

Växthusplantage av gran

– Erfarenheter från ett projekt vid Nässja plantskola för produktion av basmaterial för vegetativa förökningsmetoder

Norway spruce indoor seed orchard – Experiences from a project at Nässja nursery aiming at production of base material for vegetative propagation



FOTO: CURT ALMQVIST/SKOGFORSK

Abstract

This report sums up the practical experience gained from the Indoor Seed Orchard Project at Nässja seedling nursery 1998-2003, and the results from the associated R&D activities. The project showed that an indoor seed orchard can be integrated in a forest seedling nursery. Seed can be produced without pollen contamination from outside pollen sources by transfer of the potted trees into the greenhouse early in spring and by creating an isolation in time between flower receptivity in the greenhouse and presence of pollen from outside sources. Supplemental pollination in the greenhouse can be utilised to further increase the genetic gain of the produced seed crop. Financial estimates based on the results from the project show that seeds can be produced at a cost of about SEK 0.83 per seed (2015 cost level) in an indoor seed orchard of the type set up in the project. Financial estimates for setting up a new and larger indoor seed orchard facility resulted in a seed cost of between SEK 0.52-1.11 per seed depending on rate of interest applied (0-8%).



Uppsala Science Park, 751 83 Uppsala
skogforsk@skogforsk.se
skogforsk.se

Redaktör: Anders Thorén, Thorén information
©Skogforsk 2018 ISSN 1404-305X

Förord

Denna rapport redovisar resultaten och erfarenheterna från den praktiska driften av projekt "Växthusplantage av gran i Nässja" vid Nässja plantskola åren 1998-2003, samt resultaten från den FoU-del som utfördes inom projektet. Projektets resultat har tidigare redovisats bl.a. vid IUFRO-konferensen Seed Orchards and Breeding Theory Conference, 21–25 maj 2012 i Antalya, Turkiet. Någon fullständig skriftlig dokumentation av projektet har dock inte tidigare publicerats.

Verksamheten i projektet avslutades under 2004, då projektets intressenter beslutade om en nedläggning av pågående verksamhet. Projektet var då fortfarande inne i en uppbyggnadsfas och huvuddelen av träden var ännu inte fullt ut i blomningskompetent ålder och hade ännu inte blivit föremål för någon blomstimulerande behandling. Det saknas därmed erfarenhet och siffror från en fröproduktion i stor skala.

Idag, 13 år senare, känns det angeläget att presentera erfarenheter och resultat, med tanke på ett "nyvaknat" intresse för sticklingsproduktion av gran, för vilken en växthusplantage har ekonomisk potential.

Detta projekt har tillfört kunskaper, som visar att det är ekonomiskt och praktiskt möjligt att driva växthusplantager av gran. Därför borde metoden kunna bli ett kostnadseffektivt sätt att producera frö vid produktion av bulksticklingar eller SE-plantor i stor skala.

Andra kunskaper är att förädlingsframstegen kan nyttjas snabbare genom blomningsstimulerande behandling av ungt material och genom introduktion av nya kloner när bättre material finns att tillgå.

Erfarenheter och resultat från projektet visar att det är möjligt att driva en växthusplantage av gran i stor skala. Rapporten skall ses som ett stöd och hjälp vid etableringen av nya liknade plantager. Ett ökat intresse för vegetativ förökning av gran i Sverige, kan leda till en nyetablering av växthusplantager med erfarenheter från projektet Växthusplantage av gran i Nässja.

Uppsala i oktober 2017

Mats Eriksson och Curt Almqvist

Sammanfattning

Målet för projektet var att utveckla konceptet med fröproduktion i en växthusplantage till en ekonomiskt rimlig nivå och att etablera en växthusplantage med fröproduktion i ett växthus i Nässja plantskola.

Projektet dimensionerades med tre produktionsomgångar inkrukade plantageträd. Då plantageträden i växthusplantagen har en treårig produktionscykel innebär det att plantagen, då den är uppe i full drift, skulle ha en produktionsomgång som producerar frö varje år.

Projektet innehöll även en FoU-del som under tiden för produktionsomgångarnas uppbyggnad skulle utveckla och finslipa olika komponenter i växthusplantagens produktionscykel.

Projektet avslutades under 2004, då projektägarna beslutade om en nedläggning av verksamheten. Projektet var då fortfarande inne i en uppbyggnadsfas och huvuddelen av träden i produktionsomgångarna hade ännu inte nått blomningskompetent ålder och hade ännu inte blivit föremål för någon blomstimulerande behandling. Det saknas därmed praktisk erfarenhet och siffror från fröproduktion i stor skala.

De ekonomiska kalkylerna baseras på de erfarenheter och resultat som erhöles under projekttiden fram till avslutet 2004. Kalkylerna visar att det i en växthusplantage som den i Nässja skulle gå att producera frö till en kostnad av 83 öre per frö (2015 års kostnadsläge). En nyetablering av en större anläggning skulle kunna producera frö till en kostnad av mellan 59-111 öre per frö beroende på vilken kalkylränta som används (0-8 %).

Resultaten och erfarenheterna från den praktiska uppbyggnaden av plantagen och de FoU-projekt som genomfördes inom projektet kan sammanfattas i följande punkter:

- Projektet visar att det är både ekonomiskt och praktiskt möjligt att driva en växthusplantage av gran.
- En växthusplantage är fullt möjlig att drivas i anslutning till en traditionell skogsplantskola.
- Växthusplantager kan producera frö utan inblandning från oförädlad pollen.
- Det är möjligt att tidigarelägga blomningen i växthus enligt de inkörningsrutiner som genomförts vid projektet i Nässja.
- Tidigareläggningen av blomningen har inte negativt påverkat mängden matat frö eller tusenkornsvikt. Snarare kan en positiv effekt skönjas.
- Tilläggspollinering kan användas för att öka fröskördens genetiska diversitet och är en metod att föra in nya kloner i produktionen.
- Ackumulerad temperatursumma på 20 dygnsgrader är en lämplig tidpunkt för inkörning av träden i växthus, för att de ska blomma i växthuset innan blomningen sker utomhus. Därmed kan inkörsning med fjärrpollen undvikas. Dock bör inkörning inte ske senare än 10 april.
- Effektiv blomningsstimulering är nödvändig för hög produktion i en växthusplantage.
- Uppbyggnadsfasen för en växthusplantage (från start till första fröskörd) är i storleksordningen 5 till 10 år.
- Kunskaper om gödsling, substrat, bekämpning skiljer sig inte nämnvärt från konventionell plantodling.
- En växthusplantage kräver stort frilandsutrymme för odling av de inkrukade plantageträden, eftersom dessa mestadels står utomhus.
- Ett växthus med en stor luftvolym, uppvärmningsmöjlighet samt god ventilation är en nödvändig förutsättning för lyckat resultat.
- Beskränning av plantageträdens kronor är nödvändig. I projektet i Nässja var 3 meter en bra medelhöjd för plantageträden.
- Konditionen hos inkrukade träd påverkas inte negativt av en upprepad kronbeskränning.
- Plagiotropt (grenlikt) växtsätt hos plantageträd tillverkade som sticklingar eller ympar från det högförädlade klonerna har inte varit något problem.
- Växthusplantagen är lämplig för att producera högförädlade fröplantor eller utgångsmaterial för vegetativ förökning (t.ex. bulksticklingar).

Summary

The aim of the project was to develop the concept of seed production in an indoor seed orchard at a reasonable cost, and to establish an operational indoor seed orchard at Nässja nursery. The project design involved three production batches of potted Norway spruce trees. Since the trees in one production batch have a three-year production cycle, the seed orchard in full operation would produce one batch of seed each year. The project also contained an R&D aspect that, during the establishment of the production batches, would develop and trim different components in the production cycle.

The project ended in 2004. The project was then still in an establishment phase and most of the trees in the production batches had not yet reached flowering age and had not been subjected to any flower-stimulating treatment. There is therefore no practical experience and figures from large-scale seed production.

Financial calculations were made based on the experiences and results obtained during the project period up to the end of 2004. In an indoor seed orchard like that established in Nässja within the project, seeds could be produced at a cost of SEK 0.83 per seed (2015 level of cost). A new establishment of a larger indoor seed orchard complex could produce seeds at a cost of between SEK 0.59-1.11 per seed depending on the interest rate applied (0-8%).

The results and experiences of the establishment of the indoor seed orchard and the R&D projects can be summarised in the following points:

- Operating an indoor seed orchard of Norway spruce is both financially viable and practically feasible.
- An indoor seed orchard can be integrated in a forest seedling nursery.
- Seed can be produced without contamination from outside pollen sources by transferring the potted trees into the greenhouse early in spring, and by creating an isolation in time between flower receptivity in the greenhouse and pollen occurrence from outside sources.
- Supplemental pollination in the greenhouse can be used to further increase the genetic gain of the produced seed crop.
- An accumulated temperature sum of 20 DD (Degree Days, +5°C) is an appropriate time for transfer of the potted trees into the greenhouse to obtain flowering within the greenhouse before pollen occurs outdoors, thereby avoiding pollen contamination. However, transfer into the greenhouse should be no later than 10 April.
- Effective flower stimulation is necessary for high production in an indoor seed orchard.
- The establishment phase of an indoor seed orchard (from start to first seed harvest) is 5 to 10 years.
- An indoor seed orchard requires a large outdoor space for cultivating the potted trees, which are mostly kept outdoors.
- A greenhouse with a large volume of air, heating facilities, and good ventilation is needed for successful results.
- Pruning of the orchard trees is necessary. In the Nässja project, a good average height for pruning the potted trees was three metres.
- The vitality of potted trees is not adversely affected by repeated crown pruning.
- An indoor seed orchard is suitable for producing highly improved seeds that can be used as starting material for vegetative propagation (e.g. bulk cuttings).

Innehåll

Abstract.....	2
Förord	3
Sammanfattning.....	4
Summary.....	6
Inledning - bakgrund.....	10
Projektets tillkomst	10
Översiktlig projektbeskrivning	10
Intressenter	11
Medverkande.....	11
Lokalisering	11
Projekt mål	11
FoU	11
Avslutning	12
Projektkostnader	12
Växthusplantagens uppbyggnad och funktion	13
Material	13
Granmaterialens skötselcykel	13
Pollen – insamling och användning.....	15
Praktisk drift och blomningsstimulering i växthusplantagen vid Nässja	15
Praktisk drift.....	15
Blomningsstimulering.....	18
Resultat från praktisk drift av växthusplantagen i Nässja	19
Blomningsstimulering.....	19
Kott- och fröproduktion.....	20
Styrning av temperaturen i växthuset vid blomningsstimulering	20
Ekonomiska kalkyler för fröproduktion i växthusplantager	22
Kalkyl för produktionskostnad i växthusplantagen i Nässja.....	22
Kalkylförutsättningar.....	22
Kalkylresultat	23
Kalkyl för nyinvestering i ett växthusplantagekomplex	26
Kalkylförutsättningar och dimensionering	26
Känslighetsanalys.....	29
Områden där fortsatt utveckling var planerad	30
Referenser.....	31

Bilaga 1. FoU-aktiviteter inom projekt Växthusplantage av gran i Nässja.....	32
FoU-aktiviteter inom projekt Växthusplantage av gran i Nässja	32
Försök 1. Upprepad blomningsstimulering av små sticklingar.....	32
Inledning	32
Material och metoder.....	32
Resultat och diskussion.....	33
Försök 2. Möjligheter att tidigarelägga blomningen genom att driva ympar i växthus	34
Inledning	34
Material och metoder.....	34
Temperatur- och klimatregistrering.....	35
Resultat och diskussion.....	36
Blomning, kottmängd och frökvalitet.....	40
Slutsatser	43
Försök med beskärning av inkrukade plantage träd för en växthusplantage.....	44
Försök 3. Beskärningens betydelse för produktion av blommor och kottar.....	44
Inledning	44
Material och metoder.....	44
Resultat och diskussion.....	44
Försök 6 och 8. Beskärning för tidig och riklig kottproduktion.....	47
Inledning	47
Material och metoder.....	47
Genomförande.....	48
Resultat och diskussion.....	48
Försök 5. Ympning av ris från olika delar av kronan.....	52
Inledning	52
Syfte	52
Material och metoder.....	52
Resultat och diskussion.....	53
Försök 7. Tilläggslys vid blomningsstimulering.....	54
Inledning	54
Material och metoder.....	54
Försök 2001.....	54
Försök 2003	55
Resultat och diskussion.....	57
Försök 2001.....	57
Försök 2003	58

Inledning - bakgrund

PROJEKTETS TILLKOMST

Mellansvenska klonskogsbruksprojektet startade 1989 och var ett samarbete mellan bolagen Stora Enso, Korsnäs, AssiDomän och Modo. Skogforsk svarade för projektledning och det praktiska arbetet med att genomföra klontester. Projektets mål var att 1; identifiera kloner med hög stamvedsproduktion och odlingssäkerhet och 2; skapa en förökningsbas för produktion av nio miljoner sticklingar per år efter år 2000.

Då projektet avslutades 2001 hade erhållna resultat tydligt visat att det går att öka virkesproduktionen rejält med klonskogsbruk. Denna produktionspotential hade dock inte tagits till vara av de medverkande skogsbolagen i någon större omfattning. Det var endast Stora Enso som gjorde några sticklingar alls och deras produktion 2001 var omkring 400 000 sticklingar per år, vilket är långt under projektmålet på totalt nio miljoner sticklingar per år. Skälen till att bolagen tvekade inför att påbörja sticklingsproduktion av testade sticklingar var bl.a. att det visat sig dyrare och svårare än väntat att hålla klonerna unga under klontestfasen. Lagregler som krävde att många kloner blandas orsakade också dyrbara administrativa kostnader (Sonesson & Almqvist 2002).

På grund av de svårigheter som nyttjandet av testade kloner medförde, ökade istället intresset för produktion av s.k. bulksticklingar vilka produceras av sticklingsris som tas från unga fröplantor. Bulksticklingar ger betydligt högre rotningsfrekvens, inga problem med grenlikt växtsätt de första åren och dessutom slipper man kostnader för arkivhållning av kloner i test. Produceras bulksticklingar från fröpartier från riktigt bra föräldraträd så blir den genetiska vinsten hos bulksticklingarna hög. Förädlingsutredningen (Skogforsk 1995) angav också växthusplantager av gran som en försökningsform med stor ekonomisk potential vid massförökning.

För att trygga försörjningen av högförädlad granfrö för produktion av bulksticklingar fick Skogforsk i uppdrag att ta fram en plan för anläggning och drift av en växthusplantage av gran i operativ skala. De bästa klonerna från klontesterna skulle användas som föräldraträd i växthusplantagen.

ÖVERSIKTLIG PROJEKTBSKRIVNING

I en växthusplantage används stora inkrukade ympar eller sticklingar av de bästa klonerna från förädlingen. En stor fördel med den intensiva odlingen av plantageträden är att de börjar blomma tidigare än i en konventionell utomhusplantage. Tidsvinsten kan vara så stor som tio år. I växthusplantagen vid Nässja plantskola, användes de bästa klonerna från det Mellansvenska klonskogsbruksprojektet. Den genetiska vinsten uppskattades till omkring 39 % jämfört med fröplantor av bruksproveniens (Sonesson & Hannerz, 2002). En annan fördel är att träden i plantagen snabbt kan bytas ut när nytt material blir tillgängligt.

I växthusplantagen kan granarna blomma inne i växthuset tidigare på våren än vad granarna gör utomhus. Detta gör att inkorsning helt kan undvikas (Funda m.fl., 2016). För att säkra att det finns tillräckligt med pollen från rätt kloner under blomningen, så tillägspollineras honblommorna med insamlat pollen. Detta görs som komplement till det pollen som produceras på plantageträden.

Angrepp av skadeinsekter på blommor och kottar kontrollerades genom biologisk bekämpning av insekterna med *Bacillus thuringiensis*.

INTRESSETER

Intressenter i projektet "Växthusplantage med gran" var Sveaskog (Assi Domän AB), Bergvik Skog AB (Korsnäs AB och Stora Enso) och Holmen Skog AB (MoDo Skog AB). Skogforsk ansvarade för projektledning.

MEDVERKANDE

Projektledare var Mats Eriksson och Curt Almqvist, Skogforsk. Den operativa driften och arbetsinsatserna vid Nässja plantskola utfördes av personal vid plantskolan under ledning av plantskolechef Anders Lindgren. Från Skogforsk medverkade även Mats Hannerz samt personal vid Brunsberg försöksstation.

Projektets styrgrupp bestod av en person från varje medverkande bolag. Följande personer medverkade under olika perioder i styrgruppen för projektet:

För Bergvik Skog (Korsnäs och Stora Enso): Gunnar Johansson, Ragnar Friberg, Johan Lindman, Anna Norén och Kristin Haga.

För Sveaskog: Bo Nilsson och Leif Lyckeback

För Holmen Skog: Ragnar Fredholm och Erik Normark.

LOKALISERING

Växthusplantagen var lokaliserad vid Nässja plantskola, Österfärnebo. De i projektet ingående FoU-insatserna utfördes huvudsakligen vid Nässja plantskola och till en mindre del vid Skogforsks försöksstation i Brunsberg.

PROJEKTMÅL

Huvudmålet med projektet var att bygga upp en fullskalig operativ växthusplantage av gran för produktion av högförädlad frö avsett som bas för produktion av bulksticklingar.

Dimensioneringen var att en full produktionsomgång, dvs. ett fullt växthus av den typ som användes i Nässja, skulle producera frö varje år. Storleken på en produktionsomgång bestämdes till 600 inkrukade plantageträd, vilket innebar att plantagen i full drift skulle bestå av 1800 plantageträd i blomningskompetent ålder.

Delmål för projektet var att bygga upp erfarenhet av drift av en växthusplantage, kvantifiera fröutbyte och frökvalitet samt lösa tekniska och organisatoriska problem som uppkommer vid full storskalig drift.

FOU

För att nå projektmålen innehöll projektet också ett en FoU-del som syftade till att närmare studera och utveckla specifika delar av problemkomplexet. Exempel på frågor som studerades är:

- Klarlägga effekter av olika temperaturförhållanden under pollinering och fröomognad hos krukodlad gran.
- Klarlägga beskärningens betydelse för maximal produktion av gröna skott och blomknoppar, samtidigt som en hanterbar storlek på plantageträdet bibehålls.
- Klarlägga möjligheterna att tidigarelägga blomningen genom att driva unga plantageträd i växthus.

AVSLUTNING

Verksamheten i projektet fortsatte fram till hösten 2004, då intressenterna beslutade om en nedläggning. Projektet hade då avslutat sin uppbyggnadsfas när det gällde skapande av blomningskompetent material i och med att den första produktionsomgången var redo för blomningsstimulerande behandling. Beslutet om avslutning i detta läge gjorde att data från fröproduktion i full skala inte erhöles.

