

Kan snabbväxande löv etableras problemfritt?

Regeneration of fast growing broadleaves without problems, is it possible?



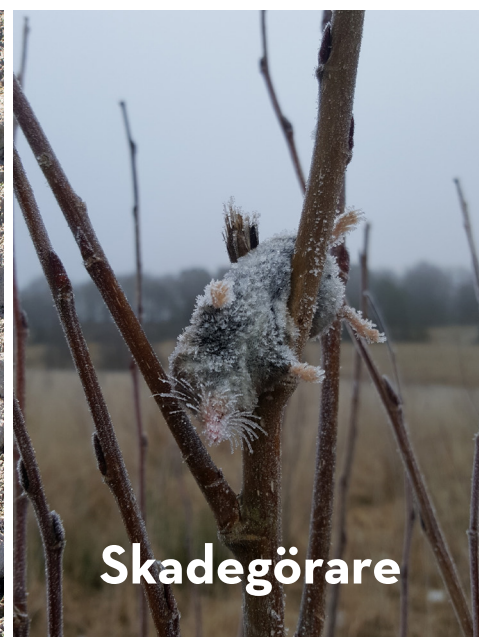
Klimat



Ståndort



Konkurrens



Skadegörare



Markberedning

Foton: Karin Hjelm & Lars Rytter/Skogforsk, Rose-Marie Rytter

Summary

Fast growing broadleaved tree species have a great potential as producers of biomass, e.g. for use as renewable energy sources. A fast and safe establishment is a key issue to produce high yielding and profitable short rotation forests. However, the establishment is still considered as the most critical stage in the management regime of fast growing broadleaved tree species. Several scientific studies have examined how to improve the establishment, while practical forestry has developed methods to find safe and cost-efficient solutions for the establishment of fast growing tree species. The aim of this study was to compile the present knowledge and experience and to identify the most important actions in a successful establishment of poplar, hybrid aspen, silver birch and alder. Results from scientific studies were gathered in a literature study and interviews were carried out among representatives from practical forestry and forest nurseries. The authors conclude that a successful establishment of fast growing broadleaves can be accomplished, provided a large engagement in the regeneration efforts and communication of current knowledge to practitioners. For a successful establishment, it is crucial to match tree species, genetical material and plant type to site properties. Proper soil treatments must be carried out to control competing vegetation and to reduce damage by rodents. Deer browsing must be kept at an adequate level, implying that poplar and hybrid aspen typically requires fencing. Still, there are issues to be solved. Plant material adapted to different climatic conditions needs to be developed. Field tests are currently established for all tree species covered by this study but the transition to commercial production of plants is trend sensitive. Further development of cost-efficient establishment methods and a broader spectra of end products is needed to reduce the economic risks of investments in fast growing broadleaves. The project was financed by the Swedish Energy Agency.



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

Redaktör: Anna Franck, anna@annafranck.se
©Skogforsk 2018 ISSN 1404-305X

Förord

Arbetsrapporten bygger på resultat från projektet ”Utvärdering av möjligheterna till snabb och problemfri etablering av snabbväxande trädslag inriktade på biomassa-produktion”, som i stort har finansierats av Energimyndighetens program Bränsleprogrammet Tillförsel (projektnummer 41814-1). Projektet initierades av Karin Hjelm och pågick under perioden 2016-04-05 till 2017-12-31. Samarbeten med andra projekt inom området har skett, bland annat med projekt i det tidigare Bränsleprogrammet Tillförsel och pågående projekt hos Skogforsk och andra institutioner. Skogforsk har även bidragit till projektet med medel via sitt ramprogram. Författarna vill passa på att tacka deltagarna i intervjustudierna som bidragit med praktisk erfarenhet och kunskap.

Ekebo 2018-03-21

Karin Hjelm, Nils Fahlvik, Rebecka Mc Carthy & Lars Rytter

Innehåll

Summary.....	2
Förord	3
Sammanfattning.....	6
Inledning.....	7
Trädslagen	9
Litteraturstudien	10
Klimat.....	11
Mark	12
Aciditet	12
Näring och vatten.....	13
Plantan	14
Förökning.....	14
Odlingsmaterial	15
Storlek, balans och typ.....	16
Närings- och vattentillstånd	18
Kvävefixering hos al	20
Markbehandling.....	21
Markberedning	21
Gödsling	22
Sådd.....	23
Nästa generation.....	25
Asp.....	25
Poppel.....	27
Al	28
Björk.....	28
Skador	29
Insekter	29
Gnagare	30
Betesdjur	31
Svamp och bakterier	33
Attityder och erfarenheter	36

Intervjustudie	37
Metod	37
Intervju med odlare i fält	37
Bakgrund	37
Typ av mark	38
Motiv för att odla snabbväxande löv	38
Plantmaterial	39
Markförberedelser	39
Plantering	41
Behandling efter plantering	41
Andra generationen	42
Skadegörare	42
Föryngringsresultat	43
Behov av kunskap och rådgivning	44
Intervju med plantproducenter	46
Plantmaterial	46
Efterfrågan	47
Konsumentrådgivning	47
Behov av kunskap	47
Syntes	48
Odlingsmaterialet	48
Markegenskaper	50
Åtgärder för en förbättrad etablering	50
Slutsatser	51
Litteraturlista	53
Bilagor 1: Intervjurunda med praktiska experter på anläggning av snabbväxande trädslag	64
Bilaga 2: Specifika frågor till plantodlare, intervjuunderlag till projektet etablering av snabbväxande löv	66

Sammanfattning

En snabb och säker etablering är en nyckelfråga för att skapa högproducerande lövbestånd med god lönsamhet och korta rotationsperioder. Emellertid har det visat sig att allvarliga problem som leder till låg överlevnad och nedsatt tillväxt fortfarande förekommer i etableringsfasen. Genom åren har åtskilliga vetenskapliga försök genomförts för att undersöka hur etableringen kan förbättras när det gäller produktivitet, ekonomi och miljö. Samtidigt har metoder utvecklats inom det praktiska skogsbruket för att hitta säkra och kostnads-effektiva lösningar.

Syftet med denna rapport var att sammanställa befintlig kunskap och presentera en syntes av säkra och effektiva lösningar för etablering av snabbväxande lövträd. Inom ramarna för projektet utfördes en litteraturstudie av publicerade forskningsresultat och handledningar samt en intervju med företrädare för plantskolor och det praktiska skogsbruket. De trädslag som i studien definierades som snabbväxande löv var poppel (både hybrider och rena arter), hybridasp, vårtbjörk och al (både klibbal, gråal och hybrid).

Att etablera bestånd med snabbväxande löv är en utmaning för markägaren. Etableringen kräver, till skillnad från flera av våra barrträd, en aktiv skötsel under de första åren. Har man som markägare inte engagemanget och kunskapen om dessa förutsättningar finns risk att etableringen misslyckas.

Intervjuerna i studien visade att det ofta är marginalmarker, där konventionellt jordbruk inte är lönsamt, som odlas. På skogsmark väljs marker där andra trädslag fungerat sämre. Eftersom snabbväxande löv i sig är ganska krävande när det gäller markegenskaper är detta i sig ytterligare en utmaning, då dessa marker ofta är fuktiga, har låga pH-värden eller är svåråtkomliga när det gäller att utföra olika åtgärder. Att matcha rätt trädslag, genetiskt material och planttyp till ståndorten samt att vidta nödvändiga åtgärder för att förbereda marken för plantering är därför av stor vikt. Dränering, vegetationsbekämpning (kemisk eller mekanisk) och skydd mot vilt är viktiga åtgärder som inte får misslyckas. Vegetationskontroll kan behövas under flera år efter plantering, inte bara för att reducera konkurrens om vatten och näring utan också för att hålla nere skador orsakade av sork. Genom att anpassa planteringsförbandet kan vegetationskontroll utföras rationellt de första åren efter plantering, till exempel genom mekanisk ogräsbekämpning mellan planteringsraderna.

Viltskador är ett stort problem och av resultaten att döma kan odling av snabbväxande löv utan hägn inte rekommenderas om inte markägaren själv har stor kännedom om viltstammar och dess rörelsemönster på den enskilda fastigheten. Ett undantag är sannolikt odling av al, men kunskapen om detta trädslag är begränsad och mer forskning behövs.

Att hitta rätt plantmaterial är också en utmaning. Urvalet av lämpliga kloner och provenienser är begränsat, utom för björk där det sker en mer aktiv förädling och där det också finns olika planttyper att tillgå. Snabbväxande löv är trendkänsliga och fluktuationer i odling över åren gör det svårt för plantproducenter att förutse marknadens behov. Det är också mer krävande att odla mindre volymer, varför man som markägare inte alltid kan få tillgång till ett specifikt plantmaterial för sin odling. Det är därför viktigt att beställa plantor i god tid.

Studiens resultat visar att det går att få en snabb och problemfri etablering av snabbväxande löv. För att gå vidare i frågan behöver vi sprida den kunskap och erfarenhet som finns, vilket också accentuerats i och med denna studie. Nytt plantmaterial anpassat för olika förutsättningar behöver utvecklas. Slutanvändningen är en annan viktig fråga som måste lyftas för att öka intresset för snabbväxande löv. Mycket fokus har legat på bioenergibiten, men råvaran kan användas till fler produkter.

Inledning

Efterfrågan på förnybara energikällor har ökat snabbt. Biomassa utgör den största delen av Sveriges förnybara resurser, följt av vattenkraft (Energimyndigheten 2013). För närvarande finns ett stort intresse för etablering av skogsbestånd som har det primära syftet att på ett hållbart sätt producera biomassa som en förnybar energikälla. Snabbväxande lövträd lämpar sig väl för produktion av biomassa, men har också potential för traditionell produktion av rundvirke. För att skapa högproducerande bestånd med god lönsamhet och korta rotationsperioder krävs emellertid en snabb och säker etablering. Erfarenheter från praktisk odling visar dock att allvarliga problem som leder till låg överlevnad och nedsatt tillväxt fortfarande förekommer i etableringsfasen. En syntes av befintlig kunskap om etablering är därför ett viktigt första steg i arbetet med att finna säkra metoder för odling av snabbväxande lövträd.

Det finns potentiellt stora arealer av både jordbruksmark och skogsmark som skulle kunna användas till skogsodling för biomassaproduktion (Rytter m.fl. 2015b). Även om den lämpliga arealen är större på skogsmark än på jordbruksmark (Larsson m.fl. 2009) har huvudintresset varit att nyttja tillgänglig jordbruksmark för etablering av lövträden. Utredningar har pekat på att det finns 300 000–500 000 ha överbliven jordbruksmark (t.ex. Larsson m.fl. 2009). Under perioden 1991–1996 planterades 12 500 ha jordbruksmark med träd och ca 15 500 ha med energiskog (Hazell 2005). Under perioden 1990–2003 var beskogningstakten 5 000 ha år⁻¹ i Sverige (Jordbruksverket 2008). Det finns emellertid en del problem med beskogning av jordbruksmark. Ofta rör det sig om många små arealer, vilket försvårar etableringen (Eriksson m.fl. 2011). Dessutom krävs en hel del insatser såsom dränering, ogräsbekämpning och stängsling för att göra marken användbar (Rytter m.fl. 2016).

Etablering av snabbväxande lövträd på skogsmark har till stor del skett efter stormen Gudrun då bidrag till återbeskogning gick att få under en period. De problem man stött på här är bland annat att kunna definiera lämplig mark med hänsyn till bördighet, vattentillgång och pH-situation, och att kombinera planttyp och markberedningsmetod för aktuell lokal (t.ex. Hjelm & Rytter 2016, Mc Carthy m.fl. 2017).

Den erfarenhet som i dag finns om odling av snabbväxande löv är framför allt kopplad till jordbruksmark och har mestadels tillkommit sedan Omställning-90 och framåt. I omställningsprogrammet gjordes en rad misstag såsom svag ståndortsanpassning för de använda trädslagen, försummad markbehandling och ogräsbekämpning, plantering med inoptimalt plantmaterial samt dåligt skydd mot vilt. De uppföljningar som gjorts visar att 76 procent av plantorna överlevde i södra och mellersta Sverige (Braf 1993) och att 66 procent av planteringarna var godkända i Skåne (Blomquist 2006).

I rapporten av Eriksson m.fl. (2011) redovisas överlevnaden för olika trädslag enligt inventeringar 2006–2009. Resultatet var bland annat följande: glasbjörk 89 procent (78–96), vårtbjörk 81 procent (39–96), gråal 90 procent (80–96), klibbal 72 procent (59–90), hybridasp 66 procent (8–100) och hybridpoppel 52 procent (26–100). Björk och al hörde således till de trädslag som klarat sig bäst. Enligt Eriksson m.fl. (2011) var följande faktorer huvudsaker till stora avgångar och skador: omfattande gnag av sork, otillräcklig markbearbetning, otillräcklig ogräsbekämpning, upprepade viltskador på grund av otillräckliga stängsel, torka, bristande kunskap om vissa trädslag och bristande praktisk kunskap om beskogning av jordbruksmark. Viltskadorna uppstod trots att skydd ofta använts men underhållet av skydden var bristfälligt. Dessutom var utbudet av

plantmaterial begränsat under perioden 1988–1992 och björk, som var det vanligaste trädslaget, planterades i många fall med olämplig proveniens. Därmed varierade överlevnaden och var ofta svag för många av trädslagen.

Under senare år har fler studier utförts för att undersöka markägares attityder till snabbväxande löv (Blomquist 2006, Jonsson 2008, Engerup 2011, Hannerz & Bohlin 2012, Lindkvist m.fl. 2012, Engelman 2015, Jönsson 2015). I attitydstudierna framkom olika motiv till att odla lövträd, till exempel viljan att sprida riskerna i sitt brukande och att minska granandelen. Andra motiv var den snabba tillväxten och möjligheten att få avverka det man planterat. Många upplevde dock att det var svårt att etablera löv och i vissa fall förekom stora avgångar. Kontentan av dessa attitydstudier är att etableringsfasen förknippas med stora risker och att det finns ett stort behov av kunskap om etablering och skötsel av snabbväxande lövträd.

Ett flertal vetenskapliga försök har genomförts för att undersöka hur etableringen kan förbättras när det gäller produktivitet, ekonomi och miljö. Samtidigt har metoder utvecklats inom det praktiska skogsbruket för att hitta säkra och kostnadseffektiva lösningar. Det finns därmed en betydande kunskapsbas att hämta information ifrån och målet med denna studie var att påvisa säkra och effektiva lösningar för beståndsetablering av snabbväxande trädslag utifrån denna kunskap.

De trädslag som i studien definierades som snabbväxande löv var poppel (både hybrider och rena arter), hybridasp, vårtbjörk (hädanefter endast kallad björk) och al (klibbal, gråal och hybrid). Studien gick ut på att samla in kunskap och erfarenheter om dessa trädslag utifrån nedanstående punkter:

- tillgång till existerande plantmaterial för olika klimatzoner
- odlingsmaterialets krav på markförhållanden, till exempel markfuktighet och surhetsgrad
- markbehandlingsalternativ för att undvika konkurrens från ogräs på olika typer av mark
- metoder för att minimera skador på plantor av smågnagare
- metoder för att skydda plantorna mot bete och fejning
- metoder för att minimera risken för angrepp av patogener

Under studiens gång har publicerad kunskap och information från nyligen avslutade experiment analyserats och intervjuer med innovativa markägare och skogsorganisationer utförts. Studien bestod av fyra delar:

- 1) Genomgång av publicerad litteratur om etablering av olika snabbväxande trädslag i tempererade och boreala regioner på norra halvklotet.
- 2) Granskning och sammanställning av nyligen avslutade eller nästan avslutade projekt i Sverige, där en betydande del av projektet behandlar etableringsfrågor för olika biomassaproducerande arter.
- 3) Intervjuer med nyckelpersoner i skogs- och jordbruk för inhämtande av praktiska erfarenheter av att etablera olika arter i olika delar av landet.
- 4) Syntes av de tre punkterna ovan.

Studien har till stor del finansierats av Energimyndighetens program Bränsleprogrammet Tillförsel och har pågått under perioden 2016-04-05 till och med 2017-12-31. Samarbeten med andra projekt inom området har skett, bland annat med projekt som ingick i det tidigare Bränsleprogrammet Tillförsel samt pågående projekt hos Skogforsk och andra institutioner. Skogforsk har även bidragit till studien med en del medel via sitt ramprogram.

Trädslagen

Short Rotation Forestry (SRF) är ett begrepp som används vid odling av bland annat snabbväxande löv. Det innebär att rotationsperioden är kortare än 30 år och att det huvudsakliga syftet är att producera biomassa (Tullus m.fl. 2012). Trädslag som skulle kunna lämpa sig för SRF är till exempel poppel, asp och al. I den här studien har vi valt att titta på samtliga av dessa trädslag samt att även inkludera björk (Figur 1). Björken är det inhemska lövträdslag som har överlägset störst utbredning i Sverige och även om dess rotationsperiod i nuläget inte understiger 30 år har den stor potential att i framtiden räknas in som ett snabbväxande löv (Haapanen m.fl. 2015).



Figur 1. De trädslag som inkluderats i sammanställningen om etablering av snabbväxande löv. Från högst upp till vänster: poppel, hybridasp, klibbal, gråal och värtbjörk. Foton: L. Rytter.

Poppel (*Populus* spp.), som innefattar ett flertal arter och hybrider, är för närvarande bland de högst producerande trädslagen i Sverige. De arter som används mest frekvent i Sverige är jättepoppel (*P. trichocarpa*), japansk poppel (*P. maximowiczii*) och balsampoppel (*P. balsamifera*), vilka samtliga tillhör sektionen *Tacamahaca* (Balsampopplar)

samt europeisk svartpoppel (*P. nigra*) och amerikansk svartpoppel (*P. deltoides*), vilka tillhör sektionen *Aigeiros* (Svartpopplar). Hybrider mellan dessa arter förekommer allmänt. Hybridasp (*P. tremula* × *P. tremuloides*) tillhör släktet *Populus* och är en korsning mellan vår svenska asp (*P. tremula*) och amerikansk asp (*P. tremuloides*). Hybridaspern kan även gå under namnet *Populus* × *wettsteinii*. Generellt sett ligger omloppstiden för arter och hybrider inom poppelsläktet på 20-25 år (Tullus m.fl. 2013). Trädslagen räknas som främmande trädarter och odlingen regleras av Sveriges skogsvårdslagstiftning (Skogsstyrelsen 2016) med anmälningsplikt vid etablering av arealer större än 0,5 ha. Det certifierade skogsbruket måste även ta hänsyn till begräsningar för användandet av främmande trädslag i certifieringsstandarder. Lagen begränsar också nyttjandet av vegetativt förökat material. Vid odling av poppel och hybridasp används ofta olika vegetativt framtagna kloner och därför är det viktigt att beakta gällande föreskrifter. Det odlingsmaterial som i dag finns tillgängligt är i huvudsak anpassat till södra Sverige, men både poppel- och hybridasbestånd har anlagts i norra Sverige med delvis goda resultat. I dag pågår ett aktivt förädlingsarbete i Sverige för både poppel och hybridasp (Haapanen m.fl. 2015).

I Sverige förekommer två alarter naturligt; klibbal (*Alnus glutinosa*) och gråal (*Alnus incana*). Omloppstiden för klibbal är runt 35 år i södra Sverige (Elfving 1986) och för gråal mellan 25-40 år (Rytter 2013). Även hybrid, som är en korsning mellan rödal (*Alnus rubra*) och klibbal, kan vara av intresse för biomassaproduktion. Fältförsök har etablerats för att utvärdera odlingsmaterial av klibbal, gråal och hybrid (Stener 2007, Rytter & Stener 2015).

För björk förekommer tre arter naturligt; vårtbjörk (*Betula pendula*), glasbjörk (*Betula pubescens*) och dvärgbjörk (*Betula nana*). Dvärgbjörken är buskformig och används inte vid skogsodling med inriktning på produktion. Sammanställningen fokuserar framför allt på vårtbjörken, som är den mest intressanta björkarten för biomassaproduktion. Vårtbjörkens omloppstid ligger runt 40–60 år men bör gå att korta avsevärt då förädlad material används. Ett aktivt förädlingsarbete för vårtbjörk bedrivs i södra Sverige (Haapanen m.fl. 2015).

Litteraturstudien

Syftet med litteratursammanställningen var att samla kunskap om etablering av snabbväxande lövträd med relevans för svenska förhållanden. Sammanställningen är resultatet av studiens delmoment:

- 1) Genomgång av publicerad litteratur om etablering av olika snabbväxande trädslag i tempererade och boreala regioner på norra halvklotet.
- 2) Granskning och sammanställning av nyligen avslutade eller nästan avslutade projekt i Sverige.

Litteraturgenomgången fokuserar framförallt på forskning utförd i Sverige och norra Europa men inkluderar även studier från andra områden inom de tempererade och boreala regionerna på norra halvklotet.

KLIMAT

Gråal, klibbal och björk är inhemska trädarter som är väl anpassade till ett borealt klimat. Gråal har en nordlig utbredning men förekommer även i Götalands inland, medan klibbalen har sitt huvudsakliga utbredningsområde i Götaland och Svealand med sporadisk förekomst längs norrlandskusten (Rytter m.fl. 2014). Gråal anses klara en lägre medeltemperatur under tillväxtsäsongen och även klara torrare förhållanden än klibbal (Rytter 1996). Klibbal är anpassad till fuktiga förhållanden och saknas närhet till grundvatten behövs en hög nederbörd för tillfredsställande produktion (Claessens m.fl. 2010). Vårtbjörk förekommer över hela Sverige utom närmast fjällen. Dess andel i förhållande till glasbjörk ökar från norr till söder (Rytter m.fl. 2014). Generellt dominerar glasbjörk över vårtbjörk vid nordligare breddgrader och under kallare och fuktigare förhållanden (Hynynen m.fl. 2010). Gråal, klibbal och björk anses vara relativt frosttåliga trädslag (Rytter m.fl. 2014). Odlingsmaterialens hårdighet inom olika geografiska områden är ett viktigt kriterium i de fälttester som görs av trädslag (Stener 2007, Haapanen m.fl. 2015, Rytter & Stener 2015).



Figur 2. Plantmaterialet som används måste vara anpassat till det klimat som råder på odlingslokalen. Bilden visar en poppelplanta som skadats av sen vårfrost. Foto: L. Rytter.

För hybridasp och poppel är kunskapen om odlingsbarhet i olika klimatlägen begränsad, särskilt vid odling i mer utsatta områden i norra Sverige. Kommersiella klonblandningar rekommenderas i dag för odling i milda klimatlägen i södra Sverige och upp till Mälardalen (Persson m.fl. 2015, Stener & Westin 2017). Både hybridasp och poppel växer länge på hösten och är därför känsliga för tidig höstfrost (Rytter m.fl. 2011a). Poppel (Figur 2) anses vara mer känslig för frost än hybridasp, men för båda trädslagen bör frostlänta områden undvikas och odling bör ske med material som är anpassat för lokalen (Rytter m.fl. 2011a). Stormskador kan vara ett problem, särskilt på jordbruksmarker där träden kan utveckla grunda rotsystem. Det finns indikationer på att poppeln är mer känslig än hybridasper (Rytter m.fl. 2011b). Rytter m.fl. (2011b) framhåller även försommartorka som ett möjligt problem vid etablering av poppel, särskilt vid plantering av sticklingar. En viktig del av pågående förädlingsprogram är att ta fram material som är anpassat för kärvare klimatlägen.

MARK

Aciditet

Markens pH-värde har betydelse vid etablering av snabbväxande löv. Olika arter har olika markkrav och är mer eller mindre känsliga för sura respektive basiska ståndorter. På jordbruksmark är pH-värdet generellt sett ganska högt, över 5, medan det på skogsmark kan vara lägre och därmed orsaka problem. I laboratorieförsök med odling i jord med olika pH-värden (Figur 3) har både jättepoppel och flera poppelhybrider påvisat en lägre tillväxt vid pH-värden under 5 och vid pH-värden under 4 var dödligheten hög (Böhlenius m.fl. 2016b, Hjelm & Rytter 2016). Det verkar som att poppel har ett ganska snävt toleransområde när det gäller pH och optimal tillväxt. I ett plantskoleförsök i Kanada sjönk torrvikten hos hybridpoppel med 33 procent vid pH 7,6 jämfört med referensen med pH strax under 6 (Timmer 1985). Vid pH 4,1 var torrvikten 76 procent lägre än referensen i samma försök. Enligt Richardson m.fl. (2014) växer arter inom poppelsläktet generellt som bäst vid pH 6–7,5. Det förekommer dock skillnader mellan arter och kloner när det gäller detta spann som behöver undersökas närmare. Hybridasp, björk och gråal verkar till skillnad från jättepoppel och andra poppelarter och hybrider ha ett bredare spann när det gäller markkrav med avseende på pH (Ericsson & Lindsjö 1981).



