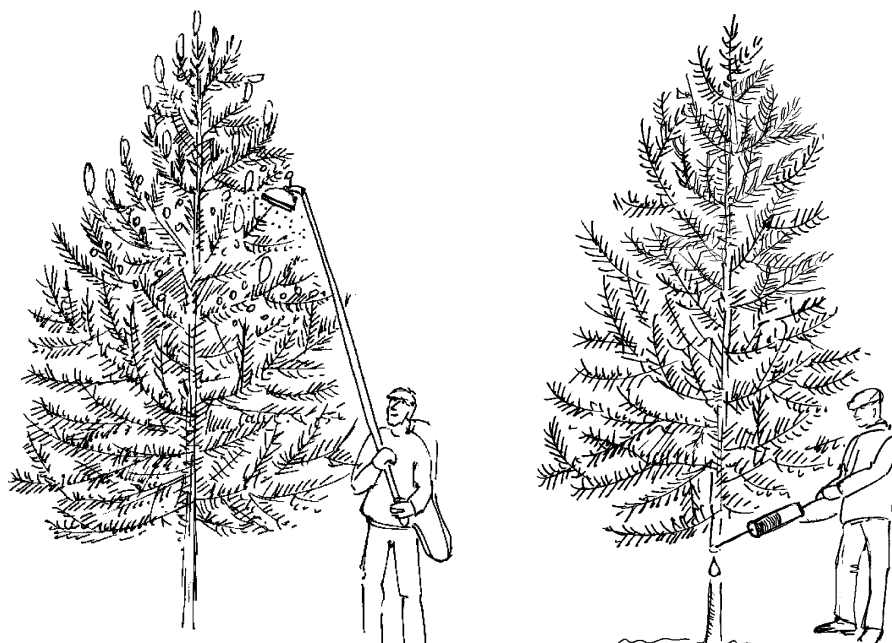


Nya metoder för bättre fröproduktion

Slutrapport från ett projekt
i tallfröplantage 441 Nervsön

Curt Almqvist



Omslag:

Tilläggspollinering och blomningsstimulering av tallympar. Illustratör: Okänd.

SkogForsk – Stiftelsen Skogsbrukets Forskningsinstitut

SkogForsk arbetar för ett långsiktigt, lönsamt skogsbruk på ekologisk grund. Bakom SkogForsk står skogsbolag, skogsägareföreningar, stift, gods, allmänningar, plantskolor, SkogsMaskinFöretagarna m.fl., som betalar årliga intressentbidrag. Hela skogsbruket bidrar dessutom till finansieringen genom en avgift på virke som avverkas i Sverige. Verksamheten finansieras vidare av staten enligt särskilt avtal och av fonder som ger projektbundet stöd.

SkogForsk arbetar med forskning och utveckling med fokus på fyra centrala frågeställningar: Produktvärde och produktionseffektivitet, Miljöanpassat skogsbruk, Nya organisationsstrukturer samt Skogsodlingsmaterial. På de områden där SkogForsk har särskild kompetens utförs även i stor omfattning uppdrag åt skogsföretag, maskintillverkare och myndigheter.

Serien *Arbetsrapport* dokumenterar långliggande försök samt inventeringar, studier m.m. och distribueras enbart efter särskild beställning.

Forsknings- och försöksresultat från SkogForsk publiceras i följande serier:

SkogForsk-Nytt: Nyheter, sammanfattningar, översikter.

Resultat: Slutsatser och rekommendationer i lättillgänglig form.

Redogörelse: Utförlig redovisning av genomfört forskningsarbete.

Report: Vetenskapligt inriktad serie (på engelska).

Handledningar: Anvisningar för hur olika arbeten lämpligen utförs.

Innehåll

Sammanfattning.....	3
Inledning	3
Material och metoder	4
Beskrining.....	5
Blomningsstimulering.....	5
Hanblomsinsamling	6
Tilläggs-pollinering	6
Hanblomstaxering	6
Kottskörd	6
Statistisk analys	6
Ekonomiska kalkyler.....	7
Resultat och diskussion	7
Pollen-, kott- och fröproduktion.....	7
Pollenproduktion.....	7
Kottproduktion	9
Fröanalys av 1993 och 1996 års skörd	11
Fröproduktion.....	11
Kostnadsanalys	13
Bakgrundsdata	13
Hanblomsinsamling.....	13
Tilläggs-pollinering.....	14
Blomningsstimulering	15
Slutsatser	16
Referenser	18

Sammanfattning

Denna rapport redovisar resultaten från ett försök i den yngre delen av tallfröplantage 441 Nervsön. Försöket har pågått under åren 1991–1997. I försöket prövades om beskärning skall ske under sommaren eller under hösten, samt effekten av blomningsstimulering med gibberellin på pollen- och fröproduktion. Dessutom prövades tilläggspollinering i praktisk skala.

Sommarbeskärning är att föredra framför höstbeskärning. Den ger en högre pollenproduktion än höstbeskärning (effekten dock inte signifikant), medan det inte är någon skillnad i kott- och fröproduktion mellan beskärningstidpunkterna.

Blomningsstimulering med gibberellin gav endast begränsad ökning av pollenproduktionen, men en mycket god ökning av kott- och fröproduktionen. I medeltal ökade produktionen av matat frö med 5 kg per hektar och år.

Kostnaden för tilläggspollinering har i försöket varit 40 kronor per ymp, vilket ger en kostnad på 1 100 kronor per kilo matat frö eller 0,6 öre per frö.

Gibberellinbehandling för att öka kott- och fröproduktionen kostar cirka 890 kronor per extra hl kott eller 940 kronor per extra kilo matat frö som produceras. Behandlingen framstår därmed som en mycket kostnadseffektiv metod att öka fröproduktionen i en plantage.

Erfarenheterna från försöket visar att det går bra att kombinera intensiv plantageskötsel med ordinarie plantskoledrift. Det visar också att den åtgärd som varit svårast att administrera, var insamling av pollen till tilläggspollineringen.