Huvuddelen av plantageträden i de operativa produktionsomgångarna avvecklades men ett mindre antal kloner användes för att etablera en minifröplantage vid Nässja plant-skola. Vissa kloner flyttades till Skogforsk Ekebo, för att ingå i förädlingsverksamheten.

PROJEKTKOSTNADER

Under projektiden uppkom nya frågeställningar som genererade försök och andra FoU-aktiviteter i samband med driften av växthusplantagen. Därmed uppkom avvikelser från den ursprungliga budgeten, Tabell 1. Även högre driftskostnader och kostnader för inkrukning av nytt material m.m. bidrog till att ursprungsbudgeten överskreds.

Tabell 1. Årlig budget och verkligt utfall (kk) för hela projektet samt fördelat på projektledning och FoU.
Table 1. Annual budget and actual result (SEK thousand) for the entire project, and divided into project management and R&D.

År	Totalbudget	Ursprungsplan		Total	Utfall	
		FoUdel	Projektledning		FoUdel	Projektledning
1996	436	76	110	630	81	105
1997	809	310	110	436	200	110
1998	293	6	60	781	265	105
1999	351	42	60	577	124	60
2000	229	0	60	348	96	60
2001	301	0	60	329	161	53
2002	243	0	60	460	152	53
2003	256	0	60	390	107	53
2004	267	0	60	452	103	98
Totalt	3 185	434	640	4 402	1 288	697

Växthusplantagens uppbyggnad och funktion

MATERIAL

Totalt under projektet planterades cirka 2400 plantageträd i 110-liters krukor, varav 1800 ingick i uppbyggnaden av de operativa produktionsmaterialen. De resterande användes i försök och drift av växthusplantagen i pilotskala i väntan på att produktionsmaterialen blev blomningskompetenta, Tabell 2.

För att säkra material för den operativa driften av plantagen planerades för ett rullande system, där nytt material införlivas, allt eftersom ett bättre genetiskt material blev tillgängligt från förädlingsprogrammet.

Varje plantageträd fick ett unikt nummer, som tillsammans med uppgift om klonidentitet, var präglat på en identitetsbricka i aluminium som hängde i varje träd.

För att hantera den stora mängden plantageträd upprättades en databas, där även varje träds skötsel och vilka behandlingsregimer de erhållit registrerades. Även uppgifter om klonernas zontillhörighet, genetiska vinst och klonursprung med mera fanns registrerat. Totalt fanns det 2406 plantageträd registrerade i databasen hösten 2004.

GRANMATERIALENS SKÖTSEL CYKEL

Odlingsregimen kan beskrivas som en treårig skötselcykel. Trots att det kallas växthusplantage, innebär konceptet att träden odlas utomhus större delen av tiden. Det är bara vid två specifika tillfällen under den treåriga skötselcykeln som träden finns i växthuset.

År 1 genomgår plantageträden en behandling som stimulerar bildning av pollen och honblommor. Detta sker i växthuset genom att träden utsätts för en lätt torkstress, värme och blomningshormoner. Torkstressen erhålls genom en sparsam vattning eventuellt kombinerad med en rotbeskärning i krukorna. Gibberellin applicerades genom injektion i stammen. Tiden i växthuset var cirka 4-6 veckor.

År 2 flyttades de plantageträd som blomningsstimulerades år 1 in i växthus tidigt på våren. Den tidiga inflyttningen i växthuset skapade både en tidsmässig och en fysisk barriär mot pollen utifrån. Genom att det var varmare i växthuset än det var utomhus påskyndades trädens vårutveckling och därigenom startade plantageträden sin blomning tidigare. Målet var att träden i växthuset skulle ha avslutat sin blomning innan den naturliga blomningen och pollenspridningen utomhus startade, vilket gjorde att oönskat pollen inte kunde delta i pollineringen. För att säkerställa att honblommorna blev ordentligt pollinerade tillfördes pollen manuellt, så kallad tilläggs pollinering. Efter avslutad blomning flyttades träden ut på friland och den fortsatta fröutvecklingen skedde utomhus. Tiden i växthuset var cirka 6-8 veckor beroende på risken för frostsador i samband med utflytt.

År 3 fick träden ett vilolår. Under detta år stod de kvar ute på friland. De kunde då bygga upp nya skott och återhämta krafter innan nästa produktionscykel startades.

Tabell 2. Basfakta om de olika materialgrupper som ingick i projektet.

Table 2. Basic facts about the different material groups included in the project.

Material	Typ	FoU	Praktisk	Antal krukor	Antal kloner	Zon	Genetisk vinst	Fälttest	Testande organisation	Klonursprung
Ekebo Zon 7	Ymp/stickling	Vx2	Integrerat Vx2	81	20	6-7	17	5 lokaler, 6 år	Sydsv. KSB & Förrådingen	Sverige, Vitryssland & Slovakien
Kompletterings-material	Stickling	Vx1		335		6	4,9	2 lokaler, 6 år	Sydsv. KSB & Mellanssv. KSB	Vitryssland
Produktions-material 1	Ymp	Vx8		467	24	6	23	5 lokaler, 14 år	Hillesh. KSB & Förrådingen	Vitryssland & Slovakien
Produktions-material 2	Stickling	Vx6		578	15	5	19,6	6 lokaler, 6-9 år	Sydsv. KSB & Mellanssv. KSB	Vitryssland
Produktions-material 3	Stickling			141	10	6	27	6 lokaler, 6 år	Mellansv. KSB & Förrådingen	Helsyskonkloner
Produktions-material 4	Stickling			553	29	6	26	3 lokaler, 6 år	Mellansv. KSB & Förrådingen	Halvsyskonkloner
Startmaterial Del 1	Stickling	Vx2, Vx3	Integrerat Vx2	147	18	6	17,3	5 lokaler, 14 år	Hillesh. KSB & Förrådingen	Vitryssland & Slovakien
Startmaterial Del 2	Stickling	Vx2	Integrerat Vx2	104	18	6	17,3	5 lokaler, 14 år	Hillesh. KSB & Förrådingen	Vitryssland & Slovakien

POLLEN – INSAMLING OCH ANVÄNDNING

Tillgång på pollen av god kvalitet från kloner med bra avelsvärde är avgörande för ett gott resultat. Pollen kan samlas in både på de inkrukade plantageträden som ingår i växthusplantagen och på lämpliga kloner som finns i arkiv och andra fröplantager. Genom att använda pollen från andra fäder än de inkrukade klonerna kan man förändra både klonantal och egenskaper hos det producerade fröet. Det är ett snabbt sätt att föra in nya kloner i fröproduktionen.

Granens oregelbundna blomning är dock ett problem. En möjlighet som bör övervägas vid operativ drift av en växthusplantage är regelbunden stimulering av intressanta kloner för hanblomning. I den växthusplantage som funnits i Norge vid Biri Planteskole har detta praktiserats.

Färskt pollen är bäst vid pollineringen. Men rent praktiskt är polleninsamling året före korsning samt lagring i fryn att föredra. Vitaliteten och gröningsförmågan på det insamlade pollenet bör analyseras innan lagring i fryn och helst också strax före användningen.

I detta projekt gjordes klängning, analyser och lagring av pollen vid Skogforsks station i Brunsberg.

Pollinering. I projektet var inte ambitionen att producera frö från helsyskonfamiljer, utan plantageträden tilläts att pollinera varandra fritt och det pollen som tillfördes vid tilläggs-pollinering har alltså kompletterat plantageträdens egna pollenproduktion.

För att effektivisera utnyttjandet av det pollen som producerades i växthuset under pollenrykningen, användes fläktar i växthuset för att öka luftomrörningen runt träden.

Tilläggs-pollineringen utfördes med pollensprutor av den typ som Skogforsk använder i förädlingsarbetet och utfördes under hela den period då honblommor var mottagliga för pollen.

Praktisk drift och blomningsstimulering i växthusplantagen vid Nässja

PRAKTISK DRIFT

Odlingssubstrat. Träden i växthusplantagen odlades i 110-liters krukor med en blandning av 50% växttorv och 50% sand. I botten på varje kruka, fungerade ett 10 cm tjockt lager med makadam eller sten som dräneringslager. Kombinationen med lika andel torv och sand gav ett varmt och mycket genomsläppligt substrat, som samtidigt gav möjlighet till torkstress.

Flyttning. Hantering och uppbyggnad av 2400 träd i krukor kräver en rationell hantering vid flyttning av träden mellan växthus och krukplan. Större delen av tiden fanns de inkrukade träden utomhus. Det krävdes en tillräckligt stor krukplan med plats för lastmaskinshantering. Ytan var hårdgjord och täckt med markväv. På Nässja plantskola anpassades en storbalsklämma, avsedd för hantering av rundbalar av hö och ensilage, till den befintliga krukstorleken (110-liters kruka). Balklämman kompletterades med en fastsvetsad tjock plåt, i vilka två urtag med samma diameter som krukans skurits ut (se foto nästa sida). På detta vis kunde två krukor lyftas samtidigt vid flyttningen mellan växthus och plan.

Bevattning. Bevattningen i växthus under blomningen och under blomningsstimulering skedde med droppbevattning med två droppdysor per kruka. Detta system gav goda möjligheter till noggrann styrning av vattningen så att lämplig torkstress kunde erhållas. Vattning ute på krukplan utfördes med konventionell pendelspridare. Det finns indikationer på att pendelspridarna hade en negativ inverkan på blommornas och kottarnas utveckling och därmed inneburit en ökad risk för abortering av kott. Under blomnings- och produktionsåret borde därför vattningen ha lösts på ett annat sätt, till exempel genom punktbevattning med slang eller montering av droppbevattning.



FOTO: CURT ALMQVIST/SKOGFORSK

Gödsling. All näringstillförsel var NPK 18-4-10 + S och micro, vanligen TG-Växupp. Dosen, 0,8 dl-1,2 dl per tillfälle, har varit anpassad till trädens storlek och fördelades på tre tillfällen på året: vid knoppsprickning, vecka 25-26 samt vecka 30-31. Detta motsvarade en kvävegiva på 70 gram/år. Gödslingstidpunkterna, anpassades till årsvariationen och den största givan gavs under vecka 25-26.

Övrig skötsel. Ogräsbehandling i krukorna skedde huvudsakligen manuellt men vid några tillfällen användes herbicid (glyphosat). Tidvis var kvickrot ett besvärligt ogräs.

Beskärning. För att bibehålla träden i hanterbar storlek beskars de. För att träden skulle vara möjliga att transportera in i växthuset och för att de inte skulle växa upp till växthusets ventilationstuber, bestämdes maximal höjd för ett träd till 3 meter räknat från krukans överkant. Träden som var i praktisk produktion toppades ett antal gånger under projektiden. För materialen i de produktionsomgångar som under projektiden ännu inte nått produktionsfas påbörjades en formande beskärning och toppning. Tankarna kring hur denna beskärning utfördes beskrivs i Försök 6 och 8 i Bilaga 1.

Rotbeskärning. Odlingen av träden i en stor kruka som står ovanpå marken gör att temperaturen i rotzonen under vintern blir lägre jämfört med markbundna träd. Speciellt längst ut, närmast kukan, blir vintertemperaturen så låg att rötterna troligtvis får frysskador. Det uppkommer därigenom en form av ”naturlig” rotbeskärning.

I projektet praktiserades också aktiv rotbeskärning. Vid den användes ett verktyg tillverkat av ett knivblad vars spets vinklats in så att resultatet blev ett skär som gick in cirka 5 cm i rotklumpen från ytterkukan. På knivbladet hade ett långt handtag svetsats. Effekten av denna rotbeskärning blev inte utvärderad i något försök, utan den användes på alla träd i samband med blomningsstimulering i syfte att öka stressen. Några skador orsakade av rotbeskärningen kunde inte konstateras på träden.

Uppbindning. Beroende på trädens växtsätt, var en viss uppbindning nödvändig, speciellt på ympar och sticklingar med ett grenlikt växtsätt. Denna åtgärd underlättade även flyttningen av träden.

Insektsskador. Insekter är ett problem vid all produktion av granfrö, så även i växthus. För att undvika insektsskador i fröproduktionen har behandling med *Bacillus thuringiensis* var. *kurstaki/aizawai* använts (produktnamn Turex 50 WP). Detta var det enda tillåtna preparatet under projektiden. Tidsmässigt anpassades detta så att den

första behandlingen utfördes under blomning, innan blommorna slutit sig. Behandlingen upprepades därefter med 14-dagars intervall fram till slutet av juli, eftersom angreppen även kan komma senare än just under blomningen. Preparatet är också känsligt för ljus och kan tvättas bort från kottarna av regn och bevattning med pendelspridare.

Det fanns farhågor om att en lokal insektspopulation som övervintrade i krukorna skulle kunna byggas upp. För att undersöka detta täcktes ett antal krukor med ett masonitlock. En öppning i masoniten täcktes med ett specialpapper för insektsfångst. Eftersom inga insekter av arter som angriper grankottar fångades, drogs slutsatsen att krukorna inte verkar vara ett lämpligt övervintringssubstrat för dessa insekter.



FOTO: CURT ALMQVIST/SKOGFORSK

Växthus. Växthus 13 vid Nässja plantskola användes under projektet. Det var ett Usko bågväxthus, med limträbågar och med dubbel uppblåst uv-stabiliserad plastfolie. Huset kompletterades med en effektiv ventilation inkl.nockventilation. Växthuset var 80 meter långt, 12 meter brett samt hade 5 meter i max takhöjd inock. Bruksytan i växthuset var 800 kvadratmeter, vilket bedömdes ge möjlighet att maximalt ha 600 plantage träd inne i huset för blomning eller blomningsstimulering.

Under mycket varma dagar behövdes dock även portarna öppnas för att ytterligare effektivisera ventilationen. Ett större växthus, med framförallt högre takhöjd hade givit huset en större luftvolym, vilket gjort det lättare att styra temperaturen. Högre takhöjd hade också givit möjligheter att låta plantage träderna bli större än vi nu kunde tillåta.

Växthuset skadades under våren 2003. Orsaken var att systemet för stängning av nock-ventilationen vid stark vind fallerade. Det gjorde att växthusbågarna slets loss från markinfästningen och delvis kollapsade. Detta visar på vikten av ett fungerande system för styrning av nockventilationen och att nockventilationen nödstängs om denna styrning faller ifrån.

Temperatur. Styrning av växthusets klimat är avgörande för fröproduktionen i plantagen och en effektiv ventilation av växthuset är mycket viktigt eftersom långvariga värmetoppar har en mycket negativ inverkan på trädens kondition. Temperaturen ute respektive inne i växthuset registrerades med dataloggrar, typ Tinytag. (Gemini Data-loggers UK LTD).

Riktvärden för temperaturen i växthuset under blomningen var en nattemperatur på 8-10 °C och dagtemperatur på 20-25 °C under blomning. Efter att blomningen avslutades eftersträvades en temperatur i växthuset som efterliknade utomhustemperaturen, förutom frost. Detta erhöles genom maximal ventilation från 10 °C.

BLOMNINGSSSTIMULERING

Blomningsstimulering. Den ”standardmetod” för blomningsstimulering som användes i projektet innehåller komponenterna temperaturstress genom förhöjd temperatur, vattenstress genom begränsad vattning eventuellt kompletterad med rotbeskärning samt tillförsel av blomningshormonet Gibberellin A_{4/7} (förkortat GA_{4/7}).

Blomningsstimulering genomfördes på sticklingar ur Startmaterial 1 resp. Startmaterial 2, Kompletteringsmaterialen och materialet Ekebo zon 7. Övriga produktionsmaterial hade ännu inte tillräcklig storlek och ålder för att ingå i behandlingar. Gibberellinbehandling genomfördes oberoende av om träden ingick i försök eller i praktisk fröproduktion.

Materialen följde den treåriga skötselcykeln förutom i ett fall då plantageträden i Startmaterial 1 blomningsstimulerades igen, utan att först haft ett vilolår. Detta visade att träden klarar att åtminstone någon enstaka gång, hoppa över vilolåret. Detta är positivt då det ökar flexibiliteten i växthusplantagen.

Riktvärden för temperaturen i växthuset under blomningsstimuleringen var en nattemperatur på cirka 20-23°C och dagtemperatur på 25-28 °C. Två veckor efter sista gibberellininjektionen avslutades blomningsstimuleringen och träden placerades åter utomhus.

Då blomningsstimuleringen sker i månadsskiftet juni-juli var det svårt att under varma och soliga dagar hålla temperaturen inom de önskade intervallerna. Med maximal ventilation kunde dock temperaturen i växthuset hållas under 35°C utom vid kortare enstaka perioder. Några skador på plantagetråd som kunde kopplas till för hög temperatur i växthuset har inte konstaterats.

Gibberellindosen för vitala träd varierade med trädens storlek och ålder. Vitala träd med en diameter över 7 cm fick 30 mg GA_{4/7} per träd som total dos och träd med något nedsatt vitalitet fick halv dos. Träd mindre än 7 cm i diameter gavs 15 mg GA_{4/7} per träd. Gibberellinet var vid applicering varit löst i alkohol (99 %) och injicerades med mikropipett i ett eller två borrarhål i stammen (antal borrarhål beroende av stamdiameter). Hålen borrades i nedre delen av stammen (oftast nedanför nedersta eller näst nedersta grenvarvet).

Blomningsstimulering är ett stressmoment för träd. De avgångar som skedde bedömdes vi ha varit på en låg och hanterbar nivå.

Tidpunkter för blomningsstimulering. Plantageträden flyttades in i växthus när årsskottet sträckt till mellan hälften och två tredjedelar av bedömd slutlig skottlängd. Tidpunkten för inflyttning skedde normalt varit i början av vecka 25, Tabell 3.

Behandlingen med GA_{4/7} utfördes när skotten sträckt till 75 % av bedömd slutlig skottlängd och upprepades när de sträckt till 90 % av denna längd. Behandlingstidpunkt 1 varierade mellan vecka 25-27 samt för behandlingstidpunkt 2 vecka 27-29.

Värmebehandling av träden avslutades två veckor efter sista staminjektionen och träden fick sedan stå kvar i huset fram till vecka 35-36, i regel mitten av augusti. Under denna tid var uppvärmningen avstängd, full ventilation med optimalt öppna vädringsluckor och portar. Syftet med att inte köra ut på friland direkt, var att blomningsstimuleringen skulle kunnat påverkas av nederbörd och kyla. Fördröjningen av utflyttningen var också delvis praktiskt betingad så den annars skulle behöva göras under semesterperioden då plant-skolan har minskad bemanning.