Figur 3. Markens pH-situation är avgörande för om framförallt poppel kan användas. I en pH-studie för poppel framkom att låga pH-värden starkt hämmade tillväxten. Till vänster ses den tidiga utvecklingen vid pH = 5,7, till höger vid pH 3,4. Foto: K. Hjelm.

Man har inte kunnat avgöra om det är pH i sig som ger upphov till problem eller om det är förekomsten av kalk, aluminium, fosfor eller andra näringsämnen och dess olika former som påverkar. Aluminium frigörs i jordar med lågt pH (4,5 och lägre) och höga halter kan ha en toxisk effekt på plantorna. Vid odling av björkplantor som utsattes för ökande koncentrationer av aluminium syntes först symptom på plantornas rötter som dog av utifrån och in, vilket påverkade ovanjordstillväxten genom ett lägre upptag av vatten och näring (Göransson & Eldhuset 1987). Troligen är poppelarterna mer känsliga för lågt pH, då de inte är anpassade på samma sätt som björk, asp och al. Försök har visat på hög känslighet av förhöjda aluminiumhalter hos hybridpoppel men också på en stor variation mellan olika kloner (Steiner m.fl. 1984). Den kraftigt sänkta tillväxten vid låga pH-värden

i studien av Timmer (1985) ansågs också vara kopplad till aluminium, med symptom som förhöjda halter av aluminium och sänkta halter av vissa essentiella näringsämnen i bladvävnaden. Böhlenius m.fl. (2016b) fann inget direkt samband mellan tillväxten hos plantor av jättepoppel och pH-värdet i sig utan kopplade en nedsatt tillväxt vid låga pH-värden till ett stort upptag av aluminium. Gödsling med essentiella näringsämnen kan eventuellt mildra de negativa effekterna av låga pH-värden (Lu & Sucoff 2001, Böhlenius m.fl. 2016b). Mer forskning behövs dock för att utreda detta.

Näring och vatten

Näringstillgången är nära kopplad till markens aciditet då olika ämnen förekommer i varierande form vid olika pH-värden och dessa former är mer eller mindre lättillgängliga för plantorna. Andra faktorer som påverkar näringstillgången är bland andra berggrund, jordart, textur och markfuktförhållanden. Jordbruksmark har ofta ett högre näringsinnehåll än skogsmark och det är också oftast lättare att tillsätta näring vid behov på jordbruksmark än på skogsmark, både rent praktiskt och på grund av det faktum att olika regler och föreskrifter gäller.

Unga plantor är extra känsliga för torksstress och avgångar kan uppkomma om vattennivåerna i perioder hamnar under plantornas rotningszon. Höga vattennivåer kan försämra syresättningen i marken, särskilt om tillståndet är långvarigt och vattnet är stillastående. Rötternas respiration är beroende av syre och dålig syresättning sänker tillväxten och kan i förlängningen leda till att träden dör (Kozlowski 1986). Markens fysiska egenskaper påverkar också trädens tillgång på vatten och syre. I täta jordar, som styva lerjordar, binds vattnet hårt i marken samtidigt som syresättningen kan vara låg. Täta jordar utgör även ett fysiskt hinder som begränsar rötternas utbredning i marken. Toleransen mot både torka och syrefattiga miljöer ökar dock med åren när plantorna väl har etablerat sig.

En hög produktion hos poppel och hybridasp kräver mark med god tillgång på både näring och vatten (Tullus m.fl. 2012, Richardson m.fl. 2014). Som exempel har jättepoppel visat på minskad höjdtillväxt och mindre bladarea på torrare marker (Borman & Larson 2002). För odling av trädslagen rekommenderas bördiga, finjordsrika marker med rörligt markvatten (Rytter m.fl. 2011a, Tullus m.fl. 2012). Tätare leror bör undvikas eftersom syresättningen av marken är låg, samtidigt som plantornas rötter har svårt att tränga igenom det täta materialet (Rytter m.fl. 2011b). För att säkerställa en god utveckling hos rötterna bör partier med högt, stillastående vatten undvikas vid plantering. (McCarthy m.fl. 2018) studerade utvecklingen hos sticklingar av poppel i krukor med olika vattennivå och fann att rötterna generellt var färre och ytligare i vattenmättade krukor. Jordbruksmarker är i regel bördiga och lämpar sig väl för odling av poppel och hybridasp. Markens hydrologiska egenskaper kan dock ha en mer avgörande roll för trädens utveckling på tidigare åkermark än näringstillgången (Tullus m.fl. 2012). I en studie med hybridasp på före detta jordbruksmark i Estland fann Tullus m.fl. (2010) att även mängden växttillgängligt vatten i djupare jordlager måste beaktas när man avgör om marken är lämplig för odling. Enligt Rytter m.fl. (2011a) kan det vara aktuellt att bryta plogsulan för att låta trädens rötter söka sig ner i marken och för att tillåta vattnet att transporteras uppåt i markprofilen.

Böhlenius m.fl. (2016a) testade olika marktyper på ett experimentfält i Skåne. I undersökningen användes en klon av jättepoppel för att studera etableringsresultatet på inhämtade volymer av torvmark, moränmark, samt ler- och sandjord från jordbruksmark. Resultaten indikerade att etablering av poppelsticklingar på jordbruksmark tycks vara oberoende av

marktexturen. Även på skogsmark med morän kan poppel etableras, men näringstillgång kan begränsa tillväxten. Okalkad torvmark gav en dålig etablering. En slutsats är att det är viktigt att få till en snabb etablering efter plantering och att mer kunskap behövs för att rätt koppla ihop planta och egenskaper hos skogsmarksjord.

Klibbal växer bra på friska och fuktiga marker men trädslaget kan också, till skillnad från många andra trädslag, växa på blöta marker. För en hög tillväxt kräver klibbalen relativt bördiga marker med djupt jordlager och rörligt markvatten (Almgren, 1990). Även gråalen växer bra på näringsrika och fuktiga marker. Gråalen anses dock ha ett något lägre behov av vatten än klibbalen och är känsligare för högt, stillastående vatten (Rytter, 1996).

I likhet med övriga trädslag växer vårtbjörk bäst på näringsrika marker med god tillgång på vatten (Hynynen m.fl., 2010). Markfuktigheten bör vara frisk med rörligt markvatten. Lutter m.fl. (2015) fann ett positivt samband mellan tillgängligt vatten i det översta jordlagret och tillväxten hos 15-åriga planteringar med vårtbjörk på jordbruksmark i Estland. Blöta marker med dålig syresättning bör dock undvikas. I uppföljningar av planteringar med vårtbjörk på tidigare jordbruksmark i Lettland var etableringen sämst på blöta och tidvis översvämmande marker (Daugaviete m.fl., 2003). Frost ansågs också ha bidragit till den dåliga etableringen på blöta marker.

Vattentillgången i marken kan även ha betydelse för nästa generation med vegetativ förökningsring. Mycket torra eller vattenmättade marker kan hämma initieringen av rotskott hos amerikansk asp (Frey m.fl., 2003). Blöta förhållanden kan också påverka skottskjutningen genom rotdöd och röta (Frey m.fl., 2003).

PLANTAN

Plantan och dess egenskaper har stor betydelse för etableringsresultatet. Både plantans morfologi och dess genetiska ursprung påverkar. Dyra plantor och bristen på tillförlitliga etableringsmetoder utgör ett hinder för storskalig etablering av snabbväxande arter (Hannerz & Bohlin, 2012).

Förökning

För att snabbt kunna ta fram plantor för tester och för produktion av kommersiella plantor krävs att förökningstakten är hög och problemfri. Flertalet arter inom poppel-släktet inklusive hybridasp och flera hybridpopplar är dioika, det vill säga enkönade. Förekomsten av han- respektive honträd i landskapet är vanligtvis ojämn och det är stora variationer i fröår, vilket påverkar fröproduktionen negativt (Bärring, 1988). Fröna är dessutom väldigt små och känsliga för förändringar i gröningsmiljön, vilket ytterligare försvårar möjligheterna att få fram plantor via frö. Däremot förökar sig dessa arter lätt vegetativt och denna förmåga nyttjar man även vid kommersiell plantproduktion. Många popplar massproduceras med hjälp av stamsticklingar (Figur 4), medan hybridasp produceras från rotskottsticklingar, adventivskottsticklingar och meristemförökning.

För flertalet poppelarter och hybrider tas sticklingsmaterialet genom klippning av häckar under vintern och sticklingarna lagras därefter i kyl eller frys innan plantering. Häckarna bör förnyas efter 3–7 år så att de förblir juvenila med en hög rotningsförmåga. Sticklingar kan även tas från toppar och grenar på unga träd i vila (så kallade ”whip-tips”) (Kaczmarek m.fl., 2014). Denna typ av sticklingar används inte så ofta för direktstickning i fält, men kan utnyttjas i produktionen av rotade täckrotsplantor. En effektiv användning av sticklingsmaterialet är viktigt för en ekonomisk plantproduktion. Böhlenius m.fl.,

(2017) fann att även kortare och klenare sticklingar kan ge vitala täckrotsplantor om produktionen kombineras med gödsling. För flertalet poppelarter kan det räcka med att sticklingarna får stå och dra i vatten något dygn innan plantering för att initiera adventivrotsbildningen, men det förekommer också behandling med hormoner och tillväxtreglerande medel för att förbättra rotbildningen (Brage Tuñón, 2009). Knoppar har också visat sig producera rotfrämjande hormoner, vilket gör att det kan vara en fördel med längre sticklingar och negativt om knoppar tas bort (DesRochers & Thomas, 2003).



Figur 4. Poppel är lätt att föröka då stamsticklingarna har god förmåga att rota sig. Foto: L. Rytter.

Massförsökning med stamsticklingar har inte varit lika framgångsrikt hos hybridasp som hos poppel. I Sverige används framförallt meristemförökning där plantor framställs från knoppmeristem i laboratoriemiljö. Metoden innehåller flera moment och är kostsam i jämförelse med användandet av stamsticklingar. Rotsticklingar av hybridasp kan också användas för att framställa plantor i plantskolor, en metod som är vanlig i Finland. Faktorer som är viktiga att påverka för att lyckas framställa plantor med rotsticklingar har undersökts för hybridasp (Stenvall m.fl., 2006, Stenvall m.fl., 2009). Stenvall m.fl., (2006) fann bland annat att rotningen försämrades med ökande diameter på sticklingen och att skottskjutningen förbättrades med ökande avstånd från stubben vid skörd. Skillnader i materialets ålder och i halten av hormon som styr rotning och skottskjutning angavs som tänkbara orsaker till dessa skillnader.

Vid produktion av björk- och alplantor är frösådd den dominerande metoden och fröplantager av både björk och al förekommer i Sverige. Fröna sås i krukor eller på friland beroende på vilken planttyp som ska produceras. Vegetativ massförökning är ett möjligt alternativ vid kommersiell plantproduktion av gråal och hybrid al (Rytter & Stener 2015). Ett försök med lövade sticklingar av gråal visade på en generellt god rotning hos olika kloner men också att rotningsförmågan verkar stå under genetisk kontroll (Huss-Danell, 1981).

Odlingsmaterial

Plantans genetiska ursprung är viktigt, till exempel när det gäller resistens mot patogener och anpassning till olika klimatförhållanden. För snabbväxande trädslag är det relativt lätt att göra urval vad gäller tillväxt, men det är svårare med egenskaper som kvalitet och resistens eftersom det tar tid att utvärdera och erfarenheten också är begränsad. Den

stora genetiska variationen hos poppel och hybridasp i kombination med intermediär till stark genetisk kontroll av egenskaperna tillväxt och fenologi är lovande inför framtida urval.

Förädlingsprogrammet för hybridasp har pågått i perioder sedan mitten av 1900-talet och för detta trädslag finns viss erfarenhet både från försöksytor och praktisk odling. Intresset för poppel har framför allt ökat under senare tid och de kloner som finns att tillgå är i huvudsak hämtade från centrala och södra Europa. Stener & Westin (2017) utvärderade den tidiga utvecklingen hos odlingsmaterial av poppel och hybridasp inom 13 olika lokaler på både skogs- och jordbruksmark från södra Sverige upp till Norrlands kustland. I studien hade hybridasp genomgående högre tillväxt och överlevnad än poppel och tycks således vara lättare att etablera. Det beror sannolikt på bättre klimatisk anpassning och högre tolerans för låga pH-värden i marken. Det senare är betydelsefullt vid plantering på skogsmark, där aciditeten ofta är hög. Överlevnaden hos poppel var särskilt låg inom de nordliga försökslokalerna och en nordförflyttning av material selekterat för södra Sverige ansågs olämplig (Stener & Westin 2017). I samma studie visade kloner av hybridasp från Finland lovande resultat för odling inom mildare lokaler i norra Sverige. Resultaten från Stener och Westin (2017) ger stöd åt dagens rekommendation som säger att de kommersiella klonerna av såväl poppel som hybridasp kan användas på milda lokaler upp till Mälardalen.

Ett norrländskt försök med nya hybridaspkorsningar har anlagts (Schüberg 2015) och här ingår även material från Lettland och Finland. Det är ännu för tidigt att visa på några resultat från det försöket. SLU och SweTree Technologies har tagit fram en elitklonmix som marknadsförs under namnet SnowTiger® (Karačić 2017). Spridningsområdet är Skandinavien och Baltikum. SnowTiger® består av ett material av jättepoppel som förädlats på SLU för de klimatförhållanden som gäller i norra Europa.

För al och björk pågår tester av odlingsmaterialens hårdighet inom olika geografiska områden (Stener 2007, Haapanen m.fl. 2015, Rytter & Stener 2015).

Storlek, balans och typ

En välbalanserad planta med tillräckligt med rötter i förhållande till ovanjordsdelen har stor potential att utnyttja en förbättrad planteringsmiljö och därmed få hög tillväxt redan från starten (Figur 5). Eftersom plantkostnaden för många av de snabbväxande arterna är hög, är vikten av en hög överlevnad och tillväxt efter plantering stor. De plantor som används vid anläggningen av snabbväxande lövbestånd härrör ofta från frö eller rotat sticklingsmaterial och odlas fram i krukor eller som barrotsplantor.



Figur 5. Det är viktigt att plantan har god balans mellan rotsystem och skott. Det gör att plantan kan etablera sig snabbt efter plantering. Foto: L. Rytter.

För vissa poppelarter är även direktstickning möjligt, vilket praktiseras i de delar av världen där poppel odlas i stor skala. En praktisk tillämpning av direktstickning av poppel skulle kunna sänka den dyra plantkostnaden. I vårt kallare klimat kan låga marktemperaturer vara ett problem vid etablering av direktsticklingar. I försök med *P. balsamifera* i Kanada fann Landhäusser (2003) att överlevnaden påverkades negativt av låga mark-

temperaturer och att rotningen helt uteblev vid $<5^{\circ}\text{C}$. Författaren drog slutsatsen att marktemperaturen kan vara en av de mest begränsande faktorerna vid föryngring med orotade sticklingar på kalla jordar inom den boreala zonen. Även stabil tillgång på vatten är viktigt för att lyckas med direktstickning (Zalesny m.fl. 2005). Övriga trädslag som tas upp i denna sammanställning är inte möjliga att direktsticka.

Ett annat sätt att minska plantkostnaden är att använda sig av mindre planttyper. För poppel har flera studier gjorts där man tittat på effekter av olika planttyper. På jordbruksmark kan etableringen fungera väl både för direktstuckna sticklingar, täckrotsplantor och barrotsplantor. I ett försök i södra Sverige fann man inga signifikanta skillnader mellan planttyperna vare sig för överlevnad eller för tillväxt (Böhlenius & Övergaard 2016). I ett annat försök växte sticklingar något bättre än barrotsplantor (Böhlenius & Övergaard 2015a), vilket kan bero på att sticklingarna inte har någon oandel att försörja vid planteringstillfället. Barrotsplantor däremot måste få kontakt med omkringliggande mark via rötterna för att kunna försörja oandelen. Denna process kan ta kraft och reducera tillväxten. I ett planteringsförsök på nedlagd jordbruksmark utanför Umeå var resultaten dock det omvända, med högre överlevnad och tillväxt för rotade sticklingar av jättepoppel (Elfving 2009). Liknande resultat har man fått för amerikansk svartpoppel i USA där tillväxten var högre för täckrotsplantor än för orotade sticklingar (Kaczmarek m.fl. 2014). Skillnaderna i resultat mellan dessa försök visar att det kan skilja sig mycket inom en och samma planttyp. De visar också att det för rotade plantor är viktigt att plantan är i balans vad gäller skott:rot-kvot för att få en säker och snabb etablering, samtidigt som både diameter, längd och planteringsdjup har betydelse för orotade sticklingar.

Vid direktstickning är det många faktorer som påverkar etableringsresultatet. Sticklingens längd, diameter och yta har stor betydelse, men även planteringsmiljö, förbehandling och genetiskt ursprung (klon) påverkar i hög grad. Dessutom samverkar dessa faktorer ofta, vilket gör det svårt att dra några generella slutsatser kring vilken sticklingstyp och metod som är mest framgångsrik. Längre sticklingar har mer kolhydratreserver att använda till etableringen och en större yta från vilken rötter kan initieras (Kaczmarek m.fl. 2014, Schuler & McCarthy 2015). Det har också visats i flera studier att en grovre diameter hos sticklingar är positivt för plantutvecklingen. En diameter mindre än 6 mm är inte att rekommendera (Dickmann m.fl. 1980). Planteringsdjupet är också en faktor som påverkar och 51 cm långa sticklingar växte bättre om de planterades ner till 30 cm djup istället för 48 cm (Kaczmarek m.fl. 2014). Dock kan detta troligtvis variera beroende på markfaktorer som markfuktighet, vegetationskonkurrens, jordart m.m. Innan plantering bör sticklingarna stå i vatten i något/några dygn för att öka rottningsförmågan (DesRochers & Thomas 2003). Väl i jorden utvecklas rötter och ovanjordsdel i olika takt och det tar därför ett tag innan plantan är i balans (Branislav m.fl. 2009). Detta medför att plantorna är känsliga under en relativt lång tid efter plantering och att överlevnaden kan påverkas under hela tillväxtsäsongen, speciellt för genotyper med låg rottningsförmåga.

Etableringen av små täckrotsplantor av vårtbjörk (5-10 cm) har också studerats på jordbruksmark (Karlsson 2002). Överlevnaden var låg om plantorna planterades utan markbehandling, men ökade med ökad markbehandlingsintensitet. Slutsatsen av försöket var dock att plantorna var i minsta laget och rekommendationen var att använda större plantor som snabbare växer ifrån konkurrerande vegetation. Grova plantor snarare än höga verkar vara att föredra då stamdiameter och stamvikt visat sig vara bra indikatorer på hur björkplantor presterar efter utplantering (Aphalo & Rikala 2003).

Etablering på skogsmark är betydligt mer osäker än etablering på jordbruksmark. Det beror på en mer varierad etableringsmiljö och fler faktorer som är svåra att kontrollera. Få svenska studier har undersökt effekterna av olika planttyper av löv på skogsmark. För poppel verkar kortare sticklingar vara svåretablerade, medan längre sticklingar (> 50 cm) och rotade täckrots- eller barrotsplantor fungerade bättre (Böhlenius & Övergaard 2016, Mc Carthy 2016).

Användning av täckrotsplantor är vanligt vid plantering av hybridasp i Sverige. Växtplatsen har betydelse för vilken storlek på plantan som bör användas. Eftersom plantering ofta sker i miljöer med mycket vegetation rekommenderas stora plantor (>50 cm) med en god balans mellan rot och skott (Persson m.fl. 2015).

Vad gäller al och effekter av planttyper så finns få studier gjorda i Sverige. I Washington, USA, har rödal odlats under en längre period. Plantornas stamdiameter verkar vara en av de viktigaste parametrarna för en hög plantöverlevnad och tillväxt hos rödal (Dobkowski 2006). En grov stamdiameter indikerar ett större lager av kolhydratsreserver, som innebär att plantan kan utveckla ett väl fungerande rotsystem innan lövsprickning. Något som också är av stor vikt för alplantor är att de är försedda med kvävefixerande rotnölar och att rotsystemet är välförgrenat med mycket finrötter (Dobkowski 2006).

Sammanfattningsvis kan man konstatera att i likhet med den forskning som bedrivits på barrplantor verkar lövträden följa samma mönster, det vill säga att rotade mindre plantor kan etablera sig snabbare på grund av att de är mer välbalanserade med avseende på skott:rot-kvoten, men att de samtidigt är mer känsliga för stress orsakad av både biotiska och abiotiska faktorer än större plantor (Johansson m.fl. 2007, Johansson m.fl. 2015). Sticklingar påverkas både av storlek och av planteringsdjup. Val av markbehandling har stor betydelse för etableringsresultatet. Ju mindre planta, desto viktigare är markbehandlingen både på jordbruksmark och på skogsmark.

Närings- och vattentillstånd

Näringsstillståndet hos plantan är viktigt för dess etablering och utveckling. Flera näringsämnen är essentiella för växten men mängden som krävs för att täcka behovet skiljer sig markant mellan olika ämnen. Kväve, kalcium, kalium, fosfor, svavel och magnesium behöver växterna i relativt stora mängder. Andra ämnen som är mycket viktiga för växtens funktion men som endast behövs i små mängder är bland annat järn, mangan och zink. I plantskolorna tillförs essentiella näringsämnen för att skapa vitala plantor. Balanserade givor med rätt proportioner mellan näringsämnen är viktigt för att undvika bristsymptom. Proportionerna mellan näringsämnen kan också användas i plantskolan för att påverka plantans morfologi (Rytter 2007). Det kan till exempel vara en fördel med en låg skott:rot-kvot om tillgången på vatten kan tänkas bli ett större problem än konkurrerande vegetation efter plantering (Rytter m.fl. 2003). Vid brist på kväve, fosfor och svavel ökar plantan andelen rötter i förhållande till ovanjordsdelen, medan det motsatta sker vid brist på kalium, magnesium och mangan (Ericsson & Kähr 1995). Plantorna laddas vanligtvis med näringsämnen under den sista tiden i plantskolan för att ha med sig en reserv som kan utnyttjas under etableringen. Täckrotsplantor kan också ha med sig en mindre näringsreserv i substratet. Växtplatsens tillgång på näring blir med tiden allt mer avgörande för plantans näringsstillstånd och utveckling. Kväve är det ämne som oftast begränsar tillväxten på skogsmark, men brist på fosfor är också vanligt förekommande.

Optimal tillgång på fosfor ligger för björk runt 13 fosfor:100 kväve (Tabell 1) och bristsymptom ses som gulnande löv. Vid låg tillgång ökar rotttillväxten på bekostnad av

ovanjordsdelen (Ericsson & Ingestad 1988). Lyxkonsumtion av fosfor kan förekomma vid hög tillgång. Fosfor är bundet i marken och förekommer i olika former beroende på pH. Fosfor kan vara en brist för poppel på skogsmark då värdena visat sig ligga under det som anses optimalt i flera försök (Böhlenius m.fl. 2016b, Hjelm & Rytter 2016). Vid låga pH-värden och höga aluminiumhalter kan upptaget av fosfor påverkas negativt även för björkplantor med tillväxtnedsättningar som följd (Clegg & Gobran 1995).

Tabell 1. Viktsproportioner (kväve = 100) av näring som tagits upp av fröplantor vid fri tillgång. Tabellen har hämtats från Ingestad (1991). Senare studier har visat att de lägsta relativa mängder som krävs för maximal tillväxt är lägre vid strikt kontrollerade försök. Proportionerna som listas här kan betraktas som "säkra" under fältförhållanden.

Makronäringsämnen		Mikronäringsämnen	
Näringsämne	Relativt värde	Näringsämne	Relativt värde
Kväve (N)	100	Järn (Fe)	0,7
Kalium (K)	65	Mangan (Mn)	0,4
Fosfor (P)	13	Bor (B)	0,2
Svavel (S)	9	Zink (Zn)	0,06
Magnesium (Mg)	8,5	Koppar (Cu)	0,03
Kalcium (Ca)	7	Molybden (Mo)	0,007

Kalium ingår inte i någon stabil molekylstruktur utan tas upp i ren form av plantan. Ämnet är viktigt för bland annat fotosyntesen, stomatas funktion och för att aktivera enzymer. Brist på kalium leder till nedsatt fotosyntes, minskad tillväxt och omallokering av biomassa med fokus på ovanjordsdelen. Vid brist gulnar löven och nekros uppstår längs bladkanterna. Det lägsta kaliuminnehållet som krävdes i björklöv för att inte tappa i tillväxt uppgick till 1,2 procent av torrvikten. Vid fri tillgång till kalium uppgick halterna till 2,64–4,24 procent av torrvikten. Förhållandet mellan kalium och kväve ska ligga på 23:100 eller högre hos björk (Ericsson & Kähr 1993), men för att säkerställa att kaliumbrist inte uppstår komponeras gödselmedel med en betydligt högre kaliumandel.

