



Överlevnad och produktion hos triploid björk

Survival and yield of triploid birch

Tord Johansson

Mats Nylinder

Anita Wallin

Gösta Hedberg

SLU, Sveriges lantbruksuniversitet
Fakulteten för naturresurser och lantbruksvetenskap
Institutionen för energi och teknik
Swedish University of Agricultural Sciences
Department of Energy and Technology
Överlevnad och produktion hos triploid björk/ Survival and yield of triploid birch
Johansson, T., Nylinder, M., Wallin, A. och Hedberg, G.
Report/Rapport 080
ISSN 1654-9406
Uppsala 2014

Ämnesord: Hybridasp, mikroförökning, plantering, tillväxt, triploid björk, vårtbjörk, åkermark, överlevnad,

FÖRORD

Föreliggande rapport behandlar försök med mikroförökning av triploid björk, uppdragning av plantor, plantering och studier av etablering under perioden 2001 till 2014. Till detta kommer att vi har studerat produktionen hos några äldre triploida björkar.

Arboretum "Valls Hage" och Skogforsk i Ekebo har låtit oss fälla björkar för mätning av höjd- och volymtillväxt samt för provtagning av ved för analyser av vedens egenskaper.

Tack Gunilla Hjort som tålmodigt har mikroförökat och skött de triploida björkarna innan utplanteringen samt varit med vid dokumentationen av plantornas utseende under försöksperioden.

Studien har finansierats av Formas.

Uppsala i november 2014

Tord Johansson
Mats Nylinder
Anita Wallin
Gösta Hedberg

ABSTRACT

Johansson, T., Nylinder, M., Wallin, A. and Hedberg, G. 2014. Survival and yield of triploid birch.

A triploid birch (*Betula pendula* f. *gigas*) from Valls hage, Gävle, Sweden has been cloned by micropropagation. Mini (8 cm), small (30 cm) and tall (90 cm) seedlings were produced and planted in autumn or in spring 2001-2004.

Three localities were used: Hedemora (Lat. 60° 15' N.), Sala (Lat. 59° 95' N.) and Uppsala (Lat. 59° 58' N.). The experiments were located on former farmland. In a parcel, 25 seedlings of triploid birch were planted in a spacing of 3x3 m. Silver birches (*Betula pendula* Roth) was planted between the triploid seedlings. Close to the experiment a parcel with hybrid aspen (*Populus tremula* x *Populus tremuloides*) was planted. The same spacing as for triploid birch and mixed with silver birch.

The percentage surviving seedlings differed between localities but also between planting years. As a mean 85-100 % of the triploid birches planted five years ago were still alive. The tallest triploid birches examined five years after planting were found on parcels planted in spring 2003: Hedemora, 297 and 323 cm tall, Sala 117 and Uppsala 162 and 202 cm. The silver birches growing on the same parcels were shorter than the triploid birches on trials in Hedemora and Sala, 284 and 306, 87 and 121 cm respectively, but taller in Uppsala: 191 and 245 cm.

When the trials were examined 2014 the heights for triploid birch ranged between 5 and 10 meters in Hedemora, between 3 and 5 meters in Sala and around 8 meters in Uppsala. The tallest triploid birches were growing on parcels planted in spring 2003. Silver birches were taller or had the same height as triploid birches on all localities. The height of hybrid aspens ranged between 4 and 11 meters in Hedemora, 3.5 and 4 meters in Sala and 6 and 8 meters in Uppsala. Silver birches mixed with hybrid aspens growing in Hedemora and Sala had the same height as hybrid aspens but were taller than hybrid aspens in Uppsala (10 m).

Diameter at breast height ranged between 40 and 78 mm for triploid birch and 29 and 81 mm for silver birch in Hedemora; between 13 and 33 mm and 22 and 29 respectively in Sala and 58 and 60 mm and 72 and 84 mm respectively in Uppsala.

The diameter and height of older triploid birches (28-51 years of age) was measured and compared with a silver birch tree. A triploid birch (51 years old) micropropagated from a birch in Edsbyn had a site index of 28 m (H_{50}), a triploid birch from Ekebo 32 m and a 30-year-old silver birch 34 m.

Over all the studies did not reveal any differences in growth between triploid birch and silver birch.

Key words: Farmland, growth, hybrid aspen, micro propagation, plantation, silver birch, survival, triploid birch, height,

INNEHÅLLSFÖRTECKNING

SUMMARY	9
INLEDNING	11
SYFTE	13
MATERIAL AND METODER.....	13
Lokaler.....	13
Plantmaterial	16
Planttyper	16
Miniplantor	16
Små plantor	16
Stora plantor	16
Planteringsförsök	17
Produktionsstudier	17
RESULTAT.....	19
Överlevnad och tillväxt 2001-2004	19
Triploid björk	19
Hybridasp	20
Höjd 2014	23
Triploid björk	23
Hedemora	23
Sala	23
Uppsala	23
Hybridasp	23
Hedemora	23
Sala	23
Uppsala	23
Diameter	25
Hedemora	25
Sala	26
Uppsala	26
Produktionsstudier	26
DISKUSSION	28
Etablering och tillväxt av triploid björk, hybridasp och vårtbjörk på åkermark	28
Höjd och stamdiameter hos triploid björk, hybridasp och vårtbjörk 10-13 år efter plantering	28
Produktion	29
LITTERATUR	31

SUMMARY

The aim was to increase our knowledge about propagation, establishment, growth and damages on seedlings for triploid birch. Results from the study should also be used for practical recommendations when planting triploid birches on farmland.

A triploid birch (*Betula pendula* f. *gigas*) from Valls Hage, Gävle, Sweden has been cloned by micropropagation. Small (30 cm high) and tall (90 cm) were produced and planted in the field in spring or in autumn 2001-2004.

Three localities were used: Hedemora, Sala and Uppsala. The experiments were located on former farmland. In a parcel, 25 seedlings of triploid birch were planted in a spacing of 3x3 m. Between the triploid seedlings, silver birches (*Betula pendula* Roth) were planted. Close to the experiment a parcel with hybrid aspen (*Populus tremula* x *Populus tremuloides*) was planted. The same spacing as for triploid birch and mixed with silver birch.

The percentage surviving seedlings differed between localities but also between planting years. As a mean 85-100 % of the triploid birches were still alive five years after planting. The highest triploid birches were found in Hedemora, 124-323 cm tall. In Sala the heights differ between 121 and 202 cm and in Uppsala between 143 and 202 cm. The silver birches were shorter, 87 to 306 cm tall, and the hybrid aspens were 87 to 196 cm tall.

The diameter and height of older triploid birches was measured and compared with silver birch. The triploid birches had grown faster than the diploid silver birches. In Valls Hage site index (H_{50}) for triploid birch was 28 m. A group of triploid birches growing on a site in southern Sweden, Ekebo, had a site index of 32 m (H_{50}). Site index (H_{50}) for a 30-year-old silver birch growing in a mixed stand of birch and Norway spruce was 34 m. The slenderness index for triploid birch and silver birch indicated a more slender stem for silver birch.

The studies did not show any differences in growth between triploid birch and silver birch.

As a practical implication preferable soil type is fine sand to medium clay soil. Further on the site on farmland must be treated before planting. The soil treatment could be made by herbicides, or a mechanical treatment as scarification or harrowing. The treatment must be done close to planting to avoid a strong competition between seedlings and vegetation (grasses and herbs). Another important tool is a fence against cattle and wild habitat as moose, roe deer, hare and rabbit.

INLEDNING

Under 1930- och 1940-talen var intresset för att öka tillväxt och volym hos träd stort. Nilsson-Ehle korsade 1939 asp (*Populus tremula* L.) med den amerikanska aspen ”trembling aspen” (*Populus tremuloides* Michx.). Hybriden, som i dagligt tal kallas för hybridasp, har visat sig växa snabbt med hög produktion. Hybrid Aspen har dessutom en för Nordiska förhållanden kort omloppstid, 30-40 år.

