

SLUTRAPPORT

Planteringstidpunktens betydelse för etablering, tillväxt och överlevnad i Salix-odlingar.

Projnr: H0640040

Bakgrund

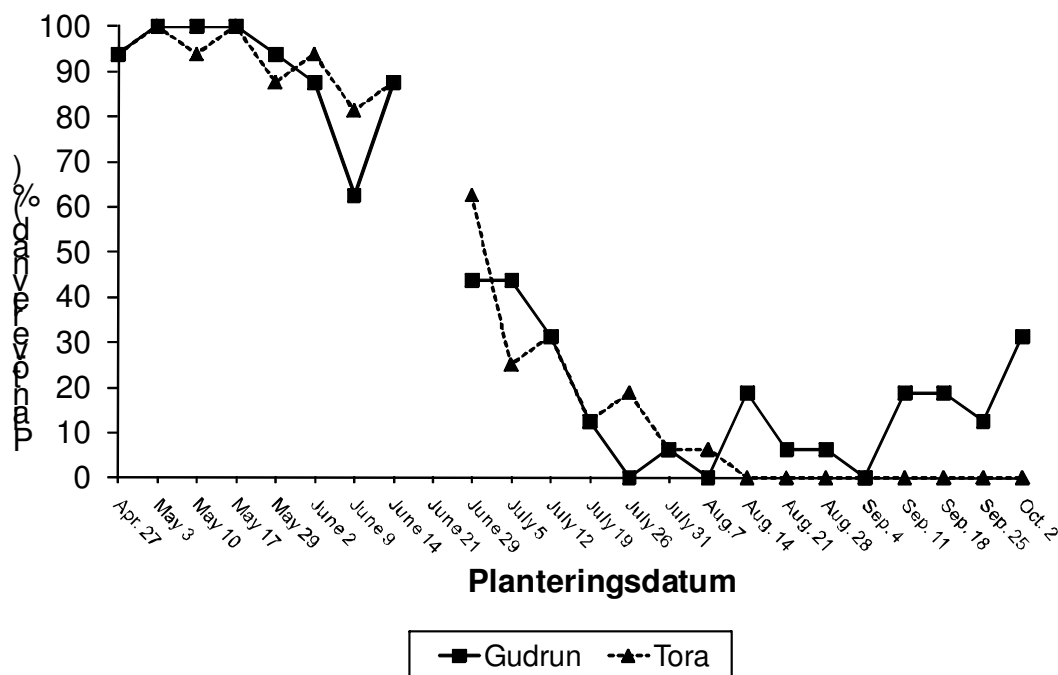
Den mest kritiska fasen för en salixodling är planteringsåret då sticklingarna snabbt ska skjuta rötter och skott för att få en god tillväxt och effektivt kunna konkurrera med de ogräs som förekommer i odlingen. Erfarenheterna visar att god tillväxt under planteringsåret ger de bästa förutsättningarna för en långsiktigt lyckad odling. I odlarhandböcker rekommenderas det att plantera så tidigt som möjligt på våren under den period som marken håller god fuktighet vilket gynnar sticklingarnas etablering (Gustafsson *et al*, 2007; McCracken, 2007). Tidig plantering ger dessutom fördelen att växtsäsongen blir lång men medför samtidigt en risk för att plantorna skadas av försommarfrost då de är som mest känsliga (von Fircks, 1994). Starten för planteringen påverkas främst av vädret, som styr när marken torkat upp tillräckligt för att vara körbar med traktor (för harvning och plantering), och kan därför variera mellan olika år. Även under pågående planteringsperiod kan längre perioder med regn eller torka påverka när plantering kan ske. I Sverige avslutas planteringssäsongen vanligen i mitten på juni (Gustafsson *et al*, 2007) men vissa år kan olämpligt väder, i kombination med en begränsad maskinkapacitet, medföra att all planerad areal inte kan planteras innan mitten på juni. I dessa fall måste antingen planteringen skjutas upp till nästa år, vilket innebär extra kostnader för ogräsbekämpning, markbearbetning och sticklingar, eller så genomförs planteringen ändå. I vissa fall har det förekommit att kommersiella salixodlingar har planterats så sent som i juli (fig.1). Det är uppenbart att sen plantering innebär att tiden för sticklingarna att hinna etablera sig blir kortare och att förutsättningarna för första årets tillväxt därmed är sämre.