Lägsta möjliga bladinhåll av magnesium hos björkplantor för att inte tappa i tillväxt ligger runt 1,8 mg/g torrsvikt (Ericsson & Kähr 1995). Bristssymptom är gulnade, döende löv. Äldre löv påverkas tidigare än nya löv. På sura jordar ökar läckaget av magnesium och brist kan uppstå. Den negativa effekten av aluminium kan öka om tillgången till magnesium är begränsad, men responsen hos olika trädslag varierar beroende på huruvida de är anpassade till att växa på surare marker eller inte (Göransson & Eldhuset 1991).

Gödsling i samband med plantering av snabbväxande trädslag kan säkerställa tillgången på näringsämnen hos plantan och stimulera tillväxten (Brown & van den Driessche 2002, Guillemette & DesRochers 2008). För att förbättra effekten av gödslingen och för att undvika bristsymptom kombineras normalt flera näringsämnen i samma giva. Kväve tillsammans med fosfor och kalium är en vanlig kombination. Gödsling i samband med plantering kan också innebära ökad konkurrens från markvegetationen varför det bör ske med försiktighet.

Plantans vattenstatus kan ha avgörande betydelse för rotningen och etableringen, särskilt då tillgången på fukt i marken är låg. Hos täckrotsplantor kan substratet runt plantans rötter förses med en vattenreserv före plantering. Denna reserv kan ge täckrotsplantan bättre förmåga att klara av torkstress i samband med plantering jämfört med barrotsplantan (Grossnickle & El-Kassaby 2016). Helenius m.fl. (2005) fann att fukthalten i substratet hos täckrotsplantor av gran (*Picea Abies*) hade betydelse för plantans överlevnad och tillväxt. Både tillväxten hos rötterna och plantans höjdtillväxt simulerades av en ökad andel vatten i substratet men för rottillväxten fanns det en övre gräns.

Vattenstress kan ha en negativ påverkan på rotningen hos sticklingar av poppel (Puri & Thompson 1989). Ett sätt att stimulera rottningsförmågan hos poppel är att låta sticklingarna dra åt sig vatten innan plantering (Puri & Thompson 1989, DesRochers & Thomas 2003), vilket också rekommenderas i praktiken. Sticklingarna får då en vattenreserv som kan användas till dess att plantans egna rötter kan bidra till plantans vattenförsörjning. I Sverige används framför allt rotade sticklingar vid plantering av poppel, medan föröng-ring med orotade sticklingar är vanligt förekommande i länder med omfattande poppel-odlingar. Som ett exempel rekommenderar Hansen m.fl. (1983) en blötläggning under 7–14 dagar innan plantering vid praktisk tillämpning i USA.

Kvävefixering hos al

Alen kan tillgodose en stor andel av sitt kvävebehov genom symbios med kvävefixerande bakterier inom släktet *Frankia* (Figur 6). Genom symbiosen får trädet tillgång till atmosfäriskt kväve som fixeras i rotnölar, så kallade noduler. Kvävefixeringen kan stå för en betydande del av alens behov av kväve (Beaupied m.fl. 1990, Uri m.fl. 2011). I en SRF-studie med gråal på tidigare åkermark i Estland uppmättes kvävefixeringen till ca 150 kg N ha⁻¹ år⁻¹ och stod för drygt 70 procent av trädens årliga behov av kväve (Uri m.fl. 2011). Kvävefixeringen kan även ge upphov till en ackumulering av kväve i marken (Yamaya 1968, Uri m.fl. 2011). Alens förmåga att tillgodose sig med atmosfäriskt kväve bör vara en fördel vid etablering på kvävefattiga marker. Ett sätt att säkerställa symbios med kvävefixerande bakterier är att inokulera plantorna med *Frankia* i plantskolan. I ett fältförsök i Amerika jämfördes kloner av bland annat gråal och klibbal med och utan inokulering med *Frankia* före plantering (Hendrickson m.fl. 1993). Hos några av de kloner som inokulerats med *Frankia* uppmättes signifikant högre produktion av biomassa fem år efter plantering jämfört med den obehandlade kontrollen. Skillnaden i tillväxt mellan al-kloner var emellertid stor och författarna drog slutsatsen att stora tillväxtvinster framförallt står att finna i förädling av snabbväxande kloner. Dessutom uppstår nodule-ring ofta spontant efter plantering, eftersom *Frankia* förekommer naturligt på de flesta marker (Huss-Danell & Frej, 1986). Symbiosen mellan al och kvävefixerande bakterier påverkas av ståndortsfaktorer. Låga pH-värden i marken verkar hämma noduleringen hos al (Griffiths & McCormick 1984). I ett försök med klibbal uppmättes den högsta nivån av nodulering hos plantor vid pH 5,5–7,2 (Griffiths & McCormick 1984). Kvävefixeringen hos al har också visat sig påverkas negativt av vattenstress (Sundström & Huss-Danell 1987).



Figur 6. Träd inom alsläktet har en förmåga att binda luftkväve i symbios med bakterien *Frankia*. Bilden visar en rotnöl på en klibbalrot.
Foto: L. Rytter.

Kvävefixeringen hos gråal kan påverkas negativt av gödsling med stora kvävegivor (Granhall m.fl. 1983, Rytter m.fl. 1991). Lägre doser kan däremot ha en stimulerande verkan på fixeringen av atmosfäriskt kväve (Ingestad 1980, Rytter m.fl. 1991). Ingestad (1980) föreslog därför gödsling med en väl avvägd kvävegiva som ett sätt att påskynda etableringen och öka produktionen hos gråal.

En möjlighet att restaurera mager mark och göra den mer bördig är att plantera kvävefixerande arter. För att undersöka detta anlades i slutet av 1970-talet försök med gråal och alaskalupin (*Lupinus nootkatensis*) på två hedar i Norrbotten, som tidigare hyst en mer näringskrävande flora. Analyser visade att de kvävefixerande arterna bidragit till högre halter av olika kväveformer och kol i marken. Resultatet var i god överensstämmelse med förväntningarna vid introduktionen av försöket (Myrold & Huss-Danell 2003, Hiltbrunner m.fl. 2014).

MARKBEHANDLING

Markberedning

Innan man påbörjar plantering av ett snabbväxande lövbestånd måste marken prepareras väl. Ogräsbekämpning är viktigt, inte bara för att reducera konkurrens utan också för att minska risken för skador orsakade av gnagare och svampangrepp som kan gynnas av mycket vegetation. På jordbruksmark kan markberedning utföras antingen mekaniskt eller kemiskt, men också som en kombination av båda. På skogsmark är användningen av herbicider starkt reglerad. Mekanisk markberedning reducerar mängden konkurrerande vegetation men påverkar också markens fysikaliska egenskaper på olika sätt och effekten varierar beroende på trädslog och ståndort (Löf m.fl. 2012).

Flera försök har visat på att vegetationsbekämpning och markberedning har positiva effekter på etablering och tidig tillväxt vid föryngringar av poppel (Czapowskyj & Safford 1993, Coll m.fl. 2007, Bilodeau-Gauthier m.fl. 2011, Broeckx m.fl. 2012, DesRochers & Sigouin 2014). Vegetationen kan utgöra ett särskilt stort problem vid föryngring på bördiga, före detta jordbruksmarker. I ett försök med poppel på nedlagd åkermark planterades både sticklingar och barrotsplanter efter mekanisk vegetationsbekämpning och i parceller som täckts med väv av polypropylen (Böhlenius & Övergaard 2015a, b). Mekanisk ogrärensning förbättrade höjdtillväxten med 100 procent jämfört med obehandlad kontroll medan väven gav 200 procent bättre höjdtillväxt. Överlevnaden var 100 procent inom samtliga försöksled. Rytter m.fl. (2015a) studerade etablering av poppel på jordbruksmark i södra Sverige där täckning med plast som prepareringsmetod jämfördes med obehandlad kontroll. Täckning med plast gav inledningsvis en lägre överlevnad än kontrollen, men efter 5 år var läget det omvända. Troligtvis har plasten begränsat vattentillgången för plantorna alldeles efter plantering men har senare hindrat ogräs från att konkurrera. Slutsatsen blir att plast ger ett skydd mot konkurrerande ogräs men att den initiala vattenförsörjningen inte får begränsas, vilket kan ske vid plantering under torra perioder. I ett björkplanteringsförsök på nedlagd åkermark jämfördes mark utan markberedning med mark behandlad med harv, plöjning och bortforsling av matjord i kombination med och utan herbicider (Karlsson 2002). Herbiciderna hade endast effekt om marken inte var mekaniskt behandlad innan, i övrigt ökade överlevnad och tillväxt med ökad markberedningsintensitet. Plöjning gav bäst etableringsresultat. I ett delförsök applicerades inversmarkberedning istället för plöjning med liknande resultat. I Finland studerades olika metoder för att begränsa vegetationen vid plantering av vårtbjörk på

åkermark (Hytönen & Jylhä 2005). I försöket avtog tillväxten linjärt med ökad täckningsgrad hos markvegetationen medan överlevnaden framförallt påverkades negativt först vid höga täckningsgrader.

På skogsmark är erfarenheterna relativt begränsade vad gäller markberedning och plantering av snabbväxande löv. Behandlingen kan inte utföras med samma intensitet som på jordbruksmark och användningen av herbicider är starkt reglerad och utförs sällan. Möjligheten att nyttja marktäckning är också starkt begränsad. Försök visar dock på att intermittenta metoder som högläggning och inversmarkberedning, där planteringspunkten består av en omvänd torva på en något upphöjd punkt, är de metoder som fungerar bäst (McCarthy 2016) (figur 7). Inversmarkberedning och högläggning kan utföras med grävare eller ett speciellt högläggningsaggregat och kan användas på både skogs- och jordbruksmark. I en kanadensisk undersökning med förnygring av hybridpoppel på skogsmark testades markberedning med olika intensitet i kombination med trimning av gräs och gödsling (Bilodeau-Gauthier m.fl. 2011). Markberedningen gav högre överlevnad och tillväxten ökade med ökande intensitet på markberedningen, där högläggning var den mest radikala metoden. Varken gödsling eller trimning av gräs ansågs kunna kompensera för en dåligt utförd markberedning. Markberedningens positiva effekter på överlevnad har också observerats i försök med björk planterad på skogsmark (Bergquist m.fl. 2009). Inversmarkberedning gav minst lika bra resultat som en mer traditionell metod där mineraljorden frilades.



Figur 7. Högläggning har visat sig vara en bra metod för att etablera lövplantor på frisk och fuktig skogsmark. Foto: K. Hjelm.

Det finns få undersökningar av markbehandling i samband med plantering av al. Försök med rödal visar att en begränsning av vegetationskonkurrensen under de första åren efter plantering kan vara avgörande för om planteringen lyckas eller inte (Dobkowski 2006).

Gödsling

Innan en planta har hunnit rota sig efter plantering kan stress uppstå då trädet inte förmår ta upp näring och vatten i tillräckliga mängder. Gödsling i samband med plantering kan vara ett sätt att förbättra etableringen och plantans initiala tillväxt. Behovet av gödsling kan förväntas vara större på skogsmark än på tidigare jordbruksmark, där

tillgången på näring i regel är god. På skogsmark anses kväve vara det näringsämne som begränsar tillväxten mest i svenska skogar (Bergh m.fl. 1999). När det gäller etablering av poppel på skogsmark verkar det som att fosfor också kan vara begränsande för tillväxten (Hjelm & Rytter 2016).

Gödslingens effekt på plantornas överlevnad har gett varierande resultat. Till exempel hade gödsling ingen eller negativ effekt på överlevnaden hos sticklingar med jättepoppel i ett försök på åkermark i Sverige (Böhlenius & Övergaard 2014). Gödselmedlet applicerades nära sticklingarna och skadliga saltnivåer framhölls av författarna som en tänkbar orsak till resultatet. I ett försök med amerikansk asp i Kanada var överlevnaden upp till 12 procent högre hos gödslade än hos ogödslade plantor och gödslingen ansågs vara positiv för etableringen (van den Driessche m.fl. 2005). I ett annat försök med amerikansk asp var överlevnaden lägre hos gödslade plantor, något som förklarades med en ökad torkstress hos plantorna till följd av gödslingen (van den Driessche m.fl. 2003). Andra faktorer än näringsstatus kan således vara viktiga att väga in vid beslut om gödsling i samband med plantering.

Försök med *Populus*-arter har visat på en positiv effekt av gödsling på plantornas tillväxt (Brown & van den Driessche 2002, van den Driessche m.fl. 2005, Guillemette & DesRochers 2008). Andra åtgärder än gödsling kan dock ha större betydelse för plantornas utveckling i samband med etablering av snabbväxande trädslag. Bilodeau-Gauthier m.fl. (2011) studerade hur tillväxten hos hybridpoppel på skogsmark påverkades av kombinerade behandlingar med markberedning och gödsling. Endast i kombination med den mest intensiva markberedningen gav gödslingen en positiv effekt på plantornas tillväxt. Ett annat försök med hybridpoppel i Kanada visade på betydligt högre tillväxt om gödsling kombinerades med klippning av vegetationen (Czapowskyj & Safford 1993).

Ett problem då gödsling sker i samband med plantering är att även vegetationen gynnas och åtgärden kan få motsatt effekt på plantans utveckling. Gödsling som utförs innan träden har hunnit utveckla sina rotsystem ökar också risken för läckage av näringsämnen. En begränsning av gödslingen till området närmast plantorna och användandet av gödslingspreparat som successivt frigör näringen i takt med plantans tillväxt skulle kunna minska dessa problem (Jacobs m.fl. 2005).

Gödsling kan också stimulera tillväxten hos nästa generations vegetativa förnygring. I ett försök med amerikansk asp ökade torrvikten hos rotskotten vid gödsling medan antalet skott inte skilde sig från den obehandlade kontrollen (Fraser m.fl. 2002). Johansson & Hjelm (2014) studerade effekten av gödsling på tillväxten hos stubbskott uppkomna efter avverkning av 20-åriga poppelbestånd. Försöket omfattade fem behandlingar; från ogödslat till gödsling två gånger med 150 kg N ha⁻¹. Den kraftigaste gödslingen gav 33–57 procent högre skottbiomassa än den ogödslade kontrollen medan de övriga svagare behandlingarna inte gav någon effekt på dessa äldre stubbar.

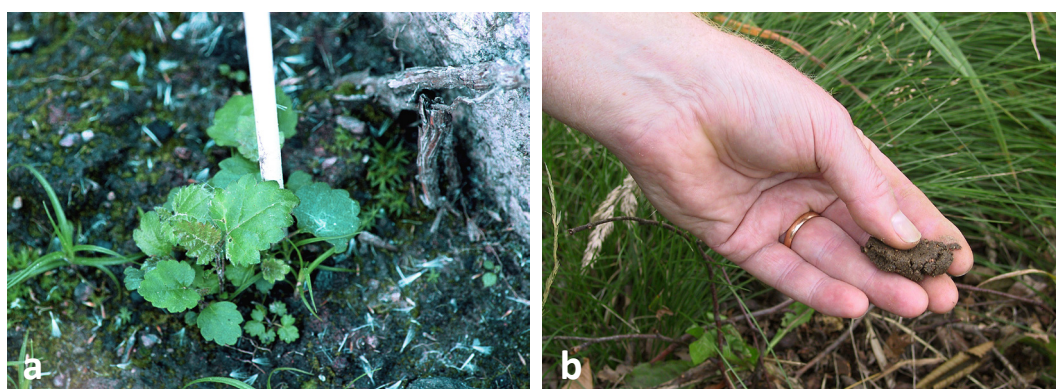
SÅDD

Björk har god förmåga att förnygra sig naturligt och uppslaget blir ofta rikligt vid förnygringsavverkning. En naturlig förnygring kan bli betydligt billigare än en plantering av björk. Det finns dock flera faktorer att ta hänsyn till för att lyckas med en naturlig förnygring. Enligt Karlsson (2003) är det viktigt att utföra en markberedning under år med god fröproduktion och att den sker innan fröfallet. Avståndet till fröträden är en annan viktig faktor, eftersom björkens fröfall avtar snabbt med ökande avstånd till fröträdet (Karlsson 1995). Enligt praktiska rekommendationer sker ett rikligt fröfall inom två trädängder

från fröträdet (Karlsson 1995) och en tillfredställande naturlig föryngring kan förväntas inom 50 m från en beståndskant med fröträd (Karlsson 2003). För att uppnå bästa resultat vid naturlig föryngring kan det också vara aktuellt att hägna mot vilt (Karlsson 2003).

Sådd kan vara ett ekonomiskt fördelaktigt alternativ till plantering av björk men samtidigt anses metoden vara mer osäker (Stener 2003). Till skillnad från naturlig föryngring går det att använda förädlat material vid sådd. Sådd av björk har undersökts på både nedlagd jordbruksmark och skogsmark. Karlsson (1996) studerade sådd och naturlig föryngring på gräsbevuxen, före detta åkermark i södra och norra Sverige. Bland försöksleden ingick olika typer av markberedning och ytbehandlingar. Om ingen behandling utfördes var resultatet av sådden dåligt. Även för olika typer av markberedning varierade resultaten. Förekomsten av matjord visade sig vara av betydelse för både etablering och tillväxt. Överlevnaden var högst vid sådd i bar mineraljord, det vill säga då matjorden hade avlägsnats eller då den övre jordprofilen vänts upp och ned. Den högre graden av överlevnad förklarades delvis med att kolonisationen av konkurrerande vegetation fördröjdes då matjorden avlägsnades. Förekomst av matjord i såddfläcken var däremot positivt för den etablerade plantans tillväxt. Troligtvis var näringstillgången sämre och problemen med uppfrysning större vid sådd i bar mineraljord (Karlsson 1996). Applicering av torv på såddfläcken hade en positiv effekt på etableringen, medan herbicidbehandling enbart hade en positiv effekt om den inte följdes av en markberedning.

Stener (2003) presenterade resultat från 16 försök med sådd av förädlat material av björk på skogsmark i södra Sverige. Efter den första tillväxtsåsonen fanns det i medeltal levande plantor på 47 procent av såddfläckarna inom försöken men variationen mellan lokalerna var stor (23–89 procent). Andelen såddfläckar med levande plantor sjönk något efter den andra tillväxtsåsonen men resultaten ansågs ändå visa på en potential för sådd som metod vid föryngring av björk. I studien ingick även en bedömning av såddfläckens egenskaper. Resultaten tyder på att etableringen gynnas om såddfläcken utgörs av ren mineraljord och om sådd sker på de lägre liggande delarna av mikroståndorten (Figur 8a). Blöta partier bör dock undvikas. Stener (2003) rekommenderar sådd i 1 x 2 m förband och i varje såddfläck placeras ca 25 frön som är blandade i en klump av finjord (Figur 8b).



Figur 8. a) Björksådden gynnas om såddfläcken består av ren mineraljord och om sådden sker på de lägre liggande delarna av mikroståndorten som emellertid inte får vara blöta. b) Vid sådd av björk är det lämpligt att blanda fröna med något bindande jordmaterial för att kunna hantera dem. Foton: L. Rytter.

Även al går att föryngra genom sådd men det finns få studier som behandlar sådd av gråal och klibbal i Norden. Gråalen har god förmåga att etablera sig på bar mineraljord, men etableringen påverkas negativt av konkurrerande vegetation och humus eftersom fröna är små med begränsade resurser (Rytter 1996).

NÄSTA GENERATION

Etableringen av den första generationen av snabbväxande lövträd är ofta förknippad med höga kostnader. Föryngringsmaterialet är vanligtvis betydligt dyrare än för barrplantor och därtill kommer kostnader för hägn och en adekvat markbehandling för att kontrollera vegetationen. I och med de höga kostnaderna för föryngringsmaterialet rekommenderas relativt glesa förband vid praktisk föryngring. I nästa generation finns det däremot möjlighet att utnyttja trädens förmåga till vegetativ förökning. Den vegetativa förökningen hos klippal och björk sker framförallt genom stubbskott. Även hos de odlingsmaterial av poppel som används i Sverige dominerar stubbskott. Hos asp och hybridasp är rotskott vanligast förekommande. Hybridasp erbjuder en särskilt god möjlighet att bygga nästa generation på vegetativ föryngring eftersom uppslaget av rotskott vanligtvis är omfattande. Då skotten utgår ifrån trädets rotsystem, sprids uppslaget dessutom jämnt inom beståndet. Med en tät och jämn föryngring är möjligheten att välja inriktning för den fortsatta skötseln god. Uppslaget av stubbskott kan också vara rikligt men skottens fördelning över arealen är beroende av förbandet i föregående generation, vilket vanligtvis är gles hos snabbväxande lövträd. Stubbskott kan också drabbas av dålig stamform och problem med stabilitet.

Asp

Aspen har långa, ytliga rötter och förmåga att producera rotskott (Figur 9) vid en störning såsom en avverkning eller bränning (Bärring 1988). Aspen skjuter framförallt skott från klenare rötter med en diameter på <2 cm och från rötter som ligger på ett grunt jorddjup (<4 cm) (Langhammer & Opdahl, 1990). Bildandet av rotskott stimuleras då den apikala dominansen från trädets ovanjordsdel bryts (Farmer 1962, Frey m.fl. 2003). Troligtvis styr förhållandet mellan olika hormoner i rotsystemet initieringen av skott, där höga halter av auxin verkar hämmande medan höga halter av cytokinin i förhållande till auxin verkar stimulerande (Frey m.fl. 2003). Genom den apikala dominansen från trädets ovanjordsdel hålls hormonet auxin på en hög nivå i roten. I en studie med amerikansk asp användes plantor för att studera hur avlägsnandet av olika ovanjordsdelar påverkade skottskjutningen (Wan m.fl. 2006). Initieringen av rotskott var betydligt större då hela ovanjordsdelen kapades jämfört med då enbart knoppar och blad avlägsnades.



Figur 9. Asp och inte minst hybridasp har stor förmåga att föryngra sig med rotskott. Dessa kan ofta uppgå till fler än 100 000 ha⁻¹ efter det första året. Foto: L. Rytter.

Initieringen av skott verkar ske snabbare vid hög jämfört med låg marktemperatur medan lufttemperaturen spelar liten roll för antalet anlag (Fraser m.fl. 2002). Kalla jordar under boreala förhållanden kan således försena skottbildningen, vilket kan ha betydelse för skottens förmåga att konkurrera med vegetationen. Försök med gödsling har visat att näringstillgången i marken har liten påverkan på antalet skottanlag hos amerikansk asp (Fraser m.fl. 2002) medan Landhäusser m.fl. (2010) fann att en hög grad av nitrifikation hade en stimulerande effekt på initieringen av skott. Brand förknippas med en snabb nitrifikation och enligt författarna kan detta vara ett sätt för asp att snabbt reagera på en störning och kolonisera området. Det finns begränsat med studier om hur markfuktigheten påverkar initieringen av stubbskott men extremer med mycket torra eller mycket fuktiga markförhållanden vid tidpunkten för bildandet av skottanlag är hämmande (Frey m.fl. 2003).

Avverkningssäsongen har betydelse för förmågan att bilda skott och en avverkning under vinterperioden stimulerar initieringen av skottanlag (Bärring 1988, Mulak m.fl. 2006). En tänkbar förklaring är den lägre halten av auxin i rötterna under vintern (Mulak m.fl. 2006). För att initieringen av skottanlag ska bli så stor som möjligt bör samtliga träd i det föregående beståndet avverkas (Stoeckeler & Macon 1956). Kvarlämnade träd kan troligtvis utöva apikal dominans via kontaktpunkter i rotsystemet och hämma initieringen av skott (Frey m.fl. 2003). Att ringbarka träd är mindre effektivt för att initiera skott än att kapa trädet helt (Doucet 1989). I ett försök med ringbarkning av amerikansk asp drog Wan m.fl. (2006) slutsatsen att auxin kan transporteras till rotsystemet genom att passera den ringbarkade delen via xylemet.

