



INSTITUTET FÖR
SKOGSFÖRBÄTTRING

Arbetsrapport

Work report

Arbetsrapport nr 243

1991

**SLUTRAPPORT TILL SKOGSBRUKETS FORSKNINGS-
FOND - För anslag nr. 128 - "STYRD POLLINERING OCH
KONTROLLERAD FRÖFRAMSTÄLLNING"**

Urban Eriksson & Lars Wilhelmsson

*Den här rapport
erättes tidigare
utgåva med
samma nummer*

*7
8*

THE INSTITUTE FOR
FOREST IMPROVEMENT

Innehåll

	sid
Sammanfattning	2
Bakgrund	4
Verksamhet och resultat	4
1. Pollenframställning/hantering	4
2. "Styrd pollinering" i konventionella plantager	7
- Blomningsdynamik	7
- Blomningsstimulering	12
- Tilläggs-pollinering	16
- Kontrollerad fröframställning i konventionella plantager	18
3. Kontrollerad fröframställning i växthus/intensiv plantager	20
Publikationer under projektperioden	25
Övriga referenser	27
Bilagor	
Bilaga 1	- Ekonomisk redovisning
Bilaga 2	- Kostnader för pollenframställning och tilläggs-pollinering
Bilaga 3	- Genomförda försök med tilläggs- och kontrollerad pollinering. Projekt "Styrd pollinering" 1986 - 89

Sammanfattning

Anslaget titel:	"Styrd pollinering och kontrollerad fröframställning"
Anslaget storlek:	2 955 000 kr
Anslaget mottagare:	Jägmästare Karl-Rune Samuelsson Institutet för skogsförbättring Box 7007 750 07 Uppsala

Syftet med fröplantager är att producera frö med goda genetiska och fysiologiska egenskaper. Första generationen fröplantager av tall och gran är sammansatt av ympar från plusträd, som vuxit bra och uppvisat goda kvalitetsegenskaper. Resultaten från avkomme-försöken visar att kontrollerade korsningar mellan fenotypiskt utvalda plusträd i skogen i genomsnitt har ca 10% högre höjdtillväxt och lika eller något bättre stam- och kvistegenskaper än beståndsmaterial av rekommenderat ursprung. Konventionell skötsel av fröplantager innehåller i dag gödsling, ogräsbekämpning och beskärning av plantageträden. Någon egentlig styrning av blomning och pollinering sker inte. Vildpollen, ojämnheter i blomning mellan kloner och självbefruktning medför i praktiken avvikelser från avkomme-försökens resultat. Genom "styrd pollinering" och andra verktyg för att bättre kontrollera fröproduktionen kan förädlingsarbetets löpande framsteg utnyttjas bättre och snabbare.

För att studera och utveckla metodik som bättre utnyttjar skogsträdsförädlingens framsteg, i dagens och morgondagens fröproduktionssystem, har Institutet för skogsförbättring sedan 1988 drivit projektet "Styrd pollinering och kontrollerad fröframställning" (SSFF-anlag nr. 128). I projektet har forskning och utveckling bedrivits inom huvudområdena:

1. Pollenframställning
2. "Styrd pollinering" i konventionella plantager
3. Kontrollerad fröframställning i växthusplantager.

1. Pollenframställning - verksamhet och preliminära resultat

- En utredning om lämpligaste metod för skattning av pollenpartiers förväntade befruktning-förmåga har genomförts. Utredningen medförde att den befintliga metoden effektiviserades.
- Delresultat från ett försök med långtidslagring av tallpollen visar att vitaliteten minskar mest efter ett års lagring för att därefter ligga någorlunda konstant. Vitaliteten var något högre efter lagring i -50°C än i -20°C .
- Under åren 1985-88 utvecklades en metod för storskalig insamling, klängning och lagring av pollen. Metoden har fungerat mycket bra i praktisk drift för klängning av tall-, gran-, och contortapollen. Under projektperiod (88-90) framställdes totalt cirka 75 l pollen av god kvalitet. Merparten var tallpollen, som insamlats av olika plantageägare. Uppföljningar visar att kostnaden för framställning av 1 l tallpollen är ca 3000 kr (1990).

"2. Styrd pollinering" i konventionella plantager - verksamhet och preliminära resultat

- Studier av blomningsdynamiken i två tallfröplantager visar att en stor del av honblommorna är mottagliga innan plantagen producerar eget pollen. Honblomningens starttidpunkt och förlopp skiljer sig åt mellan olika kloner. Pollenproduktionen varierar mycket mellan olika kloner. Även mellan olika år och mellan olika plantager varierar pollenproduktionen avsevärt. Jämförelser mellan plantagers pollenproduktion och inkorsning styrker inte uppfattningen att en hög pollenproduktion alltid garanterar en lägre inkorsningsgrad.

- Ny- och vidareutveckling av metoder för inventering av tallplantagers pollenproduktion, blomningsförlopp och pollenförekomst i luft har genomförts eller påbörjats. Utveckling av en "enkla" metod för inkorsningsstudier i tallplantager än isozymanalyser pågår.

- Försök med staminjektioner av gibberellinet GA 4/7 i tallympar ökade produktionen av matade frön/ymp med 55%. Även pollenproduktionen ökade efter gibberellinbehandlingen.

- Ett metodförsök med tilläggspollinering av enskilda tallblomställningar gav i medeltal 75% -ig träff, d v s 75 % av fröna befruktades med tillfört pollen. I praktiska försök blev träffprocenten i medeltal upp till 35 % i en tallplantage med låg egen pollenproduktion och upp till 20% i en plantage med hög pollenproduktion. Tilläggspollinering är en billig metod - merkostnaden per matat frö ligger på 1-5 öre (1990).

- En metod för kontrollerad fröframställning i tallfröplantager - "Indiantältsmetoden" har utvecklats. Metoden används för att producera begränsade mängder tallfrö med "känd" pappa och god fröfysiologi. Uppskattningsvis ligger kostnaden per matat frö mellan 50 öre och 1 kr.

3. Kontrollerad fröframställning i växthusplantager - verksamhet och preliminära resultat:

- Försökanläggningen för kontrollerad fröframställning i Brunsberg har utökats till att omfatta 8 st isoleringsväxthus och 600 krukodlade ympar av tall, gran och contorta. I anläggningen har flera försök påbörjats och/eller genomförts för att undersöka förutsättningarna för praktisk fröproduktion i växthusplantager. Försöken omfattar: odling och lagring av ympar i stora krukor, rot- och kronbeskärning av ympar, blomningsstimulering och blomningsregulering samt artificiell pollinering.

- Systemet med att odla ympar i stora krukor (50-1000 l) har fungerat utmärkt. Ymparnas rot- och krontillväxt har varit mycket god och skadorna på ymparna små.

- Lyckade försök med flyttning av uppväxta tallympar (2-4m höga) och gransticklingar (2-3m) har genomförts. Av de totalt omkring 120-talet träd som hittills flyttats har < 5% dött.

- Ett försök med olika beskärningsformer för att öka antalet knoppar och skott på små 0.5 - 0.8 m höga krukodlade tallympar har genomförts. Den relativa knoppökningen efter försöksledet med sommarbeskärning (klippning av sträckande skott) blev ca 40% och efter försöksledet med bortplockning av knoppar på ledande skott ca 13%.

- Lyckade försök med tidsförskjutning av blomningstidpunkten på krukodlade tallympar har genomförts. Genom att förlänga ymparnas vintervila i en våtkyl "försenades" blomningen upptill en månad.

- I ett försök med blomningsstimulering och artificiell pollinering av 2-2,5 m höga krukodlade tallympar producerades i medeltal ca 1200 matade frön/ymp. Produktionen motsvarar vid det möjliga förbandet 2x2m 17 kg frö/ha. Fröfysiologin var mycket god,. Resultatet är mycket lovande och visar att det är möjligt att producera högkvalitativt tallfrö i växthusplantager.

Bakgrund

Genom skogsträdsförädlingens arbete framställs ett förädlingsmaterial med allt bättre egenskaper för tillväxt, härdighet och kvalitet. För att dessa framsteg snabbt ska komma skogsbruket tillgodo är det viktigt att lämpliga metoder för massförökningen av materialet utvecklas och tas i bruk. I dag sker massförökningen av det förädlade skogsodlingsmaterialet, i huvudsak i markbaserade fröplantager. Plantagerna producerar för närvarande drygt en tredjedel av skogsbrukets årliga fröbehov, och andelen ökar. Inkorsning av vildpollen, variationer i klonernas genbidrag och självbefruktning medför emellertid att plantagernas genetiska potential inte utnyttjas maximalt i de praktiska plantagefröpartierna. Graden av "outnyttjande" varierar mellan olika plantager och mellan årsskördar från en och samma plantage. De långsiktiga ekonomiska förlusterna i form av lägre tillväxt, sämre kvalitet och härdighet, som uppstår p g a att den genetiska potentialen inte utnyttjas maximalt kan bli påtagliga. Genom att öka utnyttjandet av de bästa klonerna kan den genetiska potentialen i fröproduktionen höjas. Detta leder i sin tur till att den framtida ekonomiska avkastningen av förädlings- och massförökningsinsatserna avsevärt kan förbättras.

För att studera och utveckla metodik som bättre utnyttjar den genetiska potentialen i dagens och morgondagens fröproduktionssystem driver Skogsförbättring projektet "Styrd pollinering och kontrollerad fröframställning" (SSFF-anslag nr. 128). I denna slutrapport ges en översikt av verksamhet och resultat under projektperioden (1988-89). Den ekonomiska redovisningen av projektet återfinns i bilaga 1. För mer detaljerad verksamhetsbeskrivning och information om enskilda försök hänvisas till publikationer enligt förteckning på sidorna 26-27.

Verksamhet och resultat

Verksamheten inom projektet har bedrivits inom tre huvudområden:

1. Pollenframställning/- hantering
2. "Styrd pollinering" i konventionella plantager
3. Kontrollerad fröframställning i växthusplantager.

1. Pollenframställning/pollenhantering

För framgångsrik tillämpning av artificiell pollinering behövs stora mängder pollen av god kvalitet. Arbetet inom huvudområdet har inriktats mot uppföljning och vidareutveckling av det system för pollenframställning som utarbetats under perioden 1985-88 (Eriksson m.fl. 1988).

• Praktiska resultat - insamling och klängning

Under projektperioden har cirka 1400 liter hanblomställningar av tall insamlats och klängts. Resultatet har blivit drygt 70 liter tallpollen av god kvalitet. Cirka 75% av tallpollenet har samlats av olika intressenter för att användas i "halvpraktiska" pollineringsprojekt. Bland annat genomförde "Kärvgruppen" 1988 och 1989 insamlingar av tallpollen i naturbestånd i gynnsamma klimatlägen norr om 67°50' (Eriksson, 1989b, 1990b). Hanblomställningarna mellanlagrades i lokala kylutrymmen i avvaktan på flygtransport till Brunsberg. Insamlingen 1989 blev speciellt lyckad och gav omkring 10 liter härdigt pollen. Totalt, med planta-geinsamlat pollen, finns det nu cirka 20 liter härdigt pollen av god kvalitet i Brunsbergs

pollenlager. Insamlingar av "beståndspollen" har även genomförts i norra Finland.

Granblomningsåret 1989 insamlades 67 liter hanblomställningar av gran, vilket resulterade i 4 liter granpollen av god kvalitet. Insamling och klängning utfördes med samma metod som utarbetats för framställning av tallpollen. Metoden för pollenframställning har med gott resultat testats för klängning av contortapollen och små partier korsningspollen för förädlingsändamål.

Sammanfattningsvis har metoden för insamling och transport av hanblomställningar visat sig fungera mycket bra i praktisk drift. En viktig förutsättning för ett optimalt resultat är att rekommendationerna för insamling och transport av hanblomställningar följs (Eriksson m.fl., 1988).

Erfarenheterna visar att pollenutbytet (mängd pollen/ mängd hanblomställningar) varierar mellan olika arter, kloner, år och insamlingslokaler. Dessutom påverkas pollenutbytet i stor utsträckning av i vilken utvecklingsfas hanblomställningarna plockas. I en klonvis hanblomsinsamling utförd 1989 av Korsnäs AB i tallfröplantagerna 441 Hedesunda och 452 Ön blev pollenutbytet i medeltal 7.2 %, vilket är rekordhögt (Eriksson, 1990a). Den bästa klonen hade ett pollenutbyte på 9.1% ! Normalt brukar pollenutbytet i mellansvenska tallfröplantager ligga på 4-4.5%. Pollenutbytet är av central betydelse för ekonomin i hela pollenframställningen (se nedan).

Under våren 1990 genomfördes ett försök med insamling av hanblomställningar av gran. Insamlingen gjordes på olika kategorier av ympar: krukodlade ympar, ympar odlade i bänkgård samt ympar odlade i fältarkiv. Tyvärr stördes försöket mycket kraftigt av svåra nattfrostter i anslutning till insamlingen och har inte utvärderats.