Inledning

Skördar från konventionella tallfröplantager får varierande genetisk sammansättning beroende på ett flertal faktorer. De ingående klonernas bidrag till såväl pollenproduktionen som honbloms- och därmed kottproduktionen varierar avsevärt (Jonson et al., 1976; Eriksson & Wilhelmsson, 1991; Almqvist et al. 1995; Almqvist et al. 1996). Inkorsningen av vildpollen varierar mellan år och mellan olika kloner. De olika klonernas mottaglighet för vildpollen beror i hög grad på i vilken omfattning honblomningen sammanfaller med plantageklonernas pollenrykning. Olika åtgärder som blomningsstimulering, tilläggspollinering och selektiv skörd kan förbättra möjligheterna till jämnare kvalitet mellan fröskördar från olika år. Tilläggspollinering kan minska inkorsningen av vildpollen, vilket höjer den genetiska potentialen hos plantageavkomman. Blomningsstimulering kan ge ökad representation av önskvärda kloner i plantageskörden eller högre totalskörd från plantagen. En beskärning av ymparna i en plantage tjänar flera syften: det primära är att hålla träden i en plockningsbar höjd. Ett annat är att genom beskärningen öka

kottsättningen. Initialt blir dock blom- och fröproduktionen lägre efter beskärningen, då blomanlag skärs bort.

Målet för detta företagsanknutna projekt är att studera de biologiska och ekonomiska konsekvenserna av intensiv skötsel av en ung plantage. Olika beskärningsteknik, blomningsstimulering, tilläggs-pollinering och klonvis skörd har prövats. Ett delmål är att skynda på plantagens inträde i produktionsfas.

Material och metoder

Försöket är anlagt i den yngre avdelningen av tallfröplantage 441 Nervsön, Hedesunda som ägs av Korsnäs AB. Den studerade avdelningen av plantagen anlades 1978. Avdelningen består av 16 rader om vardera 28 ympar i ett förband på 5 × 5 meter och innehåller 13 st. kloner. Av de 13 klonerna är 5 st. urval framåt bland avkommor från plusträd från X-län (Gävleborgs län). De övriga 8 klonerna är plusträd valda i X-län. De försöksled som ingår är:

1. Sommarbeskärning
2. Sommarbeskärning + gibberellinbehandling
3. Schablonbeskärning höst
4. Schablonbeskärning höst + gibberellinbehandling

Av de 16 raderna ingår 12 i försöket. En kappa om 2 rader på var sida toppas. Försöket är uppdelat i 3 block och varje försöksled är representerat med en rad i varje block. En översikt över utförda behandlingar visas i tabell 1. Plantagen har dessutom gödslats 1991 och 1994.

Tabell 1.
Översikt över utförda åtgärder i försöket 1991–97.

År	Månad	Åtgärd i försöket
1991	Jul	Sommarbeskärning. Blomningsstimulering. För han och hon.
1992	Maj	Tilläggspollinering. Hanblomsinsamling.
	Jun.	Blomningsstimulering för han.
	Jul	Blomningsstimulering för hon.
	Okt	Hanblomstaxering. Kottinsamling.
1993	Maj	Tilläggspollinering.
	Jul	Blomningsstimulering för hon.
	Sep	Hanblomstaxering.
	Nov	Kottinsamling. Fröanalys.
1994	Maj–jun	Tilläggspollinering. Hanblomsinsamling.
	Jul	Blomningsstimulering för han och hon. Sommarbeskärning.
	Okt	Hanblomstaxering. Kottinsamling. Höstbeskärning.
1995	Maj–Jun	Tilläggspollinering. Hanblomsinsamling.
	Okt	Hanblomstaxering. Kottinsamling.
1996	Okt	Hanblomstaxering. Kottinsamling.
1997	Okt	Kottinsamling.

Beskärning

En första sommarbeskärning utfördes 1991. Vid sommarbeskärning beskärs de ledande skotten hos grenarna och toppen under eller strax efter skottsträckningen. Schablonbeskärningen på hösten är tänkt att motsvara beskärning med maskin till ca 4 – 4,5 meters höjd. Då ymparna ännu inte hade nått denna höjd 1991 gjordes ingen höstbeskärning då. Under 1994 utfördes både sommar- och höstbeskärning

Blomningsstimulering

Blomningsstimulering med tillväxthormonet gibberellin GA_{4/7} utfördes årligen 1991–1994. Ymparna gavs staminjektioner vid två tillfällen per säsong. Den första behandlingen för att stimulera hanblomning gavs i samband med blomningen och den andra för att stimulera honblomning i början till mitten av juli. Vid varje tillfälle fick ymparna en gibberellinmängd på 20 eller 40 mg beroende på ympens kondition och storlek. Vid gibberellinbehandling nr 2 1992 (för honblomning) tog gibberellinet slut, varför försöksled 4 i block 3 ej blev gibberellinbehandlat.

Den teknik som användes vid staminjektionerna var att med ett s.k. hålkjärn (typ av stämjärn) göra en ficka i barken i vilken gibberellinet droppades. Vid varje behandling gjordes 4 fickor per ymp på de som fick full gibberellindos.

Hanblomsinsamling

Hanblomsinsamling har utförts 1992, 1994 och 1995. Insamlingen gjordes på kloner med goda avelsvärden i den äldre delen av plantagen för att erhålla pollen för tilläggspollineringarna. Erhållna mängder pollen visas i tabell 6.

Tilläggspollinering

Tilläggspollinering har utförts årligen 1992–1995. Samtliga ympar tilläggs-pollineras två gånger per dag under den period då blommorna är mottagliga. År 1992 utfördes tilläggspollineringen den 23–25 maj, 1993 den 19–18 maj, 1994 den 30 maj–1 juni och 1995 den 30–31 maj.