En snabb initial tillväxt hos rotskotten kan vara avgörande för deras förmåga att konkurrera med annan vegetation. Det finns ett positivt samband mellan skottens tillväxt och temperatur, näringstillgång, ljustillgång och av halten av kolhydrater i roten (Doucet 1989, Frey m.fl. 2003). Halten av kolhydrater i roten varierar över året. Den är som störst under senare delen av hösten och som lägst på våren efter knoppsprickning, då resurserna förbrukas i ovanjordsdelen (Landhäusser m.fl. 2006). Avverkning under vintern när förrådet av kolhydrater är stort förser skotten med extra resurser för tillväxt samtidigt som halten av auxin är låg. Att välja en avverkningstidpunkt som minskar körskadorna på marken kan dock vara av större betydelse för ett lyckat föryngringsresultat (Mundell m.fl. 2008). I samband med avverkning bör större ansamlingar av avverkningsrester undvikas eftersom de kan hämma skottens utveckling (Shepperd 1996). Avverkningsrester försämrar troligtvis skottens utveckling genom en lägre marktemperatur och genom att utgöra ett fysiskt hinder (Doucet 1989). Markberedning kan gynna uppkomsten av rotskott hos asp men mekanismerna bakom detta är inte undersökta i någon större omfattning. Frey m.fl. (2003) tar upp orsaker som en högre marktemperatur, gynnsammare närings- och markfuktförhållanden, mindre vegetation och en fragmentisering av rotsystemet. En kraftig vegetation har visat sig hämma skottskjutningen hos amerikansk asp (Landhäusser m.fl. 2007). Färre skott tog sig igenom gräset och konkurrensen från gräset minskade tillväxten hos de skott som tog sig igenom.

Avverkningsintervallet kan ha betydelse för uthålligheten i produktionen av rotskott. Föryngring med rotskott av asp kan innehålla en ansevärd biomassa och möjliggör därför energivedsuttag med korta intervall. Perala (1979) fann att produktionen och förmågan att skjuta skott minskade kraftigt för amerikansk asp vid avverkning med mycket korta intervall och rekommenderade intervall på minst 15 år. Det finns få studier över skottskjutningens uthållighet för hybridasp under nordiska förhållanden. I ett försök som anlades med hjälp av tidigare planterade bestånd var antalet rotskott i medeltal 63 500 ha⁻¹

två år efter avverkning (McCarthy & Rytter 2015). En annan studie med hybridasp i Sverige visade också att den andra rotskottsföryngringen kan ge tillfredställande resultat. I studien hade den andra generationens rotskottbestånd producerat lika mycket skott och biomassa som generationen innan (Rytter & Rytter 2017). Samtidigt var det små skillnader i totalproduktion mellan olika omloppstider (4, 8 och 16 år). Det indikerar att det finns en stor flexibilitet i den tidiga skötseln utan att det inverkar menligt på produktionen. Skötseln av hybridasp i Sverige är vanligen inriktad på omloppstider runt 25 år.

I syfte att utröna hur hybridaspbeståndens genetiska sammansättning förändras efter rotskottsföryngring studerades klonsammansättningen i tredje generationens hybridasp på två lokaler (Stener m.fl. 2018). Resultaten visar att balansen mellan ingående kloner förändras efter två generationer. Vissa kloner försvinner nästan helt, andra bibehåller sitt inslag medan andra blir allt vanligare. I medeltal hade rotskotten spridits 15 m från ursprunglig stubbe och den maximala spridningslängden var 49 m. Slutsatsen var att planteringsmaterialet bör bestå av många obesläktade familjer och att antalet kloner bör vara fler än de 5–8 som vanligtvis används i dag för att i framtiden undvika betydande klonspecifika skador vid lågt klonantal.

Poppel

Skottskjutning hos poppel är inte lika väl undersökt som hos asp. Popplar är dessutom ett samlingsbegrepp för flera olika arter och hybrider och man måste därför beakta biologiska skillnader inom släktet. Jättepoppel, svartpoppel och amerikansk svartpoppel förökas huvudsakligen via stubbskott, balsampoppel via både stubb- och rotskott medan silverpoppel (*P. alba*) huvudsakligen skjuter rotskott (Dickmann & Kuzovkina 2014). På samma sätt som hos asp initieras skottskjutningen då ovanjordsdelen avlägsnas eller dör. Skottskjutning hos de poppelkloner som används i Sverige sker i huvudsak från stubben (Figur 10) och därför spelar ursprungsförbandet och avgångar i det föregående beståndet en stor roll för förutsättningarna i nästa generation. Överlevnad och vitalitet hos stubbar är en annan viktig faktor. I ett försök med poppel på tidigare åkermark i södra Sverige fann McCarthy m.fl. (2014) att överlevnaden hos stubbarna i medeltal var 70 procent ett år efter avverkning av det då 19 år gamla klonarkivet. Det fanns stor skillnad i överlevnad mellan de 23 undersökta klonerna, men det bör beaktas att studien enbart bygger på 3–10 stubbar per klon. I en annan svensk studie med 10 avverkade poppelbestånd i åldrarna 8–21 år på tidigare åkermark registrerade Johansson & Hjelm (2012) en genomsnittlig överlevnad hos stubbarna på 82 procent. I studien av McCarthy m.fl. (2014) fanns det ett år efter avverkning i genomsnitt 62 skott per levande stubbe. Variationen var stor (6–137 skott per stubbe), men det fanns trots det ingen signifikant skillnad i antalet skott per stubbe mellan olika kloner. Johansson & Hjelm (2012) fann att antalet skott per levande stubbe snabbt avtog med antalet år efter avverkning. Inom bestånd med 1-åriga skott var medeltalet 18–37 skott per stubbe, medan medeltalet för ett bestånd med 7-åriga skott var tre skott per stubbe.



Figur 10. Den naturliga föryngringen hos poppel domineras vanligtvis av stubbskott. Foto: L. Rytter.

Avverkningstidpunkt och föregående bestånds stamantal kan också ha betydelse för uppslaget av stubbskott. Avverkning under vinterdvalan resulterade i högre överlevnad hos stubbarna, fler skott per stubbe och en högre tillväxt hos skotten än avverkning vid annan tidpunkt i ett försök med *P. nigra* var. *Betulifolia* x *P. trichocarpa* i Amerika (Strong & Zavitzkovskij 1983). I samma studie fanns ett positivt samband mellan stubb-höjd och antal skott per stam. I en fransk studie med *P. trichocarpa* x *deltoides* fanns en tendens till sjunkande antal skott per stubbe med ökande stamantal i ursprungsbeståndet (Auclair & Bouvarel 1992). Även tillväxten hos de enskilda skotten minskade med tätare ursprungsförband, men den totala biomassan ökade i och med ett högre stamantal.

Efter avverkning finns olika möjligheter för att fortsätta med poppelodlingen:

- 1) stubbarna bryts upp och nytt material planteras,
- 2) stubbskotten utnyttjas för konventionellt skogsbruk varvid stubbskotten glesas ut med tiden, och
- 3) stubbskotten nyttjas för biobränsleproduktion med kort omloppstid och ingen gallring.

Om målet är att producera biomassa är det totala stamantalet i den andra generationen troligtvis en viktig egenskap (Auclair & Bouvarel 1992). Om skogsskötseln däremot är inriktad på att producera timmer och massaved är välutvecklade skott i ett jämnt förband att föredra. Mc Carthy m.fl. (2014) fann stora skillnader mellan kloner med avseende på den vegetativa förnygringen. Dessutom fanns skillnader i skottens rakhet och storlek. Studien visar att det behövs kunskap om kloners förmåga till stubbskottbildning om man avser att nyttja den naturliga förnygringen för att etablera ett nytt poppelbestånd efter avverkning. Den stora variationen i förmågan att skjuta stubbskott och stubbskottens rakhet är också något som kan utnyttjas vid framtida förädling.

Al

Klibbal har god förmåga att bilda stubbskott men förmågan avtar med stubbens ålder, samtidigt som förbandet mellan stubbarna vanligtvis ökar med stigande beståndsålder (Almgren 1990). Gråal skjuter både stubb- och rotskott och naturliga förnygringar kan bli mycket täta. Rytter m.fl. (2000) studerade naturlig förnygring av gråal inom två lokaler i Mellansverige och fann tillfredställande förnygringar med stamantal på upp till 190 000 ha⁻¹ det första året efter avverkning. Rotskotten dominerade över stubbskotten efter tre år och utgjorde 58 procent och 81 procent av stamantalet på respektive lokal. Det bör således finnas goda möjligheter att utnyttja vegetativ förnygring hos gråal medan resultatet hos klibbal till stor del beror på stamtäthet i det föregående beståndet och stubbarnas vitalitet.

Björk

Både glasbjörk och vårtbjörk skjuter stubbskott och förmågan att skjuta skott anses vara bättre hos glasbjörk (Hynynen m.fl. 2010). Björken kan även förnygra sig rikligt på hyggen genom frösådd. En studie av höjdtillväxten hos stubbskott och frösådd björk visar att höjdtillväxten initialt är högre hos stubbskott men att skillnaden minskar över tiden (Elfving & Nyström 1984). Eftersom förutsättningarna för god framtida virkeskvalitet anses vara bättre hos frösådd björk är rekommendationen ofta att gynna frösådd framför vegetativt förnygrad björk vid tidiga skötselinsgrepp (Rytter m.fl. 2014).

SKADOR

Skadebilden för snabbväxande löv i rena bestånd är relativt oklar då denna beståndstyp fortfarande förekommer i begränsad omfattning. På grund av detta har heller ingen omfattande forskning gjorts på området, utan den forskning som är gjord utgår ofta från träd i naturliga blandbestånd. Den erfarenhet som finns dokumenterad säger att betande djur utgör det hittills största hotet. Skadebilden när det gäller både betande djur och andra skadegörare kan dock komma att ändras och öka i betydelse vid mer storskalig odling av trädslagen.

Insekter

Lövträd hyser många olika arter av bladätande insekter. På björk kan bland annat löv-vivlar (*Phyllobius* spp.) och björkfrostmätarens larver (*Operophtera fagata*) orsaka kalätning, vilket björken är känslig för (Långström 1991). En bladätare som kan orsaka avlövning hos al är allövbaggen (*Agelastica alni*) men större härjningar anses vara ovanligt (Almgren 1990). På hybridasp och poppel kan aspglansbaggen (*Chrysomela populi*; Figur 11) orsaka liknande skador på unga plantor med tillväxtnedsättningar och ökad dödlighet som följd (Persson m.fl. 2015). Andra insekter angriper trädets stam, grenar och skott. Angripna skott blir sköra och kan lätt trilla av. Utöver förlusten av skott kan skadorna också ge upphov till kvalitetsfel, såsom klykor och krökar. Insekter som lever i bark och ved kan försvaga träden och ge upphov till skador och missfärgningar i virket. Den mindre aspvedbocken (*Saperda populnea*) angriper plantor och skott hos hybridasp (Figur 12) och kan förväntas utgöra ett hot mot unga bestånd (Tullus m.fl. 2012). Den större aspvedbocken (*Saperda carcharias*) kan angripa träd i alla åldrar och larvernas gångar i veden kan orsaka ekonomiska förluster. I ett internationellt perspektiv förekommer omfattande skador av den mindre och större aspvedbocken på både asp och poppel (Charles m.fl. 2014). Klubbhornssteklar (*Cimbex* spp.) har rapporterats angripa toppskott på jättepoppel (Rytter m.fl. 2011b) och björk (Almgren 1990) (figur 13). Björk-splintborren (*Scolytus ratzeburgi*) angriper framför allt försvagade träd och kan bidra till att dessa dör (Almgren 1990). Hos al förekommer skador i bark och bast av alviveln (*Cryptorhynchus lapathi*) men det uppstår sällan omfattande skador (Almgren 1990). I många länder anses alviveln vara en ekonomiskt viktig skadegörare på poppel (Charles m.fl. 2014). Gallbildningar på stam och grenar kan leda till att unga popplar försvagas eller dör.



Figur 11. Aspglansbaggen (*Chrysomela populi*) kan vissa år äta upp stora delar av lövverket hos Salicaceae-arter, det vill säga Salix, asp och poppel. Foto: K. Hjelm.

Figur 12. Mindre aspvedbocken (*Saperda populnea*) orsakar skador i unga skott och bidrar till att dessa lätt knäcks. Foto: L. Rytter.

Figur 13. Klubbhornssteklar (*Cimbex* spp.) angriper toppskott på poppel, asp och björk, vilket leder till försvagningszoner där skotten ofta knäcks. Foto: L. Rytter.

Utöver de direkta fysiska skador som insekterna ger upphov till, kan de också vara vektorer för svampar och bakterier. Genom insekternas försorg kan svampar och bakterier ta sig förbi trädets försvar och etablera sig i trädet. Bland annat anses angrepp av den större aspvadbocken kunna ge upphov till rötangrepp hos drabbade träd (Persson m.fl. 2015).

Det är svårt att förutse angrepp av insekter men det finns olika åtgärder som kan minska omfattningen av skadorna. Odlingmaterialet har betydelse och det är väl dokumenterat att det finns en stor variation i mottaglighet mellan olika arter och kloner inom *Populus*-släktet (Charles m.fl. 2014). En blandning av kloner kan minska risken för att en hel plantering slås ut av en patogen. Att blanda trädslag på träd- eller beståndsnivå kan vara ett annat sätt att minska skadorna. Genom blandningen skapas fler nischer för konkurrerande insekter och predatorer samtidigt som det ökande avståndet mellan träd av samma trädslag i sig verkar ha en dämpande effekt på härjningar (Charles m.fl. 2014).

Gnagare

Sorkar, harar och kaniner kan orsaka stora skador med dödlig utgång för unga plantor. Harar och kaniner betar av plantorna medan sorkar gnager på plantornas stammar (Figur 14), ofta nere vid stambasen, och kan i värsta fall ringbarka plantorna så att ledningsbanorna förstörs och plantan dör. Populationssvängningar hos gnagare gör det svårt att förutsäga skadorna (Långström 1991). En viktig åtgärd för att begränsa sorkskador är ogräsbekämpning, då sorkar trivs i gräsbevuxen miljö (Fajersson m.fl. 1990, Persson m.fl. 2015). Genom att hålla vegetationen borta från plantan kan mängden sorkskador reduceras signifikant (Pusenius m.fl. 2003, Hytönen & Jylhä 2005). Mekanisk markberedning, som högläggning, är en metod som håller gräset borta och som har visat sig ha effekt mot sorkskador (DesRochers & Sigouin 2014). På åkermark är det möjligt att bekämpa vegetationen med herbicider i samband med etablering av snabbväxande trädslag. Även gnagskydd finns att applicera på plantornas stammar.



Figur 14. a) Vissa år är skador av åkersork vanliga på lövplantor. Sorkarna gynnas av gräsvegetation under sommaren och av ett snötäcke på vintern; b) På organogena marker kan vattensorken ställa till stor skada och även ringbarka större träd, som här på en poppel. Foton: L. Rytter.

Betesdjur

Betande däggdjur som älg (*Alces alces*), rådjur (*Capreolus capreolus*), dovhjort (*Dama dama*) och kronhjort (*Cervus elaphus*) utgör enligt erfarenhet ett stort hot mot lövplanteringar. Bete är den enskilt största skadeorsaken bland lövplantor (Långström 1991). Betet i sig brukar inte vara dödligt, men orsakar stora tillväxtförluster och innebär dessutom att plantorna är utsatta för skador under en lång tid. Edenius & Ericsson (2015) visade att bete klart förlänger småträdsstadiet och att problemet var mest uttalat för asp. Betningen innebar att övergångstiden från planta till betningssäker höjd (>3 m) tog fyra gånger längre tid för asp än då betestryck saknades. Vid 0,5-3 m höjd är träden som mest utsatta för skador orsakade av älg (Edenius m.fl. 2004). Trädslagen betas både under sommar och vinter, med lövrepning på sommaren och kvistbete på vintern (Figur 15). Även barkgnag (Figur 16) och fejningsskador (Figur 17) kan förekomma och vara allvarliga ifall trädets ledningsbanor skadas.



Figur 15. Både asp och poppel betas av hjorddjur. Bilden visar rådjursbete på poppel i Kolmården. Foto: L. Rytter.

Figur 16. Även större träd befinner sig i farozonen för viltskador. Här har en asp blivit barkgnagd av älg. Foto: L. Rytter

Figur 17. Fejning är många gånger ett bekymmer i lövplanteringar, som här på poppel i Småland. Foto: L. Rytter.

Mycket av den forskning som bedrivits på löv, främst björk och asp, rör betesskador på naturligt förnygrade träd i tall- eller granbestånd. När det gäller naturligt förnygrad asp så har den minskat samtidigt som betestrycket ökat. Aspen betas mer i skog än vid åker då det totalt sett finns mer foder i skogsmark (Edenius m.fl. 2004). Få studier har bedrivits i trädslagsrena bestånd med planterad asp och björk. Däremot finns ett flertal studier som visar på betesbegärlighet. Där visar sig asp vara högprefrerad och björk medelprefrerad (Månsson m.fl. 2007, Bergqvist m.fl. 2014). Al anses ibland vara ett mindre betesbegärligt trädslag, men då intresset för al inte varit så stort i Sverige har forskningsinsatserna varit små. En vinterbetesstudie visade dock att klibbal betades i högre utsträckning än vårthjörk av både hare och rådjur (Kullberg & Bergström 2001). I samma studie blev också större plantor inom en enskild art betade mer än mindre plantor. Planterade björkplantor som skyddades de första åren efter plantering hade en signifikant högre överlevnad och tillväxt än plantor som var helt oskyddade mot betning (Bergqvist m.fl. 2009).

När det gäller poppel och betning finns få studier och även här har man tidigare antagit att vissa poppelarter och hybrider skulle betas i lägre utsträckning än till exempel hybridasp och därmed vara bättre alternativ. I dag visar dock flera studier att även poppel betas i hög utsträckning, Figur 15. En inventering av ohägnade poppelplanteringar i Skåne visade

på en hög andel skador, men att skadefrekvensen var något större i mindre bestånd och i kantzoner (Jönsson 2015). Att både poppel och al ansetts mindre betesbegärliga kan bero på att de är så pass ovanliga i rena bestånd samt att variationen i bete mellan bestånd varierar mer om arten är medelprefererad (Bergström 2006).

Det mest effektiva sättet att skydda lövträd mot betesskador är, förutom en ökad avskjutning, att hägna odlingen (Bergqvist m.fl. 2014) (Figur 18). Rävtrappor och rovfågelpinnar kan användas i syfte att begränsa sorkpopulationen. Andra åtgärder som kan ha betydelse är planteringsarealens storlek och planteringsens arrondering, det vill säga att ha stora hyggen och minska kantzonerna, jakttryck och viltpopulationernas storlek, samt mängden foder i landskapet (Jönsson 2015). Variationen när det gäller betesskador och förekomster av vilt i landskapet är stor och i vissa fall svår att förklara. Som exempel kan nämnas ett försök i södra Sverige där man med kamera samlade in data om besöksfrekvens av älg och rådjur, men inte fann något samband med bete (Westerström 2015). När det gäller skötselåtgärder kan röjning vara negativt för de kvarvarande huvudstammarna, eftersom foderutbudet då minskar (Bergström 2006).

Både hybridasp och poppel är begärliga för viltet och den generella rekommendationen är att hägna sådana planteringar (Rytter m.fl. 2011a, Persson m.fl. 2015). Ett hägn erbjuder det långsiktiga skydd som behövs för dessa trädslag. Under flera år efter plantering riskerar hybridasp och poppel att drabbas av barkskador från fejning och fläkning. Björk och al är inte lika begärliga men studier hos björk har visat att föryngringsresultatet kan förbättras med hägn (Karlsson 2003, Bergquist m.fl. 2009).



Figur 18. Hägn är ofta ett måste för att lyckas med etableringen av lövträd i viltrika trakter. Foto: L. Rytter.

Det mesta som står skrivet om hägn vid odling av hybridasp och poppel bygger på erfarenheter från det praktiska skogsbruket. Något som återkommer i litteraturarten är frågan om den odlade arealens betydelse för behovet av hägn och dess praktiska utförande. Rytter m.fl. (2011b) menar att hägn är helt avgörande för överlevnaden i mindre planteringar (<4 ha) av hybridasp. I en studie av arealens betydelse för betesskador på poppel drar Jönsson (2015) slutsatsen att mindre ytor är i större behov av någon form av viltskydd än större planteringar. Även i en intervjuundersökning bland odlare av poppel i Skåne framhölls behovet av hägn vid mindre planteringar (Jonsson 2008). Huruvida större planteringar behöver hägnas eller inte var däremot mer osäkert. I en annan intervjuundersökning sammanställde Engerup (2011) erfarenheter från odlare av hybridasp och poppel. I undersökningen framkom risken med att hägna in viltet vid stora hägn och att stora hägn var svårare att övervaka än mindre. En nackdel med små arealer som togs upp i undersökningen var en sämre förmåga att klara av vilttrycket då hägnet togs ned. I bestånd med hybridasp och poppel kan hägnet behöva hållas intakt under 15–20 år för att minska risken för barkskador (Johansson 2010).

Att anlägga hägn är förknippat med stora kostnader. Etableringskostnaden är hög och därtill kommer kostnader för underhåll och nedmontering. Hägnets status försämras snabbt och behöver underhållas regelbundet för att behålla sin funktion (Engerup 2011) (Figur 19). Återanvändning av hägn är problematisk eftersom de ofta växer fast. Dessutom går gamla nät inte att använda vid maskinell uppsättning av hägn (Engerup 2011).



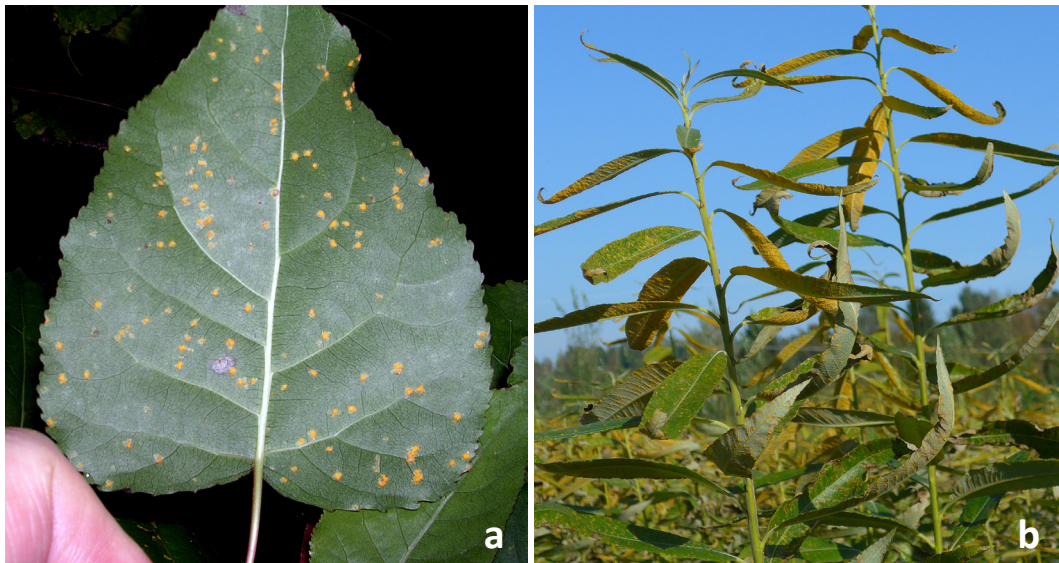
Figur 19. Ett hägn måste underhållas och kräver regelbunden tillsyn om det ska fungera som tänkt. Ett träd som faller över hägnet kan förstöra dess funktion och måste avlägsnas snabbt. Foto: K. Hjelm.

Sammanfattningsvis är någon typ av hägn det bästa sättet att hålla vilt borta från lövplanteringar. Det finns flera olika typer av hägn och vilket som är bäst beror lite på vilket vilt man vill hålla borta. Nätstängsel verkar effektivast mot klövvilt, men även elstängsel kan användas (Fajersson m.fl. 1990). Mindre hägn kan också placeras runt enskilda stammar. Det har dessutom gjorts försök med trähägn av obehandlat virke som har fördelen att de inte behöver monteras ner, eftersom de bryts ner naturligt (Stenström & Nordel 2010). Hägn utgör dock en stor kostnad vid både uppförande, underhåll och nedmontering. De utgör också ett hinder för rekreation. En annan nackdel med hägn kan vara att rävar inte kommer in, vilket gynnar sorkar.