Under den ovan nämnda tidsepoken fokuserades intresset kring triploider av i första hand asp och björk (Nilsson-Ehle, 1936; 1938; 1939; Nilsson-Ehle och Sylvén, 1938; Johnsson, 1939; 1940; 1944). Även tetraploid asp har beskrivits (Johnsson (1939)). En triploid asp hittades 1936 i Norrbotten (Melander, 1938). Den var högre än omgivande aspar och hade större bladyta. Vid närmare studier visade det sig att bladen var känsliga för rostangrepp. Den triploida aspen var däremot resistent mot angrepp av *Phellinus ignarius* som orsakar röta i aspstammarna. I en studie av diploid och triploid asp anlagd på Sätra Bruk i Västergötland var den årliga tillväxten för diploid asp 5,2 och för två bestånd av triploid asp 7,3 och 7,2 m³ ha⁻¹ år⁻¹ (Petrini, 1944).

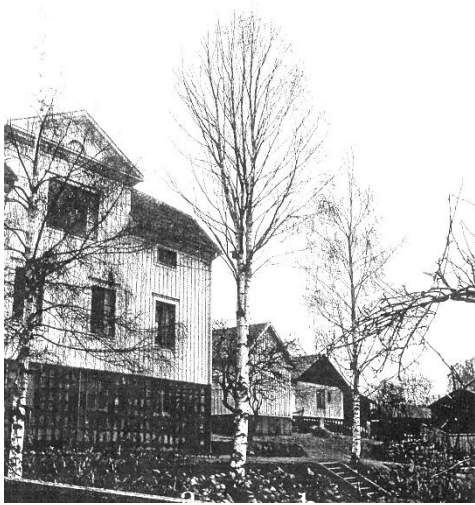
Polyploidi har haft stor betydelse för artbildningen inom björksläktet. Glasbjörken (*Betula pubescens* Ehrh.) har dubbelt så många kromosomer, 2n=56, som vårtbjörken (*Betula pendula* Roth). Hur de två arterna uppkommit är ännu inte helt klart. Autopolyploidisering har gett spontana triploider av vårtbjörk med 42 kromosomer. För att artificiellt producera triploider korsas tetraploider med diploider. Tetraploider kan skapas genom colchicinbehandling av diploider. Det finns vissa belägg för att den triploida kromosomtalsnivån skulle vara gynnsammare än den diploida och tetraploida (Johnsson, 1951). Genom korsningar med den Nordamerikanska pappersbjörken (*Betula papyrifera*) och den ostasiatiska *Betula japonica* skapades på 40-talet även snabbväxande och högproducerande björkhybrider med vårt- resp. glasbjörk (Johnsson, 1951).

Triploider kan inte fortplantas som frön då deras avkomma får ett växlande kromosomtall. För att i stor skala kunna utnyttja björkklonerna behövs en bra vegetativ förökningsmetod. Vanliga skott av björk är svåra att rota och vegetativ förökning med hjälp av ympning eller inokulering är svår och tidskrävande. Med hjälp av *in-vitro*-odling kan man idag producera små sterila plantor och dra upp dem för plantering (Ryynänen and Ryynänen, 1986; Wallin and Montalba, 1986; Jansson and Welander, 1990; Ewald et al., 2001; Wallin och Iwarsson, 2004).

Triploid björk har större bladyta än vårtbjörk när de växer på samma ståndort. Bladen är signifikant tjockare hos den triploida björken än hos vårtbjörk. Vid odling under likvärdiga förhållanden har den triploida björken mörkare bladfärg än vårtbjörken. Bladen har en kraftigare tandning än den vanliga vårtbjörken. Den triploida björken har färre han- och honhängen än vårtbjörk. Denna egenskap skulle

kunna vara intressant för att odla triploid björk i stadsbebyggelse eftersom mängden pollen minskar. Man undviker ofta björk för att minska risken allergier från björkpollen.

En triploid björk hittades i en villaträdgård i Edsbyn, se Figur 1 (Johnsson, 1941). Enligt författaren är björken självsådd. Den antas komma från en närliggande grupp av björkar. En ymp togs från trädet och planterades i Arboretum Valls Hage (yta nummer 1409). Vidare har ympar från Ekebo planterats i Valls hage (yta nummer 1419). En annan triploid vårtbjörk hittades i Kode (Bohuslän). En tredje som finns i Lövnäs (Värmland) har beskrivits av Löve (1944). Vid inventeringstillfället i Lövnäs, 1944, var den triploida björken 38 år gammal. Dess diameter i brösthöjd var 41 cm jämfört med 30 cm för vårtbjörk av samma ålder. År 2002 mättes de triploida björkarna på nytt och var då 98 cm i brösthöjd (Welander, 2003).



Figur 1. Triploid björk (a) samt vårtbjörk (b) i en trädgård i Edsbyn. Foto R. Bovallius
Figure 1. Triploid birch (a) and silver birch (b) growing in a garden at Edsbyn. Photo R. Bovallius

Sarvas (1959) redovisar uppgifter för två finska fynd av triploid björk. Den ena björken växte i området Hyrynsalmi (Lat. 64° 25', Long. 29° 07', Alt. 200 m), se Figur 2. Vid inmätningen i augusti 1954 var björken 20 år gammal. Den var 9,2 m hög och diametern i brösthöjd var 19,9 cm. Vid en jämförelse med finska produktionstabeller för björk (Ilvessalo, 1920) skulle 20-årig vårtbjörk vara cirka åtta m hög. Ilvessalos tabeller sträcker sig dock inte så långt norrut utan endast till 20 mil söder om lokalen ifråga.

Den andra finska triploida björken växte på Punkaharju försöksfält (Lat. 61° 47', Long. 9° 8', Alt. 97 m). Den växte i en plantering av masurbjörk samt var del av ett material av plusträd (E1022). Björken mättes i april 1957. Den var då 28 år gammal med en höjd av 14,8 meter och med en diameter i brösthöjd på 26,4 cm. Höjden för 28-årig vårtbjörk visade enligt Ilvessalos tabeller att den skulle vara 11,8 meter (Sarvas, 1959). Ståndorten var av *Oxalis*-typ.



Figur 2. Utseendet hos 20-årig triploid björk växande i Punkakarju, Finland.
Figure 2. 20-year-old triploid birch growing in Punkakarju, Finland.

SYFTE

Syftet med studien var att undersöka den triploida björkens etableringsförmåga, överlevnad och tillväxt. En jämförelse med vårtbjörk och hybridasp ingick som kontroll. Vidare att sammanställa data om den äldre triploida björkens produktion. I studien redovisas diameter- och höjdtillväxt hos de nu 10-13 år gamla triploida björkarna. En jämförelse med vårtbjörk och hybridasp redovisas också. Produktionen hos äldre triploid björk och vårtbjörk gjordes också.

MATERIAL OCH METODER

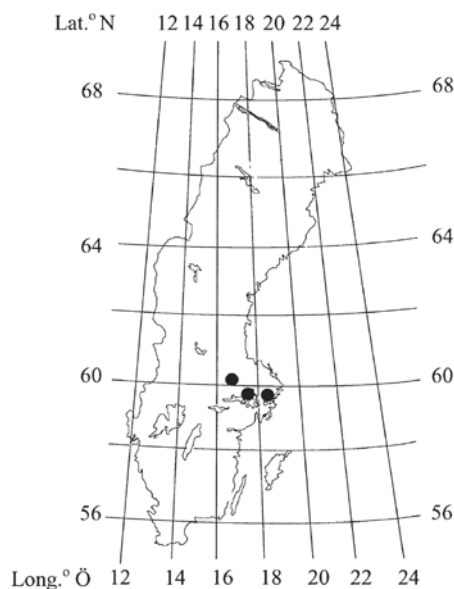
I en tidigare rapport beskrevs mer detaljerat framtagning av triploida björkplantor genom mikroförökning. Vidare redovisades en undersökning av virkesegenskaper bl. a. densitet, fiberegenskaper och hållfasthet hos triploid björk (Johansson *et al.*, 2006).

Lokaler

Studien baseras på planteringsförsök som startade 2001 (Johansson *et al.*, 2006). På grund av brist på plantor det första året så startade försök på två lokaler 2001. Därefter har studien utökats till tre lokaler från och med 2002. Planteringarna anlades huvudsakligen på tre lokaler: Älvbacka (Hedemora), Skräddarbo (Sala) och Stenforsbacka (Uppsala), Figur 3. Försöken låg på f.d. åkermark. Jordarten på Älvbacka var mull med underliggande sandig moig morän, på Skräddarbo, där det översta markskiktet hade togs bort var det huvudsakligen lättlera och på Stenforsbacka mull med lättlera. Marken på Skräddarbo var frisk till fuktig, huvudsakligen fuktig medan marken på de två övriga lokalerna var frisk. Vegetationen efter plantering dominerades av gräs som på två lokaler (Sala och Uppsala) blev så

dominerande att vegetationen klipptes årligen på parcellerna i Sala. Tyvärr fanns inte de möjligheterna på parcellerna i Uppsala varför försök anlagda 2001 – 2002 under de första tre till fyra åren drabbades av en kraftig konkurrens av gräsväxt i kombination med sorkangrepp. Dessa försök har därefter utslutits vid fortsatta revisioner.