Figur 1. Till vänster i bild finns två 4-åriga bestånd av Tora planterade samma år. Bestånd A längst bak i bilden är planterat 16 juni medan bestånd B är planterat två veckor senare.

Trots att tillväxten riskerar att bli lägre skulle det ändå finnas fördelar med att kunna förlänga planteringssäsongen dels längre in på sommaren men även med plantering på hösten. Anläggningen av salixodlingar skulle bli betydligt mer flexibel och även tillåta effektivare utnyttjande av planteringsmaskinerna. Det finns dock få studier kring planteringstidpunktens betydelse för etableringen i salixodlingar. I ett fältförsök i Wales (UK), där klimatet tillåter att plantering kan ske året runt, var överlevnaden för planterade sticklingar bäst under perioden

december till juni (Heaton 2000) medan senare plantering gav sämre överlevnad och lägre biomassaproduktion. Liknande observationer gjordes i en pilotstudie, som genomfördes i i Ultuna, Uppsala 2006 till 2007 där salixsticklingar planterades varje vecka från slutet på april till början på oktober (Nordh och Aronsson, opubl. data). I detta pilotförsök noterades gradvis sämre överlevnad ju senare på säsongen som planteringen gjordes (fig. 2) Vid plantering i början på juli var överlevnaden efter 2 säsonger lägre än 50 %. Eftersom försöket blev kraftigt betat av rådjur kunde ingen tillväxtmätning ske.



Figur 2. Plantöverlevnad efter två tillväxtsåsonger vid olika planteringsdatum för klonerna Gudrun (*Salix dasyclados*) och Tora (*S. schwerinii* x *S. viminalis*) i en pilotstudie i Ultuna, Uppsala 2006 till 2007

Sen plantering innebär också att sticklingarna måste lagras en längre tid och därmed riskerar uttorkning vilket leder till sämre grobarhet (Sennerby-Forsse *et al* 1993).

Syftet med detta projekt har varit att undersöka hur planteringstidpunkten påverkar överlevnad och tillväxt hos salixplanter och om planteringssäsongen för salix kan förlängas under sommaren och ända till senhösten utan att plantornas etablering försämras. Studien har genomförts genom två fältförsök där plantering skett med jämna intervall över en period av drygt sex månader, från tidigt i maj till sent i november. Försöket har följts under två tillväxtsåsonger.

Material och metoder

Plantering

Under 2007 etablerades två fältförsök på jordbruksmark, ett på styv lera i Ultuna, Uppsala och ett på måttligt mullhaltig moig lättlera på SW Seeds försöksgård i Svalöv. Försöksytorna, som båda var inhägnade för att undvika betning av vilt, förbereddes hösten 2006 genom sprutning med Roundup (4l/ha) och plöjning samt innan första plantering 2007 harvades ytorna. I båda försöken har plantering av 18 cm långa salixsticklingar gjorts var tredje vecka

(tab. 1). Planteringen, som gjordes för hand, utfördes 1:a gången i vecka 18 (första veckan i maj) och den 11:e och sista planteringen utfördes vecka 47, sent i november. I försöket användes tre kommersiella salixsorter - Doris (*Salix burjatica* x *S. dasyclados*), Tora (*S. schwerinii* x *S. viminalis*), och Tordis ((*S. schwerinii* x *S. viminalis*) x *S.vim*) - och vid varje tillfälle planterades varje klon i separata parceller med 40 sticklingar per parcell. Parcellstorleken var 4.5 m x 5 m och försöket innehöll 3 upprepningar. Sticklingarna frysförvarades i -4°C i sticklingskartonger som var tätt förslutna i plastsäckar under hela förvaringsperioden fram till respektive planteringstillfälle.

Tabell 1. Planteringsdatum i Ultuna och Svalöv, samt jordbearbetning och noteringar om markens egenskaper vid planteringstillfället.

Planterings- tillfälle	Ultuna			Svalöv		
	Datum	Jord- bearbetning	Notering	Datum	Jord- bearbetning	Notering
1	2 maj	Ja	Fuktigt	2 maj	Ja	Torrt, hårt
2	15 maj	Nej	Fuktigt	15 maj	Nej	Fuktigt, mjukt
3	4 juni	Ja	Fuktigt	7 juni	Nej	Torrt, hårt
4	26 juni	Ja	Fuktigt	27 juni	Nej	Fuktigt, mjukt
5	16 juli	Nej	Fuktigt, hårt	19 juli	Nej	Fuktigt, mjukt
6	6 augusti	Ja	Torrt, hårt	7 augusti	Nej	Torrt, hårt
7	27 augusti	Nej	Hårt	29 augusti	Nej	Fuktigt, mjukt
8	18 september	Nej	Fuktigt, mjukt	21 september	Nej	Fuktigt, mjukt
9	8 oktober	Nej	Fuktigt, mjukt	11 oktober	Nej	Fuktigt, mjukt
10	30 oktober	Nej	Fuktigt, mjukt	29 oktober	Nej	Fuktigt, hårt
11	20 november	Nej	Fuktigt, mjukt	20 november	Nej	-