Hanblomstaxering

Hanblomstaxering har utförts årligen 1992–1996 som stickprovsinventeringar av 6 kloner per block och behandling, totalt 72 ympar. Taxeringarna har utförts enligt en metod beskriven av Eriksson och Jansson (1987).

Kottskörd

Kottskörd har utförts årligen 1992–1997. Vid skörden har kotten från varje ymp volymmätts. Från kottskörden 1993 och 1996 togs ett stickprov om 6 kloner per block och behandling ut för fröanalys (samma kloner som hanblomstaxerats). I de fall det fanns fler än en ymp av en klon per behandling i ett block blandades dessa kottar till ett generalprov. Totalt analyserades 72 st. kottprover. Vid kottskörden 1997 utfördes volymmätningen på parcellnivå, dvs. en mätning av kotten från alla ympar i en parcell (rad).

Statistisk analys

Alla statistiska beräkningar är utförda med programpaketet SAS. Vid variansanalyserna användes procedur GLM (SAS, 1987). För pollenproduktionen har variansanalysen utförts på behandlingsmedelvärden för varje parcell p.g.a. att det speciellt 1992 var få kloner som producerade pollen. I denna modell ingick block, beskärningstyp och gibberellinbehandling som fixa effekter. För fröanalysdata användes en modell med klon, block, beskärningstyp och gibberellinbehandling som fixa effekter.

Vid beräkningen av fröproduktionen har data från volymmätningen av insamlade kottar från varje ymp använts tillsammans med medelvärden från fröanalysen 1993 och 1996 av klonerna i stickprovet.

Förbandet 400 ympar per ha har genomgående använts då beräkningarna skalats upp för att gälla hektarvärden.

Ekonomiska kalkyler

De ekonomiska kalkylerna baseras på uppgifter om tidsåtgång och lönekostnad från Korsnäs AB. Löneuppgiften avser 1997 års löneläge och inkluderar sociala kostnader. Alla arbetsuppgifter har antagits vara utförda av kollektivanställd personal.

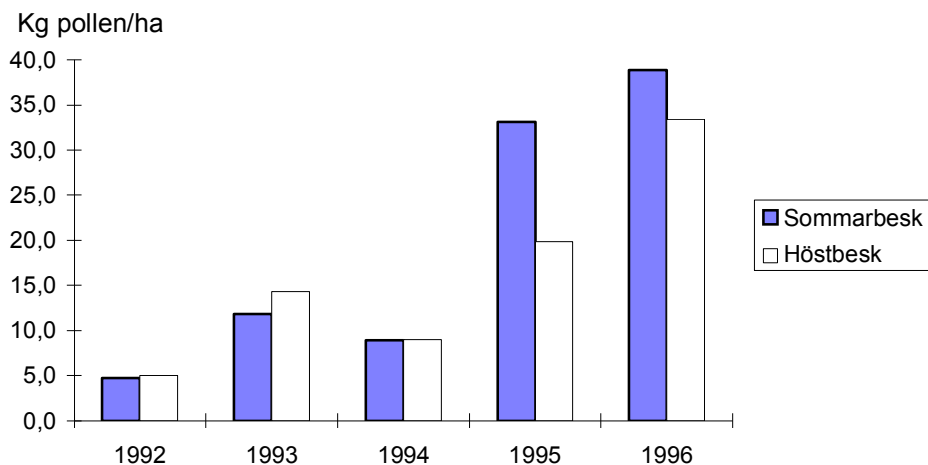
Resultat och diskussion

Pollen-, kott- och fröproduktion

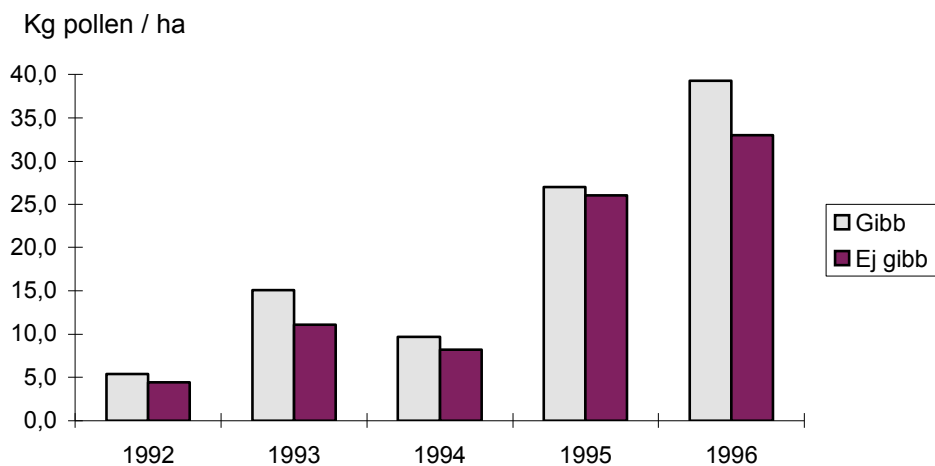
Pollenproduktion

Pollenproduktionen var låg i plantagen åren 1992 till 1994, för att sedan stiga kraftigt, figur 1 och 2. Det är ingen statistiskt signifikant skillnad i pollenproduktion mellan sommar- och höstbeskränning. De två sista åren då båda behandlingarna utförts, finns dock en tendens att sommarbeskränning ger en högre pollenproduktion. Största skillnaden, 1995, är 14 kilogram per hektar.

Någon statistisk signifikant effekt av gibberellinbehandling på pollenproduktionen har inte erhållits, figur 2. Skillnaden mellan behandlingarna är störst 1996, ett år som inte är påverkat av någon gibberellinbehandling (det utfördes ingen 1995). Effekterna av gibberellinbehandling på pollenproduktionen är inte entydig i litteraturen. Det finns rapporter om både goda effekter och utebliven effekt (se t.ex. sammanställning i Owens & Blake 1985). En möjlig förklaring till att effekten i detta försök uteblivit, kan vara metoden som användes vid gibberellinappliceringen. Denna metod (att göra en ficka i barken, i vilken gibberellinet droppas) gör att gibberellinet till största delen appliceras i floemet och därigenom först leds nedåt till roten innan det transporteras upp till trädkronan. Detta tar troligen längre tid än om gibberellinet appliceras direkt i xylemet och transporteras direkt till kronan, varför det är möjligt att vi utfört den första gibberellinbehandlingen för sent, för att den skall ge full effekt på initieringen av hanblommor. Någon studie av hur optimal tidpunkt för gibberellinapplicering skiljer sig åt vid applicering i floemet eller xylemet finns inte.