• Kostnader för storskalig pollenframställning

Kostnadsuppföljningar visar att den totala kostnaden att samla in, klänga och lagra en liter klonvist insamlat pollen i normalfallet uppgår till cirka 3300 kr (1990 års kostnadsläge). Motsvarande siffror för "bulkinsamlat" plantagepollen uppgår till cirka 2700 kr/liter (1990). Totalkostnaden är främst beroende av pollenutbytet och insamlingskostnaden (tidsåtgång och lönekostnad). Mer detaljerade uppgifter om kostnader i samband med pollenframställning återfinns i bilaga 2.

• Metoder för vitalitetsanalys av pollen

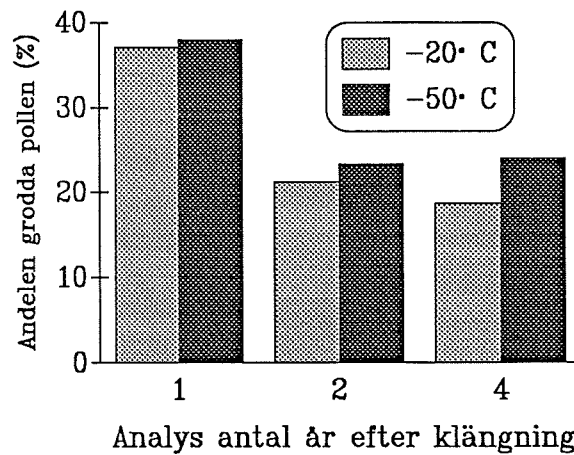
En utredning om lämpligaste metod för analys av pollenpartiers förväntade befruktningförmåga har genomförts (Eriksson 1989a). I rapporten rekommenderas en vidareutveckling av den befintliga "skålttestmetoden" som är en s.k. groningsanalys. Om klängningsverksamheten i Brunsberg kraftigt ökar i omfattning bör andra metoder som konduktivitetmätning, respirationsmätning eller ATP-analys övervägas. En vidareutveckling av "skålttestmetoden" har också genomförts. Resultatet blev en modifierad metod, som jämfört med den gamla ger ökad skattningssäkerhet till betydligt lägre kostnad (Eriksson & Jansson, 1989).

• Försök med pollenlagring - preliminära resultat

I försök med långtidslagring av tallpollen har de första "proverna" analyserats och utvärderats. Försöken som anlades 1986 resp. 1988 skall båda pågå till 1996, då de sista proverna analyseras. Följande faktorer av betydelse för vitaliteten hos fryslagrat tallpollen undersöks:

- temperatur (-20°C och - 50°C)
- lagringstidens längd (avläsning med 2 års intervall under en period av 10 år)
- lagringskärlens volym (10 och 50 ml)
- klonidentitet

Vitaliteten hos pollenet analyseras med den ovan beskrivna "skålttestmetoden" (Eriksson & Jansson, 1989). De preliminära delresultaten från 1986 års försök, som bygger på tre analysomgångar, visar att vitaliteten minskar mest efter ett års lagring. I analyserna efter första årets lagring ligger vitaliteten på en någorlunda konstant nivå (se figur 1). Skillnaderna i vitalitet mellan analysomgångar (lagringstidens längd) och mellan kloner är statistiskt påvisbar. Av figur 1 framgår också att lagring vid -50°C ger något bättre pollenvitalitet än lagring vid -20°C . Vitalitetsskillnaden mellan olika lagringstemperaturer är inte statistiskt påvisbar. Inte heller fryslagring i olika lagringskärl 10 ml och 50 ml ger upphov till några påvisbara vitalitetsskillnader. Delresultaten från försöket som startades 1988 överensstämmer i stort med delresultaten från 1986-års försök. Utvärderingen av 1988-års försök bygger dock endast på två analysomgångar.



Figur 1 Betydelsen av lagringstid och lagringstemperatur för groningsförmågan (vitaliteten) hos fryslagrat tallpollen.

Den första provomgången av det försök med långtidslagring av granpollen, som startades 1989, har analyserats. Försöket är, på grund av för få analysomgångar, ännu inte utvärderat.

• Pollenregister

Arbetet med att konstruera ett register för uppföljning av insamlings- och klängningsresultat samt à jour- och lagerhållning av pollenpartier håller på att färdigställas.

2. "Styrd pollinering" i konventionella plantager

Arbetet har bedrivits för att ta fram kunskap om hur konventionella tallfröplantager fungerar och praktiska metoder för att bättre utnyttja plantagens genetiska potential. Verksamheten och resultat redovisas uppdelade på: blomningsdynamik, blomningsstimulering, tillägspollinering och kontrollerad pollinering i befintliga plantager ("Indiantältsmetoden").

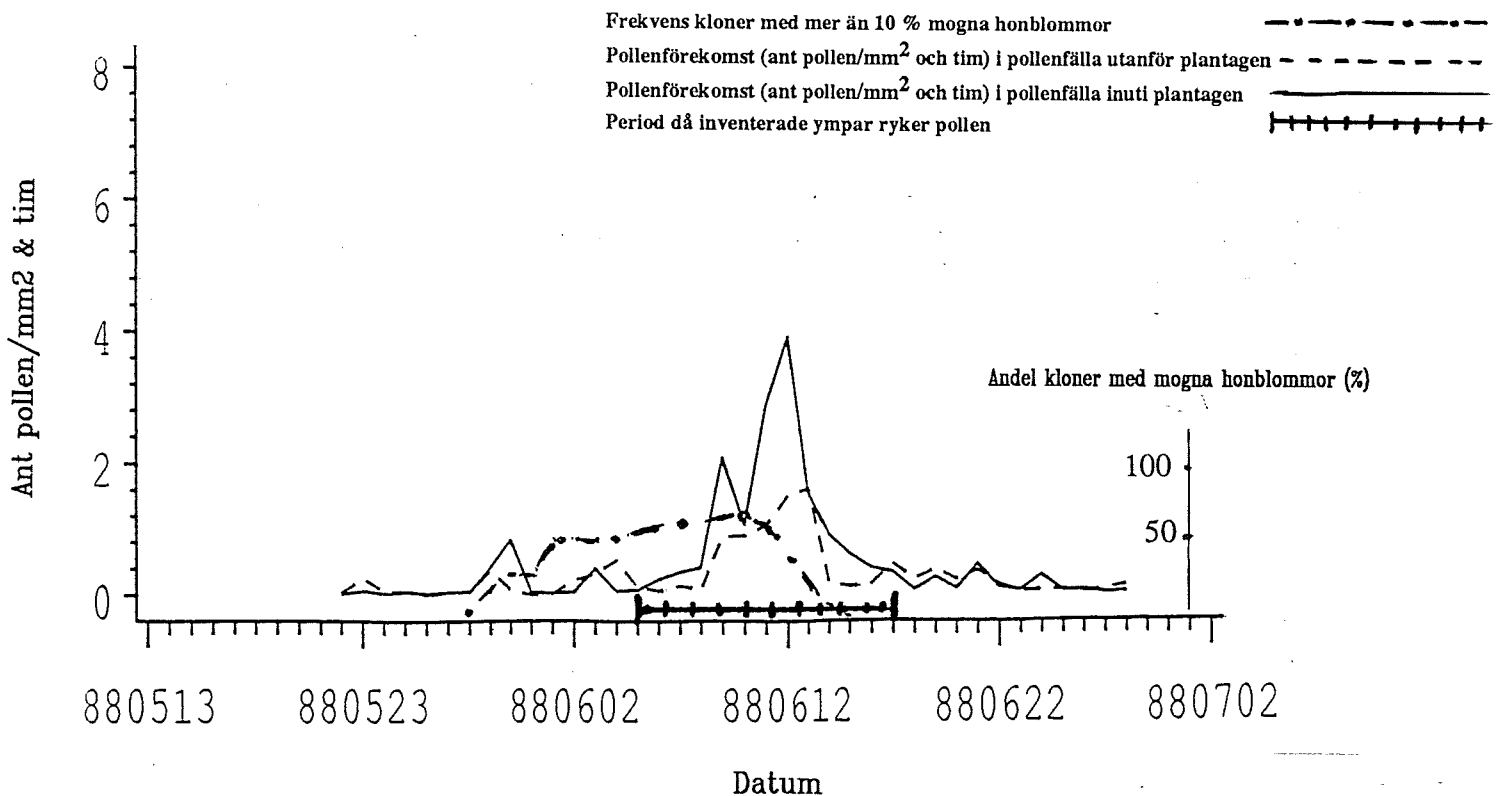
• Blomningsdynamik

Plantagestudier har genomförts i tallfröplantagerna 493 Askerud (1986-89) och 123 Klocke (1987-90). Pollineringsförutsättningarna och utvecklingsgraden varierar mellan anläggningarna. Klockeplantagen är en kraftigt sydflyttad och "ojämnt" utvecklad plantage med låg intern pollenproduktion. Askerudsplantagen däremot är en måttligt sydflyttad, "jämnt" utvecklad plantage med hög egen pollenproduktion. I plantagestudierna har följande variabler studerats:

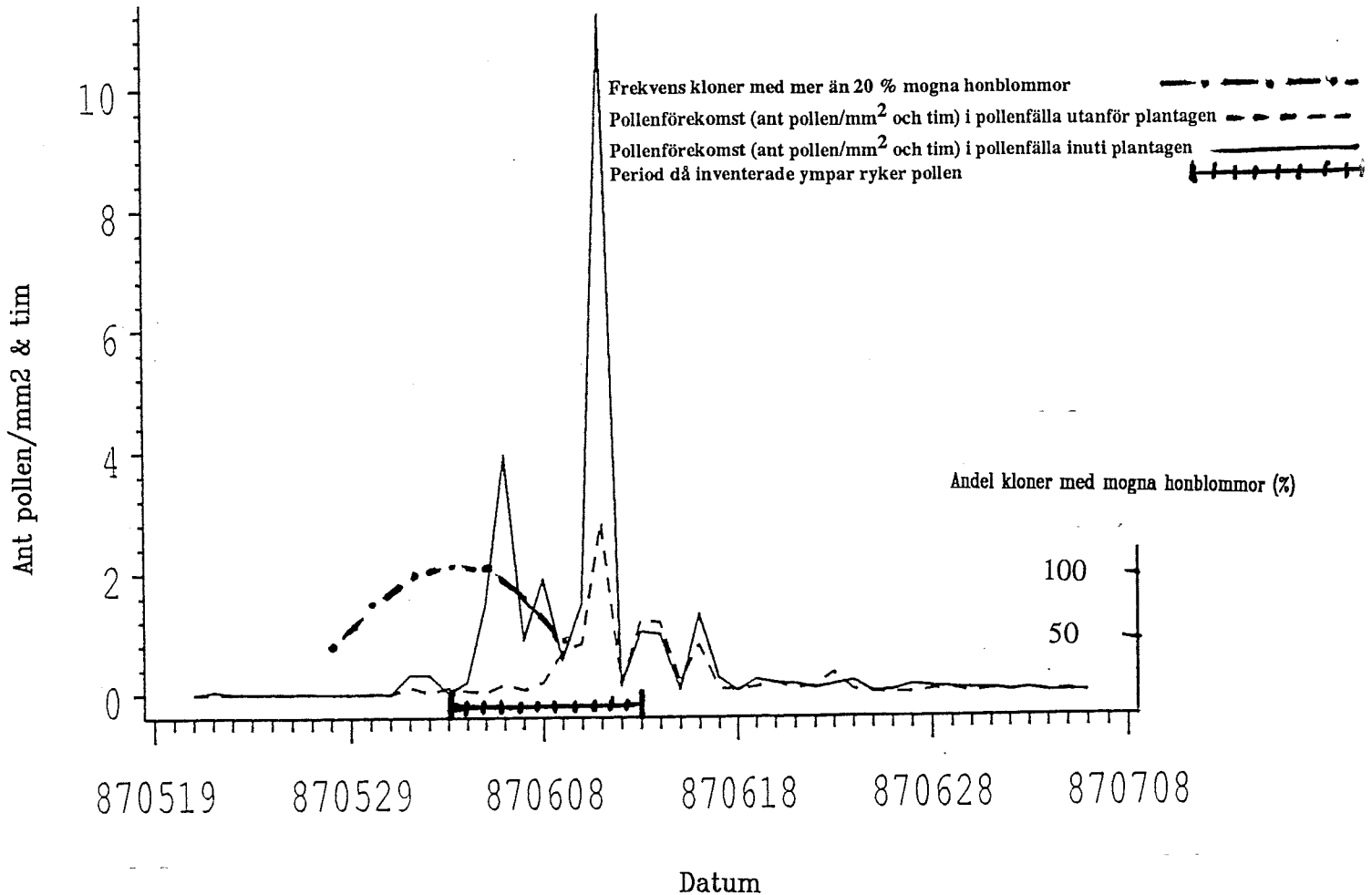
- Pollenförekomsten i luften under perioden. (Askerud 1986-89, Klocke 1987-89)
- Blomningsfenologin (blomningens förlopp) (Askerud 1987-89, Klocke 1987-90)
- Plantagens pollenproduktion (Askerud 1986-89, Klocke 1987-90)
- Klimat under vegetationssäsongen (Askerud 1989-90)

• Blomningsdynamik- preliminära resultat

Exempel på resultat från studier av pollenförekomsten i luft i relation till blomningsfenologin presenteras för Klockeplantagen 1988 i figur 2 och Askerudsplantagen 1987 i figur 3.