Skötsel

Under planteringsåret 2007 gjordes ogräsbekämpningar vid tre tillfällen i försöket i Svalöv. Den 12-13 juni harvades hela försöket, både i raderna i de rutorna av försöket som redan planterats (planteringstillfälle 1-3) och i de ännu ej planterade rutorna. Den 19 juni gjordes även manuell ogrärensning i rutorna 1-3 och 20 augusti frästes de ytor som då ännu inte var planterade. Första ogräsbekämpningen 2007 i Ultuna gjordes 26 juni med en handhacka runt mätplantorna i försöksrutorna 1-3. En månad senare, 28 juli, gjordes ännu en manuell rensning runt plantorna i de planterade rutorna (1-5). I början på maj 2008 gjordes en manuell ogräsbekämpning kring alla mätplantor i hela försöket och dessutom klipptes ogräset i raderna med en gräsklippare. Våren 2008 gödslades båda försöken med 45 kg N/ha. I Svalöv gjordes gödningen 21 april och i Ultuna 13 maj.

Inventeringar och mätningar

Samtliga inventeringar och mätningar har utförts på de 12 mest centrala plantorna i varje parcell. Efter plantering har plantornas utvecklingsstadium under 2007 bedömts kontinuerligt enligt en 5-gradig skala:

0 - ingenting har hänt

1 - svullda knoppar

2 - knopparna har spruckit och gröna bladdelar syns

3 - fullt utvecklade blad

4 - tydliga "skott" med stam och blad.

I Ultuna inventerades utvecklingen varje vecka medan försöket i Svalöv inventerades varannan vecka. I förekommande fall har även skador på grund av frost, betning och insekter noterats.

På sensommaren 2008 gjordes även en grov skattning av ogrässituationen i varje enskild försöksruta enligt följande skala: 0 - inget ogräs; 1 - 1-25% marktäckning; 2 - 26-50 %; 3 - mer än 50%

Biomassan i försöken har mätts vid två tillfällen. Vintern 2007 användes en icke-destruktiv metod baserad på relationen mellan skottets torrsvikt och stamdiameter (Nordh & Verwijst, 2004). På varje individuell mätplanta mättes stamdiametern på 5 cm höjd på samtliga levande skott. Relationen mellan stamdiametern (D) och skottens torrsvikt (W) erhöles med hjälp av 20 provskott där stamdiametern mättes på en höjd av 5 cm varefter skotten skördades och torkades i 70°C i 72 timmar och sedan vägdes. En icke linjär regression användes för att bestämma parametrarna b och c i ekvationen $W=b*D^c$. Skottvikterna på mätplantorna beräknades och summerades till plantvikter. Vintern 2008, efter två tillväxtsåonger skördades båda försöken. Samtliga mätplantor kapades då på 5 cm nivå över marken och färskvikten bestämdes för varje planta med 1 g noggrannhet. För varje klon och planteringstidpunkt 1 till 4 bestämdes torrsbstanshalten (TS-halten) genom att klippa och väga 12 levande skott från varje behandling. Skotten torkades i 70°C i 72 timmar och vägdes sedan varefter TS-halten beräknades. TS-halten användes för att bestämma plantornas torrsvikt. Vid biomassamätningen 2008 gjordes också en inventering av antalet döda plantor.

