

Blomningsstimulering i praktisk skala för ökad produktion av kott och pollen Resultat från försök i plantage 123 Klocke

Curt Almqvist & Mats Eriksson



Omslag: Blomningsstimulering i Klocke **Foto:** Curt Almqvist
Ämnesord: Fröplantager, blomningsstimulering, gibberellin, förädling

SkogForsk – Stiftelsen Skogsbrukets Forskningsinstitut

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

SkogForsk arbetar med forskning och utveckling med fokus på tre centrala frågeställningar: Skogsodlingsmaterial, Skogsskötsel samt Råvaruutnyttjande och produktionseffektivitet. På de områden där SkogForsk har särskild kompetens utförs även i stor omfattning uppdrag åt skogsföretag, maskintillverkare och myndigheter.

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

Forsknings- och försöksresultat från SkogForsk publiceras i följande serier:

SkogForsk-Nytt: Nyheter, sammanfattningar, översikter.

Resultat: Slutsatser och rekommendationer i lättillgänglig form.

Redogörelse: Utförlig redovisning av genomfört forskningsarbete.

Report: Vetenskapligt inriktad serie (på engelska).

Handledningar: Anvisningar för hur olika arbeten lämpligen utförs.

ISSN 1404-305X

Innehåll

Sammanfattning.....	3
Inledning.....	3
Material och metoder.....	4
Klocke 1 – Blomningsstimulering för ökad blomning och kottproduktion ..	4
Klocke 2 – Blomningsstimulering för ökad pollenproduktion ..	5
Statistisk analys.....	6
Ekonomiska kalkyler ..	6
Resultat och diskussion ..	6
Klocke 1 – Blomningsstimulering för ökad blomning och kottproduktion ..	6
Klocke 2 – Blomningsstimulering för ökad pollenproduktion ..	7
Ekonomiska kalkyler ..	8
Slutsatser.....	9
Erkännanden.....	10
Referenser.....	10

Sammanfattning

Denna rapport redovisar resultaten från två försök utförda i tallfröplantage 123 Klocke åren 1997–2001. I ett försök studerades blomningsstimulering för ökad kott- och fröproduktion. Genom att bara ett urval av kloner användes liknar situationen den vid särplockning av plantagen. I det andra försöket undersöktes effekten av blomningsstimulering för ökad produktion av pollen i plantagen. I båda försöken utfördes behandlingarna på ett sätt som liknar behandling i praktisk skala.

I båda försöken jämfördes effekten av applicering av det blomningsstimulerande hormonet gibberellin en eller två gånger per säsong med obehandlade kontroller. Uppgifter om tidsåtgång vid behandlingarna insamlades som underlag för ekonomiska kalkyler.

Kott- och fröproduktionen ökade signifikant två av de tre testade åren. Ökningen av kottproduktionen var i medeltal för de tre åren 3 hl/ha. Det var ingen skillnad i effekt mellan ett och två behandlingstillfällen. De ekonomiska kalkylerna visar att kostnaden för att genom blomningsstimulering producera mer matat frö var i medeltal för de tre åren 4 200 kr/kg. Året med bäst effekt av behandlingen var kostnaden 2 100 kr/kg matat frö. Detta visar att blomningsstimulering för ökad fröproduktion kan vara ett ekonomiskt intressant sätt att öka fröskörden i välskötta plantager med god produktionsnivå och för områden där det råder brist på plantagefrö. Det kan också vara ett ekonomiskt intressant sätt att snabbt öka fröproduktionen av plantagematerial med speciella egenskaper, t.ex. i kombination med särplockning i plantager.

Blomningsstimulering med gibberellin för ökad pollenproduktionen gav ingen ökad pollenproduktion under de tre studerade åren. Mer kunskap om hur blomningsstimulering för ökad hanblomning skall utföras behövs innan metoden kan börja användas i praktisk skala.

Inledning

I Sverige är fröplantager den helt dominerande formen att producera frö av förädlat material. För tall härstammade 70 % av de planterade plantorna 1995 från plantagefrö (Hannerz & Almäng, 1997). Andelen plantor som härstammar från plantagefrö kommer också att öka allt eftersom nyare plantager når produktiv ålder.

