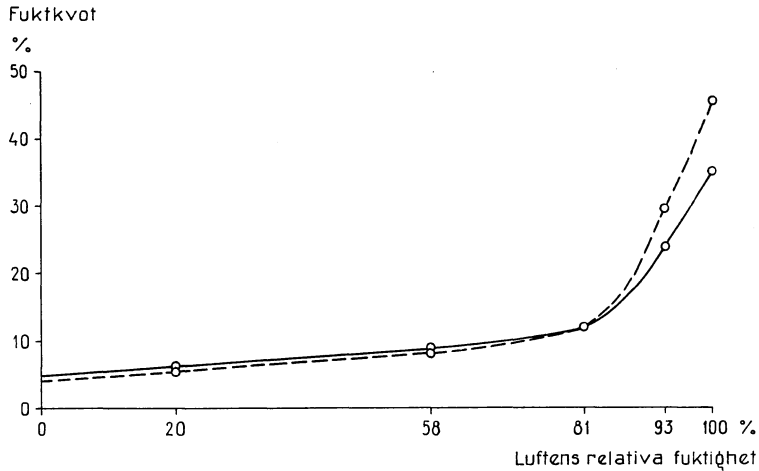


Fig. 10. Fuktkvoten hos den dåliga frösorten steg kraftigt, när relativa luftfuktigheten blev högre än ca 80 procent efter 6 månaders förvaringstid. + 5° C (—), + 22° C (---).

The damp quotient of the poor sort of seed rose abruptly when the relative atmospheric moisture rose above more than about 80 percent after six months' storage time. + 5° C (—) + 22° C (---).

vattenhalter, som sedan behölls oförändrade eller närmare bestämt lika stora som exsickatorns luftfuktighet under hela förvaringstiden. Även i höga relativa luftfuktigheter — då dessa närmade sig mättnadsstadiet — absorberade fröet givetvis snabbt en betydande mängd vatten, men fröet blev däremot icke så snart vattenmättat. Ännu efter 6 månader steg fuktkvoten vid förvaring i relativa fuktigheterna 93 procent och 100 procent. Fröna liknade då geléklumpar.

B. Den goda frösorten

1. Förvaring i + 5° C.

Fig. 11 visar sambandet mellan grobarheter och förvaringstider hos fröprover, förvarade i respektive 20, 58, 81, 93 och 100 procent relativ luftfuktighet.

Fröet behöll sin goda kvalitet under hela lagringstiden, då relativa fuktigheten icke översteg ca 60 procent.

De prover av den goda frösorten, som tagits ur de två högsta luftfuktigheterna, hade bevarat sina grobarheter betydligt bättre än motsvarande prover av den dåliga frösorten.

Sambandet mellan grobarhet och fuktkvot hos fröprover, som förvarats i respektive 2, 4 och 7 månader visas å fig. 12.

Fröet bibehöll sin grobarhet väl under hela förvaringstiden vid fuktkvoter

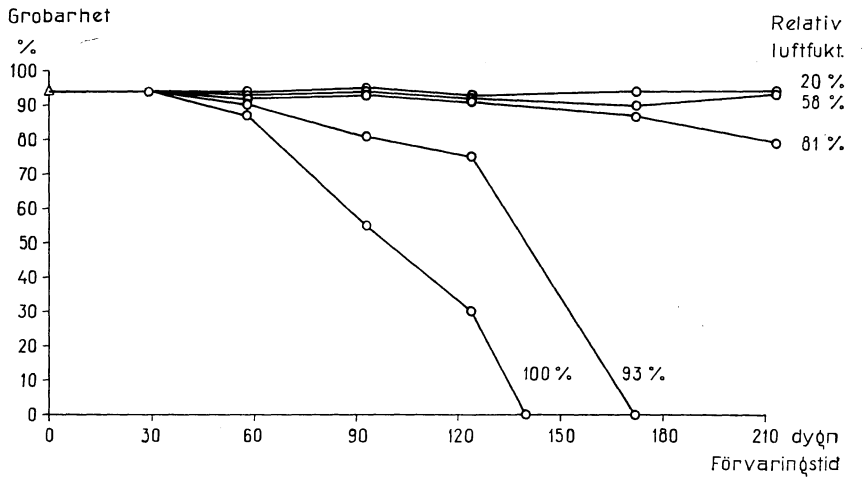


Fig. 11. Grobarhetens storlek hos den goda frösorten under ca 7 månaders förvaring i de givna luftfuktigheterna. Temperatur + 5° C.
Extent of germinability in the good sort of seed during about 7 months' storage at the given atmospheric moistures. Temperature + 5° C.

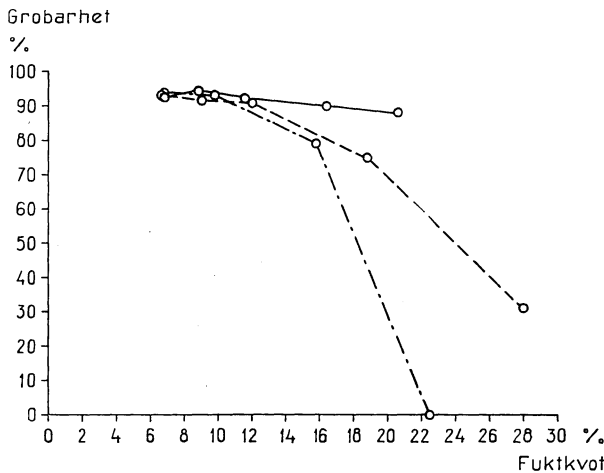


Fig. 12. Sambandet mellan grobarhet och fuktkvot hos den goda frösorten efter ca 2 (—), 4 (---) och 7 (— · —) månaders förvaring i + 5° C.
Relation between germinability and damp quotient in the good sort of seed after about 2 (—), 4 (---) and 7 (— · —) months' storage at + 5° C.

under ca 9 procent. Steg fuktkvoten ytterligare, började kvaliteten att försämrans i snabb takt, och allt frö var dött efter 7 månader, när fuktkvoten kom upp till ca 22 procent.

Grobarheten hos den goda frösorten försämrades icke så snabbt och fröna dogo vid betydligt högre fuktkvot än hos den dåliga frösorten under jämförbara förhållanden.

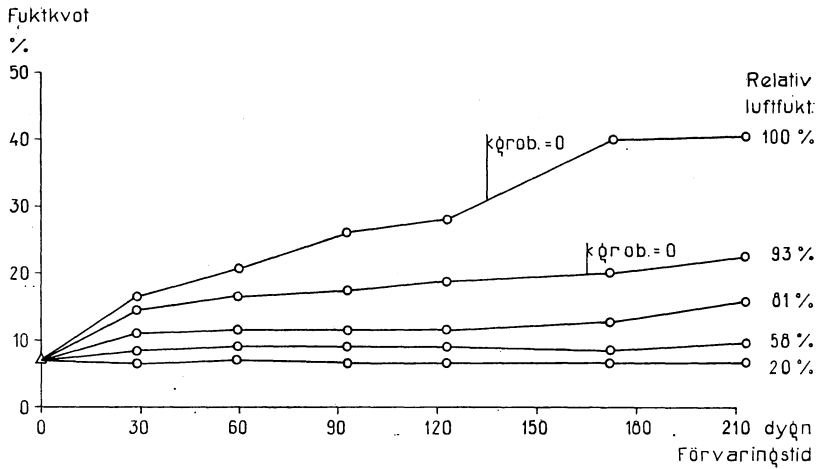


Fig. 13. Fuktkvotens förändringar hos den goda frösorten under förvaringstiden. Temperatur + 5° C.
Changes in damp quotient in the good sort of seed during the storage period. Temperature + 5° C.

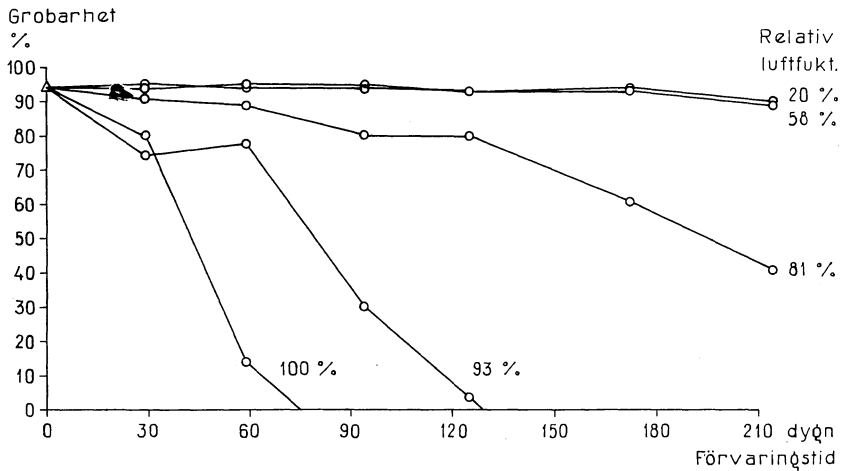


Fig. 14. Grobarhetens storlek hos den goda frösorten under ca 7 månaders förvaring. Temperatur + 22° C.
Extent of germinability in the good sort of seed during about 7 months' storage. Temperature + 22° C.

Fig. 13 visar, hur fuktkvoten förhöll sig under förvaringstiden hos fröproven i de skilda luftfuktigheterna. (Jfr fig. 16.)

2. Förvaring i + 22° C.

Fig. 14 visar hur fröprovernas grobarheter förhöll sig under skilda förvaringstider och i de givna luftfuktigheterna.

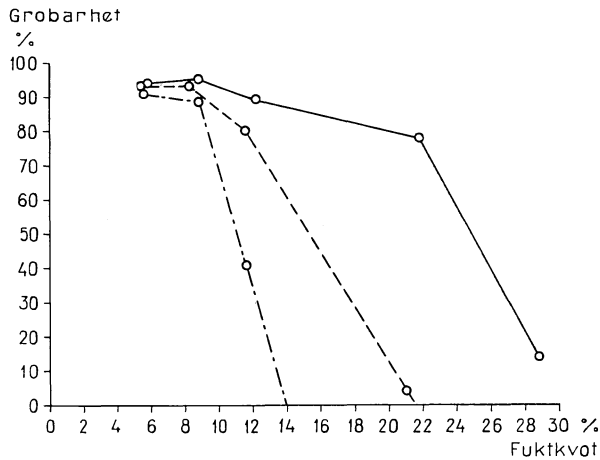


Fig. 15. Sambandet mellan fuktkvot och grobarhet hos den goda frösorten efter ca 2 (—), 4 (---) och 7 (-.-) månaders förvaring i + 22° C.
Relation between damp quotient and germinability in the good sort of seed after about 2 (—), 4 (---) and 7 (-.-) months' storage at + 22° C.

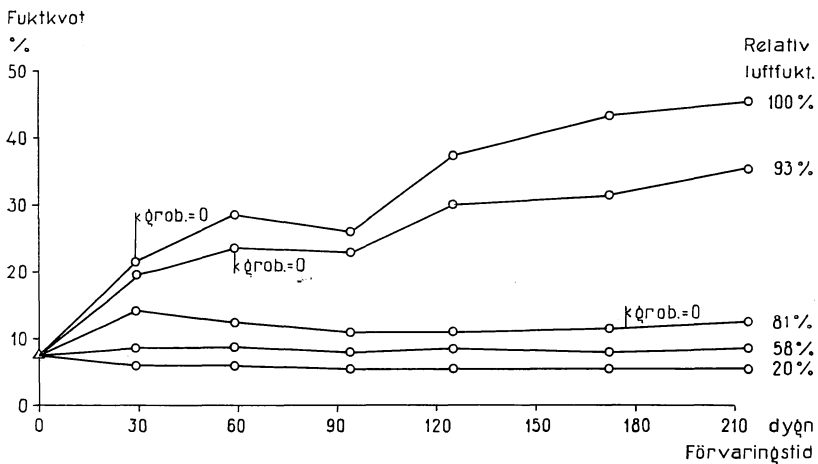


Fig. 16. Fuktkvotens förändringar hos den goda frösorten under förvaringstiden. Temperatur + 22° C.
Changes in damp quotient for the good sort of seed during the storage period. Temperature + 22° C.

Fröproverna i 20 procent och 58 procent relativa luftfuktigheter behöll sina ursprungliga grobarheter under hela förvaringstiden. Proverna från de tre övriga luftfuktigheterna åsamkades däremot avsevärda grobarhetsförluster, som voro betydligt större än hos motsvarande fröprover från förvaringen i + 5° C.

Sambandet mellan fuktkvot och grobarhet visas å fig. 15. Även här framträder tydligt det viktiga förhållandet, att frösortens grobarhet höll

sig oförändrad så länge som fuktkvoten icke översteg 8 procent. Fröprover med högre fuktkvoter förlorade i kvalitet betydligt mer och hastigare än motsvarande prover från + 5° C.

Hur fuktkvoterna förändrades under förvaringstiden i de givna luftfuktigheterna framgår av fig. 16.

Frötet absorberade tillgänglig luftfuktighet snabbare vid förvaring i + 22° C än i + 5° C. De inlagda markeringarna av några grobarhetsvärden visa, att grobarheten upphörde eller sjönk efter relativt kort förvaringstid. T. o. m. fröprover från den 58-procentiga luftfuktigheten kunna misstänkas för kvalitetsförsämring.

Fig. 17 visar sambandet mellan relativ fuktighet och fuktkvot efter 6 månaders förvaring.

I relativa luftfuktigheterna 81—100 procent började förruttelsen av fröna rätt snart.

Nedanstående sammanställning lämnar en överskådlig upplysning om groningsprocentens storlek hos prover av den dåliga och den goda frösorten efter tre skilda förvaringstider och med fyra olika fuktigheter. Groningsprocenterna äro grafiskt utjämnade.

| Frösor Seed sort | Tid mån. Time months | Fuktkvot Damp quotient % | + 5° C | | | | + 22° C | | | |
|-----------------------------------|-------------------------------|-----------------------------------|--------|------|------|------|---------|------|------|------|
| | | | 8,0 | 10,0 | 12,0 | 14,0 | 8,0 | 10,0 | 12,0 | 14,0 |
| Den dåliga . . . The poor sort | 2,0 | | 16 | 15 | 13 | 11 | 16 | 12 | 9 | 6 |
| » » . . . | 4,1 | | 16 | 14 | 9 | 4 | 19 | 8 | 0 | 0 |
| » » . . . | 7,1 | | 14 | 10 | 6 | 2 | 11 | 6 | 0 | 0 |
| Den goda . . . The good sort | 2,0 | | 94 | 93 | 92 | 91 | 94 | 93 | 90 | 88 |
| » » . . . | 4,1 | | 94 | 92 | 91 | 88 | 93 | 87 | 77 | 60 |
| » » . . . | 7,1 | | 94 | 92 | 89 | 84 | 89 | 68 | 35 | 0 |

1 000-kornsvikten

Fig. 18 visar medeltalen av de båda frösorernas 1 000-kornsvikten i de fem bestämda luftfuktigheterna efter 3 månaders förvaring i + 5° C och + 22° C.

Vi se, att medeltalen av 1 000-kornsviktarna ändras i förhållandet till relativa luftfuktigheten på samma sätt som fuktkvoterna (jfr fig. 10 och 17). Det är ju klart, att då fuktkvoten ändras, följer därmed en proportionell förändring av 1 000-kornsvikten.

I detta sammanhang kan påpekas vikten av att observera luftfuktighetens växlingar och fröprovets förvaringssätt vid bestämningar av 1 000-kornsvikten. Underlåtenhet härmed kan göra flera tiondels gram i viktsskillnad mellan två tidsskilda bestämningar.

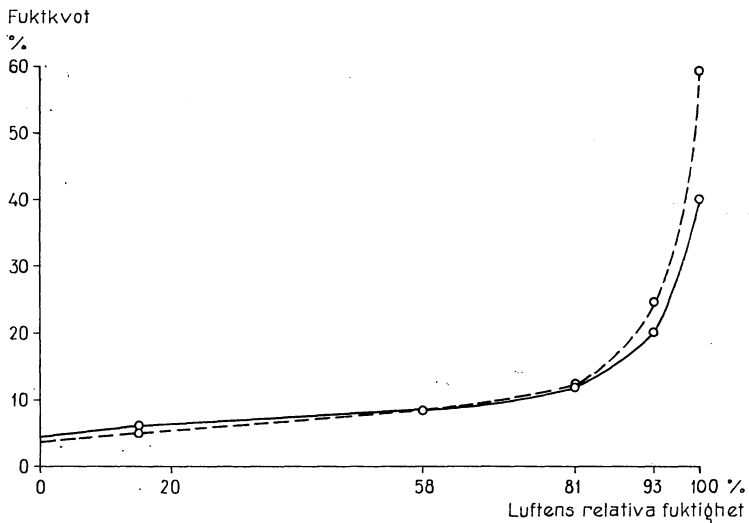


Fig. 17. Fuktkvoten hos den goda frösorten steg kraftigt, när relativa luftfuktigheten blev högre än 80 procent efter 6 månaders förvaringstid. + 5° C. (—), + 22° C (---).

The damp quotient for the good sort of seed rose abruptly when the relative atmospheric moisture rose to more than 80 percent after 6 months' storage time. + 5° C (—), + 22° C (---).

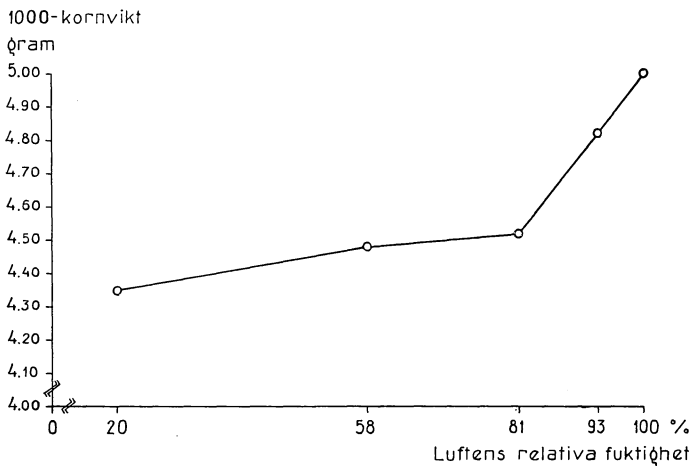


Fig. 18. Medeltalen av frösorternas 1 000-kornvikter förändrades i de olika relativa luftfuktigheterna i samma proportion som motsvarande fuktkvoter (jfr fig. 10 och 17).