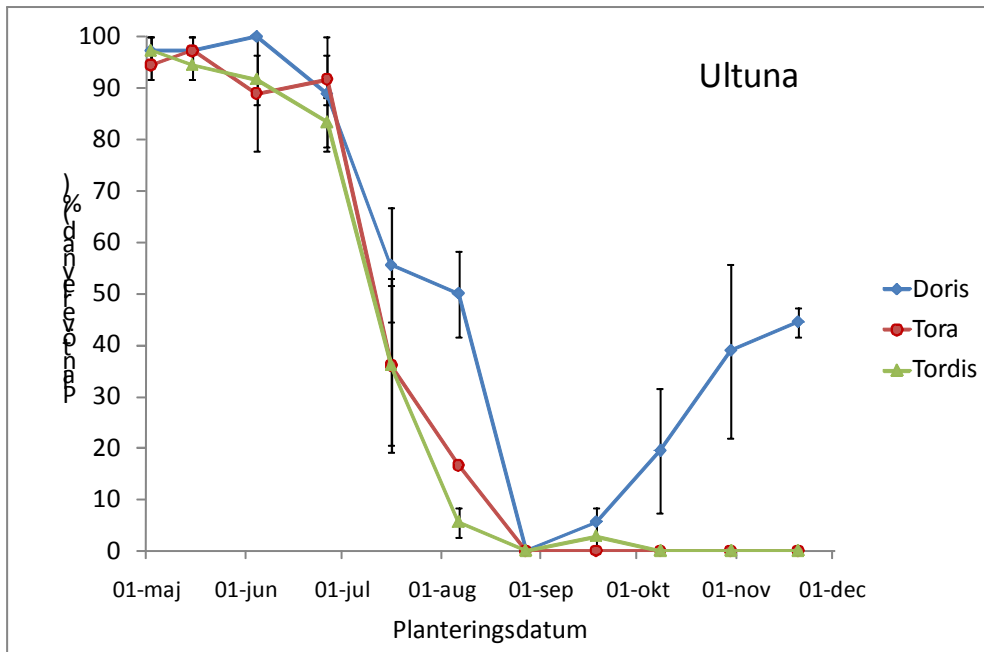
För perioden april till november under etableringsåret 2007 har uppgifter om dygnsmedeltemperatur och nederbörd insamlats (tab. 2).

Tabell 2. Månadsvisa värden för dygnsmedeltemperatur och nederbörd 2007 i jämförelse med motsvarande normalvärden över en 30-årsperiod (1961-1990) i Ultuna och Svalöv.

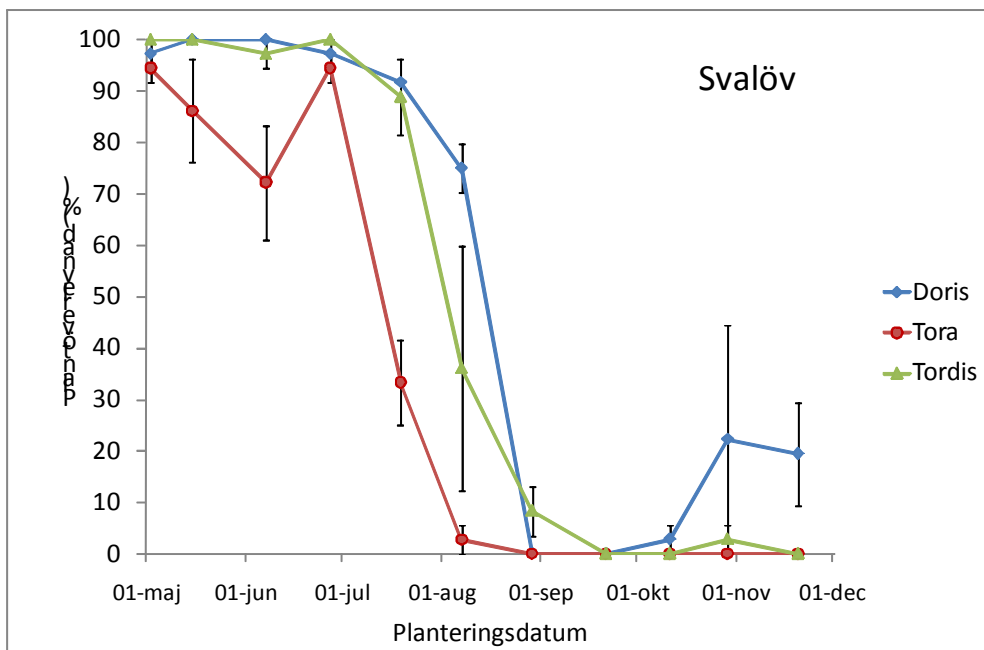
Månad	Ultuna				Svalöv			
	Temperatur (C°)		Nederbörd (mm)		Temperatur (C°)		Nederbörd (mm)	
	2007	Normal	2007	Normal	2007	Normal	2007	Normal
April	7.2	4.1	40	29	8.5	5.8	25	41
Maj	10.8	10.4	56	33	12.2	11.4	55	44
Juni	15.9	15.0	43	45	16.0	15.7	124	61
Juli	16.6	16.4	37	75	15.6	16.5	212	77
Augusti	16.8	15.2	39	65	16.9	16.3	66	66
September	11.4	10.9	60	59	12.6	12.8	96	70
Oktober	6.7	6.4	36	50	8.1	8.9	39	68
November	1.3	1.2	58	52	4.2	4.4	59	73