Figur 1.
Pollenproduktion för de olika beskärningstyperna åren 1992 till 1996.
Sommarbeskärning utfördes 1991 och 1994, medan höstbeskärning utfördes enbart 1994. Hanblomstaxeringen 1994 utfördes efter sommarbeskärningen men före höstbeskärningen.



Figur 2.
Pollenproduktion för de olika gibberellinbehandlingarna åren 1992 till 1996.
Ingen gibberellinbehandling för ökad hanblomsproduktion utfördes 1993 (påverkar pollenproduktionen 1994). 1995 utfördes ingen gibberellinbehandling (påverkar pollenproduktionen 1996).

Det är inga skillnader mellan beskärningsbehandlingarna i andel ympar med hanblommor, eller i hanblommornas fördelning och storlek, tabell 2. Detsamma gäller för gibberellinbehandlingarna, tabell 3.

Tabell 2.

Andel ympar med hanblommor, antal grenar med pollenproduktion per ymp, antal blommor per gren, summa blomlängd samt blomlängd i medeltal för beskärningstyp åren 1992–1996.

Variabel	Beskärningstyp	År				
		1992	1993	1994	1995	1996
Procent ympar med hanblomor	Sommar	33,3	61,1	52,8	69,4	66,7
	Höst	30,6	66,7	47,2	63,9	66,7
Antal grenar med pollen/ymp ¹	Sommar	18,3	16,9	18,0	19,7	19,4
	Höst	19,1	18,3	20,4	18,3	18,3
Antal blommor/gren ¹	Sommar	27,3	47,1	39,4	91,9	90,6
	Höst	36,1	55,4	46,9	75,3	85,6
Summa blomlängd/gren ¹ (mm/gren)	Sommar	609	836	705	1 923	2 552
	Höst	795	1 023	797	1 499	2 440
Blomlängd i medeltal ¹ (mm)	Sommar	22,3	17,8	17,9	20,9	28,2
	Höst	22,0	18,5	17,0	19,9	28,5

¹ Beräknat på de ympar som hade pollenproduktion

Tabell 3.

Andel ympar med hanblommor, antal grenar med pollenproduktion per ymp, antal blommor per gren, summa blomlängd samt blomlängd i medeltal för gibberellin-behandlingarna åren 1992–1996.

Variabel	Gibberellin-behandling	År				
		1992	1993	1994	1995	1996
Procent ympar med hanblomor	Ej gibb.	25,0	63,9	55,6	69,4	66,7
	Gibb.	38,9	63,9	44,4	63,9	66,7
Antal grenar med pollen/ymp ¹	Ej gibb.	15,7	16,9	18,6	17,9	18,8
	Gibb.	20,6	18,3	19,8	20,3	19,0
Antal blommor/gren ¹	Ej gibb.	43,1	46,2	36,5	86,7	86,0
	Gibb.	24,1	56,7	51,0	81,0	90,2
Summa blomlängd/gren ¹ (mm/gren)	Ej gibb.	903	836	658	1 768	2 381
	Gibb.	566	1 032	862	1 667	2 612
Blomlängd i medeltal ¹ (mm)	Ej gibb.	21,0	18,1	18,0	20,4	27,7
	Gibb.	23,5	18,2	16,9	20,6	28,9

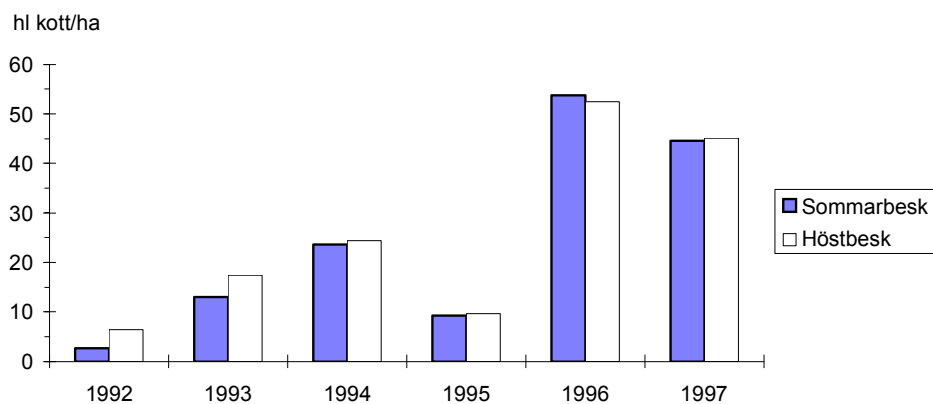
¹ Beräknat på de ympar som hade pollenproduktion