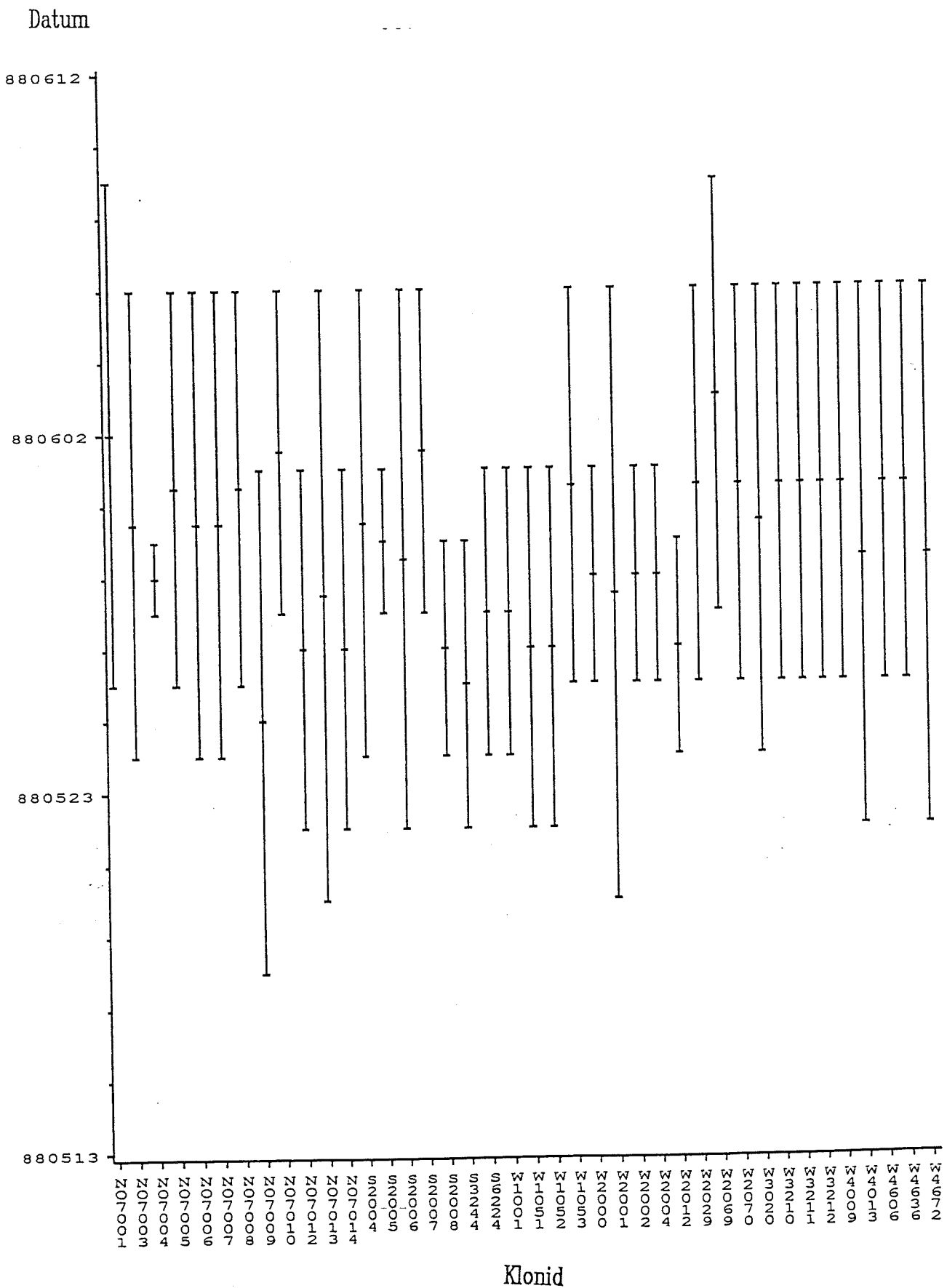
Figur 2. Honblomningensförlopp, tidsperiod för pollenrykning, samt pollenförekomst i luft i och utanför tallfröplantagen 123 Klocke 1988. Hälften av plantagens kloner (32 st) ingick i studierna av blomningsförloppet.



Figur 3. Honblomningsförlopp, tidsperiod för pollenrykning, samt pollenförekomst i luft i och utanför tallfröplantagen 493 Askerud 1987.

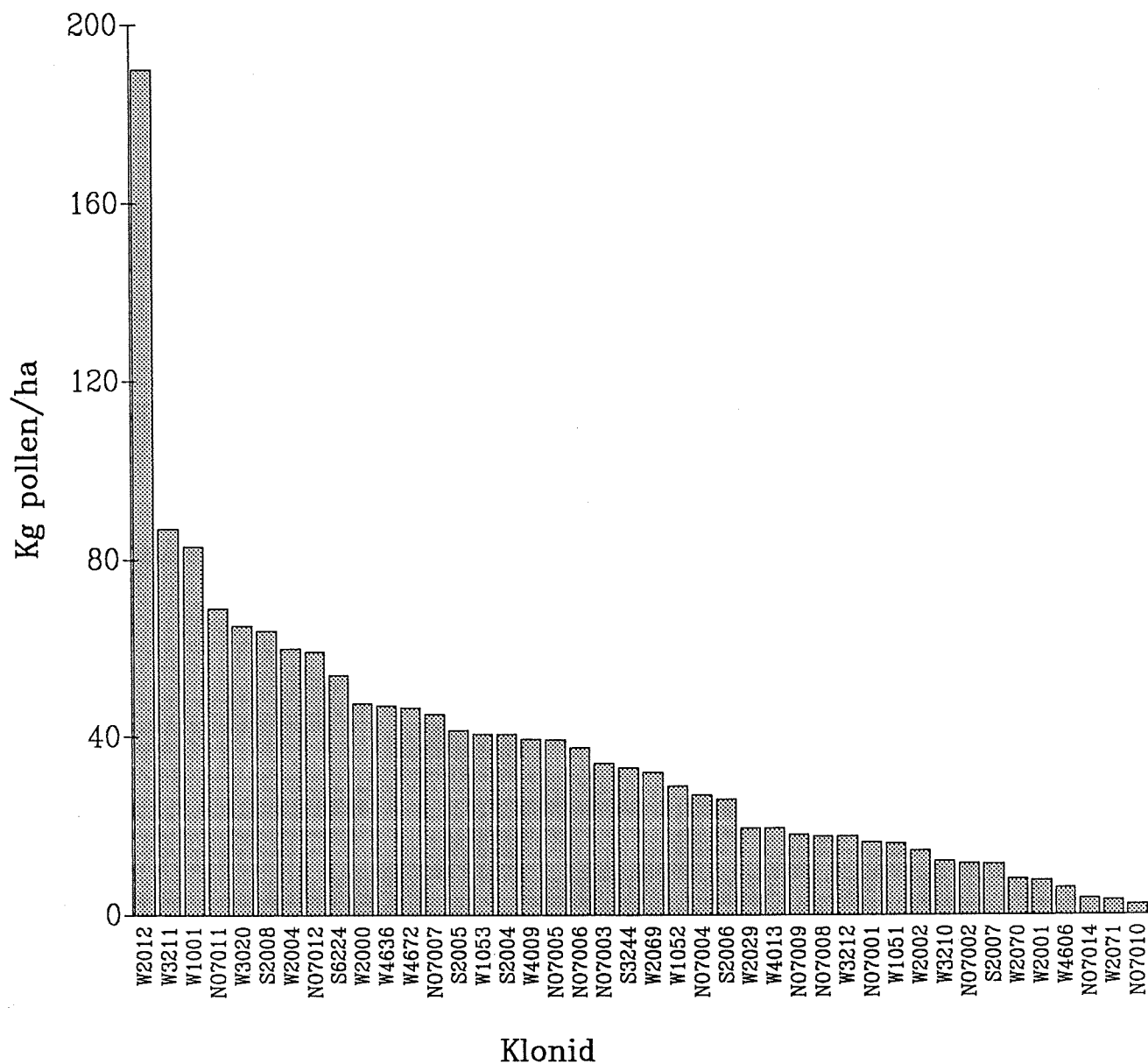
Av diagrammen framgår att en stor andel av plantagens honblommor är optimalt mottagliga för pollen, innan det finns något plantageproducerat pollen i luften. De tidigt blommande honblomställningarna blir därför med stor sannolikhet befruktade med vildpollen. Institutet för skogsförbättring genomförde 1985 en studie i Askerudsplantagen som bl.a visade att det kan finnas honblomställningar som är mottagliga för pollinering även efter det att plantagens pollenrykning upphört (Brindbergs m.fl., 1987).

I figur 4 beskrivs honblomningens förlopp för samtliga kloner i Askerudsplantagen 1988. Starttidpunkten såväl som blomningsperiodens längd varierar, vilket medför att vissa kloner sannolikt löper större risk att pollineras av vildpollen än andra.



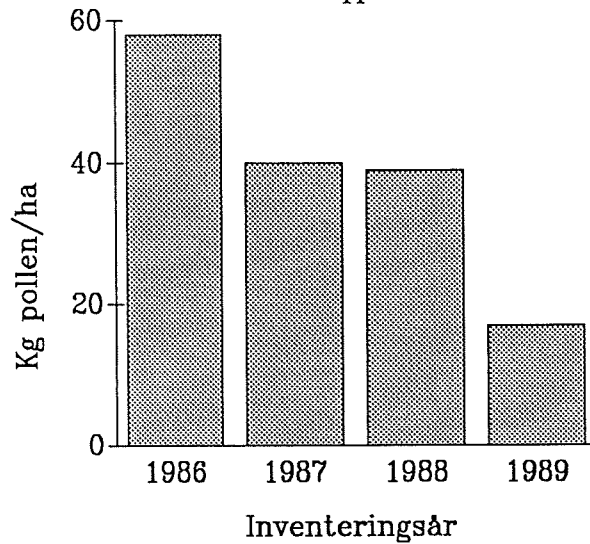
Figur 4 Honblomningens tidsförlopp för varje enskild klon i tallfröplantagen 493 Askerud 1988. Linjerna representerar den tidsperiod då minst 10 % av klonens honblomställningar var optimalt mottagliga för pollen.

Klonerna skiljer sig också avsevärt åt beträffande hanblomsproduktion. Av figur 5 framgår att 25% av klonerna står för cirka 50% av plantagens totala pollenproduktion. Klonen med den högsta pollenproduktionen svarade ensam för drygt 12% av plantagens totala pollenproduktion. I undersökningen ingick 41 av plantagens 43 kloner.

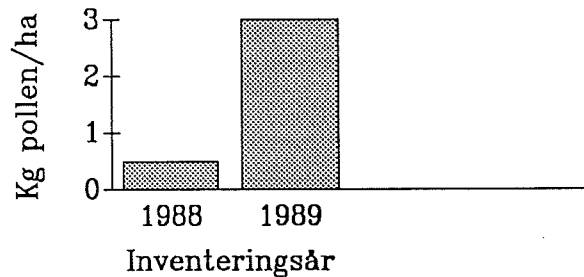


Figur 5. Pollenproduktionen (medeltal för åren 1987, -88, 89) hos 41 kloner i tallfröplantagen 493 Askerud.

Askerudsplantagens pollenproduktion, för åren 1986-89, redovisas i figur 6 och Klockeplantagens, för åren 1987-88, i figur 7.



Figur 6. Årlig pollenproduktion i tallfröplantagen 493 Askerud under perioden 1986 -89.