Tabell 3. Datum för inkörning, gibberellinbehandling och utkörning ur växthuset för blomningsstimuleringar i Nässja under projektet.

Table 3. Dates of transfer into the greenhouse, gibberellin treatment and transfer out of the greenhouse for flowering stimulation in Nässja during the project.

År	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003
Inkörning		17 jun	19 jun	25 maj	18 jun	04 jun	05 jun
Behandling 1	12 jun		23 jun	21 jun	05 jul	27 jun	01 jul
Behandling 2	24 jun		02 jul	05 jul	16 jul	11 jul	17 jul
Utkörning		22 jul		11 aug	22 aug	30 aug	11 sep

Resultat från praktisk drift av växthusplantagen i Nässja

BLOMNINGSSTIMULERING

Materialen i växthusplantagen sköttes enligt en treårig fröproduktionscykel och de material som användes för utvecklandet av skötselregimerna blev alla föremål för minst två blomningsstimuleringar. Sammanställningen bygger på alla behandlade träd, oavsett om de ingått i Försök 2 eller i den praktiska fröproduktionen.

Effekten av blomningsstimulering blev att i medeltal 50% av de stimulerade träden hade honblommor och kott med en variation mellan 29-70 procent. Vår bedömning är att det var ett bra resultat med tanke på plantageträdens låga ålder. Den stora mellanårsvariationen går i detta material inte att skilja från effekten av att det är olika material som använts olika år. Det är dock vår bedömning att de år då de naturliga förutsättningarna utanför växthuset varit dåliga för blomningsstimulering blev resultatet sämre även för de träd som behandlats inne i växthuset. Omvänt blev resultatet i växthuset oftast mycket bra de år de naturliga förutsättningarna var goda.

Vår teori är att mängden solljus är en viktig faktor för blomningsstimuleringen. I naturen hänger faktorerna soligt, varmt och torrt respektive mulet, svalt och blött ihop. I ett växthus av den typ som användes i detta projekt kan vi skapa varmt och torrt klimat samtidigt som det är mulet (få soltimmar). Denna kombination gav inte en så stark blomningsstimulering, trots behandling med torkstress och blomningsstimulerande hormon (GA_{4/7}).

KOTT- OCH FRÖPRODUKTION

Andelen träd med kott varierar kraftigt mellan olika år. Så även kott per träd, antalet frö per kotte och därigenom även det totala antalet matade frön, Tabell 4.

Tabell 4. Kott- och fröproduktionsdata i de material som blomningsstimulerats i åren 1997-2003.
Table 4. Cone and seed production data in the material undergoing flowering stimulation 1997-2003.

År blomningssimulering	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003
Material	Start del 1	Start del 2	G7 Ekebo	Start del 1	Start del 2	Start del 1	G7 Ekebo
Antal träd med kott	96	30	55	64	52	61	37
Antal träd utan kott	54	74	25	70	46	103	31
Totalt antal träd	150	104	80	134	98	164	68
Andel träd med kott	64%	29%	69%	48%	53%	37%	54%
Antal kott/kottbärande träd	3,1	5,9	47,1	16,3	42,1	43,0	46,3
Antal kott/alla träd	2,0	1,7	32,4	7,8	22,3	16,0	25,2
Totalt antal kott	296	176	2593	1040	2187	2621	1714
Antal frö/kotte	39,0	6,5	61,4	15,4	32,2	23,6	
Totalt antal frö	11 546	1 147	159 249	15 964	70 494	61 958	

Anledningen till det varierande resultatet är oklart, men det finns ett par faktorer som vi anser har stor påverkan:

- Konditionen hos plantageträden har stor betydelse för hur de orkar bära fram kott. Träd med nedsatt kondition kan blomma rikligt, men en betydande del av blommorna utvecklas inte till skördemogna kottar utan aborteras.
- Pollenets kvalitet och pollineringsförhållanden (inklusive tilläggspollinering) påverkar fröutbytet.

Vi har inte funnit någon bra förklaring till det låga antalet matade frö per kotte. Samma resultat har rapporterats vid liknande drift av växthusplantager utomlands. Troligen är detta kopplat till trädens ålder och storlek, men även till temperatur under blomningsperioden, pollenkvalitet och andra faktorer som är inte fullt klarlagda.

STYRNING AV TEMPERATUREN I VÄXTHUSET VID BLOMNINGSSTIMULERING

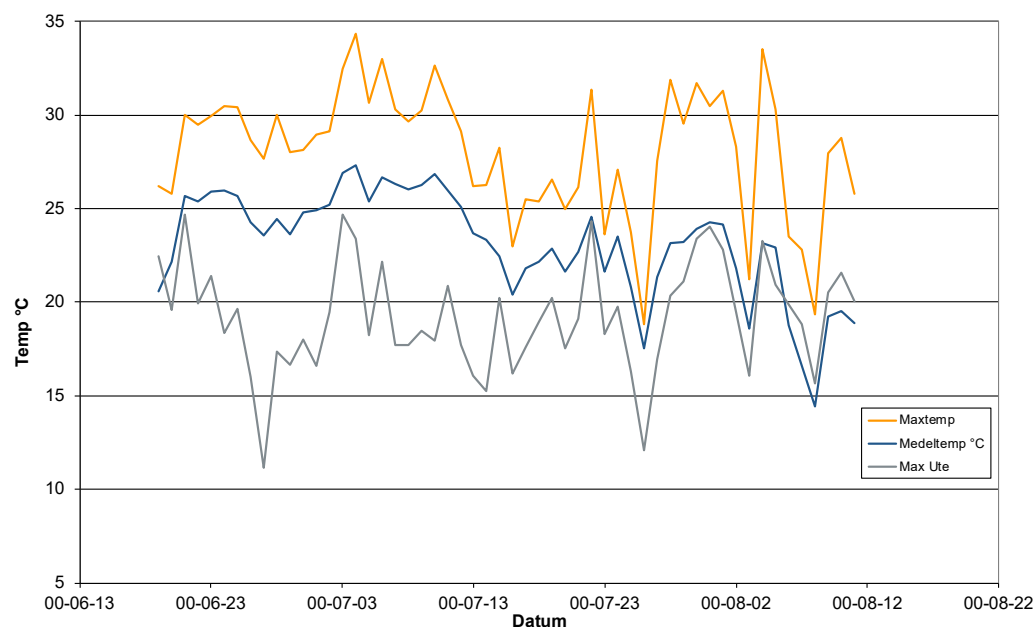
Riktvärden för temperaturen i växthuset under blomningsstimuleringen var en natttemperatur på cirka 20-23 °C och dagstemperatur på 25-28 °C. Temperaturtoppar över 35 °C bedömdes som viktigt att undvika. Sammanfattande data från temperaturmätningarna under blomningsstimuleringen respektive år redovisas i Tabell 5. Riktvärdena för temperatur dag och natt har i stort hållits. Att undvika temperaturer över 35 °C har varit svårare och höga temperaturer har uppstått cirka en dag av fem under perioden för blomningsstimuleringen under tre av de sex åren. Att höga temperaturer helt kunnat undvikas under två år visar dock att det är fullt möjligt att klara av att hålla temperaturen inom önskade gränser.

Tabell 5. Temperatur utomhus och i växthus under den blomningsstimulerande behandlingen åren 1998-2003. Med dag avses tiden 08-20 och med natt 20-08.

Table 5. Outdoor and greenhouse temperature during the flowering stimulation treatment 1998-2003. 'Dygn °C' is average temperature for day and night, 'Dag' refers to temperature during day (08-20), and 'Natt' refers to temperature during night (20-08). The last two columns are number of days which temperature in the greenhouse did exceed 35 °C and total number of hours temperature was exceeding 35 °C.

År & datum	Medeltemperatur utomhus			Medeltemperatur i växthus			Antal dagar med maxtemp >35 °C	Antal timmar temp >35 °C
	Dygn °C	Dag °C	Natt °C	Dygn °C	Dag °C	Natt °C		
1998								
06-17 -- 07-31	14,7	16,6	12,8	24,1	27,8	20,5	9	50,0
1999								
06-17 -- 07-31	18,6	22,6	14,6	25,9	28,9	22,9	10	40,5
2000								
06-19 -- 07-31	15,4	17,3	13,6	24,0	26,4	21,5	0	0,0
2001								
06-18 -- 07-31	18,6	21,1	16,1	26,0	29,1	22,9	10	42,5
2002								
06-15 -- 07-31	17,6	19,8	15,4	23,6	26,2	21,1	0	0,0
2003								
06-15 -- 07-31	18,2	20,8	15,6	25,0	27,9	22,1	4	7,5

I Figur 1 visas ett exempel på hur temperaturen i växthuset och utanför varierat under den blomningsstimulerande behandlingen ett år. Detta år erhöles inga oönskade värmetoppar (över 35 °C) i växthuset och temperaturen i växthuset hölls inom de önskade gränserna.



Figur 1. Medel- och maxtemperatur i växthuset och maxtemperatur utomhus under den blomningsstimulerande behandlingen och tiden fram till att träden flyttade ut på friland år 2000.

Figure 1. Mean and maximum temperature in the greenhouse, and maximum outdoor temperature, during the flowering-stimulation treatment, and time until the trees were moved outdoors in 2000.

Orsaken till att temperaturopppar inte helt kunnat undvikas kan vara att inställningarna för ventilationen inte varit korrekta, att det är en viss fördröjning i klimatstyrningen eller att andra störningar som till exempel skador av åska som hindrat ventilation att fungera riktigt.

Ekonomiska kalkyler för fröproduktion i växthusplantager

I detta avsnitt redovisas ekonomiska kalkyler för två olika grundförutsättningar:

1. Kalkyl för produktionskostnad i växthusplantagen i Nässja om den hade fortsatt att drivas under produktionsfasen. Denna kalkyl togs fram som ett underlag för styrgruppens beslut om projektets eventuella fortsättning.
2. Kalkyl för nyinvestering i ett växthusplantagekomplex dimensionerat för en genomsnittlig produktion av 5 miljoner frön per år (motsvarar cirka 35 kg frö per år) under en produktionstid om 15 år och en total livstid från start till avslut på 24 år.

Alla kostnader i bägge kalkylerna är baserade på projektet i Nässja åren 2002 och 2003 hämtade från fakturor till växthusplantageprojektet samt kostnader för växthusinvestering med mera, uppskattade i 2004 års prisläge. Kostnaderna har därefter uppräknats med KPI-förändringen från 2004 då kalkylerna presenteras i 2015 års kostnadsläge. KPI (Konsumentprisindex) ger en uppräkningsfaktor med 1,1223.

Då förutsättningarna för kalkylerna är relativt olika till sin karaktär beskrivs, för ökad tydlighet, förutsättningar och resultat för respektive kalkyl separat.

KALKYL FÖR PRODUKTIONSKOSTNAD I VÄXTHUS-PLANTAGEN I NÄSSJA

Kalkylförutsättningar

Denna kalkyl togs fram som underlag för beslut om projektets eventuella fortsättning. Den utgår därför från det läge som projektet i Nässja befann sig i 2004. Kostnader med mera beräknades för en produktionstid om 13 år (2006-2018). Projektet i Nässja hade startats med följande dimensionering:

- Ett växthus, storlek 20 x 80 meter
- Tre produktionsomgångar som var och en startade med 600 inkrukade träd

Fröproduktionen är beräknad med hjälp av de produktionsdata som erhållits i projektet insatta i en kalkylmall för produktionen för en produktionsomgång. Då kalkylen avser situationen vid full drift har den totala produktionen för tre produktionsomgångar fördelats jämt per år de tretton år varje produktionsomgång är inne i "produktionsfas", d.v.s. från första till sista fröproduktion. De värden som använts på "antal kottar per träd" och "antal matade frön per kotte" är i nivå med de bästa resultaten som uppnåtts i projektet. Kostnader som inte ingår i denna kalkyl är för materialframställning (sticklingar eller ympar), samt eventuella kostnader för Skogforsks arbete vid urval av lämpligt material m.m.

KOSTNADER PER ÅR

Hyra av växthus och krukplan	45 000 kr
Flytt av krukor (Kapacitet 200 krukor/dag. Maskin med förare 380 kr/tim)	31 000 kr
Skötsel, inkl. pollinering & kottinsamling	103 000 kr
Polleninsamling, 3 dv + resor	17 000 kr
Blomningsstimulering, arbete & gibberellin	9 000 kr
Summa	205 000 kr

Kostnaden för fröproduktion i växthusplantagen beräknades ”per matat frö”, ”per kg frö”, ”per planta för utplantering” och ”per moderplanta för sticklingsproduktion”. Vid beräkningen ”per kg frö” har en tusenkornsvikt på 7.0 gram använts. Vid beräkning ”per planta för utplantering” antas att 90 % av fröna ger upphov till en utplanteringsbar planta. Vid beräkning ”per moderplanta” antas att 80 % av fröna ger upphov till en användbar planta (se Figur 2).

Kalkylresultat

Resultatet i fröproduktion för en produktionsomgång redovisas i Figur 2. En växthusplantage i full drift har tre produktionsomgångar inne i produktionsfas, och en av dem producerar frö vart år i den treåriga produktionscykeln:

År 1: Blomningsstimulering;

År 2: Blomning och fröproduktion;

År 3: Viloår

Produktionsfasen för varje produktionsomgång är 13 år (år 10-22). Enligt kalkylen producerar en produktionsomgång totalt 1 071 969 frön, vilket ger en årlig produktion på 82 459 frön under produktionsfasen. Då tre produktionsomgångar är inne i produktionsfas samtidigt blir då den årliga produktionen i växthusplantagen $3 \times 82\,459 = 247\,377$ frön under produktionsfasen.

Beräknad produktionskostnad per olika enheter redovisas i Tabell 6.

Tabell 6. Beräknad produktionskostnad ”per matat frö”, ”per kg frö”, ”per planta för utplantering” och ”per moderplanta för sticklingsproduktion” i växthusplantagen i Nässja.

Table 6. Calculated production costs ‘per sound seed’, ‘per kg seed’, ‘per plant for planting in forests’, and ‘per mother plant for cutting production’ in the greenhouse plantation in Nässja.

Beräkningsgrund	Kostnad per enhet (kr)
Per matat frö	0,83
Per kg frö	118 360
Per utplanteringsbar planta	0,92
Per moderplanta för sticklingsproduktion	1,04

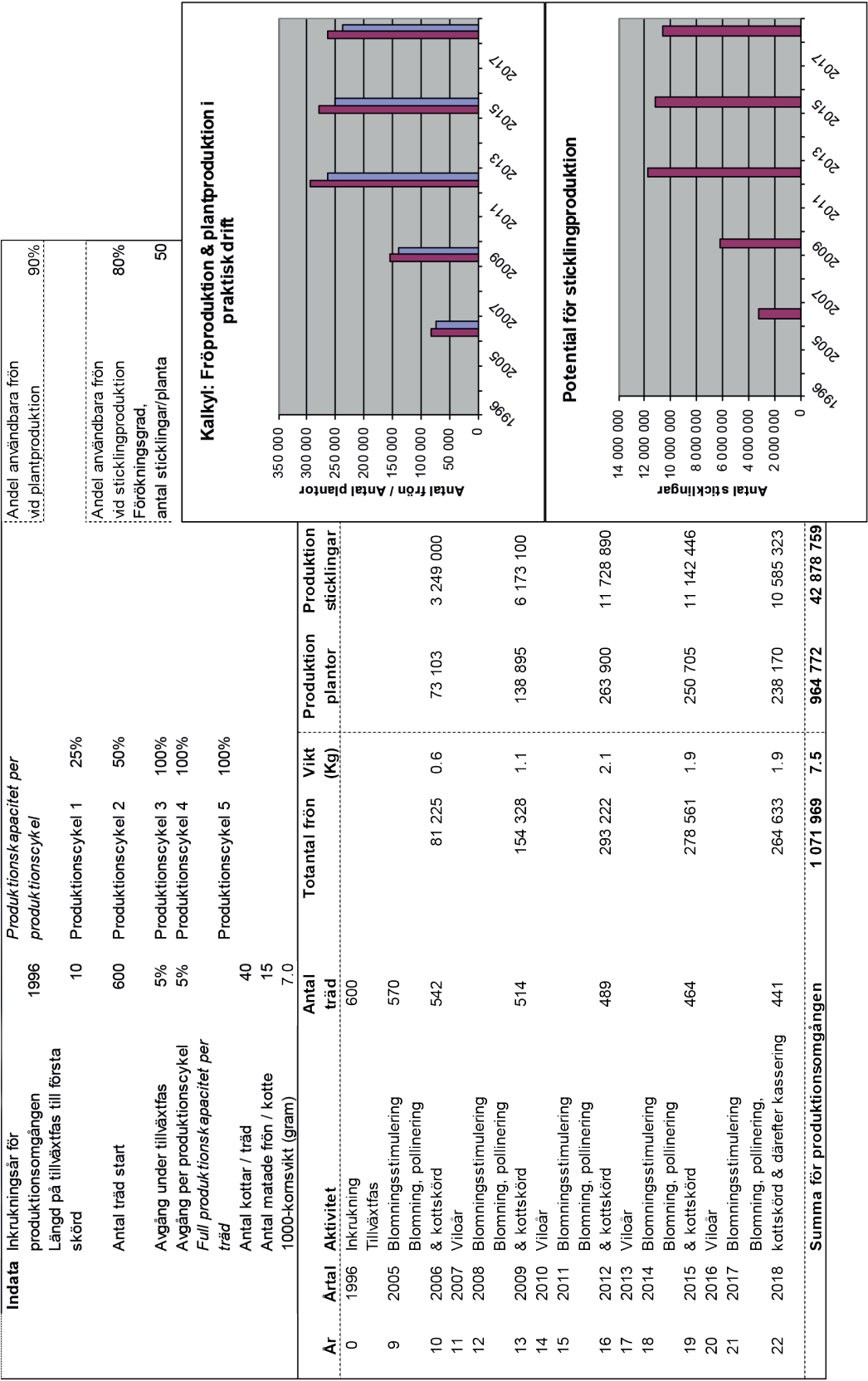
Produktionspotentialen för sticklingsproduktion beror på hur många sticklingar som planeras att producera från varje moderplanta. I Tabell 7 redovisas beräknad produktionspotential av sticklingar givet att allt frö som producerades i växthusplantagen i Nässjas tre produktionsomgångar användes till sticklingsproduktion.

Tabell 7. Beräknad produktionspotential av sticklingar givet att allt frö som producerades i växthusplantagen i Nässjas tre produktionsomgångar användes till sticklingsproduktion. Den totala fröproduktionen beräknades till 3 215 907 frön.

Table 7. Calculated production potential of cuttings (million), assuming that all seeds produced in the greenhouse plantation in the three production rounds at Nässja were used to produce cuttings. Total seed production was calculated to be 3,215,907 seeds.