Resultat

Plantöverlevnaden i försöken efter två tillväxtsåonger (hösten 2008) var högst för de tidigt planterade försöksrutorna för alla tre klonerna. Överlevnaden minskade sedan successivt ju senare på året som planteringen gjordes. Klonen Doris avvek något från mönstret genom att flera sticklingar förmådde skjuta skott även sent på hösten. Trenden för plantöverlevnad var densamma både i Ultuna och i Svalöv (fig. 3a och 3b)

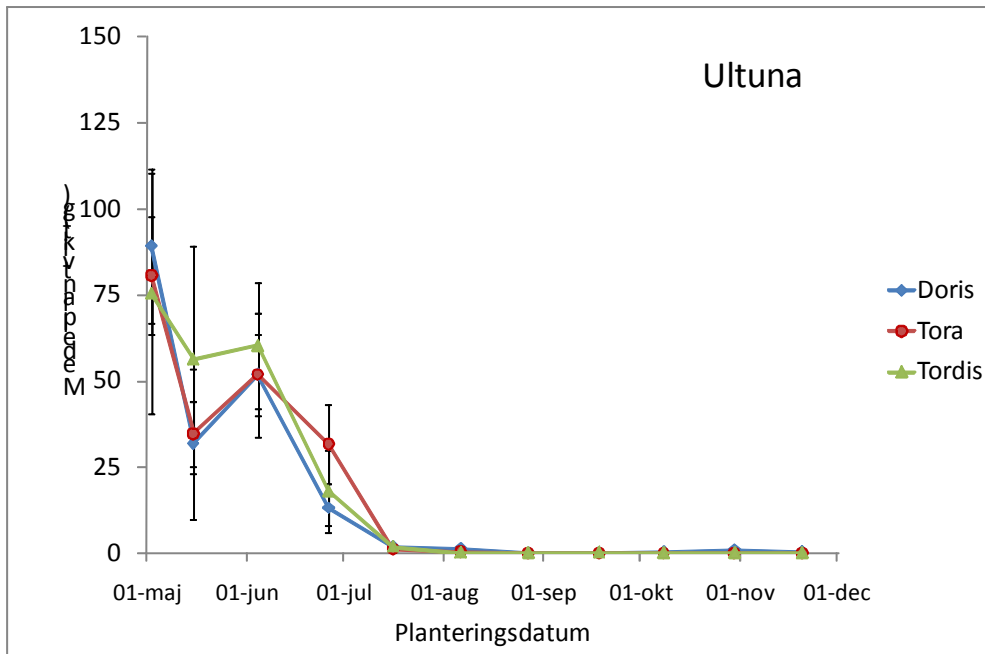


Figur 3a. Medelvärdet för plantöverlevnad i de tre upprepningarna (n=3) för varje planteringstillfälle efter två tillväxtsåsonger i försöket i Ultuna. Felstaplarna visar SEM (standard error of mean).