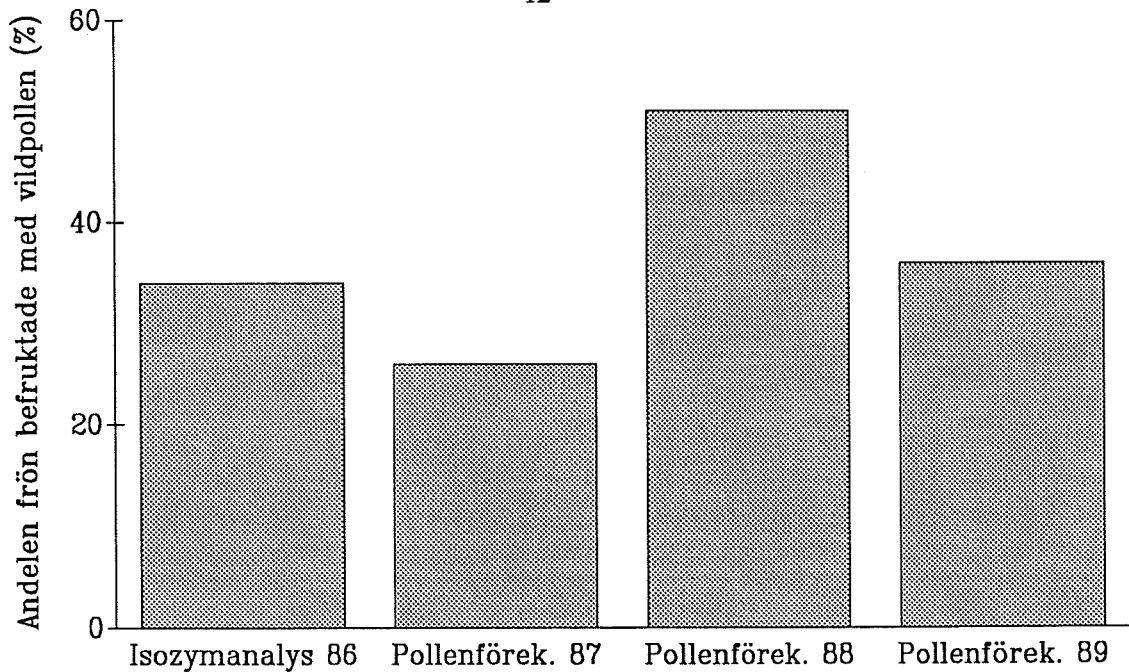
Figur 7. Pollenproduktionen i tallfröplantagen 123 Klocke åren 1988 och -89.

Pollenproduktionen kan betraktas som tillfredsställande i Askerudsplantagen, medan den däremot får anses som alltför låg i Klockeplantagen. Institutionen för skoglig genetik och växtfysiologi har i samarbete med Skogsförbättring analyserat inkorsningsgraden av fjärrpollen i Askerudsplantagen blomningsåret 1985 och uppskattat den till lägst 33 %. Samma år uppgick enligt El-Kassaby m.fl (1989) inkorsningen i Klockeplantagen till lägst 21%. Jämförs inkorsningsresultaten med plantagernas pollenproduktion styrks inte uppfattningen att en hög pollenproduktion alltid är direkt förknippad med en lägre inkorsningsgrad.

• Blomningsdynamik - utveckling av inventeringsmetoder

Ny- och vidareutveckling av tillförlitliga och effektiva metoder för studier av plantagernas pollenproduktion (Eriksson & Jansson, 1987), pollenförekomsten i luft (Eriksson & Almqvist, 1990) har genomförts. Arbetet med att utveckla en lämplig metod för inventering av blommognadsutvecklingen (fenologin) pågår. Ett mobilt system för kontinuerlig klimatregistrering har köpts in och anpassats för klimatstudier i fröplantagemiljö.

Utveckling av en billig och enkel metod för att skatta inkorsningen av vildpollen i tallfröplantager har påbörjats (Eriksson & Almqvist, 1990). Metoden ger ett ungefärligt inkorsningsvärde genom att den totala pollenförekomsten i luften under blomningsperioden jämförs mellan pollenfällor placerade i och utanför plantagen. I figur 8 redovisas årsvisa inkorsnings-siffror för Askerudsplantagen.



Analysmetodik och frömnadsår

Figur 8. Inkorsningen av vildpollen i tallfröplantagen 493 Askerud frömnadsåret 1986 -89. Skattningen av andelen frön befruktade med vildpollen har utförts med isozymanalyser (1986) av Inst. f. skogl. gen. och växtfys. vid SLU och med pollenförekomstmetoden (1987 -89) av Institutet för skogsförbättring.

Som framgår av figuren ligger inkorsningsgraderna, skattade med "Pollenförekomstmetoden", i nivå med inkorsningsgraden skattad med isozymanalys. Det bör dock observeras att jämförelsen i figuren gäller för olika blomningsår. Säkerheten hos "pollenförekomstmetoden" i jämförelse med de tillförlitligare isozymanalyserna bör testas ytterligare, innan metoden kan rekommenderas för praktiskt bruk. Sådana metodjämförelser kan genomföras med hjälp av material, som insamlats i Askerudsplantagen, från tre olika frömnadsår.

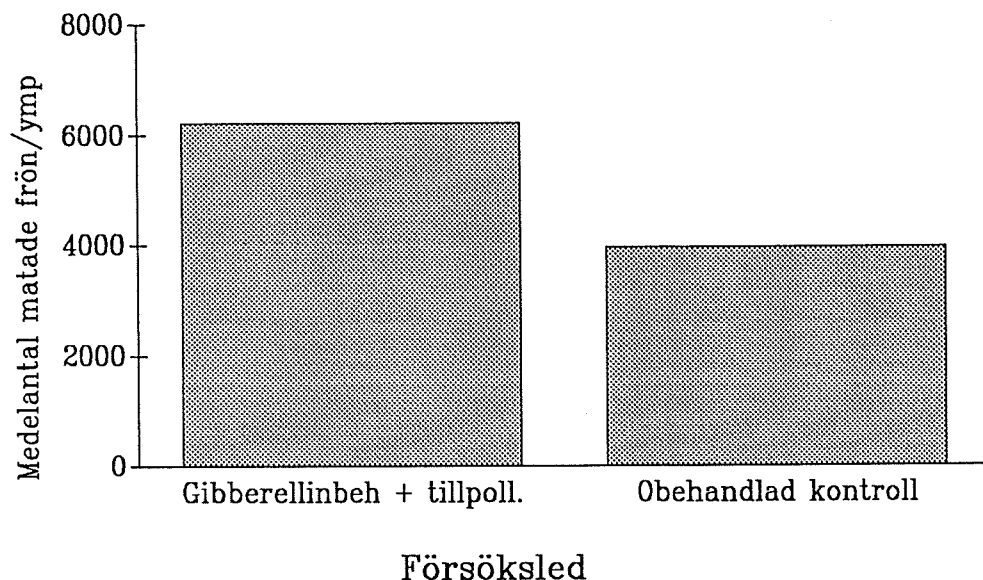
• Blomningsstimulering - genomförda försök

Med olika metoder för blomningsstimulering borde produktionen av pollen och frön kunna ökas i fröplantagerna. Lyckade tillämpningar av blomningsstimulering och tilläggs-pollinering i unga plantager kan innebära tidigare skördar och därmed snabbare avkastning på plantageinvesteringar. I äldre plantager borde blomningsstimulering i kombination med tilläggs-pollinering och särplockning kunna användas för att höja pollen- och fröproduktionen på de bästa klonerna. Detta är inte minst viktigt i de fall då kloner med höga avelsvärden är dåliga pollen- och/eller fröproducenter. Tänkbara metoder för praktisk tillämpning av blomningsstimulering i markbaserade fröplantager är bl.a. hormonbehandling, rotbeskärning och partiell ringbarkning. Under projektperioden har fem försök med hormonbehandling via staminjektioner av tillväxthormonet gibberellin GA 4/7 genomförts i olika tallfröplantager:

- 123 Klocke 2 försök åren 1988 och 1989
- 493 Askerud 2 försök 1988 och 1989
- 494 Borgvik 1 försök 1988

Gibberellinbehandling - preliminära resultat

Frö från de försök som genomfördes 1988 har samlats in och två av försöken har analyserats. I det "halvpraktiska" Klockeförsöket, som syftar till ökad produktion av hårdigt frö, ökade produktionen av matade frön i medeltal med cirka 55 % (se figur 9) för de stimulerade ymparna jämfört med kontrollymparna.



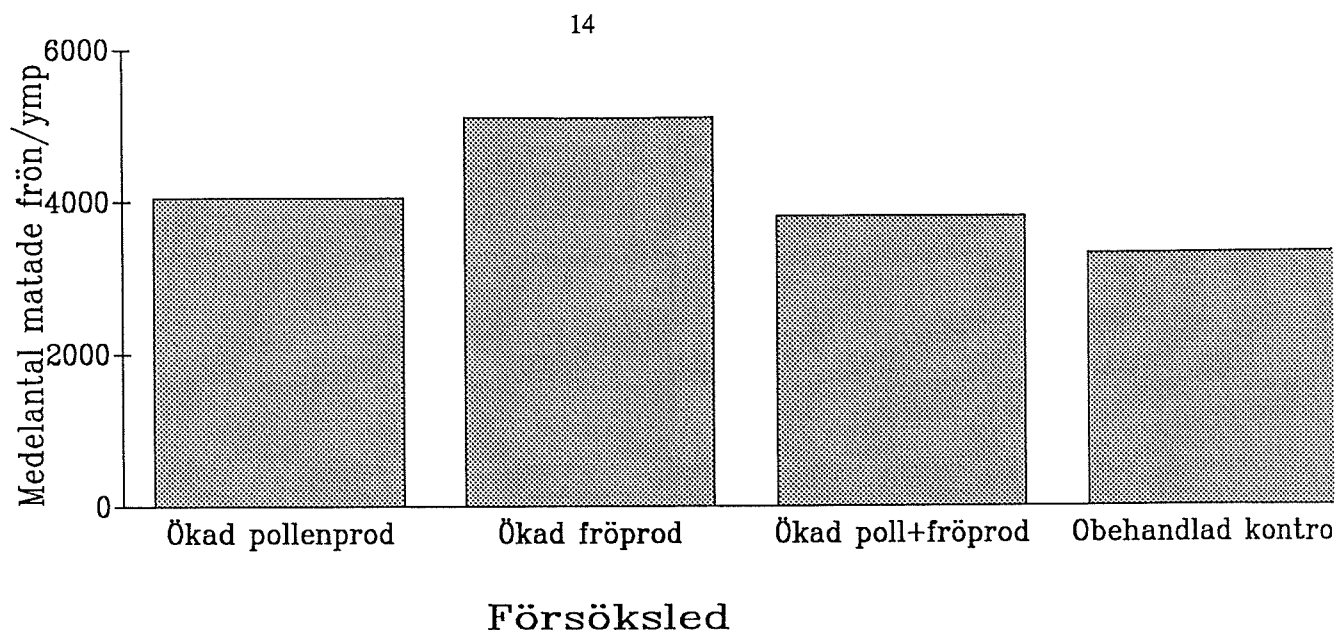
Figur 8. Medelproduktionen av matade frön/ymp 1990 i ett försök med gibberellinbehandling (GA 4/7) och tilläggspollinering i tallfröplantagen 123 Klocke.

I försöket i Borgviksplantagen 1988 ingick följande försöksled:

1. Gibberellinbehandling (GA 4/7) för ökad pollenproduktion,
2. Gibberellinbehandling (GA 4/7) för ökad pollen och fröproduktion
3. Gibberellinbehandling (GA 4/7) för ökad fröproduktion
4. Obehandlad kontroll.

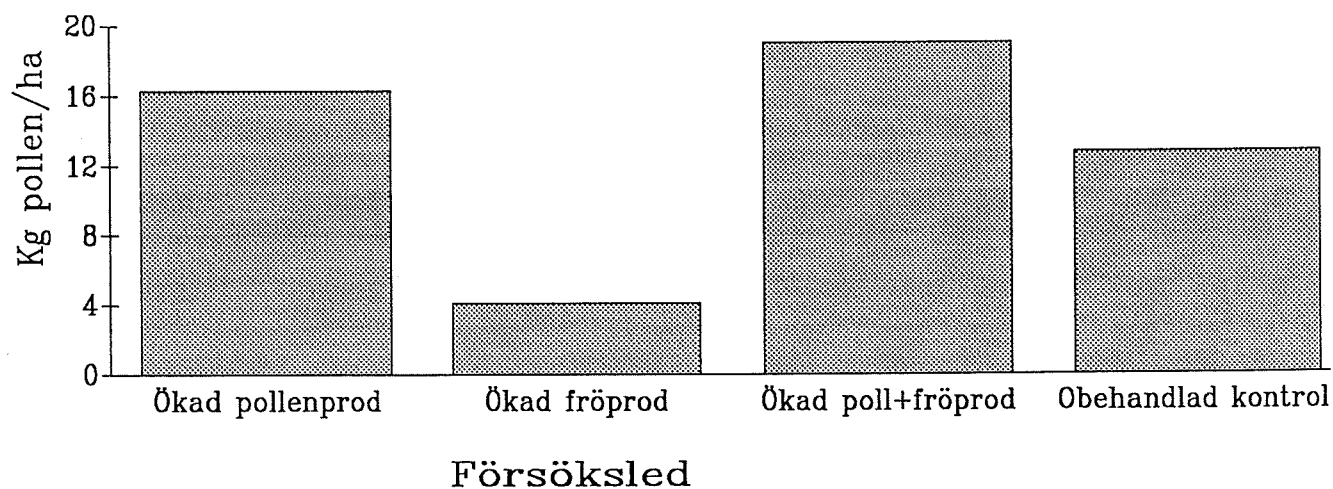
Anledningen till att försöksleden är uppdelade på stimulering för ökad pollen- och fröproduktion samt kombinationen av dessa är att tallens anlag för han- respektive honblommning initieras vid olika tidpunkter under vegetationssäsongen. Hos vanlig tall och närbesläktade tallarter initieras anlagen för nästa års hanblommning ungefär vid tiden för det innevarande årets pollenrykning, d.v.s någon gång på försommaren (Owens & Blake, 1985). Anlagen för honblommning initieras enligt samma författare 1-1.5 mån senare.