Plantorna planterades under perioden 2001-2004 . Serien omfattade både vår- och höstplanteringar. Varje parcell innehöll 25 plantor. Förbandet var 3x3 meter. Mellan de triploida björkarna sattes vårtbjörksplantor (Loppi). Det slutliga förbandet var 1,5x1,5 meter, Figur 4. I 2003 års försöksserie ingick hybridasp i förbandet 3x3 meter med vårtbjörk mellan varje planta. Alla försök hägnades mot vilt. Under de första tre åren ersattes döda plantor av triploida björkar och hybridasp årligen med nya för att ständigt ha en komplett plantering. Kompletteringen registrerades för att få en korrekt analys baserad på överlevande plantor efter första inventeringen. Av Tabell 1 framgår försökens omfattning. En utförlig beskrivning av försöken finns i Johansson *et al.* (2006).



Figur 3. Planteringsförsökens geografiska placering
Figure 3. Geographical localization of the planted experiments

X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
X	O	X	O	X	O	X	O	X	O	X
X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
X	O	X	O	X	O	X	O	X	O	X
X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
X	O	X	O	X	O	X	O	X	O	X
X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
X	O	X	O	X	O	X	O	X	O	X
X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
X	O	X	O	X	O	X	O	X	O	X
X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X

Figur 4. Layout på försöksparcellerna för planteringsförsök. O= triploid björk eller hybridasp och X= vårtbjörk
 Figure 4. Layout for parcels in planting experiment. O= triploid birch or hybrid aspen and X= silver birch

Tabell 1. Antal försök och anläggningstidpunkter för försök med triploid björk planterad på åkermark
 Table 1. Number of trials and time for planting of experiments with triploid birch growing on farmland

Försök nr <i>Trial no.</i>	Datum <i>Date</i>	Triploid björk <i>Triploid birch</i>	Vårtbjörk <i>Silver birch</i>	Hybridasp <i>Hybrid aspen</i>
<i>Hedemora (Lat. 60° 15' N. Long. 16° 00' Ö.)</i>				
IA	20010925	O	X	
IIA	20021003	O	X	
IIIA	20030516	O	X	
IIIB	20030516	O	X	
IIIC	20031014	O	X	
IIID	20030516		X	O
IIIE	20031014		X	O
IV	20040513	O	X	
<i>Sala (Lat. 59° 95' N. Long. 16° 69' Ö.)</i>				
IIA	20021018	O	X	
IIIB	20021018	O	X	
IIIA	20030515	O	X	
IIIB	20030515	O	X	
IIIC	20031016	O	X	
IIID	20030515		X	O
IIIE	20031016	O	X	O
IV	20040511	O	X	
<i>Uppsala (Lat. 59° 58' N. Long. 17° 25' Ö.)</i>				
IA	20011003	O	X	
IIA	20021012	O	X	
IIIB	20021027	O	X	
IIIA	20030401	O	X	
IIIB	20030404	O	X	
IIIC	20031108	O	X	
IIID	20030515		X	O
IIIE	20030515		X	O

IA Miniplantor "Mini" seedlings

IIA Små plantor Short seedlings

IIIB, IIIA, IIIB, IIIC, IV Stora plantor Tall seedlings

Plantmaterial

I försöken användes mikroförökade plantor från knoppar av en triploid björk i Valls Hage Arboretum i Gävle (yta nr 1409). Trädet kommer ifrån en ymp tagen på en björk funnen i Edsbyn, Figur 1. Trädet beskrivs som *Betula pendula* f. *gigas* och har 3 x 14 kromosomer jämfört med 2 x 14 hos den diploida vårtbjörken (Arboretum Valls Hage, 1980).

Planttyper

I försöken användes tre olika storlekar på plantor. Små och stora plantor ingick i försöksplaneringen. Miniplantor tillfördes under projektet. De olika planttyperna presenteras nedan:

Miniplantor

Skott som hade rotats i slutet av juni eller senare och sedan acklimatiserades. Brist på lagringsutrymme gjorde att de planterades ut utan omplantering och växthusodling. De vintrade in och hade i början av september en höjd av åtta cm. Under hösten bildade plantorna vinterknoppar, stammen förvedades och skiftade färg från grön till brun och tydliga knoppfjäll bildades och längdtillväxten avstannade (Figur 5a).

Små plantor

Skott som hade rotats i slutet av maj och som acklimatiserats i slutet av maj eller i början av juni hade 2002 en medelhöjd på 31 cm (Tabell 3, Figur 5b). Plantorna utvecklade inga sidogrenar under det första året.

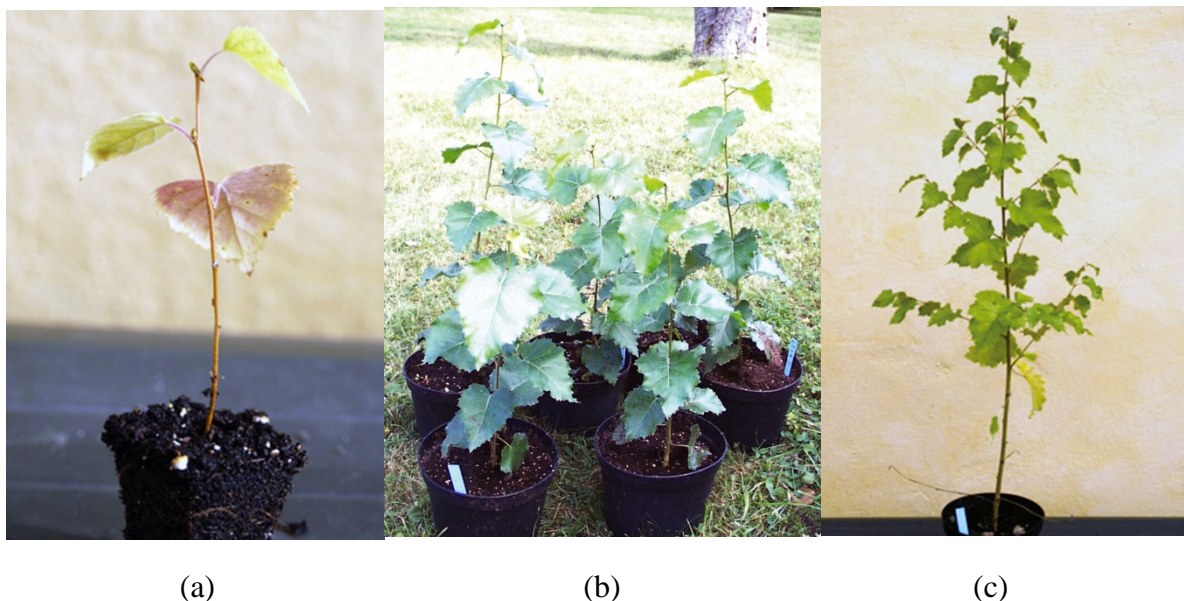
Stora plantor

Skott av triploid björk rotades under första hälften av april och acklimatiserades i april och första hälften av maj. Plantorna hade en medelhöjd av 88 cm (Tabell 3, Figur 5c). Dessa plantor utvecklade sidogrenar det första året.

Tabell 2. Höjd, cm, och antal plantor 2002 för plantering hösten 2002 och våren 2003.

Table 2. Height, cm, and number of seedlings 2002 for planting in autumn 2002 and in spring 2003.