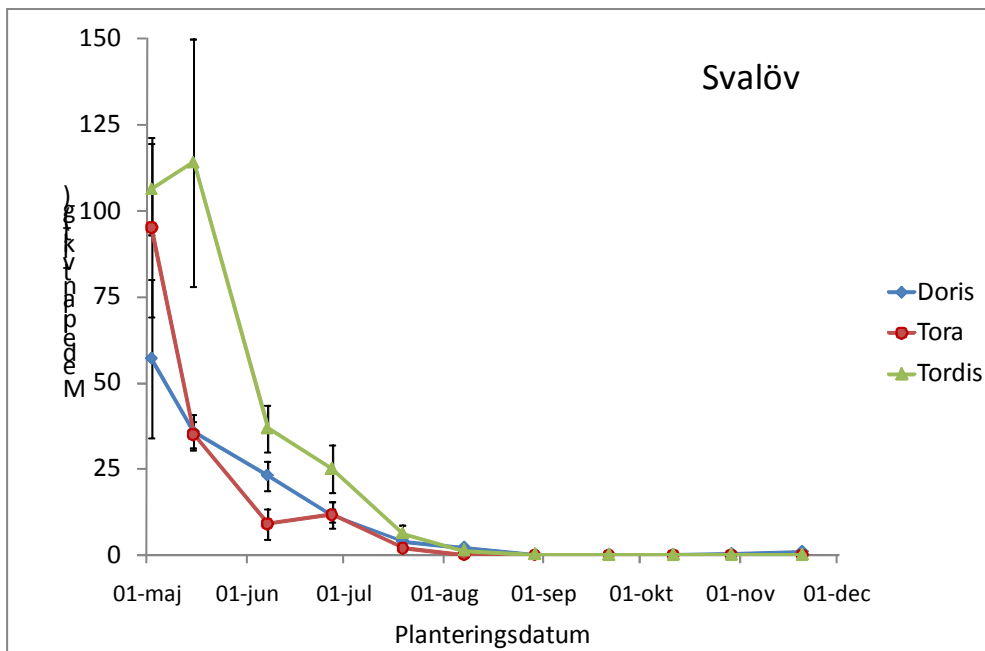


Figur 3b. Medelvärdet för plantöverlevnad i de tre upprepningarna (n=3) för varje planteringstillfälle efter två tillväxtsåsonger i försöket i Svalöv. Felstaplarna visar SEM (standard error of mean).

Även plantornas torrvtikt som mättes 2008 var störst i de försöksrutor som planterades tidigt på säsongen, fram till slutet på juni, d.v.s. planteringstillfälle 1 till 4. Från det 5:e planteringstillfallet och framåt var plantornas vikt i det närmaste lika med noll. Mönstret var detsamma både i Ultuna och Svalöv (fig. 3a och 3b).



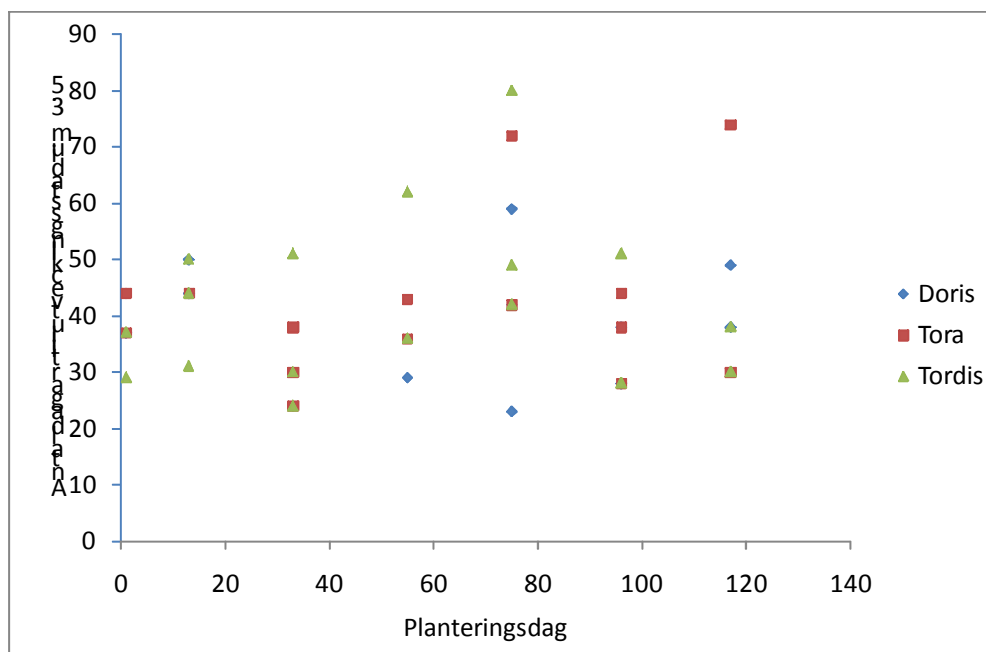
Figur 4a. Medelplantvikt (torrvikt) för de tre upprepningarna (n=3) för varje planteringstillfälle efter två tillväxtsåsonger i försöket i Ultuna. Felstaplarna visar SEM (standard error of mean).



Figur 4b. Medelplantvikt (torrvikt) för de tre upprepningarna (n=3) för varje planteringstillfälle efter två tillväxtsåsonger i försöket i Svalöv. Felstaplarna visar SEM (standard error of mean).