Produktionen av matade frön i Borgviksförsöket var cirka 45 % högre i försöksledet med gibberellinbehandling för ökad fröproduktion jämfört med kontrollen. (se figur 10). Försöksledet med gibberellinbehandling för ökning av både pollen- och fröproduktionen och försöksledet med stimulering för ökad hanblomsproduktion har producerat obetydligt fler matade frön än kontrollledet. Gibberellinbehandlingarna verkar inte ha påverkat vare sig tomfröprocenten eller frönas tusenkornsvikt i något av de analyserade försöken. En tendens är att de gibberellinbehandlade ymparna får fler men mindre kottar. Inte i något av försöken har skillnader i antalet matade frön/kotte påvisats mellan gibberellinbehandlade försöksled och kontroller.



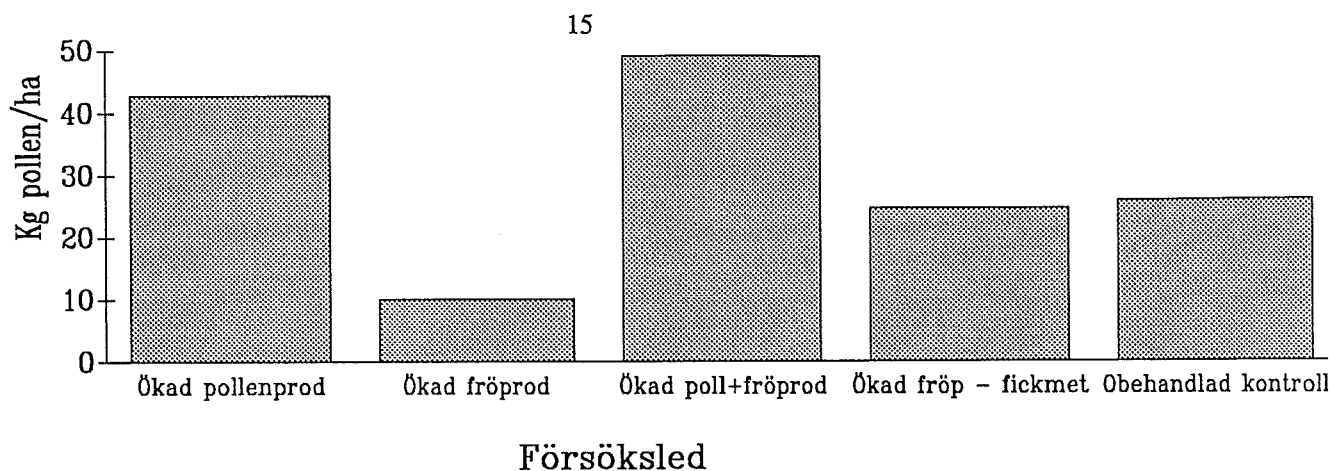
Figur 10. Produktionen av matade frön/ymp 1990 i ett försök med gibberellinbehandling (GA 4/7) utfört i tallfröplantagen 494 Borgvik 1988.

Pollenproduktionen efter gibberellinbehandling i Borgviksförsöket ökade mest för försöksledet med stimulering för både ökad pollen- och fröproduktion och därefter för försöksledet med stimulering för ökad pollenproduktion (se figur 11). Det är värt att notera att pollenproduktionen i försöksledet med gibberellinbehandling för ökad fröproduktion är lägre än pollenproduktionen i kontrollerna.



Figur 11. Pollenproduktionen omräknat till kg pollen/ha 1989 i ett försök med gibberellinbehandling (GA 4/7) utfört i tallfröplantagen 494 Borgvik 1988.

Samma mönster kommer igen i det "parallellförsök" som genomfördes i Askerudsplantagen 1989 (se figur 12). Pollenproduktionen blev även där lägst i försöksledet för ökad fröproduktion. Även i Askerudsförsöket blev pollenproduktionen högst i försöksledet för ökad pollen- och fröproduktion och näst bäst i försöksledet för ökad pollenproduktion. Resultaten överensstämmer alltså väl med Borgviksförsökets resultat.



Figur 12. Pollenproduktionen omräknat till kg pollen/ha 1990 i ett försök med gibberellinbehandling (GA 4/7) utfört i tallfröplantagen 494 Askerud 1989.

I försöket i Askerud ingick exakt samma kloner och försöksled som i Borgvik. Enda skillnaden mellan försöken är att ett försöksled med en ny appliceringsteknik - "fickningsmetoden" tillkommit i Askeruds försöket. Den nya tekniken påminner om den fickningsmetod som används vid bekämpningen av asp. I "fickningsmetoden" appliceras gibberellinlösningen i en "fickningsskåra" i stället för i ett borrhål. Fungerar metoden biologiskt kan gibberellinbehandlingen göras effektivare och billigare. Effekterna på fröproduktionen i Askeruds försöket kan redovisas i början av 1992, eftersom kottarna blir skördemogna först under hösten 1991.

Gibberellinbehandling - skador

Vid gibberellinbehandling av andra trädslag - och då framför allt gran, har barr- och skottskador identifierats. Samtliga gibberellinförsök som genomförts i projektet har skadeinventerats. För tallens del har inga direkta gibberellinskador kunnat påvisas. Det finns en svag tendens till att behandlade ympar kan få en ökad frekvens proleptiska skott, som dock inte givit några bestående skador. I Klocke- och Borgviksförsöken har vissa ympar gibberellinbehandlats två år i rad. Inte heller den upprepad behandlingen har gett upphov till några skador på skott och barr. Effekterna av upprepad behandling på fröfysiologin har inte utvärderats.

Gibberellinbehandling - ekonomi

I det "halvpraktiska" Klockeförsöket uppgick preparat- och arbetskraftskostnaden för gibberellinbehandlingen till cirka 19 kr/ ymp i 1990 års kostnadsläge. Eftersom de gibberellinbehandlade ymparna i genomsnitt producerade cirka 2200 fler matade frön än motsvarande kontrollympar, blir merkostnaden för gibberellinbehandlingen per frö cirka 0.8 öre. Vid den aktuella tusenkornvikten (5.8 g) blir merkostnaden uttryckt i kr/kg frö cirka 1500 kr. Kostnadsökningen kan bli mindre eftersom kostnaden för kottplockningen minskar när antalet kottar per ymp ökar.

• **Blomningsstimulering - fortsatt utveckling**

För närvarande är gibberellinpreparaten inte registrerade och godkända av kemikalieinspektionen för praktiskt bruk utan endast tillåtna i "försökssyfte". Registrering av kemiska preparat är som bekant en mycket omständlig och kostsam procedur, som bekostas av de presumtiva användarna. Det finns skäl att undersöka om andra metoder, som rotbeskärning och partiell ringbarkning, är lika effektiva för att höja pollen- och fröproduktionen i fröplanta-gerna som gibberellinbehandlingen.

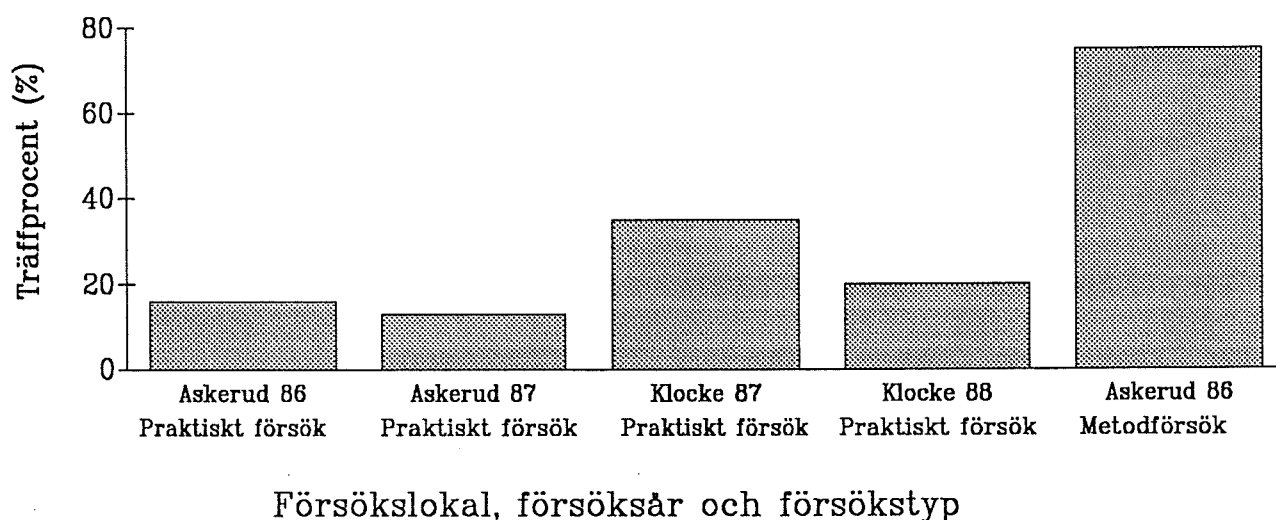
• Tillägspollinering - genomförda försök

Tillägspollinering av oisolerade honblomställningar med utvalt pollen kan vara en metod för att öka faderskapskontrollen i konventionella fröplantager. För att undersöka tillägspollinerings praktiska tillämpbarhet har sedan 1986 totalt 13 olika försök genomförts i Askeruds- (7 st) och Klockeplantagen (2 st) samt i Brunsbergs mobila ymparkiv (4 st). Hittills har 5 av försöken analyserats med isozymanalyser av Institutionerna för skoglig genetik & växtfysiologi och skogsgenetik vid SLU. För närvarande pågår analyser av ytterligare försök. I bilaga 3 ges en detaljerad beskrivning av genomförda försök och hur långt dessa behandlats i analys och bearbetning.

Under perioden har projektet deltagit med rådgivning och planering vid olika "halv-praktiska" tillägspollineringar, som utförts av plantageintressenterna.

• Tillägspollinering - preliminära resultat från ett metodförsök

Vid analyserna undersöks tillägspollinerings träffprocent, d.v.s hur stor andel av fröet som befruktats med det önskade, tillförda pollenet. De första preliminära resultaten av ett metodförsök utfört i Askerudsplantagen 1986 var mycket lovande. Som ett grovt försöksmedeltal hade omkring 75% av fröna befruktats av det tillförda pollenet (se figur 13). Försöket visade, att om pollineringen utförs när honblomställningarna är optimalt receptiva är en enda välriktad pollinering tillräcklig för att nå mycket höga "träffprocenter". Isolering av blomställningarna efter pollineringen och upprepade pollineringar av blomställningarna ökade inte nämnvärt "träffprocenterna" i metodförsöket.



Figur 13. Försöksmedeltal för praktiska försök och metodförsök med tillägspollinering i tallfröplantagerna 123 Klocke och 493 Askerud. Andelen frön som befruktats med det tillförda pollenet (träffprocenten) har analyserats med isozymteknik av Inst. f. skogl. gen, och växtfys. vid SLU.

• Tillägspollinering - preliminära resultat från praktiska försök

Tillägspollinering av enskilda optimalt mogna blomställningar är inte ekonomiskt möjlig i storskalig fröproduktion. Majoriteten av tillägspollineringsförsöken har därför utförts med en mer praktiskt anpassad metod, där pollenspridningen riktas mot grupper av mogna blomställningar på helträdsbasis. Försöken med helträdspollinering har utförts i Askerudsplantagen, som har en hög pollenproduktion, och i Klockeplantagen, som har en dåligt utvecklad pollenproduktion. Av figur 13 framgår att försöksmedeltalen för träffprocenterna i de hittills utvärderade försöken är högre i Klockeplantagen än i Askerudsplantagen. För samtliga

försök gäller att spridningen mellan försöksled och kloner är betydande.

I Askeruds försöken blev "träffprocenterna" något högre då tilläggspollineringen utfördes vid fler än ett tillfälle per dag och ymp. Detta kan troligen förklaras med att utmognaden av honblomställningar på en ymp inte sker samtidigt utan successivt vid olika tidpunkter. I försöken finns också en tendens att pollinering av kloner/ympar som blommar tidigt i förhållande till övriga kloner kan ge högre "träffprocenter". Tidigt blommande kloner/ympar är förmodligen de som löper störst risk att befruktas av vildpollen.

