DET FORSTLIGE FORSØGSVÆSEN I DANMARK

THE DANISH FOREST EXPERIMENT STATION
STATION DE RECHERCHES FORESTIÈRES DE DANEMARK
DAS FORSTLICHE VERSUCHSWESEN IN DÄNEMARK

BERETNINGER UDGIVNE VED
DEN FORSTLIGE FORSØGSKOMMISSION

REPORTS — RAPPORTS — BERICHTE

BIND XXXVI

HÆFTE 2

INDHOLD

T. L. MADSEN, P. MOLTESEN & P. O. OLESEN: Tyndingsstyrkens indflydelse på rødgranens rumtæthed, tørstofproduktion, grentykkelse og grenmængde. (The Influence of Thinning Degree on Basic Density, Production of Dry Matter, Branch Thickness and Number of Branches of Norway Spruce). S. 181—203. (Beretning nr. 296).

H. HOLSTENER-JØRGENSEN: Vedmassefaktorer i gødede og ugødede nobilis-klippebevoksninger. (Volume Factors in Fertilized and Non-fertilized Decoration-Greenery Stands of Abies Nobilis). S. 205—219. (Beretning nr. 297).

H. HOLSTENER-JØRGENSEN: Ung bøgs, egs og rødgrans indflydelse på grundvandstanden på lermoræne. (The Influence of Young Beech, Oak and Norway Spruce on the Ground-Water Table in Clayey Moraine). S. 221—228. (Beretning nr. 298).

H. C. OLSEN: Blomstringsinduktion hos rødgran. (Induction of Flowering in Norway Spruce). S. 229—266. (Beretning nr. 299).

O. KJERSGÅRD og V. GØHRN: Abies grandis provenienser i Danmark. (Abies Grandis, A Provenance Test in Denmark). S. 267—287. (Beretning nr. 300).

K. SANOJCA og H. A. HENRIKSEN: Et forsøg med plantning af nobilisgran (*Abies procera Rehd.*) på Løvenholm skovdistrikt. (An Experiment with Planting of Noble Fir (*Abies procera Rehd.*). S. 289—312. (Beretning nr. 301).

N. ELERS KOCH: Et plantetidsforsøg med nobilis (*Abies procera* Rehd.). (A Planting Time Experiment with Noble Fir). S. 313—340. (Beretning nr. 302).

H. HOLSTENER-JØRGENSEN and VICENTE P. VERACION: Relations Between Harvested Nutrients in an Irrigation-Fertilization Trial in a Decoration Greenery Stand of Abies Nordmanniana. (Næringsstofoptagelsen i et vandings-gødskningsforsøg i en klippebevoksning af Abies Nordmanniana). S. 341—347. (Beretning nr. 303).

KØBENHAVN
TRYKT I KANDRUP & WUNSCH'S BOGTRYKKERI
1978

BLOMSTRINGSINDUKTION HOS RØDGRAN

INDUCTION OF FLOWERING IN NORWAY SPRUCE

AF

H. C. OLSEN

1. INDLEDNING

Interessen for blomstring og frøsætning hos rødgran (*Picea abies* (L.) Karst.) er affødt af skovbrugets behov for regelmæssig forsyning med egnet formeringsmateriale.

Forsyningen med rødgranfrø har i perioder været utilstrækkelig på grund af stor uregelmæssighed i blomstring og frøsætning hos rødgran. Ofte har der været mange år mellem gode frøår, og der er naturligt opstået et ønske om at kunne forudsige frøsætningens omfang og træffe dispositioner derefter. Troen på, at dette kunne lade sig gøre, er utvivlsomt blevet bestyrket af den almindelige erfaring om, at der ofte indtræffer rigelig frugtsætning efter år med en varm sommer.

I de senere år har utilfredsstillende frøsætning i mange frøplantager øget interessen for ad kunstig vej at stimulere blomstring og frøsætning på unge træer. Ikke mindst rødgranen har været genstand for denne interesse.

Stærkest har ønsket om at kunne inducere blomstring måske ytret sig i forbindelse med nutidens arbejde med skovtræforædling. En nogenlunde beherskelse af blomstringsinduktionen er en forudsætning for et effektivt systematisk forædlingsarbejde.

Det er undertiden lykkedes at inducere blomstring med gammelkendte gartnermetoder som ringning, strangulering og beskæring af grene eller rødder. Sådanne metoder er destruktive for træet og forhindrer i sig selv en stabil frøproduktion. Også gødskning og vanding har i visse tilfælde stimuleret blomstring og frøsætning, men en generel virkning har der tilsyneladende ikke været tale om.

Ikke mindst for rødgranens vedkommende er der i de senere år udfoldet bestræbelser og ofret betydelige beløb på at finde frem til brugbare behandlingsmetoder til at fremkalde blomstring. Således har forhåbninger til en løsning på problemet ad biokemisk vej f. eks. i Tyskland og Sverige ført til en betydelig indsats på dette område.

Tilstrækkeligt kendskab til klimafaktorers indflydelse på blomstringsinitieringen åbner muligheder for benyttelse af metoder, som svarer til naturens klimabetingede blomstringsinduktion. Øget kendskab til klimafaktorers indflydelse på blomstringen vil formentlig bidrage til forståelsen af de processer, der fører til differentiering af blomsterknopper og måske føre til, at det bliver muligt, eventuelt ad kemisk vej, at kompensere for en eller anden uopfyldt klimatisk betingelse for blomstringsinduktion. Det er i virkeligheden denne idé, der ligger bag mange af de hidtidige forsøg på at stimulere skovtræers blomstring.

Arbejdet, som omtales i det følgende, er gået ud på at undersøge blomstringens afhængighed af klimaforhold med henblik på at finde frem til en

metode til kunstig blomstringsinduktion, som bygger på samme mekanisme, som fremkalder blomstring hos rødgran i naturen. De udførte forsøg har vist, at det er muligt at inducere blomstring på rødgranpodninger i drivhus.

Arbejdet blev taget op i 1970 — efter opfordring fra Arboretet i Hørsholm — på baggrund af tilsvarende undersøgelser af bøgens frøsætning, udført ved Forsøgsvæsenet af *Holmsgaard og Olsen* (1960, 1966).

Det til undersøgelsen anvendte, pottede klonmateriale blev stillet til rådighed af *Arboretet,* som ved personlige kontakter har været løbende orienteret om forsøgenes udfald. — *Statsskovenes Planteavlsstation* har med største imødekommenhed stillet kølerum og andre faciliteter til rådighed. Jeg takker alle, som herigennem har bidraget til arbejdets gennemførelse.

2. LITTERATUR

Omfattende analyser af rødgranens frøsætning i relation til klimaforhold er først foretaget af *Tirén* (1935), som påviste blomstringens knopreducerende indflydelse med tilhørende reducerende virkning på de nærmest følgende års frøsætning. Han fandt endvidere (for Sverige), at høj temperatur — fortrinsvis i juli, men også i nogen grad i juni og august — øger det følgende års frøsætning. Tirén anså, at temperaturindflydelsen kan gøre sig gældende indenfor en kortere periode i løbet af de nævnte tre måneder, når den forudgående periode har været kølig. Endvidere at tidspunktet for temperaturindflydelsen falder tidligere i det sydlige Sverige end længere mod nord. *Eklund* (1957) fandt på materiale fra det nordlige Sverige, at kogleproduktionen er positivt korreleret med antal dage i sidste halvdel af juni og første halvdel af juli året forud med temperaturer over 21 °C. *La Bastide og van Vredensburch* (1970) fandt i Holland klimaindflydelsen på rødgranens frøsætning stærkest i juni.

En eksperimentel bekræftelse af øget temperaturs positive indflydelse på rødgranens hunblomstinitiering er f. eks. opnået af *Remröd* (1973), som øgede temperaturen omkring podninger i en frøplantage i slutningen af juni og begyndelsen af juli ved hjælp af plastictelte. *Brøndbo* (1969) havde ved en tilsvarende fremgangsmåde påvist en forbedring af hanblomstring ved temperaturforøgelse i perioden 21/6 til 5/7. Derimod udeblev hunblomstringen i det pågældende forsøg. *Holmsgaard* (1972) demonstrerede med materiale fra *Holmsgaard* (1955) og *Holmsgaard og Olsen* (1960), at frøsætning hos rødgran hyppigst indtræffer i gode bøgefrøår. Nogenlunde ens temperaturkrav hos de to arter i en periode i juni-juli som betingelse for blomstringsinitiering kan være årsagen. At der ikke er nøjagtigt sammenfald af de to træarters blomstring/frøsætning antyder, at de hver for sig måske kræver andre betingelser opfyldt, som ikke er fælles for de to arter. For rødgran konstaterede *Tirén* (1935), at „.... en låg julitempera-

tur i hela landet med större säkerhet har ett dåligt kottår än en hög julitemperatur har ett gott kottår til följd." Høj juni-juli temperatur synes således at være en nødvendig, men ikke tilstrækkelig betingelse for blomstringsinduktion. *Tirén* (l.c.) kunne ikke påvise nedbørsindflydelse, men mente at kunne se en svag tendens til negativ virkning af nedbør. *Sarvas* (1957) konstaterede, at der i perioden 1900 til 1955 i Finland er forekommet så mange somre med exceptionelt høje temperaturer i forbindelse med tørke — og uden efterfølgende rigelig blomstring på rødgran, at „.... the temperature-drought factor can hardly be regarded as a factor of decisive importance in the occurrence of years of good spruce seed crops."

For bøg fandt *Holmsgaard og Olsen* (1960), at høj temperatur i juni og juli og ringe vandforsyning i samme periode fremmer frøsætningen året efter. Udtørringens blomstringsinducerende virkning hos bøg blev påvist eksperimentelt af *Holmsgaard & Olsen* (1966). Forsøg, som *Guldager* (mundtl. pers. komm.) på denne baggrund etablerede på Arboretet med rødgran, bekræftede iflg. *Wellendorf* (1971) øget temperaturs positive indflydelse på hunblomstringen og pegede samtidig i retning af forringet blomstring efter udtørring.

Gødskning har jfr. *Matthews* (1963) og *Brøndbo* (1968) haft en blomstringsstimulerende effekt i adskillige forsøg med andre træarter, i første række fyrrearter. *Matthews* (l.c.) antog, at virkningen er fremkommet gennem afhjælpning af en næringsmangel eller som følge af en generel forbedring af ernæringstilstanden.

3. ANALYSER AF KLIMAFORHOLD OG FRØSÆTNING

Før iværksættelse af eksperimenter var det nærliggende at søge den foreliggende viden suppleret gennem analyser af empirisk materiale i lighed med *Tirén*'s (1935) for rødgran og *Holmsgaard og Olsen*'s (1960) for bøg.

A. *Dansk materiale.*

En sådan analyse blev forsøgt med et dansk materiale baseret på oplysninger fra Nordsjælland for årene 1864—1968. Oplysningerne om frøsætningen i årene indtil 1952 er taget fra *Holmsgaard* (1955), som for Nordsjællands vedkommende i første række bygger på oplysninger om mængden af klængede rødgrankogler på Valdemarslund klængstue. *Holmsgaard*'s (l.c.) understregning af oplysningernes ufuldstændighed måtte i nogen grad begrænse forventningerne til analysens resultat. Oplysningerne om frøsætningen efter 1952 hidrører fra *Dansk Skovforenings Frøudvalg*'s årlige oversigter over frøsætningen i Danmark.

De enkelte års frøsætning er klassificeret som følger:

klasse 1	ingen frøsætning	*(no*	*seed crop)*
„ 2	ringe „	*(poor*	„ „ *)*
„ 3	middel „	*(medium*	„ „ *)*
„ 4	stor „	*(very good*	„ „ *)*

Hvor ingen konkret oplysning om frøsætningen forelå, blev det pågældende år henført til klasse 1.

Som udtryk for klimaet er anvendt månedsmiddeltemperatur og månedsnedbør målt ved Landbohøjskolen. Klimatallene til og med 1925 er taget fra *Danmarks Klima* (1933), fra 1926 til 1956 fra *Meteorologisk Institut's Maanedsoversigt over Vejrforholdene* og derefter fra den af instituttet udsendte *Ugeberetning om nedbør m. m.* (månedstillæget).