Planttyp <i>Type of seedling</i>	Höjd, cm (medel±stand.avv.) <i>Height, cm (mean ±stand.dev.)</i>	Antal plantor <i>Number of seedlings</i>
Småplantor <i>Small seedlings</i>	31±17	175
Stora plantor <i>Tall seedlings</i>	88±24	179



Figur 5. Miniplantor (a), små plantor (b) och stora plantor (c) av triploid björk
 Figure 5. "Mini" seedlings (a), small seedlings (b) and tall seedlings (c) of triploid birch

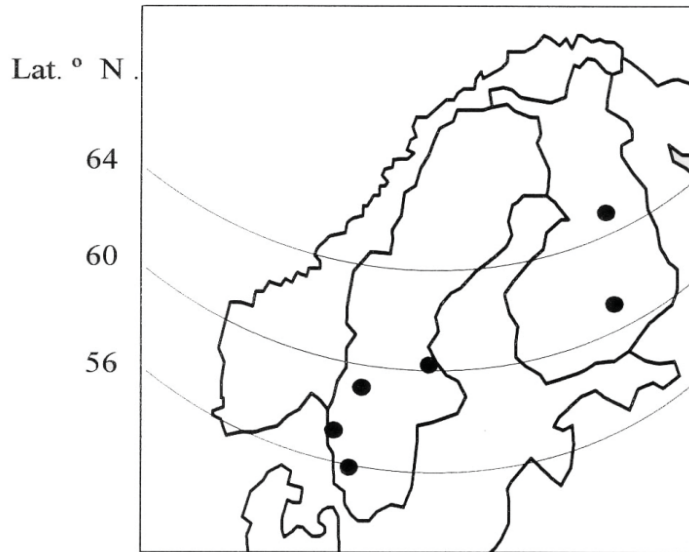
Planteringsförsök

De olika försöken inventerades årligen med avseende på överlevnad, höjdtutveckling och skador. Därefter sammanställdes resultaten för en analys via en jämförelse mellan triploid björk, vårtbjörk och hybridasp.

Plantornas höjd mättes direkt efter plantering. Höjdtutveckling och plantöverlevelse registrerades årligen på hösten.

Produktionsstudier

Träddata från rapporterade fynd av triploid björk i Sverige (Lövnäs, Ekebo och Valls hage och Finland) (Sarvas, 1959) användes i en jämförande studie av produktionen hos triploid björk och vårtbjörk (Figur 6). I Valls hage finns det fem björkar (nr 1409) som är avkomor från en björk i Edsbyn, Figur 1. Det finns även åtta triploida björkar i Valls hage (nr 1419) med ursprung från Ekebo. Dessa björkar hade korsats mellan tetraploid björk och vårtbjörk. Planteringen av triploida björkar på Ekebo mättes in vid samma tidpunkt. Planteringen bestod av 26 träd och träden var 34 år gamla. Under våren 2003 mättes de fem triploida björkarna på Valls Hage i Gävle, Figur 7. Ålder, diameter i brösthöjd och höjd registrerades för björkarna. En björk med ursprung "Edsbyn" fälldes och sektionerades för volymbestämning. Stammen till en av björkarna på Ekebo sektionerades också.



Figur 6. Äldre triploida björkars geografiska lokalisering
Figure 6. Geographical localization of older triploid birches



Figur 7. Triploida björkar (ursprung "Edsbyn") i Valls Hage (Gävle)
Figure 7. Triploid birches (origin "Edsbyn") in Valls Hage (Gävle)

RESULTAT

Överlevnad och tillväxt 2001-2004

Triploid björk

Totalt 20 försök med triploid björk anlades under perioden. Få skador på träden registrerades, troligen beroende på att planteringarna var hägnade mot vilt. Vidare hade marken bearbetats mekaniskt. Marken på lokalen i Hedemora hade god näringstillgång och gräset klipptes en gång per säsong. Hos motsvarande plantor i Sala med sämre matjordstillgång och större risk för sen frost på våren och tidig frost på hösten var överlevnaden 95-100 % efter tre år för plantor etablerade 2002. På den del av lokalen i Uppsala där planteringar gjordes under 2001 och 2002 var gräsväxten tät och hög samt att plantorna drabbades av kraftiga sorkangrepp. Plantöverlevnaden på lokalerna Hedemora och Uppsala i försöken planterade år 2001 var lägre än för de senare försöken vilket berodde på att plantorna var små, det var stark grästillsväxt runt plantorna samt en kombination av hög värme och torra. Plantorna överlevde men toppskottet dog ofta och knoppar längre ner på stambasen gav upphov till nya toppskott. Detta innebär att plantorna blev klena med flera stammar. De små plantorna har dock repat sig under åren. Av de små plantorna av triploid björk som ursprungligen planterades i Hedemora hösten 2001 och 2002 har > 80 % överlevt, Tabell 3. För Hedemora och Sala var plantöverlevnaden i planteringar från 2003 efter tre till fyra års odlingstid mellan 85 och 100 %, Tabell 3. De små plantorna på lokalen i Uppsala planterade 2001 utvecklades sämre med en överlevnad på 20 % efter tre års tillväxt och för plantor etablerade 2002 var överlevnaden 80 % efter tre år. Vårbjörkarna i försöken planterade 2001 och 2002 hade en låg överlevnad. Orsaken var tät och hög vegetation i kombination med kraftiga angrepp av sork.

De triploida björkarnas höjd tre till fyra år efter plantering varierade mellan lokalerna, Tabell 4. De högsta björkarna fanns i Hedemora med en höjd varierande mellan 100 och 250 cm. I Sala varierade höjden mellan 80 och 160 cm och i Uppsala mellan 50 och 200 cm, Tabell 4. Av tabellen framgår att vårbjörkens höjd var lägre än för den triploida björken på samtliga lokaler.

Den relativa höjdtillväxten baserad på ursprungshöjden vid planteringstillfället varierar mellan planteringstillfällena och för lokaler, Figur 8. I Hedemora-försöket har plantorna i 2001 års plantering med små plantor haft den största relativa höjdtillväxten, 1164 %, samt vårplanteringen 2003 med små plantor. Resterande plantor i Hedemora-försöket har fördubblat sin höjd sedan planteringstillfället. I Sala är det planteringen hösten 2002 och våren 2003 med stora plantor vid båda tillfällena som ökat mest. De har fördubblat sin höjd. I Uppsala-försöket är det vårplanteringen 2003 med stora plantor samt höstplanteringen 2001 med små plantor som ökat mest, 600 respektive 400 %.

Hybridasp

Hybridasparna var små (≈ 40 cm) vid planteringen. Av Tabell 3 framgår att hybridasparna i två försök per lokal efter tre år hade en överlevnad mellan 52 och 80 % i Hedemoraförsöken, 84 och 100 % i Sala och 88 och 92 % i Uppsala. På de tre lokalerna, Hedemora, Sala och Uppsala, var överlevnaden hos vårtbjörk i parcellerna med hybridasp 71 och 96, 95 och 100 och 83 och 91 % respektive, Tabell 3.

Tabell 3. Överlevnad, %, i procent av planterade plantor hos triploid björk, hybridasp och vårtbjörk.
Table 3. Plant survival, %, in percentage by planted seedlings for triploid birch, hybridasp and pendula birch

Försök nr <i>Trial no.</i>	Planterad år ¹⁾ <i>Planted year²⁾</i>		Inventering, år <i>Examined, year</i>						
			2002	2003	2004	2005	2003	2004	2005
<i>Hedemora</i>									
			Triploid björk <i>Triploid birch</i>			Vårtbjörk <i>Silver birch</i>			
IA	h2001	a2001	96	92	85	85			
IIA	h2002	a2002		88	88	88			
IIIA	v2003	s2003		100	100	100	100	99	98
IIIB	v2003	s2003		100	100	100	100	100	100
IIIC	h2003	a2003			100	100		97	96
IV	v2004	s2004			100	100		95	86
			Hybridasp <i>Hybridasp</i>			Vårtbjörk <i>Silver birch</i>			
IIID	v2003	s2003		84	84	80	100	99	96
IIIE	h2003	a2003			100	52		97	71
<i>Sala</i>									
			Triploid björk <i>Triploid birch</i>			Vårtbjörk <i>Silver birch</i>			
IIA	h2002	a2002		100	100	92	100	100	96
IIB	h2002	a2002		100	100	100	100	100	95
IIIA	v2003	s2003		100	100	100	100	100	92
IIIB	v2003	s2003		100	100	100	100	100	87
IIIC	h2003	a2003			100	100		100	88
IV	v2004	s2004			100	100		100	99
			Hybridasp <i>Hybridasp</i>			Vårtbjörk <i>Silver birch</i>			
IIID	v2003	s2003		100	100	100	100	100	100
IIIE	h2003	a2003			100	84		100	95
<i>Uppsala</i>									
			Triploid björk <i>Triploid birch</i>			Vårtbjörk <i>Silver birch</i>			
IA	h2001	a2001	88	52	20	20			
IIA	h2002	a2002		88	84	80			
IIB	h2002	a2002		100	100	100	97	97	92
IIIA	v2003	s2003		96	88	68	100	100	98
IIIB	v2003	s2003		100	100	92	93	88	84
IIIC	h2003	a2003			84	84		98	63
			Hybridasp <i>Hybridasp</i>			Vårtbjörk <i>Silver birch</i>			
IIID	v2003	s2003		100	100	88	100	100	83
IIIE	v2003	s2003		100	100	92	100	94	91

- 1) v=vår s=spring
2) h=höst a=autumn

Av Tabell 4 framgår att för plantor av hybridasp planterade våren 2003 tredubblades höjden i Hedemora efter tre års växt. I Sala växte hybridasparna långsamt under de fem första åren.