Antal sticklingspris per moderplanta	Antal producerade sticklingar (miljoner)
10	25,7
25	64,3
50	129
75	193
100	257

Fröproduktion i praktisk drift – Kalkyl för en produktionsomgång



Figur 2. Kalkyl för beräkning av fröproduktion från en produktionsomgång i projektet i Nässja. Projektet var planerat för tre produktionsomgångar så att det varje år under produktionsfasen kunde produceras frö på en av de tre produktionsomgångarna

Figure 2. Calculation of seed production from one production batch in the project in Nässja. Three production rounds were planned, so that during the production phase, seeds could be produced each year from one of the three production rounds.

KALKYL FÖR NYINVESTERING I ETT VÄXTHUS-PLANTAGEKOMPLEX

Kalkylförutsättningar och dimensionering

Denna kalkyl är en beräkning av produktionskostnaden för frö i ett större växthus-plantagekomplex. Det växthusplantagekomplex vi tänkt oss är dimensionerat för en genomsnittlig produktion av 5 miljoner frön per år (motsvarar cirka 35 kg frö per år) under en produktionstid om 15 år. Den totala livstiden från start till avslut för växthus-plantagekomplexet är 24 år.

Komplexet är dimensionerat som fem växthus med tre produktionsomgångar å 1 350 inkrukade träd per växthus. Det innebär att växthusplantagekomplexet initialt kommer att omfatta totalt 20 250 inkrukade träd.

I kalkylerna har vi räknat med att allt praktiskt arbete förutom insamling och hantering av pollen utförs av plantskolepersonal. Arbetet med pollen har vi antagit att en tekniker vid Skogforsk utför.

De använda kostnaderna är skattade utifrån de erfarenheter som erhållits inom växthus-plantageprojektet i Nässja. Investeringskostnaderna i växthus är uppskattade utifrån investeringar i liknande typ av växthus i Nässja, vilka gjordes i början av 1990-talet. Växthusen i kalkylen är av fabrikat Grönsta och byggda av stålprofil med polykarbonatskivor i väggar och tak.

Fröproduktionen är beräknad på produktionsdata som är högre än de som erhöles i växthusplantageprojektet i Nässja. De värden som använts på "antal kottar per träd" och "antal matade frön per kotte" är högre än de bästa resultaten som uppnåtts i projektet. De ger en dubbelt så hög produktion per träd vid full produktion. Anledningen till detta är att vi bedömer att med den typ av hus som förutsätts kan träden vara större/högre. Ett ytterligare skäl är att vid start av en ny plantage nu och en första produktion om 10 år så är det rimligt att anta att kunskapen om hur man ökar fröutbytet har ökat till dess.

Kostnadsunderlag, inkrukade plantageträd:

- Totalt behövs 20 250 inkrukade träd från start.
- Krukplan med bevattning: 15:- per styck.
- Inkrukning av träd inkl. material: 90:- per styck.
- Skötsel år 0-9 (gödsling, ogrärensning, beskärning, Bevattning inkl. kontroll): Tre personer säsongsanställda sex månader per år, ger en kostnad på 510 000/år.
- Drift per år under produktionstiden har beräknats utifrån de kostnader som redovisades i kalkylen för nuvarande Nässjaplantage i full drift med reducering av posten hyra av växthus och krukplan med 75%. Då denna anläggning är tio gånger så stor har kostnaden tiofaldigats till 1,5 miljoner per år.

Växthusinvestering: Grönsta växthus byggda av stålprofil med polykarbonatskivor i väggar och tak. Uppvärmning sker med två varmluftspannor. Kostnad 3 miljoner per hus och ett restvärde vid plantagens avvecklande på 1,2 miljoner per hus.

Kalkylresultat — Kostnader och fröproduktion per år

I Tabell 8 redovisas årvis de kostnader och den fröproduktion som uppkommer i en produktionsanläggning av ovan beskrivet slag.

Tabell 8. Årvisa kostnader och beräknad fröproduktion.

Table 8. Costs and calculated seed production by year.

År	Drift, kkr	Investering, kkr	Anmärkning	Produktion, miljoner frön
0	570	2 400	Inkrukning av material samt krukplan	
1-8	570/år			
9	570	17 000	5 Växthus	
10	1 700			1,87
11	1 700			1,87
12	1 700			1,87
13	1 700			3,58
14	1 700			3,58
15	1 700			3,58
16	1 700			6,88
17	1 700			6,88
18	1 700			6,88
19	1 700			6,60
20	1 700			6,60
21	1 700			6,60
22	1 700			6,34
23	1 700			6,34
24	1 700	-6 200	Restvärde växthus	6,34
Summa	31 240	13 200		75,81

Resultatet i fröproduktion för fem produktionsomgångar (en produktionsomgång per växthus) redovisas i Figur 3. Växthusplantagekomplexet har i full drift femton produktionsomgångar inne i produktionsfas, och fem av dem producerar frö vart år i den treåriga produktionscykeln (År 1: Blomningsstimulering; År 2: Blomning och fröproduktion; År 3: Viloår). Produktionsfasen är 13 år (år 10–22). Enligt kalkylen producerar plantagekomplexet totalt 75,8 miljoner frön, vilket ger en genomsnittlig årlig produktion på 5,8 miljoner frön per år under den 13-åriga produktionsfasen.

Används fröet från växthusplantagekomplexet för produktion av sticklingar skulle det, vid en förökningsgrad på 50 sticklingar per moderplanta, ge en produktionspotential om drygt 3 miljarder sticklingar.

Fröproduktion i praktisk drift – Kalkyl för fem produktionsomgångar

Indata		Inkrutningsår för produktionsomgången	Produktionskapacitet per produktionscykel				
Längd på tillväxtfas till första skörd		2017	10	Produktionscykel 1	25%	Andel användbara frön vid plantproduktion	90%
Antal träd start		6750	6750	Produktionscykel 2	50%	Andel användbara frön vid sticklingproduktion	80%
Avgång under tillväxtfas		4%	4%	Produktionscykel 3	100%	Förökningsgrad, antal sticklingar/planta	50
Avgång per produktionscykel		4%	4%	Produktionscykel 4	100%		
Full produktionskapacitet per träd				Produktionscykel 5	100%		
Antal kottar / träd		60					
Antal matade frön / kotte		20					
1000-kornsvekt (gram)		7.0					
Ar	Ar	Ar	Ar	Ar	Ar	Ar	Ar
0	2017	Inkrutning	6750	Totalt frön	Vikt (Kg)	Produktion plantor	Produktion sticklingar
9	2026	Tillväxtfas	6480				
10	2027	Blomningsstimulering	6221	1 866 240	13.1	1 679 616	74 649 600
11	2028	Blomning, pollinering					
12	2029	& kottskörd					
13	2030	Viloår	5972	3 583 181	25.1	3 224 863	143 327 232
14	2031	Blomningsstimulering					
15	2032	Blomning, pollinering					
16	2033	& kottskörd	5733	6 879 707	48.2	6 191 736	275 188 285
17	2034	Viloår					
18	2035	Blomningsstimulering					
19	2036	Blomning, pollinering	5504	6 604 519	46.2	5 944 067	264 180 754
20	2037	& kottskörd					
21	2038	Viloår					
22	2039	Blomningsstimulering	5284	6 340 338	44.4	5 706 304	253 613 524
		Blomning, pollinering, kottskörd & därefter kassering					
Summa för produktionsomgången			25 273 985	176.9	22 746 586	1 010 959 395	

Figur 3. Kalkyl för fem produktionsomgångar á 1350 träd (en omgång per växthus). Under den 13-åriga produktionsfasen (år 10 – 22) producerar fem produktionsomgångar frö varje år (en produktionsomgång per växthus varje år).

Figure 3. Calculation for five production batches, 1350 trees (one batch per greenhouse). During the 13-year production phase (years 10–22), five production batches are producing seed every year (one production batch per greenhouse each year).

Kostnader för fröproduktion i växthusplantagekomplexet. I en investeringskalkyl har det fröpris som ger ett kapitalvärde på 0 kronor med en viss kalkylränta beräknats, Tabell 9.

Tabell 9. Fröpris i "öre per matat frö" och "kr per kg frö" vid olika kalkylräntor.

Table 9. Seed price in 'öre per sound seed' and 'SEK per kg seed' at different discount interest rates. (1 SEK = 100 öre).

Kalkylränta (%)	Fröpris (öre per matat frö)	Fröpris (kr/kg)
0	59	83 670
2	69	98 160
4	81	115 200
6	95	135 300
8	111	159 000

KÄNSLIGHETSANALYS

Kostnaderna i kalkylerna för driften av växthusplantager i full drift är uppskattade utifrån de redovisade kostnaderna i Nässja under tiden som utvecklingsprojekt som bedrevs. Det är därför möjligt att kostnaderna för driften i full skala går att pressa ner till lägre kostnader än de här använda. Hyra för växthus och krukplan är däremot låga enligt Anders Lindgrens bedömning (Anders Lindgren var plantskolechef vid Nässja under projekt-tiden).

KPI-uppräknings kanske inte fullt fångar upp kostnaden i dagens pris.

Flera faktorer påverkar storleken på fröproduktionen. Mängden kottar per träd tror vi inte går att öka särdeles mycket med tanke på att träden måste hållas i en storlek som gör det möjligt att flytta dem in och ut ur växthuset.

Vi har i projektet haft i vårt tycke låga värden på antalet matade frön per kotte. I kottar från markbundna granplantager kan man räkna med 80–100 matade frön per kotte. Dessa kottar är då större än de som produceras på materialen i växthusplantagen varför vi inte kan räkna med att dessa värden är möjliga att nå. Vår bedömning är att det finns en potential att dubblera antalet matade frön per kotte, vilket skulle fördubbla fröproduktionen och därigenom halvera kostnaden per frö.

Områden där fortsatt utveckling var planerad

Då projektet "Växthusplantage av gran i Nässja" avslutades var den innevarande projekt-tiden slut och växthusplantages skulle gå över i en mer operativ produktionsfas. Under denna tid planerades fortsatt utveckling och effektivisering av produktionsmodellen.

Här punktas några av de utvecklingsområden som identifierats:

- Effekten av en långsammare temperaturstegring efter inkörning av träden för blomning på våren. Då träden körts in och den planerade temperaturregimen startats gick utvecklingen av blommor väldigt snabbt. En viss brådmognad noterades som resulterade i att en del blommor torkade ihop och föll av trots att de blivit pollinerade. En tidigare inkörning och en långsammare temperaturstegring skulle eventuellt kunna motverka detta och resultera i lägre frekvens abortering av blommor och därmed ökad skörd.
- Temperaturregimer under blomning i växthuset. Effekten av större differens mellan temperatur på dag och natt som bättre efterliknar de naturliga svängningarna bör undersökas.
- Blomningsstimulering med syfte att framförallt stimulera hanblomning och pollenproduktion för att säkra tillgången på högvärdigt pollen för tillägspollinering.
- Utveckling av metoderna för skydd mot insektsangrepp och rotskador.
- Fortsatt utveckling av gödselregimer och metoder att bedöma trädens näringsstatus.
- Då blomningsstimuleringen blir riktigt lyckad kan plantageträden få väldigt många blommor. Frågan är hur många kottar ett träd av en viss storlek orkar bära fram om det ska bli bra frö i kottarna. Kanske kan kottgallring bli nödvändig.
- Fortsatt uppföljning av produktionsdata för bättre underlag för att bedöma växthusplantagekonceptets ekonomi.
- Ljusbehandling för effektivare blomningsstimulering.

Referenser

- Funda, T., Wennström, U., Almqvist, C., Andersson Gull, B. & Wang, X-R. 2016. Mating dynamics of Scots pine in isolation tents. *Tree Genetics & Genomes* 12:112. DOI: <http://dx.doi.org/10.1007/s11295-016-1074-z>
- Skogforsk 1995. Strategi för framtida skogsträdsförädling och framställning av förädlad skogsodlingsmaterial i Sverige. Utredning 95-06-20. Red. Urban Eriksson. Skogforsk, 259 s. och bilagor. Uppsala.
- Sonesson, J. & Hannerz, M. 2002. Mellansvenska klonskogsbruket - slutrapport. Arbetsrapport nr 505.
- Sonesson, J. & Almqvist, C.. 2002. Mellansvenska klonskogsbruksprojektet. Från klonskogsbruk till bulksticklingar. Resultat nr 6, 2002. Skogforsk.

Bilaga 1.

FoU-aktiviteter inom projekt Växthusplantage av gran i Nässja

En väsentlig del av projektet var den stödjande FoU som genomfördes med syfte att utveckla konceptet med växthusplantage till ett kostnadseffektivt system för att producera högförädlad utgångsmaterial för vegetativa förökningssystem. I denna bilaga redovisas de FoU-aktiviteter som genomfördes under projektperioden. Tyvärr fick flera försök avslutas i förtid då projektet lades ner, vilket innebär att det från många av försöken bara gick att få tidiga och preliminära resultat.

Försöken namnges i denna redovisning med de nummer de hade vid arbetet i projektet. Då vissa försök med angränsande frågeställningar inte har nummer i sekvens redovisas därför inte försöken i strikt nummerordning.

Försök 1.

Upprepad blomningsstimulering av små sticklingar

INLEDNING

Inför starten av växthusprojektet hade Mats Hannerz snappat upp idéer i Nordamerika vilka indikerade att upprepade blomningsstimulering av plantor/träd redan innan de uppnått blomningskompetens skulle kunna påskynda övergången till reproduktiv fas. Om så är fallet finns mycket att vinna i en förkortad tid från inkrukning av ett plantagetråd till det börjar producera frö.

Syftet med försöket var att studera om upprepade blomningsstimulering verkligen leder till snabbare uppnådd blomningskompetens hos plantagetråd.

MATERIAL OCH METODER

Material

I försöket ingick fem kloner från omkruade sticklingar från "87-års" kloner (kompletteringsmaterialet), stuckna i Nässja hösten 1994. Blomningsstimuleringen har utförts samordnat med ordinarie blomningsstimulering inom projektet.

Försöksled

Fled1 Värmebehandling i växthuset samt gibberellinbehandling.
Behandling 1 när årsskotten sträckt ca 2/3 av fjorårsskottets längd.
Behandling 2 när årsskotten nästan skjutit klart.

Fled2 Endast värmebehandling i växthuset.

Fled3 Obehandlad kontroll på friland.

Antal ingående sticklingar i försöket:

Fled 1: 52 stycken plantagetråd

Fled 2: 42 stycken plantagetråd

Fled 3: 42 stycken plantagetråd

Metoder

Materialen i försöksled 1 och 2, var årligen 1997–2003 inne i växthus för blomningsstimulerande behandling. Under första året i växthus 1997, utfördes dock ingen gibberellinbehandling. Försöksled 3 lämnades kvar som obehandlad kontroll ute på friland.

Plantorna har inte utsatts för torkstress under den tid då de var uppdelade på olika försöksled.

Den årliga behandlingen enligt Fled 1-3 planerades att pågå till blomningskompetens manifesterats i något försöksled. Året därefter skulle alla plantageträd i försöket erhålla samma blomningsstimulerande behandling i växthuset (värme, torkstress och gibberellin) och skillnad i blomning skulle registreras.

Gibberellinbehandling

Den blomningsstimulerande behandlingen av Fled 1 utfördes enligt följande:

Placering i växthus i mitten juni och en första behandling med gibberellin när skotten i övre grenvarvet sträckt 50-60% av bedömd slutlängd och en andra behandlingen när årsskotten nästan skjutit klart (cirka 90% av bedömd slutlängd).

1998 utfördes den första gibberellinbehandlingen på sticklingarna i Fled1. Behandlingen utfördes med sprayteknik. En lösning av 1000 mg GA_{4/7} löst i 1000 ml renat vatten med tillsats av 0,02 % (v/v) Aromox för ökad vidhäftningsförmåga. Sprayteknik användes då sticklingsplantorna inte bedömdes ha tillräcklig diameter för staminjektion. Metoden användes till och med behandlingen 2001.

Gibberellinbehandling som staminjektion utfördes 2002 och upprepades 2003. Gibberellindosen var för vitala träd var 15 mg/träd (total dos). Träd med nedsatt vitalitet gavs ½ dos. Efter avslutad blomningsstimulering fick materialet stå kvar i huset fram till mitten av augusti. Temperaturen sänktes så snart blomningsstimuleringen avslutades.

Temperaturregim under blomningsstimuleringen:

Inställningar dagtid: Värme till 25 °C, ventilation från 28 °C, vid varmt och soligt väder öppnades även portarna för att få maximal ventilation. Inställningar nattetid: Värme upp till 15 °C, ventilation från 20 °C.

RESULTAT OCH DISKUSSION

Ingen blomning har noterats av behandlingarna som genomfördes under åren 1997-2001. 2002 som var det 5:e året i försöket gjordes behandlingen som staminjektion för första gången. 2003 som var det sista behandlingsåret upprepades staminjektionen.

Under 2004 blommade ett antal sticklingar i försöket för första gången. I Fled 1 blommade 36 procent av plantageträden och samtliga av de ingående klonerna hade blommade träd, Tabell 10. Blomningen varierade både mellan kloner och ingående rametrar. En klon (S21K8720102) blommade betydligt bättre än övriga kloner. Övriga försöksled, med enbart värmebehandling (Fled 2) och obehandlad kontroll (Fled 3) blommade inte under 2004.

Tabell 10. Blomning hos materialet i (Fled 1, Värme i växthuset och GA-behandling) våren 2004. I övriga försöksled blommade inga plantageträder.

Table 10. Flowering of the material in Treatment 1 (Fled 1, Heat treatment in greenhouse and GA treatment) in spring 2004. In other treatments, no orchard trees flowered.

Klon	Atal blommor per klon	Medelantal blommor per träd	Min blommor per träd	Max blommor per träd
S21K8720102	92	9,2	2	39
S21K8720511	38	3,8	1	25
S21K8721098	5	0,5	5	5
S21K8721131	26	2,6	3	3
S21K8721321	44	4,4	16	28
Alla kloner	205	4,1		

Tyvärr fick försöket avslutas i förtid då projektet avslutades 2004. Då Fled 1 uppvisat blomningskompetens 2004, hade den fas då alla försöksleden givits samma blomningsstimulerande behandling kunna påbörjats 2004, vilket nu inte kunde ske.

Den enda slutsats som kan dras av experimentet är att det förefaller möjligt att förmå plantageträder att bilda blommor något eller några år tidigare om de utsätts för blomningsstimulerande behandling innehållande även gibberellinbehandling än om de inte utsätts för dylik behandling.