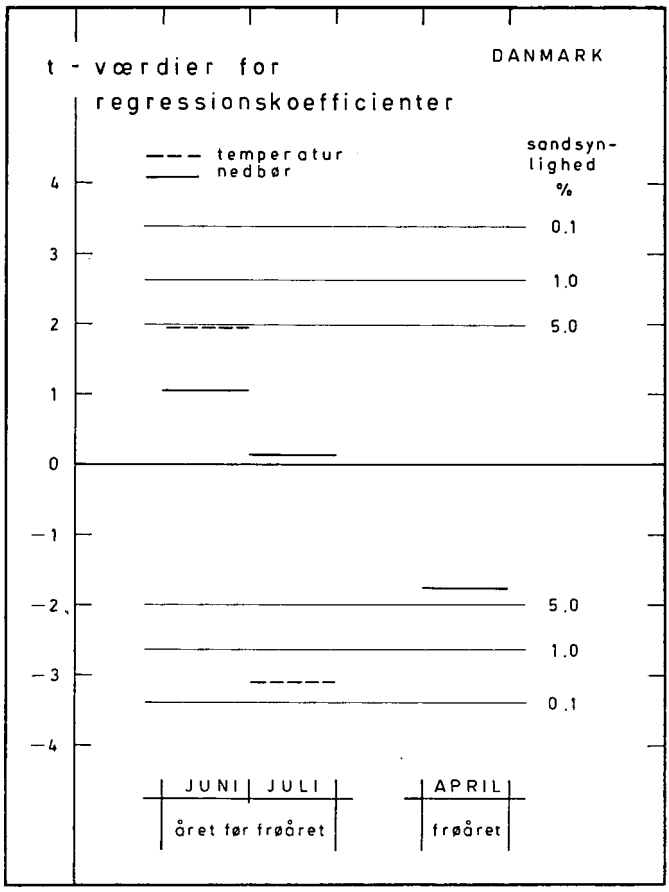
På dette materiale er foretaget en regressionsanalyse, hvori følgende variable indgår.

y = frøsætningsklassen i år n (afhængig variabel) (*class of crop in year n (dependent variable)*)
x1 = frøsætningsklassen i år (n—1)
x2 = temperatur (°C) i juni år (n—1)
x3 = log(nedbør, mm) „ „ „ „ (nedbør = *precipitation*)
x4 = temperatur (°C) „ juli „ „
x5 = log(nedbør, mm) „ „ „ „
x6 = log(nedbør, mm) „ april i år n

Modellen er valgt i analogi med den af *Holmsgaard og Olsen* (1960) anvendte i analysen af bøgens frøsætning.

Den beregnede indflydelse fandtes signifikant på 0.1 % niveauet med den multiple korrelationskoefficient R = 0.52. De uafhængige variables betydning er for klimafaktorernes vedkommende illustreret på figur 1 med regressionskoefficienternes t-værdier. Med t-værdien vurderes sandsynligheden for, at andet end tilfældigheder er årsag til en funden indflydelse. For foregående års frøsætning, som ikke er medtaget på figuren, fandtes negativ indflydelse signifikant på 5 % niveauet. Vurderingen af resultatet kompliceres noget af, at de uafhængige variable er indbyrdes korrelerede.

Bortset fra den negative indflydelse af foregående års frøsætning og en tendens til positiv temperaturindflydelse i juni, ligeledes året før, var det vanskeligt at tillægge de enkelte variable meningsfyldt betydning. Den signifikante negative indflydelse af julitemperaturen fandtes i direkte modstrid med f. eks. *Tirén*'s (1935) resultater. Det er nærliggende at tildele materialets ovenfor omtalte usikre karakter en væsentlig del af ansvaret for det begrænsede udbytte af analysen.



Figur 1. Frøsætning i relation til klima. Dansk materiale, ialt 104 år. — Med den beregnede t-værdi testes regressionskoefficienten. Dersom frøsætningen er uafhængig af en klimafaktor, er sandsynligheden for, at den pågældende regressionskoefficients t-værdi (numerisk) er så stor, at den falder udenfor en af de indtegnede grænser mindre end den sandsynlighed, der er anført ved grænsen. Grænserne svarer til 97 frihedsgrader. For indflydelse af foregående års frøsætning fandtes værdien t = —2.27, som er signifikant på 5 % niveauet.

Fig. 1. Seed production in relation to climate. Danish material, covering a total of 104 years. — By the computed t-value the regression coefficient is tested. If the seed production is independent of a climatic factor, the probability of the t-value (numerical) of the relevant regression coefficient being so high that it falls beyond one of the limits sketched in is less than the probability indicated at this limit. The limits correspond to 97 degrees of freedom. For the influence of the previous year's seed production the value was found to be t = —2.27, which is significant at the 5 % level.

B. *Tysk materiale.*

I tillid til at et mere systematisk tilvejebragt materiale ville frembyde bedre muligheder, iværksattes analyser af dele af et ældre tysk materiale, indsamlet af den preussiske statsforstforvaltning i årene 1873 til 1893. Mate-

rialet består af indberetninger fra de enkelte „Reviere" om frøproduktionens størrelse, karakteriseret som „god", „middel", „ringe" eller „ingen". Det indsamlede materiale er publiceret år for år (*Eberts*, 1875, *Bernhardt*, 1875, 1876, 1878, 1879, *Weise*, 1879, 1880, 1881, 1882, 1883, *Hellwig*, 1884, *Alten*, 1885, 1886, *Schwappach*, 1887, 1888, 1889, 1890, 1891, 1892, 1893, 1894). En samlet bearbejdning er foretaget af *Schwappach* (1895). Den indeholder oversigter over frøproduktionens relative størrelse indenfor større landområder, og de anførte frøproduktionsdata er derfor uegnede til at sammenholde med klimadata. De årlige publikationer oplyser for de enkelte træarter antallet af „Reviere" i hvert „Regierungsbezirk" med henholdsvis god, middel, ringe og ingen frøsætning.

Af sådanne „Regierungsbezirke" er udvalgt fem, for hvilke der findes klimadata (*Anonym*, 1927) fra meteorologiske stationer, som antages at dække de pågældende områder rimelig godt. Det drejer sig om følgende:

Regierungsbezirk	meteorologisk station
Königsberg	Königsberg
Potsdam	Berlin
Breslau	Breslau
Münster-Minden	Gütersloh
Wiesbaden	Frankfurt a. M.

For hvert af disse områder er beregnet regressionsanalyser for frøsætningens afhængighed af klimaet året forud.

Som udtryk for frøsætningens størrelse i et område (Regierungsbezirk) er anvendt samme vejede procentangivelse, som blev benyttet af *Weise* (1880) og *Schwappach* (1895): For hvert „Revier" (Oberförsterei) sættes — for given træart og år — god frøsætning = 100, middel = 50, ringe = 25 og ingen = 0. Idet a, b, c og d betegner antal Reviere i området med henholdsvis god, middel, ringe og ingen frøsætning, tilstræbes med værdien af

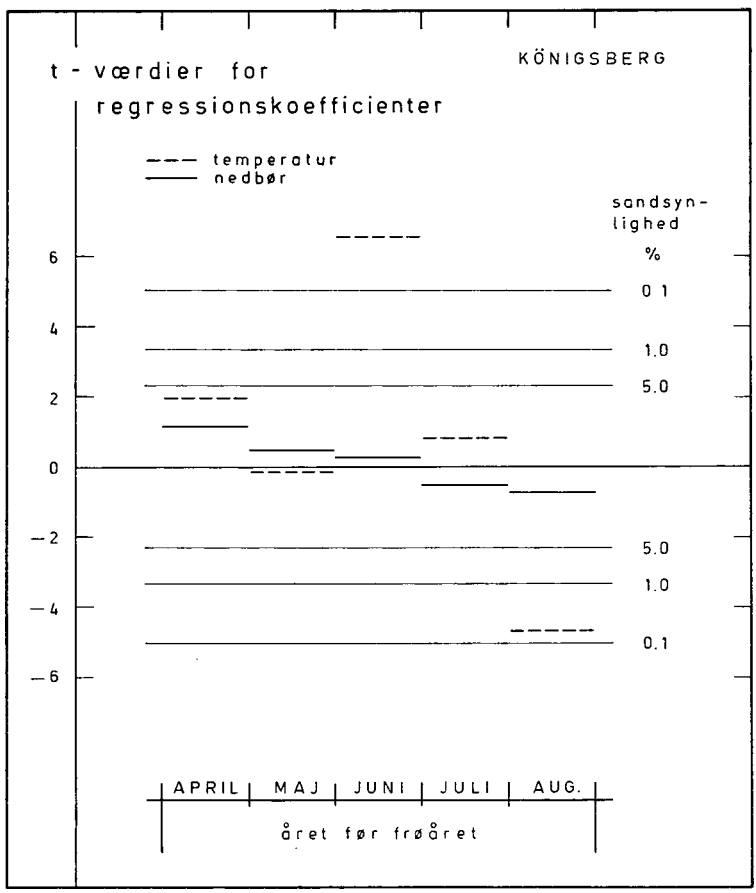
$$\frac{a \times 100 + b \times 50 + c \times 25 + d \times 0}{a + b + c + d}$$

et udtryk for årets frøsætning i området i procent af fuld frøsætning for den pågældende træart.

I regressionsanalysen for hvert af de 5 ovenfor anførte områder indgår i den n'te observation frøsætningsprocenten for år n som afhængig variabel, mens den tilsvarende værdi for år n—1 indgår som uafhængig variabel tilligemed områdets månedsmiddeltemperatur og månedsnedbør (den sidste logaritmisk) for månederne april, maj, juni, juli og august i år n—1.

Königsbergområdet, som fra starten måtte tiltrække sig størst interesse på grund af den ringe afstand fra Danmark, viste sig at være det eneste af

de fem områder, for hvilket en sammenhæng kunne påvises. Sammenhængen fandtes her signifikant på 1 % niveauet med den multiple korrelationskoefficient R = 0.95. Resultatet er for klimafaktorernes vedkommende anskueliggjort på figur 2 med de beregnede regressionskoefficienters t-værdier. Der fandtes kun svagt negativ, men ikke signifikant indflydelse af foregående års frøsætning. Som for det danske materiale kompliceres vurderingen af indbyrdes korrelation mellem de uafhængige variable.



Figur 2. Frøsætning i relation til klima. Tysk materiale, ialt 20 år. — Med den beregnede t-værdi testes regressionskoefficienternes betydning jfr. teksten til figur 1. De indtegnede grænser svarer til 8 frihedsgrader. Der er ikke fundet signifikant indflydelse af foregående års frøsætning, men tendensen er negativ som i det danske materiale.

Fig. 2. Seed production in relation to climate. German material, covering a total of 20 years. — By the computed t-value the significance of the regression coefficient is tested, cp. the text of Fig. 1. The indicated limits correspond to 8 degrees of freedom. No significant influence has been found of the previous year's seed production, but the tendency is negative as in the Danish material.

Udslaget for junitemperaturen er i overensstemmelse med det danske materiale (smlg. figur 1) og synes at afspejle den kendte virkning af høj sommertemperatur. Negativ temperaturindflydelse i august, som den signifikante t-værdi tyder på, synes derimod ikke i overensstemmelse med noget tidligere registreret. Sammenholdt med den negative t-værdi for julitemperatur i det danske materiale (figur 1) kunne den tyde på, at en vedvarende høj sommertemperatur er ugunstig for blomstringsinduktion (eller blomsteranlæggets udvikling) hos rødgran.

For nedbørens vedkommende er der i Königsbergmaterialet tale om en ikke signifikant svag tendens til positiv virkning op til juli og derefter en negativ indflydelse. Også her kan der spores en lighed med det danske materiale (smlg. figur 1).

Bortset fra at bekræfte hinanden med hensyn til temperaturindflydelse i juni har de to regressionsanalyser ikke i sig selv bidraget væsentligt til afklaring af klimaindflydelsen på rødgranens blomstringsinitiering. Det beskedne udbytte kan måske skyldes, at metoden ikke er særlig velegnet til belysning af forholdene omkring rødgranblomstringen, fordi initiering af blomsterknopper muligvis (jfr. *Tirén,* 1935) kan foregå indenfor en kort periode — og måske på varierende tidspunkter i løbet af sommeren, afhængigt af det enkelte års klimaudvikling. I så fald kunne et større udbytte tænkes opnået med en fremgangsmåde i lighed med den af *Eriksson, Lindgren och Werner* (1975) anvendte, hvor klimaanalysen gælder formodede initieringsperioder, som forud er søgt lokaliseret i relation til tidspunktet for overskridelsen af en given temperaturtærskel.

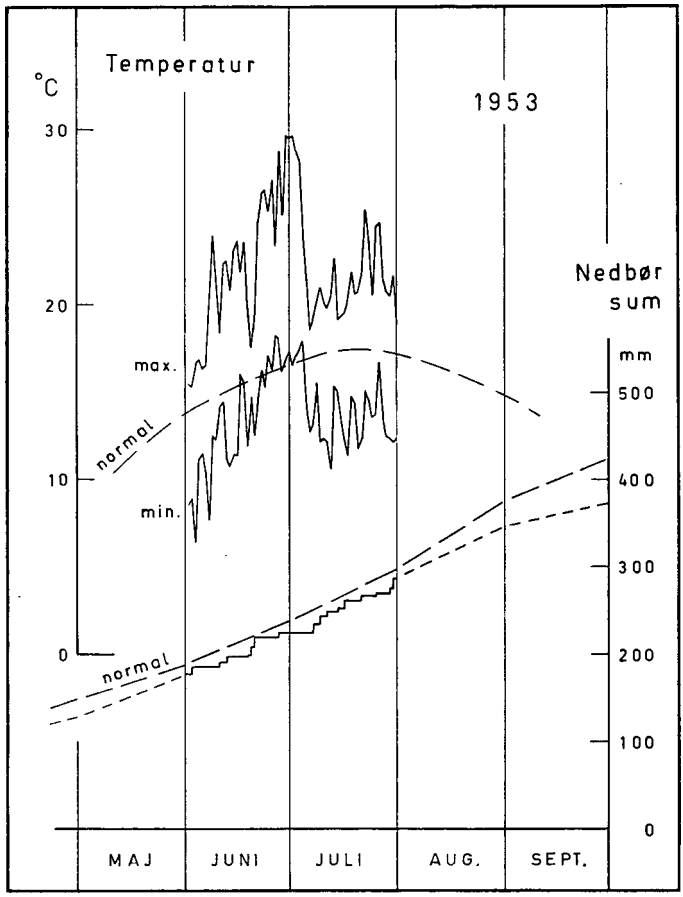
C. *Det store frøår 1954.*

En yderligere informationsmulighed består i at underkaste klimaforholdene forud for år, som er sikkert kendt som meget store frøår, en nærmere undersøgelse.