I 1986-års försök i Askerudsplantagen undersöktes hur träffprocenten påverkades av honblomställningarnas position i ymparnas kronor. Det visade sig att träffprocenterna ofta var lägre i den övre tredjedelen av kronan. Orsakerna kan vara att det vid pollineringen från marken är svårt att upptäcka mogna blommor som sitter högt uppe i kronorna (3.5-5m). Den högre vindhastigheten, som ofta råder i de övre delarna av kronorna, bidrar förmodligen till att minska tilläggspollinerings träffsäkerhet. Dessutom är det möjligt att konkurrensen från vildpollen är högre i kronornas övre delar och speciellt då vid högre vindhastigheter.

• Tilläggspollinering - rekommendationer

Resultaten från de första försöken kan vid nuvarande kunskapsnivå sammanfattas i följande rekommendationer för praktisk tilläggspollinering i tallfröplantager:

- Tilläggspollinering bör genomföras 2-3 ggr/dag och ymp under blomningsperioden (ca 3-5 dagar).
- Pollineringen bör genomföras vindskyddat, riktat mot och så nära honblomställningarna som möjligt. Eftersom pollen är en relativt dyr bristvara bör pollensnål teknik användas.
- Det pollen som ska användas bör vara vitalitetstestat och av god kvalitet.

• Tilläggspollinering - fortsatt utveckling

Slutsatserna från de första försöken har legat till grund för planering och genomförande av de "nya försöken" som utförts under och efter 1989. Resultaten från metodförsöket (se figur 13) där pollineringen utfördes mycket nära optimalt mogna honblomställningar, är mycket uppmuntrande. För att undersöka hur erfarenheterna från metodförsöket kan omföras till en "mer praktisk" teknik genomfördes säsongen 1990 ett försök med tilläggspollinering i Brunsbergs mobila ymparkiv. Effekterna av olika pollineringsavstånd och antalet pollineringstillfällen studerades. I försöket ingick dessutom mycket noggranna studier av blommognadsutvecklingen. Tyvärr skadades försöket så allvarligt av svåra nattfroster under perioden närmast efter pollineringen, att det måste läggas ned. Frågan är så intressant att försöket bör göras om. Resultaten från försöken och tilläggspollinerings ekonomiska förutsättningar är så pass goda, att det finns starka skäl till fortsatt biologisk och teknisk utveckling.

Det är också angeläget att försök med plantagedesigner speciellt avsedda för tilläggspollinering genomförs. Exempel på sådana är häckplantager med klonrader och speciella beskärningsmodeller i konventionella plantager.

• Tilläggspollinering - kostnader

I anslutning till försöksverksamheten har vidareutveckling av pollineringsutrustning och tidsstudier av pollineringsarbetet genomförts. En kostnadsuppföljning av en praktisk åtgärd med polleninsamling, blomningsstimulering (hormonbehandling) och tilläggspollinering i Klockeplantagen har utförts. Merkostnaden för tilläggspollinerade fröpartier (samtliga åtgärder inkluderade) vid 10 st pollineringar/ ymp och en realiserad fröproduktion av 10100 matade frön/ymp, blir i 1990 års kostnadsläge totalt 1.4 öre/ matat frö (se även bilaga 2).

• **Kontrollerad fröframställning i konventionella plantager - "Indiantältsmetoden"**

Under projektperioden har försök med "Indiantältsmetoden" för produktion av tallfrö med fullständigt kontrollerat faderskap genomförts. Metoden går till på följande sätt:

- ÅR 1** Utvalda ympar gibberellinbehandlas och all markvegetation i en omkrets motsvarande omkretsen på isoleringstältet avlägsnas, lämpligen med herbicidbehandling. Tältställningen monteras för att spara tid vid isoleringen nästa vår.
- ÅR 2** Ymparna isoleras, d.v.s tältduken av växthusplast fästs på tältställningen. Ymparna pollineras med utvalt pollen. Så fort som pollineringen avslutats och honblomställningarna blivit "övermogna" tas isoleringen bort.
- ÅR 3** Kotten skördas.

• **"Indiantältsmetoden" - preliminära resultat**

Med "indiantältsmetoden" är det möjligt att producera tallfrö med kontrollerat faderskap och goda fysiologiska egenskaper (se tabell 1).

Tabell 1. Jämförelse av antal matade frön, tomfröprocent och tusenkornvikt mellan ympar som isolerats 1988 och kontrollympar. Fröpartierna skördades 1989 i tallfröplantagen 123 Klocke.

Försöksled	Antal matade frön	Tomfröprocent (%)	Tusenkorvikt (g)
Isolerade ympar	11.3	28.9	6.4
Kontrollympar	10.5	42.8	6.3

Stressas de isolerade ymparna av ogynnsamt klimat till följd av isoleringen eller för lång isolering, kan dock fröfysiologin påverkas negativt (se figur 15). För ett bra resultat är det viktigt att pollenet som tillförs är av god kvalitet.

Tabell 2. Jämförelse av antal matade frön, tomfröprocent och tusenkornvikt mellan ympar som gibberellinbehandlats 1988 och isolerats 1989 och kontrollympar. Fröpartierna skördades 1990 i tallfröplantagen 123 Klocke.

Försöksled	Antal matade frön	Tomfröprocent (%)	Tusenkorvikt (g)
Isolerade ympar	5.1	66	5.5
Kontrollympar	10.8	56	5.9

- **"Indiantältsmetoden" - ekonomi**

Eftersom kostnaden är omvänt proportionell mot fröproduktionen bör ymparna blomningsstimuleras. Kostnaderna för att producera frö med "Indiantältsmetoden" ligger i 1990 års kostnadsläge, uppskattningsvis inom intervallet 50 -100 öre/ matat frö. Metoden kan därför endast rekommenderas för framställning av begränsade tallfröpartier avsedda för speciella ändamål.

- **"Indiantältsmetoden " - fortsatt utveckling**

Tekniken att producera frö med fullständig faderskapskontroll i konventionella tallfröplantager kan utvecklas ytterligare. För att sänka kostnaderna bör billigare och mer lätthanterad isoleringsutrustning utvecklas. Detsamma gäller för isoleringstekniken. Genom att anlägga plantagerna och "forma" ymparna enligt nya modeller, till exempel som häckar, kan förmodligen kostnaderna för isolering och pollinering minskas ytterligare.

Möjligheten att producera utvalt granfrö med "Indiantältsmetoden" borde undersökas, eftersom begränsade granförpartier lätt kan förmeras i form av bulksticklingar. Även vid mycket höga fröpriser kan denna kombinationsmetod vara ekonomiskt försvarbar.

1. Kontrollerad fröframställning i växthusplantager

För att helt eliminera problemet med vildpollen och samtidigt maximera den genetiska vinsten i fröproduktionen, måste system för mer flexibel och fullständig kontrollerad fröframställning utvecklas. Ett sådant system kan vara en s.k. växthusplantage. En växthusplantage består av isoleringshus för kontrollerad pollinering och ympar som intensivodlas i mobila odlingsbehållare för maximal produktion av genetiskt och fysiologiskt högvärdigt frö. Jämfört med den konventionella plantagen borde en växthusplantage kunna ge följande fördelar:

- Praktisk fröproduktion vid lägre ympåldrar
- Högre fröproduktion i förhållande till ympstorlek.
- Lätt att variera förband efter ymp- och krukstorlek.
- Fullständig faderskapskontroll.
- Snabbare omsättning av förädlingsframstegen, d.v.s nya bättre kloner kommer snabbare ut i fröproduktionen.
- Ökad flexibilitet i fröproduktionen, d.v.s genom ökade möjligheter till behovsanpassning av fröproduktionen.
- Säkrare fröproduktion, d.v.s. bättre kontroll av frömognaden, vilket dessutom kan ge bättre och jämnare frökvalitet
- Rationellare skörd av hanblomställningar och kottar.

Under projektperioden har arbetet med att bygga upp en försöksanläggning för kontrollerad fröframställning i Brunsberg fortsatt. I anläggningens mobila ymparkiv finns nu över 600 ympar (450 tall, 110 gran, 40 contortatall) odlade i flyttbara krukor av varierande storlek. Tallklonerna i det mobila ymparkivet är avkommeprövade och har bra avelsvärden. Till försöksanläggningen hör också 8 st isoleringshus, fläktutrustning, system för näringsbevattning samt en anläggning för kontinuerlig klimatregistrering. I anslutning till det mobila ymparkivet har dessutom en markbaserad häckplantage anlagts. Häckplantagen som är i modellskala ska användas vid jämförelser mellan mark- och krukbaserad fröproduktion.

• Kontrollerad fröframställning - försök och resultat.

Sedan starten 1986 har flera praktiska studier och försök anlagts och genomförts inom fyra delområden:

1. Odling och lagring av ympar i stora krukor.
2. Rot- och kronbeskrning av ympar.
3. Blomningsstimulering och blomningsregulering.
4. Artificiell pollinering i form av tilläggs- och/eller kontrollerad pollinering.

Försökens övergripande syfte har varit att undersöka om det är möjligt att producera praktiska frömängder i en växthusplantage. Många av försöken är integrerade, d.v.s omfattar fler än ett delområde. Till exempel kan ymparna ett år ingå i ett gibberellinförsök, för att nästa år användas i försök med artificiellt pollinering. I sammanställningen nedan beskrivs, delområdesvis, påbörjade försök och de resultat som hittills uppnåtts.

1. Odling och lagring av ympar i stora krukor - genomförda försök

Ymparna i det mobila arkivet odlas i stora plast- och betongkrukor (50-1000 l). Tekniken att odla tall-, gran- och contortaympar i stora krukor för en hög, jämn och säker fröproduktion är relativt outvecklad. För att ta fram kunskaper och lämplig teknik för krukodling har följande försök och studier påbörjats i det mobila ymparkivet.

- Försök med att gräva upp och flytta uppväxta tallympar (2-5m) från konventionella plantager för omskolning och odling i stora krukor. Flyttningen har genomförts med en metod som utarbetats i samarbete med Korsnäs AB.
- Försök med att gräva upp och flytta uppväxta gransticklingar till omskolning och odling i stora krukor. Flytten genomfördes 1989 med "Korsnäsmetoden". Sticklingarna var vid flytten 9 år gamla (12 år räknat från sådd).
- Studier av skötselmetoder och lämplig teknik (krukstorlek, substrat, näring, bevattning, vinterlagring) för optimal tillväxt och tidig fröproduktion (vid låg ympålder) på små ympar av tall, gran och contortatall.
- Försök för att belysa hur olika krukstorlekar, substrat och näringstillförsel påverkar tillväxt och fröproduktion på små (cirka 0.5 m höga) tall- och granympar.
- Försök med att öka fröproduktionen/ arealenhet (krukareal) genom att odla fler än en ymp per kruka har påbörjats. För bra ekonomi i en växthusplantage är det viktigt att fröproduktionen per arealenhet maximeras.

1. Odling och lagring av ympar i stora krukor - preliminära resultat

- "Korsnäsmetoden" för flyttning av uppväxta tallympar från konventionella plantager till krukodling har fungerat utmärkt. Sedan 1986 har omkring 90 stycken 2-4m höga tallympar flyttats med metoden. Avgångarna t.o.m. säsongen 1990 har varit oväntat små (cirka 5 %).
- Även uppgrävningen och flyttningen av de 30 gransticklingarna gick bra och endast 2 sticklingar har hittills dött. Sticklingarna ingår nu i ett försök med blomningsstimulering som utfördes 1990 (se nedan).
- De "äldsta" ymparna i det mobila ymparkivet har odlats sedan 1986 med mycket gott resultat. Tillväxten hos ymparna har varit mycket god. Även rottillväxten har varit bra. Befarade vinterskador på rotsystemen, till följd av låga temperaturer och samtidig brist på isolerande snölager, har hittills uteblivit. Uppkomna skador har främst varit frostskaador på sträckande granskott och tallblomställningar i känsliga utvecklingsfaser. Enstaka insektsangrepp av tallbarrlusen och röda tallstekeln kan också rapporteras.
- Övriga försök inom delområdet, som påbörjats under perioden, är ännu för unga för att ha avkastat några resultat.