Tabell 4. Höjd, cm, för triploid björk, hybridasp och vårtbjörk växande i parceller planterade 2001- 2004. Inmätta under de fem första åren.

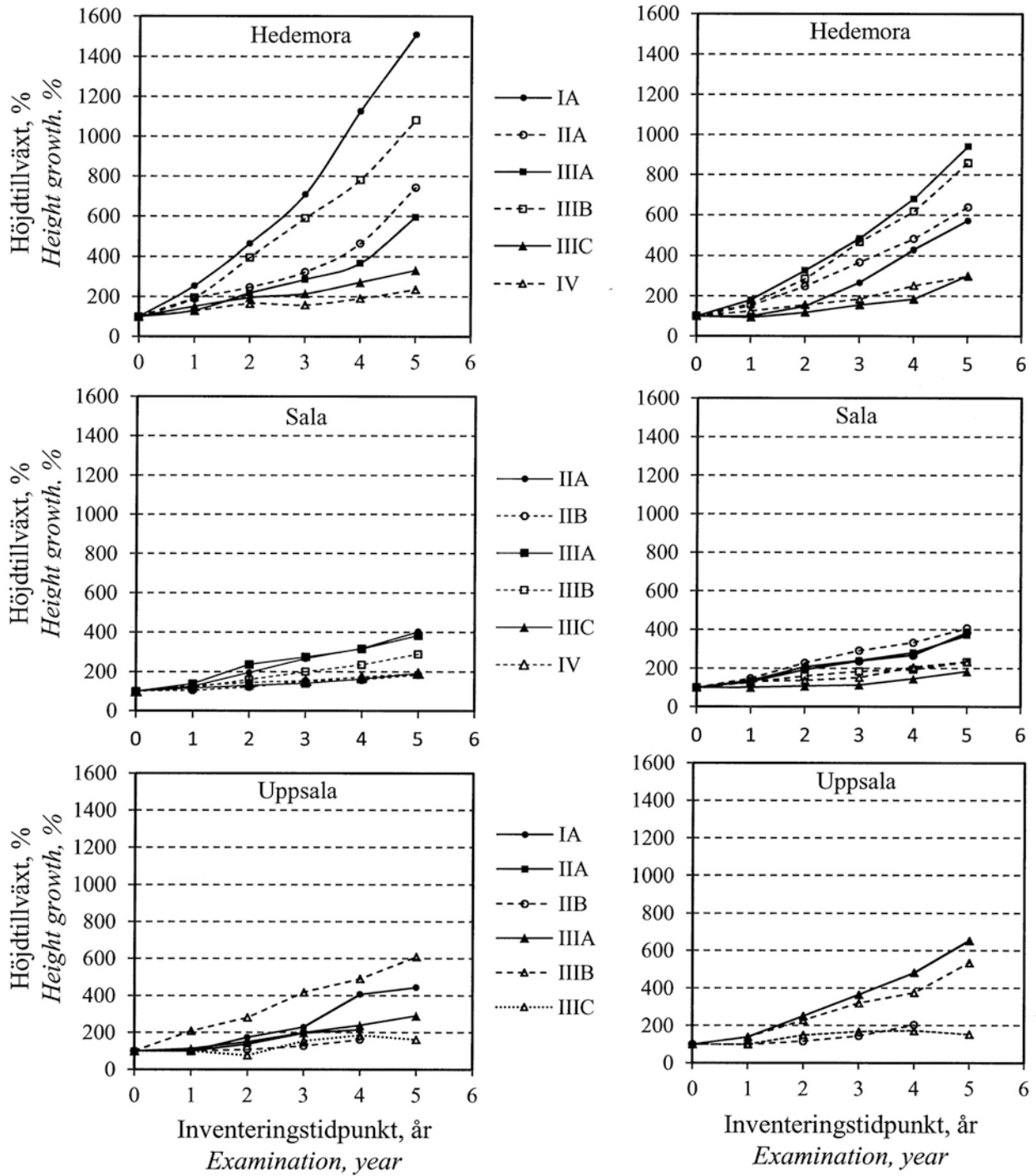
Table 4. Height, cm, for triploid birch, hybrid aspen and silver birch growing in parcels planted 2001-2004. Examined during the initial five years.

Försök nr <i>Trial no.</i>	År 1 <i>Year 1</i>		År 2 <i>Year 2</i>		År 3 <i>Year 3</i>		År 4 <i>Year 4</i>		År 5 <i>Year 5</i>	
	T. b.	V. b.	T. b.	V. b.	T. b.	V. b.	T. b.	V. b.	T. b.	V. b.
Hedemora										
IA	11		28	47	51	70	78	125	124	201
IIA	30	48	57	73	74	119	97	176	139	231
IIIA	88	45	116	81	192	147	252	217	323	306
IIIB	38	46	74	73	150	131	224	214	297	284
IIIC	60	73	91	68	131	88	129	86	163	113
IV	96	55	133	69	88	86	152	101	183	138
	H.a.	V.b.	H.a.	V.b.	H.a.	V.b.	H.a.	V.b.	H.a.	V.b.
IIID	44	56	75	82	117	144	150	235	196	278
IIIE	84	80	84	79	108	93	117	89	144	128
Sala										
IIA	38	40	48	52	74	77	101	95	121	107
IIIB	97	43	102	63	118	98	146	125	154	143
IIIA	56	43	78	59	133	89	154	103	177	121
IIIB	106	45	118	57	147	72	168	83	177	87
IIIC	123	74	144	75	160	80	173	84	202	108
IV	95	52	123	68	137	71	146	79	164	107
	H.a.	V.b.	H.a.	V.b.	H.a.	V.b.	H.a.	V.b.	H.a.	V.b.
IIID	37	47	44	60	59	77	74	91	87	109
IIIE	63	68	71	68	85	78	87	83	103	104
Uppsala										
IA	13		15		23		31		55	
IIA	23		53		81					
IIIB	71	55	77	60	91	72	115	115		
IIIA	84	51	95	71	121	128	168	186	202	246
IIIB	33	51	69	71	93	117	138	168	162	191
IIIC	77		77	51	59	85	119	96	143	98
	H.a.	V.b.	H.a.	V.b.	H.a.	V.b.	H.a.	V.b.	H.a.	V.b.
IIID	44	51	62	68	87	121	122	180	87	120
IIIE	46	52	63	66	74	114	113	190	117	180

T.b.= Triploid björk *Triploid birch*

V.b. = Vårtbjörk *Silver birch*

H.a. = Hybridasp *Hybrid aspen*



Figur 8. Höjdtillväxt, %, för triploid björk (t.v.) och vårtbjörk (t.h.) under fem år efter plantering
 Figure 8. Height growth, %, for triploid birch (left) and silver birch (right) during five years after planting

Höjd 2014

Triploid björk

Hedemora

Vid revisionen av försöken under hösten 2014 varierade höjderna för de triploida björkarna mellan 5 och 10 m, Figur 8. Den högsta medelhöjden fanns hos de triploida björkar som planterades våren 2003. De äldsta björkarna, 13 år gamla, som planterades våren 2001 som var 4-12 cm höga vid planteringstillfället och har nu nått fem meters höjd.

Vårtbjörkarna i de olika parcellerna var lika höga som de triploida björkarna i respektive parcell. Undantagen var vårtbjörkar i de två tidigast planterade parcellerna 2001 och 2002 där höjden var 9,8 respektive 7,0 m, Figur 9.

Sala

Det var små skillnader i medelhöjd mellan triploida björkarna planterade vid olika planteringstillfällena, Figur 9. Höjden varierade mellan 3,0 och 4,7 m. Vårtbjörkarna var något högre än de triploida björkarna.