Af sådanne store frøår må 1954 anses for det værdifuldeste, fordi frøsætningen havde et så usædvanligt omfang, at man må antage, at de klimatiske forhold på initieringstidspunktet i sommeren 1953 har været noget nær optimale for blomstringsinduktion hos rødgran.

Klimaforholdene i sommeren 1953 er illustreret på figur 3, som viser maksimums- og minimumstemperaturer, målt ved Landbohøjskolen i København samt løbende nedbørssum for kalenderåret for samme station. Endvidere er til sammenligning indtegnet normaltemperaturen ved Landbohøjskolen for perioden 1901—1940 (udjævnet) (*Meteorologisk Institut,* upubl.) og gennemsnitlige nedbørssummer (i kalenderåret) for perioden 1886—1925 ligeledes for Landbohøjskolen (*Danmarks Klima,* 1933).

Man bemærker på figur 3, at de meget høje temperaturer kun strækker



Figur 3. Temperaturforløb og nedbørssummer (Landbohøjskolen, København) i 1953. Det følgende år blev et meget stort frøår. Indtegnede normaltemperaturer er døgngennemsnit 1901—1940. Normalnedbørssummer er gennemsnit 1886—1925.
Fig. 3. Temperature sequence and precipitation sums (Landbohøjskolen, Copenhagen) in 1953. The following year was a great seed year. The indicated normal temperatures are 24-hour means for 1901—40. The normal precipitation sums are means for 1886—1925.

sig over *ca. 14 dage fra omkring 20. juni til omkring 5. juli.* Efter dette tidspunkt er temperaturen normal for årstiden.

Man bemærker endvidere, at den varmeste periode har haft *maksimumstemperaturer nær 30 °C og minimumstemperaturer nær 20 °C.*

Endelig fremgår det af figur 3, at *nedbørssummen i løbet af juni og juli har været meget nær det normale.*

4. DRIVHUSFORSØG

A. *1970—71 forsøget.*

På baggrund af det foran anførte etableredes i sommeren 1970 et blomstringsforsøg med rødgranpodninger. Formålet hermed var at søge at belyse behandlingstidspunktets og vandforsyningens indflydelse på anlæg af hunblomster.

a. *Materialet.*

Forsøget blev gennemført med planter af rødgranklon V. 1175/65 (podning), som blev optaget og pottet i 5-liter plasticpotter i Arboretets planteskole i Hørsholm i august 1969. Planterne stod udendørs på Arboretet til den 4. maj 1970, da de kørtes til Forsøgsvæsenets planteskole i Springforbi. Her blev spandene anbragt udendørs på den fremtidige overvintringsplads, halvt nedgravet i sand. Planterne tilførtes straks efter NPK-gødning (Nitrophoska) i mængder svarende til ca. 1200 kg/ha og der tilstræbtes optimal vandforsyning og de bedst mulige (ensartede) betingelser for samtlige planter indtil forsøgets start.

Forsøget omfattede behandlinger med henholdsvis rigelig og sparsom vanding i drivhus ved høje temperaturer dag og nat. Drivhuset, hvori disse behandlinger foregik, er et koldhus, som til formålet var forsynet med elradiatorer, styret af en fælles termostat. Drivhuset holdtes i forsøgsperioden hvidtet med skyggemiddel, og ekstremt høje dagtemperaturer blev desuden imødegået ved udluftning, som blev reguleret manuelt. Det lykkedes dog ikke altid at styre temperaturen helt tilfredsstillende. Temperaturudsvingene blev gennemgående noget større end tilsigtet.

b. *Forsøgsplan og behandlinger.*

Da det ansås for fastslået, at varme i den påvirkelige periode er en betingelse for initiering af blomsterknopper, foregik alle behandlinger i drivhuset ved tilstræbt 30 °C om dagen og 20 °C om natten. Temperaturvalget er i første række baseret på figur 3.

Tre behandlingskombinationer blev gentaget på forskellige tidspunkter, nemlig 1) Rigelig vanding i 2 uger, 2) Sparsom vanding i 2 uger og 3) Sparsom vanding i 1 uge. Behandlingsperioderne fremgår af tabel 1.

Hver behandlingskombination omfattede 4 planter. Der indgik således kun 48 planter i forsøget. Planterne forblev udendørs på overvintringspladsen med optimal vanding indtil de respektive tidspunkter for påbegyndelsen af behandlingen i drivhuset jfr. tabel 1.

Alle planter, i drivhus såvel som udendørs, blev hver morgen vandet individuelt på grundlag af en subjektiv bedømmelse af den enkelte plantes behov under hensyn til de respektive behandlingskriterier:

Tabel 1. Oversigt over behandlinger og behandlingstidspunkter i drivhus ved tilstræbt 30°C/20°C dag/nat i 1970.

Table 1. Periods of treatment in greenhouse at attempted 30°C/20°C day/night in 1970.

dato: *date:*	10/6	17/6	24/6	1/7	8/7	15/7
rigelig vanding *abundant watering*	———	———	———	———	———	———
sparsom vanding *scanty watering*	———	———	———	———	———	———
sparsom vanding *scanty watering*	———	———	———	———		

1) *Rigelig vanding:* Udnyttelse af den fulde vandkapacitet, d.v.s. tilførsel af så meget vand, at indholdet reguleres ved afdrypning. Det er naturligvis vigtigt, at uhindret afdrypning er mulig, så rødderne ikke drukner. Jordoverfladen var normalt fugtig ved næste vanding efter et døgn.

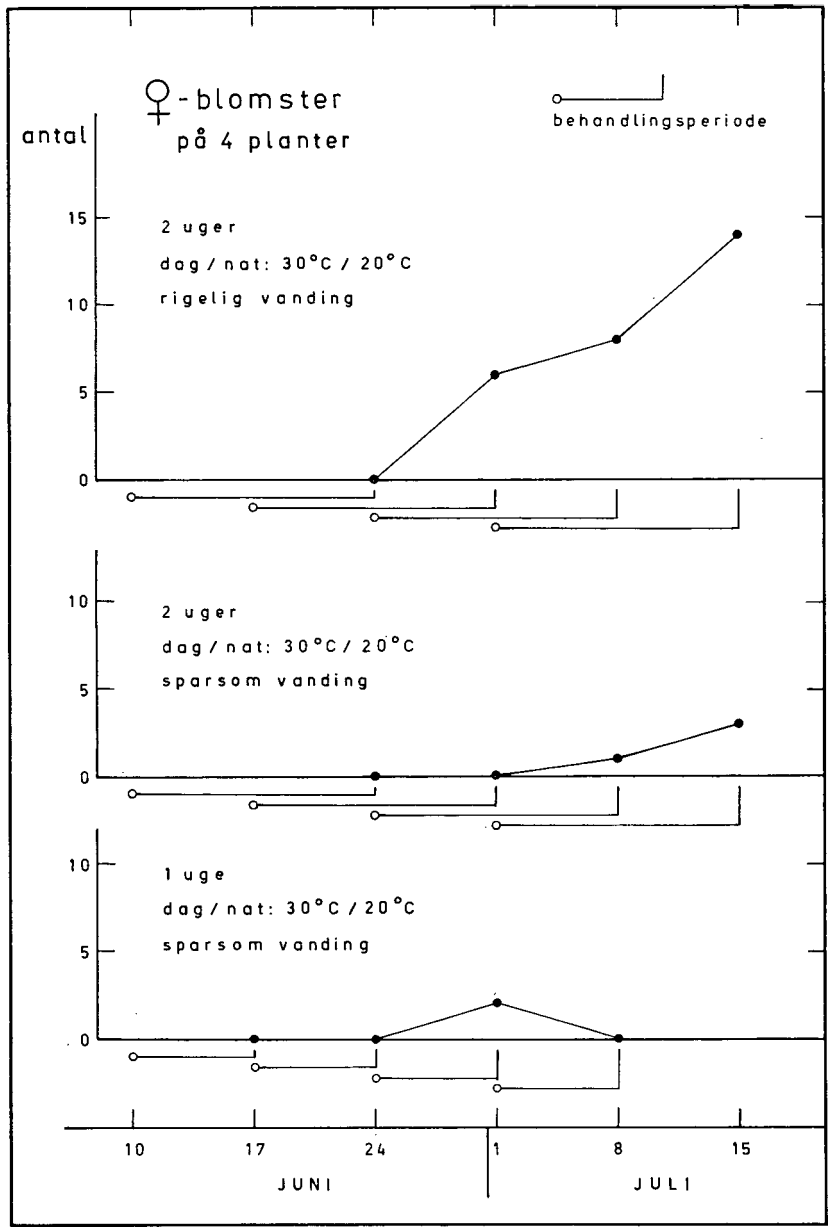
2) *Sparsom vanding:* Tilførsel af så lidt vand som skønnes netop tilstrækkeligt til, at planten kan klare sig til næste vanding efter et døgn uden i det lange løb at lide (synlig) udtørringsskade. De øjeblikkelige vejrforhold og den forventede udvikling i løbet af dagen spiller en rolle ved bedømmelsen af behovet. Som praktisk indikator for vandindholdet i jorden anvendtes i forsøgene ukrudtsfloraens og jordoverfladens udseende i spandene: Der tilstræbtes en vanding så sparsom, at ukrudtsfloraen i spanden i det lange løb kun netop kunne holdes i live. Jordoverfladen var tør ved næste vanding efter et døgn.

Efter afsluttet behandling i drivhuset blev de fire planter i hver behandlingskombination fordelt tilfældigt til fire forskellige *efterbehandlinger:* 1) på overvintringspladsen med rigelig vanding, 2) udendørs under plasttag med rigelig vanding, 3) sammesteds med sparsom vanding og 4) i nordvendt køligt rum i muret hus og med sparsom vanding.

Den 27/7 blev alle planter overført til overvintringspladsen (udendørs), hvor de blev passet med fornøden vanding.

c. *Resultater.*

Optælling af hun- og hanblomster blev foretaget den 11/5 1971. For *hunblomsternes* vedkommende er resultatet illustreret på figur 4, idet en



Figur 4. 1970—71 forsøget. Antal hunblomster (afsat ved behandlingsperiodens slutning) i relation til behandlinger og behandlingstidspunkter.

Fig. 4. The 1970—71 experiment. Number of female flowers (plotted at the last day of the period of treatment) in relation to treatments and times of treatment.

antal = *number*, behandlingsperiode = *treatment period*, uger = *weeks*, dag/nat = *day/night*, vanding = *watering*, rigelig = *abundant*, sparsom = *scanty*.

variansanalyse (tabel 2) har godtgjort, at efterbehandlingerne ikke har haft påviselig indflydelse på hunblomstringen. (Variansanalysen er foretaget på transformerede data for at opnå ensartet varians). Af tabel 2 fremgår yderligere, at der er stærkt signifikant forskel mellem behandlingerne og signifikant forskel mellem behandlingsperioderne, medens der ikke er påvist betydende samspil mellem behandling og tidspunktet for denne.

Tabel 2. Antal ♀-blomster i 1971. Alle forsøgsled.
Variansanalyse af $\sqrt{\text{antal ♀-blomster} + 1/2}$
Table 2. Number of ♀ flowers 1971. All treatments.
Analysis of variance of $\sqrt{(\text{number of ♀ flowers}) + 1/2}$

variationsårsag *Source of variation*	kvadratsum *sum of squares*	frihedsgrader *degrees of freedom*	varians *mean square*	varianskvotient *F*
behandlinger *treatments*	3.37967	2	1.6898	10.92***
perioder *periods*	1.68097	3	0.5603	3.62*
efterbehandlinger *after-treatments*	0.49252	3	0.1642	1.06
behndl. × periode *treatment × period*	1.80473	6	0.3008	1.94
behndl. × efterbehndl. *treatment × after-treatment*	1.07296	6	0.1788	1.16
periode × efterbehndl. *period × after-treatment*	1.24886	9	0.1388	<1
rest *error*	2.78490	18	0.1547	—
total *total*	12.46461	47		

1, 2 og 3 stjerner angiver signifikans på henholdsvis 5 %, 1 % og 0.1 % niveauet.
1, 2 and 3 asterisks indicate significance at 5, 1 and 0.1 per cent levels, respectively.

