

Uppbrytning av en äldre salixodling - maskininsats och förfruktseffekt vid olika brytningsmetoder

(Slutrapport Projekt nr:V0840058, Projektledare: Nils-Erik Nordh

Bakgrund

Sedan odlingssystemet salix för biomassaproduktion introducerades i stor skala i början av 1990-talet har frågan om hur odlingarna kan eller skall brytas varit aktuell. För närvarande är det en metod som anses vara den mest användbara. Den innebär att man växtsäsongen efter skörd bredsprutar de nya, uppväxande skotten med en kombination av två herbicider under försommaren. Därefter fräser man ner stubbarna till markytan med en betesputsare och sedan bearbetas jorden med en tallriksharv före sådd under hösten eller vår. För att salixrötter och stubbar skall få tid att brytas ned i marken brukas jorden enbart med tallriksharv före sådd under en period av 2-3 år. Därefter görs första plöjning efter avslutad salixodling. Det finns en del praktiska erfarenheter hos enskilda lantbrukare av att bryta upp en salixodling men det finns ingen systematisk sammanställning eller utvärdering av metodens lämplighet, tidsåtgång, maskininsats eller effekt på efterföljande gröda. Det finns heller ingen känd studie av förfruktseffekten av salix på efterföljande gröda och kunskapsluckan beträffande återgång från salixodling till konventionella grödor försvårar korrekta beräkningar av odlingssystemets ekonomi och kan därmed antas bidra till att höja tröskeln för lantbrukare att etablera salix på sin jordbruksmark. Syftet med föreliggande studie har varit att

1. kvantifiera tidsåtgång och drivmedelsinsats för två olika metoder att bryta en äldre salixodling på lera,
2. kvantifiera de båda brytningsmetodernas inverkan på avkastning av efterföljande spannmålsgröda respektive etablering och tidig utveckling av en ny salixodling på samma plats,
3. uppskatta de båda brytningsmetodernas effekt på nedbrytning av salixstubbarna,
4. kvantifiera förfruktsvärdet av en äldre salixodling vid återgång till spannmålsodling