Uppsala

Av de ursprungligen planterade triploida björkarna återstår två parceller planterade våren 2003. Hösten 2014 var de triploida björkarna 8,0 respektive 8,1 m höga, Figur 9. Vårtbjörkarna var högre än de triploida björkarna: 12,0 och 9,8 m.

Hybridasp

Hedemora

Hybridasparna som planterades våren 2003 var väsentligt högre, 10 m, än de som planterades på hösten 2003 (4,0 m), Figur 9. Vårtbjörkarna var lika höga som respektive bestånd av hybridasp.

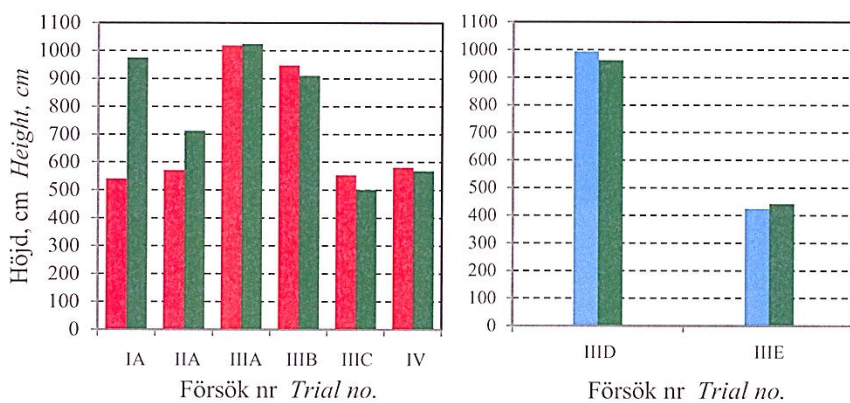
Sala

Hybridasparna var 3,5–4,0 m höga i de två parcellerna. Medelhöjderna för hybridasp och vårtbjörk var lika stora, Figur 9.

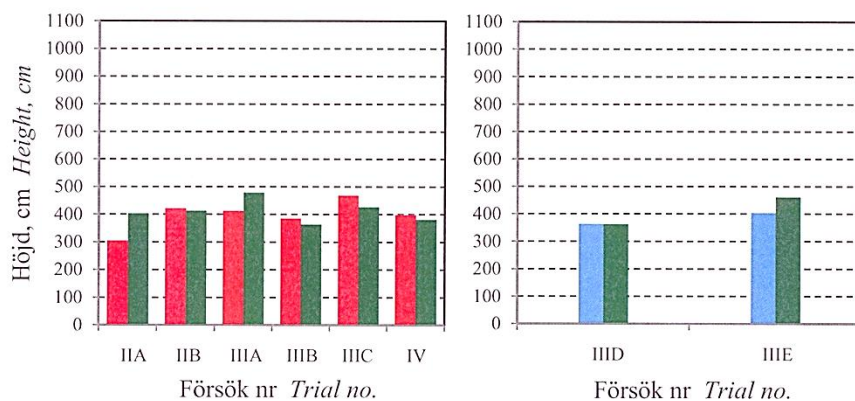
Uppsala

Hybridasparna i de två parcellerna var 8,0 och 5,8 m. Höjden för de båda vårtbjörksbestånden var 10 meter, Figur 9.

Hedemora



Sala



Uppsala

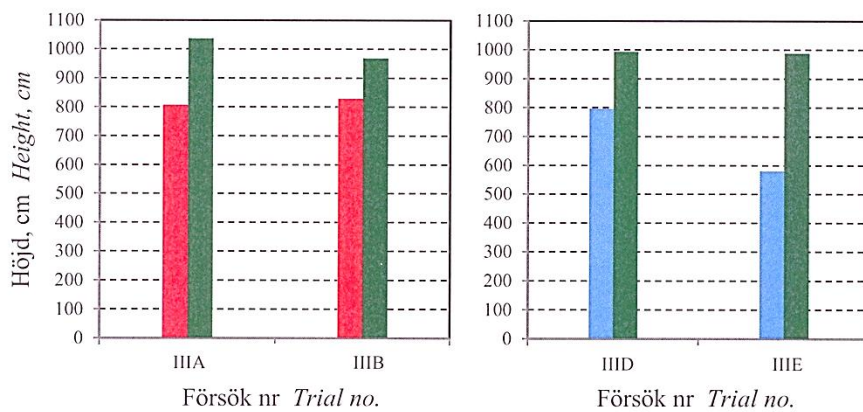


Figure 9. Höjd, cm, för triploid björk (red) och vårtbjörk (green) (tv) och hybridasp (blue) och vårtbjörk (green) (th). Revision 2014.

Figure 9. Height, cm, for triploid (red) and silver birch (green) (left) and hybrid aspen (blue) and silver birch (green) (right). Examination 2014.

Diameter

Hedemora

Vid revisionen 2014 var medeldiametern i brösthöjd (DBH) för triploida björkar planterade 2001 (IA), 2002 (IIA), våren 2003 (IIIA och IIIB) lägre än för vårtbjörkarna. Diametern för de triploida björkarna planterade hösten 2003 (IIIC) och våren 2004 (IV) var högre än för vårtbjörkarna, Tabell 5.

Hybridasparna hade lägre diameter än vårtbjörkarna i de två planteringarna.

Tabell 5. Diameter (DBH), cm hos triploid björk, hybridasp och vårtbjörk växande i parceller planterade 2001- 2004. Revision 2014.

Table 5. Diameter (DBH), cm for triploid birch, hybrid aspen and silver birch growing in parcels planted 2001-2004. Examined 2014.

Försök nr <i>Trial no.</i>	Diameter, cm		Diameter, cm	
	Hedemora			
	Triploid björk <i>Triploid birch</i>		Vårtbjörk <i>Silver birch</i>	
IA	39,7±23,5	4-86	74,4±31,0	11-138
IIA	41,8±26,1	4-90	62,6±38,1	4-146
IIIA	77,7±23,6	50-112	80,8±27,1	3-118
IIIB	72,2±20,5	31-116	72,7±32,5	10-122
IIIC	48,4±20,9	10-80	36,5±19,7	3-85
IV	42,2±17,1	8-71	28,5±16,1	3-71
	Hybridasp <i>Hybrid aspen</i>		Vårtbjörk <i>Silver birch</i>	
IIID	88,0±44,3	31-182	71,1±30,6	11-138
IIIE	33,8±32,9	8-82	29,5±18,0	1-77
	Sala			
	Triploid björk <i>Triploid birch</i>		Vårtbjörk <i>Silver birch</i>	
IIA	18,4±8,3	3-30	24,9±12,2	2-51
IIIB	25,7±13,3	3-47	28,9±13,7	2-59
IIIA	24,0±7,9	5-40	26,1±11,1	8-52
IIIB	26,8±11,9	2-54	21,7±11,2	2-52
IIIC	33,1±10,1	13-49	25,7±13,3	2-52
IV	25,1±8,0	13-41	22,3±9,7	6-43
	Hybridasp <i>Hybrid aspen</i>		Vårtbjörk <i>Silver birch</i>	
IIID	17,8±10,3	2-32	24,1±10,9	3-43
IIIE	17,8±14,2	2-48	28,7±16,4	3-70
	Uppsala			
	Triploid björk <i>Triploid birch</i>		Vårtbjörk <i>Silver birch</i>	
IA				
IIA				
IIIB				
IIIA	58,0±15,3	35-84	79,1±16,3	27-109
IIIB	59,9±16,8	31-80	84,2±21,3	30-122
IIIC				
	Hybridasp <i>Hybrid aspen</i>		Vårtbjörk <i>Silver birch</i>	
IIID	48,7±28,5	18-123	91,5±25,4	18-123
IIIE	33,8±27,5	6-113	106,9±12,5	86-129

Sala

I likhet med resultaten från Hedemoraförsöken var diametern för vårtbjörkarna större än för de triploida björkarna i försöken anlagda våren 2002 (IIA, IIB), våren 2003 (IIIA) medan triploida björkarna var grövre i planteringar anlagda våren 2003 (IIIB), hösten 2003 (IIIC) och våren 2004 (IV). Hybridasparna hade lägre medeldiameter än vårtbjörkarna.

Uppsala

Vårtbjörkarna var grövre än de triploida björkarna i båda planteringarna.

Hybridasparna hade lägre diameter än vårtbjörkarna i båda försöken.