Intresset för att använda plantagefrö för skogssådd har ökat det senaste decenniet som en följd av ökade kunskaper om plantagefröets överlägsenhet i både överlevnad och tillväxt vid skogssådd (Wennström, 2001).

För de kärvaste områdena i Norrland, zon 1–3, finns i dag en akut fröbrist (Hannerz et al., 2000). Om behovet för skogssådd tas i beaktande kommer bristsituationen att bestå även med dagens planer för utbyggnad av nya plantager.

I plantager där de ingående klonerna är avelsvärderade finns möjlighet att genom selektiv skörd erhålla ett frö med högre genetisk vinst än plantagens

genomsnittliga nivå. Vilka egenskaper som förbättras beror på urvalet av kloner (Wilhelmsson, 1990). Genom blomningsstimulering kan produktionen av frö från de bästa klonerna i plantagen ökas och skörden från hela plantagen eller särplockningen ökas.

Plantager för kärva klimatlägen är ofta förflyttade till både lägre höjd över havet och söderut för att ge bättre förutsättningar för blomning och frö-mognad. Inkorsning av pollen utifrån är då ett problem genom att det sänker hårdigheten hos det producerade fröet. En ökning av plantagens egen pollenproduktion minskar problemen med inkorsning genom att en större andel av fröna blir befruktade av pollen från plantagens ympar.

Tallfröplantage 123 Klocke är avsedd för de nordligaste och kärvaste delarna av vårt land, där bristen på förädlad frö är stor. För att undersöka möjligheterna att i praktisk skala öka fröskörden och pollenproduktionen i denna och liknande plantager startades 1997 ett försök med blomningsstimulering för ökad kottproduktion och 1998 ett försök för ökad pollenproduktion i plantagen. Syftet med försöken var även att ge underlag för att bedöma åtgärdernas ekonomiska lönsamhet.

Material och metoder

Klocke 1 – Blomningsstimulering för ökad blomning och kottproduktion

I försöket studeras effekten av blomningsstimulering för ökad honblomning med hormonet gibberellin $GA_{4/7}$. Ur praktisk och ekonomisk synpunkt är det bäst om det räcker med att utföra blomningsstimuleringen vid ett tillfälle per år. När den lämpligaste tidpunkten för $GA_{4/7}$ -behandling infaller varierar mellan kloner, så risken med att bara tillföra hela dosen vid ett enda tillfälle är att vissa kloners ympar då inte är i rätt utvecklingsstadium för att svara på behandlingen. I försöket jämförs en och två behandlingstillfällen med $GA_{4/7}$.

I försöket ingick totalt 255 ympar från 20 olika kloner. Försöket var anlagt som ett fullständigt randomiserat försök med tre försöksled:

1. Kontroll, d.v.s. ingen behandling.
2. Blomningsstimulering med $GA_{4/7}$ vid två tillfällen.
3. Blomningsstimulering med $GA_{4/7}$ vid ett tillfälle.

Försöksled 2 och 3 fick samma totala dos gibberellin per år, 150 mg per ymp, med fördelat på olika antal behandlingstillfällen.

Gibberellinet injicerades i en etanollösning med koncentration 250 mg $GA_{4/7}$ /ml. I försöksled 2 injicerades 100 μ l per hål i 3 hål vid varje behandlingstillfälle. I försöksled 3 injicerades 200 μ l per hål i 3 hål. Hålen borrades med en 5 mm borrh, ca 20 mm djupa. Efter injicering täcktes hålen med ympvax eller tejp.

I sambandet med försöksutläggningen mättes brösthöjdsdiameter som ett mått på storleken på ymparna.

Gibberellinbehandlingen utfördes tre år i rad, åren 1997–1999. Behandlingsstart för respektive år bestämdes utifrån väderutvecklingen på våren/försommaren. Försöksled 2 behandlades två gånger med cirka två veckor emellan och försöksled 3 behandlades en gång mitt emellan de två behandlingstillfällena för försöksled 2.

Behandlingsdatum 1997 för försöksled 2 var 4/7 och 14/7 och försöksled 3 behandlades 9/7.

Behandlingsdatum 1998 för försöksled 2 var 10/7 och 20/7 och försöksled 3 behandlades 15/7.

Behandlingsdatum 1999 för försöksled 2 var 7/7 och 20/7 och försöksled 3 behandlades 15/7.

Höstarna 1999–2001 insamlades och volymmättes kotten från varje enskild ymp.

Klocke 2 – Blomningsstimulering för ökad pollenproduktion

I försöket studeras effekten av blomningsstimulering för ökad hanblomning, d.v.s. pollenproduktion, med hormonet gibberellin GA_{4/7}. I försöket jämförs en och två behandlingstillfällen med GA_{4/7}.

I försöket ingick totalt 85 ympar från 14 olika kloner. Försöket var anlagt som ett fullständigt randomiserat försök med tre försöksled:

1. Kontroll, d.v.s. ingen behandling.
2. Blomningsstimulering med GA_{4/7} vid två tillfällen.
3. Blomningsstimulering med GA_{4/7} vid ett tillfälle.

Försöksled 2 och 3 fick samma totala dos gibberellin per år, 100 mg per ymp, med fördelat på olika antal behandlingstillfällen.

Gibberellinet injicerades i en etanollösning med koncentration 250 mg GA_{4/7}/ml. I försöksled 2 injicerades 200 µl i ett hål vid varje behandlingstillfälle. I försöksled 3 injicerades 200 µl per hål i 2 hål. Hålen borrades med en 5 mm borrh, ca 20 mm djupa. Efter injicering täcktes hålen med ympvax eller tejp.

Gibberellinbehandlingen utfördes tre år i rad, åren 1998–2000. Behandlingsstart för respektive år bestämdes utifrån väderutvecklingen på våren/försommaren, samt en bedömning av årsskottens utveckling. Första behandling i försöksled 2 skulle göras då skotten sträckt cirka 40–50 %. Försöksled 2 behandlades två gånger med cirka två veckor emellan och försöksled 3 behandlades en gång mitt emellan de två behandlingstillfällena för försöksled 2.

Behandlingsdatum 1998 för försöksled 2 var 28/6 och 7/7 och försöksled 3 behandlades 1/7.

Behandlingsdatum 1999 för försöksled 2 var 24/6 och 7/7 och försöksled 3 behandlades 1/7.

Behandlingsdatum 2000 för försöksled 2 var 28/6 och 4/7 och försöksled 3 behandlades 30/6.

I slutet av hanblomningen 1999–2001 inventerades mängden hanblommor på varje enskild ymp enligt den metod som utarbetats av Eriksson & Jansson (1987). I samband med hanblomsinventeringen mättes brösthöjdsdiameter som ett mått på storleken på ymparna.

Statistisk analys

Alla statistiska beräkningar är utförda med programpaketet SAS. Vid variansanalyserna användes procedur GLM (SAS 1999). För beräkningar av kottproduktion per ymp och pollenproduktion per ymp har variansanalysen utförts på ympvärden och separat för varje år. I modellen ingick klon och försöksled som klassvariabler och ympdiameter som kovariabel.

Ekonomiska kalkyler

I samband med gibberellinbehandlingarna noterades hur lång tid arbetet tog. Tid noterades som den tid man var i plantagen, d.v.s. inklusive raster småstörningar etc.

Klockeplantagen är anlagd med ett förband på $5,6 \times 5,6$ meter, vilket motsvarar 318 ympar/ha. För att översätta kottmängderna till kilo matat frö har värdet 0,7 kg matat frö/hl kott använts (uppgift från Tyra Mähler).

Följande värden har använts för de ekonomiska kalkylerna:

- Arbetskostnad, inkl sociala avgifter: 160 kr/timme.
- Bilkostnad: 31 kr/mil och körsträcka 4 mil/dag.
- Gibberellinkostnad: 110 kr/gram.

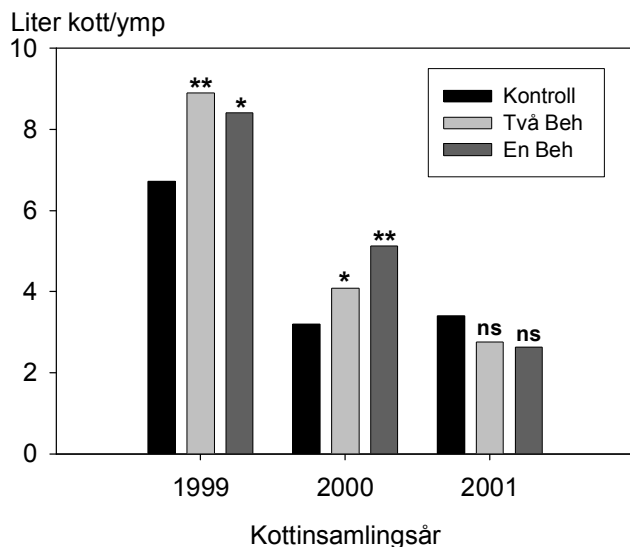
Vid beräkningen av kostnader har antagits att man arbetar 8 timmars arbetsdag i plantagen.

Ekonomiska kalkyler har endast beräknats för kostnaden för ökad kott- och fröproduktion.

Resultat och diskussion

Klocke 1 – Blomningsstimulering för ökad blomning och kottproduktion

Blomningsstimuleringen resulterade i en signifikant ökning av kottproduktionen i båda försöksleden två år av tre, figur 1. Det var ingen skillnad i effekt av behandlingen mellan de två försöksleden, d.v.s. effekten var lika stor då hela gibberellindosen gavs vid ett tillfälle som då den delades upp i två applikationer. Det tredje året var kottproduktionen i de behandlade försöksleden något lägre än i kontrollen, men skillnaden var inte signifikant. Ökningen i kottproduktion 1999 var 29 % i medeltal för de två behandlingarna (32 % resp. 25 %). För 2000 var ökningen i kottproduktion i medeltal 44 % (27 % resp. 60 %). Omräknat till hektarproduktion var kottproduktionen på kontrollymparna i medeltal ca 14 hl/ha för de tre åren (21 hl/ha, 10 hl/ha och 11 hl/ha). Den ökade kottskörden till följd av blomningsstimuleringen var i medeltal 3 hl/ha (6 hl/ha, 4 hl/ha och -2 hl/ha). Omräknat till fröproduktion var ökningen i medeltal 2 kg matat frö/ha, tabell 1.



Figur 1.
Kottproduktion i liter kott per ymp för kottinsamlingsåren 1999 – 2001.
Signifikansnivåer för skillnad mellan behandling och kontroll anges som:
inte signifikant (ns), $p < 0,05$ (*) och $p < 0,01$ (**).

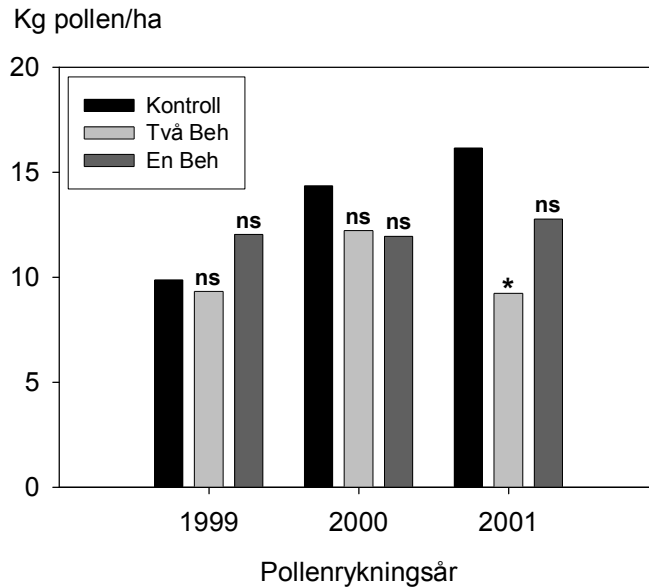
Någon förklaring till att effekten av behandlingen uteblev 2001 har vi inte. Man kan spekulera i om den extremt kalla och blöta våren och sommaren 2000 stressade träden så att aborteringen av ettårskottarna blev stor.

Resultaten av försöket visar att man får lika stor effekt vid ett behandlingstillfälle som vid två. Detta är bra ur praktisk synpunkt, så det halverar arbetskostnaden för behandlingen. Som visats i andra undersökningar (se t.ex. Almqvist, 2001) är det viktigt att behandlingen sätts in vid rätt tidpunkt.

Kottproduktionen varierar mycket mellan olika kloner. År 1999 varierade kottproduktionen mellan 1,4 och 25,7 liter kott per ymp, 2000 mellan 0,9 och 9,1 liter kott per ymp och 2001 mellan 0,14 och 11,3 liter kott per ymp. Ett sätt att maximera effekten av blomningsstimuleringen är att inrikta behandlingen på kloner med hög kottproduktion som också har bra avelsvärden.

Klocke 2 – Blomningsstimulering för ökad pollenproduktion

Blomningsstimuleringen resulterade inte i någon ökning av pollenproduktionen under försöksperioden. Den enda signifikanta effekten var 2001 då försöksled 2 (två behandlingstillfällen) gav signifikant lägre pollenproduktion än kontrollen.



Figur 2.
Pollenproduktion i kilogram pollen per hektar för åren 1999–2001.
Signifikansnivåer för skillnad mellan behandling och kontroll anges som:
inte signifikant (ns) och $p < 0,05$ (*).

Pollenproduktionen i den yngre delen av plantagen där detta försök var anlagt är generellt sett låg. Ett ofta använt riktvärde för när en plantage producerar tillräckligt med pollen är 20 kg/ha. Orsakerna till den låga pollenproduktionen i plantagen och till den uteblivna effekten av blomningsstimuleringen är oklar. För barrträd i allmänhet är erfarenheten att gibberellin är effektivare på att stimulera honblomning än hanblomning (Greenwood & Hutchison, 1993). Det finns också indikationer från andra barrträdsarter att det behövs många appliceringstillfällen av gibberellinet för att erhålla hanblomning. Hos *Tsuga heterophylla* fann Owens & Colangeli (1989) att det behövdes två till tre veckovis upprepade behandlingar för att få en ökning av hanblomningen. Hos vår tall erhöll Eriksson et al. (1998) en ökning av pollenproduktionen i ett experiment där behandlingen startade när skotten sträckt ca 50 % och behandlingen upprepades tre gånger med två veckors intervall. I vårt försök siktade vi på att börja behandlingen innan skotten bedömdes ha sträckt ca 50 % av slutlängd.

Ekonomiska kalkyler

Beräknade kostnader för att genom blomningsstimulering med gibberellin öka kott- och fröproduktionen presenteras i tabell 1.

Tabell 1.

Beräknad produktionsnivå i Klockeplantagen samt beräknad extra produktion av matat frö till följd av gibberellinbehandlingen, samt kostnad för ökning av produktionen av matat frö genom gibberellinbehandling uppdelat på arbete och gibberellin redovisas också.

Kott- insamlingsår	Frö- prod ¹ Fled 1 (kg/ha)	Extra frö- prod ² (kg/ha)	Kostnad/kg frö ³					
			Två behandlingstillfällen			Ett behandlingstillfälle		
			Arbete	Gibb	Totalt	Arbete	Gibb	Totalt
1999	15,0	4,3	1 690	1 224	2 914	845	1 224	2 069
2000	7,1	3,1	1 798	1 684	3 482	899	1 684	2 583
2001	7,6	-1,5	–	–	–	–	–	–
1999 & 2000	11,0	3,7	1 735	1 418	3 153	868	1 418	2 286
Medel/år	9,9	2,0	3 040	2 684	5 724	1 520	2 684	4 204

¹ Beräknat som om plantagen var fullt bestockad, d.v.s. 318 st/ha, med ympar med samma produktion som de ingående i försöksled 1.

² Beräknat på produktionen i medeltal för försöksled 2 & 3 jämfört med försöksled 1.

³ Beräknat på medelvärden för prestation och kottproduktion för respektive år eller grupp av år.

Eftersom ökningen av fröproduktionen inte var större vid en uppdelning av gibberellinbehandlingen vid två tillfällen, så blir naturligtvis detta dyrare än att bara använda sig av ett behandlingstillfälle.

I detta försök var de behandlade ymparna från ett urval av kloner och därmed utspridda i plantagen. Detta är situationen då man behandlar t.ex. en särplockningsomgång i en plantage. Detta påverkar naturligtvis prestationen vid och kostnaden för gibberellinbehandlingen. Prestationen i detta försök var i medeltal för alla behandlingstillfällen under tre år 150 ympar/dagsverke. I ett pågående försök i plantagen 441 Nervsön där alla ympar i varannan rad behandlas har prestationen varit ca 400 ympar/dagsverke (Almqvist, opubl. data). I detta försök är kostnaden per kg extra producerat matat frö i medeltal för 7 år behandling 1 838 kr/kg, då kostnaden beräknas på liknande sätt som i Klocke. I detta försök är både fröproduktionen utan blomningsstimulering och effekten av blomningsstimuleringen högre än i Klocke. Detta understryker hur viktigt det är att plantager man skall utföra blomningsstimulering i är välskötta och i god kondition.

Slutsatser

Följande slutsatser kan dras ur de här presenterade försöken:

- Blomningsstimulering med gibberellin för ökad pollenproduktionen har inte givit någon effekt. Mer kunskap om hur blomningsstimulering för ökad hanblomning skall utföras behövs innan metoden kan börja användas i praktisk skala.
- Blomningsstimulering med gibberellin för ökad kott- och fröproduktion gav en signifikant högre produktion i två av tre undersökta år. Dessa två år var ökningen i kottproduktion 29 % och 44 %. Effekten av gibberellinbehandlingen var lika god då hela dosen gavs vid ett tillfälle som då dosen delades upp och gavs vid två tillfällen.

- Kostnaden för att genom blomningsstimulering öka fröproduktionen var då ett behandlingstillfälle användes i medeltal för de tre åren ca 4 200 kr/kg matat frö. Året med bäst effekt av behandlingen var kostnaden ca 2 100 kr/kg matat frö.
- Blomningsstimulering för ökad fröproduktion kan vara ett ekonomiskt intressant sätt att öka fröskörden i välskötta plantager med god produktionsnivå för områden där det råder brist på plantagefrö. Det kan också vara ett ekonomiskt intressant sätt att snabbt öka fröproduktionen av plantagematerial med speciella egenskaper, t.ex. i kombination med särplockning i plantager.

Erkännanden

Detta projekt har finansierats av AssiDomän AB Forestry och SCA Skog AB. Bo Nilsson vid AssiDomän Forestry AB initierade projektet. Det praktiska arbetet med gibberellinbehandling och polleninventering i Klocke har utförts av Martin Blix, Tommy Nordberg och Lars Öhman. Kottinsamling har utförts av Lars Jönsson och personal vid Svenska skogsplantors planterterminal i Sollefteå.

Referenser

- Almqvist, C. 2001. Improvement of flowering competence and capacity with reference to Swedish conifer breeding. Acta Universitatis Agriculturae Sueciae, Silvestria 218. Doctoral dissertation. Uppsala 2001. 41 pp.
- Eriksson, U., Jansson, G. & Almqvist, C. 1998. Seed and pollen production after stem injections of gibberellin A₄/7 in field-grown seed orchards of *Pinus sylvestris*. Can. J. For. Res. 28:340–346.
- Eriksson, U. & Jansson, G. 1987. Instruktion för hanblomsinventering. Institutet för skogsförbättring, Arbetsrapport nr 182.
- Greenwood, M.S. & Hutchison, K.W. 1993. Maturation as a developmental process. In: Ahuja, M.R. & Libby, W.J. (eds.). Clonal Forestry I. Genetics and Biotechnology, pp. 14–33. Springer Verlag, New York.
- Hannerz, M. & Almäng, A. 1997. Utländska gran- och tallprovenienser i svenskt skogsbruk. SkogForsk, Resultat nr 7, 1997.
- Hannerz, M., Eriksson, U., Wennström, U. & Wilhelmsson, L. 2000. Tall- och granfröplantager i Sverige – en beskrivning med analys av framtida fröförsörjning. SkogForsk, Redogörelse nr 1, 2000. 40 s.
- Owens, J.N. & Colangeli, A.M. 1989. Promotion of flowering in western hemlock by gibberellin A₄/7 applied at different stages of bud and shoot development. Can. J. For. Res. 19: 1051–1058.
- SAS 1999. SAS/STATsoftware: Users Guide, version 8, Cary, NC: SAS Institute Inc. 3884 s.
- Wennström, U. 2001. Direct seeding of *Pinus sylvestris* (L.) in the boreal forest using orchard or stand seed. Acta Universitatis Agriculturae Sueciae, Silvestria 204. Doctoral dissertation. Umeå 2001. 27 pp.
- Wilhelmsson, L. 1990. Selektiv skörd i fröplantager. Institutet för skogsförbättring Information – skogsträdsförädling Nr 1 1990/91.