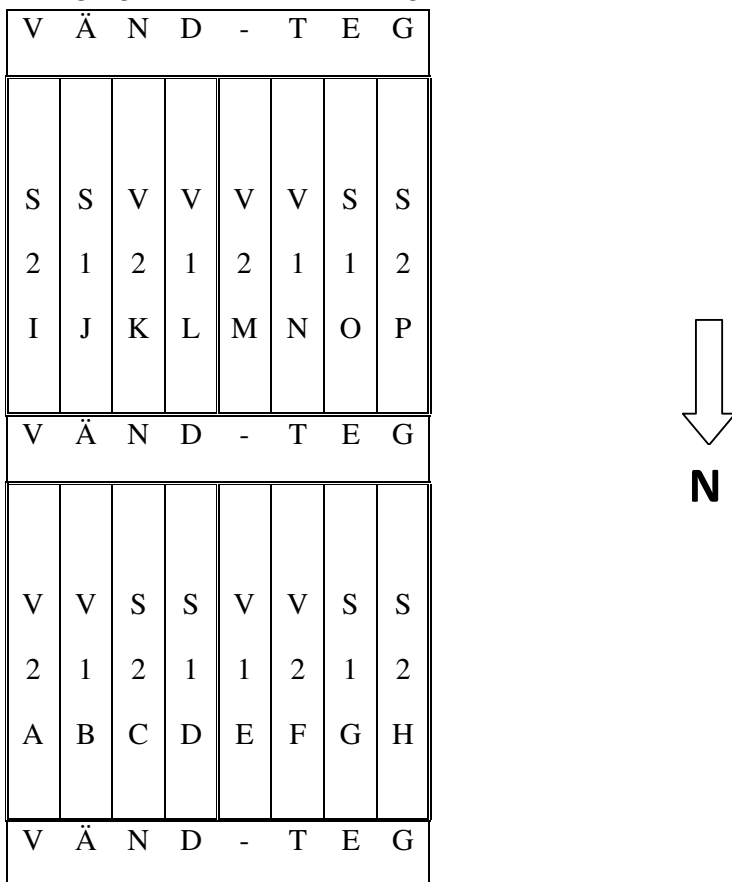
Material och metoder

Beskrivning av försöksplatsen och försöksdesign

Försöket utfördes i en av de äldsta försöksodlingarna med salix – ”Modellskogen” kallad – en ca 2,5 ha stor odling med *S. viminalis* som anlades 1984 i Ultuna, Uppsala, på en mark som består av postglacial styv lera (Olsson & Samils 1984). Odlingen etablerades med klon 77683 som då ansågs vara en av de mest odlingsvärda klonerna. Planttätheten i odlingen var 20400 plantor ha⁻¹. Biomassaproduktionen i beståndet har mätts vid de tre första skördarna och var då 6, 9 respektive 10 ton torrsubstans ha⁻¹ år⁻¹ (Noronha Sannervik *et al* 2006). Vid 5:e och 6:e skörden, när odlingen var 20 respektive 23 år, gjordes en grov skattning av den skördade biomassan och produktionen var då cirka 5 respektive 7 ton ts ha⁻¹ år⁻¹. Vid den avslutande skörden som gjordes vintern 2008/2009 med en salixskördare (Claas Jaguar) när skotten var 2-åriga och odlingens ålder 25 år, mättes produktionen till 5 ton ts ha⁻¹ år⁻¹. Planttätheten i beståndet har minskat successivt (Verwijst, T. 1996) och i juni sommaren 2009, när uppbyggnaden gjordes, var antalet levande plantor 2900 ha⁻¹.

Modellskogen delades in i fyra block, 50 x 100 m i storlek (Fig. 1) och vardera blocket innehöll fyra parceller, 12.5 x 100 m stora. I blocken applicerades uppbyggnadsmetod (ytlig och djup) och efterföljande gröda (höstvet och salix) i en split-plot design. I försöket ingick

också en 2450 m² stor referensyta som besåts med samma spannmålsgröda som i uppbnrytningsförsöket. Referensytan fanns i ett närliggande (600 m) skifte som tidigare varit ekologiskt odlad med annuella grödor och som under sommaren 2009 låg i träda och frästes fem gånger för att hålla undan ogräs.



Figur 1. Försöksdesign i Modellslogen. S = salix, V = höstvet. 1 = ytlig bearbetning av stubbarna, 2 = djupbearbetning av mark och stubbar. A till P markerar parcellernas identitet.

Ogräsinventering

Innan sprutning utfördes en första ogräsinventering (20-21/6 2009) genom att i var och en av de 16 parcellerna inventera fem 1m² stora rutor, centralt placerade i parcellen och jämt fördelade i parcellens längdriktning. Förekommande ogräs artbestämdes och deras täckningsgrad (%) bedömdes. Även referensytan ogräsinventerades på ett motsvarande sätt. Denna ogräsinventering har sedan upprepats med samma metodik vid ytterligare två tillfällen, i augusti 2010 och juli 2012. Ogräsets biomassa har också mätts i samband med skörd av spannmål (se nedan för metod).

Sprutning av salix och ogräs

Beståndet sprutades på morgonen 26 juni 2009 med 0.8 liter MCPA och 6.0 liter Roundup Bio blandat i 200 liter vatten per hektar. Temperaturen var kring +16°C, det var molnfritt, i princip vindstilla (1 m/s) och den relativa luftfuktigheten var omkring 70 %. Salixplantorna var vid besprutningen ca 1 m höga. Under de följande dagarna fotograferades beståndet

löpande för att dokumentera effekterna av sprutningen (Fig. 2) och det noterades att några salixplantor överlevde.



Figur 2. Sprutning av försöket 26/6 2009 (t.v.) då plantorna var ca 100 cm höga och i god tillväxt. Försökets utseende 11 dagar senare, 7/7 (t.h.)