Kottproduktion

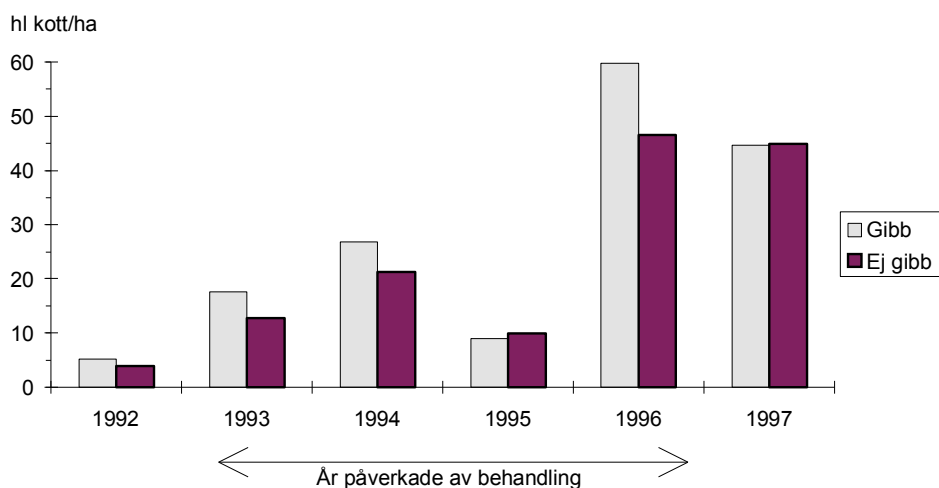
Kottproduktionen visas i figurerna 3 och 4. Produktionen av kott skiljer sig mycket lite åt mellan de olika beskärningarna. Att höstbeskärningen har högre produktion de första åren beror på att första höstbeskärningen utfördes 1994. Då kottproduktionen verkar vara opåverkad när man beskär, medan pollenproduktionen visar tendens till att gynnas av sommarbeskärning, förefaller denna vara att föredra.

Gibberellinbehandling har givit signifikant högre kottproduktion i tre av fyra år, figur 4. Endast 1995 har effekten uteblivit. Anledningen till den uteblivna

effekten 1995 är troligen att det 1993 endast utfördes en gibberellin-behandling, den senare, vilket gör att ymparna endast fick halv gibberellindos detta år. Detta, tillsammans med att den teknik för applicering som använts i detta försök, gör troligen att den första, uteblivna, behandlingen skulle givit större effekt på hon- än hanblomning kan förklara den uteblivna effekten. I ett experiment i Askerudsplantagen (Eriksson et al. 1998) provades en liknande appliceringsmetod i ett försöksled för ökad honblomning. Metoden gav en viss ökning av fröproduktionen, men mindre är vanlig staminjektion. Den största effekten, i absoluta tal, av gibberellinbehandlingen erhöles 1996 då kottproduktionen var som högst. Detta år producerade gibberellinbehandlade parceller 13 hl mer kott per hektar än icke behandlade. Dessutom syns inga tendenser till "baksmälla" hos de gibberellinbehandlade ymparna året efter toppåret. De producerade lika mycket 1997 som de ympar som aldrig fått gibberellinbehandling.



Figur 3. Kottproduktion för de olika beskärningstyperna åren 1992 till 1997. Sommarbeskärning utfördes 1991 och 1994 medan höstbeskärning utfördes enbart 1994. Kottinsamlingen 1994 utfördes efter sommarbeskärningen men före höstbeskärningen.



Figur 4. Kottproduktion för de olika gibberellinbehandlingarna åren 1992 till 1997. Endast en gibberellinbehandling, den sena, utfördes 1993 vilket kan ha påverkat kottproduktionen 1995.

Fröanalys av 1993 och 1996 års skörd

Resultaten av fröanalyserna redovisas i tabell 4. Inga skillnader är signifikanta mellan sommar- och höstbeskärning. För gibberellinbehandling är det enda signifikanta skillnaderna för tusenkornvikt, antal kottar per liter kott och antal matade frön per liter kott. För dessa variabler är skillnaderna signifikanta både 1993 och 1996. Att gibberellinbehandling ger mindre kottar och lägre tusenkornvikt stämmer med tidigare resultat (Eriksson et al. 1998). Variationen i tusenkornvikterna mellan år hos icke gibberellinbehandlat frö är lika stor som skillnaden mellan parceller med respektive utan gibberellinbehandling ett enskilt år, varför skillnaden inte bör ha någon stor praktisk betydelse. Vid tillämpning av gibberellinbehandling i praktisk skala, bör det övervägas om behandlingen skall kombineras med en intensivare gödsling, för att därigenom hålla uppe tusenkornvikten.

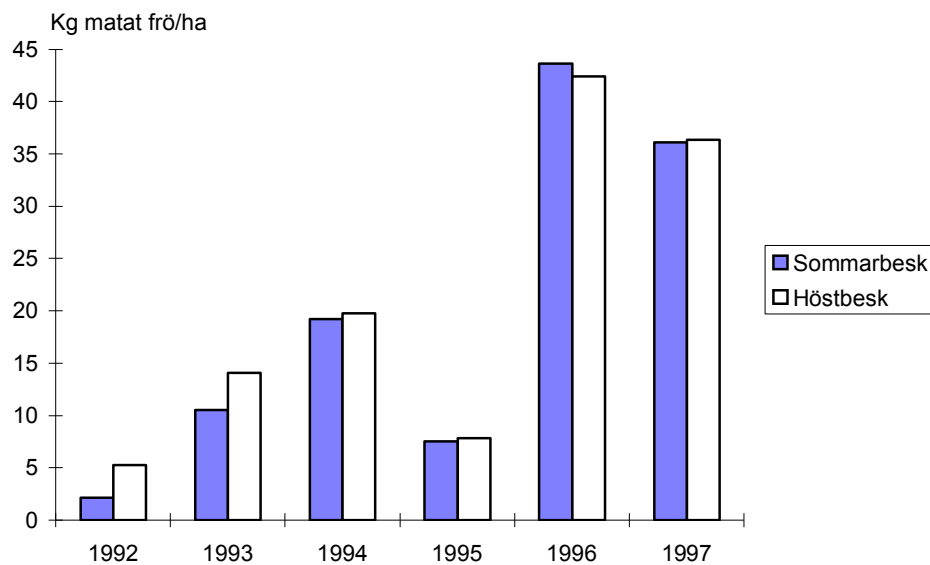
Tabell 4.
Resultat från fröanalys av skörd frömogtidsåret 1993 och 1996 per beskärningstyp och gibberellinbehandling.