Försök 2. Möjligheter att tidigarelägga blomningen genom att driva ympar i växthus

INLEDNING

Syftet med försöket var att utarbeta rutiner för hanteringen och skötsel av plantageträden i samband med blomning i växthuset. Frågor som skulle besvaras var:

- När är lämplig tidpunkt att placera plantageträden i växthuset och hur bestämma den?
- Lämplig temperaturregim under tiden i växthuset, etc?

Försöket startade våren 1998 och upprepades årligen fram till 2003.

MATERIAL OCH METODER

Ingående material och försöksled

Till försöket användes de material som hade blomningskompetens under uppbyggnadstiden av växthusplantagens produktionsmaterial. Dessa var Ekebo zon 7 samt Start-material del 1 och del 2. Ett material per år användes i försöket. Vilket material som ingick respektive år framgår av Tabell 12.

Försöksled:

Fled 1 Tidig inkörning i växthus.

Fled 2 Sen inkörning i växthus.

Fled 3 Kontroll ute på friland.

Inkörningstidpunkt

Tidpunkterna för inkörningen i växthus har i stort skett vid samma tidpunkt under åren försöket pågick, undantaget år 2003, då en betydligt tidigare inkörning skedde. Även om materialen kördes in i växthus vid ungefär samma datum varje år erhöles en variation i uppnådd temperatursumma vid inkörning.

Försöksgenomförande

Följande moment genomfördes årligen:

- Registrering av pollenförekomst i luften utanför växthuset med pollenfällor uppsatta i god tid innan det började finnas pollen i utomhusluften.
- Temperaturregistrering utomhus och i växthuset.
- Registrering av antal honblommor per plantagetrad.
- Tilläggspollinering så snart honblommorna är mottagliga.
- Registrering av antal kott.
- Kotplockning och fröanalyser.

TEMPERATUR- OCH KLIMATREGISTRERING

För beräkning av temperatursumma, vilken plantagetraden i de olika försöksleden erhållit vid olika tidpunkter, loggades temperaturen kontinuerligt både utomhus och i växthuset. De temperatur-loggers som användes var av märket Tinytag. Temperaturloggningen gjordes också för att kunna bestämma vid vilken temperatursumma plantagetraden blommade och rök pollen samt när pollenrykningen skedde utomhus.



Temperaturlogger
modell Tinytag

Pollenregistrering

Pollen i luften har registrerats med en pollenfälla av typ "Sarvas-fällan", i syfte att få data på när det finns pollen i utomhusluften i Nässja.

I Sarvas-fällan exponeras en klisterremsa för utomhusluften i en smal spalt. Ett urverk driver runt klisterremsan. Genom att räkna mängden pollen på remsan kan pollenmängden i luften vid olika tidpunkter beräknas. Pollenmängden per tidsenhet summeras sedan till pollenmängd per dygn och totalt per säsong. Den tidsperiod då risk för inkorsning föreligger har vi definierat som tiden mellan 10-90 % av total pollenmängd ackumulerats.



Pollenfällan Sarvas-fällan

RESULTAT OCH DISKUSSION

Pollenförekomst

Försöket visar att pollen förekommer i luften utomhus vid Nässja plantskola från månadsskiftet april/maj. Detta motsvarar normalt en uppnådd temperatursumma av mellan 50-75 dygnsgrader, Tabell 11. Därför bör inkörningen i växthuset och drivningen av plantageträden därinne göras så att plantageträden blommat klart inne i växthuset innan 50 dygnsgraders temperatursumma ackumulerats utomhus. Som ett riktvärde kan användas att blomningen i växthuset ska vara avklarad under april.

Med den temperaturregim som använts vid Nässja är bästa tidpunkt för inkörning av plantageträden i växthus när 20-25 dygnsgrader ackumulerats. Även om denna temperatursumma inte uppnåtts, bör inkörning inte ske senare än 10 april. Dessa riktvärden gör att plantageträden bör ha klarat av sin blomning i växthuset innan pollen börjar förekomma i utomhusluften.

Tabell 11. Start- och slutdatum för pollenrykning utomhus i Nässja åren 1998, 2000 och 2001 samt uppnådd temperatursumma vid dessa tidpunkter.

Table 11. Start and end dates for pollen release outdoors in Nässja in 1998, 2000 and 2001, and accumulated temperature sum at these times.

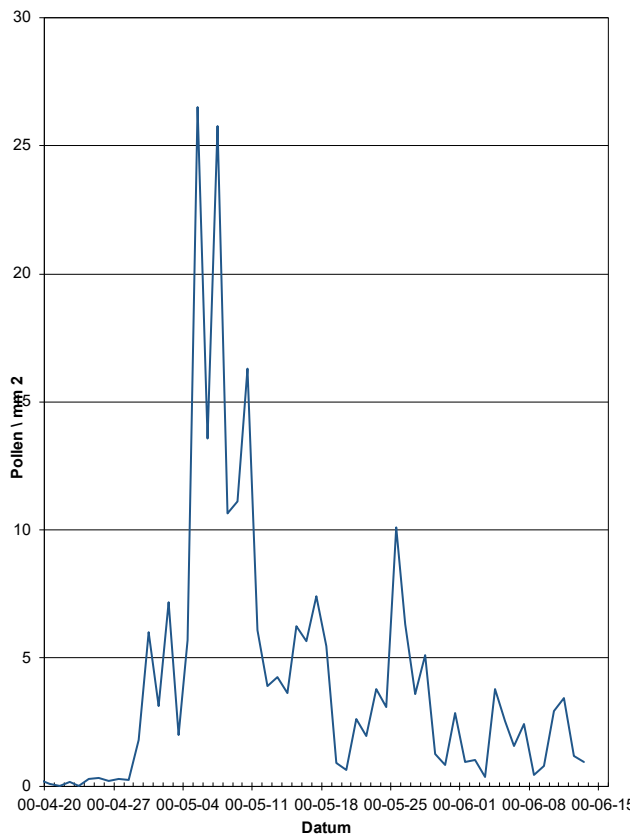
År	Start pollenrykning utomhus	Start temp.summa utomhus	Avslut pollenrykning utomhus	Avslut temp.summa utomhus
1998	06 maj	56,3	31 maj	204
2000	04 maj	76,7	31 maj	282,5
2002	26 apr	53,1	28 maj	258

Pollen utomhus i luften i Nässja

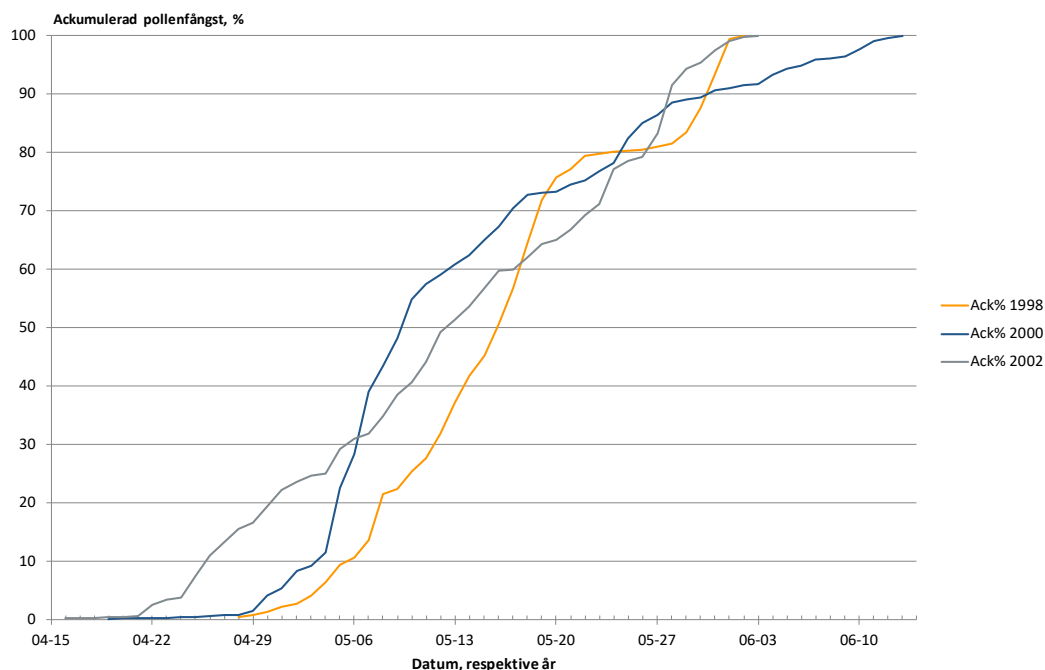
Pollenrykningens förlopp varierar mellan år beroende på temperaturutveckling, vindar och nederbörd. Ett typiskt år startar pollenrykningen långsamt för att sedan kulminera med 2-3 intensiva toppar, för att sedan långsamt avta. Figur 4.

Figur 4. Mängd pollen (antal pollen/mm²) per dygn i utomhusluften i Nässja våren 2000.

Figure 4. Quantity of pollen (number of pollen/mm²) per day in outdoor air in Nässja, spring 2000.

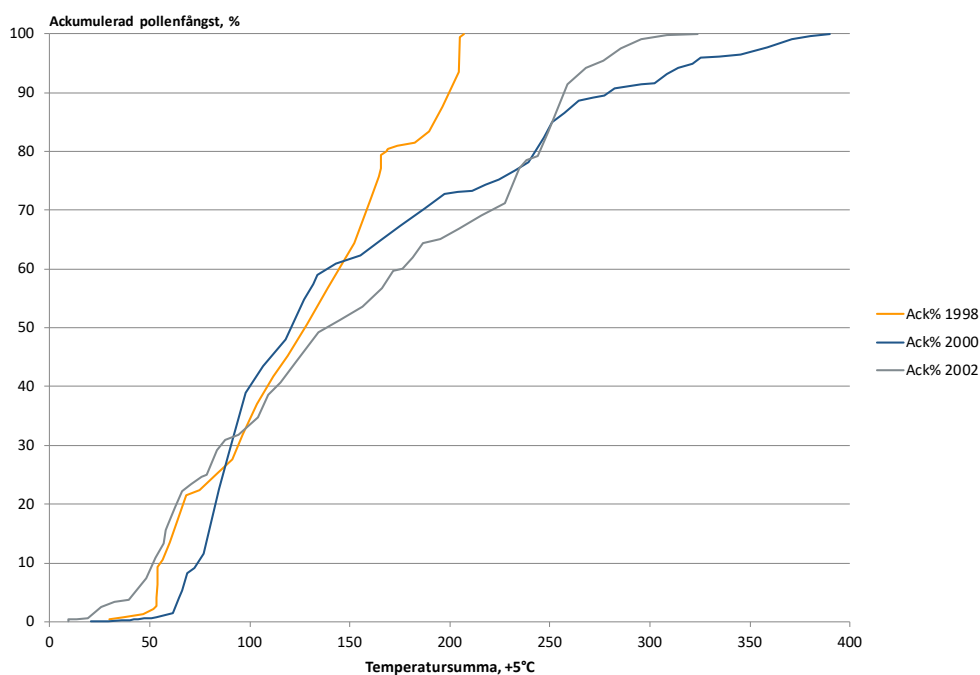


Det datum då pollen i utomhusluften börjar förekomma varierar ganska kraftigt mellan år, Figur 5. Den temperatursumma som uppnåtts då pollen börjar förekomma i utomhusluften är dock mindre variabel, Figur 6. Därför är temperatursumman ett bättre mått på tidpunkt att placera plantageträden i växthuset för blomning än vad datum är.



Figur 5. Ackumulerad mängd pollen (% av total pollenfångst resp. år) i utomhusluften i Nässja över respektive datum år 1998, 2000 och 2002.

Figure 5. Accumulated quantity of pollen (% of total pollen capture each year) in outdoor air in Nässja on each date in 1998, 2000 and 2002.



Figur 6. Ackumulerad mängd pollen (% av total pollenfångst resp. år) i utomhusluften i Nässja över ackumulerad temperatursumma (+5 °C) år 1998, 2000 och 2002.

Figure 6. Accumulated quantity of pollen (% of total pollen capture each year) in outdoor air in Nässja over accumulated temperature sum (+5 °C) in 1998, 2000 and 2002.

Inkörningstidpunkter i växthuset

Att styra inkörningen av plantageträden i växthuset, för att de ska ha hunnit att blomma klart i innan det börjar finnas pollen i utomhusluften är viktigt för att undvika inkorsning av fjärrpollen. Tabell 12. Samtidigt vill man inte köra in träden för tidigt eftersom tiden efter blomning – då träden måste stå kvar i växthuset inne de kan köras ut utan att drabbas av frost – blir onödigt lång. Dessutom ökar risken för att temperaturen i växthuset ska bli för hög med den tid träden står inne i växthuset efter blomningen. För hög temperatur kan störa blommornas utveckling.

Tabell 12. Material, inkörningsdatum samt uppnådd tempsumma vid inkörning, datum för avslutad blomning och blomperiodens längd respektive år 1998–2003. Fled 1 är tidig inkörning och Fled 2 senare inkörning av träd i växthuset. Fled 3 träd som stått utomhus hela tiden.

Table 12. Material, date of transfer into greenhouse, and accumulated temperature sum at transfer, date of completed flowering, and length of flowering period in each year 1998-2003. Treatment 1 (Fled 1) is early transfer and Treatment 2 (Fled 2) later transfer of trees into the greenhouse. In Treatment 3 (Fled 3), trees were outside all the time.

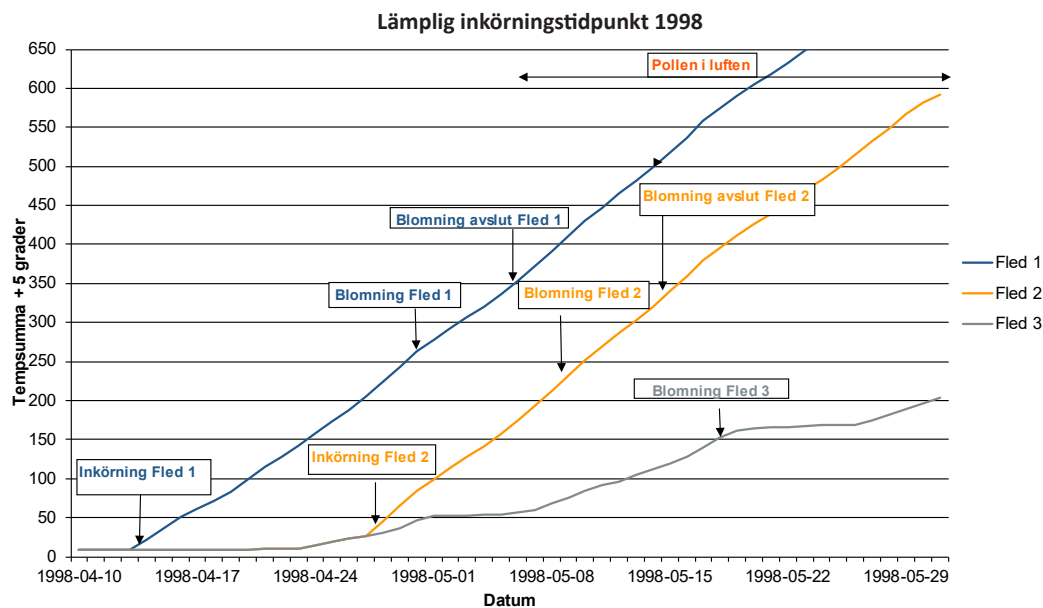
År	Material	Inkörning datum	Temp. summa	Blomning Avslut	Tid i dagar	Inkörning datum	Temp. summa	Blomning avslut	Tid i dagar
		Fled 1	Fled 1	Fled 1	Fled 1	Fled 2	Fled 2	Fled 2	Fled 2
1998	Startmatr.								
	Del 1	14 apr	8,5	06 maj	22	28 apr	29,6	15 maj	17
1999	Startmatr.								
	Del 1	19 apr	.	07 maj	18	03 maj	.	12 maj	9
2000	Ekebo, Zon 7	19 apr	20,6	01 maj	12	04 maj	76,7	10 maj	10
2001	Startmatr.								
	Del 2	19 apr	4,8	04 maj	15	02 maj	40,8	12 maj	10
2002	Startmatr.								
	Del 2	16 apr	9,2	29 apr	13	30 apr	62,8	13 maj	12
2003	Startmatr.								
	Del 1	25 mar	2,6	24 apr	30	02 maj	37,6	14 maj	12

Nedan redovisas resultaten från blomningarna i växthuset efter olika inkörningstidpunkter år 1998 och 2000.

Inkörning år 1998

Den tidiga inkörningen (Fled 1) gjordes 14 april och blomningen i växthuset började 30 april och slutade 6 maj. Den sena inkörningen (Fled 2) gjordes 28 april och blomningen i växthuset började 9 maj och slutade 15 maj, Figur 7. Pollen fanns i luften från omkring 6 maj och fram till 30 maj.

Detta innebär att inkörningstidpunkten för Fled 2 var för sent för att undvika inkorsning. För Fled 1 var hann blomningen precis avslutas innan pollen började finnas i utomhusluften. Några dagar tidigare inkörning hade behövts för att helt vara på den säkra sidan.



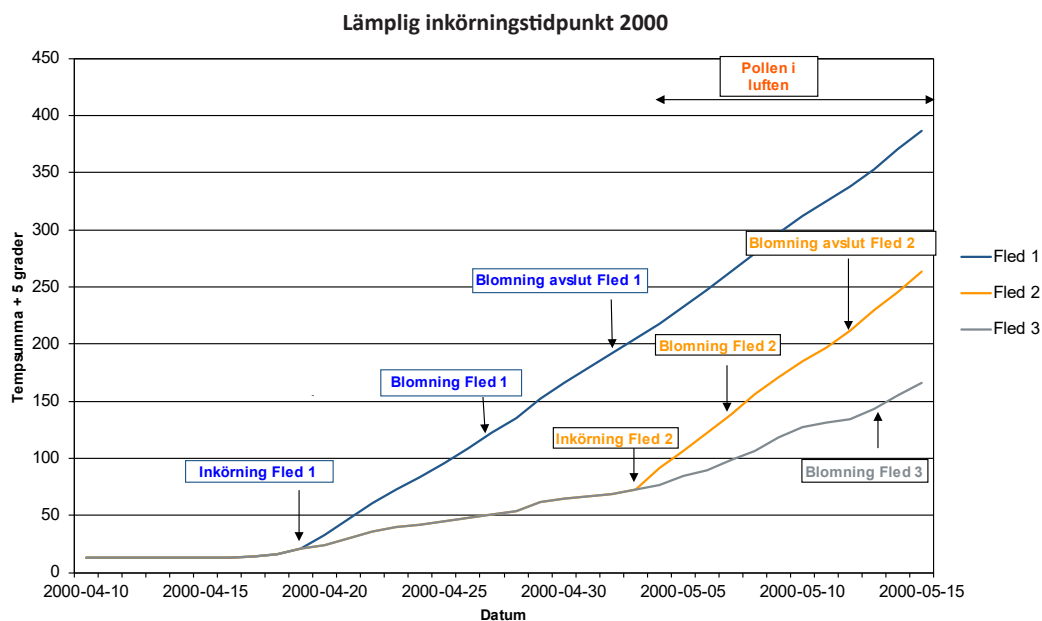
Figur 7. Inkörning, blomning i och utanför växthuset samt pollen i utomhusluften i Nässja 1998. Fled 1 är tidig inkörning och Fled 2 senare inkörning av träd i växthuset. Fled 3 träd som stått utomhus hela tiden.