Svamp och bakterier

Svampangrepp påverkar odlingar främst genom tillväxtförluster och genom att försämra trädens vitalitet, vilket ökar mottagligheten för sekundära skadegörare. Den framtida användningen av virket kan också påverkas till följd av förbuskning hos yngre träd och stamskador. Det finns begränsat med erfarenhet om vilka arter som är av betydelse vid odling av hybridasp och poppel. Unga bestånd kan drabbas av bladrostsvampar (*Melampsora* spp. Figur 20). Angreppen kan leda till tidigt lövavfall som påverkar tillväxten. Även invintringen kan störas med risk för frostsador som följd (Fajersson m.fl. 1990). Många arter inom *Melampsora* spp. värdväxlar mellan olika växtarter. Bland

annat är asp värd för knäckesjuka (*Melampsora pinitorqua*) som drabbar tall (*Pinus sylvestris*), vilket man bör tänka på vid etablering av aspbestånd i närheten av tallföryngringar. Hybrid Aspen har visat sig mindre mottaglig än vanlig asp (Bernhold m.fl. 2009). Den kan infekteras, men infektionsgraden är låg och det bör inte föreligga någon större risk för att närliggande tallföryngringar ska drabbas. Avståndet mellan värdväxterna kan också ha betydelse för angrepp av *Melampsora*. I en studie av en bladrostsvamp som värdväxlar mellan poppel och lärk (*Larix sp.*) fann man att skadeförloppet fördröjdes under säsongen om värdträden separerades med 25 km (Ostry m.fl. 2014). Andra svampar som kan orsaka angrepp på blad hos *Populus* är arter inom släktena *Marssonina* spp., *Venturia* spp. och *Septoria* spp.



Figur 20. Angrepp av bladrostsvampar från släktet *Melampsora* har varit ett viktigt urvalskriterium vid selektion av odlingsmaterial, främst för poppel och *Salix*. a) Begynnande angrepp på poppelblad. b) Allvarligt angrepp på *Salix*. Foton: a) Lars-Göran Stener; b) Rose-Marie Rytter.

Kräftsvampar kan orsaka allvarliga skador genom att döda kambiet i grenar och stam (Figur 21). Skadorna ger upphov till tillväxtnedsättningar och kvalitetsfel. Kräfta kan också döda träden om ledningsbanorna runt hela stammen slås ut. Även unga träd kan drabbas av kräfta. Viktiga kräftsvampar hos *Populus* är *Entoleuca mammata*, *Leucostoma niveum* och arter inom *Septoria* spp. Även bakterier som *Xanthomonas populi* och *Pseudomonas* spp. kan orsaka kräfta hos *Populus*.



Figur 21. Stamkräfta (*Entoleuca mammata*) har tidigare varit en vanlig sjukdom på hybridasp. Urvalsarbetet har fokuserat på detta och de kloner som nu används har betydligt mindre problem med kräftan; a) Stamkräfta på hybridasp som valdes ut i slutet av 1950-talet; b) Kräftangrepp leder ofta till att stammen knäcks. Foton: L. Rytter.

Hos björk nämns björkrost (*Melampsoridium botulinum*) och basfläcksjuka (*Godronia* spp.) bland svampar som kan drabba plantor och unga träd (Almgren 1990). Grentorka (*Cryptospora suffuse*) kan orsaka skador på yngre träd hos klippal (Almgren 1990). Angrepp av *Phytophthora* spp. kan bli ett allvarligt hot mot al (Ostry m.fl. 2014). I Storbritannien visar en studie på ökad förekomst av *Phytophthora* spp. på al längs med vattendrag (Webber m.fl. 2004).

Rötsvampar kan framförallt bli ett problem i äldre bestånd. De odlingssystem som tillämpas för hybridasp och poppel innebär relativt korta omloppstider, vilket också innebär kort tid för rötsvampen att sprida sig i beståndet. Framför allt hybridasp men också poppel har förmåga att föryngras sig vegetativt och därför kan rötspridning mellan generationer spela en viktig roll (Fajersson m.fl. 1990). Barrträd infekteras lätt av rotröta som snabbt sprider sig och orsakar stora skador på bestånden. Frågan är om lövträd kan planteras som alternativ i dessa fall och om de även kan hindra rotröten från att sprida sig? Björk planterad på mark som tidigare hyst tall infekterad med *Heterobasidion annosum* attackerades och vissa björkar påvisade också en sämre tillväxt och överlevnad på grund av rotröteinfektion (Lygis m.fl. 2004). Infektionen fanns kvar i tallrötter och stubbar under lång tid och svampen spred sig sålunda till björkrötterna. En generation björk behöver alltså inte "sanera marken" från rotröta.

Resistens mot svampangrepp är en viktig parameter i förädlingsarbetet. Bland annat har resistens mot stamkräfta utvärderats i svenska odlingstester med hybridaspkloner (Stener m.fl. 2015). Totalt testades 64 kloner varav 5 kloner kunde sorteras bort på grund av känslighet mot kräftan. Parallellt med detta undersöktes resistens hos olika poppelkloner mot bladrost (*Melampsora larici-populina*) och bakteriekräfta (*Xanthomonas populi*) i samarbete med INBO i Belgien (Stener & Westin 2015). Det framkom att endast 5 av de 12 framtagna kommersiella klonerna hade acceptabel resistens. Av 12 testade

”norrländska” kloner kunde ingen godkännas. Ett problem med förädling för ökad resistens mot svampar är tiden det tar för symptomen att utvecklas, vilket fördröjer urvalsprocessen (Stener & Karlsson 2004).

Andra åtgärder för att minska skadorna på odlingar är att vara noggrann med att planteringsmaterialet är fritt från infektioner. Klonblandningar rekommenderas framför plantering av enskilda kloner för att minska risken för omfattande skador (Ostry m.fl. 2014).

ATTITYDER OCH ERFARENHETER

Inställningen till poppel och hybridasp samt erfarenheter från odling av dessa trädslag har undersökts tidigare i ett antal intervjuundersökningar med företrädare för svenskt skogsbruk. Framförallt upplevdes etableringsfasen som ett kritiskt moment vid odling av trädslagen. Kostnaderna för att etablera snabbväxande trädslag är ofta höga och detta påverkade odlingsintresset (Hannerz & Bohlin 2012). Odling av hybridasp och poppel upplevdes också som mer skötselintensivt än vanligt barrskogsbruk (Engelmann 2015). Trädslagen är relativt nya inslag i svenskt skogsbruk och undersökningarna återspeglar ett stort behov av kunskap om etablering och skötsel. I undersökningen av Hannerz & Bohlin (2012) framkom att bättre rådgivning om snabbväxande trädslag var något som prioriterades högt bland markägarna.

Att lyckas med föryngringen ansågs vara svårast vid odling av poppel och problemen uppfattades som större på skogsmark än på åkermark i en undersökning av Jonsson (2008). I en studie av Engerup (2011) framkom åsikten att torka var ett större problem på åkermark än skogsmark. Konkurrens från vegetation uppfattades som ett stort hot mot odlingar av hybridasp och poppel och markberedning ansågs viktigt för att lyckas med etableringen. Många odlare uppfattade hybridasp som mer känslig för bete än poppel och att använda hägn vid odling av hybridasp ansågs nödvändigt. Däremot var det inte lika självklart att det alltid var nödvändigt att hägna poppel (Engerup 2011).

Odlingsmaterialet verkar också vara något som bekymrar odlarna. I Jonsson (2008) efterlystes mer kunskap om odlingssäkerhet hos poppel på olika ståndorter och inom olika delar av landet. Det fanns farhågor om att det genetiska materialet är för snävt för poppel och ett större urval av kloner efterfrågades. Bristen på plantor var också något som togs upp i undersökningarna.

Hos både hybridasp och poppel finns möjligheten att utnyttja trädslagets vegetativa föryngring i nästa generation. Hybridaspens förmåga att skjuta rotskott ansågs vara en tillgång, men befarades också kunna resultera i höga röjningskostnader (Engerup 2011). För poppel, som skjuter stubbskott, nämndes glesa förband och instabilitet hos skotten som tänkbara problem vid vegetativ föryngring. Odlarna efterlyste skötselkoncept för vegetativt föryngrade bestånd (Jonsson 2008).

Markägarna är ofta beredda att ta hänsyn till både grannars och allmänhetens synpunkter vid beskogning av jordbruksmark (Eriksson m.fl. 2011). Enligt samma publikation ser allmänheten helst att odlingsmarken hålls öppen även om det kostar skattemedel, men kan finna sig i att mark beskogas där få människor rör sig. Allmänheten uppskattar lövskog betydligt mer än gran och lärk på tidigare jordbruksmark (jfr Werner & Heurlin Karlsson 2004). Björk, hybridasp och ek upplevs tämligen lika vid jämförbara utvecklingsstadier. För att minska påverkan på friluftsliv och landskapsbild föreslår Eriksson m.fl. (2011) längre omloppstider, snabb beståndsetablering och stamkvistning.

Intervjustudie

METOD

Syftet med intervjustudien var att samla in kunskap och erfarenheter om etablering av poppel, hybridasp, björk och al utifrån nedanstående punkter:

- tillgång till existerande plantmaterial för olika klimatzoner
- odlingsmaterialets krav på markförhållanden, till exempel markfuktighet och surhetsgrad
- markbehandlingsalternativ för att undvika konkurrens från ogräs på olika typer av mark
- metoder för att minimera skador på plantor av smågnagare
- metoder för att skydda plantorna mot bete och fejning
- metoder för att minimera risken för angrepp av patogener

Med hjälp av ovanstående punkter formulerades ett antal intervjufrågor. Frågorna togs fram i samarbete med en konsult med erfarenhet av intervjustudier. Två olika formulär utvecklades; ett med inriktning på odling av snabbväxande löv i fält (Bilaga 1) och ett med inriktning på odling i plantskola (Bilaga 2).

Intervjuerna genomfördes med nyckelpersoner i skogs- och jordbruksnäringen med representation från större och mindre markägare, skogsbolag, privatpersoner och skogsplantskolor. Vissa nyckelpersoner hade listats på förhand medan andra nåddes via ett upprop. Uppropet publicerades på Skogsforsks och Ekfrämjandets hemsidor samt via Ekfrämjandet (75 personer nåddes), Skogskunskap (225 personer nåddes) och Svenska Lövträdsföreningen på Facebook. Dessutom togs det upp i Skogssveriges nyhetsbrev med över 2000 mottagare och genom notiser i flera skogstidningar. En del av intervjuerna utfördes vid personliga möten medan andra gjordes via telefon. Totalt genomfördes 20 intervjuer med odlare i fält och 6 intervjuer med plantproducenter.

INTERVJU MED ODLARE I FÄLT

Bakgrund

Av de svarande var 86 procent verksamma i Götaland, 19 procent i Svealand och 10 procent i Norrland, några representerade flera landsdelar. Att huvuddelen av de intervjuade verkade i södra Sverige speglar att det är här den huvudsakliga odlingen av snabbväxande löv sker och att erfarenheter och kunskaper från norra Sverige därmed är begränsande.

Flertalet av de intervjuade var privata markägare, 52 procent, som antingen hade sin fastighet som bisyssla eller drev den som ett eget företag. En relativt stor andel av de svarande, 28 procent, arbetade som förvaltare och 10 procent vardera klassades som rådgivare/expert respektive skogschef eller liknande.

Fastigheterna som intervjupersonerna ansvarade för varierade kraftigt i storlek, från mindre privata markinnehav om några tiotals hektar till förvaltning av tusentals hektar. I genomsnitt bestod fastigheterna av ca 4 procent snabbväxande löv.

Typ av mark

Av de intervjuade hanterade 76 procent både skogsmark och jordbruksmark, medan 24 procent hanterade antingen endast jordbruksmark eller skogsmark. Vilken typ av mark som användes till odling av snabbväxande löv varierade beroende på om det var jordbruksmark eller skogsmark som odlades.

Vid odling på jordbruksmark valdes i första hand så kallade marginalmarker där odling av jordbruksgrödor eller bete inte längre var lämpliga alternativ. Det kunde till exempel bero på att marken var för blöt, produktionen låg eller arronderingen dålig, det vill säga att marken låg oländigt till. Omställning 90 var för många en viktig anledning till odling.

Beskogning av snabbväxande löv på skogsmark skedde ofta på blötare marker såsom mossmarker, svartjorlar, nära vattendrag och i tidigare alkärr eller askbestånd. Etablering på skogsmark skedde även där man av någon anledning ville byta ut granen, till exempel där den tidigare granen varit kraftigt rötad eller skadats efter stormar. Andra orsaker till etablering av snabbväxande löv kunde vara att man ville jämna ut åldersklassfördelningen på fastigheten, kompensera för satsning på långsamväxande ädellöv och förändra landskapsbilden nära bebyggelse.

Motiv för att odla snabbväxande löv

Det viktigaste motivet för att odla snabbväxande löv var ekonomin. Att tillvarata markens produktionsförmåga för att i högre grad anamma ett ståndortsanpassat skogsbruk och att nyttja marginalmarker och förbättra arronderingen på jordbruksmark. En annan viktig ekonomisk aspekt var att genom en högre produktion och snabbare omloppstider få ett jämnare kassaflöde samt att justera åldersfördelningen efter stormskador.

Det motiv som rankades som det näst viktigaste var nyfikenhet och intresse. Flera av de intervjuade såg odling av snabbväxande löv som en chans att lära sig något nytt och att bygga upp en kunskapsbank för framtiden. Dessutom såg man odlingen som en möjlighet att få vara med under en hel omloppstid och skörda det man en gång planterat.

Andra viktiga motiv som togs upp var ökad riskspridning genom att använda fler trädslag och förändra skogens sammansättning. Att förändra landskapsbilden var en annan faktor och i tätortsnära områden användes snabbväxande löv för att ersätta gran. Miljöaspekten togs också upp som ett motiv där man använde sig av löv för att förhindra näringsläckage till vattendrag, samt att förse samhället med en förnybar resurs.

En majoritet, 67 procent av de intervjuade, ansåg att bidrag och regelverk hade betydelse för anläggning av bestånd med snabbväxande löv. De bidrag som finns för anläggning på jordbruksmark ansågs som positiva och var i flera fall en bidragande orsak till etableringen. Det fanns dock flera som hade en kluven inställning till bidrag. Man ansåg att verksamheten borde kunna bära sig ändå och att bidrag inte får bli styrande. Överlag var det markägare som odlade poppel och hybridasp på jordbruksmark som svarade att bidrag har betydelse, medan de som ansåg att det inte hade betydelse till stor del besogade skogsmark eller odlade björk. På skogsmark utgår normalt inga bidrag för anläggning av snabbväxande lövbestånd, men några av de intervjuade hade anlagt bestånd med bidrag efter stormen Gudrun. När det gäller skogsmark ansågs FSC-certifiering och regelverk kring exoter och kloner i vissa fall vara begränsande.

Plantmaterial

Majoriteten av de svarande köpte sina plantor av Ramlösa plantskola eller Södra odlarna. Svenska skogsplantor nämndes också, samt Sundins och SLU. Några av de svarande odlade egna plantor.

I stort sett alla intervjuade ansåg att plantans balans mellan rot och ovanjordsdel var en viktig faktor vid valet av plantmaterial. Det genetiska ursprunget var också av stor betydelse, speciellt vad gäller klimatanpassning. Tillgången till björkplantor ansågs relativt god, men för övriga trädslag fick man ta vad som fanns. Med små volymer är det svårt för plantskolorna att skapa olika planttyper och det går heller inte att ställa krav på samma sätt som för tall- och granplantor som massproduceras. Ett något högre pris ansågs därför acceptabelt för att få de plantor man ville ha. Någon önskade dock att plantorna hade varit bättre sorterade storleksmässigt för att få jämnare partier. Kraven på plantorna varierade något beroende på trädslag, vilket beskrivs nedan.

Poppel. OP42 är den klon som används mest vid plantering av poppel. Flera ifrågasatte dock materialet vad gäller dess hårdighet och risken med att använda en specifik klon i stor skala och önskade därför att det fanns fler alternativ att välja bland. Stora barrotsplantor eller P+1 var den planttyp som planterades, men flera nämnde problem med obalans hos poppelplantor och att de kan vara svåra att plantera.

Några tog fram egna sticklingar, allt från 3 cm till 150 cm långa. Dessa klipptes från lämpliga individer under vintern och förvarades sedan torrt, mörkt och svalt. Före plantering vattenslogs sticklingarna under minst ett dygn. En odlare hade testat att trä papprör över längre sticklingar med gott resultat. Avsikten med rören var att hindra bladutveckling, ge skydd vid eventuell frost, stoppa fejning och gnag samt ge bättre möjlighet till besprutning efter plantering.

Hybridasp. För hybridasp efterfrågades billigare plantor och ordning på klonerna. Ekebo klonblandning eller finska kloner var de som användes mest med varierat resultat. Vissa föredrog Ekebo medan andra förordade de finska klonerna. Även här hade man haft problem med obalanserade plantor. Täckrot från mikroförökning var en vanlig planttyp.

Björk. Björkplantorna var man i regel nöjd med. Här fanns också ett större utbud av olika planttyper så man kunde välja efter behov. Förädlade plantor med ursprung Ekebo 4, Ekebo 5, Visingsö och Asarum har använts.

AI. Här användes plantor med härkomst från lämpligt fröplantage alternativt frö hämtat från egna klibbalsbestånd.

Markförberedelser

Jordbruksmark. Marken ska vara fri från ogräs och uppluckrad för att nå bästa resultat. Detta kan uppnås på flera sätt och prepareringen beror på ogrässituationen och hur länge marken har legat orörd. Den vanligaste behandlingen var besprutning med herbicider på hösten följt av plöjning. Ibland behöver ogräset putsas för att sprutningen ska fungera. Därefter, följande vår, utförs harvning en eller flera gånger innan plantering beroende på ogrässituationen. Om nödvändigt gjordes ytterligare en kemisk ogräsbekämpning på våren. Betesmarker kan behöva ytterligare en herbicidbehandling, det vill säga ett år till med behandlingar innan plantering, alternativt en odling emellan eller svartträda (marken sprutas flera gånger under en säsong). Vid behov kan också dränering eller dikning behövas för att skapa bra vattenförhållanden. Gamla dikningssystem bör ses över innan plantering.

Andra alternativ som nämndes, speciellt om man vill undvika herbicider, var mekanisk markberedning med grävmaskin. Hög högläggning, upplöjda ryggar eller inversmarkberedning med stor skopa gjordes dels för att förbättra vattenförhållanden, dels för att undvika vegetationsuppslag genom att ta material på ett djup så att toppen på den upp- och nedvända jordmassan inte innehöll någon fröbank.

Ytterligare en metod som testats var utläggning av plast på marken i anslutning till plantering (Figur 22). Marken hade behandlats enligt gängse metod beskriven ovan innan plasten applicerades. Plasttekniken kommer från trädgårdsnäringen, närmare bestämt jordgubbsodling, och har utvecklats för åkermarksplantering. Plasten sägs hålla i 24 månader varefter den börjar brytas ned och ska vara borta efter 5 år.



Figur 22. Nedbrytbar plast har visat sig ha positiva effekter på etableringen av lövträd. Här förbereds ett försök i Östergötland där plantering med och utan plast jämfördes. Foto: L. Rytter.

Några odlare hade testat att endast bespruta marken och därefter plantera i orörd mark. Någon hade också kalkat marker med lågt pH (runt 4.8) genom att direktapplicera 6–8 ton kalk per hektar.

Vikten av att använda vitala och balanserade plantor påpekades, likaså valet av planteringstidpunkt. Tidig plantering på våren då det finns fukt i marken och att ha koll på väderprognoserna så att regn är på gång i samband med planteringstillfället var att förebygga för att minska risken för avgångar orsakade av torka. Tidig plantering ansågs gynnsamt för att hinna före ogräset.

Skogsmark. På skogsmark bedömdes mekanisk markberedning vara nödvändig. Konventionell harvning, högläggning eller invers med grävmaskin var de vanligast förekommande metoderna. Val av markberedningsmetod beror på markens beskaffenhet. Harvning används på "normal" skogsmark och på blötare, bördiga marker är invers och

högläggning lämpligast. I några fall förekom marker med fornlämningar och där hade man harvat lätt eller fläckmarkberett. I de flesta fall var man noga med att alltid plantera på våren direkt efter avverkning för att slippa problem med ogräs. Uttag av GROT kan förenkla markberedning och plantering.

Plantering

I princip all plantering utfördes manuellt, antingen med planteringsrör för täckrotsplanter, borr för barrot och P+1 eller manuell direktstickning av sticklingar. Normalt sattes mellan 1 000–2 500 plantor per hektar av de flesta trädslag, de lägre talen vanligen för hybridasp och poppel och något fler för björk och al. Ofta anpassas planteringsförbandet till praktiska omständigheter, som till exempel att skapa utrymme för maskinell ogräsbekämpning efter plantering (Figur 23.)



Figur 23. Vid anläggning av odling på jordbruksmark bör man tänka på att förbandet bestäms så att lämpligt aggregat kan komma fram och bekämpa ogräs de närmaste åren. Foto: K. Hjelm.

Planeringsarbetet för förnyringens utförande skötte de allra flesta på egen hand. När det gällde det praktiska utförandet, såsom till exempel markberedning, plantering och stängsling, lade 41 procent ut jobbet på entreprenad, 24 procent gjorde allt själv och 35 procent gjorde någon del i arbetet själv, till exempel planterade men lade ut markberedning på entreprenad. Av de som gjorde arbetet helt själva var majoriteten privata markägare/egenföretagare med egna maskinparker och tillgång till annan nödvändig utrustning.

Behandling efter plantering

Jordbruksmark. Många odlare utförde någon typ av vegetationsbekämpning på jordbruksmark de första 1–2 åren efter plantering. Flera svarade att de anpassade planteringsförbandet och lade ut vändryggar för att kunna komma in med traktor och utföra en mekanisk ogräsbekämpning mellan raderna efter plantering. Ett annat alternativ till mekanisk bekämpning var att köra med en gräsklippare eller specialutrustad fyrhjuling mellan raderna. Även manuell röjning med lie och röjsåg förekom. Kemisk ogräsbekämpning utfördes också i rätt stor utsträckning, men man bör då beakta att plantorna är ganska känsliga. Ogräskontroll håller inte bara konkurrerande vegetation i schack utan

förhindrar också skador av sork. Behandling med viltrepellenter och uppsättning av hägn samt hjälpplantering vara andra åtgärder som utfördes vid behov efter plantering.

Skogsmark. På skogsmark utfördes få åtgärder efter plantering. För att undvika ogräs-konkurrens planterade majoriteten direkt efter avverkning. Viltbehandling och manuell ogräsbekämpning förekom eventuellt vid behov. Någon behandlade också plantorna mot snytbagg.

Andra generationen

En tredjedel av de som intervjuades hade erfarenhet av att förnygra kommande generation med rotskott (hybridasp) eller stubbskott (poppel). Hybridasp kräver en snabb röjningsinsats efter 1 eller 2 år. För poppel sparades skott som satt långt ut på rothalsen eftersom de ansågs stabilare och de gallrades sedan i omgångar.

Avverkningstidpunkten hade haft en synlig inverkan på resultatet och avverkning på vintern gav större uppslag i andra generationen. Det kvarstod dock en del frågor angående andra generationen - hur kan man göra med andra och tredje generationen om vill man byta material? Och hur gör man med alla rotskott i hybridasp? Poppel ansågs mer lätthanterlig då den inte skjuter så mycket rotskott utan mest stubbskott.

Skadegörare

Viltproblematiken är en komplex fråga, vilket också avspeglas i svaren. Samtliga intervjuade ansåg att vilt är ett problem, men man löser det på olika sätt och problemen ser lite olika ut beroende på vilket vilt som är mest förekommande i landskapet. Vilttrycket varierar men anses generellt högt och skadorna är svåra att förutsäga.

Hägn används i stort sett alltid för hybridasp, inte minst för att skador förekommer långt upp i beståndens ålder, men för poppel och björk varierar det. Al hägnas inte. Användning av viltrepellenter är relativt vanligt på björk och hägn användes i ungefär 50 procent av fallen. För björk och poppel tas hägnet normalt bort då träden vuxit ur betesbegärlig höjd. Problemen med viltstängsel är främst den höga kostnaden för uppsättning och att de kräver ständig tillsyn. Huruvida poppel behöver hägnas eller inte är en fråga som diskuterats länge, men flera av de svarande hade testat att inte hägna med ganska misslyckade resultat som följd.

Arrondering, fodertillgång och vilttryck är några faktorer som anses påverka viltskadorna. Någon ansåg att hägn inte behövs om viltet hittar smakligare grödor på fastigheten. Små planteringar i skogsbygd verkar känsligare än större planteringar i jordbrukslandskapet. Att större planterade arealer klarar sig betydligt bättre än enstaka isolerade hektar nämns av flera. Nära vägar och bebyggelse tycks skadorna vara lägre. På några av fastigheterna kontrolleras viltstammen genom avskjutning. Någon odlare hade testat plaströr i mindre skala men det hade snarare motsatt effekt och drog till sig hjortar.