Behandlingerne i drivhus 1 uge er imidlertid ikke helt sammenlignelige med behandlingerne i 2 uger på grund af de ukontrollerede betingelser, 1-uges grupperne var udsat for udendørs, medens de grupper, de sammenlignes med, var i drivhus. De to grupper, der var 2 uger i drivhus, adskiller sig derimod i alle led kun ved forskellig vandforsyning under det 14 dage lange ophold i drivhuset ved høj temperatur. En variansanalyse (tabel 3), som kun omfatter disse to behandlinger, viser stadig signifikant forskel mellem behandlingerne (rigelig vanding/sparsom vanding), mindre signifikant forskel mellem behandlingstidspunkterne, og heller ikke i denne analyse er samspillet mellem behandling og tidspunktet for denne signifikant.

Tabel 3. Antal ♀-blomster i 1971 efter 2 uger i drivhus.
Variansanalyse af $\sqrt{\text{antal ♀-blomster} + 1/2}$
Table 3. Number of ♀ flowers 1971 after 2 weeks' treatment in greenhouse.
Analysis of variance of $\sqrt{(\text{number of ♀ flowers}) + 1/2}$

variationsårsag *Source of variation*	kvadratsum *sum of squares*	frihedsgrader *degrees of freedom*	varians *mean square*	varianskvotient *F*
behandlinger *treatments*	2.2978	1	2.2978	10.97**
perioder *periods*	2.3952	3	0.7984	3.81*
behandling × periode *treatment × period*	0.9473	3	0.3158	1.51
rest *error*	5.0263	24	0.2094	—
total *total*	10.6666	31		

Sparsom vandforsyning i behandlingsperioden har altså ikke ført til blomstring hos rødgran. Det er tværtimod grupper, der har fået rigeligt vand i forbindelse med den høje temperatur i drivhuset, der i dette forsøg har haft den bedste blomstring.

Blandt de rigeligt vandede er det igen de senest behandlede, der har blomstret bedst. Der er blandt rigeligt vandede grupper signifikant positiv korrelation mellem behandlingstidspunkt og antallet af hunblomster på 5 % niveauet ($r = 0.98$, $f = 2$).

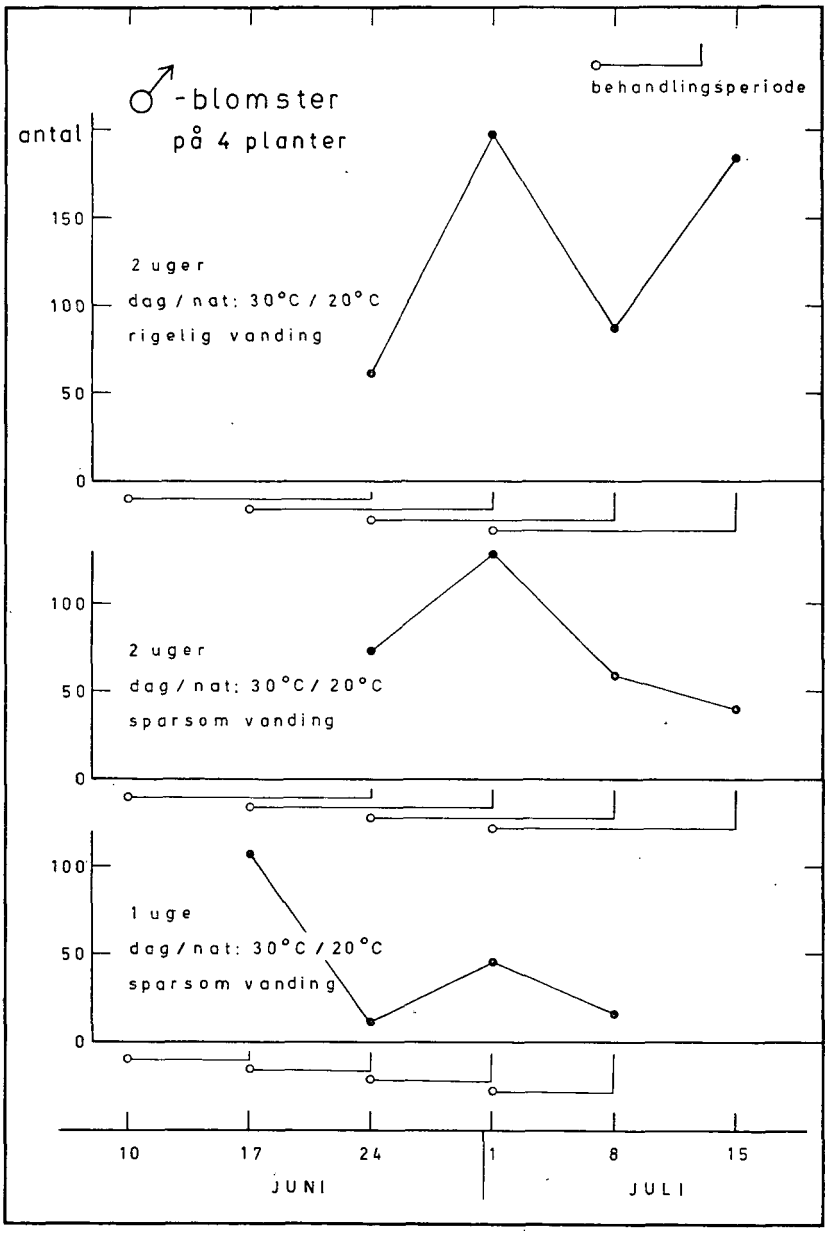
Sammenfattende kan siges, at dette forsøg tyder på, at høj temperatur og rigelig vandforsyning i en 14 dages periode omkring 1. juli kan inducere hunblomstring hos rødgran.

For *hanblomstringens* vedkommende tegner der sig ikke noget klart billede. Resultatet er illustreret på figur 5. Der er ingen påviselige udslag, højest en tendens til rigeligere blomstring ved rigelig vanding. Det manglende udslag i hanblomstring kunne tyde på, at vandforsyningen er uden væsentlig indflydelse på hanblomstinitieringen eller, at initieringen måske har fundet sted allerede før behandlingerne i drivhuset påbegyndtes.

B. *1971—72 forsøget.*

Til trods for at dette forsøg mislykkedes, kan det måske bidrage til det samlede billede af betingelserne for blomstringsinduktion hos rødgran. Det skal derfor omtales kort.

Materialet blev som det foregående stillet til rådighed af Arboretet i Hørsholm, hvor planterne var omplantet fra friland til 15-liter plasticspande i 1970. Det disponible klonmateriale (podninger) omfattede:



Figur 5. 1970—71 forsøget. Antal hanblomster (afsat ved behandlingsperiodens slutning) i relation til behandlinger og behandlingstidspunkter.

Fig. 5. The 1970—71 experiment. Number of male flowers (plotted at the last day of the period of treatment) in relation to treatments and times of treatment. For translations see the text to Fig. 4.

klon	V. 1369/63	23 planter
„	V. 48/63	25 „
„	V. 845/63	10 „
„	V. 49/63	12 „
„	V. 1367/63	12 „
„	V. 1175/63	6 „
„	V. anonym/63	16 „

Disse planter blev overført til forsøgsvæsenets planteskole i Springforbi den 30/4 1971, hvor de blev anbragt udendørs på den senere overvintringsplads. Den 15/5 tilførtes samtlige spande NPK-gødning (Nitrophoska) i mængder svarende til ca. 1200 kg/ha, og den 30/6 tilførtes lignende mængder kalksalpeter opløst i vand. Med undtagelse af 8 planter af forskellige kloner indgik hele materialet i forsøget.

Hensigten med forsøget var at belyse eventuel indflydelse på hunblomstinduktionen af reducerede lys- og temperaturforhold umiddelbart efter behandlingen i drivhus med høj temperatur og rigelig vanding (som havde vist sig effektiv i 1970—71 forsøget).

Forsøget omfattede derfor for ca. ⅔ af det anvendte materiales vedkommende en sådan drivhusbehandling, som blev lagt fra 29/6 til 13/7. På sidstnævnte dato fordeltes samtlige planter inclusive den udendørs rigeligt vandede trediedel (kontrolgruppe) til efterbehandlinger, som foruden en udendørsgruppe på overvintringspladsen omfattede tre grupper, som blev holdt ved nogenlunde konstante temperaturer indendørs (tilstræbt henholdsvis 10, 15 og 20 °C) samt en enkelt gruppe, som blev anbragt udendørs, hvor planterne straks efter blev sprøjtet med et til formålet fremstillet inaktivt skyggemiddel (et forsøg på at opnå en reduktion af både lys og temperatur med en udendørs anvendelig metode). Efterbehandlingerne blev afsluttet den 27/7 og samtlige planter blev flyttet til overvintringspladsen, hvor de blev passet med vanding resten af vækstsæsonen. Den 29/7 tilførtes NPK-gødning svarende til 1200 kg/ha til alle planter.

Kun 3 af de ialt 50 drivhusbehandlede planter fik blomster:

1	af	klon	V. 1175/63	havde	37	hun-	og	13	hanblomster,	
1	„	„	„	„	21	„	„	11	„	og
1	„	„	V. anonym/63	„	5	„	„	3	„	.

Ingen af hunblomsterne udvikledes. Alle visnede omkring det tidspunkt, da kogleskællene var ved at lukke sig til. Det lykkedes ikke at fastslå årsagen hertil. De tre blomstrende planter hørte alle til den gruppe, der efter behandling i drivhus blev flyttet ud og hvidtet med skyggemiddel. Det samme gjorde imidlertid også 11 andre planter, som ikke blomstrede.

Det synes oplagt, at det var den tilsigtede virkning af behandlingen i

drivhuset (som iøvrigt forløb forskriftsmæssigt), der stort set udeblev. Antagelig hænger dette sammen med, at perioden umiddelbart før drivhusbehandlingens begyndelse (29/6) var kølig. I forbindelse med 1970—71 forsøget var perioden forud for de effektive behandlinger varm og kan have virket som en tidligere indledning af varmebehandlingen. *Drivhusbehandlingen burde formentlig have været iværksat tidligere i 1971.* (I det efterfølgende 1972—73 forsøg var en tidligere indledt drivhusbehandling effektiv).

C. *1972—73 forsøget.*

Forsøget i 1970—71 og de forudgående undersøgelser viste, at optimale vækstbetingelser — varme og rigelig vandforsyning — i en periode i slutningen af juni og begyndelsen af juli kan inducere hunblomster hos rødgran. Heri afviger denne fra bøg, som (jfr. *Holmsgaard og Olsen,* 1966) kræver sparsom vandforsyning i en periode i løbet af sommeren med høj temperatur. Perioden med høj temperatur er for begge træarter en forudsætning for initiering af hunblomster.

Formålet med 1972—73 forsøget var i første række at søge rødgranens krav om rigelig vandforsyning som forudsætning for initiering af hunblomster yderligere bekræftet og belyst. Samtidig ønskedes belyst indflydelsen af nogle vækstbetingelser, som må antages at opstå i naturen, når tørke eller regn afbryder en periode med klimaforhold, som iøvrigt skulle kunne inducere blomstring hos rødgran.

a. *Materialet.*

Til forsøget anvendtes planter af samme materiale, som var til disposition for 1971—72 forsøget (se side 246), for størstedelens vedkommende også de samme planter. Dog blev de tre, som havde blomster i 1972 (jfr. side 246), på forhånd udelukket sammen med de resterende planter af klon V. 1175/63.

b. *Forsøgsplan og behandlinger.*

Forsøget omfattede ialt 10 behandlingskombinationer, som hver blev anvendt på en gruppe planter, bestående af

2	planter	af	klon	V. 48/63
1	„	„	„	V. 49/63
1	„	„	„	V. 845/63
1	„	„	„	V. 1367/63
2	„	„	„	V. 1369/63
1	„	„	„	V. anonym/63

På grund af ønsket om at udnytte mest muligt af det forhåndenværende materiale indgik klonerne V. 48/63 og V. 1369/63 dobbelt, idet planterne fra disse kloner blev tilfældigt fordelt på hver to grupper (i det følgende kendetegnet ved tilføjelserne I og II til klonens nummer).

Behandlingskombinationerne for de enkelte grupper, betegnet med store bogstaver, fremgår af tabel 4.

I 1972 blev alle planter indtil den 15/6 behandlet ens med tilstræbt optimal vanding på overvintringspladsen.

Den 15/6 blev alle grupper med undtagelse af en enkelt kontrolgruppe (K) indflyttet i drivhus, hvor der tilstræbtes en temperatur på 30 °C om dagen og 20 °C om natten.

Drivhuset var i behandlingsperioden hvidtet med skyggemiddel. Temperaturreguleringen foregik som tidligere ved hjælp af el-radiatorer. Derimod blev for høje temperaturer nu imødegået ved udsugning med en termostatstyret ventilator. De tilstræbte temperaturer blev derved overholdt bedre end ved manuel udluftning.