The averages of the seed sorts' 1,000-grain weights changed in the various relative atmospheric moistures in the same proportion as the corresponding damp quotients (cf. figs. 10 and 17).

Frilandssådderna

Sedan alla fröprover uttagits till ovan beskrivna försök, återstodo vissa frömängder i exsickatorerna. Dessa frömängder lagrades därefter på flaskor, utan lufttillträde i $+5^{\circ}\text{C}$ till dess de år 1950 utsåddes i plantskola. Sådderna utfördes som blockförsök.

Såddresultaten, angivna i procent av antalet utsådda, grobara frön, framgår av fig. 19.

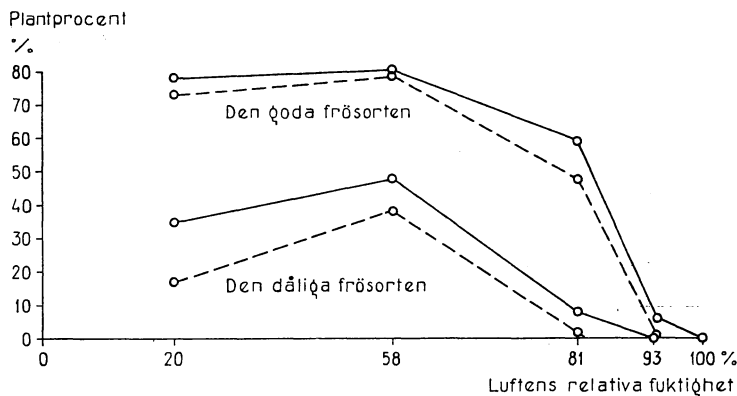


Fig. 19. Sådder på friland. Samma antal grobara frön gävo flera plantor av den goda frösorten än av den dåliga frösorten. I höga relativa luftfuktigheter försämrades de grobara frönas plantbildningsförmåga. $+5^{\circ}\text{C}$ (—), $+22^{\circ}\text{C}$ (---). Sowings on open land. The same numbers of germinable seeds yielded more seedlings from the good sort of seed than from the poor sort. In high relative atmospheric moistures the germinable seeds' seedling formation capacity deteriorated. $+5^{\circ}\text{C}$ (—), $+22^{\circ}\text{C}$ (---).

Vi kunna först lägga märke till att de båda frösorternas plantprocenter genomgående voro högre hos de fröprover, som förvarades i $+5^{\circ}\text{C}$ än hos jämförbara prover, som förvarades i $+22^{\circ}\text{C}$.

Vi finna också, att samtliga plantprocenter från den goda frösorten voro avsevärt högre än jämförbara plantprocenter från den dåliga frösorten.

Beträffande båda frösorterna visa resultaten, att 100 grobara frön vid sådden lämnat avsevärt mindre antal plantor från prover, som förvarats i hög relativ fuktighet än de fröprover, som förvarats i lägre relativ fuktighet.

I de höga luftfuktigheterna hade således de grobara fröna försvagats i hög grad, så att en stor del av dem icke förmådde giva upphov till plantor på friland.

Resultaten av de fröprover, som förvarats i en mycket låg luftfuktighet (20 %), tydde på, att detta förvaringssätt var mindre gynnsamt för frökvaliteten.

Sedan såddförsöken reviderats även andra hösten kunde konstateras, att plantavgången hos de båda frösorterna visade betydande skiljaktigheter. Då avgången hos den goda frösorten var i medeltal 23 procent, var den hos den dåliga frösorten i medeltal 56 procent.

Det torde vara uppenbart, att det är synnerligen viktiga fröegenskaper, som försöksresultaten belysa. Icke minst viktiga äro de egenskaper, som framträda vid frilandssådden. Vi skola sei det följande, att samma resultat erhöles vid de fortsatta undersökningarna med fröförvaringar i flaskor.

Kap. IV. Försöken med förvaring i glasflaskor

Huvuddragen av försöksmetodiken ha meddelats i kap. I. Försöken utökades här med fröförvaring i köldgrader. Genom förvaring i flaskor i stället för i exsickatorer kunde ett stort försöksmaterial användas. Ca 250 fröflaskor ingingo i lagringarna och frömängden per flaska var tillräcklig för två å tre provtagningar till groningsanalys, bestämning av fuktkvot och en slutlig sådd på friland. Till var och en av de båda använda tallfrösorterna, en dålig och en god frösor, uttogos tre grupper av prover (flaskor), en grupp till försöken i förvaringstemperaturen -5°C , den andra till $+5^{\circ}\text{C}$ och den tredje till $+20^{\circ}\text{C}$. Varje grupp delades sedan i serier. Varje serie bestod av 10 flaskor med fröprover, vilkas fuktkvoter avpassades med något så när jämn stegring upp till ca 35 procent. Dessutom inlades i de olika förvaringstemperaturerna kontrollprover och prover för jämnlöpande studier t. ex. av frökvaliteter med särskilt låga fuktkvoter. Innan ett fröprov inlades i sin förvaringstemperatur, fick fröet absorbera den tillförda fuktigheten under en kort tid, se tab. 2.

Grobarheten

A. Den dåliga frösorten

1. Förvaring i -5°C .

Sambandet mellan grobarhet och fuktkvot hos tre serier av fröprover, som förvarats under respektive 4,1, 9,8 och 14,5 månader framgår av fig. 20.

Fröproverna med fuktkvoter lägre än ca 10 procent höllo sina grobarheter tämligen konstanta under förvaringstiderna. Särskilt anmärkningsvärt är, att detta gällde även efter ca 14 månaders förvaring. De jämförelsevis höga groningsprocenterna efter denna tids förvaring kunna möjligen tillskrivas periodiciteten i vissa fröers groningsförmåga under olika årstider. Fröer med låga grobarheter äro för övrigt ofta mycket nyckfulla.

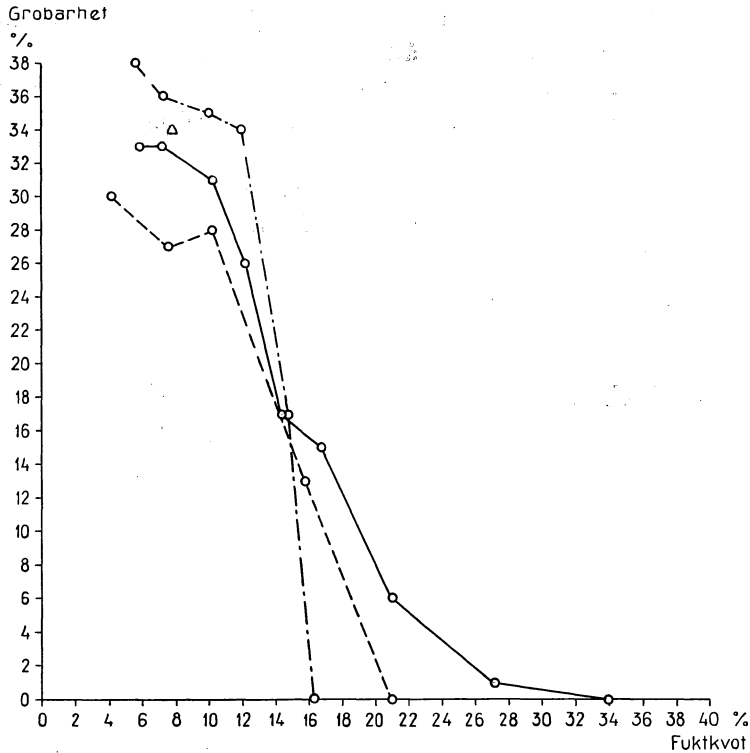


Fig. 20. Den dåliga frösordens förvaring i -5°C . Grobarhetens förändringar i förhållande till fuktkvoten efter ca 4 (—), 10 (---) och 14 (-.-.-) månaders förvaring. Δ = kontroll.

The poor sort of seeds' storage at -5°C . Changes in germinability in relation to damp quotient after about 4 (—), 10 (---) and 14 (-.-.-) months' storage. Δ = control.

2. Förvaring i $+5^{\circ}\text{C}$.

Grobarheten sjönk mycket hastigt, man kan säga rätlinjigt, när fuktkvoten översteg ca 8 procent (fig. 21). Fröförsämringen inträdde efter kort förvaringstid.

I $+5^{\circ}\text{C}$ skedde försämringen av grobarheten till följd av hög fuktighets-halt snabbare och kraftigare än i -5°C .

3. Förvaring i $+20^{\circ}\text{C}$.

Fig. 22 visar sambanden mellan grobarheter och fuktkvoter efter respektive 3,2, 6,8 och 16,0 månaders förvaringstider i $+20^{\circ}\text{C}$.

Groningsprocenten sjönk hastigt och starkt vid en obetydlig höjning av fuktkvoten. Efter ca 7 månaders förvaring fanns ingen grobarhet kvar hos det fröprov, som då hade 11,5 procent fuktkvot.

I denna förvaringstemperatur inträffade dessutom det anmärkningsvärda, att grobarheterna hos samtliga fröprover

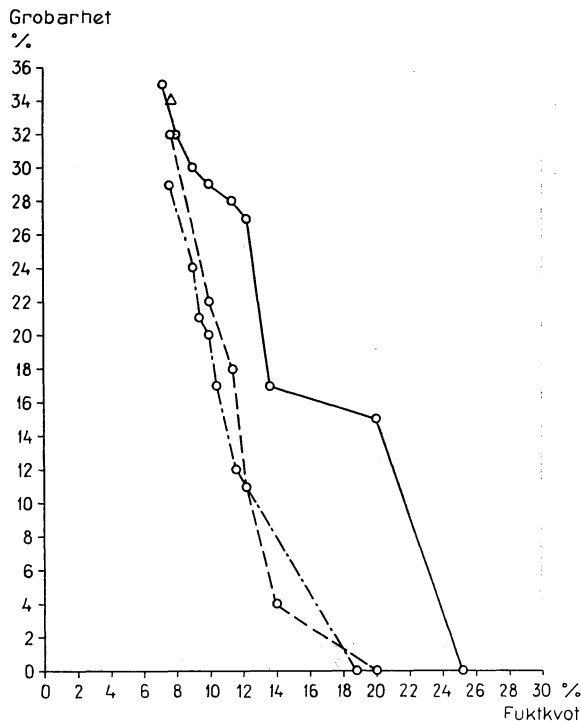


Fig. 21. Den dåliga frösортens förvaring i + 5° C. Grobarhetens förändringar i förhållande till fuktkvoten efter ca 3 (—), 8 (---) och 16 (-.-.-) månaders förvaring. Δ = kontroll.

The poor sort of seeds' storage at + 5° C. Changes in germinability in relation to damp quotient after about 3 (—), 8 (---) and 16 (-.-.-) months' storage. Δ = control.

även med normal fuktkvot (mindre än 8 %) försämrades betydligt. Försämringen ökade starkt med förvaringstiden.

I detta sammanhang kan ett litet specialförsök omnämnas. En tygpåse med frö, vars grobarhet var 63 procent, placerades på institutets vind. Efter ett år hade grobarheten gått ned betydligt, likaså efter ännu ett år och efter det tredje var groningsprocenten endast 3 procent. Groningsanalyser ha utförts av ett flertal gamla fröer, som förvarats i uthus eller liknande rum. Grobarheten var alltid låg och oftast lika med noll. Det är dock tänkbart, att ett frö kan behålla en stor del av sin grobarhet en längre följd av år vid nämnda förvaring, t. ex. i en tygpåse, upphängd på en vind. Men då måste fröet från början ha varit av högsta kvalitet och förvaringsplatsen så belägen, att fröet aldrig någon längre tid utsatts för någon högre fuktighet, t. ex. ovan ett bebott kök eller intill en varm mur.

Sammanfattningsvis kan sägas, att prover av den använda frösортен bibehöllo sina ursprungliga grobarheter under hela förva-

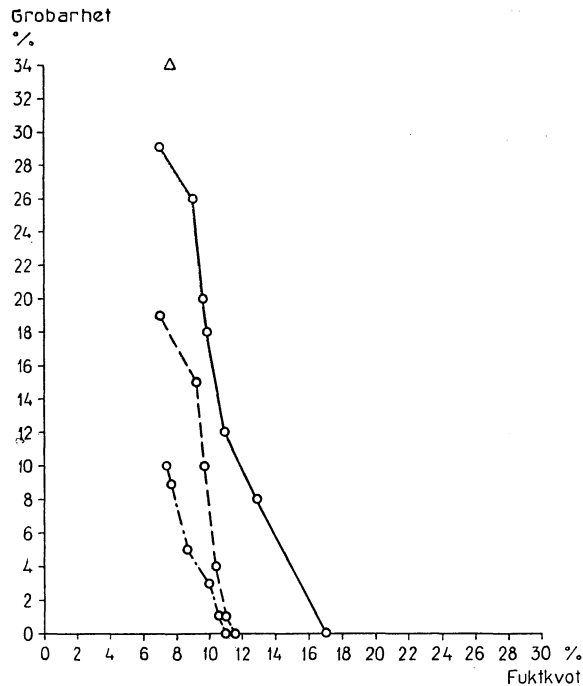


Fig. 22. Den dåliga frösortens förvaring i + 20° C. Grobarhetens förändringar i förhållande till fuktkvoten efter ca 3 (—), 7 (---) och 16 (-.-.-) månaders förvaring. Δ = kontroll.

The poor sort of seeds' storage at + 20° C. Changes in germinability in relation to damp quotient after about 3 (—), 7 (---) and 16 (-.-.-) months' storage. Δ = control.

ringstiden vid -5°C och i $+5^{\circ}\text{C}$, då fröprovets fuktkvot var lägre än ca 8 procent. Försöken tydde dessutom på att frösortens kvalitet icke försämrades, då fuktkvoten steg till ca 10 procent vid förvaringen i -5°C . Vid förvaringen i $+20^{\circ}\text{C}$ försämrades grobarheten, även då fröets fuktkvot var lägre än 8 procent.

B. Den goda frösorten

1. Förvaring i -5°C .

Fig. 23 åskådliggör sambandet mellan grobarheten och fuktkvoten hos de skilda proverna av denna frösort efter förvaringar i ovan angiven temperatur.

Det bör i första hand observeras, att groningsprocenterna hos samtliga fröprover med fuktkvoter lägre än ca 19 procent lågo så väl samlade. Spridningen i grobarhet var icke större, än den som kan erhållas vid upprepade groningar av ett frö av en viss, given kvalitet. Groningsprocenten blir som man vet sällan exakt densamma i olika parallellprov.

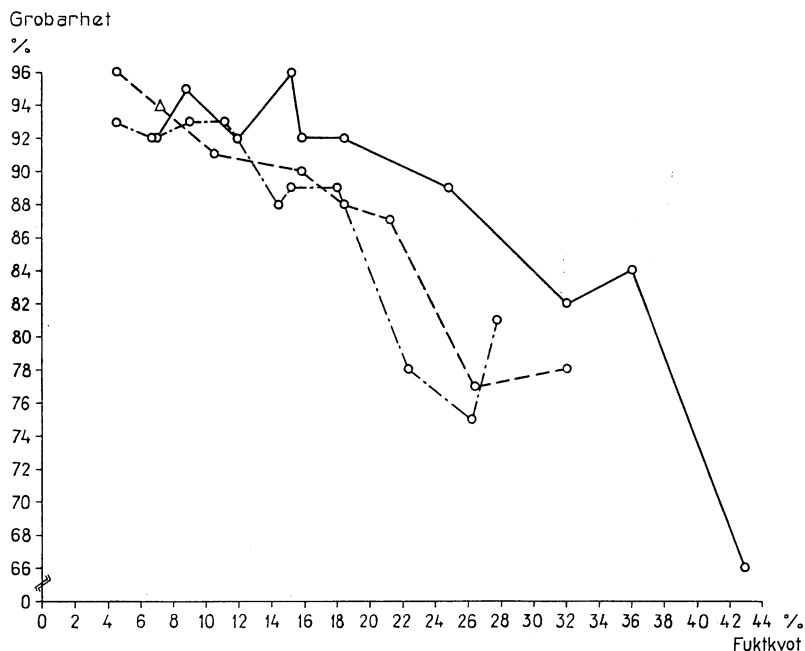


Fig. 23. Den goda frösortens förvaring i -5°C . Grobarhetens förändringar i förhållande till fuktkvoten efter ca 5 (—), 9 (---) och 14 (-.-.-) månaders förvaring.
The good sort of seeds' storage at -5°C . Changes in germinability in relation to damp quotient after about 5 (—), 9 (---) and 14 (-.-.-) months' storage.

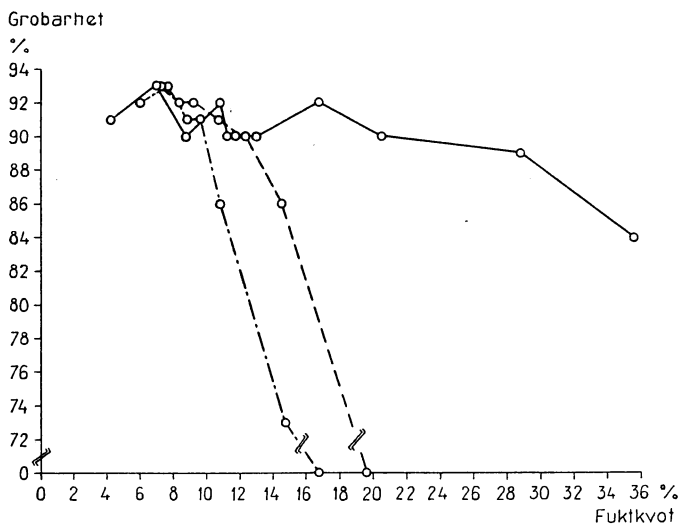


Fig. 24. Den goda frösortens förvaring i $+5^{\circ}\text{C}$. Grobarhetens förändringar i förhållande till fuktkvoten efter ca 3 (—), 8 (---) och 14 (-.-.-) månaders förvaring.
The good sort of seeds' storage at $+5^{\circ}\text{C}$. Changes in germinability in relation to damp quotient after about 3 (—), 8 (---) and 14 (-.-.-) months' storage.