I de sydligaste delarna av landet är älgen inte något problem utan här är det främst dovhjort och rådjur som orsakar skador. Här kan lägre, flyttbara hägn användas för att undvika skador och förbättra ekonomin då hägn medför en stor kostnad. Elstängsel kan vara ett annat billigare alternativ till vilthägn. Längre upp i landet är älg ett stort problem och älgskador drabbar samtliga trädslag. Inte bara betesskador förekommer utan även fejningsskador, främst av rådjur, och barkgnag orsakade av dovhjort och kronhjort. Vildsvin kan skapa stora problem genom att göra hål i hägn där hjortar kommer in. Vattensork och åkersork nämndes också som viktiga skadegörare som är svåra att hantera.

Majoriteten av de svarande, 56 procent, hade inte haft några problem med insekter. Av de resterande 44 procent som svarat att de noterat insektsskador var det ingen som haft återkommande allvarliga problem utan det handlade om enstaka angrepp av aspglansbagge på poppel och hybridasp och snytbaggeskador på björkplantor. Ett fåtal behandlade plantorna mot snytbagge vid plantering.

I stort sett ingen hade haft problem med svampangrepp i etableringsstadiet, men några nämnde stamsprickor, kräfta och bladrost som problem senare under omloppstiden.

Föryngringsresultat

Av de intervjuade hade 81 procent erfarenhet av odling av poppel, 67 procent av hybridasp, 43 procent av björk och 24 procent av klibbal. Det fanns ett intresse för hybridasp och gråal, med då erfarenheterna var så begränsade uteslöts dessa. Vid frågan om man ansåg att planteringarna lyckats var det stor variation i svaren. Det är därför svårt att dra några generella slutsatser. De flesta hade dock infört åtgärder när etableringarna misslyckats och efterhand kunnat konstatera att de flesta planteringar till slut lyckats, även om insatserna inte alltid varit ekonomiskt eller tidsmässigt försvarbara.

Konkurrens från vegetation och skador orsakade av vilt var de faktorer som i de flesta fall medfört att en plantering misslyckats. Ett felaktigt markval var också en stor anledning och kunde bero på att marken antingen haft ett för lågt pH-värde, varit för blöt eller legat i ett frostlönt område. Vidare nämnde många dåliga plantor som en bidragande orsak till ett misslyckande, samt sork- och klimatskador.

Många misslyckanden ansågs bero på okunskap. Om man vet vilka faktorer som begränsar är det lättare att lyckas, och faktorer som gjort att man lyckats handlade i stort sett om att förhindra de problem som orsakat misslyckanden. Bra markförberedelser i form av vegetationsbekämpning och jordbearbetning rankades som de viktigaste åtgärderna, följt av att plantera ett balanserat och anpassat plantmaterial samt att därefter också hägna planteringen. Vikten av att välja rätt lokal och att ha ett stort engagemang var andra faktorer som kom högt upp på listan.

Vad gäller misslyckade eller lyckade planteringar fanns ett flertal faktorer som var gemensamma för samtliga trädslag, men där fanns också skillnader. Poppel och hybridasp ansågs svårare att etablera än björk och klibbal.

Poppel. När det gäller poppel var resultaten av odlingarna väldigt varierade. När man väl har lyckats växer popplarna fantastiskt bra, men det kan också gå riktigt dåligt. Markfaktorer, klimat, vegetationskonkurrens, viltskador och sorkskador kan alla ställa till med problem och årsmånsvariationen spelar en stor roll.

Anledningar till misslyckade poppelodlingar var många. Kalla vårar med frost, sorkangrepp, viltskador orsakade av både bete och fejning och konkurrens från ogräs nämns som huvudsakliga orsaker till avgång. Återkommande hjälpplanteringar har i de flesta fall bidragit till att planteringarna ändå till slut ansetts godkända. De som lyckats med sina planteringar på jordbruksmark ansåg att man vidtagit alla nödvändiga åtgärder, det vill säga dikat vid behov, tagit bort täckdikning om så krävts, gjort en ordentlig markberedning för att lösa ogräsfrågan, planterat bra plantor samt hägnat.

På skogsmark har poppel fungerat relativt dåligt och man anser sig inte riktigt ha löst koden på vilka marker de egentligen fungerar. Anledningar till misslyckanden anses bero på ogynnsamt klimat, viltskador och låga pH-värden, speciellt på marker som tidigare dominerats av gran.

Hybridasp. Hybridasp verkar något stabilare än poppel vad gäller etableringsresultaten och inte lika beroende av mark- och klimatförhållanden. Hybridaspern har därför fungerat bra både på jordbruksmark och skogsmark. En slutsats som samtliga intervjuade dragit var dock att hybridasp måste hägnas under hela omloppstiden då bete, stamgnag och fejning förekommer. Torka, vegetationskonkurrens och sorkar kan också orsaka etableringsproblem.

Även om etableringsfasen verkar något mindre kritisk för hybridasp så anses den inte lika startsnabb som poppel utan står ofta och stampar ett tag. Man nämnde även problemet med stamsprickor som tros vara kopplat till vissa kloner och att valet av plantmaterial därmed är viktigt. Det fanns också en del funderingar kring hanteringen av andra generationen, speciellt om där finns kloner man inte vill behålla.

Björk. Björk har överlag fungerat bra både på jordbruksmark och skogsmark. Ogräs ansågs vara det största hotet mot plantorna, men problem med vilt kan också förekomma. Somliga hägnar därför eller sprutar plantorna med viltrepellenter.

Klibbal. Det var inte så många som etablerat bestånd med klibbal, men de som odlat trädslaget anser att det är svårt att misslyckas. Klibbal planteras för att få till en godtagbar produktion på annars obrukbar mark och det skadas sällan av viltet varför hägn ej är nödvändigt.

Behov av kunskap och rådgivning

En tredjedel (33 procent) ansåg att föryngringarna blivit bättre med åren, medan 40 procent tyckte resultaten var likvärdiga och 27 procent svarade ”vet ej” mot bakgrunden att det var svårt att avgöra eftersom etablering inte skedde kontinuerligt på samma sätt som för till exempel tall och gran. Ingen tyckte dock att resultaten blivit sämre.

Mycket kunskap inhämtades från Skogforsk, SLU och hemsidor som Skogskunskap.se. Det finns också en hel del skrivet i olika typer av artiklar, böcker och handledningar. Som exempel har Södra tagit fram broschyrer och handböcker om lövskog. En annan viktig källa till kunskap var kurser och exkursioner (till exempel skogsdagar arrangerade av skogsföretag, Skogforsk- och SLU-exkursioner, övriga möten och kurser). Skogsstyrelsen hade en del information under omställning 90.

En annan viktig källa till information och kunskap var att prata med kunniga praktiker, rådgivare och kollegor. Plantskolorna fungerade som bra bollplank och man tog även till sig kunskaper från jordbruket om till exempel ogräsbekämpning. Flera av de intervjuade nämnde också att de lärt sig själva genom att testa sig fram och göra egna misstag.

Någon ansåg att det inte fattas någon kunskap utan att det snarare handlar om att samla den kunskap som redan finns, medan andra såg ett större behov av mer kunskap. Vad gäller kunskapsluckor ansåg fler att det finns behov av mer kunskap för samtliga trädslag både vad gäller föryngring och skötsel. Någon menade att det mesta i dag är empirisk kunskap och att det behövs mer kausal forskning.

När det gäller mer specifika ämnesområden som behöver utvecklas nämndes följande:

- Vilka jordar fungerar (till exempel mossjordar, styvlera och sandjordar)
- Markberedningens effekter vad gäller konkurrerande vegetation, markfaktorer och formering av metylkvicksilver
- pH-värdets betydelse och effekter av kalkning
- Rotutveckling, skott:rot-kvot och hur marken påverkar dessa
- Utveckling av odlingsmaterial och förädling av poppel och hybridasp
- Plantering med stora sticklingar
- Vegetationsbekämpning efter plantering, både på jordbruksmark och skogsmark
- Hur ska man göra där man misslyckats?
- Viltskador – viltbehandling och effekter av kloner
- Skötsel under en hel omloppstid
- Slutanvändning - avsättning av massaved och värmevärden för energiråvara
- Røjning och skötsel i andra generationen

Flera av de intervjuade pekade på vikten av kunskap och engagemang vid odling av snabbväxande löv. Det går inte att tänka likadant som när man planterar gran där man kan lämna allt när planteringen är utförd. Detta kräver mycket av den som har det operativa ansvaret och man måste upprätta en plan för de tre första åren av etableringen och ha en bevakning och en beredskap att sätta in om något verkar gå snett. Det går inte att chansa utan man måste satsa maximalt från början för att lyckas väl. Vi vet i dag att vi måste hägna och markbereda och vi har bättre odlingsmaterial i dag än till exempel vid Omställning 90, så förutsättningarna för en säker etablering finns. Det finns många marginalmarker som inte fungerar som betesmark, inte passar för gran och som inte går att odla med jordbruksgrödor, där snabbväxande löv kan ses som bästa alternativ. Vi behöver dock mer kunskap om trädslag och olika marktyper för att lyckas bra med odlingarna. Vilka marker måste man gå "all in" på, och vilka inte?

Vid sidan om etableringsfrågor är slutprodukter och virkesanvändning viktiga att beakta. Flera ansåg att det i dag är för stort fokus på energi vid anläggning av snabbväxande löv. Alternativa avsättningsmöjligheter för virket är viktigt och något som det behövs mer information kring. Det har betydelse för viljan att investera och etablera i snabbväxande löv. Samtliga trädslag är inte ekonomiska, utan är fortfarande på ett experimentstadium och det är lång väg kvar till storskalighet. Bidragen har fortfarande stor betydelse vid etableringen.

Virket kan användas till mycket annat än energi, men det är svårt att få igång marknaden. Det finns till exempel avsättning för hybridasp till textilmassa och al kan användas som blindträ i parkett. Poppel saknar dock tradition för andra ändamål än energi. Björk passar bra in i den struktur vi har i dag, men timmerandelen bör öka och virkeskvaliteten bli bättre.

Det behövs ett helhetsgrepp vid etablering av snabbväxande löv och fördelar kopplade till miljö- och samhällsnytta måste vägas mot restriktioner på ett bättre sätt. Juridiska aspekter, samråd kring var man får plantera och landskapsperspektivet (många tycker till exempel att det är fullt med poppel) är frågor som de intervjuade anser behöver hanteras. Beslutsfattare ansågs befinna sig långt ifrån där besluten verkställs och det finns ett övergripande behov av en ökad förståelse av effekterna av de beslut som tas inom jordbruks- och skogssektorn. Det fanns också behov av kurser i konsten att odla både hos skogsägare som bor på annan ort och hos lantbrukare med liten skogserfarenhet. Förvaltare, inspektörer med flera som i sin tur ska vara rådgivare åt skogsägare och entreprenörer behöver mer praktisk utbildning för att kunskapsöverföringen ska fungera bra och här ansågs Skogforsk och SLU ha en viktig roll.

INTERVJU MED PLANTPRODUCENTER

De intervjuade personerna arbetade hos plantproducenter antingen som inköpsansvariga, produktionsansvariga, odlingschefer eller vd:ar. Samtliga arbetade nära den operativa verksamheten med till exempel inköp, logistik, leverantörskontakter och odlingsregimer. Vårthjörk är det vanligaste trädslaget och totalt säljs ca 1 500 000 plantor årligen av de tillfrågade företagen. Poppel ligger på andra plats med ca 260 000 plantor per år, klibbal ca 200 000 plantor/år och hybridasp ca 90 000 plantor/år.

Vårthjörk odlades på plats hos tre plantproducenter, men en av dem kommer att flytta sin produktion till Finland. Kombinationen av mer handpåläggning och de relativt små kvantiteter det rör sig om är orsaken till att odlingen flyttas. Viss produktion av poppel, hybridasp och klibbal skedde också i Sverige, men mycket odlades i utlandet (Danmark, Baltikum eller Tyskland). Hybridasp mikroförökades i något fall utomlands, men odlades sedan i Sverige.

Plantmaterial

Odlingen varierar beroende på plantproducent och om det är egen odling, om de köps in eller om odlingen bedrivs som legoodling. Vid legoodling skickas ibland eget förökningsmaterial till odlingsplatsen.

Täckrotsplantor sås eller sticks vanligen under våren och står sedan i växthus eller på friland fram till hösten då de packas och sedan förvaras i kyl- eller fryslager under vintern. Barrotsplantor av de flesta trädslag sås eller sticks i mars/april, omskolas i juni och plockas upp under vintern alternativt står kvar på friland. Plantorna kyl- eller fryslagras vanligen under vintern och levereras antingen frysta eller tinade. Om plantorna levereras sent under våren kan de flyttas över till kyl.

Poppel. Det mesta av poppeln odlas fram som 1-åriga barrotsplantor från sticklingar (stamsticklingar). Det genetiska material som finns att tillgå är klonen OP42, Ekebos kloner och godkända kloner med tyska stambrev.

Hybridasp. Hybridasp tas fram genom vävnadsförökning i laboratoriemiljö (mikropropagering) som vanligtvis görs i Tyskland eller Estland eller via rotsticklingar. När de är ca 3–4 cm höga omskolas de till krukor och odlas fram som 1-åriga täckrotsplantor i växthus eller på friland. Svenska kloner från Ekebo och lettiska kloner förekommer på marknaden.

Hjörk. Vårthjörk finns för samtliga planttyper och odlas både som 1- eller 2-åriga barrotsplantor, som 1-åriga täckrotsplantor eller P+1-plantor. P+1-plantor är små täckrotsplantor som planteras ut på friland när de är 10 cm höga och odlas därefter som

barrotsplantor. Täckrotsplantor av björk sås in under våren varpå en enkelställning sker om fröna inte pelleterats inför sådden. Björk tar mer plats på friland än barrplantor och blir långa och rangliga om de står för tätt. Flera olika provenienser används, frö från Ekebo 5 (fröplantage med kontrollerade korsningar i växthus), Asarum (fröplantage friland), Kalsnava (fröplantage med kontrollerade korsningar i växthus), Strömsholm (frötäktssområde) och frö från Finland. De olika frökällorna används beroende på tillgång på frö och efterfrågan från kunder.

AI. Klibbal odlas antingen som 1- eller 2-åriga barrotsplantor eller som 1-åriga täckrotsplantor. Barrotsplantorna omskolas vid behov och beroende på plantålder. Svenskt frö från fröplantage i Ignaberga och Kolleberga alternativt danska frökällor används. Danmark, Tyskland och de Baltiska länderna är viktiga producenter av snabbväxande löv, mestadels som barrotsplantor. Andra plantskolor köper in vid behov både från svenska producenter och från utlandet. Efterfrågan varierar över åren och de mindre plantskolorna samarbetar och försöker hjälpa varandra när det behövs. Är efterfrågan hög kan det vara svårt att få tag på plantor. Då får man ta det som finns tillgängligt om inte kunderna ställer några särskilda krav. Det är dock viktigt att materialet är hårdigt. Det kan också vara så att kunderna har specifika önskemål som gör att plantor måste köpas in utifrån. I den mån det är möjligt kontrollerar plantproducenterna det som legoodlas genom att besöka odlingarna. Kvaliteten på plantorna kontrolleras både på plats och vid ankomst till Sverige. Plantorna lagras ofta i Sverige för att försäkra sig om att kunderna inte ska få dåliga plantor.

Efterfrågan

Efter stormarna var efterfrågan på snabbväxande löv som störst, sedan dess har det skett en minskning. Då stormbidragen efter Gudrun togs bort har efterfrågan på hybridasp sjunkit.

Någon spekulerar i att minskningen kan bero på att de marginalmarker som tidigare fanns har planterats och därför har även efterfrågan till åkermarksplanteringar minskat. En del större markägare driver numera också upp eget plantmaterial, vilket kan ha lett till en minskning av plantförsäljningen. Arealbegränsningar på skogsmark skulle kunna vara en annan faktor som påverkar.

Både klibbal och hybridasp anses väldigt trendkänsliga medan vårtbjörk och poppel ligger mer stabilt i efterfrågan. Produktionen av vårtbjörk hade förmodligen kunnat vara högre om det inte hade varit fröbrist från fröplantagen Ekebo 5, som är efterfrågad.

Konsumentrådgivning

Samtliga plantproducenter kan erbjuda rådgivning i samband med plantköpet. Det kan till exempel gälla frågor som markegenskaper, trädslagsval, markberedning och viltåtgärder. Information ges också via broschyrer och hemsidor. På plantförpackningarna står också i vissa fall mer specifika instruktioner om hur plantmaterialet ska hanteras vad gäller förvaring, tining och plantering.

Behov av kunskap

När det gäller plantframställning är snabbväxande löv generellt lite känsligare än gran och tall. De kräver till exempel mer växtskydd, är mer känsliga för ljusförhållanden och man får inte slarva med vattningen i plantskolan. Med tiden har man lärt sig vad som är optimalt och det är också viktigt att kommunicera med plantskolepersonalen för att undvika att plantorna hanteras på samma sätt som barrplantor. Vad gäller odlingssidan

har det varit brist på björkfrö och bland hybridaspklonerna har få gått att föröka. Det är därför viktigt att få till en fortsatt utveckling av plantmaterial som är tillgänglig för alla. Mer försök och forskning om vilka kloner som fungerar på vilka marker behövs då det finns en osäkerhet utanför de marker som poppel vanligen planteras på.

Snabbväxande löv är ganska svåra att föryngra jämfört med den tåliga granen. Det finns heller inte så mycket kunskap om löv jämfört med de vanliga trädslagen gran och tall och många markägare vet inte hur man ska sköta löv. Det gäller att välja rätt marker och faktorer som väder, konkurrerande vegetation, sork och vilt spelar stor roll. Många beslut måste fattas, till exempel om man ska viltbehandla eller hägna. Bland skogsägarna finns många entusiaster, men det är viktigt att plantorna hamnar hos rätt person. Många gör allt rätt och har lärt sig vilka åtgärder som behövs och lägger ner rätt resurser för att det ska lyckas. Men några chansar genom att inte förbereda marken ordentligt eller välja olämplig mark. Det finns en enorm potential i poppel, men det gäller att matcha med marken. Detsamma gäller också andra lövträd, till exempel ädla lövträd.

Den höga produktionen gör att det finns ett stort intresse för snabbväxande löv bland markägare, men prisbilden för anläggning är hög. Till exempel är hybridaspplantor fyra gånger dyrare än gran och kräver dessutom mer skötsel. En annan anledning till bristande intresse är de stora viltstammarna som gör det svårt och dyrt att etablera viltbegärliga trädslag. Det är ett stort arbete med hägn då det är dyrt och kräver ständig tillsyn. Folk vill ha både mycket vilt och mycket löv, vilket inte går ihop. Poppel kan vara lite knepig då den växer bra i plantskolan och trots att man gör allt rätt i fält så kan plantorna ändå dö. Betesskador kan fungera som inkörsport för olika patogener. Hybridasp är mer odlingssäkert och al och björk går knappt att misslyckas med.

Syntes

ODLINGSMATERIALET

För att lyckas med etableringen av snabbväxande löv krävs rätt trädslag med lämpligt ursprung på rätt mark, det vill säga ståndortsanpassning. Rekommendationen att poppel framförallt bör användas i gynnsamma klimatlägen i södra Sverige står fast än så länge. I norra Sverige har odlingstester visat att hybridasp, av bland annat finländskt odlingsmaterial, klarar sig bra. För gråal, hybrid al och klibbal pågår det odlingstester i olika delar av landet, men det finns i dag inget långsiktigt förädlingsprogram för dessa arter. Tillgången till bra material av vårtbjörk anses relativt god och ett långsiktigt förädlingsprogram pågår i södra Sverige. Skogsforsks material av poppel, hybridasp och björk finns tillgängliga för södra Sverige medan björk och hybridasp från Finland kan användas längre upp i landet, liksom SnowTiger®-kloner av poppel.

Både täckrotsplantor, barrotsplantor och hybridplantor förekommer men är olika vanliga beroende på produktions- och förökningssätt. Björkplantor tas från frö och förekommer i samtliga planttyper, medan hybridasp, som vanligen vävnadsförökas, ofta odlas fram som täckrotsplantor. Poppel försöks med hjälp av sticklingar och barrotsplantor är därför vanliga. Poppel kan även stickas direkt på odlingslokalen till skillnad från övriga trädslag.

Balansen mellan rot och skott hos plantan är viktig för etableringen. Användandet av små täckrotsplantor kan vara ett sätt att skapa god balans mellan rot och skott och på så sätt gynna etableringen. Små plantor kräver dock en god kontroll av vegetationen innan plantering. Vattentillståndet hos plantan är av betydelse för överlevnad och etablering. Genom att blötlägga sticklingar av poppel stimuleras rotning och sticklingen får också med sig en

vattenreserv som kan utnyttjas till dess att trädet har bildat egna rötter. Även täckrotsplanter är känsliga för fukthalten i plantan och i rotsubstratet.

Direktstickling av poppel kan vara ett sätt att sänka föryngringskostnaderna. Sticklingens längd, diameter och yta har stor betydelse, samtidigt som planteringsmiljö, förbehandling och genetiskt ursprung (klon) också påverkar resultatet. Stora sticklingar kan lagra mer kolhydrater som kan användas vid etableringen och längre sticklingar kan stickas djupare i marken och på så sätt få en säkrare tillgång på vatten. En stickling har initialt ingen ovanjorddel att försörja medan en stor barrotsplanta kan drabbas av obalans mellan rot och bladmassa. Försök med olika planttyper hos *Populus*-arter har visat att långa sticklingar och rotade planter är säkrare att använda än korta sticklingar på jordbruksmark, men alla typer fungerar. Långa 2-åriga sticklingar kan användas för att etablera poppel på besvärliga lokaler såsom organogena marker. Etableringen av lövträd anses mer komplicerad på skogsmark än på åkermark eftersom det finns fler faktorer att ha uppsikt över och det råder mer varierande förhållanden. Försök har visat att korta sticklingar kan vara svårare att etablera på skogsmark medan längre sticklingar (>50 cm) samt täckrots- och barrotsplanter fungerat bättre.

Etablering av hybridasp har lyckats bättre än för poppel. Det beror sannolikt på bättre klimatanpassning och högre tolerans för låga pH-värden i marken. Även al tycks fungera bra, men här finns få undersökningar. Gråal och klibbal kan till stor del tillgodose sitt behov av kväve genom kvävefixering. Låga pH-värden, torkstress och gödsling med kväve kan dock reducera kvävefixeringen. Inokulering av planter med kvävefixerande bakterier är ett sätt att säkerställa symbiosen hos odlingsmaterialet, men försök har också visat att symbiosen ofta uppstår spontant efter föryngring.

Sådd av björk har gett lovande resultat på både åkermark och skogsmark och bör ske med förädlat material. Metoden anses dock som mer osäker än plantering. Sådd av björk bör föregås av markberedning. Sådd i ren mineraljord har gett goda resultat medan förekomst av matjord i planteringsfläcken har lett till sämre resultat. Även al går att föryngra genom sådd, men det finns få studier som behandlar sådd av gråal och klibbal i Norden.

Förutsättningar att bygga nästa generation på vegetativ föryngring är särskilt goda hos hybridasp, som normalt ger ett tätt och jämnt upplag av rotskott. För att få ett tätt upplag av rotskott hos asp bör samtliga träd avverkas. Upplag av avverkningsrester och täta grässvålar kan hämma skottens utveckling. Studier av andra generationens vegetativa föryngring av hybridasp har dock visat att vissa kloner i den ursprungliga klonblandningen blir mer dominanta än andra. För att säkerställa den genetiska variationen i framtida självföryngringar kan det vara aktuellt att öka antalet kloner vid plantering. Förmågan att skjuta rotskott tycks också bestå i kommande generationer även då så korta omloppstider som 4 år testats. Mycket täta avverkningsintervall kan dock förväntas utarma förmågan att skjuta rotskott över tiden. Även gråal kan ge ett tätt upplag med en blandning av rot- och stubbskott.

Poppel och björk skjutet framförallt stubbskott och möjligheterna att utnyttja den vegetativa föryngringen är beroende av ursprungsförband och överlevnad hos stubbar. Stubbskott anses också kunna drabbas av instabilitet. För poppel har det visats en betydande variation mellan olika kloner vad gäller förmåga att skjuta skott vilket är något som bör beaktas om vegetativ föryngring ska utnyttjas i kommande generationer. När det gäller björk är rekommendationen ofta att gynna fröplanter framför vegetativt föryngrad björk vid tidiga skötselåtgärder då förutsättningarna för god framtida virkeskvalitet betraktas som bättre hos frösådd björk.