Bedömningarna av hur snabbt sticklingarna etablerade sig och utvecklade blad kunde bara fullföljas i Ultunaförsöket. I Svalöv var juni och juli extremt nederbördsrika sommaren 2007 (tab. 1) och det fanns perioder då delar av försöket stod under vatten och inventering av plantorna blev därmed omöjlig. I figur 5 visas, för planteringstillfälle 1-7, hur många dagar som mätplantorna behövde för att nå ett genomsnittligt utvecklingsstadium motsvarande 3.5. Det finns i insamlade data ingen tydlig trend att hastigheten på plantornas utveckling skulle

skilja mellan de olika planteringsstillfällena. Däremot tycks det som om variationen i plantornas utveckling ökar vid sen plantering.



Figur 5. Mätplantornas utvecklingshastighet 2007 i Ultuna, uttryckt som antal dagar det tar för plantorna att nå utvecklingsstadium 3.5 i förhållande till vilken dag på säsongen de planterades. Planteringsdag 1 = första planteringsstillfället 2 maj. Varje punkt motsvarar medelvärdet för en upprepning (n=12)

Inga betydande skador av insekter, betande vilt eller frost har observerats i försöket. Det har däremot varit relativt mycket ogräs i båda försöken.

Diskussion

Etableringsåret i en salixodling ska lägga grunden för ett bestånd som sannolikt ska ge 7-8 skördar under en period av 25-30 år och det är därför av stor vikt att etableringen görs på bästa sätt. I det här projektet visar resultaten från båda försöken att för att få bra överlevnad och bra tillväxt under de inledande åren i en salixodling bör plantering ske tidigt på våren. Skillnaderna i plantvikter mellan tidig och sen plantering var stora och den mest uppenbara iakttagelsen är att plantering inte bör ske efter juni. Plantvikterna hos de plantor som blivit planterade i juli var efter två års tillväxt väldigt låg och vid ännu senare plantering (augusti till november) var tillväxten i stort sett ingen alls. I detta försök gjordes den första planteringen i början på maj men skulle enligt planen ha startat två veckor tidigare, i mitten på april. Sannolikt skulle då skillnaderna mellan tidig och sen plantering blivit ännu större.

Resultaten för plantöverlevnad stämmer väl överrens med den pilotstudie som gjordes 2006 (fig. 2). Även här visar resultaten att det är en fördel att plantera tidigt på våren och att plantöverlevnaden efter två år blir allt sämre ju senare på säsongen som plantering skett. En viktig orsak till att plantera tidigt på våren är att marken då håller god fuktighet och då ger goda förutsättningar för sticklingarna att gro. Senare under sommaren när marken torkat upp är det säsongsvariationen i nederbörd och som främst påverkar om planteringsförhållandena är goda eller ej. I Ultuna 2007 var nederbörden i juni, juli och augusti något lägre än normalt medan det i Svalöv var mycket över det normala (tab. 2). Sannolikt är det tillgången på vatten som resulterar i att plantöverlevnaden vid plantering i mitten på juli och början på augusti är högre i Svalöv än i Ultuna (fig 4a och 4b).

Både pilotförsöket och detta försök visar på skillnader mellan olika kloners förmåga att skjuta skott även sent på hösten. I detta försök var det klonen Doris som fortfarande hade en viss grobarhet vid plantering sent på hösten. Hos klonerna Tora och Tordis var däremot bara någon enda stickling som förmådde att gro och överleva efter två tillväxtsåsonger vid plantering senare än augusti. En möjlig orsak till skillnaderna i skottskjutningsförmåga är att det kan finnas skillnader mellan kloner hur väl de klarar av att lagras. Salixsticklingar skördas på vintern och lagras sedan i cirka -4°C fram till plantering. Tidigare studier (Sennerby Forsse et al 1993) visade på tydliga skillnader i vitaliteten mellan olika salixarter och även mellan salixkloner efter en period av uttorkning. I detta försök har sticklingarna förvarats inneslutna i plastsäckar i frysen fram till plantering för att minska risken för uttorkning. Inga kontrollerade studier har gjorts av förändringar i sticklingarnas vattenhalt under lagringen. Dock gjordes i november 2007 och mars 2008, ett enkelt stickprov på de tre klonernas rot- och skottskjutningsförmåga genom att 40 sticklingar av varje klon sattes i vatten i rumstemperatur. Efter 20 dygn kontrollerades sticklingarna för att se om de skjutit rötter och skott. I november 2007 var grobarheten hos Doris 100 %, Tora 88 % och Tordis 96 % medan grobarheten i mars 2008 var 97% för Doris, 42 % för Tora och 0 % för Tordis.