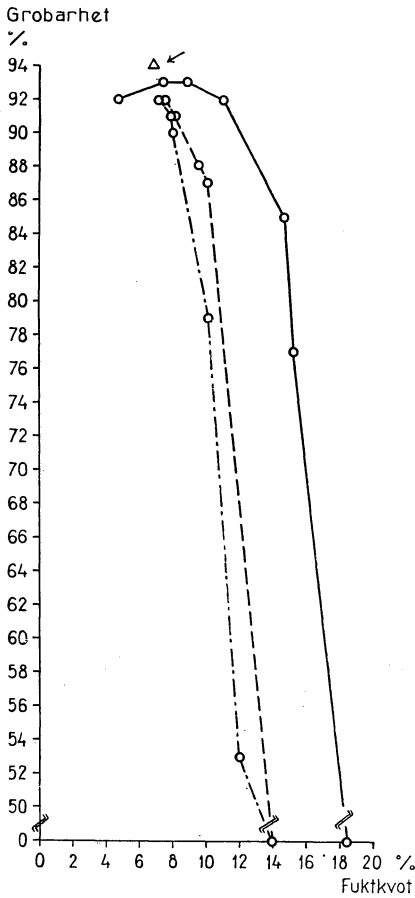


Fig. 25. Den goda frösortens förvaring i + 20° C. Grobarhetens förändringar i förhållande till fuktkvoten efter ca 2 (—○—), 7 (---○---) och 13 (-.-○-.-) månaders förvaring.

The good sort of seeds' storage at + 20° C. Changes in germinability in relation to damp quotient after about 2 (—○—), 7 (---○---) and 13 (-.-○-.-) months' storage.

Det bör i andra hand läggas märke till, att grobarheten i JACOBSENS apparat fortfarande var uppe i 66 procent efter ca 5 månaders förvaring av frö med ca 43 procent fuktkvot, och i 81 procent grobarhet efter ca 15 månader med ca 28 procent fuktkvot. Vid vilken fuktkvot grobarheten hade helt försvunnit kan icke upplysas om, enär denna försöksserie icke hade något fröprov högre än detta med 28 procent fuktkvot.

Med stor sannolikhet hade ovan nämnda groningsprocenter varit ännu högre, om fröproverna insatts i minustemperaturen omedelbart efter fuktighetstillförseln. Såsom förut visats absorberar fröet fuktighet relativt snabbt, varvid grobarhetsförsämringen kan grundläggas — åtminstone i fröprover med höga fuktkvoter. Tidigare har anförts, att alla prover av skilda frösorter handhades en kortare tid i rumstemperatur, innan de insattes i förvaringsrummen och behandlades för övrigt alltid lika i dessa hänseenden.

Undersökningen visade, att fröprovernas kvaliteter bevarades mycket väl vid förvaringar i -5°C .

2. Förvaring i $+5^{\circ}\text{C}$.

Förvaringsförsöken i $+5^{\circ}\text{C}$ gävo till resultat, att grobarheten höll sig tämligen konstant under den längsta förvaringstiden hos fröprover med lägre fuktkvot än ca 9 procent. Var fuktkvoten högre än ca 9 procent sjönk fröets kvalitet avsevärt (fig. 24).

3. Förvaring i $+20^{\circ}\text{C}$.

I denna temperatur sjönk fröprovernas grobarheter mycket snabbt vid endast små höjningar av fuktkvoten (fig. 25). Redan när fuktkvoten överskred 8 procent, började en stark fröförsämring att inträda, och vid 18 procent hade fröet helt förlorat sin grobarhet efter endast 2,5 månaders förvaring.

Nedan lämnas en sammanställning över grafiskt utjämnade gröningsprocenter hos en del av de undersökta fröproverna från den dåliga och den goda frösorten. Tendensen av sjunkande grobarhet med stigande fuktkvot framträder med tydlighet.

| Frösört nr Seed sort no. | Temp. -5°C | | | | | Temp. $+5^{\circ}\text{C}$ | | | | | Temp. $+20^{\circ}\text{C}$ | | | | |
|-----------------------------------|--------------------------------------------------------------|---------------------------|------|------|------|--------------------------------------------------------------|---------------------------|------|------|------|--------------------------------------------------------------|---------------------------|------|------|------|
| | Förva- rings- tid mån. Storage time months | Fuktkvot Damp quotient | | | | Förva- rings- tid mån. Storage time months | Fuktkvot Damp quotient | | | | Förva- rings- tid mån. Storage time months | Fuktkvot Damp quotient | | | |
| | | 8,0 | 10,0 | 12,0 | 14,0 | | 8,0 | 10,0 | 12,0 | 14,0 | | 8,0 | 10,0 | 12,0 | 14,0 |
| Den dåliga... The poor sort | 4,1 | 33 | 31 | 27 | 22 | 3,2 | 32 | 29 | 26 | 22 | 2,7 | 28 | 19 | 10 | 2 |
| » » ... | 9,8 | 29 | 27 | 22 | 17 | 7,9 | 28 | 22 | 14 | 9 | 6,9 | 18 | 7 | 0 | 0 |
| » » ... | 14,5 | 36 | 35 | 33 | 22 | 16,6 | 25 | 19 | 12 | 6 | 16,0 | 8 | 3 | 0 | 0 |
| Den goda... The good sort | 4,5 | 94 | 93 | 93 | 93 | 3,2 | 92 | 92 | 91 | 91 | 2,5 | 93 | 92 | 91 | 88 |
| » » ... | 8,8 | 93 | 92 | 91 | 90 | 7,9 | 92 | 91 | 90 | 85 | 7,3 | 91 | 86 | 68 | 0 |
| » » ... | 14,4 | 93 | 92 | 91 | 90 | 14,1 | 92 | 90 | 82 | 75 | 12,8 | 88 | 76 | 0 | 0 |

1 000-kornvikten

Fig. 26 och 27 åskådliggöra ett par exempel på sambandet mellan fuktkvot och 1 000-kornvikt hos fröprover från den dåliga respektive den goda frösorten, som förvarats i $+5^{\circ}\text{C}$. Sambanden inom övriga försöksserier från de andra temperaturerna visade likartade, rätlinjiga förlopp. Undersökningarna visade också, att vid samma fuktkvot var 1 000-kornvikten tämligen obe-

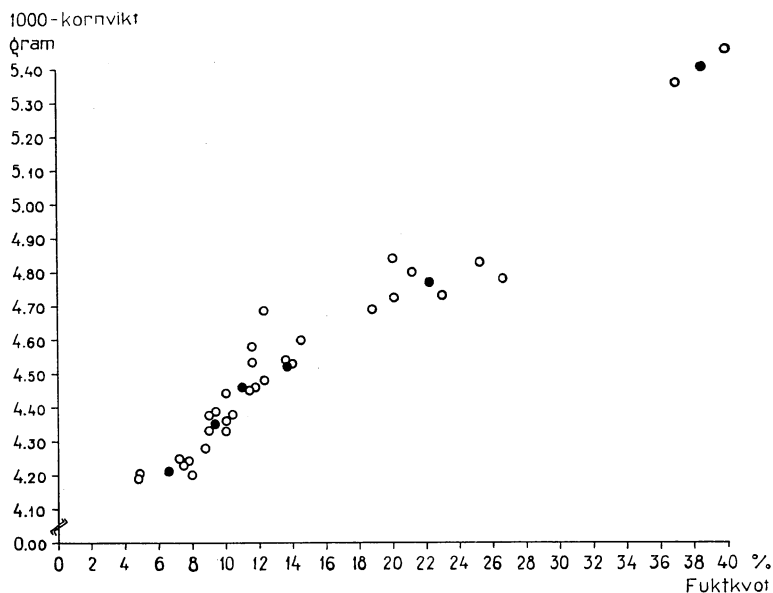


Fig. 26. Sambandet mellan 1 000-kornvikt och fuktkvot hos den dåliga frösorten efter förvaringar i + 5° C.

Relation between 1,000-grain weight and damp quotient in the poor sort of seed after storing at + 5° C.

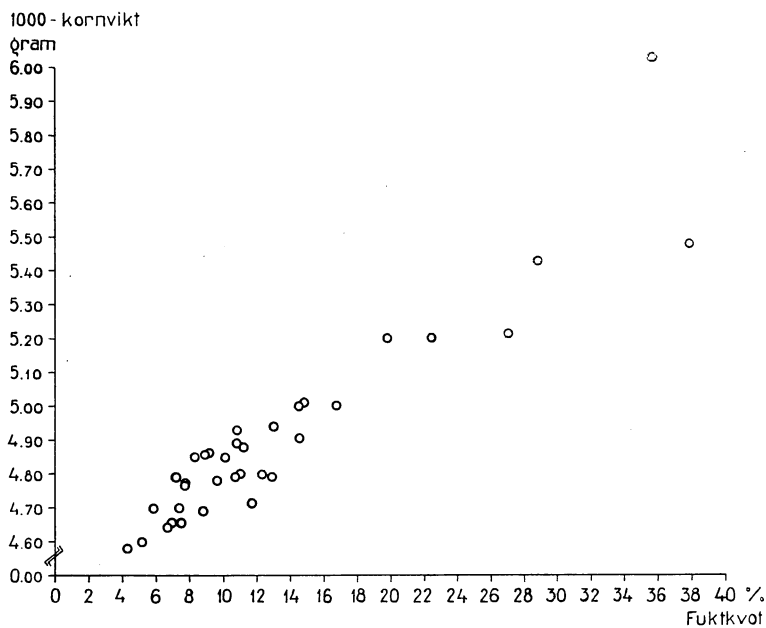


Fig. 27. Sambandet mellan 1 000-kornvikt och fuktkvot hos den goda frösorten efter förvaringar i + 5° C.

Relation between 1,000-grain weight and damp quotient in the good sort of seed after storing at + 5° C.

roende av temperaturen. Detta förhållande kan synas rätt så märkligt beträffande fröproverna i minustemperaturen. Tydligt hunno fröerna absorbera en del vatten före frysningen och antagligen även en del i samband med upptiningen.

Mellan 1 000-kornvikten och grobarheten rådde givetvis också ett visst samband. En viss ökning av 1 000-kornvikten medförde dock icke en förhållandevis lika stor försämring av grobarheten. Här gör sig förvaringstiden gällande. I slutna kärl hålla sig 1 000-kornvikter och fuktkvoter konstanta, men en påbörjad nedgång av grobarheten ökar ju längre förvaringstiden utsträcker.

Plantvikten

I början av denna redogörelse har talats om, och i andra sammanhang (Huss, 1951) har författaren framlagt undersökningsresultat över sambandet mellan grobarheten hos olika frökvaliteter och deras plantbildningsförmåga. En relativt hög groningsprocent hos en frösart garanterar icke alltid en viss motsvarande plantprocent vid sådd på friland. Groddarnas och plantornas tillväxtförmåga kan vara nedsatt av någon anledning, t. ex. som en följd av olämplig behandling av fröet. Fröskador, som påtagligt försämrar kvaliteten kunna icke repareras. En sådan försämrad frökvalitet kan möjligen bevaras konstant en viss tid, men troligen försämras den ytterligare vid fortsatt lagring. Detta har också visat sig vara fallet beträffande avvingningsskadade fröer.

Kännedom om denna plantbildningsförmåga på friland hos en frösart har man sökt erhålla i första hand genom bestämning av plantvikten, d. v. s. medelvikten per planta av de groddplantor, som uppkommit av 400 frön efter 10 dygns groning i JACOBSENS apparat. Enbart groningsanalys lämnar icke sällan en missvisande föreställning härom. Utförda undersökningar visa på en korrelation mellan plantvikt och plantprocent på friland samt plantutvecklingen på friland.

I denna del av undersökningen studerades vissa samband mellan fröprovernas fuktkvoter respektive grobarheter och deras plantvikter. En koncentrerad redogörelse för resultaten lämnas i det följande. I ett senare avsnitt behandlas frösörternas plantbildningsförmåga, plantavgång och utveckling på friland.

Mera betydande avvikelser i en eller annan serie av groddplantvikter kunde ha eliminerats genom upprepad viktsbestämning. Detta ansågs dock icke behövt för denna undersökning, där själva förloppet inom serien och dennas medelvärde i förhållande till andra seriers medelvärden voro de huvudsakligast eftersträfvade observationerna. Periodiciteten hos ett frös groning bör också beaktas.

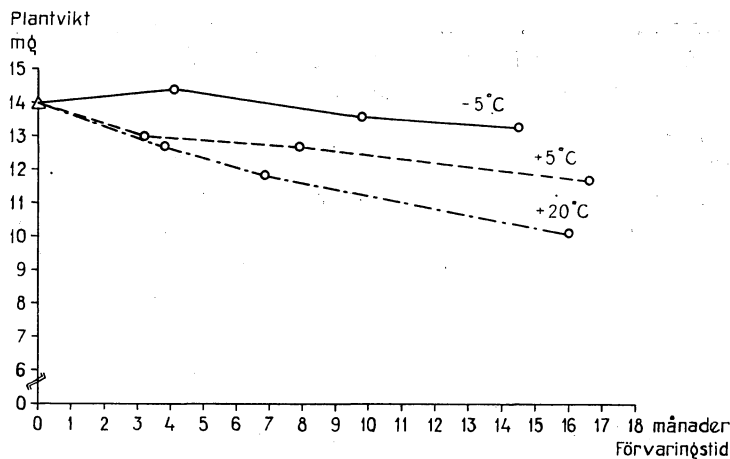


Fig. 28. Plantvikten hos den dåliga frösorten höll sig tämligen konstant vid förvaringar i -5°C (—) och $+5^{\circ}\text{C}$ (---), när fröets fuktkvot var $< 8\%$. $+20^{\circ}\text{C}$ = (-.-.-). Δ = kontroll.

The seedling weight in the poor sort of seed remained fairly constant when stored at -5°C (—), and $+5^{\circ}\text{C}$ (---), when the seeds' damp quotient was $< 8\%$. $+20^{\circ}\text{C}$ = (-.-.-). Δ = control.

Figureerna illustrera endast en del av försöksmaterialet. För övrigt hänvisas till tab. 2.

A. Den dåliga frösorten

Undersökningarna visade (fig. 28), att frösortens prover med lägre fuktkvoter än 8 procent nästan bibehöllo sina ursprungliga plantvikter i förvaringstemperaturen -5°C under hela förvaringstiden.

Hos motsvarande prover från $+5^{\circ}\text{C}$ märktes ej heller någon påtaglig förändring av plantvikten under förvaringstiden.

Beträffande plantvikterna hos jämförbara prover, som förvarats i $+20^{\circ}\text{C}$, blev förhållandet något annorlunda. Redan efter ca 7 månader hade plantvikterna gått ned betydligt och efter ca 16 månaders förvaringstid voro de i medeltal ca 70 procent av den ursprungliga medelplantvikten.

Plantviktslinjernas läge i förhållande till varandra bör observeras på figuren.

När det gällde förvaring av frösortens prover med högre fuktkvoter än 8 procent, blevo skillnaderna mellan plantvikterna av jämförliga fröprover från de olika temperaturerna mera framträdande. Nedanstående sammanställning belyser de ungefärliga relationerna mellan plantvikternas medelvärden. Relationstalen uträknades i procent av frösortens ursprungliga medelplantvikt. De tre fröseriernas genomsnittliga fuktkvot var 13,7 procent vid inläggningarna till förvaring.

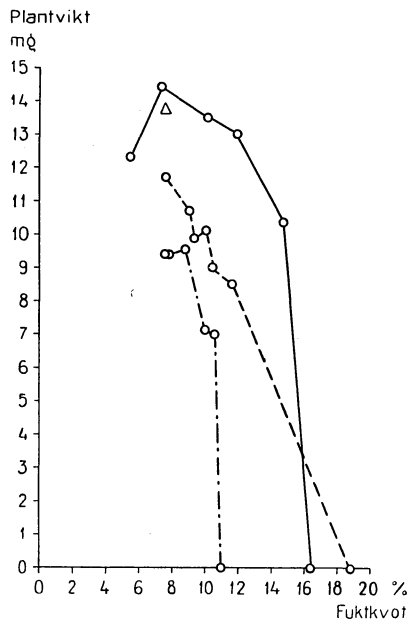


Fig. 29. Sambandet mellan plantvikt och fuktkvot hos den dåliga frösorten efter ca 16 månaders förvaring. — 5° C (—), + 5° C (---), + 20° C (-.-.-). Δ = kontroll.
Relation between seedling weight and damp quotient in the poor sort of seed after about 16 months' storage. — 5° C (—), + 5° C (---), + 20° C (-.-.-). Δ = control.

| Temp. °C | Förv.-tid mån. | Rel.- tal | Förv.-tid mån. | Rel.- tal | Förv.-tid mån. | Rel.- tal |
|-------------|-------------------|--------------|-------------------|--------------|-------------------|--------------|
| — 5 | 4,1 | 91 | 9,8 | 100 | 14,5 | 93 |
| + 5 | 3,2 | 87 | 7,9 | 89 | 16,6 | 71 |
| + 20 | 3,2 | 84 | 6,8 | 72 | 16,0 | 59 |

Förvaringstemperaturen och även förvaringstiden hade stort inflytande på groddplantutvecklingen (fig. 29), när fröets fuktkvot var högre än 8 procent.

Vid — 5° C tålde frösorten betydande vattenhalter under hela förvaringstiden utan att plantvikten förändrades.

Vid + 5° C höll sig plantvikten tämligen konstant under ca 8 månader hos fröprover med relativt höga fuktkvoter. Efter ca 16 månaders förvaring däremot sjönko plantvikterna i förhållande till motsvarande, stigande fuktkvoter.

Vid + 20° C skedde nedgången i plantvikt ännu hastigare och efter förvaringstidens slut hade samtliga fröprovers groddplantor, som utvecklats efter 10 dygns groning, till största antalet en starkt försvagad utveckling.