MARKEGENSKAPER

Markens surhetsgrad har betydelse för överlevnad och tillväxt. Det gäller framförallt poppel, som kräver uppemot pH 5 för att fungera och bäst utveckling uppnås inom ett ganska snävt intervall runt pH 6. Försök visar dock på skillnad i känslighet för pH mellan arter, hybrider och kloner av poppel. Det är något som skulle kunna utnyttjas i förädlingsarbetet för att ta fram material för sura ståndorter. Känslighet för låga pH-värden är framförallt ett problem vid odling på skogsmark, då jordbruksmark generellt har högre pH-värden. Låg tolerans för höga halter av aluminium i marken kan vara en trolig förklaring till att poppel utvecklas dåligt på sura jordar. Det behövs dock mer forskning för att utreda detta. Hybridasp har visat sig tåligare för låga pH-värden än poppel, och sedan länge har man visat att björk och al klarar de låga pH-nivåer som finns i svensk skogsmark. På mager skogsmark kan al användas för att förbättra marktillståndet.

Samtliga trädslag växer bäst på bördiga marker med god tillgång på vatten. God tillgång på näring och vatten anses också vara en förutsättning för att hybridasp och poppel ska kunna nå upp till sina potentiellt höga produktionsnivåer. Rörligt markvatten anses vara viktigt. Enbart klibbal har förmåga att växa på blöta områden och dessa ståndorter bör undvikas vid odling av övriga trädslag. Tidigare brukad åkermark har speciella hydrologiska förhållanden som man bör känna till vid odling på denna marktyp. Fuktförhållandena skiljer sig mellan olika horisonter och det kan vara aktuellt att bryta den tidigare markprofilen för att ge träden tillgång till vatten. Samtidigt är det viktigt att dräneringen fungerar.

Gödsling i samband med plantering av snabbväxande lövträd har gett varierande resultat vad avser överlevnad hos plantor, men flera försök har visat på en högre tillväxt. Befarade negativa effekter av gödsling i samband med plantering är att konkurrerande vegetation gynnas och att det finns en risk för läckage av näring eftersom träden inte förmår att utnyttja hela givan. I försök med poppel har gödsling ofta enbart visat en effekt i kombination med markberedning och åtgärden bör därför ses som ett komplement till markberedning.

ÅTGÄRDER FÖR EN FÖRBÄTTRAD ETABLERING

Markbehandling är en mycket viktig åtgärd vid etablering av löv. Framförallt måste vegetationen kontrolleras men markberedningen kan också på annat sätt skapa en bra etableringsmiljö för plantan.

Plantering på jordbruksmark bör ske så snart som möjligt efter att jordbruket upphört. A och O är att hålla fritt från ogräs under etableringsskedet. På jordbruksmark är herbicidbehandling en effektiv metod att kontrollera vegetationen. Mekanisk ogräsbekämpning fungerar men är inte lika effektiv som kemisk behandling. Försök med poppel visar generellt på bättre etableringsresultat vid tilltagande styrka på markberedningen. De rekommenderade åtgärderna för att förbereda jordbruksmark gäller och bör ofta upprepas: plöjning, harvning och herbicidbehandling. Tiltplöjning och högläggning tycks också fungera. På jordbruksmark går det även att täcka marken med plast eller väv i samband med plantering. Försök med täckplast har visat på förbättrad överlevnad men kan hindra den initiala vattenförsörjningen om plantering sker på torr mark. Även väv ger liknande skydd mot ogräs och ett förbättrat etableringsresultat. Någon typ av vegetationskontroll bör vid behov även utföras under de första åren efter plantering. Genom att anpassa planteringsförbandet går det att skapa förutsättningar för rationell vegetationskontroll med lantbrukstraktor (Figur 23.)

På skogsmark är det mycket viktigt med markberedning och plantering direkt efter avverkning för att lyckas med föryngringen. Högläggning och inversmarkberedning används med framgång vid etablering av löv på skogsmark. Det är också viktigt att kombinera planttyp och markberedningsmetod för aktuell lokal.

Den erfarenhet som finns dokumenterad tyder på att betande djur utgör ett stort hot mot snabbväxande löv. Hybridaspn anses särskilt smaklig för viltet medan al inte är särskilt attraktivt. Betningsstudier på skogsmark har visat att det mest kritiska skedet för träden var att gå från små träd till medelstora träd och asp var särskilt utsatt. Det tog betydligt längre tid för lövplantor att nå betningssäker höjd då det fanns betande djur än då de saknades. Hägn är det effektivaste sättet att hålla viltet borta och rekommenderas vid odling av hybridasp och poppel, men även till viss del för björk. Eftersom medelålders skog av poppel och hybridasp drabbas av barknag bör hägnet behållas halva omloppstiden. Det finns ett stort behov av kunskap om vilka faktorer som styr behovet av hägn. Det finns bland annat frågetecken kring arealens betydelse för behovet av hägn. Drabbas små arealer hårdare än stora planteringar? Av resultaten att döma i denna rapport rekommenderas dock hägn för samtliga planteringar oavsett trädslag, marktyp och areal om inte markägaren har god kännedom om viltsituationen på fastigheten.

Sork kan utgöra ett stort hot vid etablering av lövträd. Det effektivaste sättet att hålla sorken borta är att avlägsna vegetationen runt plantan. Det kan ske genom markberedning på både skogs- och åkermark eller genom herbicidbehandling på åkermark. Återkommande ogräsbekämpning kan vara nödvändig på jordbruksmark.

Det är svårt att förutse svamp- och insektsangrepp, men det finns olika strategier som kan minska omfattningen av skadorna. Odlingsmaterialet har betydelse och det är väl dokumenterat att det finns en stor variation i mottaglighet mellan olika arter och kloner inom *Populus*. En blandning av kloner kan minska risken för att en hel plantering slås ut av en patogen. Att blanda trädslag på träd- eller beståndsnivå kan vara ett annat sätt att minska skadorna. I etableringsfasen anses svampskador inte som ett stort problem, det är snarare något som uppstår senare.

Skadebilden för snabbväxande löv i rena bestånd är i dagsläget relativt oklar då denna beståndstyp fortfarande förekommer i begränsad omfattning. Skadebilden kan komma att ändras och andra skadegörare kan öka i betydelse vid mer storskalig odling av trädslagen.

SLUTSATSER

Odling av snabbväxande löv kräver ett stort engagemang och mycket kunskap. Potentialen är stor om man lyckas med sina planteringar, men för det behövs rätt åtgärder sätts in från början. Markbearbetning (mekanisk eller kemisk), val av plantmaterial och skydd mot vilt är viktiga åtgärder som bör anpassas efter lokal, marktyp och trädslag. Vad gäller etablering av snabbväxande löv finns mycket kunskap som inte är allmänt spridd. Fler kommunikations- och utbildningsinsatser behövs, varför denna studie är av stor vikt och resultat härifrån kommer att fortsätta kommuniceras även efter projekttidens slut.

Många odlare ansåg att det var svårare att lyckas med föryngringen av poppel och hybridasp än björk och al. Föryngring av poppel och hybridasp är dyr och kunskapen om hur odling av trädslagen ska gå till anses knapphändig. Problemen uppfattades som större på skogsmark än på jordbruksmark. Olika trädslags mark- och klimatkrav behöver specificeras för bättre ståndortsanpassning, vilket är ett stort forskningsområde som bör prioriteras. För att lyckas med planteringarna krävs också en bättre tillgång på plantor och mer

kunskap om odlingssäkerhet för olika material. Det kan finnas risker med den begränsade genetiska variationen som finns hos kommersiella kloner, speciellt med avseende på poppel. Här behövs forskningsinsatser framöver.

En annan viktig aspekt som lyftes fram i studiens olika delar var att skötselsystem för olika slutprodukter behöver utvecklas för att öka intresset för snabbväxande löv. Odling av biomassa för energiändamål är en viktig del i ett hållbart samhälle, men skogsråvaran kan användas till att utveckla fler hållbara material. En definierad målbild vad gäller slutanvändningen gör att även etableringen kan anpassas bättre.

Resultaten i denna studie bygger både på vetenskapliga studier och på praktiska erfarenheter. Praktiska erfarenheter är oerhört värdefulla, men man bör ha i åtanke att resultaten kan variera och bero på lokal, tidpunkt, utrustning och utförare med flera faktorer som man inte haft kännedom om.

Litteraturlista

- Almgren, G. 1990. Lövskog - björk, asp och al i skogsbruk och naturvård. Skogsstyrelsen, Jönköping, 261 s.
- Aphalo, P. & Rikala, R. 2003. Field performance of silver-birch planting-stock grown at different spacing and in containers of different volume. *New Forests* 25(2): 93-108.
- Auclair, D. & Bouvarel, L. 1992. Influence of spacing and short rotations on *Populus trichocarpa* × *deltoides* coppice. *Canadian Journal of Forest Research* 22(4): 541-548.
- Beaupied, H., Moiroud, A., Domenach, A.-M., Kurdali, F. & Lensi, R. 1990. Ratio of fixed and assimilated nitrogen in a black alder (*Alnus glutinosa*) stand. *Canadian Journal of Forest Research* 20(7): 1116-1119.
- Bergh, J., Linder, S., Lundmark, T. & Elfving, B. 1999. The effect of water and nutrient availability on the productivity of Norway spruce in northern and southern Sweden. *Forest Ecology and Management* 119(1): 51-62.
- Bergquist, J., Löf, M. & Örlander, G. 2009. Effects of roe deer browsing and site preparation on performance of planted broadleaved and conifer seedlings when using temporary fences. *Scandinavian Journal of Forest Research* 24(4): 308-317.
- Bergqvist, G., Bergström, R. & Wallgren, M. 2014. Recent browsing damage by moose on Scots pine, birch and aspen in young commercial forests – effects of forage availability, moose population density and site productivity. *Silva Fennica* 48(1): id 1077.
- Bergström, R. 2006. Effekter av och på vilt - trädslagsval gran eller björk. Skogforsk.
- Bernhold, A., Fjellborg, Å., Löfstrand, M., Kassfeldt, E. & Hansson, P. 2009. Aspsly sprider mer knäcksjuka än stora naturvårdsaspar – och hybridasp är mindre infekterad än inhemsk asp. Sveriges lantbruksuniversitet, Fakta Skog nr 2, Uppsala, 4 s.
- Bilodeau-Gauthier, S., Paré, D., Messier, C. & Bélanger, N. 2011. Juvenile growth of hybrid poplars on acidic boreal soil determined by environmental effects of soil preparation, vegetation control, and fertilization. *Forest Ecology and Management* 261(3): 620-629.
- Blomquist, A. 2006. Uppföljning av plantering på nedlagd åkermark i Skåne 1991-1996. Sveriges lantbruksuniversitet, Institutionen för sydsvensk skogsvetenskap, Examensarbete nr 76, 47 s.
- Borman, M.M. & Larson, L.L. 2002. Cottonwood: establishment, survival, and stand characteristics. Oregon State University, Corvallis, USA, 12 s.
- Braf, S. 1993. Uppföljning av 1991 års lövträdsplantering på åker. Skogsstyrelsen, Meddelande från Skogsstyrelsen nr 1993:3, 19 s.
- Brage Tuñón, T. 2009. Methods of poplar propropagation and establishment on forest and agricultural land in Sweden. Sveriges lantbruksuniversitet, Institutionen för energi och teknik, Examensarbete nr 10, 50 s.
- Branislav, K., Savo, R., Dragana, M., Petar, I. & Marina, K. 2009. Early shoot and root growth dynamics as indicators for the survival of black poplar cuttings. *New Forests* 38(2): 177-185.

- Broeckx, L.S., Verlinden, M.S. & Ceulemans, R. 2012. Establishment and two-year growth of a bio-energy plantation with fast-growing *Populus* trees in Flanders (Belgium): Effects of genotype and former land use. *Biomass and Bioenergy* 42: 151-163.
- Brown, K.R. & van den Driessche, R. 2002. Growth and nutrition of hybrid poplars over 3 years after fertilization at planting. *Canadian Journal of Forest Research* 32(2): 226-232.
- Bärring, U. 1988. On the reproduction of aspen (*Populus tremula* L.) with emphasis on its suckering ability. *Scandinavian Journal of Forest Research* 3(1-4): 229-240.
- Böhlenius, H. & Övergaard, R. 2014. Effects of direct application of fertilizers and hydrogel on the establishment of poplar cuttings. *Forests* 5(12): 2967-2979.
- Böhlenius, H. & Övergaard, R. 2015a. Exploration of optimal agricultural practices and seedling types for establishing poplar plantations. *Forests* 6(8): 2785-2798.
- Böhlenius, H. & Övergaard, R. 2015b. Growth response of hybrid poplars to different types and levels of vegetation control. *Scandinavian Journal of Forest Research* 30(6): 516-525.
- Böhlenius, H. & Övergaard, R. 2016. Impact of seedling type on early growth of poplar plantations on forest and agricultural land. *Scandinavian Journal of Forest Research* 31(8): 733-741.
- Böhlenius, H., Övergaard, R. & Jämtgård, S. 2016a. Influence of soil types on establishment and early growth of *Populus trichocarpa*. *Open Journal of Forestry* 6(5): 361-372.
- Böhlenius, H., Övergaard, R. & Asp, H. 2016b. Growth response of hybrid aspen (*Populus × wettsteinii*) and *Populus trichocarpa* to different pH levels and nutrient availabilities. *Canadian Journal of Forest Research* 46(11): 1367-1374.
- Böhlenius, H., Fransson, T., Holmström, E. & Salk, C. 2017. Influence of cutting type and fertilization in production of containerized poplar plants. *Forests* 8(5): 1-11.
- Charles, J.G., Nef, L., Allegro, G., Collins, C.M., Delplanque, A., Gimenez, R., Höglund, S., Jiafu, H., Larsson, S., Luo, Y., Parra, P., Singh, A.P., Volney, W.J.A. & Augustin, S. 2014. Insect and other pests of poplars and willows. In: *Poplars and willows: trees for society and the environment* (Isebrands, J.G., Richardson, J. Eds.). CAB International and FAO, Rome, Italy, s. 459-526.
- Claessens, H., Oosterbaan, A., Savill, P. & Rondeux, J. 2010. A review of the characteristics of black alder (*Alnus glutinosa* (L.) Gaertn.) and their implications for silvicultural practices. *Forestry* 83(2): 163-175.
- Clegg, S. & Gobran, G.R. 1995. Effects of aluminium on growth and root reactions of phosphorus stressed *Betula pendula* seedlings. *Plant and Soil* 168(1): 173-178.
- Coll, L., Messier, C., Delagrangé, S. & Berninger, F. 2007. Growth, allocation and leaf gas exchanges of hybrid poplar plants in their establishment phase on previously forested sites: effect of different vegetation management techniques. *Annals of Forest Science* 64(3): 275-285.

- Czapowskyj, M.M. & Safford, L.O. 1993. Site preparation, fertilization, and 10-year yields of hybrid poplar on a clearcut forest site in eastern Maine, USA. *New Forests* 7(4): 331-344.
- Daugaviete, M., Krumina, M., Kaposts, V. & Lazdinš, A. 2003. Farmland afforestation: the plantations of birch *Betula pendula* Roth. on different soils. *Baltic Forestry* 9(1): 9-21.
- DesRochers, A. & Thomas, B.R. 2003. A comparison of pre-planting treatments on hardwood cuttings of four hybrid poplar clones. *New Forests* 26(1): 17-32.
- DesRochers, A. & Sigouin, M.-E. 2014. Effect of soil mounding and mechanical weed control on hybrid poplar early growth and vole damage. *Écoscience* 21(3-4): 278-285.
- Dickmann, D., Phipps, H. & Netzer, D. 1980. Cutting diameter influences early survival and growth of several *Populus* clones. USDA Forest Service, Research Note NC-261, 4 s.
- Dickmann, D.I. & Kuzovkina, J. 2014. Poplars and willows of the world, with emphasis on silviculturally important species. In: *Poplars and Willows: Trees for Society and the Environment* (Isebrands, J.G., Richardson, J. Eds.). CAB International and FAO, Rome, Italy, s. 8–91.
- Dobkowski, A. 2006. Red alder plantation establishment: site selection, site preparation, planting stock, and regeneration. In: *Red alder – a state of knowledge* (Deal, R.L., Harrington, C.A. Eds.). U.S. Department of Agriculture, Pacific Northwest Research Station, Portland, USA, s. 87-94.
- Doucet, R. 1989. Regeneration Silviculture of Aspen. *The Forestry Chronicle* 65(1): 23-27.
- Edenius, L. & Ericsson, G. 2015. Effects of ungulate browsing on recruitment of aspen and rowan: a demographic approach. *Scandinavian Journal of Forest Research* 30(4): 283-288.
- Edenius, L., Ericsson, G. & Zakrisson, C. 2004. Asp betas hårdare i skog än vid åker – ökat betestryck under senaste årtiondet. Sveriges lantbruksuniversitet, Fakta Skog nr 5, Uppsala, 4 s.
- Elfving, B. 1986. Odlingvärdet av björk, asp och al på nedlagd jordbruksmark i Sydsverige. Sveriges Skogsvårdsförbunds Tidskrift nr 5, 30-41 s.
- Elfving, B. 2009. En plantering med poppel, björk och gran på nedlagd jordbruksmark vid Umeå. Sveriges lantbruksuniversitet, Institutionen för skogens ekologi och skötsel, Rapport nr 5, 21 s.
- Elfving, B. & Nyström, K. 1984. Björkens stubbskottsbildning och höjdtutveckling i ungdomsskedet – Analyser av data från Hugin´s ungdomsytor. Sveriges Skogsvårdsförbunds Tidskrift nr 3-4, 51-60 s.
- Energimyndigheten. 2013. Mer skogsbränsle – så påverkar det skog och miljö. Statens Energimyndighet, Eskilstuna, 23 s.

- Engelmann, V. 2015. Why fast growing broadleaves? – a study of forest owners' tree species choice after storm damages in southern Sweden. Swedish University of Agricultural Sciences, Southern Swedish Forest Research Centre, Master thesis No. 247, 46 s.
- Engerup, P.-O. 2011. Föryngring med poppel och hybridasp på skogs- och åkermark. Sveriges lantbruksuniversitet, Institutionen för sydsvensk skogsvetenskap, Examensarbete nr 167, 99 s.
- Ericsson, T. & Lindsjö, I. 1981. Tillväxtens pH-beroende hos några energiskogsarter. Sveriges lantbruksuniversitet, Projekt Energiskogsodling – ESO, Teknisk rapport nr 11, 7 s.
- Ericsson, T. & Ingestad, T. 1988. Nutrition and growth of birch seedlings at varied relative phosphorus addition rates. *Physiologia Plantarum* 72(2): 227-235.
- Ericsson, T. & Kähr, M. 1993. Growth and nutrition of birch seedlings in relation to potassium supply rate. *Trees* 7(2): 78-85.
- Ericsson, T. & Kähr, M. 1995. Growth and nutrition of birch seedlings at varied relative addition rates of magnesium. *Tree Physiology* 15(2): 85-93.
- Eriksson, L., Bohlin, F., Hörnfeldt, R., Johansson, T., A., L. & Woxblom, A.-C. 2011. Skog på jordbruksmark: erfarenheter från de senaste decennierna. Sveriges lantbruksuniversitet, Institutionen för skogens produkter, Rapport nr 17, 228 s.
- Fajersson, S., Gustavsson, S., Henriksson, A., Karlsson, B., Lundmark, S., Stenlid, J. & Törner, L. 1990. Hybridaspodling på åkermark – etablering och ekonomi. Malmö läns hushållningssällskap, Borgeby, 61 s.
- Farmer, R.E. 1962. Aspen root sucker formation and apical dominance. *Forest Science* 8(4): 403-410.
- Fraser, E.C., Lieffers, V.J., Landhäusser, S.M. & Frey, B.R. 2002. Soil nutrition and temperature as drivers of root suckering in trembling aspen. *Canadian Journal of Forest Research* 32(9): 1685-1691.
- Frey, B.R., Lieffers, V.J., Landhäusser, S.M., Comeau, P.G. & Greenway, K.J. 2003. An analysis of sucker regeneration of trembling aspen. *Canadian Journal of Forest Research* 33(7): 1169-1179.
- Granhall, U., Ericsson, T. & Clarholm, M. 1983. Dinitrogen fixation and nodulation by *Frankia* in *Alnus incana* as affected by inorganic nitrogen in pot experiments with peat. *Canadian Journal of Botany* 61(11): 2956-2963.
- Griffiths, A.P. & McCormick, L.H. 1984. Effects of soil acidity on nodulation of *Alnus glutinosa* and viability of *Frankia*. *Plant and Soil* 79(3): 429-434.
- Grossnickle, S.C. & El-Kassaby, Y.A. 2016. Bareroot versus container stocktypes: a performance comparison. *New Forests* 47(1): 1-51.
- Guillemette, T. & DesRochers, A. 2008. Early growth and nutrition of hybrid poplars fertilized at planting in the boreal forest of western Quebec. *Forest Ecology and Management* 255(7): 2981-2989.
- Göransson, A. & Eldhuset, T.D. 1987. Effects of aluminium on growth and nutrient uptake of *Betula pendula* seedlings. *Physiologia Plantarum* 69(2): 193-199.

- Göransson, A. & Eldhuset, T.D. 1991. Effects of aluminium on growth and nutrient uptake of small *Picea abies* and *Pinus sylvestris* plants. *Trees* 5(3): 136-142.
- Haapanen, M., Jansson, G., Nielsen, U., Steffenrem, A. & Stener, L.-G. 2015. The status of tree breeding and its potential for improving biomass production : A review of breeding activities and genetic gains in Scandinavia and Finland. Skogforsk, Uppsala, 55 s.
- Hannerz, M. & Bohlin, F. 2012. Markägares attityder till plantering av poppel, hybridasp och Salix som energigrödor: en enkätundersökning. Sveriges lantbruksuniversitet, Institutionen för skogens produkter, Rapport nr 20, 41 s.
- Hansen, E., Moore, L., Netzer, D., Ostry, M., Phipps, H. & Zavitkovski, J. 1983. Establishing intensively cultured hybrid poplar plantations for fuel and fiber. USDA Forest Service, North Central Forest Experiment Station, General Technical Report NC-78, 24 s.
- Hazell, P. 2005. Överlevnad, tillväxt och skador för lövträdsplanteringar på åkermark i Östergötland. Skogsvårdsstyrelsen Östra Götaland, Rapport nr 2005:4, 38 s.
- Helenius, P., Luoranen, J. & Rikala, R. 2005. Effect of preplanting drought on survival, growth and xylem water potential of actively growing *Picea abies* container seedlings. *Scandinavian Journal of Forest Research* 20(2): 103-109.
- Hendrickson, O.Q., Burgess, D., Perinet, P., Tremblay, F. & Chatatpaul, L. 1993. Effects of *Frankia* on field performance of *Alnus* clones and seedlings. *Plant and Soil* 150(2): 295-302.
- Hiltbrunner, E., Aerts, R., Bühlmann, T., Huss-Danell, K., Magnusson, B., Myrold, D.D., Reed, S.C., Sigurdsson, B.D. & Körner, C. 2014. Ecological consequences of the expansion of N₂-fixing plants in cold biomes. *Oecologia* 176(1): 11-24.
- Hjelm, K. & Rytter, L. 2016. The influence of soil conditions, with focus on soil acidity, on the establishment of poplar (*Populus* spp.). *New Forests* 47(5): 731-750.
- Huss-Danell, K. 1981. Clonal differences in rooting of *Alnus incana* leafy cuttings. *Plant and Soil* 59(2): 193-199.
- Huss-Danell, K. & Frej, A.-K. 1986. Distribution of *Frankia* in soils from forest and afforestation sites in northern Sweden. In: Nitrogen Fixation with Non-Legumes: The Third International Symposium on Nitrogen Fixation with Non-legumes, Helsinki, 2–8 September 1984 (Skinner, F.A., Uomala, P. Eds.). Springer, Dordrecht, Netherlands, s. 407-417.
- Hynynen, J., Niemistö, P., Viherä-Aarnio, A., Brunner, A., Hein, S. & Velling, P. 2010. Silviculture of birch (*Betula pendula* Roth and *Betula pubescens* Ehrh.) in northern Europe. *Forestry: An International Journal of Forest Research* 83(1): 103-119.
- Hytönen, J. & Jylhä, P. 2005. Effects of competing vegetation and post-planting weed control on the mortality, growth and vole damages to *Betula pendula* planted on former agricultural land. *Silva Fennica* 39(3): 365-380.
- Ingestad, T. 1980. Growth, nutrition, and nitrogen fixation in grey alder at varied rate of nitrogen addition. *Physiologia Plantarum* 50(4): 353-364.
- Ingestad, T. 1991. Nutrition and growth of forest trees. *Tappi Journal* 74: 55-62.