Figure 7. Transfer in, flowering in and outside the greenhouse, and pollen in the outdoor air in Nässja 1998. Treatment 1 (Fled 1) is early transfer and Treatment 2 (Fled 2) later transfer of trees into the greenhouse. In Treatment 3 (Fled 3), trees were outside all the time.

Inkörning år 2000

Den tidiga inkörningen (Fled 1) gjordes 19 april och blomningen i växthuset startade 27 april och slutade den 1 maj. Den sena inkörningen gjordes 4 maj och blomningen i växthuset startade 7 maj. Pollen utomhus fanns i luften från den 4 maj och fram till 30 maj, Figur 8.

Detta innebär att inkörningstidpunkten för Fled 2 var för sent för att undvika inkorsning. Däremot var tidiga inkörningen Fled 1 tidsmässigt bra i förhållande till pollensituationen utomhus vid Nässja detta år.



Figur 8. Inkörning, blomning i och utanför växthuset samt pollen i utomhusluften i Nässja 2000. Fled 1 är tidig inkörning och Fled 2 senare inkörning av träd i växthuset. Fled 3 träd som stått utomhus hela tiden

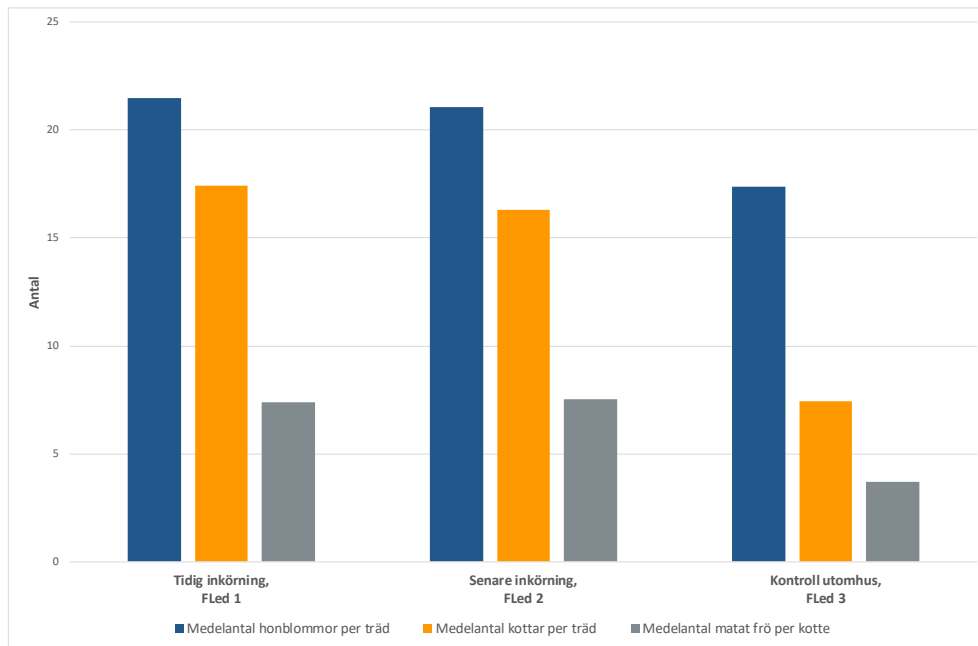
Figure 8. Transfer in, flowering in and outside the greenhouse, and pollen in the outdoor air in Nässja 2000. Treatment 1 (Fled 1) is early transfer and Treatment 2 (Fled 2) later transfer of trees into the greenhouse. In Treatment 3 (Fled 3), trees were outside all the time.

Försöken visar att tiden från inkörning fram till blomningen är avslutad i växthuset är ungefär 15-20 dagar under de förutsättningar som funnits i Nässja.

BLOMNING, KOTTMÄNGD OCH FRÖKVALITET

I Figur 9 visas försöksledens antal blommor vid slutet av blomningen, antalet insamlade kottar och antal matade frön per kotte. Då alla träd i försöket hade erhållit samma blomningsstimulerande behandling innan försöksstart borde inte antalet blommor i slutet av blomningen variera mellan försöksleden. Att kontrollen har ett lägre genomsnittligt antal blommor per träd är därför troligtvis en effekt av en högre abortering redan under blomningen då blomningen sker utomhus jämfört med då den sker inne i växthuset.

Abortering mellan blomning och insamling av kott, liksom antalet matade frön per kotte var av samma storleksordning i den tidiga och senare inkörningen i växthuset. I kontrollen utomhus var aborteringen högre och antalet frö per kotte lägre jämfört med försöksleden som blommat inne i växthuset. Träden som blommat i växthuset kördes ut i början i början av juni vilket innebär att de har varit utomhus under större delen av frömogsnadsperioden. Att kontrollen utomhus trots detta uppvisade en högre abortering och lägre andel matade frön per kotte beror troligen på att den högre aborteringsfrekvens som började redan under blomningen fortsatte även efter blomningen av avklarad. Orsakerna till detta kan inte denna undersökning ge svar på.



Figur 9. Antal honblommor vid inventering vid blomning på våren, antal insamlade kottar och antal matade frön per kotte i medeltal för åren 1998, 2000, 2001 och 2003. Fled 1 är tidig inkörning och Fled 2 senare inkörning av träd i växthuset. Fled 3 träd som stått utomhus hela tiden.

Figure 9. Number of female flowers recorded in the survey in the spring, number of collected cones, and number of sound seeds per cone, mean figures for the years 1998, 2000, 2001 and 2003. Treatment 1 (Fled 1) is early transfer and Treatment 2 (Fled 2) later transfer of trees into the greenhouse. In Treatment 3 (Fled 3), trees were outside all the time.

Mängden matat frö är ett mått på frökvalitet liksom tusenkornsvikt. Försöken från Nässja visar, att det var en positiv effekt av pollinering/korsning i växthus. Både Fled 1 och Fled 2 visar på en positiv inverkan av vistelsen i växthus under blomningen jämfört med kontroll på friland, Tabell 13.

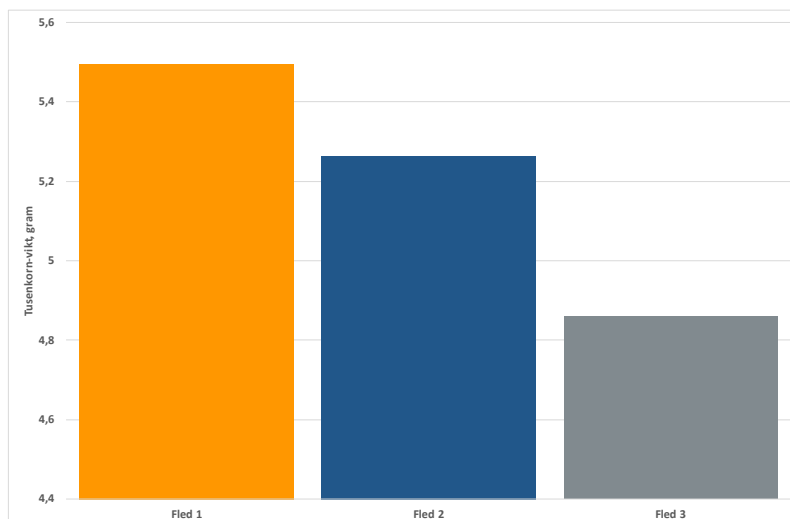
Tabell 13. Frökvalitet i försök 2 åren 1998–2003. Fled 1 är tidig inkörning och Fled 2 senare inkörning av träd i växthuset. Fled 3 träd som stått utomhus hela tiden.

Table 13. Seed quality in experiment 2, 1998-2003. Treatment 1 (Fled 1) is early transfer and Treatment 2 (Fled 2) later transfer of trees into the greenhouse. In Treatment 3 (Fled 3), trees were outside all the time.

År	Fled	Andel träd med kott (%)	Matat frö per kottbärande träd	Matat frö alla träd	1000-kornsvikt
1998	1	62	21,8	13,6	4,4
1999	1	31	15,2	4,6	6,3
2000	1	81	749,1	610,4	3,4
2001	1	42	13,9	5,9	7,6
2002	1	67	643,9	429,3	5,9
2003	1	65	97,8	63,3	
1998	2	65	11,5	7,4	4,1
1999	2	26	33,2	8,7	7,4
2000	2	69	752,2	520,7	4,1
2001	2	59	42,5	25,3	4,6
2002	2	51	409,9	210,8	6,2
2003	2	50	176,6	88,3	
1998	3	65	42,3	27,6	5,6
1999	3	30	0,6	0,2	
2000	3	56	88,4	49,1	2,7
2001	3	59	53,6	31,5	5,3
2002	3	40	163,3	65,3	5,9
2003	3	34	9,4	3,2	

Frökvalitet

Även om mängden frö i försöken på Nässja varit lägre än förväntat visar tusenkornsvikten att tiden i växthus haft positiv effekt, Figur 10. Frövikten för de material som varit inne i växthuset under blomning är högre än den hos kontrollmaterialen som hela tiden stått kvar utomhus. Frövikten kan påverkas positivt av att de träd som blommar i växthuset startar sin blomning tidigare på våren och därmed får fröet en längre tidsperiod att utvecklas på.



Figur 10. Medel av tusenkorntvikt åren 1998-2002. Fled 1 är tidig inkörning och Fled 2 senare inkörning av träd i växthuset. Fled 3 träd som stått utomhus hela tiden.

Figure 10. Mean thousand-grain weight, 1998-2002. Treatment 1 (Fled 1) is early transfer and Treatment 2 (Fled 2) later transfer of trees into the greenhouse. In Treatment 3 (Fled 3), trees were outside all the time.

SLUTSATSER

Resultaten visar att det går bra att tidigarelägga blomningen i växthus enligt de inkörningsrutiner som använts i försöket i Nässja 1998-2003.

Kontinuerlig temperaturloggning utomhus behövs för att kunna beräkna temperatursumma.

Temperatursumman är ett säkrare mått för att bestämma inkörningstidpunkt än datum, även om det för säkerhets skull bör vara ett sista datum bestämt.

Nedanstående resultat är tillämpbara vid drift av en växthusplantage liknade den vid Nässja plantskola:

- För att plantageträden ska hinna genomföra sin blomning i växthuset i god tid, innan det finns pollen i utomhusluften bör riktvärdet vara inkörning vid en uppnådd temperatursumma på 20 dygnsgrader. Senaste tidpunkt för inkörning bör sättas till 10 april, även om kravet på temperatursumma då ännu inte uppnåtts. Gäller geografiskt för områden i närheten av Nässja.
- Pollen i luften utomhus kan förväntas från månadsskiftet slutet av april, men varierar mellan åren.
- Den temperatursumma som uppnåtts vid pollen i utomhusluften är 50-75 dygnsgrader.

Honblomning i växthuset (med de rekommenderade temperaturinställningarna) startar cirka 15-20 dagar från inkörning oavsett tidig eller sen inkörning.

Blomning i växthuset ger inte någon försämring av frökvalitet avseende andel matat frö och tusenkorntvikt. Tendensen i våra resultat tyder snarare på att det är snarare positivt med blomning och pollinering inomhus.

Försök med beskärning av inkrukade plantagetråd för en växthusplantage

Försök 3. Beskärningens betydelse för produktion av blommor och kottar

INLEDNING

I en växthusplantage är det viktigt att plantageträden kan hållas kvar i en hanterbar storlek under hela den tid de ska ingå i fröproduktionen. Detta problem identifierades redan under förberedelserna inför projektet. Ett försök startades därför så snart som möjligt för att bygga erfarenheter om hur olika sätt att beskära inkrukade plantagetråd påverkar trädens vitalitet, tillväxt och produktion av blommor och pollen.

MATERIAL OCH METODER

Försöket startades under våren 1999. Som material användes del 1 av startmaterialet, d.v.s. de sticklingar som var i praktisk produktion 1998. Materialet ingick även fortsättningsvis i Startmaterialet del 1 och följde med i den behandling som det materialet fick.

I försöket ingick 3-7 rametrar av 6 stycken kloner, totalt 106 plantagetråd. Försöksled:

Fled 1: Toppning till 2 meters höjd

Fled 2: Toppning till 2 meters höjd och beskärning mot "äggformad" buske

Fled 3: Toppning till 2 meters höjd och rotbeskärning på våren strax innan knoppsprickning

Våren 1999 gjordes rotbeskärning av Fled 3 samt en toppning av de träd som kommit över 2 m höjd

Våren 2000 toppades träden och rotbeskärning av Fled3 genomfördes. Blomningsstimulering genomfördes enligt standardmetod med gibberellin i kombination med värme och lätt torkstress. Våren 2001 utfördes ingen rotbeskärning.

Våren 2002 upprepades rotbeskärningen genom att rötterna skars av med spade. Träden blomningsstimulerades under sommaren.

Blomningsinventeringarna genomfördes under 2001 och 2003 samordnat med försöket "Möjligheter att tidigarelägga blomningen genom drivning av plantagetråd i växthuset".

Kottproduktion bygger på insamlad kott 2001 och 2003 och kottarna har inte hållits separerade per klon.

Försöket avvecklades under våren 2004 i och med beslut om avslut av växthusplantageprojektet. Därmed blev träden i försöket aldrig höjdmätta.

RESULTAT OCH DISKUSSION

Blomning och kottproduktion

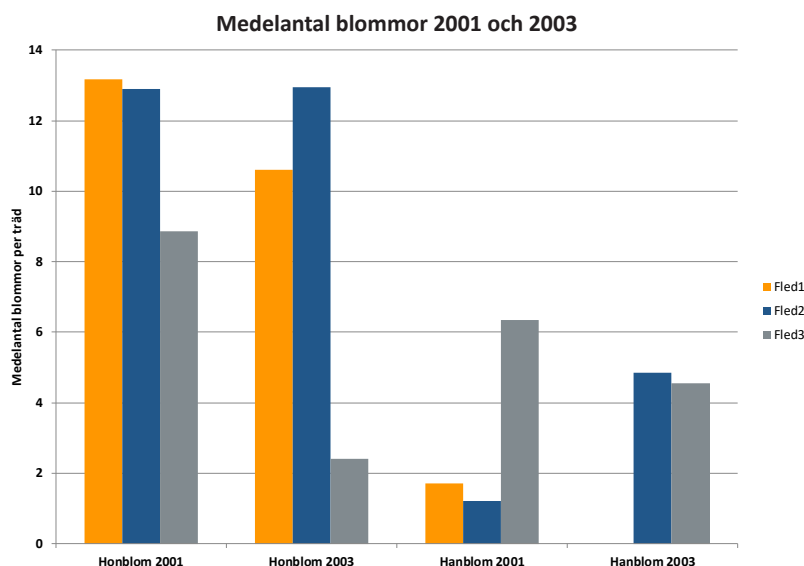
Det finns tydliga kloneffekter i försöket och 2 av de ingående klonerna var betydligt mer produktiva än de övriga. Behandlingarna i Fled1 och Fled 2 hade flest honblommor, Tabell 14.

Tabell 14. Honblomning i försöket åren 2001 och 2003. Medeltal antal blommor per klon i respektive försöksled. Fled 1 är toppning till 2 m. Fled 2 är toppning och sidobeskärning och Fled 3 är toppning och rotbeskärning.

Table 14. Female flowering in the experiment, 2001 and 2003. Average number of flowers per clone in each treatment. Treatment 1 (Fled 1) is topping to 2 m. Treatment 2 (Fled 2) is topping and branch pruning and Treatment 3 (Fled 3) is topping and root pruning.

Kloner	Fled 1 2001	Fled 1 2003	Fled 2 2001	Fled 2 2003	Fled 3 2001	Fled 3 2003	Medel per klon
S31K7720160	26,1	25,9	44,8	32,2	22,7	3,9	25,9
S31K7720608	9,6	0,0	4,8	32,2	9,3	0,0	9,3
S31K7720860	6,7	20,8	15,8	17,3	1,8	0,0	10,4
S31K7720866	2,7	6,3	2,3	3,8	11,7	0,0	4,4
S31K7720937	8,4	10,4	2,2	14,7	1,7	7,6	7,5
S31K7720945	1,0	12,6	2,2	0,0	5,6	0,0	3,6
Medeltal per Fled & år	10,6	13,2	12,9	12,9	8,9	2,4	10,2

Kombinationen med rotbeskärningen (Fled 3) var negativ för honblomning men verkar stimulera till högre hanblomning, Figur 11.

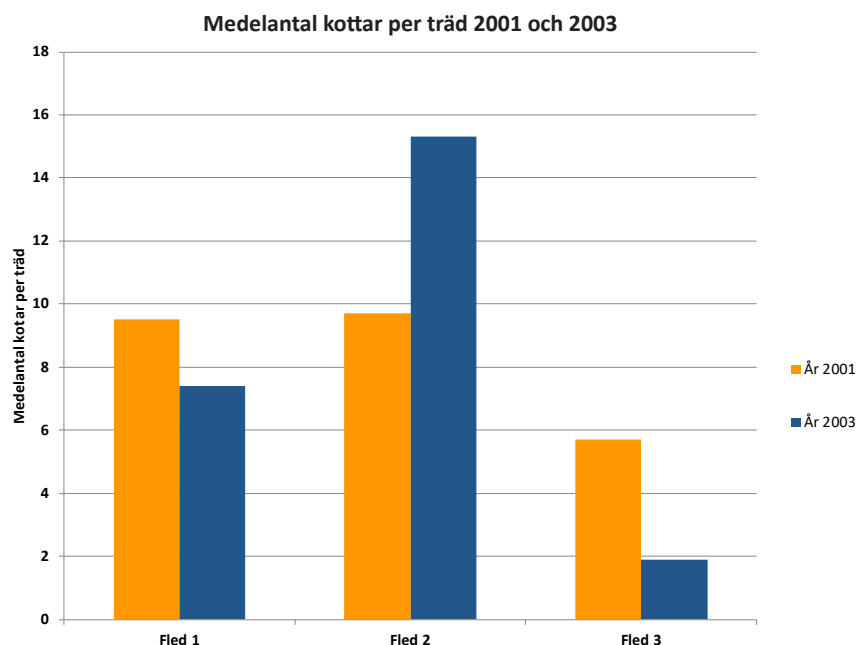


Figur 11. Hon- och hanblomning i Försök 3 åren 2001 och 2003. Fled1 är toppning till 2 m. Fled2 är toppning och sidobeskärning. Fled3 är toppning och rotbeskärning. Fled 1 är toppning till 2 m. Fled 2 är toppning och sidobeskärning och Fled 3 är toppning och rotbeskärning.