Gemensamt för alla fröserierna var, att plantvikten sjönk, då fuktkvoten översteg en viss storlek — olika för skilda förvaringstemperaturer — och att nedgången i plantvikt skedde i viss proportion till ökningen av motsvarande fuktkvoter och till förvaringstiden.

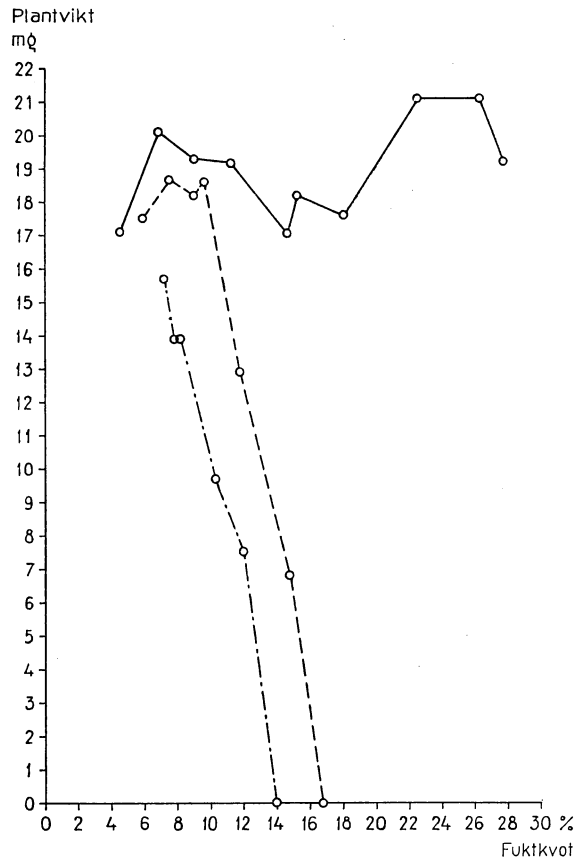


Fig. 30. Sambandet mellan plantvikt och fuktkvot hos den goda frösorten efter ca 14 månaders förvaring. — 5° C (—), + 5° C (---), + 20° C (-.-.-).
Relation between seedling weight and damp quotient in the good sort of seed after about 14 months' storage. — 5° C (—), + 5° C (---), + 20° C (-.-.-).

En viss fuktighetshalt i lagrat frö kunde således få till följd icke blott döden för en del frön utan också en viss försämring av de kvarvarande, grobara fröna, vilken resulterade i en mer eller mindre försvagad groddplantutveckling i JACOBSENS apparat. Dessa intressanta resultat kunde antagas giva sig till känna beträffande plantprocenten m.m. vid sådd på fri-land (se nedan).

B. Den goda frösorten

Vad som sagts om sambanden mellan fuktkvot, förvaringssätt och plantvikt hos den dåliga frösorten överensstämmer till största delen i princip med resultaten av motsvarande försök med denna frösort (fig. 30). De enskilda

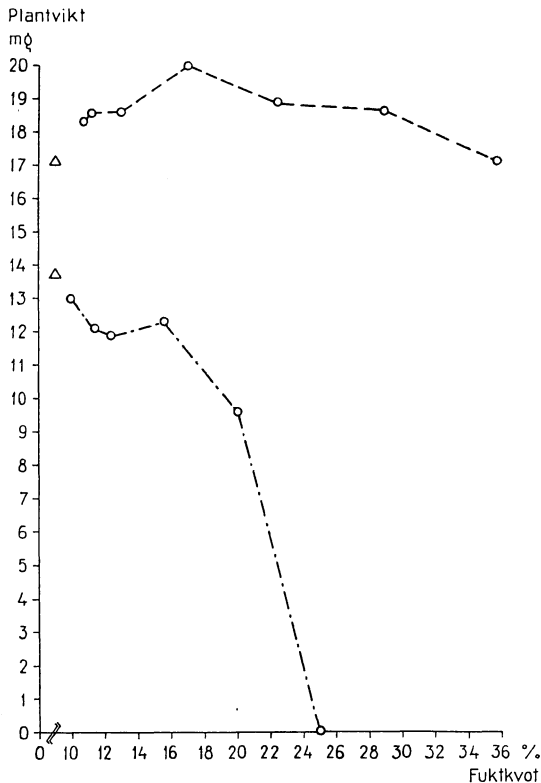


Fig. 31. Plantvikten sjönk hastigare i förhållande till fuktkvoten hos den sämre frösorten (— · — · —) än hos den bättre frösorten (— — —) efter ca 3 månaders förvaringar. Medelplantvikten hos den bättre frösorten var från början högre än hos den sämre frösorten. Δ = kontroll. Temperatur $+ 5^{\circ}\text{C}$.

The seedling weight fell more rapidly in relation to damp quotient in the poor sort of seed (— · — · —) than in the good sort of seed (— — —) after about 3 months' storage. The average seedling weight for the good sort was higher than for the poor sort. Temperature $+ 5^{\circ}\text{C}$.

plantvikternas värden voro emellertid betydligt annorlunda hos den goda frösorten än jämförbara värden hos den dåliga frösorten.

Vid $- 5^{\circ}\text{C}$ voro plantvikterna höga även hos fröprover med höga fuktkvoter (28 %) efter förvaringstidens slut eller ca 14 månader. Plantvikternas höga värden trots sjunkande groningsprocent torde observeras. I tab. 2 finna vi som exempel, att ett prov med 93 procents grobarhet icke hade högre plantvikt än ett fröprov med 75 procents grobarhet.

Vid $+ 5^{\circ}\text{C}$ bibehöllo fröproverna sina ursprungliga plantvikter under samma tid, om provernas fuktkvoter icke överstego ca 10 procent. En högre fuktkvot medförde en kraftig försämring av fröprovets plantvikt.

Vid $+ 20^{\circ}\text{C}$ inträdde plantviktsförsämringen efter relativt kort tid. Den var betydande även hos fröprover med lägre fuktkvot än 8 procent efter ca 14 månaders fröförvaring.

Det anmärkningsvärda här var emellertid skillnaderna i plantutvecklingen överhuvudtaget mellan de två frösörterna (fig. 31). De hade ungefär samma proveniens, insamlade samma år och från samma höjdzon, och båda hade höga 1 000-kornvikter, men likväl fanns en betydande skillnad mellan fröernas ursprungliga plantvikter. Denna skillnad i groddplantutvecklingen gjorde sig mer och mer gällande ju högre fuktkvoten steg vid alla förvaringssätten.

Frilandssådderna.

Sådderna utfördes som blockförsök i Kulbäckslidens plantskola åren 1951 och 1952. Revisioner utfördes höstarna 1951, 1952 och 1953. I samband med sista revisionen upptogs en del plantor för bestämningar av deras vikter. Såddresultaten återfinnas i tab. 3.

A. Plantantal

1. Den dåliga frösörten

Resultaten av första höstens revisioner av sådderna med den dåliga frösörten visade, att de största plantantalen i regel erhöles av fröproverna med fuktkvoter lägre än ca 8 procent. Enstaka avvikelser härifrån kunna tillskrivas tillfälliga fel och kanske främst den betydande spridning av gröningsresultat, som fröer med liknande, svaga gröningssegenskaper oftast visa.

Det mest anmärkningsvärda vid 1951 års sådder var förvaringstemperaturens inverkan på frösörtens plantbildningsförmåga och det förhållandet att plantprocenten långt ifrån var direkt proportionell mot fröprovernas grobarheter.

Se vi till plantantalen, som erhöles av samma antal utsådda frön, finna vi, att de fröprover, som förvarats i -5°C , i genomsnitt lämnade 2 à 3 gånger så många plantor som jämförbara prover från $+5^{\circ}\text{C}$ och 5 à 6 gånger så många plantor som prover från $+20^{\circ}\text{C}$.

En jämförelse mellan de antal utsådda, grobara frön, som åtgingo i medeltal för att erhålla lika stora plantantal på friland av likvärdiga fröprover från skilda temperaturer, lämnade följande avrundade värden.

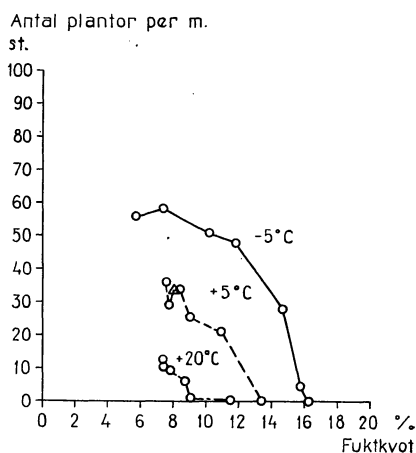
| | | | |
|---------------------------|----------------------|-------------------------|------------|
| 100 utsådda, grobara frön | -5°C | gåvo i genomsnitt | 50 plantor |
| 185 » | » | » $+5^{\circ}\text{C}$ | » » » 50 » |
| 240 » | » | » $+20^{\circ}\text{C}$ | » » » 50 » |

Förvaringstiderna voro icke lika. Fröproverna från $+5^{\circ}\text{C}$ och från $+20^{\circ}\text{C}$ ha legat ca en månad längre än proverna från -5°C . Men detta torde icke ha inverkat på resultaten i nämnvärd grad.

År 1952 voro groningsbetingelserna gynnsammare efter sådden, och plantantalen blevo något högre än föregående år. Skillnaderna mellan plantantalen av prover från -5°C , $+5^{\circ}\text{C}$ och från $+20^{\circ}\text{C}$ blevo icke fullt så stora som vid den föregående sådden (fig. 32).

Resultaten tolkades så, att en nedsättning av de grobara frönas plantbildningsförmåga på friland, förorsakad av för höga fuktigheter, hade ägt rum efter några månaders fröförvaring

Fig. 32. Sådder på friland med den dåliga frösorten. Sambandet mellan antalet planter per meter såddrand och fröets fuktkvot. Förvaringstid ca 18 månader. -5°C (—), $+5^{\circ}\text{C}$ (---), $+20^{\circ}\text{C}$ (-.-.-).
Sowings on open land with the poor sort of seed. Relation between the number of seedlings per meter of seeded line and the seeds' damp quotient. Storage time about 18 months. -5°C (—), $+5^{\circ}\text{C}$ (---), $+20^{\circ}\text{C}$ (-.-.-).



i plustemperaturer. Efter en längre tids fröförvaring hade i genomsnitt en utjämning skett beträffande plantprocenten som följd av, att frön med starkt försvagad plantbildningsförmåga dogo, så snart fuktigheten obetydligt översteg den kritiska fuktkvoten. Fröprovernas groningsprocenter sjönko härigenom, vilket givetvis påverkade plantprocenten.

Det förekom i materialet från -5°C fröprover med mycket höga fuktkvoter, som gävo flera planter än antalet — enligt groningsanalys — utsådda, grobara frön. Detta förhållande tillskrevs, att en del frön icke hade utvecklade groddplanter i JACOBSENS apparat, men de gjorde det senare på friland. Analyserna visade, att i nämnda fröprover från -5°C fanns en hel del friska, ej grodda frön, då däremot hos prover från plustemperaturerna nästan samtliga ej grodda frön voro ruttna.

2. Den goda frösorten

Frilandssädderna med den goda frösorten lämnade i huvudsak följande resultat.

Fröprover med lägre fuktkvoter än 8 procent hade i genomsnitt högre plantantal än prover med högre fuktkvoter i respektive serier.

Frö med lägre fuktkvot än 8 procent och som förvarades vid $+20^{\circ}\text{C}$ visade tydligt lägre plantantal än dylikt frö, som förvarats vid -5°C eller $+5^{\circ}\text{C}$, efter totala förvaringstiden.

När fuktkvoten hos fröet steg över ca 8 procent, blevo såddresultaten betydligt annorlunda.

Vid -5°C tålde fröet betydande fuktigheter utan att åsamkas skador, som inverkade på plantantalen.

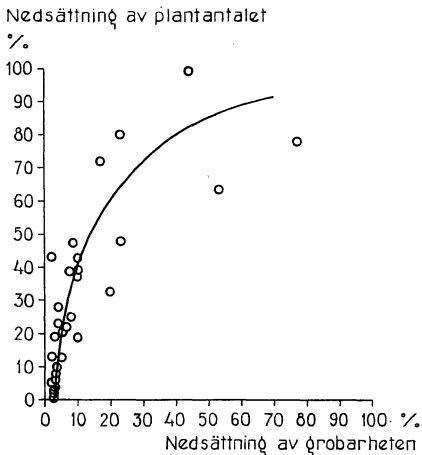


Fig. 33. Sådder på friland med den goda frösorten efter 18 månaders förvaring i plustemperaturer. Den relativa nedsättningen av plantantalet upplagd över den relativa nedsättningen av grobarheten.

Sowings on open land with the good sort of seed after 18 months' storage at plus temperatures. The relative fall in number of seedlings, over the relative fall in germinability.

I plustemperaturerna däremot hade frökvaliteten tydligt försämrats och särskilt starkt i $+20^{\circ}\text{C}$. Fröförsämringen kunde påvisas med icke endast sjunkande plantantal, när fuktkvoten steg, utan också med sjunkande plantprocenter. D. v. s. antalet plantor i procent av antalet utsådda, grobara frön sjönk betydligt snabbare än motsvarande gröningsprocenter.

Fig. 33 visar en grafisk utjämning av sambanden mellan den relativa nedsättningen av plantantalen och den relativa nedsättningen av motsvarande gröningsprocenter hos fröproverna, som förvarades i plustemperaturerna. Härav framgick, att en nedsättning av grobarheten till följd av lagringsskador med t. ex. 10 procent (räknat på kontrollprovets grobarhet) medförde en nedsättning av plantantalet med i medeltal 40 procent. Så vi ut exempelvis 100 grobara frön av ett felfritt frö, som har grobarheten 90 procent, och få vi då 80 plantor, så få vi endast 48 plantor av 100 grobara frön från samma fröparti, sedan lagringsskador sänkt grobarheten till 80 procent. En ganska ringa grobarhetsförsämring kan således i praktiken få synnerligen allvarliga följder.

B. Plantavgång

I nedanstående sammanställning redovisas plantavgången efter andra och tredje vegetationsperioderna i procent av antalet levande plantor efter första vegetationsperioden. Värdena äro medeltal av ett urval analyser från respektive fröprovsrserier. Urvalet skedde med syfte att erhålla ungefärligt lika medelfuktkvoter inom jämförbara fröserier.

| Frösört Seed sort | Fröets förvarings- Seed storage, | | Fröets medel- fuktkvot The seed's mean damp quotient % | Plantavgång efter Seedling losses after: | |
|-------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------|--------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------|--------------------------------------|
| | temp. ° C | tid mån. time months | | 2 veg.-per. 2 growth periods % | 3 veg.-per. 3 growth periods % |
| Den dåliga The poor sort | — 5 | 5,5 | 8,7 | 17 | 26 |
| » » | + 5 | 6,8 | 9,3 | 24 | 31 |
| » » | + 20 | 6,8 | 9,2 | 20 | 38 |
| Den goda The good sort | — 5 | 2,6 | 11,6 | 6 | 8 |
| » » | + 5 | 2,6 | 11,6 | 8 | 12 |
| » » | + 20 | 2,0 | 10,3 | 9 | — |
| » » | + 5 | 6,8 | 11,8 | 8 | 13 |
| » » | + 20 | 6,8 | 11,3 | 8 | 13 |
| » » | + 5 | 18,8 | 9,7 | 7 | — |
| » » | + 20 | 18,8 | 9,6 | 10 | — |

Någon anmärkningsvärd skillnad mellan medeltalen av jämförbara fröseriers plantavgång fanns icke. Förvaringstemperaturen inverkade således icke nämnvärt på plantavgången efter två vegetationsperioder hos fröprover med lika fuktkvoter och av samma frösört. De svagaste groddplantorna hade säkerligen dött under första vegetationsperioden. Försöksmaterialet var tyvärr för ringa i vissa avseenden för en uttömmande bedömning.

Däremot var det en avsevärd skillnad mellan de båda frösörternas plantavgång. Den procentuella avgången hos den dåliga frösörten var i genomsnitt ca tre gånger så stor som hos den goda frösörten. Den stora skillnaden var särskilt förvånansvärd med tanke på de stora olikheterna i planttäthet mellan frösörterna.

Dessutom visade såddresultaten, att den procentuella plantavgången steg inom fröserierna, när frökvaliteten sjönk.

C. Plantutveckling

Det var av intresse att även observera plantornas storlek efter viss tids tillväxt. Tyvärr stod material icke till förfogande för mera fullständiga jämförelser. Fem jämförbara plantserier, med i medeltal sex såddränder i varje, kunde användas. Varje såddrand i serien representerade plantor, uppkomna

av frö med viss fuktkvot. Efter första vegetationsperioden friställdes — efter ett visst system — ett antal plantor på bestämt avstånd från varandra i såddraderna. Vid andra vegetationsperiodens slut togos plantorna upp, befriades från jord, torkades och vägdes. Resultaten blevo i medeltal av serierna följande.

| Förvarings- temp. Storage temp. | Den dåliga frösorten The poor sort of seed | | Den goda frösorten The good sort of seed | |
|---------------------------------------|-----------------------------------------------|-------------------------------|---------------------------------------------|-------------------------------|
| | fuktkvot damp quotient | gram/planta gram/seedlings | fuktkvot damp quotient | gram/planta gram/seedlings |
| — 5° C | 9,9 | 0,23 | 15,5 | 0,30 |
| + 5° C | 8,8 | 0,19 | 10,3 | 0,30 |
| + 20° C | 8,0 | 0,10 | — | — |

Plantorna (2/0), som kommit upp av fröprover från + 20° C, syntes ha utvecklats sämre än plantorna av de övriga fröproverna. En tydlig skillnad märktes dessutom mellan vikterna av plantor (2/0) från den dåliga frösorten och plantor från den goda frösorten.

D. Sambandet mellan plantvikt och plantantal

För sambanden mellan fröprovernas plantvikter efter 10 dygns groning och såddresultaten på friland redogöres i största korthet. Plantmaterialet på friland — särskilt hos den dåliga frösorten — var för ringa för generella bedömningar. Därtill hade också fordrats ett stort antal olika frösorter.