Behandling	Tomfrö %		Antal matade frön/kotte		1000-vikt (gram)	
	1993	1996	1993	1996	1993	1996
Sommarbeskuren	24,0	21,3	18,2	21,0	5,75	6,10
Höstbeskuren	22,8	21,3	19,4	21,2	5,60	6,30
Gibb.	23,6	20,4	19,2	21,8	5,48	6,00
Ej gibb.	23,2	21,8	18,5	20,4	5,87	6,44

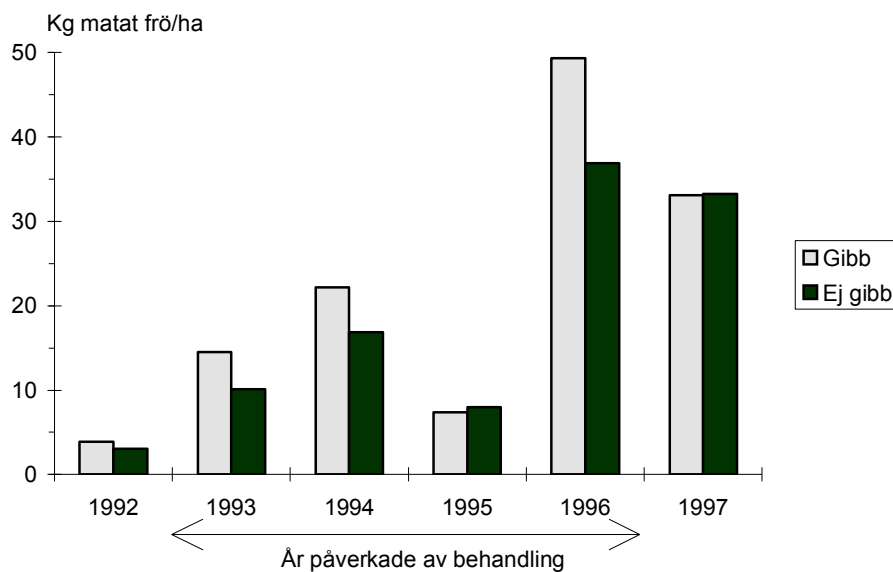
Behandling	Antal kottar per liter kott		Antal matade frön per liter kott		Utbyte Kg matat frö / hl	
	1993	1996	1993	1996	1993	1996
Sommarbeskuren	75,9	67,8	1 344	1 393	0,79	0,87
Höstbeskuren	72,0	65,3	1 363	1 355	0,78	0,87
Gibb.	76,3	68,2	1 418	1 460	0,80	0,89
Ej gibb.	71,6	65,0	1 290	1 288	0,78	0,85

Fröproduktion

Den beräknade fröproduktionen per hektar för de olika beskärningstyperna och gibberellinbehandlingarna visas i figur 5 och 6. Liksom för kottproduktion är skillnaderna mellan beskärningstyperna små. Gibberellinbehandling ger i medeltal för de fyra behandlingspåverkade åren 5,4 kilo mer matat frö per hektar. Toppåret 1996 gav gibberellinbehandlingen 12,5 kilo mer matat frö per hektar, vilket motsvarar 2,6 miljoner matade frön. Detta från en redan mycket hög produktionsnivå, 37 kilo per hektar, helt i klass med den högsta uppmätta fröskörden för tall i Sverige, 54 kilo per hektar (SkogForsk 1995).



Figur 5. Fröproduktion i kg matat frö per hektar för de olika beskärningstyperna åren 1992 till 1997. Sommarbeskärning utfördes 1991 och 1994 medan höstbeskärning utfördes enbart 1994. Kottinsamlingen 1994 utfördes efter sommarbeskärningen men före höstbeskärningen.



Figur 6. Fröproduktion för de olika gibberellinbehandlingarna åren 1992 till 1997. Endast en gibberellinbehandling, den sena, utfördes 1993, vilket kan ha påverkat fröproduktionen 1995.

Kostnadsanalys

Bakgrundsdata

Vid beräkning av värden per hektar har ympantalet genomgående satts till 400 st/ha.

Tidsåtgång

Den tid som åtgått för respektive aktivitet och som de fortsatta beräkningarna bygger på, visas i tabell 5.

Tabell 5.
Tidsåtgång i timmar för olika arbetsmoment.

År	Hanbloms- insamling	Tilläggs- pollinering	Blomnings- stimulering	Kott- plockning
1991	–	–	18	–
1992	64	32	16	66
1993	–	16	8 ^a	201 ^b
1994	76	55	16	200
1995	45	49	–	131
1996	–	30	–	377 ^b
Medel	61,7	36,4	16,5^c	

^a Endast en blomningsstimulering utfördes.

^b Specialplockning för klonvis fröanalys.

^c Beräknad som om två behandlingar utfördes 1993.

Material- och arbetskostnad.

Gibberellinåtgången är beräknad till 35 gram per hektar (400 ympar). Priset för gibberellin är 110 kronor per gram.

Vid beräkningarna har antagits att allt arbete görs av plantskolepersonal och arbetskostnaden inklusive sociala kostnader är satt till 145 kronor per timme.

Hanblomsinsamling

Under projektet insamlades pollen åren 1992, 1994 och 1996. I medeltal för de tre åren insamlades 4 liter per år till en kostnad av 3 600 kronor per liter, tabell 6. Den största delen (62 %) av pollenkostnaden är arbetskostnad för insamlingen.

Polleninsamling kräver en relativt stor arbetsinsats, 3–4 personer, under en kort tid, 2–3 dagar. Då tidpunkten för insamlandet bestäms av vädret omöjliggörs någon större framförhållning i planeringen. Detta arbete kommer dessutom under en tid då det är mycket hektiskt i plantskolan, vilket gör det svårt att med kort varsel undvara denna personal i plantskoledriften.