- Jacobs, D.F., Salifu, K.F. & Seifert, J.R. 2005. Growth and nutritional response of hardwood seedlings to controlled-release fertilization at outplanting. *Forest Ecology and Management* 214(1): 28-39.
- Johansson, K., Nilsson, U. & Allen, H.L. 2007. Interactions between soil scarification and Norway spruce seedling types. *New Forests* 33(1): 13-27.
- Johansson, K., Hajek, J., Sjölin, O. & Normark, E. 2015. Early performance of *Pinus sylvestris* and *Picea abies* – a comparison between seedling size, species, and geographic location of the planting site. *Scandinavian Journal of Forest Research* 30(5): 388-400.
- Johansson, T. 2010. Överlevnad och tillväxt i planteringar av träd på f.d. åkermark – Studier i tjugo till femtio år gamla planteringar. Sveriges Lantbruksuniversitet, Institutionen för energi och teknik, Rapport nr 27, 126 s.
- Johansson, T. & Hjelm, B. 2012. The Sprouting Capacity of 8–21-Year-Old Poplars and Some Practical Implications. *Forests* 3(3): 528-545.
- Johansson, T. & Hjelm, B. 2014. Gödsling runt poppelstubbar med stubbskott. Sveriges lantbruksuniversitet, Institutionen för energi och teknik, Rapport nr 78, 20 s.
- Jonsson, V. 2008. Skogsbrukets erfarenheter av Poppel *Populus* sp. i Skåne. Sveriges lantbruksuniversitet, Institutionen för sydsvensk skogsvetenskap, Examensarbete nr 109, 74 s.
- Jordbruksverket. 2008. Kartläggning av mark som tagits ur produktion. Jordbruksverket, Rapport nr 2008:7, 44 s.
- Jönsson, A. 2015. Beståndsstorlekens påverkan på andelen skador orsakade av vilt i poppelbestånd. Sveriges lantbruksuniversitet Institutionen för sydsvensk skogs- vetenskap Examensarbete nr 235, 42 s.
- Kaczmarek, D.J., Rousseau, R.J., Wright, J.A. & Wachelka, B.C. 2014. The influence of alternative plant propagation and stand establishment techniques on survival and growth of eastern cottonwood (*Populus deltoides* Bartr.) clones. *New Forests* 45(4): 487-506.
- Karačić, A. 2017. SnowTiger® popplar – poppelkloner för nordiskt klimat. Sveriges lantbruksuniversitet, Institutionen för Växtproduktionsekologi, Informationsblad, 4 s.
- Karlsson, A. 1995. Björk på åkermark – sådd och självsådd kan ge lyckat resultat. Sveriges lantbruksuniversitet, Fakta Skog nr 24, Uppsala, 4 s.
- Karlsson, A. 1996. Site preparation of abandoned fields and early establishment of naturally and direct-seeded birch in Sweden. *Studia forestalia Suecica* 199: 1-25.
- Karlsson, A. 2002. Site preparation of abandoned fields and early establishment of planted small-sized seedlings of silver birch. *New Forests* 23(2): 159-175.
- Karlsson, M. 2003. Naturlig föryngring av björk i södra Sverige – kan man styra och förutsäga resultatet? Sveriges lantbruksuniversitet, Fakta Skog nr 1, Uppsala, 4 s.
- Kozłowski, T.T. 1986. Soil aeration and growth of forest trees (review article). *Scandinavian Journal of Forest Research* 1(1-4): 113-123.

- Kullberg, Y. & Bergström, R. 2001. Winter browsing by large herbivores on planted deciduous seedlings in southern Sweden. *Scandinavian Journal of Forest Research* 16(4): 371-378.
- Landhäusser, S.M. 2003. Effect of soil temperature on rooting and early establishment of balsam poplar cuttings. *Tree planters' notes* 50(1): 34-37.
- Landhäusser, S.M., Lieffers, V.J. & Mulak, T. 2006. Effects of soil temperature and time of decapitation on sucker initiation of intact *Populus tremuloides* root systems. *Scandinavian Journal of Forest Research* 21(4): 299-305.
- Landhäusser, S.M., Mulak, T.L. & Lieffers, V.J. 2007. The effect of roots and litter of *Calamagrostis canadensis* on root sucker regeneration of *Populus tremuloides*. *Forestry* 80(4): 481-488.
- Landhäusser, S.M., Wan, X., Lieffers, V.J. & Chow, P.S. 2010. Nitrate stimulates root suckering in trembling aspen (*Populus tremuloides*). *Canadian Journal of Forest Research* 40(10): 1962-1969.
- Langhammer, A. & Opdahl, H. 1990. Regeneration and silviculture of aspen (*Populus tremula*) in Norway. Norsk Institutt for Skogforskning, Rapport 1, 22 s.
- Larsson, S., Lundmark, T. & Ståhl, G. 2009. Möjligheter till intensivodling av skog. Sveriges lantbruksuniversitet, Slutrapport regeringsuppdrag Jo 2008/1885, 136 s.
- Lindkvist, A., Mineur, E., Nordlund, A., Nordlund, C., Olsson, O., Sandström, C., Westin, K. & Keskitalo, E.C.H. 2012. Attitudes on intensive forestry. An investigation into perceptions of increased production requirements in Swedish forestry. *Scandinavian Journal of Forest Research* 27(5): 438-448.
- Lu, E.-Y. & Sucoff, E.I. 2001. Responses of *Populus tremuloides* seedlings to solution pH and calcium. *Journal of Plant Nutrition* 24(1): 15-28.
- Lutter, R., Tullus, A., Kanal, A., Tullus, T., Vares, A. & Tullus, H. 2015. Growth development and plant–soil relations in midterm silver birch (*Betula pendula* Roth) plantations on previous agricultural lands in hemiboreal Estonia. *European Journal of Forest Research* 134(4): 653-667.
- Lygis, V., Vasiliauskas, R. & Stenlid, J. 2004. Planting *Betula pendula* on pine sites infested by *Heterobasidion annosum*: disease transfer, silvicultural evaluation, and community of wood-inhabiting fungi. *Canadian Journal of Forest Research* 34(1): 120-130.
- Långström, B. 1991. Skador på björk och asp - en översikt. Skogskonferensen, Uppsala 5-6 december 1989.
- Löf, M., Dey, D.C., Navarro, R.M. & Jacobs, D.F. 2012. Mechanical site preparation for forest restoration. *New Forests* 43(5-6): 825-848.
- McCarthy, R. 2016. Establishment and early management of *Populus* species in southern Sweden. Swedish University of Agricultural Sciences, Southern Swedish Forest Research Centre, Dissertation, Acta Universitatis Agriculturae Sueciae 2016:52, 69 s.
- McCarthy, R. & Rytter, L. 2015. Productivity and thinning effects in hybrid aspen root sucker stands. *Forest Ecology and Management* 354: 215-223.

- McCarthy, R., Ekö, P. & Rytter, L. 2014. Reliability of stump sprouting as a regeneration method for poplars: clonal behavior in survival, sprout straightness and growth. *Silva Fennica* 48(3): id 1126.
- McCarthy, R., Rytter, L. & Hjelm, K. 2017. Effects of soil preparation methods and plant types on the establishment of poplars on forest land. *Annals of Forest Science* 74(2): 47.
- McCarthy, R., Löf, M. & Gardiner, E.S. 2018. Early root development of poplars (*Populus* spp.) in relation to moist and saturated soil conditions. *Scandinavian Journal of Forest Research* 33(2): 125-132.
- Mulak, T., Landhäusser, S.M. & Lieffers, V.J. 2006. Effects of timing of cleaning and residual density on regeneration of juvenile aspen stands. *Forest Ecology and Management* 232(1-3): 198-204.
- Mundell, T.L., Landhäusser, S.M. & Lieffers, V.J. 2008. Root carbohydrates and aspen regeneration in relation to season of harvest and machine traffic. *Forest Ecology and Management* 255(1): 68-74.
- Myrold, D.D. & Huss-Danell, K. 2003. Alder and lupine enhance nitrogen cycling in a degraded forest soil in Northern Sweden. *Plant and Soil* 254(1): 47-56.
- Månsson, J., Kalén, C., Kjellander, P., Andrén, H. & Smith, H. 2007. Quantitative estimates of tree species selectivity by moose (*Alces alces*) in a forest landscape. *Scandinavian Journal of Forest Research* 22(5): 407-414.
- Ostry, M., Ramstedt, M., Newcombe, G. & Steenackers, M. 2014. Diseases of poplars and willows. In: *Poplars and Willows: Trees for Society and the Environment* (Isebrands, J.G., Richardson, J. Eds.). CAB International and FAO, Rome, Italy, s. 443-458.
- Perala, D.A. 1979. Regeneration and productivity of aspen grown on repeated short rotations. U.S. Department of Agriculture, Forest Service, North Central Forest Experiment Station, Research Paper NC-176, 7 s.
- Persson, P.-O., Rytter, L., Johansson, T. & Hjelm, B. 2015. Handbok för odlare av poppel och hybridasp. Jordbruksverket, Jönköping, 23 s.
- Puri, S. & Thompson, F. 1989. Rooting of stem cuttings of *Populus gångeuramericana* under different water potentials. *Annales des Sciences Forestières* 46(Supplement): 127-129.
- Pusenius, J., Pritinen, K., Roininen, H. & Rousi, M. 2003. Effects of the availability of herbaceous food on vole attacks on birch seedlings. *Écoscience* 10(2): 155-160.
- Richardson, J., Isebrands, J.G. & Ball, J.B. 2014. Ecology and physiology of poplars and willows. In: *Poplars and Willows: Trees for Society and the Environment* (Isebrands, J.G., Richardson, J. Eds.). CAB International and FAO, Rome, Italy, s. 92-123.
- Rytter, L. 1996. Grey alder in forestry: a review. *Norwegian Journal of Agricultural Sciences Suppl.* 24: 61-78.
- Rytter, L. 2007. Gödsling av täckrotsplantor. *Plant Aktuellt* nr 2, 3 s.
- Rytter, L. 2013. Growth dynamics of hardwood stands during the precommercial thinning phase – Recovery of retained stems after competition release. *Forest Ecology and Management* 302: 264-272.

- Rytter, L. & Stener, L.-G. 2015. Gråal och hybrid al – En potential för ökad energiinriktad produktion i Sverige. Skogforsk, Arbetsrapport nr 889, 32 s.
- Rytter, L. & Rytter, R.-M. 2017. Productivity and sustainability of hybrid aspen (*Populus tremula* L. × *P. Tremuloides* Michx.) root sucker stands with varying management strategies. *Forest Ecology and Management* 401: 223-232.
- Rytter, L., Arveby, A. & Granhall, U. 1991. Dinitrogen (C₂H₂) fixation in relation to nitrogen fertilization of grey alder [*Alnus incana* (L.) Moench.] plantations in a peat bog. *Biology and Fertility of Soils* 10(4): 233-240.
- Rytter, L., Sennerby-Forsse, L. & Alriksson, A. 2000. Natural regeneration of grey alder (*Alnus incana* (L.) Moench.) stands after harvest. *Journal of Sustainable Forestry* 10(3-4): 287-294.
- Rytter, L., Ericsson, T. & Rytter, R.-M. 2003. Effects of demand-driven fertilization on nutrient use, root:plant ratio and field performance of *Betula pendula* and *Picea abies*. *Scandinavian Journal of Forest Research* 18(5): 401-415.
- Rytter, L., Stener, L.-G. & Övergaard, R. 2011a. Odling av hybridasp och poppel. Skogforsk, Uppsala, 39 s.
- Rytter, L., Johansson, T., Karačić, A. & Weih, M. 2011b. Orienterande studie om ett svenskt forskningsprogram för poppel. Skogforsk, Arbetsrapport nr 733, 148 s.
- Rytter, L., Karlsson, A., Karlsson, M. & L.-G. S. 2014. Skötsel av björk, al och asp. Skogsstyrelsen, Skogsskötselserien nr 9.
- Rytter, L., Johansson, K., Mc Carthy, R. & Stener, L.G. 2015a. Kostnadseffektiv förnygring av poppel. Skogforsk, Slutrapport + Bilaga till Skogssällskapet, 3 +14 s.
- Rytter, L., Andreassen, K., Bergh, J., Eko, P.-M., Gronholm, T., Kilpeläinen, A., Lazdina, D., Muiste, P. & Nord-Larsen, T. 2015b. Availability of biomass for energy purposes in Nordic and Baltic countries : Land areas and biomass amounts. *Baltic Forestry* 21(2): 375-390.
- Rytter, L., Ingerslev, M., Kilpeläinen, A., Torssonen, P., Lazdina, D., Löf, M., Madsen, P., Muiste, P. & Stener, L.-G. 2016. Increased forest biomass production in the Nordic and Baltic countries – a review on current and future opportunities. *Silva Fennica* 50(5): id 1660.
- Schuler, J.L. & McCarthy, W. 2015. Development of eastern cottonwood cuttings as modified by cutting length and surface area available for rooting. *New Forests* 46(4): 547-559.
- Schüberg, H. 2015. Resultat från norrländska försök med nya hybridaspkorsningar – Slutrapport 2015 för Energimyndighetens projekt 35136-1. Skogforsk, Uppsala, 10 s.
- Shepperd, W.D. 1996. Response of aspen root suckers to regeneration methods and post-harvest protection. USDA Forest Service, Rocky Mountain Forest and Range Experiment Station, Research Paper RM-RP-324, 8 s.
- Skogsstyrelsen. 2016. Skogsvårdslagstiftningen. Skogsstyrelsen, Jönköping, 92 s.
- Steiner, K.C., Barbour, J.R. & McCormick, L.H. 1984. Notes: Response of *Populus* Hybrids to Aluminum Toxicity. *Forest Science* 30(2): 404-410.

- Stener, L.-G. 2003. Fältsådd av björk i södra Sverige - ett alternativ till plantering. Skogforsk, Resultat nr 18, 4 s.
- Stener, L.-G. 2007. Utvärdering av sydsvenska avkommeförsök med klibbal. Skogforsk, Arbetsrapport nr 649, 46 s.
- Stener, L.-G. & Karlsson, B. 2004. Improvement of *Populus tremula* × *P. tremuloides* by phenotypic selection and clonal testing. Forest Genetics 11(1): 13-27.
- Stener, L.-G. & Westin, J. 2015. Resistenstag av poppel - Slutrapport 2015 för Energi-myndighetens projekt 35136-1. Skogforsk, Uppsala, 8 s.
- Stener, L.-G. & Westin, J. 2017. Early growth and phenology of hybrid aspen and poplar in clonal field tests in Scandinavia. Silva Fennica 51(3): id 5656.
- Stener, L.-G., Westin, J. & Stenlid, J. 2015. Resistenstag av hybridasp - Slutrapport 2015 för Energimyndighetens projekt 35136-1. Skogforsk, Uppsala, 11 s.
- Stener, L.-G., Rungis, D., Belevich, V. & Malm, J. 2018. Change of clonal frequency in the second root sucker generation of hybrid aspen. Forest Ecology and Management 408: 174-182.
- Stenström, O. & Nordel, V. 2010. Trähägn en tänkbar metod för viltskydd i Svenskt skogsbruk? Sveriges lantbruksuniversitet, Institutionen för sydsvensk skogsvetenskap, Examensarbete nr 152, 40 s.
- Stenvall, N., Haapala, T. & Pulkkinen, P. 2006. The role of a root cutting's diameter and location on the regeneration ability of hybrid aspen. Forest Ecology and Management 237(1-3): 150-155.
- Stenvall, N., Piisilä, M. & Pulkkinen, P. 2009. Seasonal fluctuation of root carbohydrates in hybrid aspen clones and its relationship to the sprouting efficiency of root cuttings. Canadian Journal of Forest Research 39(8): 1531-1537.
- Stoeckeler, J.H. & Macon, J.W. 1956. Regeneration of Aspen Cutover Areas in Northern Wisconsin. Journal of Forestry 54(1): 13-16.
- Strong, T.F. & Zavitkovskij, J. 1983. Effect of harvesting season on hybrid poplar coppicing. In: Intensive plantation culture: 12 years research (Hansen, E.A. Eds.). U.S. Department of Agriculture, Forest Service, North Central Forest Experiment Station, St. Paul, MN, s. 54-57.
- Sundström, K.-R. & Huss-Danell, K. 1987. Effects of water stress on nitrogenase activity in *Alnus incana*. Physiologia Plantarum 70(2): 342-348.
- Timmer, V.R. 1985. Response of a hybrid poplar clone to soil acidification and liming. Canadian Journal of Soil Science 65(4): 727-735.
- Tullus, A., Kanal, A., Soo, T. & Tullus, H. 2010. The impact of available water content in previous agricultural soils on tree growth and nutritional status in young hybrid aspen plantations in Estonia. Plant and Soil 333(1-2): 129-145.
- Tullus, A., Rytter, L., Tullus, T., Weih, M. & Tullus, H. 2012. Short-rotation forestry with hybrid aspen (*Populus tremula* L. × *P. tremuloides* Michx.) in Northern Europe. Scandinavian Journal of Forest Research 27(1): 10-29.

- Tullus, H., Tullus, A. & Rytter, L. 2013. Short-rotation Forestry for Supplying Biomass for Energy Production. In: Forest BioEnergy Production: Management, Carbon sequestration and Adaptation (Kellomäki, S., Kilpeläinen, A., Alam, A. Eds.). Springer, New York, USA, s. 39-56.
- Uri, V., Lõhmus, K., Mander, Ü., Ostonen, I., Aosaar, J., Maddison, M., Helmisaari, H.-S. & Augustin, J. 2011. Long-term effects on the nitrogen budget of a short-rotation grey alder (*Alnus incana* (L.) Moench) forest on abandoned agricultural land. Ecological Engineering 37(6): 920-930.
- van den Driessche, R., Rude, W. & Martens, L. 2003. Effect of fertilization and irrigation on growth of aspen (*Populus tremuloides* Michx.) seedlings over three seasons. Forest Ecology and Management 186(1-3): 381-389.
- van den Driessche, R., Niemi, F. & Charleson, L. 2005. Fourth year response of aspen seedlings to lime, nitrogen and phosphorus applied at planting and 1 year after planting. Forest Ecology and Management 219(2-3): 216-228.
- Wan, X., Landhäusser, S.M., Lieffers, V.J. & Zwiazek, J.J. 2006. Signals controlling root suckering and adventitious shoot formation in aspen (*Populus tremuloides*). Tree Physiology 26(5): 681-687.
- Webber, J.F., Gibbs, J. & Hendry, S.J. 2004. Phytophthora disease of Alder. Forestry Commission, Edinburgh, UK, 6 s.
- Werner, M. & Heurlin Karlsson, L. 2004. Skånska strövområden - vistelse, preferenser och värderingar : Fulltofta – Klåveröd – Snogelholm. Skogforsk, Redogörelse 2, 33 s.
- Westerström, S. 2015. Klövviltets besöksfrekvens och bete i sydsvenska poppelplanter. Sveriges lantbruksuniversitet Institutionen för sydsvensk skogsvetenskap, Examensarbete nr 234, 29 s.
- Yamaya, K. 1968. On the influence of alder (*Alnus inokumae*) on soil properties in northern Japan. In: Biology of Alder: Proceedings of a Symposium Held at Northwest Scientific Association, Fortieth Annual Meeting, Pullman, Washington, April 14-15, 1967 (Trappe, J.M., Franklin, J.F., Tarrant, R.F., Hansen, G.M. Eds.). USDA Forest Service, Portland, USA, s. 197-207.
- Zalesny, R.S., Hall, R.B., Bauer, E.O. & Riemenschneider, D.E. 2005. Soil temperature and precipitation affect the rooting ability of dormant hardwood cuttings of *Populus*. Silvae Genetica 54(2): 47-58.

Bilaga 1

Intervjurunda med praktiska experter på anläggning av snabbväxande trädslag

Definiera snabbväxande löv, det vill säga finns i släktena *Populus*, *Betula* och *Alnus*.

- 1) Ort
- 2) Befattning, beskriv ditt arbete.
- 3) Var i landet verkar du och i vilka typer av lokaler (jordart, läge) sker beskogning av snabbväxande löv? Vad är skälet till att dessa lokaler väljs?
- 4) Hur stor skogsareal och jordbruksareal hanterar du?
Vad är storleken på föryngringsytorna för respektive objekt och hur stora är föryngringsytorna på fastigheten, både för snabbväxare och totalt?
- 5) Upphandlar du föryngringsarbetet eller sköter du mycket själv?
- 6) Vilka erfarenheter har ni av att odla snabbväxande löv och vilka trädslag har använts? Hur länge, hur många föryngringar, rangordna trädslagen i storleksordning?
- 7) Hur har respektive trädslag fungerat? Varför har trädslagen fungerat som de gör tror du?
- 8) Hur ser resultaten för föryngringarna ut?
Andel lyckade planteringar för respektive trädslag på jordbruksmark och skogsmark.
- 9) Vilka motiv är viktiga för er för att odla snabbväxande löv?
Ekonomi, landskapsbild, nyfikenhet/intresse, biobränsle, behov av att plantera igen övergiven jordbruksmark/ersätta andra trädslag.
Rangordna viktigaste motiven.
- 10) Finns det behov av rådgivning?
Var och hur inhämtar du nödvändig kunskap? Finns det behov av ytterligare kunskap? Hur tycker du rådgivning/information ska förmedlas – kurser, handledning, personlig rådgivning, filmer.
- 11) Vilken betydelse har bidrag och regelverk för lövanläggningen?
Skulle du anlägga löv även utan bidrag? Skapar regelverken begränsningar i hur mycket och vad du kan anlägga?
- 12) Vilka är de viktigaste faktorerna som gjort att planteringarna misslyckats?
Lista de tre viktigaste och fördela. Ge exempel så det går att sammanställa, t.ex. ogräs, betesskador, sork, torka, frost, svampskador, vattensjukt, dåliga kloner, dåliga plantor.

- 13) Vilka är de viktigaste faktorerna som gjort att planteringarna lyckats?
Lista de tre viktigaste och fördela. Ge exempel så det går att sammanställa, t.ex. bra markförberedelser, bra genetik i plantmaterialet, bra plantor, gynnsamma lokaler, hägn, gynnsam årsmån, lite vilt, inga sorkår vid etableringen.
- 14) Hur brukar du förbereda marken?
Ogräs, tidsaspekt, plöjning/harvning, markberedning; både jordbruks- och skogsmark.
- 15) Hur är viltsituationen och vilka åtgärder vidtar du får att skydda planteringar?
Används viltskydd eller vilthägn i någon form och hur ser du på användningen av hägn?
- 16) Finns problem med insekter och vad har du gjort åt det?
- 17) Finns problem med svamp och kräfta och vad har du gjort åt det?
- 18) Vilka krav ställer du på plantmaterialet?
Vilka typer av plantor används? Hur ser du på genetisk bakgrund?
Kollar du vitalitet och balans hos plantorna? Synpunkter på plantpriserna?
- 19) Varifrån hämtar du plantmaterialet?
- 20) Hur genomförs planteringen rent tekniskt?
- 21) Vilka åtgärder sätts in efter plantering?
Viltbehandling, ogräsbekämpning, med mera.
- 22) Har du någon erfarenhet av att aktivt föryngra kommande generationer naturligt? Vad är i så fall viktigt att tänka på?
- 23) Har föryngringsresultaten blivit bättre eller sämre med tiden? På vilket sätt?
- 24) Finns det andra viktiga faktorer som måste beaktas och hanteras?
- 25) Något annat i samband med etablering av snabbväxare som du kommer att tänka på?

Bilaga 2

Specifika frågor till plantodlare, intervjuunderlag till projektet etablering av snabbväxande löv

Definiera snabbväxande löv, det vill säga finns i släktena *Populus*, *Betula* och *Alnus*.

- 1) Namn och ort.
- 2) Befattning, beskriv ditt arbete och plantskolan.
- 3) Vilka trädslag av snabbväxande löv erbjuder ni köparna?
[Rangordna i storleksordning.](#)
- 4) Vilka trädslag odlar ni själva på plats?
- 5) Har produktionen, det vill säga antalet producerade plantor, av snabbväxande löv förändrats under de senaste åren?
- 6) Vilka planttyper odlar ni av respektive trädslag och vad har de för ursprung?
[Ålder. Barrot, täckrot, sticklingar. Genetiskt ursprung – fröplantage, kloner.](#)
- 7) Hur går odlingen till?
[Insådd eller stickning, friland/växthus, omskolning, lagring.](#)
- 8) Köper ni in plantor från andra odlare och i så fall varifrån?
- 9) Om JA på fråga 8, vilket plantmaterial rör det sig om?
[Trädslag, planttyp, ålder.](#)
- 10) Hur hanteras detta material?
[Köper man in färdiga eller halvfärdiga plantor, odlas de vidare eller går de direkt till plantköparen?](#)
- 11) Erbjuder ni någon rådgivning i samband med plantköpet?
[Rådgivning kring hantering, plantering med mera.](#)
- 12) Något annat i samband med plantframställning av snabbväxare som du kommer att tänka på?