Produktionsstudier

I Tabell 6 redovisas karaktärer för äldre triploida björkar enligt de författare som redovisat fynden och beskrivit träden. I några fall har samma björkar mätts in igen i den föreliggande studien. De fem triploida björkarna ursprung "Edsbyn" i Valls hage mättes in våren 2003. De var 51 år gamla med en medeldiameter på 36 ± 7 (29-47) cm och en medelhöjd på 25 ± 14 (24-28) m. En triploid björk som planterades i Valls Hage 1958 mättes in 2003. Den 51-åriga björken var 30,6 meter hög och dess diameter var 49,5 cm. De 26 triploida björkarna i Ekebo hade en medeldiameter på 28 ± 6 (16-38) cm med en medelhöjd på 21 ± 3 (13 – 25) m. Diameter och höjd för den grövsta och högsta björken från "Edsbyn" (46,6 cm och 27,7 m) redovisas i tabellen.

Tabell 6. Trädkaraktistika för triploid björk växande på olika lokaler
Table 6. Tree characteristics for triploid birch growing on different localities

Lokal		Latitud, N	Ålder, år ¹⁾	Diam., cm	Höjd, m	Anm.
Locality		Latitude, N	Age, years	Diam., cm	Height, m	Notes
Ekebo	Provträd	55°55'	34	27,9	21,5	2003
Ekebo	Bestånd	55°55'	34	27,7	20,9	2003
Valls Hage	Provträd	60°40'	51	49,5	30,6	2003 ¹⁾
Valls Hage	Provträd	60°40'	51	46,6	27,7	2003 ²⁾
Lövnäs	Bestånd	59°50'	38	41,0		1944 ³⁾
Lövnäs	Bestånd	59°50'	96	84,0		2003 ⁴⁾
Hyrnsalmi	Bestånd	64°25'	20	19,9	9,2	1954 ⁵⁾
Punkaharju	Bestånd	61°47'	28	26,4	14,8	1957 ⁵⁾

Provträd = *Sample tree*; Bestånd = *Stand*

1) Triploid björk från Ekebo (nr 1419). *Triploid birch from Ekebo (no. 1419)*

2) Triploid björk från Edsbyn (nr 1409). *Triploid birch from Edsbyn (no. 1409)*

3) Löve, Å. 1944. A new triploid *Betula verrucosa*. Svensk Botanisk Tidskrift 38 (4), 381-393.

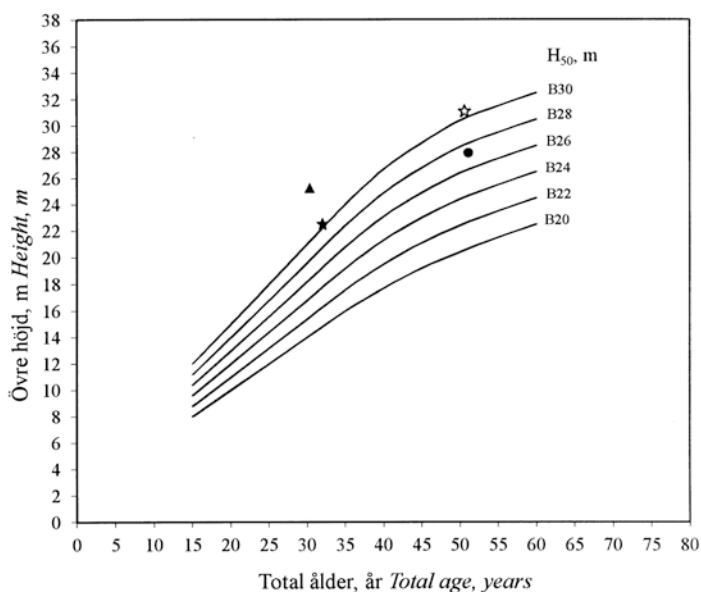
4) Welander, 2003. Nu kan du beställa superbjörken. Skogseko nr 1, s. 10.

5) Sarvas, R. 1959. Kaksi triploidista haapaa ja koivua. Summary: Two triploid aspens and two triploid birches. *Communicationes Forestalis Fenniae* 49 (7), 25 pp.

Höjdtvecklingen analyserades för triploid björk ursprung "Edsbyn" och en björk med ursprung "Ekebo" med stöd av höjdtvecklingskurvor för åkerplanteringar av björk (Oikarinen, 1983). Övrehöjds boniteringen för den triploida björken från "Edsbyn" i Valls hage baseras på åldern 51 år

och 27,7 m höjd vilket gav ett ståndortsindex motsvarande 28 m (H_{50}) och för triploid björk på Ekebo användes åldern 34 år och höjden 25,0 m vilket gav ett ståndortsindex på 32 m (H_{50}), Figur 10.

Det var svårt att hitta äldre (50 år) vårtbjörkar som planterats på åkermark. En jämförelse med vårtbjörk från ett försök med blandskog av björk och gran (Johansson, 2014) har lagt in på figuren. Björken var 30 år gammal med en diameter i brösthöjd på 33 cm och en höjd på 25 m. Björkarna i beståndet friställdes för 15 år sedan. Övrehöjden, 34 m (H_{50}) för vårtbjörken redovisas i Figur 10. Som framgår av figuren så växer vårtbjörken lika bra som den triploida björken.



Figur 10. Övrehöjd för triploid björk växande i Vall Hage (Gävle), Edsbyn (nr 1409) ● Ekebo (nr 1419) ☆ i Ekebo ★ och vårtbjörk växande på skogsmark ▲

Figure 10. Site index for triploid birch growing in Valls Hage (Gävle), Edsbyn (no. 1409) ●, Ekebo (no. 1419) ☆, in Ekebo ★ and silver birch growing on forest land ▲

Ett mått på stamformen är slankhetsindex som definieras: $S=100 \cdot h/d$ där är stamhöjden i meter och d är diametern i brösthöjd (DBH), i centimeter. Av nedanstående Tabell 7 framgår att vårtbjörkarna är slankare än de triploida björkarna i planteringarna i Hedemora och Sala medan motsatsen gäller i Uppsala.

Tabell 7. Slankhetsindex för triploid björk och vårtbjörk planterade på tre lokaler.
Table 7. Slenderness index for triploid birch and silver birch planted on three localities

Försök nr	T.b.	V.b.	T.b.	V.b.	T.b.	V.b.
	Hedemora		Sala		Uppsala	
IA	147	156				
IIA	162	151	205	205		
IIB			192	196		
IIIA	141	144	196	199	143	134
IIIB	135	151	176	207	141	120
IIIC	122	174	147	207		
IV	154	267	163	188		

DISKUSSION

Etablering och tillväxt av triploid björk, hybridasp och vårtbjörk på åkermark

Några grundläggande faktorer för att planter ska etableras snabbt, överleva och växa är: plantstorlek, balans mellan rot och ovanjordsdel, planteringstidpunkt, markegenskaper, vattentillgång, vädrets växlingar under året, exponering för vind och sol, frostbenägenhet på lokalen samt påverkan av vilt, sork, insekter, sjukdomar och vegetation.

I studien ingår ett genetiskt likartat plantmaterial vad gäller de triploida björkarna. Planter av hybridasp och vårtbjörk var kommersiellt framställda. Plantorna har skyddats med hägn för att undvika eller minska skador av vilt. På samtliga lokaler har marken bearbetats och i vissa fall behandlats med herbicider för att minska framtida konkurrens av gräs och örter. Planter som planterats under hösten har större avgångar än de som planterades på våren. Undantaget i vår studie är en plantering anlagd våren 2003 i Uppsala-försöket som drabbades av frost och efterföljande torka. Även om alla förebyggande åtgärder görs så kommer resultaten att variera.

Under de första fem åren är de triploida björkarna högre på flertalet planteringar. En orsak kan vara att jordvolymen hos de triploida björkplantorna var väsentligt större än hos vårtbjörksplantorna. De triploida björkarna kan ha fått bättre möjligheter att etablera sig jämfört med vårtbjörkarna. Triploida björkar planterade våren 2003 (IIIA, IIIB) i Hedemora har under de första fem åren vuxit snabbare än motsvarande planter på de två andra lokalerna. Lokalen är inte utsatt för frost vilket ger en ostörd växtperiod. Inga sorkangrepp eller kraftig konkurrens av vegetation har förekommit. Marken var bördig med god tillgång på bl. a. kväve vilket indikerades av stort inslag av lupiner och brännässlor.