I drivhuset var planterne fra de repræsenterede grupper tilfældigt fordelt mellem hinanden.

Hver plante inde og ude blev vandet rigeligt hver morgen. Den 19/6 tilførtes samtlige planter kalksalpeter opløst i vand, svarende til 800 kg/ha, og den 23/6 tilførtes NPK-gødning på jordoverfladen, ligeledes svarende til 800 kg/ha.

Den *28/6 blev vandingen afbrudt for 2 af grupperne i drivhuset* (A og E), som derefter overgik til sparsom vanding. D.v.s. at der ikke blev vandet før jordoverfladen var tør, og derefter blev der hver morgen kun tilført netop så meget vand, at jordoverfladen igen var tør den følgende morgen.

Den *30/6 overgik endnu 2 grupper (B og F) til sparsom vanding* og den *3/7 endnu 2 (C og G)*. For de resterende 2+1 grupper (D og H samt I) i drivhuset og for kontrolgruppen udendørs (K) fortsattes den rigelige vanding til den 5/7, da varmebehandlingen i drivhuset afsluttedes.

Den 5/7 ophørte opvarmningen af drivhuset, og døre og vinduer blev derefter holdt åbne. Samtidig blev den ene af hver to ens behandlede grupper flyttet udenfor drivhuset, hvor ialt 4 grupper (E, F, G og H) det følgende døgn stod i „regn" fra en firkantvander.

Samtidig blev kontrolgruppen (K) flyttet ind i det fra nu af åbne uopvarmede drivhus.

Den følgende dag (6/7) blev også de fire grupper, som i det forløbne døgn havde stået i „regn", flyttet ind i drivhuset.

Alle planter i forsøget befandt sig herefter i det åbne, uopvarmede drivhus fra den 6/7 til den 21/9. Der tilstræbtes i denne periode en optimal vanding, karakteriseret ved at jordoverfladen kun netop måtte være tør ved næste vanding. Planternes vandforbrug var dog relativt lavt, ca. 150 ml pr. spand pr. døgn.

Tabel 4. 1972—73 forsøget.
Oversigt over planternes placeringer og behandlinger sommeren 1972.

Table 4. The 1972—73 experiment.
Treatments summer 1972.

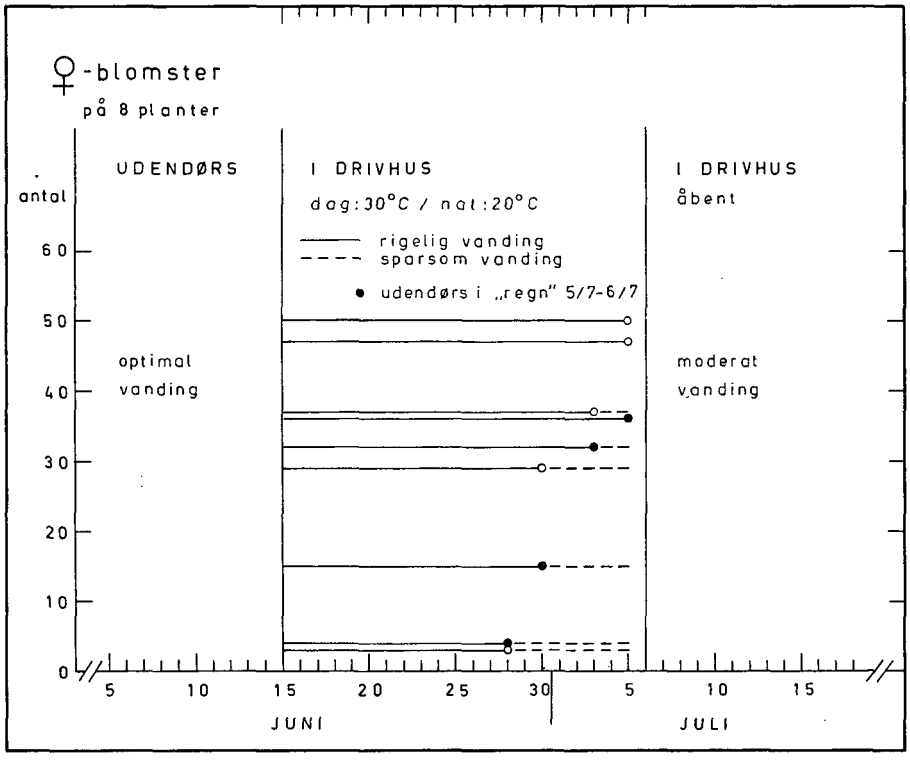
Gruppe *Group*	dato: *date:* 15/6		5/7		21/9
A	udendørs, rigelig vanding til 15/6 *outdoors, abundant watering until 15/6*	i drivhus, 30°C dag/ 20°C nat til 5/7 *in greenhouse, 30°C day/ 20°C night until 5/7*	rigelig vanding til *abundant watering until* 28/6	udendørs i „regn" 5/7—6/7 *outdoors in "rain" 5/7 to 6/7*	i åbent, uopvarmet drivhus med optimal vanding til 21/9 *in open, not heated greenhouse with optimum watering until 21/9*	udendørs, vanding efter behov *outdoors, watering as required*
B			„ „ „ 30/6			
C			„ „ „ 3/7			
D			„ „ „ 5/7			
E			„ „ „ 28/6			
F			„ „ „ 30/6			
G			„ „ „ 3/7			
H			„ „ „ 5/7			
I			„ „ „ 5/7			
K	udendørs, rigelig vanding til 5/7 *outdoors, abundant watering until 5/7*					

Den 21/9 blev samtlige planter fra drivhuset flyttet udendørs til overvintringspladsen, hvor spandene blev anbragt 1/3 nedgravet i sand. Placeringen var her igen tilfældig og uafhængig af placeringen i drivhuset.

c. *Resultater.*

Endelig optælling af hun- og hanblomster fandt sted den 16/5 1973. Resultatet er sammenfattet i tabellerne 5 og 6.

For *hunblomsternes* vedkommende viser variansanalysen i tabel 7, at vandforsyningen under varmebehandlingsperioden i drivhuset har haft signifikant indflydelse på initieringen af hunblomster. Der er derimod ikke med variansanalysen påvist indflydelse af 1 døgns „regn" umiddelbart efter behandlingsperioden i drivhuset.



Figur 6. 1972—73 forsøget. Antal hunblomster i relation til behandlinger. Alle grupper undtagen kontrolgruppen (udendørs til 5/7), som ikke fik hunblomster. *Fig. 6. The 1972—73 experiment. Number of female flowers in relation to treatments. All groups except the control group (outdoors till July 5), which had no female flowers. For further explanation see Table 4.* — antal = *number*, udendørs = *outdoors*, i drivhus = *in greenhouse*, vanding = *watering*, rigelig = *abundant*, sparsom = *scanty*.

Tabel 5. Oversigt over klonernes blomstring.
Omfatter alle grupper excl. kontrolgruppen K.
Table 5. Flowering of the clones in 1973.
Including all groups except the control group K.

Klon *Clone*	Antal planter (af ialt 9) med ♀-blomster ♂-blomster *Number of plants (out of 9) with ♀ flowers ♂ flowers*		Antal ialt ♀-blomster ♂-blomster *Total number of ♀ flowers ♂ flowers*	
V. 1369/63 I	5	6	30	341
V. 1369/63 II	6	7	27	333
V. 48/63 I	2	7	13	1095
V. 48/63 II	2	7	4	511
V. 49/63	4	7	11	138
V. 845/63	1	8	2	496
V. 1367/63	8	7	113	1608
V. anonym/63	8	9	53	3310

Tabel 6. Oversigt over blomstring 1973 i relation til behandlinger i 1972.
Antal blomster på 8 planter.
Table 6. Flowering 1973 in relation to treatments 1972.
Number of flowers on 8 plants.

Planternes placering og behandling *Treatments*			Antal dage med reduceret vandforsyning *Number of days with reduced water supply*				
			7 *7*	5 *5*	2 *2*	0 *0*	0 *0*
I drivhus fra 15/6 til 5/7 *In greenhouse 15/6 to 5/7*	ikke i „regn" 5/7 til 6/7*) *not in "rain" 5/7 to 6/7*	gruppe: *group:*	A	B	C	D	I
		♀-blomster: *♀ flowers:*	3	29	37	47	50
		♂-blomster: *♂ flowers:*	382	789	500	1332	1659
	i „regn" 5/7 til 6/7*) *in "rain" 5/7 to 6/7*	gruppe: *group:*	E	F	G	H	
		♀-blomster: *♀ flowers:*	4	15	32	36	
		♂-blomster: *♂ flowers:*	757	607	805	1001	
Udendørs til 5/7 *Outdoors until 5/7*		gruppe: *group:*					K
		♀-blomster: *♀ flowers:*					0
		♂-blomster: *♂ flowers:*					65

*) se teksten side 248.

Tabel 7. ♀-blomster 1973 i grupperne A, B, C, D og E, F, G, H. Variansanalyse af $\sqrt{\text{antal ♀-blomster} + 1/2}$

Table 7. ♀ flowers 1973 in Groups A, B, C,D and E, F, G, H. Analysis of variance of $\sqrt{(\text{number of ♀ flowers}) + 1/2}$

variationsårsag *Source of variation*	kvadratsum *sum of squares*	frihedsgrader *degrees of freedom*	varians *mean square*	varianskvotient *F*
vandforsyning *water supply*	10.6520	3	3.5507	4.37**
„regn"/ikke „regn" *"rain"/not "rain"*	0.5476	1	0.5476	<1
klonforskelle *clones*	30.2867	7	4.3267	5.32***
vandforsyning × „regn" *water supply × "rain"*	0.9921	3	0.3307	
vandforsyning × klon *water supply × clone*	17.1292	21	0.8157	
„regn" × klon *"rain" × clone*	3.1965	7	0.4566	
rest *error*	20.9682	21	0.9985	
samspil + rest *interaction + error*	42.2860	52	0.8132	—
total *total*	83.7723	63		

Kontrolgruppen, som var blevet vandet rigeligt udendørs, fik ingen hunblomster overhovedet.

Den højt signifikante forskel mellem kloner, som fremgår af tabel 7, er blot en bekræftelse af velkendte forskelle mellem kloners blomstringsvillighed.

Hunblomstinitieringens afhængighed af vandforsyningen under varmebehandlingen i drivhuset er yderligere belyst i figur 6, som viser en snæver sammenhæng mellem antallet af dage med reduceret vandforsyning og antallet af frembragte hunblomster: Jo tidligere vandingen har været reduceret des færre hunblomster. Sammenhængen bekræftes af en negativ rangkorrelation mellem antallet af dage med reduceret vanding og antallet af hunblomster for de 9 drivhusbehandlede grupper, som er illustreret på figur 6. Rangkorrelationen, udtrykt ved *Kendall*'s $\tau = -0.78$, er signifikant på 1 % niveauet.

Det fremgår således, at rigelig vandforsyning i forbindelse med varmebehandlingen har været nødvendig for initiering af hunblomster.

Endvidere forekommer det sandsynligt, at den egentlige initiering er foregået i ugen fra den 28/6 til den 5/7, da utilstrækkelig vandforsyning

Tabel 8. ♂-blomster 1973 i grupperne A, B, C, D og E, F, G, H.
Variansanalyse af $\sqrt{\text{antal ♂-blomster} + 1/2}$
Table 8. ♂ flowers 1973 in Groups A, B, C, D and E, F, G, H.
Analysis of variance of $\sqrt{\textit{(number of ♂ flowers)} + 1/2}$

variationsårsag *Source of variation*	kvadratsum *sum of squares*	frihedsgrader *degrees of freedom*	varians *mean square*	varianskvotient *F*
vandforsyning *water supply*	133.8930	3	44.6310	2.01
„regn"/ikke „regn" *"rain"/not "rain"*	0.1008	1	0.1008	
klonforskelle *clones*	1196.3267	7	170.9038	7.68***
vandforsyning × „regn" *water supply × "rain"*	81.9444	3	27.3148	
vandforsyning × klon *water supply × clones*	395.5321	21	18.8349	
„regn" × klon *"rain" × clones*	149.6181	7	21.3740	
rest *error*	530.3223	21	25.2534	
samspil + rest *interaction + error*	1157.4169	52	22.2580	—
total *total*	2487.7374	63		

Tabel 9. ♂-blomster 1973 i grupperne I og K.
Variansanalyse af $\sqrt{\text{antal ♂-blomster} + 1/2}$
Table 9. ♂ flowers 1973 in Groups I and K.
Analysis of variance of $\sqrt{\textit{(number of ♂ flowers)} + 1/2}$