Figure 11. Female and male flowering in Experiment 3, 2001 and 2003. Treatment 1 (Fled1) is topping to 2 m. Treatment 2 (Fled2) is topping and branch pruning. Treatment 3 (Fled3) is topping and root pruning. Treatment 1 (Fled 1) is topping to 2 m. Treatment 2 (Fled 2) is topping and branch pruning and Treatment 3 (Fled 3) is topping and root pruning.

Kottproduktionen är givetvis beroende av en lyckad honblomning och pollinering. Även abortering av blommor, torka, mekaniska skador, insekter samt att träden inte har kapacitet att bära för många kottar kan göra att produktionsförmågan skiljer sig om man mäter den som antal honblommor eller som antal kottar. I detta försök överensstämde dock kottproduktionen och honblomsproduktionen mellan försöksleden, Figur 12.

Den slutsats som kan dras från detta försök är att kombinationen toppning och rotbeskärningen ger en negativ effekt på honblomning men att den stimulerar hanblomningen.



Figur 12. Kottproduktion i försöket åren 2001 och 2003. Fled 1 är toppning till 2 m. Fled 2 är toppning och sidobeskärning och Fled 3 är toppning och rotbeskärning.

Figure 12. Cone production in the experiment, 2001 and 2003. Treatment 1 (Fled 1) is topping to 2 m. Treatment 2 (Fled 2) is topping and branch pruning and Treatment 3 (Fled 3) is topping and root pruning.

Försök 6 och 8.

Beskärning för tidig och riklig kottproduktion

INLEDNING

I en växthusplantage kommer material successivt att ersättas med nytt material som har ett högre förädlingsvärde. De nya plantagematerialen kommer att vara förökade antingen som sticklingar eller ympar. Erfarenheter av hur lång tid det tar innan blomningen startar samt hur kottproduktionens storlek påverkas av olika skötselinsatser som är nödvändiga för att forma träden och hålla dem kvar i hanterbar storlek är begränsad. Detta gäller både sticklingar och ympar. År 2000 startades därför ett försök med olika försöksmaterial, sticklingar respektive ympar, i syfte att studera effekterna med beskärning av rötter och krona hos sticklingar och ympar.

MATERIAL OCH METODER

Material

Produktionsmaterial 1 bestod av ympar från 25 st. plusträd vilka inkrukades i 100-literskrukor på Nässja plantskola 1998. Ur detta material valdes 14 kloner med minst 18 rametrar ut till försöket.

Produktionsmaterial 2 bestod av sticklingar från 15 kloner från moderplantshäckar på Lugnets plantskola. Dessa sticklingar grävdes upp på Lugnet under våren 1999 och transporterades till Nässja, där de inkrukades i 100 literskrukor. Ur detta material valdes 14 kloner med minst 18 rametrar ut till försöket.

Försöksdesign

Fas 1

I fas 1 av försöket som startades 2000 delades materialen upp i 2 grupper: Årlig rotbeskärning och ingen rotbeskärning.

Rotbeskärningarna utfördes tidigt under våren. Rotbeskärningen utfördes med kniv på de flesta krukor men i några fall blev det med spade. Behandling med kniv innebär att man rycker av rötterna med en för uppgiften anpassad morakniv.

Fas 2

I fas 2 som startades 2001 för sticklingarna och 2002 för ymparna då träden bedömdes vara stora nog för kronbeskärning delades de två grupperna från fas 1 upp i totalt sex olika försöksled:

Fled 1: Kontroll. Ingen kron- eller rotbeskärning

Fled 2: Kronreglering 1

Fled 3: Kronreglering 2

Fled 4: Endast rotbeskärning

Fled 5: Kronreglering 1+ rotbeskärning

Fled 6: Kronreglering 2 + rotbeskärning

Kronreglering i Fas 2

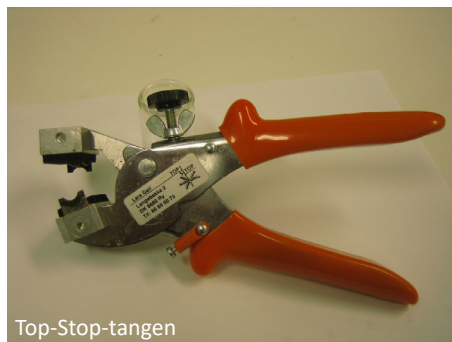
Fas 2 startade då trädens höjd översteg 1,3 meter. Kronreglering med toppskottstång och klippning skedde i juni.

I Kronreglering 1 användes den s.k. ”Top-Stop tanger”, se beskrivning nedan.

I Kronreglering 2 beskars toppskottet så att cirka 10-15 cm av årsskottet lämnades. På den kvarvarande delen av toppskottet skulle det finnas ett par vilande knoppar kvar.

Kronreglering med ”Top-Stop-tangen”

Bakgrunden till toppskottsreglering med ”Top-Stop tanger” (på svenska toppskottstågen) är att det vid julgransodling är nödvändigt att begränsa toppskotten längd i syfte att få fram julgranar med många grenar och grenvarv. En metod som främst tillämpats vid odlingen av ädelgranar i Danmark är ”Top-Stop tanger”. Med tången görs 4 små snitt i kambiet på toppskottet, vilket innebär att det blir snitt i hela kambiets omkrets. Åtgärden utförs under våren, tätt inpå knoppskjutningen. Första snittet görs 3-5 cm under översta knoppen och det andra läggs längre ned. Detta får till följd att näringsflödet till toppknoppen avtar och det kommande toppskottets längd reduceras.



GENOMFÖRANDE

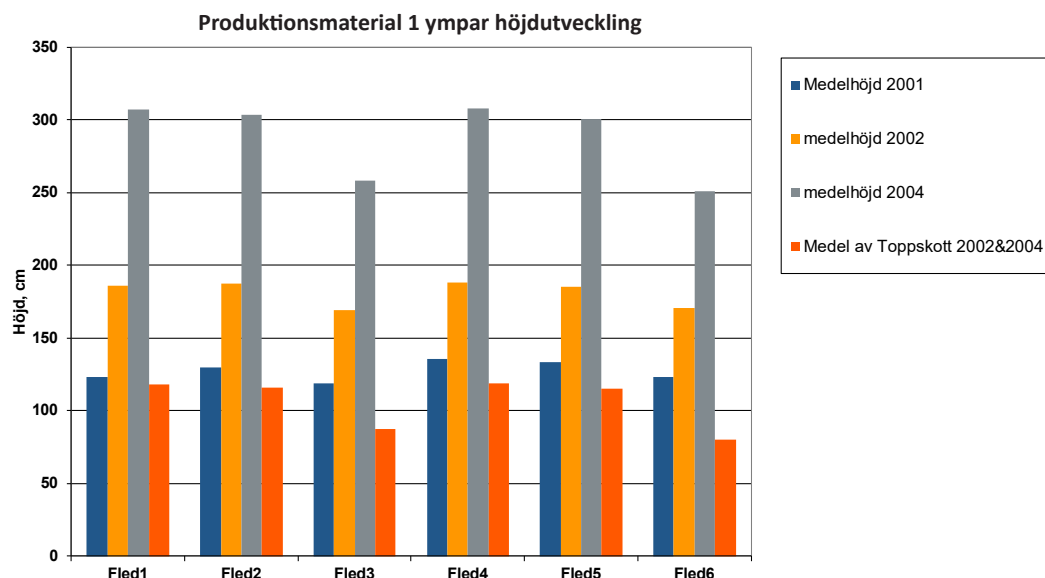
För sticklingarna utfördes behandlingarna i fas 2 under åren 2001-2004 och för ymparna under åren 2002-2004. I samband med beskärningarna gjordes även justeringar av trädens övre grenvarv så att ett ledande toppskott utvecklades. Försöket var planerat att drivas under flera år men avslutas under 2004 i och med att växthusplantageprojektets nedläggning.

Höjdtillväxt, flertoppighet och vitalitet hos de plantageträden har följts åren 2001–2004. Vitaliteten klassades i en 5-gradig skala; 0 död – 4 mycket bra.

RESULTAT OCH DISKUSSION

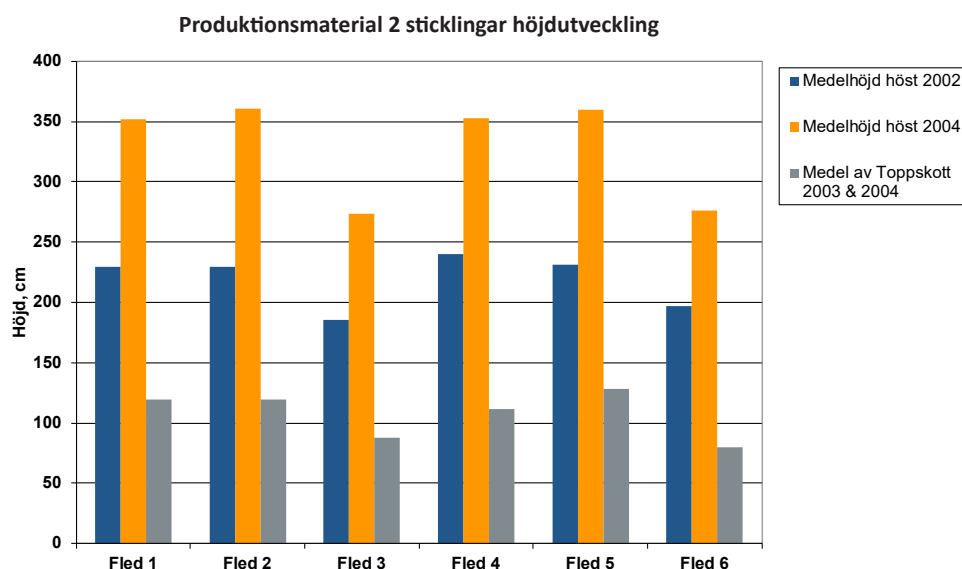
Höjdtutveckling

Konventionell kronbeskärning var den kronreglering som tydligast påverkade trädens höjdtutveckling och detta oavsett om den utfördes i kombination med rotbeskärning eller ej (Fled 3 och 6). Enbart rotbeskärning (Fled 4) hade inte någon effekt vare sig enbart eller i kombination med toppskottstången (Fled 5), Figur 13 och 14.



Figur 13. Höjdtveckling hos ympar vid olika behandlingar. Fled 1 är kontroll, Fled 2 är kronreglering 1 (med "Top-Stop tangen"), Fled 3 är kronreglering 2 (beskärning av toppskott till 10-15 cm), Fled 4 är rotbeskärning, Fled 5 är kronreglering 1 och rotbeskärning och Fled 6 är kronreglering 2 och rotbeskärning.

Figure 13. Height development of grafts in different treatments. Treatment 1 (Fled 1 is control, Treatment 2 is crown regulation 1 (with "Top-Stop tangen"), Treatment 3 (Fled 3) is crown regulation 2 (cutting leader shoot to 10-15 cm), Treatment 4 (Fled 4) is root pruning, Treatment 5 (Fled 5) is crown regulation 1 and root pruning and Treatment 6 Fled 6) is crown regulation 2 and root pruning.



Figur 14. Höjdtveckling hos sticklingar vid olika behandlingar. Fled 1 är kontroll, Fled 2 är kronreglering 1 (med "Top-Stop tangen"), Fled 3 är kronreglering 2 (beskärning av toppskott till 10-15 cm), Fled 4 är rotbeskärning, Fled 5 är kronreglering 1 och rotbeskärning och Fled 6 är kronreglering 2 och rotbeskärning.

Figure 14. Height development of cuttings in different treatments. Treatment 1 (Fled 1 is control, Treatment 2 is crown regulation 1 (with "Top-Stop tangen"), Treatment 3 (Fled 3) is crown regulation 2 (cutting leader shoot to 10-15 cm), Treatment 4 (Fled 4) is root pruning, Treatment 5 (Fled 5) is crown regulation 1 and root pruning and Treatment 6 Fled 6) is crown regulation 2 and root pruning.

Kondition

Beskärning är viktig både för kottproduktionen och för att hålla träden i hanteringsbar storlek. Beskärningen syftar till att ge fler skottspetsar där blomknoppar kan initieras. Upprepad beskärning kan på längre sikt innebära skador och avgångar bland plantage-träden. Under studietiden har dock ingen av beskärningsmodellerna har påverkat konditionen negativt, Tabell 15.

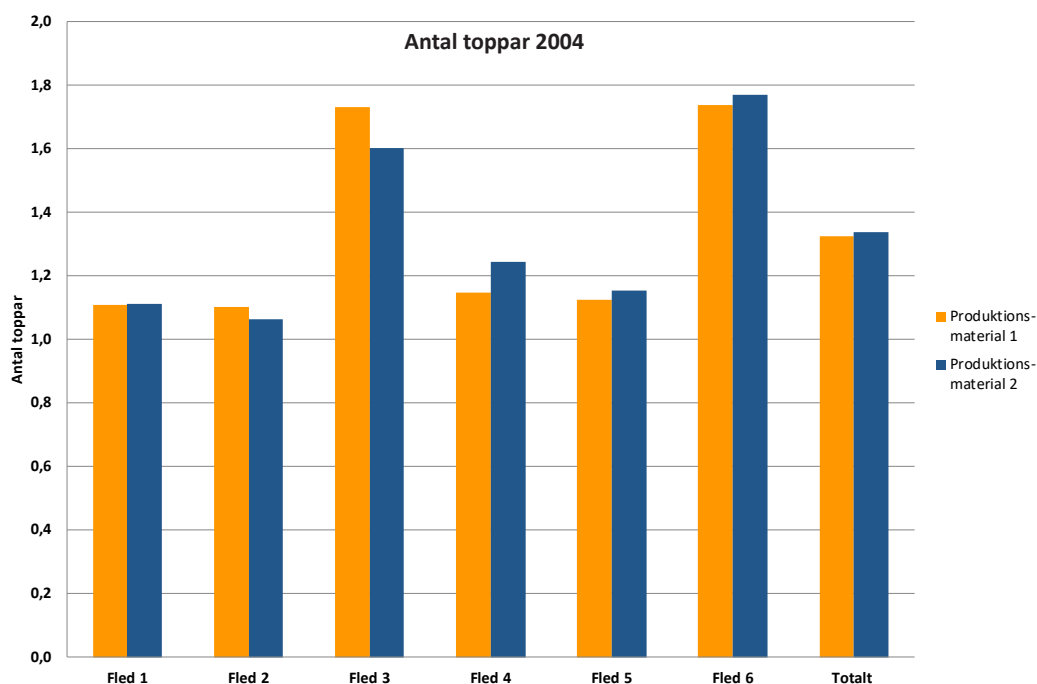
Tabell 15. Andel av träden (%) i resp. behandling som uppvisade god vitalitet (andel i klass 2-4). Fled 1 är kontroll, Fled 2 är kronreglering 1 (med "Top-Stop tangen"), Fled 3 är kronreglering 2 (beskärning av toppskott till 10-15 cm), Fled 4 är rotbeskärning, Fled 5 är kronreglering 1 och rotbeskärning och Fled 6 är kronreglering 2 och rotbeskärning.

Table 15. Proportion of trees (%) in each treatment that displayed good vitality (proportion in class 2-4). Treatment 1 (Fled 1 is control, Treatment 2 is crown regulation 1 (with "Top-Stop tangen"), Treatment 3 (Fled 3) is crown regulation 2 (cutting leader shoot to 10-15 cm), Treatment 4 (Fled 4) is root pruning, Treatment 5 (Fled 5) is crown regulation 1 and root pruning and Treatment 6 (Fled 6) is crown regulation 2 and root pruning.

Produktionsmaterial 1 och 2	Kondition 2 (%)	Kondition 3 (%)	Kondition 4 (%)
Fled 1	5,4	21,6	73,0
Fled 2	2,8	25,4	71,8
Fled 3	5,1	24,4	70,5
Fled 4	7,0	15,5	77,5
Fled 5	5,1	15,4	79,5
Fled 6	10,4	23,4	66,2

Flertoppighet

Kronreglering 2 (Fled 3 och Fled 6) gav träd med mer flertoppighet än övriga behandlingar hos både sticklingar och ympar, Figur 15. Detta är ingen önskad effekt utan förefaller vara toppningens baksida. Beskärningen av toppskotten gav dock givit den bästa höjddreglerande effekten. Det går dock att styra flertoppigheten i samband med de fortsatta beskärningarna.



Figur 15. Flertoppighet hos sticklingar och ympar vid olika behandlingar. Data från inventering 2004. Fled 1 är kontroll, Fled 2 är kronreglering 1 (med "Top-Stop tangen"), Fled 3 är kronreglering 2 (beskärning av toppskott till 10-15 cm), Fled 4 är rotbeskärning, Fled 5 är kronreglering 1 och rotbeskärning och Fled 6 är kronreglering 2 och rotbeskärning.

Figure 15. Multi-tops in cuttings and grafts in different treatments. Data from the 2004 survey. Treatment 1 (Fled 1 is control, Treatment 2 is crown regulation 1 (with "Top-Stop tangen"), Treatment 3 (Fled 3) is crown regulation 2 (cutting leader shoot to 10-15 cm), Treatment 4 (Fled 4) is root pruning, Treatment 5 (Fled 5) is crown regulation 1 and root pruning and Treatment 6 Fled 6) is crown regulation 2 and root pruning.

De slutsatser som kan dras av försöken, trots att det fick avslutas allt för tidigt är:

- Den konventionella kronbeskärning är den bästa metoden av de som testades för att styra träden mot en önskvärd höjduitveckling.
- 3 meter höga plantageträd är en rimlig höjd att eftersträva i en produktionsanläggning av den typ som projekt "Växthusplantage av gran i Nässja" höll på att etablera. Vid tillgång till växthus med högre nockhöjd bör dock en högre trädhöjd eftersträvas.
- Det faktum att toppklonerna i dagens förädlingsmaterial av gran kommer från unga kloner som valts i klonavkommeprövningar gör att kronreglering blir allt viktigare ju mer högförädlad material som ingår i produktionsmaterialen i en växthusplantage.
- Konditionen hos plantageträden förefaller inte påverkas av en upprepade kronreglering.
- Toppskottstången förefaller inte fungera för kronreglering hos gran (*Picea abies*).