1. Den dåliga frösorten

Fig. 34 visar sambandet mellan plantvikt och plantantal (i procent av antalet utsädda frön) avseende resultat av sådder med den dåliga frösorten.

Värdenas utjämningslinje är närmast en rät linje. Medelplantantalet ökade i samma proportion som plantvikten.

2. Den goda frösorten

Sambandet mellan plantvikt och motsvarande plantantal avseende långtidsförvarade fröserier från plustemperaturerna illustreras å fig. 35. Värdena från minustemperatures fröserie äro dessutom inlagda med särskild markering.

Sambandet mellan fröseriernas medelvärden är linjärt. En bestämd ökning av plantvikten svarade mot en proportionell ökning av plantantalet. Utjämnades de enskilda värdena inklusive de från — 5° C, syntes utjämningslinjen få ett flackare förlopp, när plantvikten översteg ett visst värde, ca 18 mg. Att plantantalet icke ökade nämnvärt därefter, tillskrevs den relativt likartade groningsförmågan hos samtliga fröprover från minustemperaturen.

Det har tidigare anförts, att vissa fröprovers grobara frön fingo sin kvalitet försämrad under förvaringen i alltför höga fuktigheter, vilket resulterade i sjunkande plantbildningsförmåga på friland. Plantbildningen hos fröproverna från plustemperaturerna stod icke i direkt proportion till gröningsprocenten. Vid samtidig sådd av flera »friska», väsentligen oskadade fröer på en viss

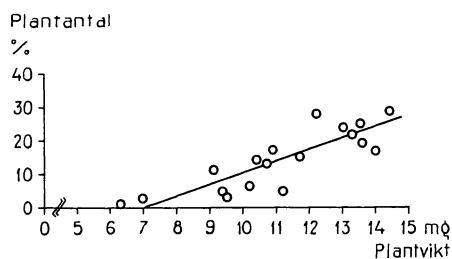


Fig. 34. Sambandet mellan plantantal och plantvikt av fröprover av den dåliga frösorten efter ca 18 månaders förvaring.

Relation between number of seedlings and seedling weight for seed samples of the poor sort of seed after about 18 months' storage.

ståndort, bruka de uppkomna plantornas antal vara direkt proportionellt mot antalet utsådda, grobara frön (TIRÉN, 1952, HOLMSGÅRD og KJÆR, 1951). Hade undersökningsresultaten följt ett normalt förlopp, skulle sambandet mellan fröprovernas grobarheter och plantantal hava kunnat illustreras med en rät linje. (Jämför fig. 33.) Sådderna lämnade dock långt ifrån ett sådant resultat. Medelplantantalet och även plantprocenten sjönk ofta betyd-

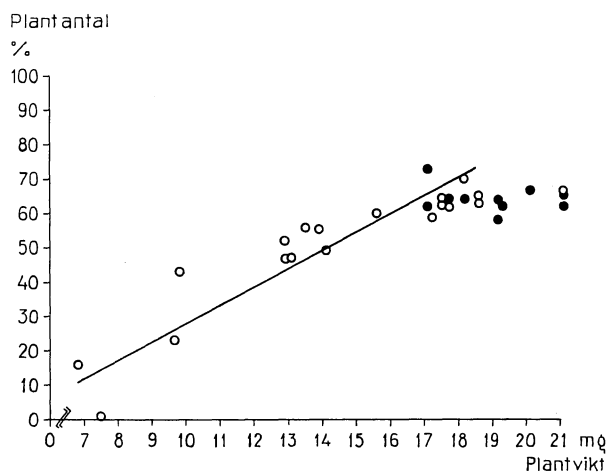


Fig. 35. Sambandet mellan plantantal och plantvikt av fröprover av den goda frösorten efter ca 18 månaders förvaring i plustemperaturer. Den rätta linjen är en utjämnning av fröseriernas medeltal, dessutom ha värdena från minustemperaturernas fröserie inlagts. (.)

Relation between number of seedlings and seedling weight for seed samples of the good sort of seed after about 18 months' storage at plus temperatures.

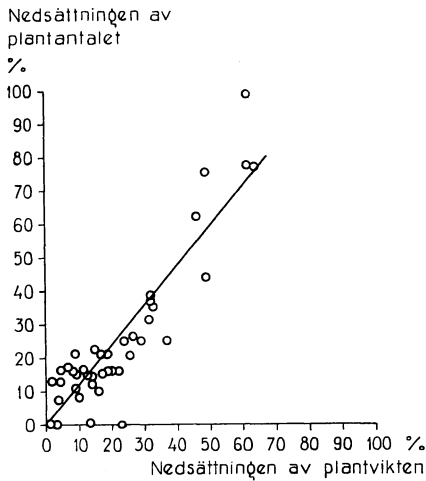


Fig. 36. Den relativa nedsättningen av plantantalet på friland upplagd över den relativa nedsättningen av plantvikten (jfr fig. 33). Den räta linjen är en utjämning av de relativa nedsättningarna av fröseriernas medelvärden.

The relative fall in number of seedlings on open land, over the relative fall in seedling weight (cf. fig. 33).

ligt hastigare än groningsprocenten. En ringa minskning av denna, några få procent, kunde motsvara i medeltal en flera gånger så stor minskning av plantantalet.

En prognos av såddresultatet av dylika fröer kan således bliva missvisande, när den baseras på groningsprocenterna. Hur gestaltar sig då förhållandet, när fröprovernas plantvikter läggas till grund för en beräkning av kommande såddresultat? Sambandet mellan de procentuella nedsättningarna av plantvikterna och plantantalen framgår av fig. 36. (Procenterna voro även här uträknade av kontrollprovernas värden.)

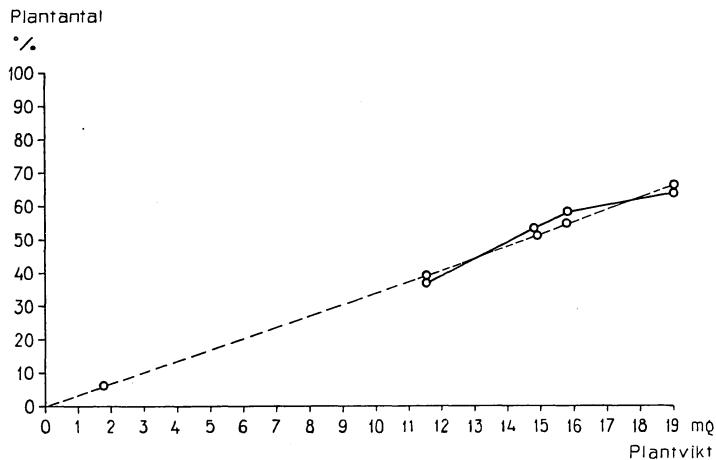


Fig. 37. Ett exempel på en beräkning av plantantalet vid sådd på friland med fröprover med olika plantvikter. Beräknade plantantal (—). Observerade plantantal (—○—).

An example of a calculation of number of seedlings when sowing on open land with seed samples having various seedling weights. Calculated number of seedlings (—). Real number of seedlings (—○—).

Materialet kunde utjämnas med en rät linje. Spridningen kring de beräknade plantantalen blev 18,1. Vid användningen av groningsprocenterna blev spridningen 26,1. För att få samma noggrannhet över de tvenne prognoserna behövdes ungefär dubbelt så många fröprover, när man utgick från groningsprocenten som om man utgick från plantvikten. En nedsättning av plantvikten med t. ex. 10 procent medförde i medeltal en motsvarande nedsättning av plantantalet med ca 12 procent; 30 procent å plantvikten motsvarade 35 procent å plantantalet o. s. v.

En prognos av plantantalet för sådd på friland blir alltså säkrare, när den grundar sig på plantvikten än då den grundar sig på groningsprocenten. Ännu bättre resultat torde kunna uppnås genom samtidigt hänsynstagande till både groningsprocent och plantvikt. Undersökningar häröver kräva dock ett större material än som nu är tillgängligt.

Nedanstående sammanställning av rubricerade medeltal kan i stort sett belysa sambanden mellan groningsprocenter, plantvikter och såddresultat på friland.

| Förvarings- temp. Storage temp. | Fuktkvot Damp quotient % | Gronings- procent Germination % | Plantvikt mg Seedling weight mg | Plantantal, % Seedling no. % | | Plant- procent Seedling % |
|---------------------------------------|--------------------------------|---------------------------------------|------------------------------------------|---------------------------------|------------------------|---------------------------------|
| | | | | verkligt real | beräknat calculated | |
| — 5° C | 15,5 | 87 | 19,0 | 64 | 66 | 74 |
| + 5° C | 9,5 | 87 | 15,8 | 59 | 55 | 67 |
| + 5° C | 9,7 | 87 | 14,9 | 54 | 52 | 62 |
| + 20° C | 9,3 | 81 | 11,6 | 37 | 40 | 46 |

Groningsprocenterna inom de fyra fröserierna voro tämligen lika efter förvaringen. Plantvikterna däremot hade förändrats. Tänka vi oss, att alla i varje fröserie ingående fröprover hade blandats, och en prognos gjordes över plantantalen för sådd på friland, så hade prognosen blivit mycket missvisande, när den grundade sig på fröpartiernas groningsprocenter. Lades däremot plantvikten till grund för beräkningen, hade plantantalen som synes kommit i nära överensstämmelse med de verkliga såddresultaten (fig. 37).

Kap. V. Sammanfattning

I uppsatsen lämnas en redogörelse för undersökningar över vattenhaltens betydelse vid lagring av frö. Målsättningen vid undersökningarna har varit, att konstatera de uppkomna grobarhetsskadornas storlek hos fröer med skilda vattenhalter då fröerna förvarats under olika tider och i olika temperaturer, samt även att söka fixera vattenhaltens gränser (högsta och lägsta), inom

vilka ett barrträdsfrö bibehåller sina ursprungliga egenskaper mest tillfredsställande under en längre tids förvaring. Därmed skulle ifrågavarande lagringsskador kunna förebyggas och kanske helt undvikas. Målsättningen har vidare innefattat studier av fröskadornas inverkan på plantbildningsförmågan och plantutvecklingen efter groningen i laboratorium och på friland. Dessutom har docenten E. RENNERFELT undersökt mögelsvamparnas uppträdande hos en del av undersökningsmaterialet.

I kap. I redogöres för undersökningarnas planläggning och undersökningsmetodikerna m. m. Försöken ha utförts efter två skilda metoder, dels med fröförvaring i exsickatorer med givna relativa luftfuktigheter och dels med förvaring i glasflaskor.

Vid bägge metoderna ha två frösorter med nära överensstämmande proveniens undersökts jämsides med varandra: en frösört med hög kvalitet, som här benämnes »den goda frösörten» och en frösört med låg kvalitet, som benämnes »den dåliga frösörten». Fröets vattenhalt anges genom fuktkvoten, d. v. s. fuktighetshalten i procent av fröprovets torrsvikt.

I kap. II lämnas några exempel på barrträdsfröets vattenabsorberande förmåga.

Vid praktiskt handhavande och förvaring av frö, kan detta under hela året utsättas för stora risker att snabbt absorbera betydande mängder vattenånga från luften. Dennas vattenångehalt är ofta så hög, att den får skadliga inverningar på fröets kvalitet vid vissa förvaringsmetoder enligt vad undersökningarna visade.

I de två kapitlen redogöres för undersökningsresultaten, vilka sammanfattas i det följande.

Grobarheten

Den dåliga frösörten

1. Vid frösörtens förvaring i $+5^{\circ}\text{C}$ märktes icke någon försämring av kvaliteten hos fröprover, som legat i ca 60 procent och lägre relativa luftfuktigheter efter 7 månader.
2. Var relativa luftfuktigheten högre än ca 60 procent, sjönk grobarheten hos fröprovet, och om luftfuktigheten gick upp till 93 procent försvann all grobarhet hos frösörten efter 2,5 à 3 månaders förvaring i $+5^{\circ}\text{C}$.
3. När fröets fuktkvot översteg ca 8 procent, började grobarheten att sjunka efter endast några få månaders förvaring i $+5^{\circ}\text{C}$.
4. Vid frösörtens förvaring i $+20^{\circ}\text{C}$ och $+22^{\circ}\text{C}$ var fröförsämringen avsevärd redan efter några få månader, när fröets fuktkvot var 8 procent eller högre eller när den omgivande luftens relativa fuktighet gick upp till 81 procent. Efter längre tids förvaring hade grobarheten helt försvunnit.

5. Vid frösortens förvaring i -5°C bibehöllo fröprover med fuktkvoter upp till 10 procent sina ursprungliga grobarheter tämligen väl under minst 14 månaders förvaring.
6. Jämföras groningsresultaten av fröprover med fuktkvoter högre än 8 procent, som förvarats i -5°C , $+5^{\circ}\text{C}$ och $+20^{\circ}\text{C}$, så visade det sig efter de längsta förvaringstiderna, att grobarheten bevarades bäst i -5°C , därefter i $+5^{\circ}\text{C}$ och sämst i $+20^{\circ}\text{C}$. Undersökningen visade dessutom en tendens till försämring av grobarheten hos denna frösort, även då fuktkvoten var lägre än 8 procent efter en längre tids förvaring i $+5^{\circ}\text{C}$. I $+20^{\circ}\text{C}$ var denna fröförsämring betydande och den ökade kraftigt med förvaringstiden.

Den goda frösorten

7. Vid förvaring i $+5^{\circ}\text{C}$ behöll frösorten sin goda kvalitet under hela lagringstiden, då relativa luftfuktigheten icke översteg ca 60 procent. I högre luftfuktigheter sjönk grobarheten.
8. Fröprover med lägre fuktkvoter än ca 9 procent bevarade sina ursprungliga grobarheter väl i $+5^{\circ}\text{C}$ under den längsta använda förvaringstiden eller ca 14 månader. Var fuktkvoten högre än ca 9 procent sjönk fröets kvalitet avsevärt och i snabb takt.
9. I $+22^{\circ}\text{C}$ och $+20^{\circ}\text{C}$ sjönko fröprovernans grobarheter mycket snabbt vid endast små höjningar av fuktkvoten. När fuktkvoten gick över 8 procent, började en stark fröförsämring att inträda efter endast ett par månaders förvaring.
10. Frösorten bevarade sin ursprungliga grobarhet väl under lång tidsförvaring i -5°C trots relativt hög fuktkvot (ca 19 %).
11. Göres en liknande jämförelse, som anföres under punkt 4, framgår därav, att fröförvaringen i -5°C var bäst och säkrast.
Förvaringen i $+5^{\circ}\text{C}$ var också fullt tillfredsställande med avseende på fröprover, vilkas fuktkvoter voro lägre än ca 9 procent. Hur frösorten med denna fuktkvot förhåller sig efter mycket lång förvaringstid, lämnar undersökningen icke besked om. Däremot ha andra försök visat, att groningsprocenten hos dylika frösorтер bevarades väl under flerårig förvaring i $+5^{\circ}\text{C}$, då fröet påfylldes förvaringskärlden strax efter klängningen och fuktkvoten alltså stannade vid 6 à 7 procent.
12. Groningsresultaten konstaterade, att vid jämförbara förvaringar bevarades grobarheten betydligt bättre hos den goda frösorten än hos den dåliga frösorten.
13. Undersökningen visade, att för den praktiska förvaringen av barrträdsfrö, som ju vanligen sker under längre tider i plustemperaturer, får fukt-

kvoten ej överstiga ca 8 procent för att fröet skall kunna bibehålla sin ursprungliga grobarhet så mycket som möjligt. Den nämnda fuktkvoten kallas den *övre kritiska fuktkvoten*. Av försök framgick också, att en stark uttorkning av fröet var ogynnsam för fröets kvalitet. Fuktkvoten borde icke sänkas under 4,5 à 5 procent. Den sistnämnda fuktkvoten benämnes den *undre kritiska fuktkvoten*.

1 000-kornvikten

Hos var och en av frösörterna voro fuktkvoterna direkt proportionella mot motsvarande 1000-kornvikter.

Plantvikten

En prognos av såddresultatet på friland av en viss frösört kan ofta bli missvisande, om prognosen grundar sig på enbart fröets groningsprocent. En relativt hög groningsprocent garanterar icke alltid ett motsvarande, högt plantantal på friland (Huss, 1950). Försök ha gjorts vid dessa och andra undersökningar att beräkna ett fröprovs plantutvecklingsförmåga på friland i förhållande till andra fröprovers plantutvecklingsförmåga genom bestämningar av fröernas plantvikter. Sedan ha sambanden mellan dessa och såddresultaten studerats. Plantvikten är medelvikten per planta av de groddplantor, som uppkommit av 400 frön efter 10 dygns groning i JACOBSENS apparat.

1. Undersökningarna visade, att de båda frösörternas prover med lägre fuktkvoter än 8 % bibehöll sina ursprungliga plantvikter i förvaringstemperaturerna -5°C och $+5^{\circ}\text{C}$ under hela förvaringstiden. I $+20^{\circ}\text{C}$ däremot sjönk fröernas plantvikter redan efter några månaders förvaring.
2. När frösörternas fuktkvoter voro högre än 8 procent minskade plantvikterna hos de prover, som förvarades i plustemperaturerna, efter vissa tider. Nedgången i plantvikt skedde snabbare och kraftigare i $+20^{\circ}\text{C}$ än i $+5^{\circ}\text{C}$. Frösörterna tålde betydande vattenhalter under hela förvaringstiden utan att plantvikten ändrades, när lagringen skedde i -5°C .
3. Mellan de båda frösörterna rådde avsevärda skiljaktigheter beträffande plantvikternas storlek hos jämförbara fröprover. Den goda frösörten hade alltid högre plantvikt — även den ursprungliga — än den dåliga frösörten.
4. Vid alla förvaringsförsöken, med undantag av förvaringen av den goda frösörten i -5°C , sjönk plantvikten, när fuktkvoten nådde en viss storlek. Nedgången i plantvikt skedde i viss proportion till ökningen av motsvarande fuktkvoter och till förvaringstiden.