Tabell 6.**Hanblomsinsamling. Insamlad mängd pollen samt kostnader för insamling och klängning.**

År	Antal kloner	Insamlad mängd pollen (ml)	Arbetskostnad insamling (Kr)	Klängkostnad ¹ (Kr)	Total kostnad (Kr/ml pollen)
1992	5	4 495	9 280	3 148	2,76
1994	4	4 531	11020	6 600	3,89
1995	3	3 080	6 525	7 060	4,41
Medel		4 035	8 942	5 603	3,60

¹ Kostnaderna för klängning baseras på SkogForsk fakturering till Korsnäs (exkl. moms).

Tilläggspollinering

Kostnaden för tilläggspollinering per ymp och per hektar visas i tabell 7. Att tilläggspollinera en ymp kostar 40 kronor (varierar mellan 25 och 50 kronor) och hektarkostnaden är 16 000 kronor (varierar mellan 10 000 och 20 000 kronor). Variationen mellan år beror framförallt på att åtgärden tar olika lång tid olika år, beroende på hur snabbt blomningsförloppet är. Vanligen behöver en person vara på plats och pollinera i 2 till 4 dagar. Av den totala kostnaden för tilläggspollineringen står pollenkostnaden för 47–68 %. Mot bakgrund av detta, och att polleninsamlingen är svåradministrerad, framstår rationella metoder för hanblomsinsamling och pollensnål pollineringsteknik som viktiga faktorer att vidareutveckla, om tilläggspollinering skall användas i praktisk skala.

Tabell 7.**Kostnader för arbete och pollen vid tilläggspollinering.**

År	Arbete ¹ (kr/ymp)	Arbete (kr/ha)	Pollen ¹ (kr/ymp)	Pollen (kr/ha)	Totalt (kr/ymp)	Totalt (kr/ha)
1992	15,31	6 125	16,59	6 636	31,90	12 761
1993	7,66	3 063	16,59	6 636	24,25	9 698
1994	26,32	10 528	23,33	9 333	49,65	19 861
1995	23,45	9 380	26,46	10 586	49,91	19 965
Medel	18,18	7 274	20,74	8 298	38,93	15 571

¹ För 1992 och 1993 har pollenkostnad från insamlingen 1992 använts. För 1994 har pollenkostnad 1994 använts. För 1995 har pollenkostnad 1995 använts. Varje ymp beräknas ha pollinerats med 6 ml pollen.

Kostnaden för tilläggspollinering varierar med arbetsinsatsen vid pollineringen och fröskördens storlek, tabell 8. Åtgärden kostar i medeltal 1 057 kronor per kilo matat frö. Hur stor effekt tilläggspollineringen haft i denna plantage är okänt, men träffprocenten vid praktisk tilläggspollinering ligger i genomsnitt på 25–30 % (Wilhelmsson m.fl. 1993).

Tabell 8.**Kostnad för tilläggspollinering per producerat frö och per kg matat frö.**

Pollen-år	Frö-år	Matat frö per ymp	Kostnad per ymp	Öre per frö	Kg matat frö/ha	Kr per kg
1992	1993	5 212	31,90	0,61	12,42	1 027
1993	1994	8 323	24,25	0,29	19,88	488
1994	1995	3 922	49,65	1,27	7,72	2 573
Medel		5 819	35,27	0,61	13,34	1 057

Blomningsstimulering

Gibberellinbehandling ökade inte pollenproduktionen signifikant något år. Det fanns dock tendens till större pollenproduktion till följd av behandlingen. Om man använder de uppmätta skillnaderna blir produktionkostnaden för den extra pollenproduktionen i medeltal 38 742 kronor per kilo pollen, tabell 9. Som nämnts tidigare kan dock den dåliga effekten på pollenproduktionen bero på brister i timing av gibberellinbehandlingen för pollenproduktion.

Tabell 9.
Kostnad för arbete och gibberellin vid blomningsstimulering för ökad pollenproduktion.

Gibb.-år	Poll.-år	Extra Poll.-prod. (kg/ha)	Kostnad/kg pollen ¹		
			Arbete	Gibb.	Totalt
1991	1992	0,98	3 467	1 956	5 424
1992	1993	3,96	766	486	1 253
1993	1994	1,44	2102	1 334	3 436
1994	1995	0,94	3239	2 056	5 296
Medel		1,83	2 394	1458	3 852

¹ Kostnaderna för gibb.-år 1993 för arbete och gibberellin beräknade som om två behandlingar utförts under året.

Gibberellinbehandling gav en signifikant ökad kott- och fröproduktion tre av fyra behandlade år. Kostnaden, för att på detta sätt öka produktionen, var i medeltal för de fyra åren 889 kronor per extra hektoliter kott, tabell 10, eller 936 kronor per extra kilo matat frö, tabell 11.

Man kan även se gibberellinbehandlingen som en åtgärd för att öka och allmänt förbättra förutsättningarna för en god fröproduktionen (jämförbar med övrig plantageskötsel som t.ex. gödning). Kostnaden för gibberellinbehandlingen kan slås ut på hela skörden och blir då i medeltal 258 kronor per kilo matat frö, tabell 12.

Tabell 10.
Kostnad för arbete och gibberellin vid blomningsstimulering för ökad kottproduktion.

Gibb.-år	Kott-år	Extra kott-prod.		Kostnad/liter kott ¹			Kostnad/hl kott
		(l/Ymp)	(l/Ha)	Arbete	Gibb.	Totalt	
1991	1993	1,201	480,4	7,10	4,01	11,11	1 111
1992	1994	1,398	559,2	5,42	3,44	8,87	887
1993	1995	-0,226	-90,4				
1994	1996	3,312	1 324,8	2,29	1,45	3,74	374
Medel/år		0,593	568,5	5,50	3,39	8,89	889

¹ Vid medeltalsberäkningen är kostnaden för gibb.-år 1993 medräknade.

Tabell 11.**Kostnad för arbete och gibberellin vid blomningsstimulering för ökad fröproduktion.**

Gibb.-år	Kott-år	Extra frö-prod (kg/ha)	Kostnad/kg frö ¹		
			Arbete	Gibb.	Totalt
1991	1993	4,4	778	439	1 218
1992	1994	5,3	571	362	934
1993	1995	-0,6			
1994	1996	12,5	244	155	398
Medel/år		5,4	579	357	936

¹ Vid medeltalsberäkningen är kostnaden för gibb.-år 1993 medräknade.