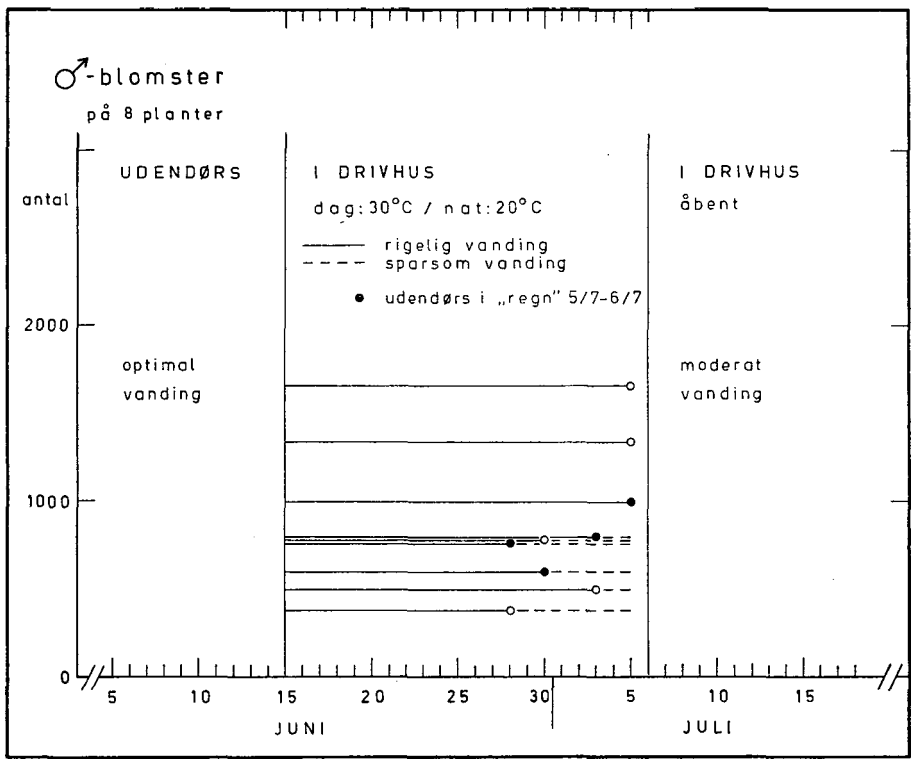
variationsårsag *Source of variation*	kvadratsum *sum of squares*	frihedsgrader *degrees of freedom*	varians *mean square*	varianskvotient *F*
klonforskelle *clones*	383.6425	7	54.8061	1.07
drivhus/udendørs *greenhouse/outdoors*	288.0658	1	288.0658	5.61*
rest *error*	359.4048	7	51.3435	—
total *total*	1031.1131	15		

i denne periode har forhindret hunblomstinitiering, medens afbrydelse af behandlingen (og „regn") efter den 5/7 tilsyneladende ikke har påvirket de initierede hunblomstanlæg.

Sammenfattende kan siges, at *forsøget viser, at høj temperatur og rigelig vandforsyning i sidste halvdel af juni og begyndelsen af juli fører til initiering af hunblomster hos rødgran.* — Dette er en bekræftelse af resultatet (side 244) af det tidligere omtalte forsøg i 1970—71.

For *hanblomsternes* vedkommende viser variansanalysen i tabel 8 en tilsvarende højt signifikant forskel mellem kloner som for hunblomsternes vedkommende. Af tabellen fremgår endvidere, at den tendens til indflydelse af reduceret vandforsyning i varmebehandlingsperioden, som spores i figur 7, ikke har vist sig signifikant. Heller ikke et døgns „regn" umiddelbart efter drivhusbehandlingen har haft påviselig indflydelse på antallet af hanblomster.

Det fremgår derimod af variansanalysen (tabel 9) af grupperne I og K, at der er signifikant forskel mellem antallet af hanblomster i den i drivhus rigeligt vandede og varmebehandlede gruppe I og den udendørs rigeligt van-



Figur 7. 1972—73 forsøget. Antal hanblomster i relation til behandlinger. Alle grupper undtagen kontrolgruppen (udendørs til 5/7), som havde ialt 65 hanblomster.

Fig. 7. The 1972—73 experiment. Number of male flowers in relation to treatments. All groups except the control group (outdoors till July 5), which had a total of 65 male flowers. For further explanation see Table 4 and the text to Fig. 6.

dede gruppe K (kontrolgruppen). Varmebehandlingen har altså fremmet hanblomstringen. Klonforskelle har ikke gjort sig gældende i denne analyse.

D. *Resultaternes anvendelighed.*

Ved anvendelse af behandlinger i drivhus som den, der har ført til rigeligst blomstring i 1972—73 forsøget, er det muligt at inducere blomstring på rødgranpodninger til forædlingsformål, således som det (jfr. *Wellendorf*, 1976) nu praktiseres ved Arboretet.

På tilsvarende måde vil det være muligt at fremstille kontrolleret plantemateriale f. eks. til sammenligning af biokemisk aktivitet i blomstringsdifferentierende og ikke differentierende rødgranplanter med henblik på udvikling af egnede metoder til kemisk blomstringsinduktion.

I forbindelse med frøplantager vil de fundne resultater vel ikke finde umiddelbar anvendelse. Men at hensynet til vandforsyningsforholdene på længere sigt kommer til at spille en rolle kan der næppe herske tvivl om.

5. EN IAGTTAGELSE AF TIDLIG BLOMSTRING

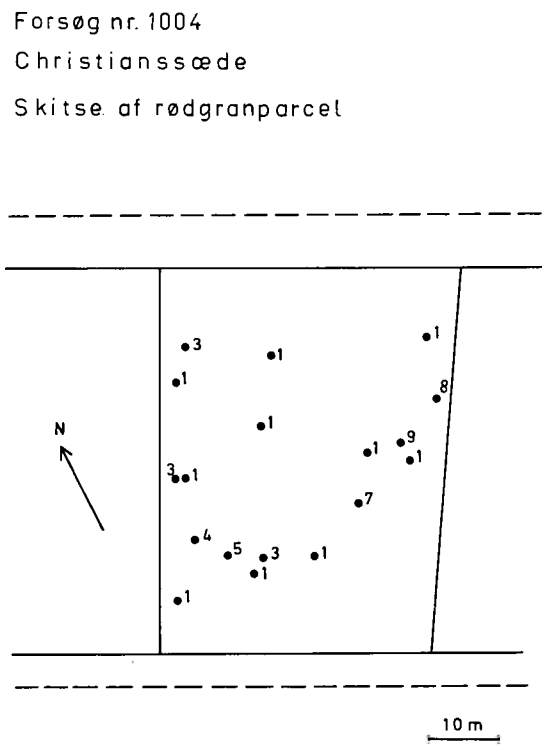
Til de anførte resultater af undersøgelser og forsøg skal føjes en kort omtale af en iagttagelse af blomstring i en rødgrankultur.

I efteråret 1971 henledte *C. Bang* min opmærksomhed på koglesætning i rødgranparcellen i træartsforsøget på Christianssæde skovdistrikt (*Holmsgaard og Bang*, 1977). Rødgranerne var på dette tidspunkt 9 år fra frø.

Resultatet af en undersøgelse på arealet i december 1971 fremgår af figur 8, hvor koglebærende træers placering og antallet af kogler er anført på en skitse over rødgranparcellen. Kogler forekom fortrinsvis på mindre træer (højde 100—120 cm) og her fortrinsvis på næstøverste grenkrans, d.v.s. øverste sideskud på initieringstidspunktet (smlg. figur 9). Enkelte fandtes på større træer, ca. 2 m høje, hvor de på de kraftigste sad på internodiale skud på 1969-internodiet. På et enkelt lidt svagere træ fandtes kogler på 3 grenkranse.

Det fremgår af figur 8, at de koglebærende træer ikke forekom tilfældigt over arealet. Der kan spores et mønster. Ved besigtigelsen var hovedindtrykket, at koglebæring fortrinsvis forekom i afgrænsede områder, som har været periodisk vandlidende. Jordbunden er stift ler.

Hensigten med at gengive denne iagttagelse er ikke at søge at forklare den tidlige blomstring (træerne var 8 år på initieringstidspunktet). Hensigten er blot at vise, at en passende kombination af jordbunds- og klimaforhold kan føre til tidlig blomstring på rødgran i naturen. Sådanne forhold kan også skabes kunstigt — og uden tvivl mere effektivt. Det må være muligt at bringe endnu yngre frøplanter til at blomstre. Den så ofte omtalte blomstringshindrende juvenilitet (smlg. *Bleymüller*, 1977) synes at være et i høj grad relativt begreb.



Figur 8. Skitse af rødgranparcellen i træartsforsøget på Christianssæde skovdistrikt. Koglebærende planter 1971 (9 år fra frø) er indtegnet og kogleantallet vedføjet.

Fig. 8. A sketch of the Norway spruce plot in the tree species experiment in the Christianssæde forest district. Cone-bearing plants 1971 (9 years from seed) have been plotted and the number of cones added.

6. DISKUSSION

Forsøgsresultaterne viser god overensstemmelse med de indledende undersøgelser af rødgranens frøsætning i relation til klimatiske forhold jfr. figurerne 1, 2 og 3. Men det fremgår også, at regressionsanalyser på basis af månedsklimadata giver et for groft billede af sammenhængen.

Forsøgene har vist, at varme og rigelig vandtilførsel i en periode fra midten af juni til ca. 1 uge ind i juli, efterfulgt af for årstiden normale klimaforhold, fører til rigelig hunblomstring på rødgran. Den gode overensstemmelse mellem forsøgsresultaterne og klimaforløbet i 1953 (figur 3) er blevet bekræftet af endnu et stort frøår i 1974. Den forudgående sommers temperaturforløb og nedbørssummer er illustreret på figur 10, som viser en forbløffende lighed med figur 3. Der er kun tale om en mindre forskydning, idet varmeperioden er faldet 4—5 dage tidligere i 1953. I 1973 var

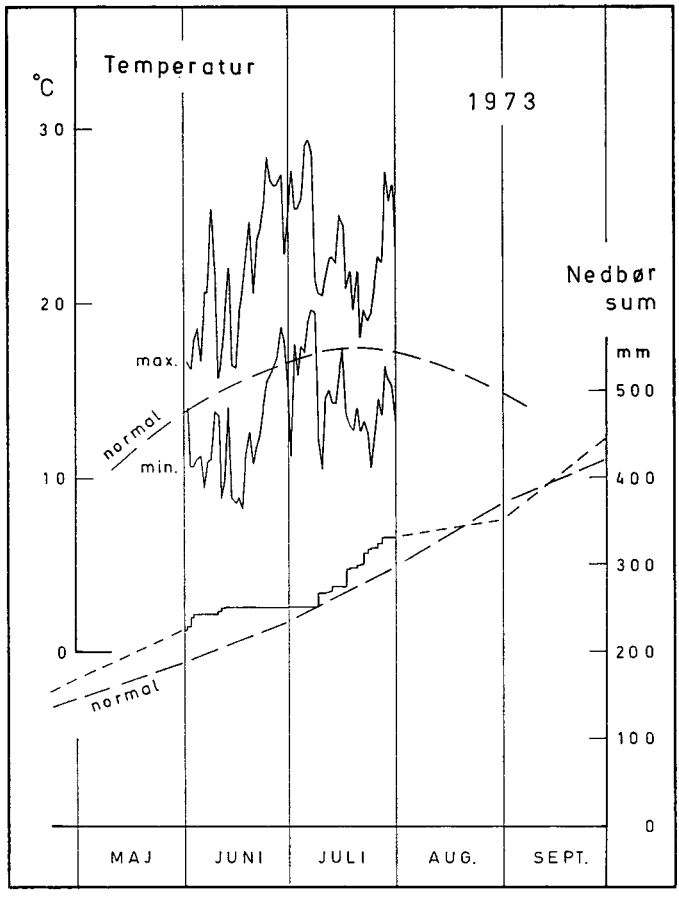
Figur 9. Koglebærende plante i træartsforsøget på Christianssæde skovdistrikt. Alderen er 9 år fra frø (C. Bang fot.).

Fig. 9. A cone-bearing plant in the tree species experiment in the Christianssæde forest district. The age is 9 years from seed. (Photograph by C. Bang).

vandforsyningen — målt med nedbørssummen for kalenderåret — rigeligere end i 1953. — Det mislykkede forsøg i 1971—72 er ikke i modstrid med det fundne, men synes tværtimod at bekræfte, at vækststimuleringen (varme og rigelig vandforsyning) i almindelighed må indledes allerede omkring midten af juni.

For hanblomstringens vedkommende kan det fastslås, at øget temperatur i sidste halvdel af juni og første uge af juli har fremmet initieringen af hanblomster, hvilket er overensstemmende med resultatet af *Brøndbo*'s (1969) forsøg med øgning af temperaturen omkring podninger ved hjælp af plastictelte. Selvom der måske kan være tale om en tendens (jfr. figur 5 og 7) til positiv virkning af rigelig vandforsyning på hanblomstinitieringen, så har en sådan indflydelse ikke kunnet påvises statistisk.

Undersøgelser udført af *Lindgren, Ekberg & Eriksson* (1977) tyder i



Figur 10. Temperaturforløb og nedbørssummer (Landbohøjskolen, København) i 1973. Det følgende år blev et stort rødgranfrøår. Indtegnede normaler som figur 3.