5. En viss fuktighetshalt i lagrat frö kunde således få till följd icke blott döden för en del frön utan också en viss försämring av de kvarvarande, grobara fröna, vilken resulterade i en mer eller mindre försvagad groddplantutveckling i JACOBSENS apparat.

Dessa värdefulla resultat kunde antagas ge sig till känna beträffande plantprocenten m. m. vid sådd på friland.

Frilandssådderna

Sådderna utfördes som blockförsök i Kulbäckslidens plantskola åren 1950, 1951 och 1952. Plantprocent = antalet uppkomna plantor i procent av antalet utsådda, grobara frön.

Plantantal

1. I allmänhet voro plantprocenterna av den goda frösorten avsevärt högre än jämförbara plantprocenter av den dåliga frösorten.
2. Fröprover med höga fuktkvoter lämnade betydligt lägre plantprocenter än fröprover med låga fuktkvoter vid förvaringar i plustemperaturer och efter lika långa förvaringstider. I de höga fuktigheterna hade således de grobara fröna försvagats, så att en stor del av dem icke förmådde giva upphov till plantor på friland.
3. Såddresultaten av de fröprover, som förvarats i mycket låga luftfuktigheter tydde på en mindre nedsättning av plantbildningsförmågan.
4. Fröprover med lägre fuktkvoter än ca 8 procent lämnade i regel större plantantal än fröprover, vilkas fuktkvoter överstego 8 procent inom samma fröserie. Mellan plantantalen av fröprover från -5°C voro nämnda skillnader mindre betydande.
5. Förvaringstemperaturen inverkade i hög grad på frösортernas plantbildningsförmåga, när fröets fuktkvot var större än den kritiska fuktkvoten. Ju mer fuktkvoten steg, desto större blevo skillnaderna — särskilt beträffande den dåliga frösorten. I -5°C tålde fröet betydande fuktigheter utan att åsamkas skador, som inverkade på plantantalen. I plustemperaturer däremot hade frökvaliteterna tydligt försämrats och särskilt starkt i $+20^{\circ}\text{C}$ och $+22^{\circ}\text{C}$.
6. Nedgången i plantantal, svarande mot stigande fuktkvot hos fröet, var ofta icke direkt proportionell mot fröernas gröningsprocenter. En grafisk framställning beträffande den goda frösorten visade, att en nedsättning av grobarheten med 10 procent medförde en nedsättning av plantantalen med i medeltal 40 %.

En ganska ringa grobarhetsförsämring kan således i praktiken få synnerligen allvarliga följder.

Plantavgång

1. Förvaringstemperaturen invercade icke nämnvärt på plantavgången efter två vegetationsperioder hos fröprover med lika fuktkvoter och av samma frösor. — De svagaste groddplantorna hade säkerligen dött under första vegetationsperioden.
2. Mellan de båda frösörterna rådde en avsevärd skillnad. Den procentuella avgången hos den dåliga frösörten var i genomsnitt 2 à 3 gånger så stor som hos den goda frösörten.
3. Den procentuella plantavgången steg när frökvaliteten sjönk.

Plantutveckling

En mindre del av plantmaterialets utvecklingsförmåga studerades genom upptagning och vägning av plantor från vissa jämförbara plantserier. Plantorna hade året innan friställts efter ett visst system.

1. Plantorna, som kommit upp av fröprover från $+ 20^{\circ}\text{C}$ syntes hava utvecklats sämre än plantorna av fröproverna från $- 5^{\circ}\text{C}$ och $+ 5^{\circ}\text{C}$.
2. En tydlig skillnad märktes mellan vikterna av plantor från den dåliga frösörten och plantor från den goda frösörten.

Sambandet mellan plantvikt och plantantal

Det har tidigare anförts, att en stor del av fröproverna icke lämnade plantantal, som voro direkt proportionella mot antalet utsådda grobara frön eller med andra ord mot fröernas groningsprocenter. En prognos om sådd på friland, som grundade sig enbart på groningsprocenterna, kunde bliva missvisande. För att härvid söka uppnå större säkerhet studerades sambanden mellan plantvikt och plantantal.

1. Sambanden kunde illustreras med räta linjer. Medelplantantalet ökade i direkt proportion mot medelplantvikten.
2. En medeltalsjämförelse mellan såddresultaten av fyra jämförbara fröserier visade, att en beräkning av plantantalen på friland, som grundade sig på plantvikten, stämde väl överens med de verkliga såddresultaten. Överensstämmelsen var däremot mycket dålig, när groningsprocenten lades till grund för beräkningen.
3. Prognoser av plantantalen för sådd på friland med ifrågavarande frösörter blevo i allmänhet säkrare, när de grundade sig på plantvikterna än då de grundade sig på groningsprocenterna.

*

Under längre tids förvaring har storleken av barrträdsfröets vattenhalt den allra största betydelsen för kvaliteten, långt större betydelse än förvarings-

temperaturen. Orsaken till att en hel del av de fröpartier, som lagras i vårt land, undergår en påtaglig kvalitetsförsämring kan säkerligen sökas i en skadlig vattenhalt hos fröet, och detta gäller särskilt, då förvaringstemperaturen samtidigt har varit olämplig.

Använd litteratur

- BALDWIN, H. J., 1942. Forest Tree Seed of the North Temperate Regions. — Waltham, Mass., U.S.A. Publ. by the Chronica Botanica Company.
- BORNEBUSCH, C. H., 1944. Opbevaring af Rødgran- og Sitkagranfrø. — Dansk Skovforenings Tidsskrift, side 257—263.
- ELIASON, E. J. and HEIT, C. E., 1940. Coniferous Tree Seed Testing and Factors Affecting Germination and Seed Quality. — New York State Agricultural Experiment Station, Technical Bulletin No. 255, Geneva, N.Y.
- Forstlig Budstikke, 1950. Udgivet af Dansk Skovforening. — København.
- HEINRICH, M., 1913. Der Einfluss der Luftfeuchtigkeit, der Wärme und des Sauerstoffs der Luft auf lagerndes Saatgut. — Die landw. Versuchs-Station, Band LXXXI, s. 289—376.
- HOLMSGAARD, ERIK og KJÆR, ARNE, 1951. Undersøgelse over spiring i laboratorium og planteskole af 4 *Abies*- og 2 *Picea*-arter. — Dansk Skovforenings Tidsskrift nr 4.
- HUSS, E., 1950—51. Om avvingningsskador på skogsfrø. — Medd. fr. Stat. skogsforskn.-inst., Bd 39: 3.
- 1951. Skogsforskningsinstitutets metodik vid fröundersökningar. — Medd. fr. Stat. skogsforskn.-inst., Bd 40: 6.
- NYHOLM, I., 1949. Behandling av träfrø. — Dansk Skovforenings Tidsskrift, side 513—526.
- SCHMIDT, W., 1926. Zum Faktor Feuchtigkeit bei der Herrichtung und Keimung des Kiefernsemens. — Zeitschr. f. Forst- u. Jagdw. 58, s. 29—41.
- 1930. Unsere Kenntnis vom Forstsaatgut. — Berlin.
- ŠIMÁK, M. och GUSTAFSSON, Å., 1954. Fröbeskaffenheten hos moderträd och ympar av tall. — Medd. fr. Stat. skogsforskn.-inst., Bd 44: 2.
- TIMBERG, GUSTAF, 1908. Populär meteorologi. — Stockholm.
- TIRÉN, LARS, 1948. Skogsodling. Om klängning, frölagring och grobarhetsbestämning. — Svenska Skogsvårdsföreningen.
- 1952. Om försök med sådd av tall- och granfrö i Norrland. — Medd. fr. Stat. skogsforskn.-inst., Bd 41: 7.
- ÅNGSTRÖM, ANDERS, 1935. Meteorologi. — Stockholm.

Summary

Studies of the importance of water content for the quality of conifer seed during storage

The essay describes experiments on the effect of water content on seed storage. The purpose of the experiments was two-fold: (1) to find how much damage is done to the germinability of seeds having varying water content, after they have been stored for various periods of time and at various temperatures; and (2) to try and fix the maximum and minimum limits for water content within which a conifer seed retains its original characteristics during lengthy storage. Thereby it should be possible to prevent and perhaps entirely avoid such storage damage. The experiments have also included studies on the effect of seed damage on plant formation and plant development after germination in the laboratory and on open land. Docent E. RENNERFELT has also studied the behaviour of powdery mildews in some of the experimental material.

Chapter I describes the plan and method of the work, etc. Two separate methods have been used: seed storage in exsiccators with specific relative air humidity; and seed storage in glass bottles.

In both methods two sorts of seed of closely similar provenance have been examined in parallel: one seed sort of high quality (here called "the good sort"), and another seed sort of low quality ("the poor sort"). The seeds' water content is given in the form of a damp-quotient, i. e. damp content as a percentage of the seed samples' dry weight.

In Chapter II some examples are given of the conifer seed's capacity to absorb water.

When dealing with seed and storing it in practice it can be exposed to a great risk of rapidly absorbing big quantities of water-steam from the atmosphere. And this risk exists all the year round. The water-content of the air is often so high as to adversely affect the quality of the seed when certain storage methods are used. This is shown in the experiment.

In the two following chapters the experimental results are presented. The following is a summary of them.

Germinability

The poor sort of seed

1. When this sort of seed was stored in -5°C , no deterioration was noticed after 7 months, in the quality of seed samples that had lain in relative atmospheric moistures of 60 percent and less.
2. Where the relative atmospheric moisture was higher than about 60 percent the germinability of the seed sample diminished, and if the atmospheric moisture rose to 93 percent all germinability disappeared from this sort of seed after between 2.5 and 3 months' storage at $+5^{\circ}\text{C}$.
3. When the seed's damp quotient rose to more than about 8 percent the germinability began to fall after only a few months' storage at $+5^{\circ}\text{C}$.
4. When this seed sort was stored at $+20^{\circ}\text{C}$ and $+22^{\circ}\text{C}$, seed deterioration was considerable after only a few months when the seed's damp quotient was

8 percent or higher, or when the relative moisture of the surrounding atmosphere rose to 81 percent. After lengthier storage all germinability had entirely disappeared.

5. When the seed sort was stored at -5°C , seed samples with damp quotient of up to 10 percent retained their original germinabilities rather well during at least 14 months' storage.
6. If a comparison is made between the germination results of seed samples whose damp quotients were higher than 8 percent and which were stored at -5°C , $+5^{\circ}\text{C}$ and $+20^{\circ}\text{C}$, it is seen that, after the longest storage periods, germinability was best preserved at -5°C , next best at $+5^{\circ}\text{C}$, and worst at $+20^{\circ}\text{C}$. The experiment further showed a tendency for the germinability of this seed sort to deteriorate, even when the damp quotient was lower than 8 percent, after a lengthier storage period at $+5^{\circ}\text{C}$. At 20°C this seed deterioration was considerable, and it rose sharply the longer it was stored.

The good sort of seed

7. When stored at 5°C this seed sort retained its good quality during the whole storage period, as long as the relative atmospheric moisture did not exceed about 60 percent. At higher atmospheric moisture the germinability fell.
8. Seed samples with lower damp quotients than about 9 percent retained their original germinabilities well at $+5^{\circ}\text{C}$ during the longest storage period used, —about fourteen months. When the damp quotient was higher than about 9 percent, the quality of the seed fell considerably and sharply.
9. At $+22^{\circ}\text{C}$ and $+20^{\circ}\text{C}$ the germinabilities of the seed samples fell very rapidly, when the damp quotient was only very slightly raised. When the damp quotient exceeded 8 percent, the seed began to deteriorate strongly after being stored only a couple of months.
10. The seed sort retained its original germinability well during lengthy storage at -5°C , despite a relatively high damp quotient (about 19 %).
11. If a comparison is made, as under para. 4, it appears that seed storage at -5°C was best and safest.

Storage at $+5^{\circ}\text{C}$ was also perfectly satisfactory for seed samples whose damp quotients were lower than about 9 percent. The experiment gives no data as to the state of the seed sort with this damp quotient after very long storage periods. But other experiments have shown that, when the seed was poured into the storage jars immediately after being dewinged and the damp quotient was thus reduced to between 6 and 7 percent, the germination percentage of such seed sorts was well retained after being stored for several years at $+5^{\circ}\text{C}$.

12. The germination results showed that, for comparable storages, germinability was retained considerably better by the good sort of seed than by the poor sort.
13. The experiment showed that, if the seed is to retain its original germinability as long as possible, the damp quotient may not in practice exceed about 8 percent when storing conifer seed, since this usually means long periods in plus temperatures. The damp quotient referred to is called the *upper critical damp quotient*. The experiment also showed that, where the seed was very much dried out, this had an unfavourable effect on the seed quality. The damp quotient should not be lowered to less than between 4.5 and 5 percent. The latter damp quotient is called the *lower critical damp quotient*.

The 1,000-grain weight

In each of the seed sorts the damp quotients were directly proportional to their corresponding 1,000-grain weights.

The seedling weight

A prognosis of the sowing results on open land for any particular seed sort can often be misleading if the prognosis is only based on the germination percentage of the seed. A relatively high germination percentage does not always guarantee a correspondingly high number of young seedlings on open land (Huss, 1950). Attempts have been made in these and other studies to calculate the seedling development of a seed sample on open land, in relation to the seedling development capacity of other seed samples, by determining the seeds' seedling weights. The relation between these latter and the sowing results have then been studied. The seedling weight is the average weight per seedling of the seedlings which have developed from 400 seeds after germinating for ten days in JACOBSEN'S apparatus.

1. The experiments showed that the samples from both seed sorts, having lower damp quotients than 8 percent, retained their original seedling weights at storage temperatures of -5°C and $+5^{\circ}\text{C}$ for the whole of the storage period. But at $+20^{\circ}\text{C}$ the seeds' seedling weights fell after only a few months' storage.
2. When the damp quotients of the seed sorts were higher than 8 percent, the seedling weights of the samples which were stored at plus temperatures diminished after certain periods of time. The fall in seedling weight occurred more swiftly and extensively at $+20^{\circ}\text{C}$ than at $+5^{\circ}\text{C}$. The seed sorts tolerated considerable water contents during the whole of the storage time without their seedling weights changing, when stored at -5°C .
3. There were considerable differences between the two sorts of seed in respect to the magnitude of the seedling weights for comparable seed samples. The good sort of seed always had a higher seedling weight—even the original weight—than the poor sort of seed.
4. In all the storage experiments, with exception of the storage of the good seed-sort at -5°C , the seedling weight fell when the damp quotient reached a certain level. The fall in seedling weight was proportional to some extent to the increase in the corresponding damp quotients and to the storage time.
5. A certain moisture content in stored seed could thus not only mean death to some of the seeds, but also a certain deterioration in the germinable seeds which were left; and this in turn resulted in a more or less weaker seedling development in JACOBSEN'S apparatus.

These valuable results may be assumed to show themselves concerning seedling percentage, etc., when sowing on open land.

The open land sowings

These sowings were made as block experiments at Kulbäcksliden's seedling nursery in the years 1950, 1951, and 1952. The seedling percentage = the number of seedlings expressed as a percentage of the number of germinable seeds sown.

Number of seedlings

1. In general, the seedling percentages from the good sort of seed were considerably higher than comparable seedling percentages from the poor sort of seed.

2. When stored at plus temperatures, and after equally long storage periods, seed samples with high damp quotients gave considerably lower seedling percentages than seed samples with low damp quotients. That is to say, the germinable seeds had been weakened in the high moistures, so that a great part of them were unable to produce seedlings on open land.
3. The sowing results from the seed samples which had been stored in very low atmospheric moistures indicated a minor decrease in their seedling formation capacity.
4. Seed samples with lower damp quotient than about 8 percent usually gave greater numbers of seedlings than seed samples within the same seed series, whose damp quotients exceeded 8 percent. Between the numbers of seedlings for seed samples from -5°C these differences were less significant.
5. When the seed's damp quotient was greater than the critical damp quotient, the storage temperature had a very decisive effect on the seedling formation capacity of the seed sorts. The more the damp quotient rose, the greater the differences became—particularly for the poor sort of seed. At -5°C the seed tolerated considerable degrees of damp without sustaining damage affecting the number of seedlings. At plus temperatures, on the other hand, the seed qualities had clearly deteriorated, most particularly at $+20^{\circ}\text{C}$ and $+22^{\circ}\text{C}$.
6. The fall in the number of seedlings, corresponding to a rising damp quotient in the seed, was often not directly proportional to the germination percentages of the seeds. A graphic presentation for the good sort of seed showed that a fall in germinability by 10 percent implied a fall in the number of seedlings by, on an average, 40 percent.

This is to say that a rather insignificant fall in germinability can have most serious consequences in practice.

Seedling losses

1. Storage temperature had no particular effect on seedling losses after two growing seasons for seed samples having identical damp quotients and coming from the same sort of seeds.—The weakest seedlings had certainly died during the first growing season.
2. There was a considerable difference between the two sorts of seeds. Percentual losses for the poor sort of seeds were on an average 2 to 3 times as great as for the good sort of seeds.
3. The percentual seedling losses rose as the seed quality fell.

Seedling developments

A smaller part of the seedling material's powers of growth was studied by taking up seedlings from certain comparable seedling series and weighing them. These seedlings had been freed according to a special system the previous year.

1. The seedlings which had come from seed samples stored at $+20^{\circ}\text{C}$ seemed to have developed worse than seedlings from seed samples stored at -5°C and $+5^{\circ}\text{C}$.
2. There was a clear difference between the weights of seedlings from the poor sort of seed and seedlings from the good sort of seed.

Connection between seedling weight and number of seedlings

It has been stated earlier that a great number of the seed samples did not yield numbers of seedlings directly proportional to the number of germinable seeds sown, or, in other words, to the germination percentages of the seeds. A prognosis for sowing on open land based on nothing more than germination percentages could be misleading. To reach greater certainty on this point the connection between seedling weight and number of seedlings was studied.

1. The relation could be illustrated by straight lines. The average number of seedlings increased in direct proportion to the average seedling weight.
2. A comparison of average between the sowing results of four comparable seed series showed that a calculation of seedling numbers on open land, based on seedling weight, agreed well with the actual sowing results. But there was a very poor agreement when the germination percentage was used as a basis for calculation.
3. Prognoses of seedling numbers for sowing on open land with these sorts of seeds generally became more reliable when they were based on seedling weights than when they were based on germination percentages.