Tabell 12.**Kostnaden för blomningsstimulering utslagen på den totala fröskörden.**

Gibb.-år	Kott-år	Ant frö per ymp	Kostnad per ymp	Öre per frö	Kg matat frö/ha	Kr per kg matat frö
1991	1993	5 212	13,34	0,26	12,4	430
1992	1994	8 323	12,39	0,15	19,9	249
1993	1995	3 922	17,21	0,44	7,7	892
1994	1996	18 241	12,39	0,07	45,6	109
Medel		8 925	13,83	0,16	21,4	258

Slutsatser

De biologiska resultaten kan sammanfattas i följande punkter:

- Det är ingen statistiskt säkerställd skillnad i pollenproduktion mellan sommar- och höstbeskärning. Det är dock en tydlig tendens till att sommarbeskärning ger högre pollenproduktion.
- Blomningsstimulering med gibberellin för ökad pollenproduktion har inte givit någon statistisk signifikant effekt. Detta kan åtminstone delvis förklaras med en kombination av för sent vald appliceringstidpunkt och val av appliceringsmetod.
- Det är ingen skillnad i kott- och fröproduktion eller frökvalitet mellan sommar- och höstbeskärning. Sommarbeskärning är alltså att föredra då den ger högre pollenproduktion och likvärdig kott- och fröproduktion som höstbeskärning.
- Behandling med gibberellin för ökad kott- och fröproduktion gav en statistiskt signifikant högre kottproduktion i tre av fyra år. I medeltal ökade produktionen av matat frö med 5 kg per hektar. Gibberellin-behandling ger statistiskt säkerställda effekter på frökvalitén i form av lägre tusenkornvikt, mindre kottar och fler matade frön per liter kott. Skillnaden är dock inte större än den naturliga variationen mellan år.

Kostnadsanalysens resultat kan sammanfattas i följande punkter:

- Pollen för tilläggspollinering kostar i medeltal 3,60 kronor per milliliter.

- Totalkostnaden för att tilläggspollinera en ymp är i cirka 40 kronor. Att tilläggspollinera alla ympar på en hektar kostar cirka 16 000 kronor. Detta ger en kostnad på cirka 1 100 kronor per kilo matat frö, eller 0,6 öre per frö.
- Gibberellinbehandling för att öka pollenproduktionen kostar i cirka 4 000 kronor per extra kilo producerat pollen.
- Kostnaden för att med gibberellinbehandling öka kott- och fröproduktionen är cirka 890 kronor per extra hl producerad kott, eller 940 kronor per extra kilo matat frö. Gibberellinbehandling framstår därmed som ett mycket kostnadseffektivt sätt att höja fröproduktionen i en plantage.

Försöket har också givit värdefulla erfarenheter och visar att det går bra att kombinera en intensiv plantageskötsel med ordinarie plantskoledrift. Den åtgärd som är svårast att klara av är hanblomsinsamlingen. Den kräver en intensiv arbetsinsats och tidpunkten för åtgärden styrs helt av väderleken. Den infaller också under en period av hög aktivitet i plantskolan. Tilläggspollinering och blomningsstimulering är åtgärder som är mindre arbetsintensiva och därför lättare att klara av vid sidan av ordinarie plantskoledrift. Skall metoderna börja användas i praktisk drift i större skala, är viktiga utvecklingsområden för tilläggspollinering rationella metoder för polleninsamling och pollensnål teknik. För gibberellinbehandling är ökade kunskaper om när behandlingen skall sättas in för att ge bäst effekt ett viktigt utvecklingsområde.

Referenser

- Almqvist, C., Eriksson, U., Yazdani, R. 1995. Effektivare plantageutnyttjande – Tallfröplantage 493 Askerud. SkogForsk. Arbetsrapport nr 307, 32 s. Uppsala.
- Almqvist, C., Eriksson, U., Eriksson, M., Yazdani, R. 1996. Effektivare plantageutnyttjande – Tallfröplantage 495 Lustnäset. SkogForsk. Arbetsrapport nr 330, 23 s. Uppsala.
- Eriksson, U. & Jansson, G. 1987. Instruktion för hanblomsinventering. (Arbetsrapport nr 182, Institutet för skogsförbättring, Uppsala), 9 s.
- Eriksson, U. & Wilhelmsson, L. 1991. Slutrapport till skogsbrukets forskningsfond för anslag nr 128, "Styrd pollinering och kontrollerad fröframställning". (Arbetsrapport nr 243, Institutet för skogsförbättring, Uppsala), 27 s.
- Eriksson, U. Jansson, G. & Almqvist, C. 1998. Seed and pollen production after stem injections of gibberellin A_{4/7} in field-grown seed orchards of *Pinus sylvestris* L. Accepted for publication in Scandinavian Journal of Forest Research.
- Jonsson, A., Ekberg, I. & Eriksson, G. 1976. Flowering in a seed orchard of *Pinus sylvestris* L. (Stud. For. Suec. 135), 38 pp.
- Owens, J. N. & Blake, M. D. 1985. Forest tree seed production. Information report PI-X-53. Petawawa National Forests Institute. 161 pp. Petawawa: Can. Forest Service
- SAS Institute Inc. 1987. SAS/STAT Guide for Personal Computers, Version 6 Edition. Cary, NC: SAS Institute Inc. 1028 pp.
- SkogForsk 1995. Strategi för framtida skogsträdsförädling och framställning av förädlad skogsodlingsmaterial i Sverige, 258 s. Uppsala.
- Wilhelmsson, L. Eriksson, U. & Danell, Ö. 1993. Produktion av förädlad frö. (Redogörelse nr 3, SkogForsk), 52 s. Uppsala.