Överlevnaden för vårtbjörkarna tre till fem år efter plantering varierade mellan 63 och 100 % (i medeltal ca 90 %) på lokalerna.

Hybridaspens överlevnad varierade mellan 54 och 100 %. Jämfört med triploida björkar och vårtbjörkar var plantorna små, 25-40 cm, och hade en klen stamdiameter vid planteringstillfället. Men hybridasp växte snabbt varför konkurrensen med vegetation blev trots utgångsläget svag.

Höjd och stamdiameter hos triploid björk, hybridasp och vårtbjörk 10-13 år efter plantering

Diameterfördelningen för alla tre undersökta arter på alla lokaler är stor. Det finns en hel del klenta träd, 3-10 cm, i de olika planteringarna. I regel är triploida björkar och vårtbjörkar som planterades vid samma tidpunkt lika höga eller att vårtbjörkarna i några fall är högre än de triploida plantorna. Träden på de parceller som planterades våren 2003 har vuxit bäst på lokalerna Hedemora och Uppsala. Höjden för de planterade triploida björkarna och vårtbjörkarna på parceller i Sala är i stort sätt lika

höga oberoende av planteringstidpunkt. En orsak kan vara att det översta jordlagret togs bort på flera parceller vilket kan ha påverkat den kvarstående texturen. Det finns inga speciella orsaker som frost, vegetationstryck eller insektsangrepp som kan förklara skillnaden mellan resultaten i Sala och de två andra lokalerna. Marken var dock fuktigare än på de övriga lokalerna vilket kan ha påverkat tillväxten. Överlevnaden var dock hög.

Enligt Viherä-Aarnio & Velling (2001) fanns efter sju år inga signifikanta skillnader vad gällde överlevnad, höjdtillväxt eller skadefrekvens mellan mikroförökade björkar och fröplantor på ett finskt vårtbjörksförsök. Däremot fanns det stora skillnader mellan kloner.

De ympade triploida träden i Valls Hage, liksom ett mikroförökat träd av samma klon som använts i den föreliggande studien, som har vuxit solitärt i Botaniska trädgården i Uppsala, uppvisar kraftig tillväxt på diametern och mindre apikal tillväxt än vårtbjörkarna. Slankhetsindex för triploid björk och vårtbjörk i den här studien visar att vårtbjörken i regel är slankare än de triploida björkarna. Vid användning av stammarna för sågning så är ett slankt träd att föredra.

Höjdtutvecklingen hos hybridasporna varierar inom och mellan lokaler. Hybridasporna planterade på våren 2003 i Hedemora har vuxit bäst bland lokalerna. Men på samma lokal har hybridasporna planterade på hösten 2003 vuxit mindre än hälften av vårplanteringen. Orsaken till detta kan vara att parcellen har en jord med högre andel humus än de andra parcellerna. Hög humusandel medför att jorden lättare torkar ut vid utdragen torka. På parcellerna i Uppsala är höjderna lägre för hybridasporna än för vårtbjörkarna.

Produktion

Höjd och diameter mellan de planterade triploida björkarna och vårtbjörkarna på de tre lokalerna var lika stora. Övrehöjden för de triploida björkarna som växte i Valls Hage med ursprung från Edsbyn och de som växte på Ekebo visar på en hög tillväxt. Jämförelse med en yngre vårtbjörk (30 år) visar dock att även den har en hög tillväxt.

Studierna har inte kunnat visa att den triploida björken har en bättre tillväxt än vårtbjörken.

LITTERATUR

- Arboretum Valls Hage. 1980. Stiftelsen SILVANUM, Gävle, s. 23.
- Ewald, D., Naujoks, M., Welander, M., Zhu, L.H., Hagqvist, R., Salonen, M. and Hariso A. 2002. Micropropagation and birch field studies. In: Proceedings of the workshop on high quality birch. Clonal propagation and wood properties. Ronneby. Sweden. August 27-28 2001. Eds. Welander, M. and Zhu, L., 37-46.
- Hedenberg, Ö., Andersson, U. and Andersson, S. 2002. Pulp characteristics of high quality birch. In: Proceedings of the workshop on high quality birch. Clonal propagation and wood properties. Ronneby. Sweden. August 27-28 2001. Eds. Welander, M. and Zhu, L., 56-63.
- Ilvessalo, Y. 1920. Kasvu- ja tuottotaulut Suomen eteläpuoliskon mänty-, kuusija koivumetsille. Referat: Ertragstafeln für die Kiefern-, Fichten- und Birkenbestände in der Südhälfte von Finnland. Acta Forestalia Fennica 15 (4), 1-157.
- Johansson, T. 2000. Överlevnad och tillväxt hos glasbjörk, vårtbjörk och klibbal planterade på åkermark. Summary: Survival and growth for pubescent birch, pendula birch and common alder growing on farmland areas. SLU. Institutionen för skogshushållning. Rapport 13, 35 sidor.
- Johansson, T., Nylinder, M. och Wallin, A. 2006. Mikroförökning och etablering av triploid björk samt dess produktion och vedegenskaper. SLU. Institutionen för bioenergi. Rapport 9, 63 sidor.
- Jansson and Welander, 1990. Micropropagation of some adult *Betula* species. The Swedish University of Agricultural Sciences. Department of Horticultural Science. Report 55, 1-18.
- Johnsson, H. 1939. 1938 års förädlingsarbete med högkromosomig asp. Svensk Papperstidning 42, 5-10.
- Johnsson, H. 1941. Växtförädling av björk – mål och medel. Svensk Papperstidning 44,
- Johnsson, H. 1944. Triploidy in *Betula alba* L. Botaniska Notiser, 85-96.
- Johnsson, H. 1946. Progeny of triploid *Betula verrucosa* Ehrh. Botaniska Notiser 2, 285-290.
- Johnsson, H. 1951. Lövträd. Svensk Växtförädling del II. Trädgårdväxterna-Skogsväxterna, 759-827.
- Löve, A. 1944. A new triploid *Betula verrucosa*. Svensk Botanisk Tidskrift 38 (4), 381-393.
- Melander, Y. 1938. A new giant *Populus tremula* in Norrbotten. Hereditas 24(1-2), 189-194.
- Nilsson-Ehle, H. 1936. Über eine in der Natur gefundene Geigerform von *Populus tremula*. Hereditas 22, 401-406.
- Nilsson-Ehle, N. 1938. Framställning av skogsträd med ökat kromosomantal och ökad virkesproduktion. Svensk Papperstidning 41, 42-46.
- Nilsson-Ehle, N. 1939. Jätteaspen. Den moderna svenska skogsförädlingens upptakt. Skogsbruket 9, 65-70.
- Nilsson-Ehle, H. och Sylvén, N. 1938. Växtförädling hos skogsträden. Svensk Papperstidning 40, 8-10.

- Oikarinen, M. 1983. Growth and yield models for silver birch plantations in southern Finland. *Communicationes Instituti Forestalis Fenniae* 113, 1-75.
- Petrini, S. 1944. Tre försöksytter i aspskog. *Meddelanden från Statens Skogsförsöksanstalt* 34(3), 309-325.
- Ryyänen, L. and Ryyänen, M. 1986. Propagation of curly-birch succeeds with tissue culture. *Silva Fennica* 20 (2), 139-147.
- Sarvas, R. 1959. Kaksi triploidista haapas ja koivua. Summary: Two triploid aspens and two triploid birches. *Communicationes Instituti Forestalis Fenniae* 49(7), 1-25.
- Wallin, A. and Iwarsson, M. 2004. Mikroförökning av björk. *Lustgården* 84, 41-54.
- Wallin, A. and Montalba, F. 1986. Micropropagation of curly birch. In: *Proceedings 6th International Congress in Plant Tissue and Culture*. Eds. Green *et al.* s. 402.
- Welander, M. 2003. Nu kan du beställa superbjörken. *Skogseko* nr 1, s. 10.
- Viherä-Aarnio, A. and Velling, P. 2001. Micropropagated silver birchs (*Betula pendula*) in the field-performance and clonal differences. *Silva Fennica* 35(4), 385-401.

SLU
Institutionen för energi och teknik
Box 7032
750 07 UPPSALA
Tel. 018-67 10 00
pdf.fil: www.slu.se

SLU
Department of Energy and Technology
Box 7032
S-750 07 UPPSALA
SWEDEN
Phone +46 18 671000