Uppbrytning

Den 27/7 och 29/7, gjordes den mekaniska bearbetningen av stubbarna och de döda skotten. Två olika redskap användes och de betecknas som metod 1 respektive metod 2 i försöksdesignen (Fig. 1). Metod 1 innebar en ytlig fräsning av salixstubbarna och utfördes med ett slagslåtteraggregat med beteckningen ”Berti 250 ECF/DT - buskröjare” som endast sönderdelade den ovanjordiska delen av salixstubben utan någon markbearbetning. Arbetsbredden på redskapet var 250 cm. Metod 2 utfördes med en Seppi M. Multiforst ”multiröjare” (”forestry mower”), ett kraftfullare redskap som förutom att det slog sönder salixstubbarna även gjorde markbearbetning till ett djup av 13 cm. Arbetsbredden på redskapet var 225 cm. Till båda redskapen användes en traktor av modell John Deere 7720 med ca 185 hk. Vid uppbrytningen mättes tidsåtgången (exklusive vändtegar) samt bränsleåtgången (kg) för respektive redskap i varje parcell och räknades sedan om till timmar/ha samt liter diesel/ha (densitet 0.810 kg/l). Bränsleåtgången mättes så att traktorn ställdes plant, tankades full, och efter varje körning ställdes traktorn på samma plats och tankades full igen och vikten på det bränsle som fylldes i tanken beräknades.

Spannmål

Under projektets gång har halva försöksarealen och referensytan såtts med höstvet 2009 (skörd 2010) och vårkorn 2011 (skörd 2011). Under den perioden har som planerat ingen gödsling skett och inte heller någon plöjning men för att förbereda de ytfrästa ytorna för sådd av höstvet krävdes markberedning i form av tallriksharvning. Harvningen utfördes 3 september 2009 med en Väderstads XT 3,4 meter tallriksharv och traktorn som drog harven var en Valtra 6650 med 105 hk. Varje parcell harvades två gånger, en gång i vardera riktningen. Det var hög markfukt vid harvningen. För varje parcell mättes tidsåtgången (exklusive vändtegar) samt bränsleåtgången (kg) och räknades sedan om till timmar/ha samt liter diesel/ha (Tab. 1). I de parceller som brutits upp med djupfräsning gjordes ingen tallriksharvning eftersom markbearbetningen redan var tillräcklig för sådd.

Höstvete

Sådden utfördes den 17 september 2009 med en Väderstads Rapid såmaskin, både i den uppbrutna salixodlingen samt på referensytan. Utsädesmängden var 200 kg/ha och vetesorten Olivin såddes. I mitten på oktober 2009 räknades antalet uppkomna höstvetepantor på fyra 1-meterssträckor per parcell och i augusti 2010 räknades antal ax på samma sträckor. Den 12 augusti mättes biomassan på vete (strå och ax) och förekommande ogräs i 4 stycken 0.25m² rutor per parcell och 17 augusti tröskades 6 rutor, 36 m² stora, per parcell med en försökströska och avkastningen mättes. Vid två tillfällen under hösten, september och oktober, tallriksharvades spannmålsytorna.

Vårkorn

Den 26 april 2011 harvades och såddes vårkorn i de parceller som det tidigare varit höstvete inklusive referensytan och 27 april vältades vårkornet. Vid sådd användes en billsåmaskin (Nordsten Lift-o-Matic CLD 300). I slutet på juni 2011 inventerades uppkomsten av vårkornet på fyra 1-meterssträckor per parcell och 17 augusti räknades antal ax på samma sträckor. Den 18 augusti mättes biomassan på vårkornet (strå och ax) och förekommande ogräs i 4 stycken 0.25m² rutor per parcell och 26 augusti tröskades 6 rutor, 36 m² stora, per parcell med en försökströska och avkastningen mättes.