2. Rot- och kronbeskärning av ympar - genomförda försök

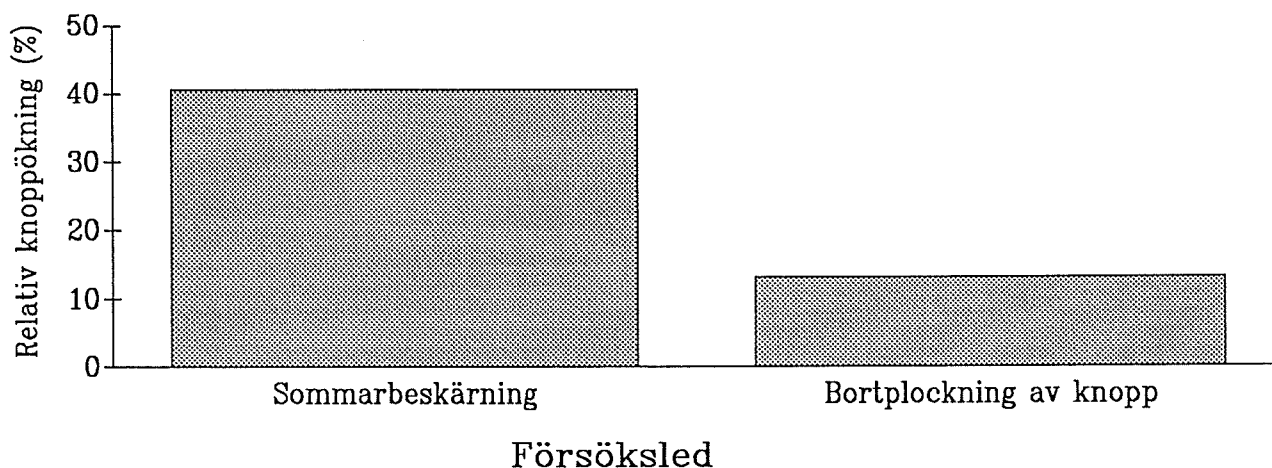
Arbetet inom delområdet syftar till att utveckla lämpliga metoder för rot- och kronbeskärning av krukodlade ympar. Beskärningsåtgärderna ska bidra till en tidig, hög och tillförlitlig fröproduktion. Följande studier och försök har påbörjats:

- Försök för att utveckla beskärningsmetoder för tidig och maximal blomning på små (0.5 - 1m) krukodlade tallympar i tillväxtfas har anlagts. I försöket studeras hur olika beskärningsformer påverkar skottbildning, blomning och fröproduktion. Förutom "vanlig" beskärning ingår försöksled som: sommarbeskärning av ledande skott, knopplockning, och gibberellinbehandling.

- Undersökningar av på vilket sätt och hur ofta rot- resp. kronbeskrning ska utföras för maximal, uthållig och tillförlitlig fröproduktion på krukodlade tallympar i produktionsfas.

2. Rot- och kronbeskrning av krukodlade ympar - preliminära resultat

- Rot- och kronbeskrning utförs som standardåtgärd på ympar som kommit in i produktionsfasen. Den goda rottillväxten har påkallat behovet av att utveckla rationell utrustning för rotbeskrning i krukor.
- Den första revisionen av försöket med kronbeskrning av små tallympar har genomförts. Analysen visade att den relativa knoppökningen blev påvisbart högre i försöksledet med sommarbeskrning (besk. av sträckande skott) jämfört med försöksledet, där knopparna på ledande skott plockats bort (se figur 14). Resultatet indikerar möjligheten att med sommarbeskrning öka antalet skott och därmed förutsättningen för en hög fröproduktion på "unga" och relativt små tallympar. Försöket förutsätts drivas vidare och inventeras ytterligare ett antal säsonger.



Figur 14. Relativ ökning av antalet nya knoppar efter sommarbeskrning (klippning av sträckande skott) och plockning av knopp (bortplockning av knoppar på ledande skott efter knoppsättning) i ett beskrningsförsök på, 0.5 - 1m höga, krukodlade tallympar.

3. Blomningsstimulering och blomningsregulering - genomförda försök

För att fröproduktionen ska komma igång vid låga ympåldrar och bli så hög och tillförlitlig som möjligt bör de krukodlade ymparna blomningsstimuleras. För att förlänga blomningssäsongen och förlägga den till tidpunkter då luftens innehåll av vildpollen är försumbart är olika former av tidsregulering av blomningen intressanta att studera. Det är även viktigt att belysa hur blomningsstimulering och blomningsregulering påverkar frömodningen och fröfysiologin. Under perioden har följande försök och standardbetonade insatser med blomningsstimulering och blomningsregulering genomförts.

- Sedan 1990 har gibberellinbehandling (GA 4/7) och rotbeskrning genomförts rutinmässigt för blomningsstimulering av krukodlade tallympar. För att mäta effekterna av behandlingarna har tiotalet försök genomförts. Försöken på tallympar har omfattat både unga ympar i tillväxtfas och äldre och ympar i produktionsfas. Blomningsstimuleringsförsök har även genomförts på gran- och contortaympar. Exempelvis

genomfördes 1990 ett försök med gibberellin- och värmebehandling av gransticklingar (se ovan).

- Möjligheten att med värme- och kylbehandling förskjuta ympars blomning till tidpunkter, då luftens innehåll av vildpollen är försumbart, har studerats.

3. Blomningsstimulering och blomningsregulering - preliminära resultat

- Ett försök med rotbeskäring (uppgrävning ur plantage) och hormonbehandling av 24 st. krukodlade, 2-2,5 m höga tallympar genomfördes 1987. Försöket pollinerades artificiellt 1988 och skördades 1989. Ymparna producerade i medeltal 1170 st matade frön per ymp. Tusenkornvikten var 5.8 g och andelen tomfrö 16%. Med hänsyn till ymparnas storlek var det möjligt att placera dem i förbandet 2x2m (2500 ympar/ha). Vid detta förband motsvarar medelproduktionen av matade frön 17 kg frö/ha. Görs jämförelsen med förbandet i en normal plantage 5x5m (400 ympar/ha) motsvarar medelproduktionen 2.7 kg frö/ha. Som jämförelse, utan anspråk på vetenskaplighet, kan nämnas att fröproduktionen samma år i den närbelägna Askerudsplantagen blev 3.3 kg/ha. Vid skördetillfället var ymparna i den normalt utvecklade tallfröplantagen 4.5-5 m. höga. Produktionen i Askerudsplantagen 1989 motsvarar ungefär hälften av plantagens genomsnittliga årsproduktionen. Det bör nämnas att fröproduktionen 1989 blev lägre än normalt även i andra mellansvenska tallfröplantager. Försöksymparnas produktionsresultatet är uppmuntrande och visar att det är möjligt att producera stora frömängder på "relativt" små krukodlade, tallympar. Ymparna i försöket var vid behandlingstillfället i mycket dålig kondition med få barromgångar och korta skott. Orsaken till ymparnas britsfälliga kondition berodde på att de haft dåliga tillväxtbetingelser i den plantage som de hämtats ifrån. Med ympar av bättre kvalitet går det med stor sannolikhet att ytterligare öka fröproduktionen. Speciellt glädjande är att fröfysiologin hos de krukodlade tallymparna hittills varit utmärkt. I många fall är den bättre än vad som normalt gäller för fröpartier från de konventionella tallfröplantagerna.

- I två pilotförsök försomrarna 1989 och 1990 undersöktes möjligheten att försena blomningstidpunkten för containerodlade tallympar i förhållande till den "normala" blomningstidpunkten. Ymparna placerades i en s.k. våtkyl (0.2°, RH 98%), när knoppar och skott visade de första tecknen till "aktivitet" efter vintervilan. Efter cirka en månad, ungefär vid tidpunkten för det aktuella årets "normala" blomning, togs ymparna ut ur kylagret och placerades på friland. Såväl i 1989 års försök som i försöket 1990 blommade de kylbehandlade ymparna ungefär en månad senare än de obehandlade kontrollymparna. Jämfört med kontrollymparna blev andelen aborterade honblomställningar betydligt högre hos de kylbehandlade ymparna i 1989 års försök. I försöket 1990 låg däremot andelen aborterade honblomställningar hos de kylbehandlade ymparna i nivå med kontrollymparnas. Det sämre resultatet i 1989 års försök kan bero på att kylförvaringen, p.g.a. utrymmesbrist i våtkylen, kunde påbörjas först några dagar efter det att ymparnas vintervila brutits.

4. Artificiell pollinering - genomförda försök

Det är väsentligt att metoderna för artificiell pollinering i en växthusplantage är biologiskt och ekonomiskt ändamålsenliga. Det är även viktigt att undersöka hur den artificiella miljön som de krukodlade ymparna "utsätts" för påverkar pollenkvalitet, pollinering, pollengröning och befruktning. För att belysa en del av dessa frågor har följande praktiska åtgärder och försöksverksamhet bedrivits.

- Sju stycken försök med kontrollerad pollinering och tilläggs-pollinering har genomförts (se även bil. 3). För att kunna skatta "träffprocenterna" har det använda pollenet varit s.k. isozymmarkörer. I försöken har även blommognadsstudier, klimatmätningar och fröanalyser ingått.
- Ympar som inte ingått i försök har regelmässigt pollinerats med pollen från kloner med höga avelsvärden.

4. Artificiell pollinering - preliminära resultat

- Träffsäkerheten i de försök med artificiell pollinering av krukodlade ympar, som hittills skördats, har ännu inte bestämts med isozymanalyser. Exempel på erfarenheter om hur fröfysiologin påverkas finns beskrivet ovan under punkten blomningsstimulering.

• Kontrollerad fröframställning - fortsatt utveckling

Innan kontrollerad fröframställningen i växthusplantager blir en praktisk realitet måste forsknings- och utvecklingsarbetet fortsätta. Exempel på viktiga frågor som behöver lösas är:

- Hur ska ympar i krukor skötas för en maximal och uthållig fröproduktion?
I vilket substrat och i vilka krukstorlekar ska ymparna odlas? Hur ofta behöver substrat och krukor bytas? Hur ska tillförsel av vatten och näring ske? Hur och när ska rötter och kronor beskäras för en god fröproduktion? Hur ska ymparna lagras vintertid för att undvika eventuella rotskador?
- Hur ska odlingssystemet som helhet läggas upp? Med vilken metod och hur ofta ska och/eller kan blomningsstimulering utföras? Vilka förband och avstånd mellan ympar ska tillämpas under pollinering, odling och lagring? Hur ska transporterarna utföras? Vilken är ymparnas optimala omloppstid?
- Vilka klimatnivåer är kritiska under pollinering, befruktning, respektive frömog-nad? Kan fröfysiologin styras genom klimatoptimering? Är "accelererad tillväxt" (fler tillväxtsånger per kalenderår) möjlig för tidigare fröproduktion? Kan tallens fröcykel kortas ned till 2 istället för 3 år? Hur påverkar tidsförskjutningar av blomningstidpunkten fröutvecklingen?
- Kan växthusplantager ge acceptabel produktionsekonomi?

Efterhand som den biologiska potentialen klarlagts bör en utvärdering av produktionsförsättningar och kostnader för olika system med växthusplantager genomföras.

Information

Under projektperioden har projektets innehåll och resultat presenterats i en rad nationella och internationell sammanhang. Information och rådgivning som varit direkt riktad till skogsbrukets intressenter har också genomförts. De publikationer som genererats i eller i omedelbar anslutning till projektet redovisas i publikationsförteckningen nedan.

Publikationer under projektperioden.

Vetenskapliga artiklar.

Eriksson, U. Yazdani, R. Wilhelmsson, L. & Danell, Ö. 1990. Success rate of supplemental mass pollination in a seed orchard of *Pinus sylvestris* L. (manuscript) .

Yazdani, R. & Eriksson, U. 1990. Single and multilocus estimate of the effect of artificial pollination on three clones in a seed orchard of *Pinus sylvestris*. (manuscript).

Rapporter

Eriksson, U. 1989a. Metoder för vitalitetstest av barrträdspollen. (Institutet för skogsförbättring, Rapport nr 12), 10 s. Uppsala.

Internrapporter

Eriksson, U. & Wilhelmsson, L. 1988. Slutrapport till skogsbrukets forskningsfond för anslag nr 35 "Förstärkt forskning kring styrd pollinering". (Institutet för skogsförbättring, Internrapport nr 202), 10 s. Uppsala.

Arbetsrapporter

Eriksson, U. 1988. Verksamheten år 1988 inom projekt "Styrd pollinering och kontrollerad fröframställning". (Institutet för skogsförbättring, Arbetsrapport nr 216), 7 s. Uppsala.

Eriksson, U. 1989b. Verksamheten i tallfröplantagen 123 Klocke 1988 - åtgärder och resultat. (Institutet för skogsförbättring, Arbetsrapport nr 222), 11 s. Uppsala.

Eriksson, U. & Jansson, G. 1989. Vitalitetstest av tallpollen med skåltestmetoden. - Dimensionering av stickprovsstorlek och metodbeskrivning. (Institutet för skogsförbättring, Arbetsrapport nr 224), 8 s. Uppsala.

Eriksson, U. 1989c. Verksamheten år 1989 inom projekt "Styrd pollinering och kontrollerad fröframställning". (Institutet för skogsförbättring, Arbetsrapport nr 228), 43 s. Uppsala..

Eriksson, U. 1990a. Resultat från 1989 års insamling av hanblomställningar - Korsnäs AB. (Institutet för skogsförbättring, Arbetsrapport nr 232), 6 s. Uppsala.

Eriksson, U. 1990b. Verksamheten i tallfröplantagen 123 Klocke 1989 - åtgärder och resultat. (Institutet för skogsförbättring, Arbetsrapport nr 233), 14 s. Uppsala.