De inventeringar av plantornas utvecklingsstadium som gjordes i Ultuna under 2007 visade inte på att plantornas fenologiska utveckling var kopplad till planteringstidpunkt. Vid plantering sent på sommaren ökar dock variationen i plantornas utveckling (fig. 5) vilket på sikt kan leda till ett ojämnt bestånd med ökad plantdödlighet (Nordh 2005).

Muntliga kontakter (februari 2011) med Per Åsheim på Salix Energi Europa AB har bekräftat att det är praktiskt möjligt att även i kommersiella sticklingslager förvara sticklingar en längre period för senare plantering. Eftersom projektresultaten visar att sen plantering inte är ett gångbart alternativ har inga detaljerade uppgifter om långtidslagring av sticklingar tagits fram.

Sammantaget visar resultaten från det genomförda projektet att det inte är möjligt att förlänga planteringssäsongen för salix, vare sig längre in på sommaren eller till senare på hösten, utan plantering av salix bör ske som längst fram till mitten på juni. Resultaten visar att ju tidigare på våren som planteringen sker desto bättre blir både överlevnad och tillväxt. Vid senare plantering minskar överlevnaden och tillväxten hos plantorna på ett sätt som riskerar odlingens långsiktiga avkastning och lönsamhet.

Publikationer

Projektet och en del av de inledande resultaten har presenterats och publicerats 2008 vid den internationella konferensen ” Biofuels, Bioenergy, and Biproducts from Sustainable Agricultural and Forest Crops, Short Rotation Crops International Conference” i Bloomington, Minnesota, USA. Presentationen gjordes som ett muntligt föredrag och referensen är:

Nordh, N.-E., Aronsson, P., Verwijst, T. (2008). Prolonged Planting Season in Willow Short Rotation Forestry – Effects on Initial Plant Growth and Plant Survival. In: Zalesny, R., Mitchell, R., Richardson, J. (Eds.) Biofuels, Bioenergy, and Biproducts from Sustainable Agricultural and Forest Crops, Proceedings of the Short Rotation Crops International Conference, Bloomington, Minnesota, USA, August 19-21, 2008
U.S. Forest Service, Northern Research Station, Newton Square, Pennsylvania.

Övrig resultatförmedling till näringen

Resultatet från projektet kommer att presenteras i Alnarp vid ett seminarium med titeln "Dansk-svensk seminar om piledyrkning i Sverige" 8-9 mars 2011. Seminariet anordnas av AgroTech <http://agrotech.dk/> och vänder sig till forskare, rådgivare, entreprenörer och odlare

Referenser

- Gustafsson, J., Larsson, S., Nordh, N.-E. (2007). Manual för Salixodlare. Lantmännen Agroenergi AB/Salix, Örebro <http://www.bioenergiportalen.se/attachments/42/406.pdf>
- Von Fircks, H. (1994). Frost resistance in *Salix*. [Dissertation] Report no. 67. Swedish University of Agricultural Sciences, Department of Ecology and Environmental Research, Uppsala
- Heaton, R. The silviculture, nutrition and economics of short rotation willow coppice in the uplands of mid-Wales. (2000). PhD Thesis, Cardiff University.
- McCracken, A. 2007. Guidelines for Establishing Short Rotation Coppice in Northern Ireland. Forest Service, Department of Agriculture & Rural Development, Northern Ireland. www.dardni.gov.uk
- Nordh, N.-E. (2005). Long term changes in stand structure and biomass production in short rotation willow coppice. Acta Universitatis Agriculturae Sueciae, SLU, Doctoral Thesis No. 2005:120, Faculty of Natural Resources and Agricultural Sciences, Department of Crop Production Ecology, Uppsala.
- Nordh, N.-E. & Verwijst, T. Above ground biomass assessments and 1st cutting cycle production in willow (*Salix* sp.) coppice – a comparison between destructive and non-destructive methods. (2004). Biomass and Bioenergy 27, 1-8.
- Sennerby-Forsse, L., Telenius, B., von Fircks, H.A. Relation between moisture content and early growth in stem cuttings of selected fast-growing willow clones. (1993). Biomass and Bioenergy 4, 4:249-253
- Tubby, I. and A. Armstrong. 2002. Establishment and Management of Short Rotation Coppice. Practice Note. Forestry Commission, 231 Corstorphine Road, Edinburgh EH12 7AT. www.forestry.gov.uk