Fig. 10. Temperature sequence and precipitation sums (Landbohøjskolen, Copenhagen) in 1973. The following year was a great Norway spruce seed year. Indicated normal values as in Fig. 3.

overensstemmelse med det her fundne på, at temperaturens fremmende indflydelse på hunblomstinitieringen ophører omtrent med udgangen af første uge af juli. De pågældende forfattere fandt i samme undersøgelse, at nedbør i juni har negativ indflydelse på kogleproduktionen det følgende år. I en diskussion af resultater fra nærværende undersøgelse*) udtrykkes den opfattelse, at sparsom vandforsyning stimulerer blomstring i naturen, men har den modsatte virkning under kunstige forhold (drivhus). At negativ partiel korrelation i det svenske materiale mellem nedbør i vækstsæsonen og kogleproduktion det følgende år er tillagt så ubetinget betydning fore-

*) Meddelt af forf. i foredrag (upubl.) ved Scandinavian Seed Orchard Meeting in Denmark 8—9 September 1976 på Arboretet i Hørsholm.

kommer overraskende, idet de pågældende forfattere tidligere (l.c.) har fundet, at det på grund af indbyrdes sammenhæng mellem temperatur og nedbør i vækstperioden „.... is difficult to decide whether the temperature or the precipitation is the crucial factor." Det er nærliggende at antage, at nedbøren i juni kun har negativ virkning på hunblomstringen det følgende år i det omfang, den reducerer temperaturen (smlg. figurerne 1 og 2).

Når rigelig vandforsyning i nærværende undersøgelse er fundet så afgørende for initieringen af hunblomster, medens en signifikant positiv nedbørsindflydelse hidtil ikke har været påvist, må det antages, at det er uafbrudt rigelig vandforsyning i løbet af forsommeren — højt vandindhold i jorden — der er nødvendig for blomstringsinduktion. Der er således grund til at antage, at ikke alene temperaturforholdene men også vandforsyningsforholdene har betydning for produktionen i frøplantager. Det er måske endog tænkeligt, at regulering af grundvandstanden i initieringsperioden kan blive et middel til forbedring af frøplantagers produktion.

Hattemer, Andersson & Tamm (1977) har for podninger af skovfyr påvist en stærk sammenhæng mellem de enkelte planters indhold i nålene forud for initieringstidspunktet af henholdsvis kvælstof og fosfor og den tilsvarende koglemængde på planterne. Det er rimeligt at antage, at højt indhold af disse stoffer også hos rødgran er en forudsætning for rigelig hunblomstinitiering. I de omtalte drivhusforsøg kan en sådan forudsætning antages at have været opfyldt med de tilførte gødningsmængder.

Det er fremgået af det foregående, at en kraftig klimatisk vækststimulering i skudstrækningsperioden efterfulgt af normale klimaforhold har ført til initiering af hunblomster på rødgranpodninger. Det er ikke bevist, at en vækshæmning (brat afslutning af stimuleringen) som afslutning på den kraftige skudstrækning er nødvendig for initieringen af hunblomster. Men regressionsanalyserne (figur 1 og 2) tyder på det, og klimaforløb, der — i forsøgene såvel som i årene 1953 og 1973 i naturen — har ført til rigelig blomstring, har indeholdt en brat afslutning af stimuleringen, navnlig som følge af temperaturfald.

Hvis vækshæmningen er nødvendig for blomstringsinduktion hos rødgran, så synes der at være en forklaring på den ellers tilsyneladende modstrid mellem de krav, bøgen (jfr. *Holmsgaard & Olsen,* 1966) og rødgranen stiller til temperatur og nedbør for at initiere hunblomster. Det ser nemlig i så fald ud til, at begge træarter kræver en vækststimulering (i forbindelse med den stærkeste skudstrækning), afløst af en vækshæmning mod afslutningen af skudstrækningsperioden. Bøgens udspring (midt i maj) falder væsentlig tidligere end rødgranens (først i juni), og den stærkeste skudstrækning foregår tilsvarende tidligere hos bøg. Derfor må også den vækshæmning, som må formodes at udløse initieringen, sætte ind tidligere hos bøg (midt i juni) end hos rødgran (først i juli). Måske har de to træarter

forskellige tærskelværdier. Bøgen synes at stille mindre krav til vækststimulering end rødgranen. Til gengæld er dens krav til en efterfølgende hæmning tilsyneladende større.

Den del af vækststimuleringsperioden, hvor initieringen ifølge det foregående må formodes at kunne foregå hos rødgran, er sammenfaldende med den periode, hvor den stærkeste strækningsvækst foregår, eller måske snarere er ved at ophøre. *Dunberg* (1976b) fandt, at øget temperaturs blomstringsstimulerende indflydelse er begrænset til tiden frem til sidegrenens tilvækstafslutning. Der er en bemærkelsesværdig overensstemmelse mellem den potentielle initieringsperiode, som denne fremgår af figurerne 4 og 6 (mellem 27. juni og 6. juli), og den periode, hvor *Dunberg* (1976a, b) registrerede den største gibberellinaktivitet og de største koncentrationer af IAA (indol-3-eddikesyre) i rødgranpodninger. Det er måske også værd at bemærke, at det var i samme periode, første uge i juli, at IAA (i lanolinpasta, påsmurt laterale knopper) inducerede hunblomster på Pinus contorta i et af *Kubitz* (1967) omtalt forsøg med afprøvning af vækststoffers blomstringsinducerende virkning.

I de føromtalte to år (1953 og 1973), som efterfulgtes af store rødgranfrøår (figur 3 og figur 10), såvel som i de behandlinger i forsøgene, hvor der er induceret blomstring, er perioden med kraftig vækststimulering (varme og rigelig vandforsyning) blevet afløst af en periode med for årstiden normale vækstforhold. Altså nok en hæmning i forhold til den forudgående stimuleringsperiode, men på ingen måde ekstremt dårlige vækstforhold. Bortset fra dette punkt kan der siges at være nogenlunde enighed med *Bleymüller* (1977), som på grundlag af forsøg med kemisk behandling af rødgranpodninger finder „.... die Vermutung .... bestätigt, dass der Blütenbildung eine kräftige Hemmung des vegetativen Wachstums vorangehen müsse, nachdem dieses zunächst beim Austreiben kräftig gefördert worden war." Der blev i det pågældende forsøg (i Sydtyskland) sprøjtet med vækststimulerende stoffer den 30. marts og med væksthæmmende den 17. maj og den 26. juni. Den tilsyneladende begrænsede succes med disse behandlinger kan måske sættes i forbindelse med valget af behandlingstidspunkter og -kombinationer: To behandlinger med vækshæmmere med en måneds mellemrum synes ikke i harmoni med et naturligt vækstforløb, således som de ovenfor omtalte blomstringsinducerende drivhusbehandlinger har været. Det må formodes, at en behandlingssekvens, som passer ind i den naturlige vækstrytme, indebærer størst sandsynlighed for et gunstigt resultat, uanset om det drejer sig om klimatisk eller kemisk behandling med henblik på blomstringsinduktion.

Blomstringsinduktion må principielt kunne opnås enten 1) ved stimulering af vækstprocesser, som medfører dannelsen af de vækststoffer, der indgår aktivt i initieringsprocessen, eller 2) ved at tilføre netop disse stoffer

udefra på et tidspunkt, hvor forudsætningerne for initiering iøvrigt er til stede.

7. RESUMÉ

Med udgangspunkt i analyser af sammenhængen mellem klima og frøproduktion hos rødgran er udført drivhusforsøg med rødgranpodninger med henblik på at finde frem til en metode til hunblomstinduktion hos rødgran, som svarer til naturens klimabetingede blomstringsinduktion.

Forud for forsøgene er foretaget *regressionsanalyser* af rødgranens kogleproduktion i relation navnlig til den foregående sommers klimaforhold. Disse analyser omfatter dels et dansk materiale (figur 1) og dels et ældre tysk materiale (figur 2).

Forsøgene er dog ikke mindst baseret på *klimaforløbet i sommeren 1953* (figur 3), som resulterede i en så rig frøsætning på rødgran i Danmark det følgende år, at betingelserne for blomstringsinduktion må have været noget nær optimale i 1953.

Formålet med forsøgene har primært været at belyse behandlingstidspunktets og vandforsyningens betydning for blomstringsinduktionen — i alle tilfælde i forbindelse med høj temperatur, som på baggrund af hidtidige erfaringer og analyser på forhånd er anset for en nødvendig betingelse for klimatisk fremkaldt differentiering af blomsterknopper.

Forsøgene har vist, at en kraftig klimatisk vækststimulering af velgødede rødgranpodninger i sidste halvdel af juni og første uge af juli fører til initiering af hunblomster (jfr. figur 4 og figur 6). Det har vist sig, at planternes vandforsyning i denne periode spiller en afgørende rolle for resultatet. Selv få dages forringet vandforsyning i slutningen af behandlingsperioden har forringet blomstringen, og blot en uges sparsom vanding har så at sige forhindret hunblomstinitiering (smlg. figur 6). — Antallet af hanblomster øges under de samme klimatiske forhold, som har vist sig gunstige for hunblomstinitiering (jfr. figur 5 og 7). Dog synes temperaturen her at spille en større rolle end vandforsyningen, hvis virkning ikke er sikkert påvist.

Behandlinger i drivhus i lighed med dem, der har ført til blomstringsinduktion i forsøgene, anses egnet til frøproduktion i mindre skala i forbindelse med forædlingsarbejde og f. eks. til fremstilling af kontrolleret plantemateriale til biokemiske analyser med henblik på kemisk blomstringsinduktion.

Som illustration af klimatisk blomstringsinduktions muligheder er anført en iagttagelse af frøsætning på et antal 9-årige frøplanter af rødgran (figurerne 8 og 9) i et træartsforsøg på Christianssæde skovdistrikt.

I en afsluttende diskussion er forsøgsresultaterne sammenholdt med nyere iagttagelser og undersøgelser med relation til blomstringsinduktion på rødgran:

I forbindelse med endnu et stort frøår (1974) er registreret et forudgående klimaforløb (figur 10), som bekræfter de blomstringsinducerende behandlinger i forsøgene.

En nyere svensk analyse af klimaforholds indflydelse på frøproduktionen i rødgranfrøplantager har givet anledning til understregning af vandforsyningsforholdenes betydning for blomstringsinduktion.

I en anden svensk undersøgelse er påvist en stærk sammenhæng mellem skovfyrpodningers indhold af kvælstof og fosfor på initieringstidspunktet og den producerede koglemængde. Det bestyrker formodningen om et højt næringsstofniveaus betydning for blomstringsinduktionen også hos rødgran.

Visse lighedspunkter er påpeget mellem de klimasekvenser, som inducerer blomstring hos bøg og rødgran, når der tages hensyn til forskelle mellem de to træarters udspringstidspunkter og skudstrækningsperioder.

SUMMARY

The purpose of this work has been to investigate the dependence of the flowering on climatic conditions for Norway spruce (*Picea abies* (L.) Karst.) in search of a method of artificial flowering induction founded on the same mechanism that causes the flowering of Norway spruce in nature.

On the basis of analyses of the relationship between climate and seed production in Norway spruce, greenhouse experiments were made, which showed that it is possible to induce flowering in grafts of Norway spruce in a greenhouse.

The work was started by an *analysis of the seed production of Norway spruce in Denmark during the years 1864 to 1968.* The seed production was ascribed to 4 classes (cp. page 234) and related to the seed production and climate of the previous year in a regression analysis comprising the variables stated on page 234. The model was chosen by analogy with the one applied by *Holmsgaard og Olsen* (1960) in their analysis of beech mast production. The regression was found to be significant at the 0.1 % level with multiple correlation coefficient R = 0.52. For the climatic factors the result has been illustrated in Fig. 1 with the t-values corresponding to the respective regression coefficients. Negative influence of the previous year's seed production was found to be significant at the 5 % level.

Further analyses were made of part of a German material which had been systematically *collected by the Prussian State Forest Administration during the years 1873 to 1893* and published by the authors mentioned on page 236. From this material 5 areas (Regierungsbezirke) were chosen for which data from relevant meteorological stations were available (see page 236). The seed crops were expressed (approximately) in percentages of full seed crop (as described by *Weise*, 1880 and *Schwappach*, 1895). For each of the 5 areas regression analyses were made of the seed production in relation to the seed production of the previous year together with mean temperature of the month and precipitation of the month (logarithmic) for the months April, May, June, July and August. Only for the *Königsberg area* the regression was found to be significant (at the 1 % level with multiple correlation coefficient R = 0.95). Fig. 2. shows the t-value of the regression coefficients for the climatic factors. The previous year's seed production had a slightly negative, but not significant influence.

Taken together, the two analyses (Fig. 1 and Fig. 2) show a positive influence of the temperature in June, whereas a negative influence of the temperature later in the summer seems to be a possibility. Similarly there seems to be a slight tendency to positive effect of precipitation up to July and thereafter a negative one. — However, the analyses seem not on their own merits to have contributed essentially to the knowledge of the climatic dependence of the flowering.