When storing for a long period of time, the extent of the water content of conifer seeds is of the very greatest importance to their quality; it is much more important than the storage temperature. The reason why a great many of the seed samples stored in Sweden suffer from a distinct deterioration in quality is certainly to be found in a deleterious water content in the seed; and this is particularly true when the storage temperature has also been unsuitable.

Tab. I. Grobarheten hos fröerna, som förvarats i exsickatorerna.

Tab. I. Germinability of seeds stored in exsiccators.

| Rel. luftfukt. Rel. atm. moisture % | Förvarings-tid dygn Storage time days | Fukt-kvot Damp quot. % | Gro-bar-het Ger-min-ability % | För-va-rings-tid dygn Storage time days | Fukt-kvot Damp quot. % | Gro-bar-het Ger-min-ability % | För-va-rings-tid dygn Storage time days | Fukt-kvot Damp quot. % | Gro-bar-het Ger-min-ability % | För-va-rings-tid dygn Storage time days | Fukt-kvot Damp quot. % | Gro-bar-het Ger-min-ability % | För-va-rings-tid dygn Storage time days | Fukt-kvot Damp quot. % | Gro-bar-het Ger-min-ability % | För-va-rings-tid dygn Storage time days | Fukt-kvot Damp quot. % | Gro-bar-het Ger-min-ability % |
|-------------------------------------|---------------------------------------|------------------------|-------------------------------|-----------------------------------------|------------------------|-------------------------------|-----------------------------------------|------------------------|-------------------------------|-----------------------------------------|------------------------|-------------------------------|-----------------------------------------|------------------------|-------------------------------|-----------------------------------------|------------------------|-------------------------------|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 |
| <i>Den dåliga frösorten + 5° C</i> | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>The poor sort of seed + 5° C</i> | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 20 | 29 | 6,3 | 20 | 58 | 6,8 | 19 | 93 | 6,6 | 11 | 124 | 6,4 | 16 | 172 | 6,3 | 23 | 213 | 6,3 | 16 |
| 58 | 29 | 8,5 | 18 | 58 | 8,2 | 16 | 93 | 8,8 | 5 | 124 | 8,9 | 16 | 172 | 8,8 | 23 | 213 | 8,7 | 13 |
| 81 | 29 | 11,1 | 18 | 58 | 11,9 | 13 | 93 | 11,9 | 3 | 124 | 12,2 | 8 | 172 | 12,1 | 15 | 213 | 12,1 | 6 |
| 93 | 29 | 16,2 | 19 | 58 | 19,2 | 7 | 93 | 22,0 | 0 | 124 | 26,2 | 0 | 172 | 28,4 | 0 | 213 | 30,5 | 0 |
| 100 | 29 | 17,6 | 12 | 58 | 20,0 | 7 | 93 | 24,6 | 0 | 124 | 27,6 | 0 | 172 | 30,8 | 0 | 213 | 40,3 | 0 |
| <i>Den dåliga frösorten + 22° C</i> | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 20 | 29 | 5,9 | 9 | 59 | 5,9 | 18 | 94 | 5,7 | 17 | 125 | 5,6 | 23 | 172 | 5,3 | 19 | 214 | 5,5 | 19 |
| 58 | 29 | 8,8 | 13 | 59 | 8,8 | 15 | 94 | 7,9 | 8 | 125 | 8,3 | 19 | 172 | 7,9 | 23 | 214 | 8,4 | 10 |
| 81 | 29 | 11,3 | 12 | 59 | 12,3 | 6 | 94 | 11,1 | 4 | 125 | 10,9 | 2 | 172 | 11,7 | 1 | 214 | 12,5 | 0 |
| 93 | 29 | 19,6 | 2 | 59 | 23,8 | 1 | 94 | 22,8 | 0 | 125 | 30,1 | 0 | 172 | 32,3 | 0 | 214 | 35,6 | 0 |
| 100 | 29 | 21,6 | 1 | 59 | 27,5 | 0 | 94 | 25,9 | 0 | 125 | 37,6 | 0 | 172 | 43,5 | 0 | 214 | 45,3 | 0 |
| <i>Den goda frösorten + 5° C</i> | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>The good sort of seed + 5° C</i> | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 20 | 29 | 6,3 | 95 | 58 | 6,8 | 93 | 93 | 6,8 | 95 | 124 | 6,6 | 93 | 172 | 6,4 | 94 | 213 | 6,6 | 94 |
| 58 | 29 | 8,7 | 95 | 58 | 8,9 | 94 | 93 | 9,0 | 94 | 124 | 9,0 | 92 | 172 | 8,7 | 90 | 213 | 9,8 | 93 |
| 81 | 29 | 11,1 | 95 | 58 | 11,7 | 92 | 93 | 12,0 | 93 | 124 | 12,0 | 91 | 172 | 12,4 | 87 | 213 | 15,7 | 79 |
| 93 | 29 | 14,6 | 94 | 58 | 16,4 | 90 | 93 | 17,4 | 81 | 124 | 18,8 | 75 | 172 | 19,9 | 0 | 213 | 22,5 | 0 |
| 100 | 29 | 16,6 | 95 | 58 | 20,7 | 88 | 93 | 26,2 | 55 | 124 | 27,9 | 31 | 172 | 40,0 | 0 | 213 | 40,4 | 0 |
| <i>Den goda frösorten + 22° C</i> | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 20 | 29 | 6,2 | 95 | 59 | 5,9 | 94 | 94 | 5,8 | 94 | 125 | 5,5 | 93 | 172 | 5,3 | 94 | 214 | 5,6 | 91 |
| 58 | 29 | 8,8 | 94 | 59 | 8,9 | 95 | 94 | 8,1 | 95 | 125 | 8,3 | 93 | 172 | 8,6 | 93 | 214 | 8,6 | 89 |
| 81 | 29 | 12,2 | 91 | 59 | 12,3 | 89 | 94 | 11,1 | 80 | 125 | 11,7 | 80 | 172 | 12,1 | 61 | 214 | 11,7 | 41 |
| 93 | 29 | 19,4 | 74 | 59 | 21,8 | 78 | 94 | 19,0 | 30 | 125 | 21,0 | 4 | 172 | 24,8 | 0 | 214 | 25,9 | 0 |
| 100 | 29 | 23,6 | 80 | 59 | 28,7 | 14 | 94 | 27,7 | 0 | 125 | 45,1 | 0 | 172 | 54,3 | 0 | 214 | 56,9 | 0 |

Tab. 2. Groningsanalyser. Den dåliga frösorten.
Tab. 2. Germination analyses, the poor sort of seed.

| Fukt- kvot Damp quot. % | Gro- bar- het Germin- ability % | Plant- vikt Seedling weight mg | 1000- korn- vikt 1,000- grain weight g | Förva- rings- tid mån. Storage time months | Fukt- kvot Damp quot. % | Gro- bar- het Germin- ability % | Plant- vikt Seedling weight mg | 1000- korn- vikt 1,000- grain weight g | Förva- rings- tid mån. Storage time months | Fukt- kvot Damp quot. % | Gro- bar- het Germin- ability % | Plant- vikt Seedling weight mg | 1000- korn- vikt 1,000- grain weight g | Förva- rings- tid mån. Storage time months |
|-------------------------------------|------------------------------------------------|--------------------------------------------|----------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------|-------------------------------------|------------------------------------------------|--------------------------------------------|----------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------|-------------------------------------|------------------------------------------------|--------------------------------------------|----------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| <i>Serie 1. — 5° C</i> | | | | | <i>Serie 4. + 5° C</i> | | | | | <i>Serie 7. + 20° C</i> | | | | |
| <i>Serie 1. — 5° C</i> | | | | | <i>Serie 4. + 5° C</i> | | | | | <i>Serie 7. + 20° C</i> | | | | |
| 5,9 | 33 | 14,7 | 4,44 | 4,1 | 7,2 | 35 | 13,0 | 4,25 | 3,2 | 7,1 | 29 | 13,2 | 4,23 | 3,2 |
| 7,3 | 33 | 14,1 | 4,64 | 4,1 | 8,0 | 32 | 9,5 | 4,20 | 3,2 | 8,9 | 26 | 12,3 | 4,35 | 3,2 |
| 10,2 | 31 | 13,6 | 4,66 | 4,1 | 9,0 | 30 | 10,9 | 4,33 | 3,2 | 9,6 | 20 | 13,5 | 4,39 | 3,2 |
| 12,2 | 26 | 12,2 | 4,74 | 4,1 | 10,0 | 29 | 13,0 | 4,36 | 3,2 | 9,8 | 18 | 13,5 | 4,40 | 3,2 |
| 14,5 | 17 | 11,7 | 4,79 | 4,1 | 11,4 | 28 | 12,1 | 4,45 | 3,2 | 10,9 | 12 | 11,7 | 4,43 | 3,2 |
| 16,8 | 15 | 11,4 | 4,79 | 4,1 | 12,3 | 27 | 11,9 | 4,69 | 3,2 | 12,8 | 8 | 10,6 | 4,45 | 3,2 |
| 21,0 | 6 | 8,8 | 4,90 | 4,1 | 13,6 | 17 | 12,4 | 4,54 | 3,2 | 17,1 | 1 | 8,3 | 4,70 | 3,2 |
| 27,2 | 1 | 5,0 | 5,03 | 4,1 | 20,0 | 15 | 9,7 | 4,84 | 3,2 | 22,8 | 0 | 0,0 | 4,74 | 3,2 |
| 34,0 | 0 | 0,0 | 5,40 | 4,1 | 25,2 | 0 | 0,0 | 4,83 | 3,2 | 27,4 | 0 | 0,0 | 4,99 | 3,2 |
| 36,5 | 0 | 0,0 | 5,39 | 4,1 | | | | | | 40,3 | 0 | 0,0 | 5,28 | 3,2 |
| <i>Serie 2. — 5° C</i> | | | | | <i>Serie 5. + 5° C</i> | | | | | <i>Serie 8. + 20° C</i> | | | | |
| <i>Serie 2. — 5° C</i> | | | | | <i>Serie 5. + 5° C</i> | | | | | <i>Serie 8. + 20° C</i> | | | | |
| 4,1 | 30 | 14,7 | 4,43 | 9,8 | 7,8 | 32 | 13,2 | — | 7,9 | | | | | |
| 7,5 | 27 | 12,6 | 4,50 | 9,8 | 10,0 | 22 | 12,4 | 4,33 | 7,9 | | | | | |
| 10,2 | 28 | 13,8 | 4,65 | 9,8 | 11,5 | 18 | 11,7 | 4,58 | 7,9 | 7,1 | 19 | 11,9 | 4,19 | 6,8 |
| 15,8 | 13 | 13,2 | 4,75 | 9,8 | 12,3 | 11 | 12,4 | 4,48 | 7,9 | 9,2 | 15 | 10,8 | 4,55 | 6,8 |
| 26,3 | 0 | 0,0 | 5,00 | 9,8 | 14,0 | 4 | 12,2 | 4,53 | 7,9 | 9,7 | 10 | 11,2 | 4,48 | 6,8 |
| 31,7 | 0 | 0,0 | 4,90 | 9,8 | 20,1 | 0 | 0,0 | 4,73 | 7,9 | 10,5 | 4 | 11,6 | 4,50 | 6,8 |
| 37,1 | 0 | 0,0 | 5,30 | 9,8 | | | | | | 10,9 | 1 | 7,5 | 4,46 | 6,8 |
| <i>Kontroller. — 5° C</i> | | | | | <i>Kontroller. + 5° C</i> | | | | | <i>Kontroller. + 20° C</i> | | | | |
| <i>Kontroller. — 5° C</i> | | | | | <i>Kontroller. + 5° C</i> | | | | | <i>Kontroller. + 20° C</i> | | | | |
| 7,7 | 33 | 13,0 | 4,34 | 0,0 | 4,8 | 27 | 11,5 | 4,19 | 3,2 | 11,5 | 0 | 0,0 | 4,50 | 6,8 |
| 7,7 | 35 | 15,2 | 4,34 | 0,0 | 4,8 | 21 | 12,1 | 4,20 | 7,9 | | | | | |
| 7,3 | 35 | 14,4 | 4,36 | 14,5 | 7,7 | 30 | 14,3 | 4,34 | 2,7 | 7,7 | 34 | 13,0 | 4,34 | 0,0 |
| | | | | | 8,7 | 26 | 13,4 | 4,38 | 2,7 | 8,3 | 26 | 12,1 | 4,48 | 4,1 |
| | | | | | 11,6 | 23 | 14,5 | 4,46 | 2,7 | 7,5 | 7 | 10,2 | 4,41 | 18,7 |
| | | | | | 14,5 | 21 | 12,4 | 4,60 | 3,2 | | | | | |
| | | | | | 23,0 | 9 | 13,6 | 4,73 | 2,3 | | | | | |
| | | | | | 39,8 | 3 | 8,0 | 5,46 | 2,3 | | | | | |
| <i>Serie 3. — 5° C.</i> | | | | | <i>Serie 6. + 5° C</i> | | | | | <i>Serie 9. + 20° C</i> | | | | |
| <i>Serie 3. — 5° C.</i> | | | | | <i>Serie 6. + 5° C</i> | | | | | <i>Serie 9. + 20° C</i> | | | | |
| 5,7 | 38 | 12,2 | 4,26 | 14,5 | 7,5 | 29 | 11,7 | 4,35 | 16,6 | 7,5 | 10 | 9,4 | 4,29 | 16,0 |
| 7,3 | 36 | 14,4 | 4,36 | 14,5 | 9,0 | 24 | 10,7 | 4,38 | 16,6 | 7,8 | 9 | 9,4 | 4,34 | 16,0 |
| 10,1 | 35 | 13,5 | 4,49 | 14,5 | 9,4 | 21 | 9,9 | 4,39 | 16,6 | 8,7 | 5 | 9,5 | 4,24 | 16,0 |
| 11,9 | 34 | 13,0 | 4,48 | 14,5 | 10,0 | 20 | 10,1 | 4,44 | 16,6 | 10,0 | 3 | 7,1 | 4,43 | 16,0 |
| 14,7 | 17 | 10,4 | 4,58 | 14,5 | 10,4 | 17 | 9,1 | 4,38 | 16,6 | 10,6 | 1 | 7,0 | 4,48 | 16,0 |
| 16,3 | 0 | 0,0 | 4,59 | 14,5 | 11,6 | 12 | 8,5 | 4,53 | 16,6 | 11,0 | 0 | 0,0 | 4,44 | 16,0 |
| 21,0 | 0 | 0,0 | 4,74 | 14,5 | 18,8 | 0 | 0,0 | 4,69 | 16,0 | 11,5 | 0 | 0,0 | 4,53 | 16,0 |
| 27,0 | 0 | 0,0 | 5,11 | 14,5 | 21,1 | 0 | 0,0 | 4,80 | 16,6 | 17,3 | 0 | 0,0 | 4,65 | 16,0 |
| 32,6 | 0 | 0,0 | 5,30 | 14,5 | 26,7 | 0 | 0,0 | 4,78 | 16,6 | 23,0 | 0 | 0,0 | 4,88 | 16,0 |
| | | | | | 36,9 | 0 | 0,0 | 5,36 | 16,6 | 32,5 | 0 | 0,0 | 5,28 | 16,0 |

Tab. 2. Groningsanalyser. Den goda frösorten.