Plöjning av spannmålsparcellerna gjordes 9 september 2011 med ett plöjningsdjup på cirka 20-25 cm. Det var den första plöjningen av fältet sedan 1983 och gjordes i slutet av den tredje växtsäsongen efter brytning av salixodlingen. Inventering av storlek och antal på de rotbitar som kom upp till markytan efter plöjning gjordes två gånger. I oktober 2011 inventerades 5m² per parcell fördelat på 5 stycken 1 kvadratmeter stora rutor och 8 maj 2012, dagen efter tallriksharvningen som gjordes för att förbereda marken för sådd, inventerades rotbitar på 90 m² per parcell längs en 90 m lång diagonal i parcellen. Vid inventeringen noterades alla rotbitar som fanns på ytan men endast de som var längre än 30 cm har tagits med i beräkningarna, kortare rotbitar bedömdes inte utgöra något problem.

Salix

Den 17 maj 2010 harvades den osådda delen av försöket och 18 maj planterades salix med en kommersiell planteringsmaskin av typen "Woodpecker". Planteringen gjordes med klonen Tora. Sticklingsetableringen inventerades i mitten på juni genom att räkna antalet sticklingar som börjat växa i relation till antalet sticklingar som planterats. Mätningen gjordes i fyra stycken 5 meter långa sträckor av en dubbelrad per parcell. I juni ogräsharvades planteringen med vid ett tillfälle med en pinnharv, för att bekämpa huvudsakligen snärjmåra och åkertistel, med gott resultat. Under växtsäsongen 2011 var ogrästrycket stort i salixodlingen och någon mekanisk eller kemisk bekämpning kunde inte utföras på grund av skottens längd. I mitten på augusti 2011 gjordes en mätning av den stående ogräsbiomassan i salixodlingen.

Den stående biomassan i salixparcellerna har mätts vid två tillfällen, vintern 2009/10 och vintern 2010/11 genom att mäta alla levande plantor i samtliga 5-meterssträckor som användes vid inventeringen av sticklingsetableringen. Mätningarna gjordes med en icke-destruktiv metod baserad på sambandet mellan skottens stamdiameter och skottens vikt (Nordh & Verwijst 2004).

I augusti 2010 och under senvintern 2011/2012 inventerades överlevande salixplantor från den uppbrutna salixodlingen genom att gå över hela ytan (samtliga parceller) och räkna antalet plantor som fanns kvar från den gamla odlingen.

Enkätundersökning/intervjuer med salixodlare

Under 2010 gjordes en enkätundersökning i form av telefonintervjuer med 9 lantbrukare som har egna erfarenheter av uppbyggnad av salixodling. Enkäten berörde uppbyggnadsmetoder, eventuella problem vid uppbyggnaden samt vad marken användes till efter uppbyggnaden.

Resultat

1. Tidsåtgång och drivmedelsinsats för två olika metoder att bryta en äldre salixodling på lera

Tidsåtgång och drivmedelsinsats var signifikant lägre för ytfräsning jämfört med djupfräsning (Figur 4A och 4B). Den genomsnittliga arbetstidsåtgången för ytfräsning var 2,3 h/ha och bränsleåtgången 68,9 l diesel/ha vilket kan jämföras med 5,9 h/ha och 251,3 l diesel/ha för djupfräsning. Resultatet vid applicering av de båda metoderna kan ses i fig. 3.



Figur 3. T.v., ytlig fräsning av stubbarna (metod 1) och, t.h., djupfräsning av stubbarna (metod 2).

2. Uppbyggnadsmetodernas inverkan på avkastning av efterföljande spannmålsgröda respektive etablering och tidig utveckling av en ny salixodling på samma plats

Spannmål

Det fanns inga signifikanta skillnader i avkastning för höstvetete respektive vårkorn mellan de båda uppbyggnadsmetoderna. Höstveteskörden låg på ca $3\ 100 \pm 130$ kg/ha. Detta var betydligt lägre än genomsnittet för höstveteskörden i Mälardalen år 2010 som var ca 5 000 kg/ha (Statistiska centralbyrån, 2012a). Skördenivån för vårkorn låg på ca $1\ 680 \pm 240$ kg/ha vilket var lägre än medelavkastningen ($3\ 630$ kg/ha) för vårkorn i Mälardalen år 2011 (Statistiska Centralbyrån, 2012b).