Försök 5. Ympning av ris från olika delar av kronan

INLEDNING

Vid produktion av ympar till plantager tar man normalt ympriset från den övre delen av kronan. Denna del är ontogenetiskt mest åldrad och ympris som samlas där, bör därför börja blomma tidigare. Nackdelen är att ympträden kan få ett grenlikt växtsätt och därför kräver mer skötsel i form av uppstagnning med mera. Ympris från lägre delar av kronan är ontogenetiskt yngre och kommer därför troligen att ta längre tid på sig till blomning. De bör dock ha ett mer trädlikt växtsätt och därigenom kräva mindre arbetsinsats och därmed kostnader för uppstagnning.

SYFTE

Syfte med försöket var att undersöka effekten på blomning och tillväxt på ympträden beroende på, var på moderträdet ympriset hämtas när moderträden kommer från mer avancerade delar av förädlingspopulationerna och därmed är relativt unga vid föröknings-tillfället (unga åtminstone i jämförelse med plusträd valda i skogen).

MATERIAL OCH METODER

Ympmaterial

Som riskälla till försöket användes kloner ur Fortsättningsmaterial 1, där klonerna ympats upp till växthusplantagen 1997. Klonerna var valda ur 2-åriga plantor mellan åren 1975-1977.

1997 tillverkades från samtliga 15 klonerna 3 ympar av ris samlat från övre tredjedelen av kronan och 3 ympar av ris samlat från den nedre tredjedelen av kronan.

Odling

Ymparna odlades i Brunsberg enligt normala rutiner. När ymparna vuxit ur de ursprungliga krukorna omskolades de till 110-liters krukor. Odlingen skedde utomhus. Vintern 2002/2003 gjordes en beskärning av årsskottet, i syfte att justera höjden på försöks-träden.

Inventeringar

Under tiden 1999-2002 inventerades överlevnad och kondition, graden av plagiotropiskt växtsätt, tillväxt samt eventuell blomning hos försöksträden. Inventeringen utfördes enligt följande:

- Vitalitet registrerades hos ymparna i en 4-gradig skala: 0=död, 1=döende/kraftigt nedsatt vitalitet, 2=något nedsatt vitalitet, 3=god vitalitet.
- Graden av plagiotropiskt växtsätt registrerades i en femgradig skala: där 0 = inget plagiotropiskt växtsätt och 5 = kraftigt plagiotropiskt växtsätt.
- Ymparnas tillväxt registrerades som höjden på ympen.
- Eventuell blomning följdes upp.

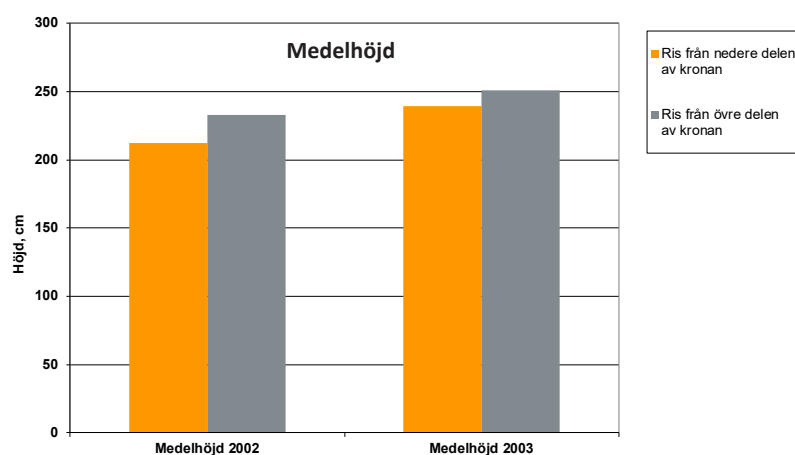
Gibberellinbehandling

Den blomningsstimulerande behandlingen utfördes första gången sommaren 2003. Behandlingen utfördes enligt följande: placering i växthus i mitten av juni och första behandlingen med gibberellin utfördes när skotten sträckt 60-80% av bedömd slutlig skottlängd. Andra behandlingen med gibberellin utfördes när årsskotten nästan skjutit klart.

RESULTAT OCH DISKUSSION

Någon effekt av den blomningsstimulerande behandlingen 2003 har inte noterats, då försöket avbröts i början av 2004 i samband med att växthusplantageprojektet avslutades.

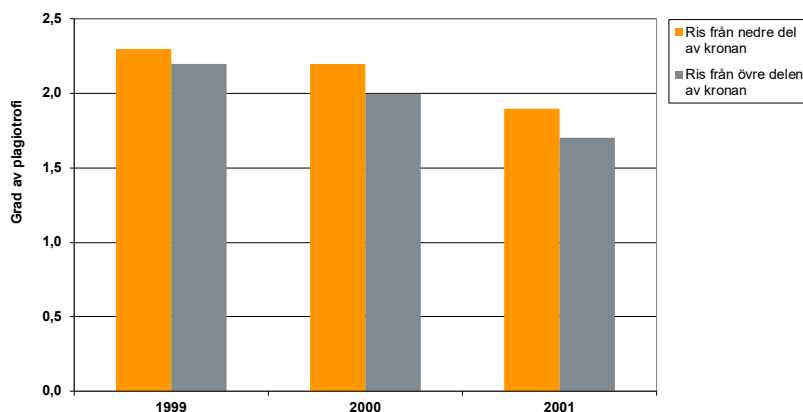
Det var liten skillnad i höjdtillväxt hos ymparna, oberoende om ympriset samlats i den övre eller nedre delen av kronan, Figur 16.



Figur 16. Medelhöjd 2002 och 2003 hos ymparna i försöket.

Figure 16. Mean height, 2002 and 2003, of the grafts in the experiment.

Plagiotropiskt växtsätt förkom endast i liten omfattning och ingen större skillnad i plagiotropi mellan ris från övre och nedre delen av kronan kan utläsas, Figur 17. Under åren 1999-2001 var det liten plagiotropism och det plagiotropiska växtsättet var borta vid mätning 2002 och 2003. Det fanns dock en klonskillnad. Under försökets första år uppvisade några enskilda kloner ett mer plagiotropiskt växtsätt än övriga.



Figur 17. Grad av plagiotropiskt växtsätt 1999–2001.

Figure 17. Degree of plagiotropic growth type, 1999–2001.

Slutsatsen av försöket är att vid förökning genom ympning av relativt ungt material, i vårt försök kloner med en ålder av 22–24 år från frö vid ympningstillfället, så är risken för plagiotropiskt växtsätt minimal. Ris kan därigenom plockas från hela kronan på moderträden.

Hur snabbt blomningen startar hos ympträden beroende på var ympprisinsamlingen sker kunde inte studeras i försöket innan det avbröts.

Försök 7. Tilläggslys vid blomningsstimulering

INLEDNING

Initieringen av blommor hos gran stimuleras av en kombination av värme, torkstress och kan ytterligare förstärkas genom injektion av GA_{4/7}. I naturen uppträder dessa förutsättningar somrar då det är torr försommar och varmt och soligt under tiden då blomknopparna initieras (slutet juni-början av juli).

Blomningsstimulering i en växthusplantagen utförs i växthus för att bättre kunna styra klimatet som träden utsätts för under blomningssimuleringen. Den behandlingsmetod som används kombinerar värme, torkstress och GA_{4/7}. Denna metod ger goda resultat vissa år och sämre andra år. Vår erfarenhet är att det är år med få soltimmar under blomningsinitieringen som behandlingen misslyckas.

I syfte att pröva om det går att förbättra blomningsinitieringen i växthus genom att ge ljusstillskott under den blomningsstimulerande behandlingen utfördes ett experiment 2001. Under 2003 utfördes ett uppföljande experiment där vi undersökte om det var en ljuseffekt eller en värmeeffekt som gjorde att tillskottsljuset i försöket 2001 gav ett positivt resultat.

MATERIAL OCH METODER

FÖRSÖK 2001

Försöket utfördes i växthusen i Skogsberg, Brunsbergs försöksstation. Som försöksmaterial användes ett inkrukat granmaterial som tidigare ingått i ett kombinerat krukstorleks- och gödslingsförsök. Materialet hade blommat tidigare. Totalt ingick 60 inkrukatade ympar i försöket. (6 kloner x 3 krukstorlekar x 4 rameter/(klon * krukstorlek (45 & 160) samt 6 kloner x 3 krukstorlekar x 2 rameter/(klon * krukstorlek (350)).

I växthusen med passiv ventilation placerades 350-liters krukorna, 1 kruka per klon i vart hus. I växthusen med aktiv ventilation placerades 160-liters krukorna, 2 krukor per klon i vart hus. Träden eftersträvas att vara så lika som möjligt i par som placeras ett i vart hus. I växthusen med värme placerades 45-liters krukorna, 2 krukor per klon i vart hus.

Behandlingar

Två behandlingar ingick i försöket:

1. Normal blomningsstimulering (kontroll)
2. Tilläggslys + normal blomningsstimulering.

Den normala blomningsstimuleringen utfördes på det sätt som används i Nässja, d.v.s. rotbeskrning strax innan knoppsprickning, värmebehandling i växthus, begränsad vattning samt GA_{4/7}-injektioner. Placering i växthusen 15 juni och den första gibberellin-A_{4/7}behandlingen utfördes när skotten sträckt 50-60% av fjolårskottets längd, den 2 juli. Andra behandling gjordes när årsskotten nästan skjutit klart, den 15 juli.

Gibberellindoser (totalt för två behandlingstillfällen):

45 l krukor: 20 mg/träd

160 l krukor: 30 mg/träd

350 l krukor: 40 mg/träd.

Blomningsstimuleringen avslutades 20 juli varefter materialet fick stå kvar i huset fram till mitten av augusti. Portarna var då öppna dygnet runt och luckventilationen inställd på 10 °C. Materialet hade full vattentillgång från det att blomningsstimuleringen avslutades.

Tilläggslys gavs med metallhalogenlampor (400 W), en lampa/träd. En ljusnivå på minst 250 µmol/(m² * sek) eftersträvades vid det översta grenvarvet på trädet. Tilläggslys gavs 20 tim/dygn från inkörning och till blomningsstimuleringen avslutades. Tilläggslys gavs mellan 03:15-23:15 varje dag under behandlingstiden. Vid soligt och varmt väder stängdes dock belysningen av under dagtid för att det inte skulle bli för varmt i växthusen.

Registreringar och inventeringar

Temperatur och rH i växthusen registrerades med Tinytags, 2 gånger/timme.

Våren 2002 registrerades blomning genom totalräkning av han- och hon-blomning. I samband med blomningsinventeringen mättes även trädens diameter och höjd.

Data på antalet soltimmar i Karlstad närmsta under juli månad inhämtades från SMHI. (SMHI-stationen i Karlstad var den som låg närmast låg närmast Skogsberg, Brunsbergs försöksstation)

FÖRSÖK 2003

Försöket utfördes i växthusen i Skogsberg, Brunsbergs försöksstation. De tre försöksleden som var inne i växthus, inrymdes alla tre i vart och ett av husen.

Som försöksmaterial användes sex av de kloner från "Fenologiskt standardset" som ympats 1997 och inkrukats 1998. Inventering av kondition och storlek låg till grund för vilka krukor som användes.

Försökled

1. Normal blomningsstimulering i växthus
2. Tilläggljus + Normal blomningsstimulering i växthus
3. Värmelampa + Normal blomningsstimulering i växthus
4. GA_{4/7} behandling utomhus
5. Naturlig blomningsinducering utomhus

Utställning i växthuset

Mellan varje försökled i växthuset hängdes isolerplast (växthusvägg) med skyddsplast kvar upp som avgränsning/ljusskydd. Skivorna som var 210 cm höga sattes upp med nederkant på ca 1 meters höjd.

Temperaturmätning

Temperaturmätningar gjordes med en strålningsskyddad Tinytag per växthus. Mätintervall 30 min.

Dessutom mättes temperatur vid översta grenvarvet på ett representativt träd per försökled i två växthus. (Ett med fläkt och ett utan). Dessa Tinytags var inte strålningsskyddade. Mätintervall 30 min.

Blomningsstimulering

Den normala blomningsstimuleringen utfördes på det sätt som används i Nässja, d.v.s det vill säga värmebehandling i växthus, begränsad vattning samt GA_{4/7}-injektioner, (dock utan rotbeskärning). Placering i växthuset 18 juni och gibberellinbehandling utfördes när skotten sträckt 50-60% av fjolårskottets längd, 29 juni. Andra behandling gjordes när årsskotten nästan skjutit klart, 15 juli.

Gibberellindos, totalt för 2 behandlingstillfällen: 20 mg/träd.

Totalt behandlades 53 träd (36 i växthus och 17 utomhus).

Blomningsstimuleringen avslutades två veckor efter sista gibberellin-tillfället, 29 juli. Därefter stod materialet kvar i växthuset fram till 19 augusti. Efter blomningsstimuleringen var portarna öppna dygnet runt och luckventilationen inställd på 10 °C. Materialet hade full vattentillgång från det att blomstimbehandlingen avslutas.

Tilläggljus gavs med metallhalogenlampor (400 W), en lampa/träd placeras 40 cm ovan toppen på trädet. Detta gav en ljusnivå på ca 250 µmol/(m² * sek) vid trädets topp. Tilläggljus ges 20 tim/dygn från inkörning och till blomningsstimuleringen avslutades. Tilläggljus gavs mellan 03:15–23:15 varje dag under behandlingstiden. Vid soligt och varmt väder då det var svårt att hålla temperaturen inom rimliga gränser slogs belysningen och infravärmen av under den varmaste delen av dagen.

Infravärme (1000 W) applicerades så de gav samma värmeeffekt vid toppen på trädet som tilläggljuslamporna gav, vilket var ett avstånd på 120 cm mellan infravärme och topp på trädet. Infravärmen användes vid samma tider som tilläggljuset.

Växthusinställningar

Inställningar Dag

Ventilation från 23° C, vid varmt och soligt väder öppnas även portarna för att få maximal luftväxling, I de hus som har aktiv ventilation kördes denna under dagtid.

Inställningar Natt

Ventilation från 15° C. Efter blomningsstimuleringsperioden ventilerades huset maximalt, med vädring från +10 °C och portarna och extraluckor öppna.

Lamp- och infravärmesinstallation

Avstånd lampa–planttopp: 40 cm.

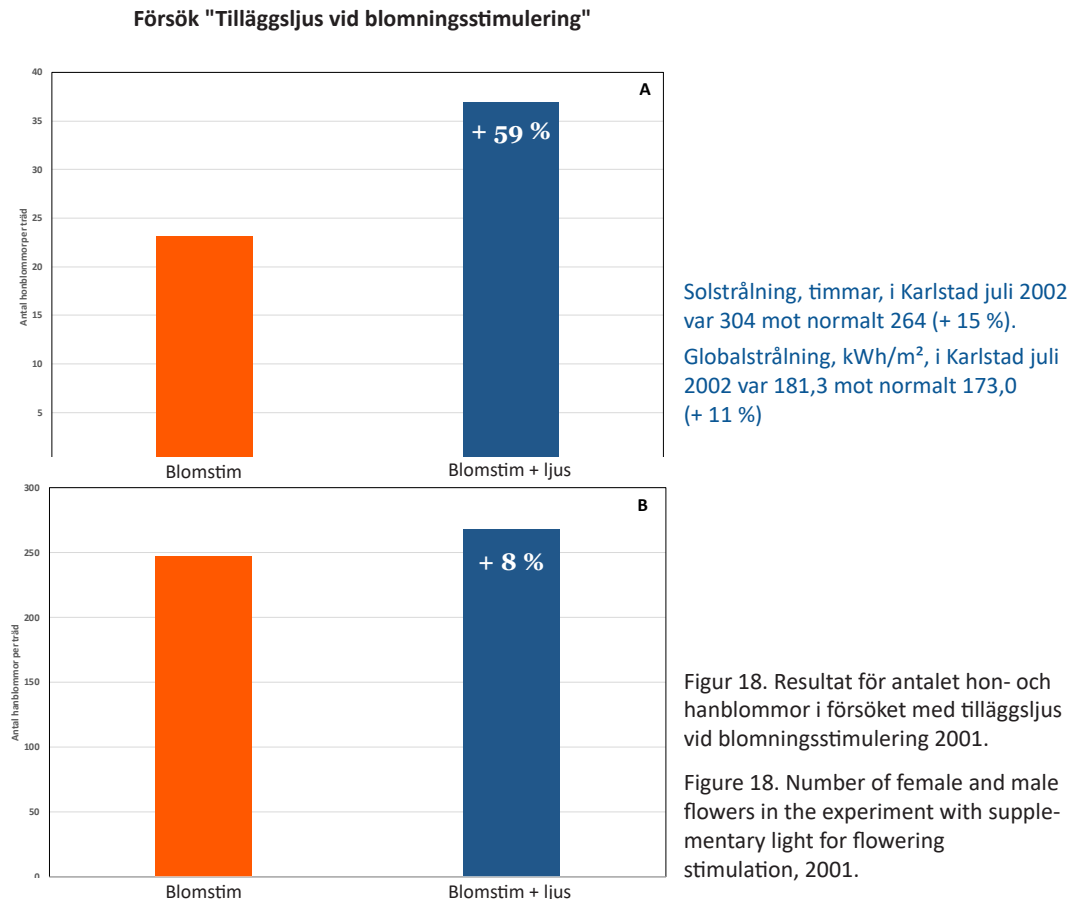
Avstånd infravärme–planttopp: 120 cm.

RESULTAT OCH DISKUSSION

FÖRSÖK 2001

Resultaten visar på en signifikant positiv effekt av tilläggslys på honblomning och en liten icke signifikant positiv effekt på hanblomning, se Figur 18. Under juli månad var antalet soltimmar vid SMHI:s station i Karlstad 15% högre än ett normalår och globalstrålningen som är ett annat sätt att mäta ljusmängden var 11% högre än ett normalår.

Det positiva resultatet är mycket uppmuntrande då de naturliga förutsättningarna för blomningsstimulering 2001 var relativt goda och vi förväntades oss att tilläggslyset skulle ge effekt endast under år med dåliga naturliga förutsättningar för blomningsstimulering (mulet väder).



FÖRSÖK 2003

Försöket 2003 gav inte någon effekt alls. Blomningen i alla försökled var mycket låg och i medeltal hade träden endast 0,4 honblommor och 3,2 hanblommor per träd. Blomningsfrekvensen var låg och för stor andel av träden hade inga blommor alls varför det inte gick att påvisa några skillnader mellan de olika behandlingarna. En möjlig förklaring till det negativa resultatet är att det material som användes var för ungt för att svara på den blomningsstimulerande behandlingen.