Eriksson, U. & Almqvist, C. 1990. En metod för undersökning av pollenförekomsten i luft. (Institutet för skogsförbättring, arbetsrapport nr 238), 12 s. Uppsala

Eriksson, U. 1990c. Styrd pollinering och kontrollerad fröframställning - sammanfattade resultat t.o.m . hösten 1990 (Institutet för skogsförbättring, arbetsrapport nr 239), 15 s. Uppsala

Eriksson, U. 1990d. Verksamheten år 1990 inom projekt "Styrd pollinering och kontrollerad fröframställning". (Institutet för skogsförbättring, Arbetsrapport nr 241) s. Uppsala.

Eriksson, U. & Wilhelmsson, L. 1991. Slutrapport till skogsbrukets forskningsfond för anslag nr 128 "Styrd pollinering och kontrollerad fröframställning". (Institutet för skogsförbättring, Arbetsrapport nr 243), xx s. Uppsala.

Informationer

Eriksson, U., Wilhelmsson, L. & Wiman, S. 1988. En metod för pollenframställning. (Institutet för skogsförbättring, Skogsträdsförädlingsinformation nr 3 1987/88), 4 s. Uppsala.

Övrig publicering.

- Eriksson, U. 1989c. Resultat från 1988-års insamling av hanblomställningar i norra Sverige och norra Finland. (Institutet för skogsförbättring). Stencil. Uppsala.
- Eriksson, U. 1989d. Förslag till åtgärder i Klockeplantagen. (Institutet för skogsförbättring). Stencil, 8 s. Uppsala.
- Jett, J.B., Bramlett, D.L., Webber, J.E. & Eriksson, U. 1990. Pollen collection, storage and testing. Paper presented at Pollen management conference, Macon, Georgia, USA, July 18-19, 1990 (submitted for publication in proceeding).
- Eriksson, U. 1990e. System for large scale extraction of Scots pine pollen. Paper presented at Pollen management conference, Macon, Georgia, USA, July 18-19 (submitted for publication in proceeding).
- Eriksson, U. & Wilhelmsson, 1990. Nya metoder för bättre fröproduktion. (Föreningen Skogsträdsförädling, Institutet för skogsförbättring, Årsbok 1989), s 36-49. Uppsala.
- Eriksson, U. 1990f. Preliminära resultat från ett försök med tilläggspollinering. Stencil, 3 s.
- Institutet för skogsförbättring, 1990. Skötsel av fröplantager. Kursdokumentation, Brunsberg oktober 1990. Stencil.
- Eriksson, U. 1990g. Styrd pollinering och kontrollerad fröframställning - OH-kopior föredrag december 1990. 27 s. Uppsala.
- Eriksson, U. & Palmér, C.H. 1990. Skogsfröplantager i Sverige 1990. (Föreningen Skogsträdsförädling, Institutet för skogsförbättring, Årsbok 1990), s 46-60. Uppsala.

Övriga referenser

Brindbergs, M. Jonasson, S. & Cederberg, E.-K. 1987. Blomningsstudier - Askerud 1984. (Institutet för skogsförbättring, Internrapport nr 190), 7 s. Uppsala.

El Kassaby, Y.A., Rudin, D. & Yazdani, R. 1989. Levels of outcrossing and contamination in two *Pinus sylvestris* L. seed orchards in northern Sweden. *Scand J. For.Res.* 4, 41-49.

Eriksson, U. & Jansson, G. 1987 Instruktion för hanblomsinventering. (Institutet för skogsförbättring, Internrapport nr 182), 9 s. Uppsala.

Owens, J.N. & Blake, M.D. 1985. Forest tree seed production, (Information report P1-X-S Petawawa National Forestry Institute, Canada forestry service) 161pp.

" Styrd pollinering och kontrollerad fröframställning"	Budgetår				Summa
	87/88	88/89	89/90	90/91	
Löner inkl soc. kostnader	363386	597095	634647	264690	1859818
Resor	44752	65968	53126	26575	190421
Förbrukningsmaterial	265143	115053	72821	4048	457065
Inventarier	175863	70487	4700	999	252049
Köpta tjänster	24089	99354	29088	7839	160370
Fastigheter	1440	2507		5677	9624
Övrigt	13852	9309	1558	934	25653
Summa	888525	959773	795940	310762	2955000

Redovisning större utgifter	Belopp	Total
Inventarier över 5000 kr		
Klimatstationer för dataloggning 2st	117099	
Elverk, kraftförsörjning	9334	
Dator/modem	25668	
Mikroskåp för pollenanalyser	11389	
Våg/tork för pollenanalyser	27016	
Torskåp pollenanalyser	9730	
Isoleringstält	39136	
Dispensor för gibberellininjicering	5026	
		244398
Förbrukningsmaterial över 5000 kr		
Plastkrukor	187145	
Torv	6716	
Pollenklängvagn utrustning	10568	
Utrustning pollen	6265	
Bevattningsledning	5920	
Markbädd grus	10804	
Injektionsflaskor för pollen	7328	
		234746
Köpta tjänster över 5000 kr		
Service pollenkläng	10586	
Ritning utrustning pollenkläng	10147	
Konstruktion utrustn. för pollenhantering	6265	
Hyllsystem våtkyl	16616	
Isolering våtkyl	14873	
Port våtkyl	5441	
Personal tältresning mm	7000	
		70928

Pollenframställning

Bilaga 2

Kostnader (90 -års kostnadsläge)

	Klonvisinsamling Korsnäs 1990	Bulkinsamling SKS-89 Skaholmaplantagen	Bulkinsamling (långt utbyte)
Insamlingskostnad			
Lönekostnad A (kr/tim)	110	Obs !! Beting	
Tot. insamlingstid B (tim)	148		
Total insaml.kost A*B (Kr pkt 1)	<u>16280</u>	<u>6000</u>	<u>6000</u>
Insamlad mängd hanblomställningar(l)	184	180	180
Transport och utrustning			
Lönekostnad (16 tim*110kr/tim)	1760	330 (3*110)	330 (3*110)
Biltransport (25 kr/mil*90mil)	2250	500 (20*25)	500 (20*25)
Flygtransport		1500	1500
Hyra av trpboxar (400 kr* 15st)	6133	6133	6133
Tot. trp & hyra (kr pkt. 2)	<u>10143</u>	<u>8463</u>	<u>8463</u>
3. Klängning och förpackning			
Framklängt pollen(l)	9.9	7.1	4.0
Pollenutbyte (pollen/ hanblomställ. %)	5.5	3.9	2.0
Lön (21 tim*110kr* 1.25 (OH-kostnad)	2803	2065	1170
Material (50 ml lagrings- flaskor 20st/l à 8 kr)	1584	1136	640
Tot.kost (kr pkt3)	<u>4837</u>	<u>3201</u>	<u>1810</u>
4. Analyskostnad			
Lönekostnad (pris/ låda 110kr*15st)	<u>1605</u>	<u>1605</u>	<u>1605</u>
Totalkostnad (pkt 1+2+3+4)	<u>32415</u>	<u>19269</u>	<u>17869</u>
Kostnad/l pollen	<u>3274</u>	<u>2714</u>	<u>4467</u>

Tilläggs pollinering

Kostnader - tilläggs pollineringen i Klockeplantagen

(90 -års kostnadsläge)

	Alternativ 1 Verkligt utfall	Alternativ 2 Färre antal pollineringar
Dv. kostnad (kr)	900	900
Pollen kostnad (kr/l)	3200	3200
Prestation (ymp/dv 2min/ymp 6.5 tim/dv)	200	200
Ant beh ymp/dv	100	100
Tot ant beh/ymp. (Ant poll/ymp)	10 (2ggr/dag*5dar)	4 (2ggr/dag*2dar)
Pollenåtgång/ymp (2.5 ml*ant beh)	25	10
Total pollenkostnad A (kr/ymp)	8000	3200
Total dv kost. B (ant dar*900)	4500	1800
Gibberellinbeh (12.5 kr/ymp)	1250	1250
Övriga kostnader (resor, mtrl,)	450	250
Total kost. (100 ymp)	14200	6500
Realiserad fröprod (matat frö/ymp)	10100	10100
Realiserad fröprod (kg frö/ ymp) ¹	0.0056	0.0056
Tot. kostnad/matat frö (100 ymp öre/frö)	1.41	0.64
Merkostnad kg frö	2563	1170

¹ Fröproduktionen motsvarar omräknad till hektarproduktion, vid Klockeplantagens ympantal/ha (265), cirka 14.7 kg matat frö/ha (tusenkorv= 5.5 gram).

Genomförda försök med tilläggs- och kontrollerad pollinering.

Projekt Styrd pollinering 1986 - 89

År för pollinering	Plantage	Försök nr	Försök typ	Mödrar	Isozym markörer	Frö	Övrigt
86	Askerud	4 a	Tilläggs-poll. mot hela träd (före rykning) 1, 3 resp. 6 g/d	3 st + obeh. kontr.	Lap B ₁ Got B ₁ (pollenmix)	Analyserat. Mer finns räcker till multilocus analys	Bearb. pågår Singel locus + multilocus genomförd
		4 b	Tilläggs-poll. mot hela träd (under rykning) 3 g/d	"-	"-	Analys pågår	
		4 c	Tilläggs-poll. mot hela träd (Melins pollenspruta)	"-	"-	"-	
		5	Tilläggs-poll. mot enskilda blom-mor	4 st + obeh. kontr.	"-	Analys	Bearb. pågår
		6	Kontrollerad pollinering	3 st			Analys genomförd

OBS! 1986 studerades pollenproduktionen och pollenförekomsten i luft i Askerudsplantagen. 1987 insamlades kott från samtliga kloner i tre av plantagens block (multilocusanalys).
Från samtliga kloner insamlades "överbliven kott" (1986) för multilocusanalys (inkorsningsstudier).

År för pollinering	Plantage	Försök nr	Försök typ	Mödrar	Isozym markörer	Frö	Övrigt
87	Askerud	1	Tilläggs-pollinering mot hela träd (samma För. som 86)	3 st + obeh. kontr.	Lap B ₁ Got B ₁	Klängt ej analys. rel. dålig tillgång	Analyserad bearb. pågår
		2	Kontrollerad pollinering (samma För. som 86)	"-	-	"-	Ej analyserat

OBS! 1987 studerades pollenproduktionen, pollenförekomsten, luft och blomningsfenologin (samtl. kloner i 3 block) i Askerudsplantagen. 1988 insamlades kott från samtliga kloner i två av plantagens block (multilocusanalys).

År för pollinering	Plantage	Försök nr	Försök typ	Mödrar	Isozym markörer	Frö	Övrigt
88	Askerud		Tilläggspollinering mot hela träd 1, 3 resp. 6 g/d	2 tid. & 2 sent blommande kloner. Obeh. kont.	(NO 7004 BD 1219) ej pollenmix		Analys pågår
89			Kontrollerad pollinering	4 ymp./ 2 kloner	Pollenmix	Skördat hösten -90	
			Tilläggspoll. mot hela träd 1 och 3 g/d	2 tid. & 2 sent blommande kloner. Obeh. kont.	(X 4013) (BD 1219) ej pollenmix.	-"	Ej klängt

OBS! Både 1988 och 1989 genomfördes i anslutning till pollineringsförsöken registrering av pollenförekomst i luft och pollenproduktion samt fenologistudier.
1989 insamlades kott från samtliga kloner i ett av plantagens block.

År för pollinering	Plantage	Försök nr	Försök typ	Mödrar	Isozym markörer	Frö	Övrigt
87	Klocke	5	Tilläggspoll. hela träd. Tid, mell. & sent blommande kloner	9 st	Got B ₁	Analyserat	Bearb. pågår
88		5	Tilläggspoll. hela träd (se ovan)	9 st	Got B ₁	Analyserat	Bearb. pågår

OBS! I anslutning till försöket taxerades pollenproduktionen och pollenförekomsten i luften, dessutom studerades blomningsfenologin på ett samspel av kloner.

År för pollinering	Plantage	Försök nr	Typ	Mödrar	Isozym markörer	Frö	Övrigt
87	Mobila ymparkivet	3	Tilläggs- resp. kont. poll. av containerodl. ympar som gibb.beh.	3 ymp./ 2 kloner	Got B ₁ + ? (pollenmix)	Saknas från några ympn.	Till R.
		4	Tilläggs- resp. kont. poll. av containerodl. ympar	6 ymp./ 3 kloner	-"	Delvis god	Till R.
		6	Tilläggs-poll. av containerodlade tallympar	25 ymp./ 5 kloner	-"	Dålig	Ej analyserade
88		6	Tilläggs- resp. kont. poll. på containerodlade ympar	10 ymp./ 5 kloner	(W 3020) (Z 4000) pollenmix	Kott insaml. hösten -89	Till R.
		7	-"	50 ymp./ 5 kloner	-"	Saknas från flera ympar	Till R.
89		7	Tilläggs- resp. kont. poll. av gibb.beh. ympar vars blomn.tidpunkt förskjutits genom värme resp. kylbeh.	50 ymp./ 5 kloner	(Z 4000) (AC 1065) pollenmix		

OBS! I anslutning till försöken har pollenförekomsten i luft samt fenologi utv. hos ymparna registrerats.