A further possible source of information was offered by the *climatic sequence in 1953*. There must have been almost optimum conditions for flowering induction in Norway spruce that year, as the seed production in 1954 was of quite extraordinary proportions. From Fig. 3 it appears (1) that there were high temperatures from June 20 to July 5, (2) that the hottest period had maximum temperatures near 30°C and minimum temperatures near 20°C, and (3) that the precipitation-sums in June and July were very nearly normal. These observations form an essential part of the basis for the experiments which have been carried out.

In *the 1970—71 experiment* Norway spruce grafts were treated 1 or 2 weeks in a heated greenhouse. As appears from Table 1, the first treatments were commenced on June 10, the last were completed on July 15. Each treatment comprised 4 plants, which were well fertilized and tended with watering prior to the treatment. At the removal from the greenhouse, the 4 plants in each group were distributed on 4 after-treatments (abundant and scanty watering in the open and under roof). On July 27 all plants were again brought together outdoors. — The results are shown in Fig. 4, and it appears from Table 2 that the after-treatments may be considered to have had no effect. As a matter of fact, only the 2-week treatments are fully comparable. For these it appears from Table 3 that the water supply has had a significant effect. So has also the time of the treatment. The experiment seems to indicate that a high temperature and an abundant water supply during a fortnight around July 1 may induce female flowering in Norway spruce. As to the male flowering (Fig. 5), the experiment has given no definite information.

The 1971—72 experiment was planned to elucidate the influence of reduced light and temperature conditions immediately after the greenhouse treatment. However, the experiment failed, and it seems evident that this was due to the greenhouse treatment not being effective, probably because it was started too late. It took place in the period June 29 to July 13, but after a preceding chill period, which may have been the reason why only 3 out of 50 treated plants got female flowers.

In *the 1972—73 experiment* the intention was to try to elucidate further the demands of Norway spruce for an abundant water supply as a condition for differentiation of female flowers, including also the effect it may have if a period of conditions which should induce flowering is interrupted by drought or rain. — The 10 treatment combinations involved in the experiment are presented in Table 4. Each treatment comprised a total of 8 plants from 6 clones, as mentioned on page 247. Groups A, B, C and D, which remained in the greenhouse during July 5—6, are matching Groups E, F, G and H, which were placed outdoors in "rain" from a sprinkler during July 5—6. Group I was designed for comparison with control group K, which remained outdoors during the treatment period. — There are great differences in the flowering of the clones (Table 5), and it appears from Tables 7 and 8 that the differences are significant for both female and male flowers. Table 6 presents flowering in relation to treatment. The im-

portance of the heat treatment is confirmed by the difference between Group I (abundant watering and heat in greenhouse) and Group K (abundant watering outdoors). Group K had no female flowers. The influence of the water supply on the initiation of female flowers was found to be significant at the 1 % level (Table 7). The relationship has been illustrated in Fig. 6. The rank correlation between number of days with reduced water supply and the number of female flowers (Kendall's $\tau = -0.78$) is significant at the 1 % level. Influence of one day's "rain" after the greenhouse treatment has not been proved significant. — The heat treatment has had a significant influence on the male flower initiation (Table 6 and Table 9). But influence of varying water supply during the heat treatment in the greenhouse could not be proved (Table 8). The general trend, however, is as for the female flowering (Fig. 7).

The experiment has shown that high temperature and abundant water supply in he latter half of June and the beginning of July lead to initiation of female flowers in Norway spruce. The same conditions increase the production of male flowers.

Treatments in greenhouse like those that resulted in induction of flowering in these experiments may be considered well suited for seed production on a minor scale in connexion with tree improvement activities and, for instance, for production of controlled plant material for biochemical analyses with a view to induction of flowering.

To illustrate the potentialities of climatic induction of flowering, an observation is reported of cone-bearing 9-year seedlings of Norway spruce (Figs. 8 and 9) in a tree species experiment in the Christianssæde forest district.

In a concluding discussion, the experimental results are compared with more recent observations and investigations relating to flowering induction in Norway spruce:

In connexion with another great seed year (1974) a preceding climatic sequence has been recorded (Fig. 10), which confirmed the results of the flowering-inducing treatments in the experiments.

A recent Swedish analysis of the influence of climatic conditions on the seed production in Norway spruce seed orchards (*Lindgren, Ekberg & Eriksson*, 1977) has provided grounds for emphasizing the importance of the water supply conditions for induction of flowering.

In another Swedish investigation (*Hattemer, Andersson & Tamm*, 1977) a strong connexion has been demonstrated between the content of nitrogen and phosphorus in Scots pine grafts at the time of initiation and the amount of cones produced. This strengthens the presumption that also in Norway spruce a high nutrient level is important for the flowering induction.

Attention is drawn to certain points of similarity between the climatic sequences that induce flowering in beech and Norway spruce when regard is paid to differences between the times of flushing and the periods of shoot elongation of the two tree species.

Oxford Classific No. 181.52, 232.311.3 *Picea abies*

LITTERATUR

Alten, von, 1885: Ergebniss der Holzsamen-Ernte von den wichtigsten Holzarten in Preussen im Jahre 1884. Zeitschr. f. Forst- u. Jagdw. 17.

— , 1886: Ergebniss der Holzsamen-Ernte von den wichtigsten Holzarten in Preussen im Jahre 1885. Zeitschr. f. Forst- u. Jagdw. 18.

Anonym, 1927: World Weather Records. Smithsonian Miscellaneous Collections, 79. City of Washington.

Bastide, J. G. A. la & C. L. H. van Vredensburch, 1970: The influence of weather conditions on the seed production of some forest trees in the Netherlands. Med. Bosbouwproefst. 101.

Bernhardt, A., 1875: Ergebniss der Holzsamen-Ernte von den wichtigsten Holzarten in Preussen im Jahre 1874. Zeitschr. f. Forst- u. Jagdw. 7.

— , 1876: Ergebniss der Holzsamenernte von den wichtigsten Holzarten Preussens im Jahre 1875. Zeitschr. f. Forst- u. Jagdw. 8.

— , 1878: Ergebniss der Holzsamenernte von den wichtigsten Holzarten in Preussen im Jahre 1876. Zeitschr. f. Forst- u. Jagdw. 9.

— , 1879: Ergebniss der Holzsamenernte von den wichtigsten Holzarten in Preussen im Jahre 1877. Zeitschr. f. Forst- u. Jagdw. 10.

Bleymüller, H., 1977: Untersuchungen über den Einfluss von Wirkstoffbehandlung, Pfropfung und Umweltveränderung auf das vegetative Wachstum und die Blühinduktion bei Fichte und Kiefer (Picea abies (L.) Karst. und Pinus silvestris L.) Forstl. Forschungsanst. München, Forschungsber. 31.

Brøndbo, P., 1968: Blomstring hos skogstræer. Tidsskr. Skogbr. 76.

— , 1969: Blomstringsinduksjon ved varmebehandling hos granpodninger. Medd. Norske Skogforsøksv. 27.

Dunberg, A., 1976a: Changes in gibberellin-like substances and indole-3-acetic acid in *Picea abies* during the period of shoot elongation. Physiol. Plant. 38.

— , 1976b: Hormonell reglering av blomningsinducering hos gran. I: Institutionens Forskningsverksamhet 1975. Inst. f. Skogsgenetik, Rapp. och Upps. 18.

Eberts, A., 1875: Samenertrags-Ergebniss der wichtigsten Holzarten Preussens im Jahre 1873. Zeitschr. f. Forst- u. Jagdw. 7.

Eklund, B., 1957: Om granens årsringsvariationer inom mellersta Norrland och deras samband med klimatet. Medd. Statens Skogsforskningsinst. 47.

Eriksson, G., K. Lindgren och M. Werner, 1975: Granens blomningsbiologi ett hinder för en rationell skogsträdsförädling? Sveriges Skogsvårdsförbunds Tidskr. 73.

Hattemer, H. H., E. Andersson & C. O. Tamm, 1977: Effects of Spacing and Fertilization on Four Grafted Clones of Scots Pine. Stud. For. Suec. 141.

Hellwig, 1884: Ergebniss der Holzsamen-Ernte von den wichtigsten Holzarten in Preussen im Jahre 1883. Zeitschr. f. Forst- u. Jagdw. 16.

Holmsgaard, E., 1955: Årringsanalyser af danske skovtræer. Forstl. Forsøgsv. Danm. 22.

— , 1972: Relations Between Climate and Flowering, Seed Production and Growth. Forest Tree Improvement 4.

Holmsgaard, E. og C. Bang, 1977: Et træartsforsøg med nåletræer, bøg og eg. Forstl. Forsøgsv. Danm. 35.

Holmsgaard, E. og H. C. Olsen, 1960: Vejrets indflydelse på bøgens frugtsætning. Forstl. Forsøgsv. Danm. 26.

Holmsgaard, E. & H. C. Olsen, 1966: Experimental Induction of Flowering in Beech. Forstl. Forsøgsv. Danm. 30.

Kubitz, H., 1967: Zur Wirkung von Wachstums- und Stoffwechselregulatoren auf die Blühinduktion von *Pinus contorta* Dougl. Wissensch. Zeitschr. Univers. Rostock 16.

Lindgren, K., I. Ekberg & G. Eriksson, 1977: External factors influencing female flowering in *Picea abies* (L.) Karst. Stud. For. Suec. 142.

Matthews, J. D., 1963: Factors affecting the production of seed by forest trees. For. Abstr. 24.

Remröd, J., 1973: Försök med blomningsstimulering i en granfröplantage. Fören. Skogsträdförädl. och Inst. f. skogsförbättr. årsbok 1972.

Sarvas, R., 1957: Studies on the Seed Setting of Norway Spruce. Medd. Norske Skogforsøksv. 14.

Schwappach, 1887: Ergebniss der Holzsamen-Ernte von den wichtigsten Holzarten in Preussen im Jahre 1886. Zeitschr. f. Forst- u. Jagdw. 19.

— , 1888: Ergebniss der Holzsamen-Ernte von den wichtigsten Holzarten in Preussen im Jahre 1887. Zeitschr. f. Forst- u. Jagdw. 20.

— , 1889: Ergebniss der Holzsamen-Ernte von den wichtigsten Holzarten in Preussen im Jahre 1888. Zeitschr. f. Forst- u. Jagdw. 21.

— , 1890: Ergebniss der Holzsamen-Ernte von den wichtigsten Holzarten in Preussen im Jahre 1889. Zeitschr. f. Forst- u. Jagdw. 22.

— , 1891: Ergebniss der Holzsamen-Ernte von den wichtigsten Holzarten in Preussen im Jahre 1890. Zeitschr. f. Forst- u. Jagdw. 23.

— , 1892: Ergebniss der Holzsamen-Ernte von den wichtigsten Holzarten in Preussen im Jahre 1891. Zeitschr. f. Forst- u. Jagdw. 24.

— , 1893: Ergebniss der Holzsamen-Ernte von den wichtigsten Holzarten in Preussen im Jahre 1892. Zeitschr. f. Forst- u. Jagdw. 25.

— , 1894: Ergebniss der Holzsamenernte von den vichtigsten Holzarten in Preussen im Jahre 1893. Zeitschr. f. Forst- u. Jagdw. 26.

— , 1895: Die Samenproduktion der wichtigsten Waldholzarten in Preussen. Zeitschr. f. Forst- u. Jagdw. 27.

Tirén, L., 1935: Om granens kottsättning, dess periodicitet och samband med temperatur och nederbörd. Medd. Statens Skogsförsöksanst. 28.

Weise, 1879: Ergebniss der Holzsamenernte von den wichtigsten Holzarten in Preussen im Jahre 1878. Zeitschr. f. Forst- u. Jagdw. 10.

— , 1880: Ergebniss der Holzsamenernte von den wichtigsten Holzarten in Preussen im Jahre 1879. Zeitschr. f. Forst- u. Jagdw. 12.

— , 1881: Ergebniss der Holzsamenernte von den wichtigsten Holzarten in Preussen im Jahre 1880. Zeitschr. f. Forst- u. Jagdw. 13.

— , 1882: Ergebniss der Holzsamenernte von den wichtigsten Holzarten in Preussen im Jahre 1881. Zeitschr. f. Forst- u. Jagdw. 14.

— , 1883: Ergebniss der Holszamenernte von den wichtigsten Holzarten in Preussen im Jahre 1882. Zeitschr. f. Forst- u. Jagdw. 15.

Wellendorf, H., 1971: Rødgranstatus IV. Forædling i snævreste betydning. Arboretet, Hørsholm. Stencil.

— , 1976: Flower Initiation in Norway spruce. Activities at the Hørsholm Arboretum. Scandinavian Seed Orchard Meeting in Denmark 8—9 September 1976. Stencil.

Dansk Skovforenings Frøudvalg, 1952—1968: Frøsætning i danske skove. Stencil.

Det danske meteorologiske Institut, 1933: Danmarks Klima.

— , 1926—1956: Maanedsoversigt over Vejrforholdene.

— , 1957—1968, 1973: Ugeberetning om nedbør m. m., Månedstillæg.

— , Landbohøjskolen. Normaltemperatur, C°, 1901—1940. (upubl.).