Tab. 2. Germination analyses, the good sort of seed.

| Fukt- kvot Damp quot. | Gro- bar- het Germin- ability | Plant- vikt Seedling weight | 1000- korn- vikt 1,000- grain weight | Förva- rings- tid mån. Storage time months | Fukt- kvot Damp quot. | Gro- bar- het Germin- ability | Plant- vikt Seedling weight | 1000- korn- vikt 1,000- grain weight | Förva- rings- tid mån. Storage time months | Fukt- kvot Damp quot. | Gro- bar- het Germin- ability | Plant- vikt Seedling weight | 1000- korn- vikt 1,000- grain weight | Förva- rings- tid mån. Storage time months |
|--------------------------------|-------------------------------------------|--------------------------------------|-----------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------|--------------------------------|-------------------------------------------|--------------------------------------|-----------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------|--------------------------------|-------------------------------------------|--------------------------------------|-----------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------|
| % | % | mg | % | | % | % | mg | % | | % | % | mg | % | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| <i>Serie 10. — 5° C</i> | | | | | <i>Serie 13. + 5° C</i> | | | | | <i>Serie 16. + 20° C</i> | | | | |
| <i>Serie no. 10. — 5° C</i> | | | | | | | | | | | | | | |
| 6,7 | 92 | 16,3 | 4,86 | 4,5 | 4,3 | 91 | 17,4 | 4,58 | 3,2 | 4,7 | 92 | 15,5 | 4,60 | 2,5 |
| 8,8 | 95 | 17,0 | 4,70 | 4,5 | 7,2 | 93 | 16,0 | 4,60 | 3,2 | 7,5 | 93 | 16,5 | 4,89 | 2,5 |
| 11,9 | 92 | 14,3 | 4,89 | 4,5 | 8,8 | 90 | 18,6 | 4,69 | 3,2 | 8,8 | 93 | 16,1 | 4,93 | 2,5 |
| 15,1 | 96 | 16,5 | 4,95 | 4,5 | 10,8 | 92 | 18,3 | 4,93 | 3,2 | 11,1 | 92 | 14,2 | 4,90 | 2,5 |
| 15,9 | 92 | 16,0 | 5,00 | 4,5 | 11,2 | 90 | 18,6 | 4,88 | 3,2 | 14,6 | 85 | 17,4 | 4,91 | 2,5 |
| 18,3 | 92 | 19,1 | 5,10 | 4,5 | 13,0 | 90 | 18,6 | 4,94 | 3,2 | 15,2 | 77 | 15,5 | 5,28 | 2,5 |
| 24,7 | 89 | 18,1 | 5,29 | 4,5 | 16,8 | 92 | 20,0 | 5,00 | 3,2 | 17,0 | 8 | 8,1 | 5,33 | 2,5 |
| 32,0 | 82 | 18,0 | 5,31 | 4,5 | 22,4 | 90 | 18,9 | 5,20 | 3,2 | 18,4 | 0 | 0,0 | 5,26 | 2,5 |
| 36,0 | 84 | 15,7 | 5,53 | 4,5 | 28,8 | 89 | 18,7 | 5,43 | 2,3 | <i>Kontroller. + 20° C</i> | | | | |
| 43,0 | 66 | 15,7 | 6,10 | 4,5 | 35,6 | 84 | 17,2 | 6,03 | 2,3 | 6,8 | 94 | 17,0 | 4,68 | 3,8 |
| <i>Serie 11. — 5° C</i> | | | | | <i>Serie 14. + 5° C</i> | | | | | <i>Kontroller. + 20° C</i> | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | |
| 4,5 | 96 | 13,0 | 4,80 | 8,8 | 7,2 | 92 | 17,7 | 4,79 | 7,9 | 7,3 | 95 | 20,2 | 4,68 | 3,7 |
| 7,2 | 94 | 16,3 | 4,55 | 8,8 | 8,3 | 92 | 18,2 | 4,85 | 7,9 | 7,5 | 95 | 17,0 | 4,60 | 0,0 |
| 10,4 | 91 | 16,7 | 4,80 | 8,8 | 9,2 | 92 | 17,2 | 4,86 | 7,9 | 7,5 | 87 | 14,1 | 4,74 | 19,0 |
| 15,8 | 90 | 12,7 | 5,10 | 8,8 | 10,7 | 91 | 18,6 | 4,79 | 7,9 | 9,1 | 90 | 16,3 | 4,71 | 7,2 |
| 18,4 | 88 | 15,0 | 4,90 | 8,8 | 11,7 | 90 | 13,1 | 4,72 | 7,9 | 12,4 | 0 | 0,0 | 5,10 | 19,0 |
| 21,1 | 87 | 14,3 | 4,80 | 8,8 | 12,3 | 90 | 16,8 | 4,80 | 7,9 | <i>Serie 17. + 20° C</i> | | | | |
| 26,5 | 77 | 14,2 | 5,30 | 8,8 | 14,5 | 86 | 13,5 | 5,00 | 7,9 | 7,5 | 92 | 15,9 | 4,79 | 7,3 |
| 32,0 | 78 | 11,3 | 5,45 | 8,8 | 19,8 | 0 | 0,0 | 5,20 | 7,9 | 8,1 | 91 | 16,3 | 4,74 | 7,3 |
| <i>Kontroller. — 5° C</i> | | | | | <i>Serie 15. + 5° C</i> | | | | | <i>Kontroller. + 20° C</i> | | | | |
| <i>Controls. — 5° C</i> | | | | | | | | | | | | | | |
| 6,7 | 94 | 13,8 | 4,64 | 0,0 | 5,9 | 92 | 17,5 | 4,70 | 14,5 | 9,5 | 88 | 15,4 | 4,90 | 7,3 |
| 7,5 | 95 | 17,1 | 4,66 | 0,0 | 7,7 | 93 | 18,7 | 4,73 | 14,5 | 10,1 | 87 | 15,5 | 4,70 | 7,3 |
| 7,2 | 95 | 17,0 | 4,70 | 4,5 | 8,9 | 91 | 18,2 | 4,86 | 14,5 | 10,8 | 22 | 10,3 | 4,92 | 7,3 |
| 7,2 | 94 | 16,8 | 4,60 | 8,8 | 9,6 | 91 | 18,6 | 4,78 | 14,5 | 14,0 | 0 | 0,0 | 4,98 | 7,3 |
| <i>Serie 12. — 5° C</i> | | | | | <i>Kontroller. + 5° C</i> | | | | | <i>Kontroller. + 20° C</i> | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | |
| 4,5 | 93 | 17,1 | 4,51 | 14,5 | 10,8 | 86 | 12,9 | 4,89 | 14,5 | 14,8 | 83 | 16,2 | 4,85 | 3,7 |
| 6,9 | 92 | 20,1 | 4,71 | 14,5 | 14,8 | 73 | 6,8 | 5,01 | 14,5 | 14,8 | 25 | 12,0 | 4,85 | 6,8 |
| 9,0 | 93 | 19,3 | 4,81 | 14,5 | 16,8 | 0 | 0,0 | — | 14,5 | 22,5 | 1 | 5,0 | 5,43 | 2,3 |
| 11,1 | 93 | 19,2 | 4,81 | 14,5 | <i>Kontroller. + 20° C</i> | | | | | | | | | |
| 14,4 | 88 | 17,1 | 4,80 | 14,5 | 7,0 | 96 | 20,8 | 4,66 | 3,8 | 31,1 | 0 | 0,0 | 5,50 | 2,3 |
| 15,1 | 89 | 18,2 | 4,90 | 14,5 | 7,4 | 94 | 20,1 | 4,70 | 3,7 | 43,2 | 0 | 0,0 | 6,03 | 2,3 |
| 18,0 | 89 | 17,6 | 4,98 | 14,5 | 7,5 | 95 | 17,1 | 4,66 | 0,0 | <i>Serie 18. + 20° C</i> | | | | |
| 22,4 | 78 | 21,1 | 5,15 | 14,5 | 7,7 | 93 | 17,7 | 4,78 | 17,0 | 7,2 | 92 | 15,8 | 4,71 | 12,8 |
| 26,1 | 75 | 21,1 | 5,39 | 14,5 | 10,1 | 92 | 18,2 | 4,85 | 17,0 | 7,9 | 91 | 13,9 | 4,78 | 12,8 |
| 27,7 | 81 | 19,2 | 5,43 | 14,5 | 11,0 | 92 | 20,0 | 4,80 | 3,8 | 8,0 | 90 | 13,9 | 4,83 | 12,8 |
| | | | | | 12,9 | 91 | 16,3 | 4,79 | 3,2 | 10,1 | 79 | 9,7 | 4,91 | 12,8 |
| | | | | | 14,5 | 94 | 18,4 | 4,91 | 3,7 | 12,0 | 53 | 7,5 | 4,95 | 12,8 |
| | | | | | | | | | | 14,0 | 0 | 0,0 | 4,96 | 12,8 |
| | | | | | | | | | | 19,6 | 0 | 0,0 | 5,15 | 12,8 |
| | | | | | | | | | | 25,0 | 0 | 0,0 | 5,46 | 12,8 |
| | | | | | | | | | | 30,0 | 0 | 0,0 | 5,63 | 12,8 |

Tab. 3. Sådder på friland. Den dåliga frösorten, serie 19—24. Den goda frösorten, serie 25—33.
Tab. 3. Sowings on open land. The poor sort of seed, series 19—24. The good sort of seed, series 25—33.

| Fukt- kvot Damp quot. | Gro- bar- het Ger- min- ability | Plant- vikt Seed- ling weight | Antal plantor Number of seedlings | | | Fukt- kvot Damp quot. | Gro- bar- het Ger- min- ability | Plant- vikt Seed- ling weight | Antal plantor Number of seedlings | | | Fukt- kvot Damp quot. | Gro- bar- het Ger- min- ability | Plant- vikt Seed- ling weight | Antal plantor Number of seedlings | | | | | | | | |
|------------------------------------|------------------------------------------------|-------------------------------------------|----------------------------------------------------------|----------------------------------|-----|-------------------------------------|------------------------------------------------|-------------------------------------------|----------------------------------------------------------|---------------------------------------|--------------------------------------------------|-------------------------------------|------------------------------------------------|-------------------------------------------|----------------------------------------------------------|----------------------------------|----|----------------------------------------------------------|---------------------------------------|--------------------------------------------------|----------------------------------------------------------|----------------------------------|---|
| | | | per m sådd- rand st. per m seeded line | i procent av as percentage of | | | | | per m sådd- rand st. per m seeded line | ut- sådda frön seeds sown | gro- bara frön germin- able seeds | | | | per m sådd- rand st. per m seeded line | i procent av as percentage of | | per m sådd- rand st. per m seeded line | ut- sådda frön seeds sown | gro- bara frön germin- able seeds | per m sådd- rand st. per m seeded line | i procent av as percentage of | |
| | | | | % | % | | | | | | | | | | | % | % | | | | | % | % |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | | | | | | |
| <i>Serie 19. — 5° C. 5,5 mån.</i> | | | | | | <i>Serie 24. + 20° C. 18,8 mån.</i> | | | | | | <i>Serie 29. + 20° C. 6,8 mån.</i> | | | | | | | | | | | |
| 5,9 | 33 | 14,7 | 31,3 | 16 | 47 | 7,5 | 7 | 10,2 | 11,7 | 6 | 84 | 6,8 | 91 | 14,7 | 163,0 | 82 | 90 | | | | | | |
| 7,3 | 33 | 14,1 | 29,3 | 15 | 44 | 7,5 | 7 | 11,2 | 10,3 | 5 | 74 | 7,5 | 92 | 15,9 | 146,7 | 73 | 80 | | | | | | |
| 10,2 | 31 | 13,6 | 29,0 | 15 | 47 | 7,8 | 6 | 9,4 | 9,7 | 5 | 81 | 8,1 | 91 | 16,3 | 145,0 | 73 | 80 | | | | | | |
| 12,2 | 26 | 12,2 | 27,7 | 14 | 53 | 8,7 | 4 | 9,5 | 6,3 | 3 | 79 | 9,5 | 88 | 15,4 | 133,7 | 67 | 76 | | | | | | |
| 14,5 | 17 | 11,7 | 29,0 | 15 | 85 | 9,1 | 1 | 6,3 | 0,7 | 0 | 35 | 10,0 | 90 | 15,5 | 130,7 | 65 | 73 | | | | | | |
| 16,8 | 15 | 11,4 | 17,0 | 9 | 57 | 11,5 | 0 | 0,0 | 0,0 | 0 | 0 | 10,1 | 87 | 12,0 | 123,0 | 62 | 71 | | | | | | |
| 21,0 | 6 | 8,8 | 15,3 | 8 | 127 | | | | | | | 10,8 | 45 | 10,3 | 62,3 | 31 | 69 | | | | | | |
| 27,2 | 1 | 5,0 | 9,0 | 5 | — | | | | | | | 14,6 | 22 | — | 36,7 | 18 | 83 | | | | | | |
| 34,0 | 0 | 0,0 | 0,0 | 0 | 0 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Serie 20. + 5° C. 6,8 mån.</i> | | | | | | <i>Serie 25. — 5° C. 2,6 mån.</i> | | | | | | <i>Serie 30. — 5° C. 14,5 mån.</i> | | | | | | | | | | | |
| 5,0 | 21 | 12,1 | 7,3 | 4 | 17 | 6,7 | 92 | 16,3 | 159,0 | 80 | 86 | 4,5 | 93 | 17,1 | 145,0 | 73 | 78 | | | | | | |
| 7,4 | 24 | 11,7 | 10,3 | 5 | 21 | 8,8 | 95 | 17,0 | 161,3 | 81 | 85 | 6,9 | 92 | 20,1 | 133,7 | 67 | 73 | | | | | | |
| 7,8 | 32 | 13,2 | 23,7 | 12 | 37 | 11,9 | 92 | 14,3 | 159,7 | 80 | 87 | 9,0 | 93 | 19,3 | 123,7 | 62 | 67 | | | | | | |
| 8,1 | 22 | 12,5 | 11,3 | 6 | 26 | 15,9 | 96 | 16,5 | 159,7 | 80 | 83 | 11,1 | 93 | 19,2 | 116,3 | 58 | 62 | | | | | | |
| 10,0 | 22 | 11,7 | 7,7 | 4 | 18 | 18,3 | 92 | 19,1 | 163,7 | 82 | 89 | 14,4 | 88 | 17,1 | 126,3 | 63 | 72 | | | | | | |
| 12,3 | 11 | 12,4 | 9,0 | 5 | 41 | 24,7 | 89 | 18,1 | 159,7 | 80 | 90 | 15,1 | 89 | 18,2 | 128,0 | 64 | 72 | | | | | | |
| 12,5 | 11 | 12,4 | 8,0 | 4 | 36 | 32,0 | 82 | 18,0 | 159,7 | 80 | 97 | 18,0 | 89 | 17,6 | 126,0 | 63 | 71 | | | | | | |
| 14,0 | 4 | 12,2 | 2,3 | 1 | 29 | 36,0 | 84 | 15,7 | 158,0 | 79 | 94 | 22,4 | 78 | 21,1 | 124,0 | 62 | 79 | | | | | | |
| 20,1 | 0 | 0,0 | 0,0 | 0 | 0 | 43,0 | 66 | 15,7 | 162,7 | 81 | 123 | 26,1 | 75 | 21,1 | 130,7 | 65 | 87 | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | 27,7 | 81 | 19,2 | 127,7 | 64 | 79 | | | | | | |
| <i>Serie 21. + 20° C. 6,7 mån.</i> | | | | | | <i>Serie 26. + 5° C. 2,6 mån.</i> | | | | | | <i>Serie 31. + 5° C. 14,5 mån.</i> | | | | | | | | | | | |
| 7,1 | 19 | 11,9 | 7,0 | 4 | 18 | 4,3 | 91 | 17,4 | 153,3 | 77 | 84 | 5,9 | 92 | 17,5 | 127,3 | 64 | 69 | | | | | | |
| 9,2 | 15 | 10,8 | 8,7 | 4 | 29 | 7,2 | 93 | 16,3 | 164,3 | 82 | 88 | 7,5 | 90 | 18,3 | 140,3 | 70 | 78 | | | | | | |
| 9,7 | 10 | 11,2 | 4,3 | 2 | 22 | 8,8 | 90 | 18,6 | 169,3 | 85 | 94 | 8,1 | 89 | 18,6 | 130,0 | 65 | 73 | | | | | | |
| 9,7 | 15 | 11,3 | 3,7 | 2 | 12 | 11,2 | 90 | 18,6 | 151,3 | 76 | 84 | 9,6 | 91 | 17,2 | 117,7 | 59 | 65 | | | | | | |
| 10,5 | 4 | 11,6 | 1,3 | 1 | 16 | 13,0 | 90 | 18,6 | 146,0 | 73 | 81 | 10,8 | 86 | 12,9 | 103,3 | 52 | 60 | | | | | | |
| 10,9 | 1 | 7,5 | 2,0 | 1 | — | 16,8 | 92 | 20,0 | 150,0 | 75 | 82 | 14,8 | 73 | 9,8 | 85,3 | 43 | 58 | | | | | | |
| 11,5 | 0 | 0,0 | 0,0 | 0 | 0 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Serie 22. — 5° C. 17,5 mån.</i> | | | | | | <i>Serie 27. + 20° C. 2,0 mån.</i> | | | | | | <i>Serie 32. + 5° C. 18,8 mån.</i> | | | | | | | | | | | |
| 5,7 | 38 | 12,2 | 56,3 | 28 | 74 | 4,7 | 92 | 15,5 | 165,7 | 83 | 90 | 6,5 | 92 | 18,6 | 146,7 | 73 | 80 | | | | | | |
| 7,3 | 36 | 14,4 | 57,7 | 29 | 80 | 7,5 | 93 | 16,5 | 157,0 | 79 | 85 | 7,5 | 91 | 17,7 | 125,0 | 63 | 69 | | | | | | |
| 10,1 | 35 | 13,5 | 50,7 | 25 | 73 | 8,8 | 93 | 16,1 | 144,3 | 72 | 78 | 8,9 | 91 | 17,5 | 126,3 | 63 | 69 | | | | | | |
| 11,9 | 34 | 13,0 | 48,3 | 24 | 71 | 11,1 | 92 | 14,2 | 132,7 | 66 | 72 | 9,3 | 90 | 15,6 | 119,0 | 60 | 66 | | | | | | |
| 14,7 | 17 | 10,4 | 28,3 | 14 | 83 | 14,6 | 85 | 17,4 | 133,0 | 67 | 78 | 10,2 | 88 | 13,5 | 112,5 | 56 | 64 | | | | | | |
| 15,8 | 5 | 7,0 | 5,3 | 3 | 53 | 15,2 | 77 | 15,5 | 111,7 | 56 | 76 | 10,8 | 86 | 12,9 | 94,7 | 47 | 55 | | | | | | |
| 16,3 | 0 | 0,0 | 0,0 | 0 | 0 | | | | | | | 14,8 | 73 | 6,8 | 32,7 | 16 | 22 | | | | | | |
| <i>Serie 23. + 5° C. 18,8 mån.</i> | | | | | | <i>Serie 28. + 5° C. 6,8 mån.</i> | | | | | | <i>Serie 33. + 20° C. 18,8 mån.</i> | | | | | | | | | | | |
| 7,5 | 22 | 13,6 | 37,3 | 19 | 85 | 7,0 | 94 | 16,3 | 161,3 | 81 | 86 | 7,5 | 87 | 14,1 | 117,1 | 59 | 68 | | | | | | |
| 7,8 | 21 | 11,7 | 29,3 | 15 | 70 | 8,3 | 92 | 18,2 | 162,7 | 81 | 88 | 7,8 | 91 | 13,9 | 109,3 | 55 | 60 | | | | | | |
| 8,0 | 22 | 14,0 | 33,3 | 17 | 76 | 9,2 | 92 | 17,2 | 152,0 | 76 | 83 | 8,9 | 93 | 13,0 | 94,0 | 47 | 51 | | | | | | |
| 8,4 | 18 | 10,9 | 34,3 | 17 | 95 | 12,3 | 90 | 16,8 | 140,3 | 70 | 78 | 10,1 | 79 | 9,7 | 46,0 | 23 | 29 | | | | | | |
| 9,0 | 24 | 10,7 | 26,0 | 13 | 54 | 14,6 | 86 | 14,5 | 125,9 | 63 | 73 | 12,0 | 53 | 7,5 | 1,3 | 1 | 1 | | | | | | |
| 10,9 | 15 | 9,1 | 21,0 | 11 | 70 | 16,8 | 86 | 12,9 | 101,0 | 51 | 59 | | | | | | | | | | | | |
| 13,4 | 0 | 0,0 | 0,0 | 0 | 0 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |