

Blomningsstimulering av gran genom sprayapplicering av Gibb Plus Forest – RESULTAT FRÅN TVÅ STORSKALIGA TEST

Stimulation of spruce flowering using spray application of Gibb Plus Forest
– Results from two large-scale tests



Bildtext: Fläktspruta använd vid storskalig blomningsstimulering i granfröplantager. Foto: Curt Almqvist

Summary

There is currently a shortage of improved Norway spruce seed in Sweden. One method to increase the seed set in seed orchards is to use the gibberellin hormone, which enhances the cone set. At present, the Gibb Plus Forest product is approved for stem injections, but this method is cumbersome to use. In this project we compared two methods, stem injection and application of Gibb Plus Forest using an air-assisted sprayer. The results indicate that stem injection gave a higher average flowering than the air-assisted sprayer. However, both methods increased the number of flowering mothers, which is positive for genetic diversity. Stem injection has been in use for a long time and the method is well developed in terms of dose and timing of application. In this first large-scale experiment with application by an air-assisted sprayer, we used the same timing as for stem injection. More studies of spraying should be performed to refine the methodology, where timing and dose may be the most important factors.



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

Kvalitetsgranskning (Intern peer review) har genomförts 3-8 mars 2021
av Ulfstand Wennström, Forskare och Thomas Kraft, Programchef. Därefter
har Magnus Thor, Forskningschef, granskat och godkänt publikationen för
publicering den 19 mars 2021.

Redaktör: Anna Franck, anna@annafranck.se
©Skogforsk 2021 ISSN 1404-305X

Förord

Denna rapport redovisar ett projekt inom forskningsprogrammet Mer Granfrö som finansieras gemensamt av Föreningen skogsträdsförädling och de stora plantageägarna (Holmen, SCA, StoraEnso, Sveaskog och Södra skogsägarna). Målet med projektet var att börja utveckla metoden att applicera det blomningsstimulerande hormonet gibberellin med fläktspruta.

I fältarbetet deltog med stor noggrannhet och energi Mats Eriksson och Erik Olsson, Skogforsk, Bengt Svensson, Svenska skogsplantor och Fredrik Lang, Södra skogsägarna. Thomas Thernström och Linnea Andrée utförde staminjektionerna på ett excellent sätt.

Uppsala i februari 2021

Curt Almqvist och Olle Rosenberg

Innehåll

Summary.....	2
Förord	3
Sammanfattning.....	5
Introduktion	6
Bakgrund	6
Syfte	6
Material och metoder	7
Plantager	7
Spray-utrustning och utprovning av inställningar för sprayningen.....	7
Försöksled med planerade doser, samt beräknade faktiska doser.....	8
Försöksbehandlingarnas rumsliga fördelning i plantagerna.....	9
Inventeringar	10
Statistisk analys	10
Resultat	11
Diskusson.....	16
Slutsatser	17
Referenser.....	18

Sammanfattning

Det råder brist på granfrön och en metod att öka fröskördarna är att använda det blomningsstimulerande hormonet gibberellin. I dagsläget är produkten Gibb Plus Forest godkänt för staminjiceringar. Dock är injicering en mycket arbetsintensiv metod. Småskaliga studier har visat att det är möjligt att spruta gibberellin på trädens grenar/barr och på så vis stimulera blomning, dock saknas storskaliga studier. I det här projektet jämfördes två olika metoder att applicera gibberellin, injicering direkt i trädstammar och sprayning med hjälp av fläktspruta. Resultaten tyder på att staminjicering gav en högre medelblomning än användande av fläktspruta. Dock ökade båda metoderna antalet blommande mödrar, vilket är positivt avseende den genetiska diversiteten. Injiceringsmetoden har under flera år utvärderats och förfinats avseende dos och applikationstidpunkt, en tidpunkt som också fick gälla för sprayning på barren. Fler studier bör utföras med sprayning för att förfinas metodiken där tidpunkt och dos kanske kan vara de viktigaste.

Bakgrund

I Sverige råder det brist på granfrön från fröplantager och det finns ett behov av att öka skördarna. En blandning av de två gibberellinerna GA₄ och GA₇ (som oftast förkortas GA_{4/7}) är sedan länge kända växthormoner för att stimulera bildningen av blomanlag hos många barrträdsarter.

I dagsläget (februari 2021) är produkten Gibb Plus Forest (omnämns i denna rapport som GPF) godkänd för användning i fröplantager genom att preparatet injiceras i stammen på plantageträden. Denna appliceringsmetod är en organisatoriskt svårhanterlig metod då den är personalkrävande, kräver personal som får hantera kemikalier (klass 2L) och att tidpunkten för behandling varierar med årsmånen (temperatursummans utveckling under vår/försommar). Därför finns, hos plantageägarna, ett intresse av andra effektiva metoder för att öka initieringen av blommor i fröplantagerna. Att spraya GPF på träden istället för att injicera det i stammen skulle kunna vara ett enklare, mer lättorganiserat och mindre personalkrävande sätt att öka blombildningen i fröplantager.

För att sprayapplicering skall kunna användas operationellt i fröplantager krävs att GPF godkänns för detta hos Kemikalieinspektionen. För att kunna göra det krävs i sin tur försöksresultat som visar att metoden fungerar och hur utrustning mm skall vara inställd.

Plantageägarna har redan ett antal traktordragna fläktsprutor som används för besprutning mot skadeinsekter med främst Turex WP50 (aktiv substans *Bacillus thuringiensis* var. *kurstaki/aizawai*), men även Mospilan (aktiv substans acetamiprid). Dessa fläktsprutor fungerar också för att spruta GPF, dock behöver val av sprutmunstycken, tryck, preparatkoncentration mm. provas ut.

Det vetenskapliga underlaget för att både staminjektion och sprayapplicering av GA_{4/7} ger ökad initiering av blomanlag är starkt (se t.ex. Cecich 1985; Pharis m.fl. 1986; Bonnet-Masimbert 1987; Owens & Blake 1987; Johnsen m.fl. 1993; Högberg & Eriksson 1994; Bonnet-Masimbert & Webber 1995; Zhao 2011). Sprayapplicering i dessa och andra rapporterade studier har dock utförts i mindre skala och med handhållen utrustning. Hur storskalig applicering av gibberellin kan utföras och vilken effekt som erhålls finns det oss veterligen inga studier på.

Syfte

Syftet med detta projekt var att effektivisera utförandet av blomningsstimulerande behandling med Gibb Plus Forest på gran. Projektet skulle också ge information som kan fungera som underlag för att söka ett så kallat UPMA- godkännande av Gibb Plus Forest för sprayapplicering i fröplantager.

Material och metoder

PLANTAGER

Försöken förlades till två plantager i sydöstra Sverige, FP-518 Söregärde norr om Kalmar och FP-506 Nedra Sandby på Öland.

Söregärde är en TreO-plantage på 20,9 ha, anlagd 2009 (Almqvist & Wennström 2020) med förbandet 7 x 4,5 meter. Plantagen är skött med höjdreglering och plantageträden var vid försökstillfället cirka 4 – 4,5 meter höga och medeldiametern var 105 mm (de olika blockens medeldiameter varierade mellan 70 – 130 mm, beräknat på ett stickprov av träden).

Nedra Sandby är en TvåO-plantage på 13,1 ha, anlagd 1991 (Almqvist & Wennström 2020) med förbandet 7 x 4 meter. Plantageträden var vid försökstillfället cirka 8 – 10 meter höga och medeldiametern var 140 mm (de olika blockens medeldiameter varierade mellan 111 – 172 mm, beräknat på ett stickprov av träden).

SPRAY-UTRUSTNING OCH UTPROVNING AV INSTÄLLNINGAR FÖR SPRAYNINGEN

Den sprayutrustning som användes var en fläktspruta av modell Lochmann RA 10/36. Spraymunstyckena var av typen AVI 80 BLUE (munstycken som ska ge liten avdrift) och spraytrycket var 5 bar. Vätskemängden per munstycke med detta tryck uppmättes till 1,55 l * min⁻¹. Traktorns framryckningshastighet var 4 km per timme, vilket visat sig vara en möjlig hastighet att hålla i en fröplantage. I Söregärde var fem munstycken öppna vilket gav en utsprutad vätskemängd på 11,6 liter per 100 meter och i Nedra Sandby var sex munstycken öppna (14,0 liter per 100 m).

Innan behandlingarna utfördes så utprovades inställningar mm. för sprayutrustningen. Vattenkänsligt papper (WSP) användes och sattes upp vid plantageraden på upp till 5 meters höjd för att kunna bedöma erhållen täckningsgrad. För att bedöma avdrift av sprutvätska användes WSP på 2 och 5 meters höjd i angränsande rader till behandlad rad.

Lämplig koncentration i sprutvätskan beräknades baserat på önskad mängd GFP per träd och uppmätt mängd sprutvätska per tidsenhet som sprutan gav.

Vid spraybehandling var utrustningen inställd så den sprutade åt ett håll. Varje plantagerad som behandlades sprayades från bägge sidor längs plantageraden. I försökled med hög dos sprayades två gånger på var sida.

För staminjektion användes ArborSystems utrustning Wedgle Direct-Inject med 0,75” portle tips (1,9 cm långa nålar med flera hål i främre delen och med backventil). Doseringen bestämdes per träd baserat på trädets diameter i brösthöjd enligt Tabell 1.

Tabell 1. Dosering av Gibb Plus Forest per träd.

Trädets diameter (cm)	Antal nålar	Mängd Gibb Plus Forest (ml)	Dos GA _{4/7} (mg per träd)
> 7	1	2	20
7 - 15	2	3	30
15 - 20	2	4	40
20 - 25	3	6	60
25+	5	10	100

FÖRSÖKSLED MED PLANERADE DOSER, SAMT BERÄKNADE FAKTISKA DOSER

Försökleden i respektive försök var:

1. Kontroll – Obehandlad kontroll
2. Låg dos, spray – Låg dos GPF sprayad på plantageträden
3. Hög dos, spray – Hög dos GPF sprayad på plantageträden
4. Staminjektion – GPF injicerad i stammen på plantageträden

Dosen GA_{4/7} per träd planerades utifrån trädets diameter. I Söregärde planerades låg dos till att 75 mg GA_{4/7} per träd skulle sprayas ut. Hög dos erhöles genom att köra dubbla vändor längs plantageraden som då skulle få 150 mg GA_{4/7} per plantageträd. I Nedra Sandby planerades låg dos till att 125 mg GA_{4/7} per träd skulle sprayas ut. Hög dos erhöles genom att köra dubbla vändor längs plantageraden som då skulle få 250 mg GA_{4/7} per plantageträd. Staminjektion gavs med dos enligt Tabell 1 i bägge plantagera.

Baserat på preparatåtgång vid spraybehandlingarna i respektive försök beräknades vad den faktiska dosen per träd blev i medeltal. I Söregärde så blev doserna relativt nära de planerade medan de blev betydligt lägre än planerat i Nedra Sandby, Tabell 2. Medeldos per träd för staminjektionen beräknades baserat på trädets fördelning i diameterklasser enligt Tabell 1 och blev 30 mg GA_{4/7} per träd i Söregärde och 46 mg GA_{4/7} per träd i Nedra Sandby.

Tabell 2. Planerad och beräknad faktisk dos GA_{4/7} per träd som sprayades respektive staminjicerades i respektive plantage och försöksled.

Plantage/Försöksled	Planerad (mg GA _{4/7} * träd)	Beräknad faktisk dos (mg GA _{4/7} * träd)
Söregärde		
2. Låg dos spray	75	68
3. Hög dos spray	150	136
4. Staminjektion	Se Tabell 1	30
Nedra Sandby		
2. Låg dos spray	125	80
3. Hög dos spray	250	160
4. Staminjektion	Se Tabell 1	46

Spraybehandlingarna utfördes 2018-06-08 i båda försöken, i Söregärde på förmiddagen och Nedra Sandby på eftermiddagen. Vädret den 8 juni var växlande molninghet, svag vind på förmiddagen (1-2 m/s) då behandlingen utfördes i Söregärde och något mer vind på eftermiddagen (3-4 m/s) då behandlingen i Nedra Sandby utfördes. Temperaturen varierade under dygnet mellan 12-25 grader. Staminjektionerna utfördes också 2018-06-08 förutom ett block i Söregärde som behandlades 2018-06-11.

FÖRSÖKSBEHANDLINGARNAS RUMSLIGA FÖRDELNING I PLANTAGERNA

Försöken anlades som blockförsök med 4 block i Söregärde och 5 block i Nedra Sandby. Försöksytorna utgjordes av radplots med omkring 30 – 50 träd per yta. Runt de ytor som behandlades med fläktspruta användes buffertzoner på 2 – 5 rader på varje sida om den sprayade raden för att undvika kontamination av övriga försökled. För att inte blocken skulle bli för stora och därmed ökad risk för heterogenitet anlades alltid kontrollraden och den staminjicerade raden i raderna bredvid varandra, Figur 1.

Rad	Försöks- led	GA- behandling										
1	2	Spray, låg dos	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
2			X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
3			X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
4			X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
5	4	Staminjektion	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
6			X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
7			X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
8			X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
9	1	Kontroll	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
10			X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
			X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
			X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	3	Spray, hög dos	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
			X	X	X	X	X	X	X	X	X	X

Figur 1. Principiellt utseende på ett försöksblock.

INVENTERINGAR

Blominventering utfördes våren 2019. Antalet honblommor klassades och klassningen översattes till antal blommor inför statistisk analys enligt skalan:

0 = 0 blommor	0 blommor
1 = 1 – 10 blommor	5 blommor
2 = 11 – 20 blommor	15 blommor
3 = 21 – 40 blommor	30 blommor
4 = 41 – 80 blommor	60 blommor
5 = 81 – 160 blommor	120 blommor
6 = 160+ blommor	240 blommor

Antalet hanblommor klassades enligt skalan:

0 = ingen blom
1 = liten
2 = måttlig
3 = riklig
4 = mycket riklig

Hösten 2019 insamlades kottarna i försöksraderna och antalet liter insamlad kott noterades. I Söregärde gjordes denna kottinsamling trädvis och i Nedra Sandby noterades kottvolymen som summan för alla plantage träd i respektive parcell, tillsammans med antalet träd i parcellen. I Söregärde gjordes kottinsamlingen i tre av de fyra blocken. Det fjärde blocket hade skadats så kraftigt av torkan 2018 att ett stort antal träd dött under 2019, varför det blocket inte ansågs vara användbart för kottinsamling.

STATISTISK ANALYS

Inför den statistiska analysen beräknades insamlade data om till ett medelvärde per träd för respektive försöksled i respektive block i respektive försök.

Till den statistiska analysen användes programmet SAS (version 9.4) procedur GLM (Proc GLM). LsMeans per behandling beräknades och Tukey-Kramers justering för multipla jämförelser användes vid signifikanstester. Följande modell användes:

$$y_{ij} = \mu + b_i + c_j + e_{ij}$$

Där:

y_{ij} = Beroende Variabel, t.ex. antal honblommor

μ = Globalt medelvärde

b_i = Fix effekt av block

c_j = Fix effekt av försöksled

e_{ij} = Residual, $(N(0, \sigma_e^2))$

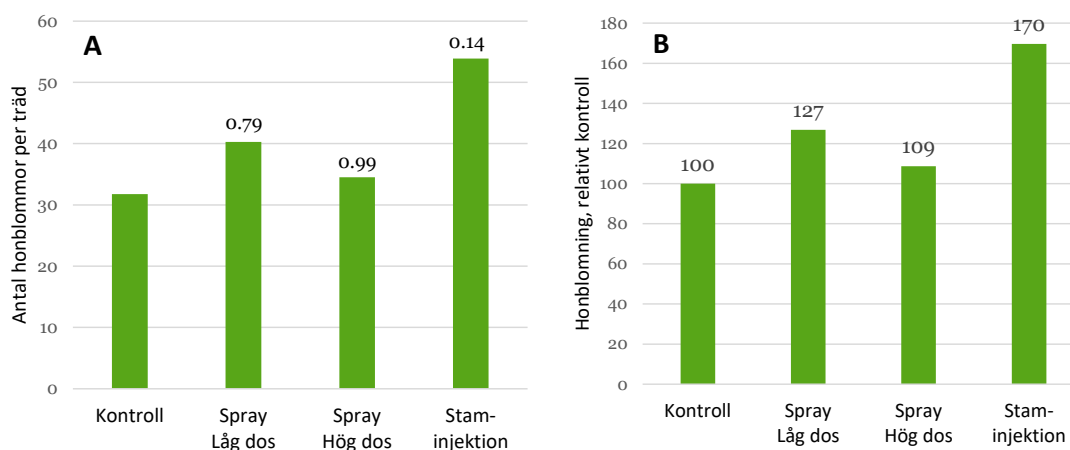
Resultat

Den använda statistiska modellen fångar variationen i den beroende variabeln i olika grad. Modellernas signifikansvärde ($Pr > F$) var lägre och R^2 -värdena var högre i Nedra Sandby än i Söregärde, Tabell 3.

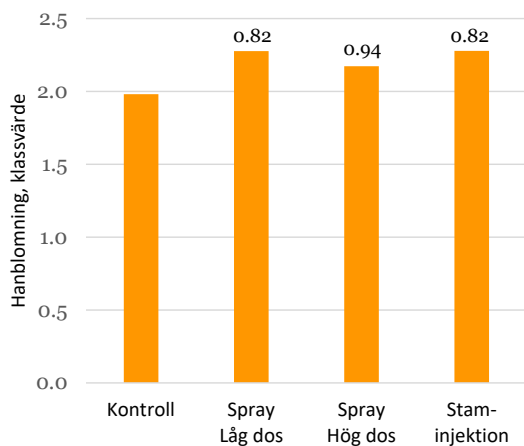
Tabell 3. Modellernas signifikansvärde ($Pr > F$) och R^2 -värdena för de olika studerade variablerna i de studerade plantagerna och i hopslagna data.

Dataset	Beroende variabel	$Pr > F$	R^2
Söregärde, Blominventering	Antal honblommor per träd	0,0684	0,666
Söregärde, Blominventering	Mängd hanblommor	0,4612	0,408
Söregärde, Kottinventering	Volym kott per träd	0,424	0,491
Nedra Sandby, Blominventering	Antal honblommor per träd	0,0004	0,848
Nedra Sandby, Blominventering	Mängd hanblommor	<0,0001	0,890
Nedra Sandby, Kottinventering	Volym kott per träd	0,0023	0,856
Hopslagna data, Blominventering	Antal honblommor per träd	<0,0001	0,774
Hopslagna data, Blominventering	Mängd hanblommor	0,0025	0,642
Hopslagna data, Kottinventering	Volym kott per träd	<0,0001	0,872

Honblomningen i Söregärde var relativt god med 32 honblommor per träd i kontrollen. Det fanns tendens till att spraybehandling gav mer blom än kontrollen vid den lägre dosen. Staminjektion gav mest honblom per träd, Figur 2. Skillnaderna mellan kontroll och behandlingar var inte statistiskt signifikanta. För hanblomning var skillnaden i blomning mellan de olika försöksleden marginell i Söregärde, Figur 3.

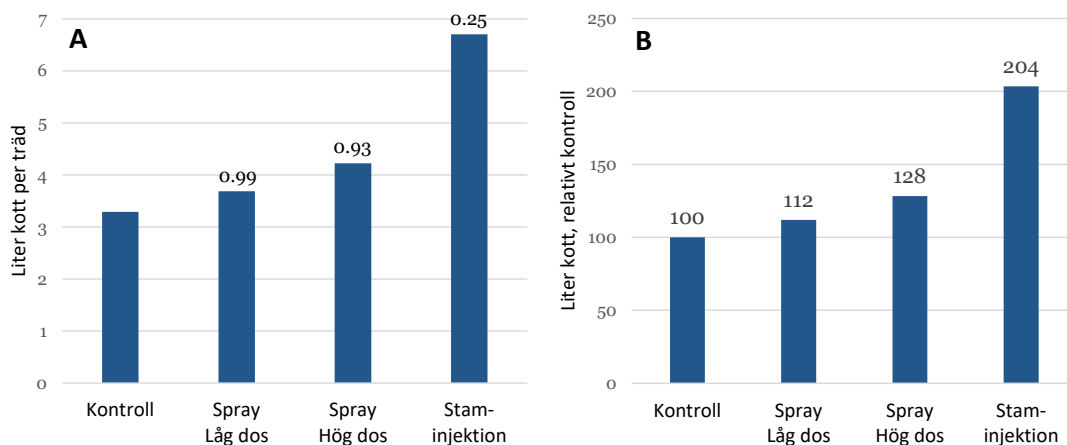


Figur 2. Honblomning i försöket i Söregärde. I A visas honblomningen i respektive försöksled och ovan staplarna för behandlingarna anges signifikansnivån ($Pr > |t|$) för test om behandlingen skiljer sig från kontrollen. I B visas honblomningen i relativa tal jämfört med kontrollen, ovan staplarna för behandlingarna anges värdet relativt kontrollen som är satt till 100.



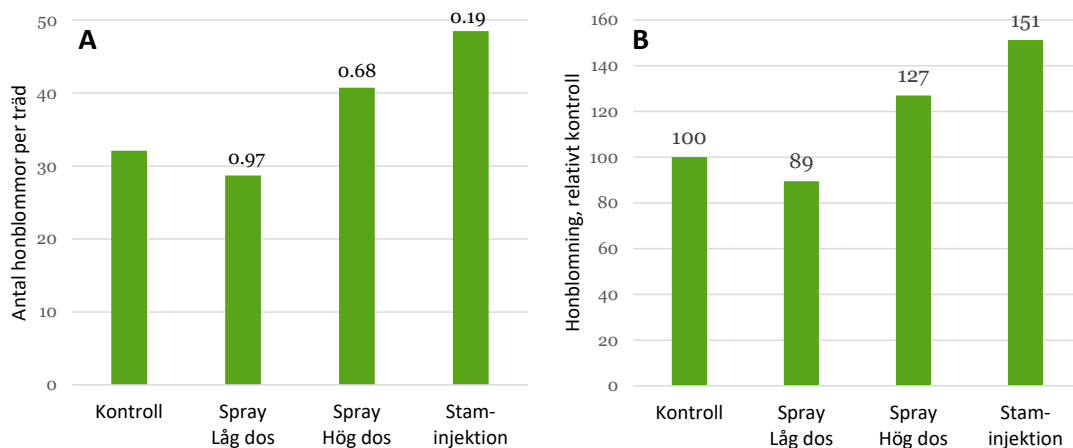
Figur 3. Hanblomning i försöket i Söregärde i respektive försöksled och ovan staplarna för behandlingarna anges signifikansnivån ($Pr > |t|$) för test om behandlingen skiljer sig från kontrollen.

Kottskörden i Söregärde var i nivå med förväntat utifrån honblomsinventeringen. Det fanns en svag tendens till att spraybehandlingarna gav mer kott än kontrollen. Stam-injektion gav mest kottvolym per träd, Figur 4. Skillnaderna mellan kontroll och behandlingar var dock inte statistiskt signifikanta.

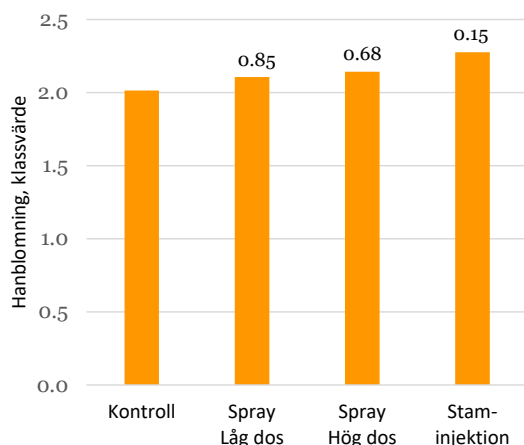


Figur 4. Kottskörd i försöket i Söregärde. I A visas kottskörden per träd i respektive försöksled och ovan staplarna för behandlingarna anges signifikansnivån ($Pr > |t|$) för test om behandlingen skiljer sig från kontrollen. I B visas kottskörden i relativa tal jämfört med kontrollen, ovan staplarna för behandlingarna anges värdet relativt kontrollen som är satt till 100.

Honblomningen i Nedra Sandby var på samma nivå som i Söregärde med 32 honblommor per träd i kontrollen. Det fanns en tendens till att spraybehandling gav mer blom än kontrollen vid den högre dosen. Staminjektion gav mest honblom per träd, Figur 5. Skillnaderna mellan kontroll och behandlingar var dock inte statistiskt signifikanta. För hanblomning fanns tendenser till att den högre spraydosen och staminjektion gav högre blomning än kontrollen, Figur 6.

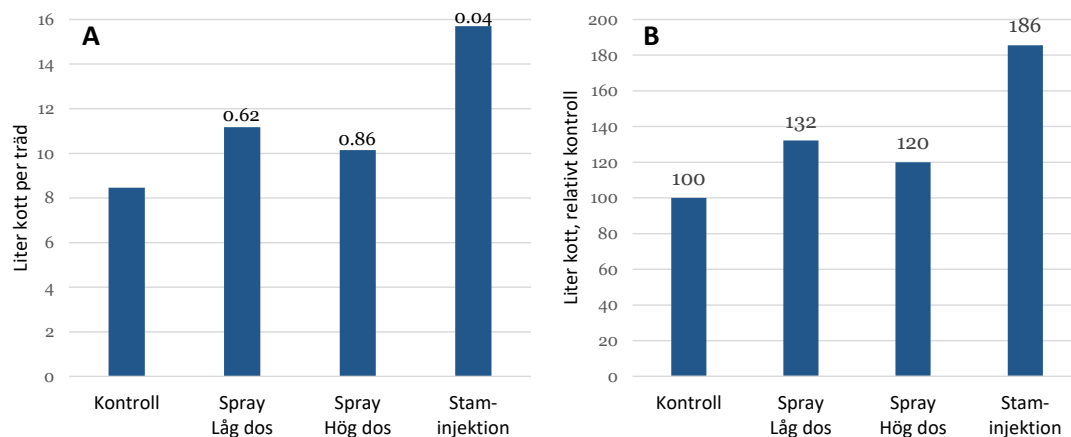


Figur 5. Honblomning i försöket i Nedra Sandby. I A visas honblomningen i respektive försöksled och ovan staplarna för behandlingarna anges signifikansnivån ($Pr > |t|$) för test om behandlingen skiljer sig från kontrollen. I B visas honblomningen i relativa tal jämfört med kontrollen, ovan staplarna för behandlingarna anges värdet relativt kontrollen som är satt till 100.



Figur 6. Honblomning i försöket i Nedra Sandby i respektive försöksled och ovan staplarna för behandlingarna anges signifikansnivån ($Pr > |t|$) för test om behandlingen skiljer sig från kontrollen.

Kottskörden i Nedra Sandby var högre än förväntat utifrån honblomsinventeringen. Det fanns en svag tendens till att spraybehandlingarna gav mer kott än kontrollen. Stam-injektion gav mest kottvolym per träd, Figur 7. Skillnaderna mellan kontroll och spray-behandlingar var dock inte statistiskt signifikanta medan effekten av staminjektion var statistiskt signifikant.



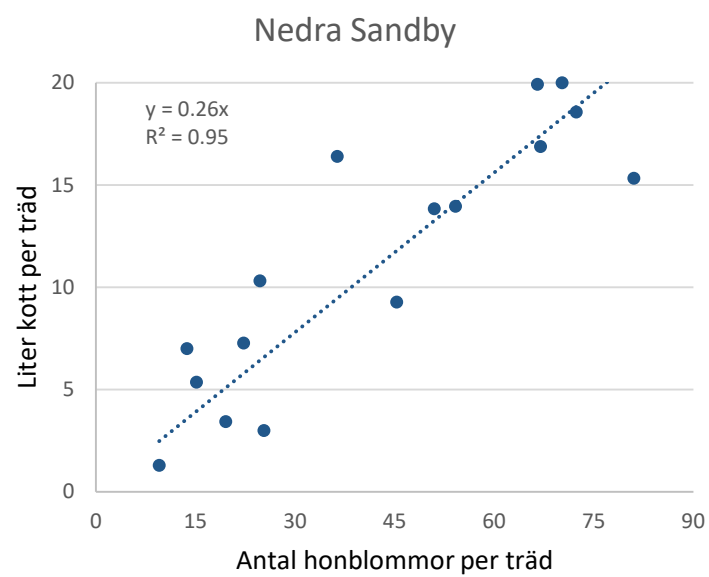
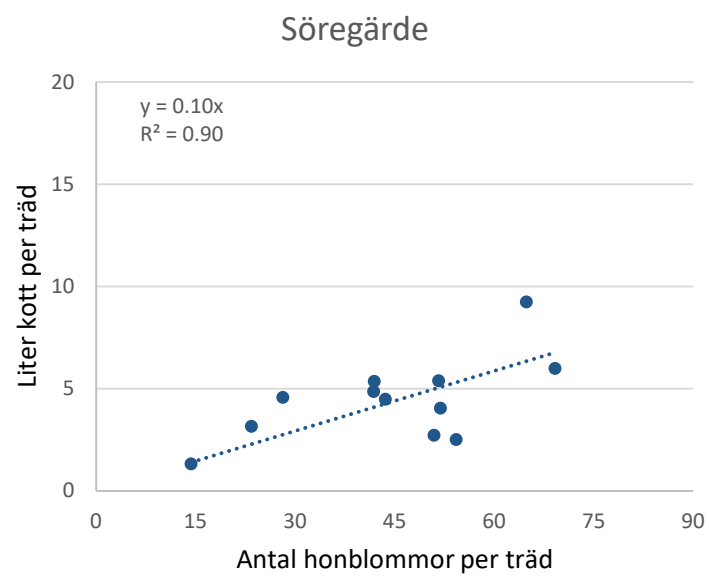
Figur 7. Kottskörd i försöket i Nedra Sandby. I A visas kottskörden per träd i respektive försöksled och ovan staplarna för behandlingarna anges signifikansnivån ($Pr > |t|$) för test om behandlingen skiljer sig från kontrollen. I B visas Kottskörden i relativa tal jämfört med kontrollen, ovan staplarna för behandlingarna anges värdet relativt kontrollen som är satt till 100.

I Söregärde var det möjligt att beräkna andelen träd med honblommor och andelen träd med kott för tre av fyra block. Dessa data tyder på att andelen träd som hade honblommor och kott i respektive försöksled skiljer sig åt. Behandling med GA_{4/7} antingen som spray eller staminjektion ökade andelen träd med honblommor, antal honblommor per träd, andel träd med kott och volymen kott per träd, Tabell 4.

Tabell 4. Frekvens honblomning och träd med kott samt storleken på honblomningen och kottskörden per träd i Söregärde (3 av 4 block).

Fled	% träd med honblom	Antal honblom per träd	% träd med skott	Volym (l) kott per träd
Kontroll	61	30	35	3,3
Spray, Låg dos	85	50	67	3,7
Spray, Hög dos	72	40	59	4,2
Staminjektion	87	59	76	6,7

I båda plantagerna är korrelationen mellan att uppskatta produktionen genom blominventering och inmätning av kottvolym hög med R²-värden på 0,89 och 0,95, Figur 8. Förhållandet mellan honblomning och kottinsamling skiljer sig dock åt mellan plantagerna. I Söregärde är förhållandet att 10,2 honblommor ger 1 liter kott. I Nedra Sandby är förhållandet att 3.8 honblommor ger 1 liter kott.

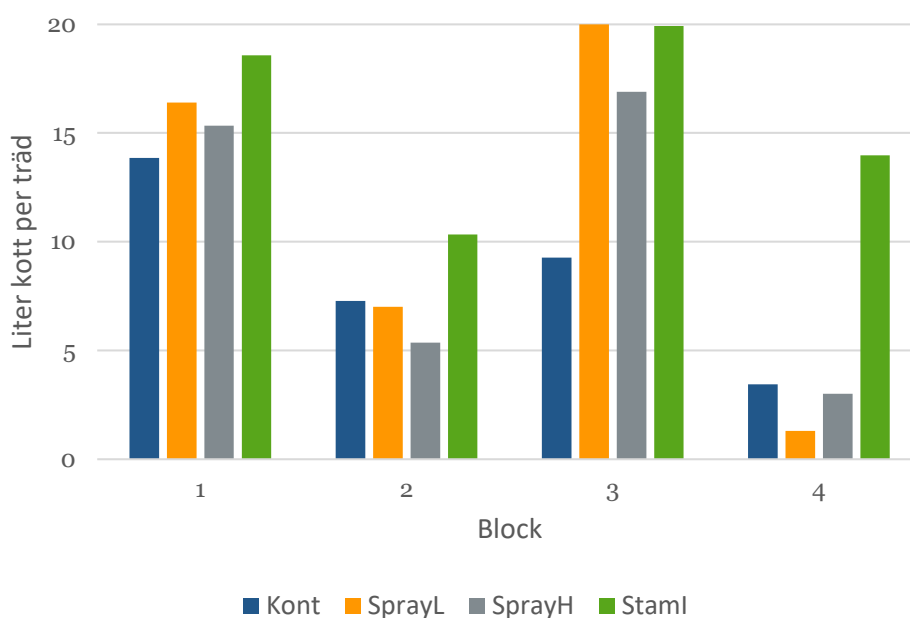


Figur 8. Diagram över sambandet mellan data för inventeringen av honblomning och inmätningen av kottvolymen i försöken i Söregärde och Nedra Sandby.

Diskussion

Spraybehandlingarna i de här redovisade experimenten utfördes 2018. Detta år var våren extremt tidig och varm, varför behandlingarna utfördes redan 2018-06-08 vilket får ses som en mycket tidig behandlingstidpunkt sett till kalenderdatum. Men enligt rekommendationer baserade på temperatursumma så var tidpunkten i slutet av det rekommenderade intervallet (Almqvist 2020). Enligt tabell 3 i Almqvist (2020) så uppnåddes senaste datum för gibberellinbehandling i Söregärde 9 juni år 2018. Temperaturdata för Nedra Sandby saknas men med tanke på dessa två plantagers relativa närhet så torde inte utvecklingen av temperatursumma skilja avsevärt mellan lokalerna.

I båda försöken var det stor variation mellan block i effekt av behandlingarna. Detta gällde både vid inventering av blomning på våren och vid inmätningen av kottmängder på hösten. Detta gör att den statistiska styrkan i skattningarna av skillnader i effekt mellan behandlingarna blir låg, trots att det i medeltal var stora skillnader mellan behandlingarna. Då spraybehandlingarna krävde buffertzoner mellan försöksleden inom block blev försöksleden, med nödvändighet, placerade ganska långt isär vilket ökade sannolikheten för att det förelåg skillnader i markförhållanden, plantageträdens utveckling med mera mellan försöksleden inom ett block. Figur 9 illustrerar detta för kottmängd per träd i Nedra Sandby, där endast staminjektion gav en statistiskt signifikant högre kottmängd än kontrollen (vilket visas i Figur 7). För säkrare skattningar av skillnaderna mellan behandlingarna skulle det behövas fler upprepningar av varje behandling i försöken, något som inte var möjligt med den budget detta projekt förfogade över.



Figur 9. Kottmängd per träd i respektive försöksled och block i försöket i Nedra Sandby.

Tidpunkterna i Almqvist (2020) är framtagna för staminjektion av GA_{4/7}. Det är oklart om samma timing gäller även för sprayapplicering av GA_{4/7}. Då timing av GA_{4/7}-behandling är viktig för resultatet så behöver även timing av sprayapplicering av GA_{4/7} studeras om metoden ska börja användas operationellt i fröplantager. Utöver timingen är det också viktigt att undersöka vilken koncentration och mängd sprutvätska som är lämplig att använda vid sprayning med fläktspruta.

Andelen träd med honblom skiljde sig åt mellan de olika behandlingarna. Både staminjektion och sprayning gav en ökad frekvens av träd med honblom och kott jämfört med kontrollen, Tabell 4, med den högsta andelen träd med blom och kott hos de staminjicerade träden. Detta indikerar att en del av den ökade skörden som en blomningsstimulering med GPF ger är att fler träd deltar som mor i kottskörden, vilket torde vara positivt avseende den genetiska diversiteten.

Jämför man överensstämmelsen mellan inventeringarna av honblomning och kottinsamlingen så skiljer sig förhållandet åt mellan de bägge plantagerna. I Söregärde anger regressionslinjen mellan antalet honblom och liter insamlad kott att det går omkring 10 kottar per liter. Det stämmer bra överens med den räkning av antalet kottar per liter som gjordes i samband med kottinsamlingen i Söregärde. I Nedra Sandby däremot, så indikerar regressionslinjen i Figur 8 att kottstorleken skulle vara så stor att det går cirka 4 kottar per liter, vilket är orimligt. Förklaringen är troligen att antalet honblommor som registrerats är för lågt pga. svårigheterna att se alla blommor i de höga träden. Denna svårighet är dock likformig över de olika försöksleden och påverkar således inte förhållandet mellan försöksleden utan endast uppskattningen av storleken på blomningen/kottskörden. Korrelationen mellan antalet observerade honblommor och volymen insamlade kottar var stark även i Nedra Sandby vilket indikerar att notering av mängd honblommor kan användas som en prediktor för kommande kottskörd även i plantager med höga träd.

Slutsatser

I de här redovisade experimenten gav behandling med Gibb Plus Forest genom staminjektion en större blomningsinducerande effekt än sprayning, även om den stora variationen gör det statistiska stödet svagt. Resultaten indikerar dock att det bör vara möjligt att få bättre effekt vid sprayning än de här erhållna genom att metoden förfinas. Det är många faktorer som påverkar resultatet som kan justeras, bl.a. behandlingstidpunkt, dos och inställningar av sprayningsutrustningen.

Referenser

- Almqvist, C. 2020. Optimal tidpunkt för gibberellinbehandling (GA_{4/7}) i granfröplantager. [Optimal time for GA_{4/7} treatment in Norway spruce seed orchards]. Skogforsk, Arbetsrapport 1056. 19 s.
- Almqvist, C. & Wennström, U. 2020. Förädlad skogsodlingsmaterial 2020-2064 – Tillgång och behov av förädlad frö samt utvecklingen av den genetiska vinsten över tiden. [Improved forest regeneration material 2010-2064 – Supply and needs and development of genetic gain over time]. Skogforsk, Arbetsrapport 1066. 51 s.
- Bonnet-Masimbert, M. 1987. Floral induction in conifers: a review of available techniques. *Forest Ecology and Management*, 19: 135–146.
- Bonnet-Masimbert, M. & Webber, J.E. 1995. From flower induction to seed production in forest tree orchards. *Tree Physiology*, 15: 419–426.
- Cecich, R.A. 1985. White spruce (*Picea glauca*) flowering in response to spray application of gibberellin A_{4/7}. *Canadian Journal of Forest Research* 15(1): 170-174. doi.org/10.1139/x85-028
- Högberg, K. A. & Eriksson, U. 1994. Effects of root pruning and stem injections with gibberellin A_{4/7} on flowering and cone harvest in three *Picea abies* seed orchards. *Scandinavian Journal of Forest Research*, 9: 323-328
- Johnsen, Ø., Haug, G., Gram Dæhlen, O., Grönstad, B.S. & Rognstad, A.T. 1993. Effects of heat treatment, timing of heat treatment, and gibberellin A_{4/7} on flowering in potted *Picea abies* grafts. *Scandinavian Journal of Forest Research*, 9:1-4, 333-340, DOI: 10.1080/02827589409382849
- Owens, J.N. & Blake, M.D. 1987. Forest tree seed production. Information report P1-X-S. Canadian Forest Service, Petawawa National Forest Institute. 161 p.
- Pharis, R.P., Tomchuk, D., Beall, F.D., Rauter, M.R. & Kiss, G. 1986. Promotion of flowering in white spruce (*Picea glauca*) by gibberellin A_{4/7}, auxin (naphthaleneacetic acid), and the adjunct cultural treatments of girdling and Ca(NO₃)₂ fertilization. *Canadian Journal of Forest Research*, 16(2): 340-345, doi.org/10.1139/x86-058
- Zhao, P., Fan, J., Zhang, S. et al. 2011. Effects of gibberellin A_{4/7}, 6-benzylaminopurine and chlormequat chloride on the number of male and female strobili and immature cones in Chinese pine (*Pinus tabulaeformis*) with foliar sprays. *Journal of Forestry Research* 22: 353. doi.org/10.1007/s11676-011-0179-3