Antalet kvarvarande salixplantor i höstvetete var signifikant högre vid ytlig fräsning (62 plantor/ha) jämfört med djupfräsning (12 plantor/ha). Inga kvarvarande salixplantor hittades i efterföljande vårkornsgröda år 2011.

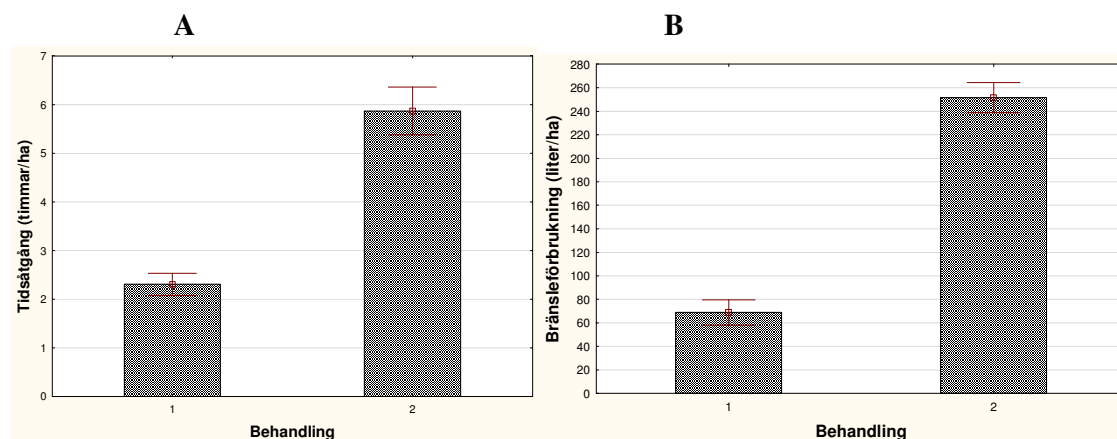
Salix

Etableringen av salix efter uppbygning var densamma i båda uppbyggningsmetoderna där dödligheten låg på ca 5-16% (Figur 5). Efter plantering så stack ca 10 cm av sticklingarna upp ovan jord p.g.a. det hårda markskiktet. Trots den dåliga markkontakten så blev etableringen bra tack vare höga nederbörds mängder efter plantering. Den stående biomassen år 1 (2010) och år 2 (2011) skilde sig inte signifikant mellan uppbyggningsmetoderna (Figur 6A och 6B). Det fanns dock en tendens till att den stående biomassen var högre i det djupfrästa ledet jämfört med det ytfrästa ledet ($P = 0,11$ respektive $P = 0,07$).

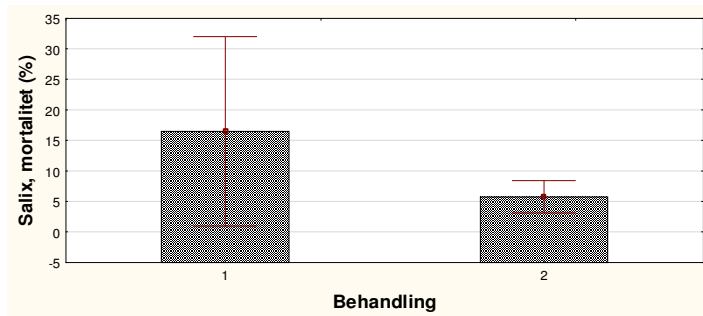
Antalet kvarvarande salixplantor i salix var signifikant högre vid ytlig fräsning (2009: 200 plantor/ha; 2011: 264 plantor/ha) jämfört med djupfräsning (2009: 0 plantor/ha; 2011: 16 plantor/ha).

Ogrästryck i spannmål och salix

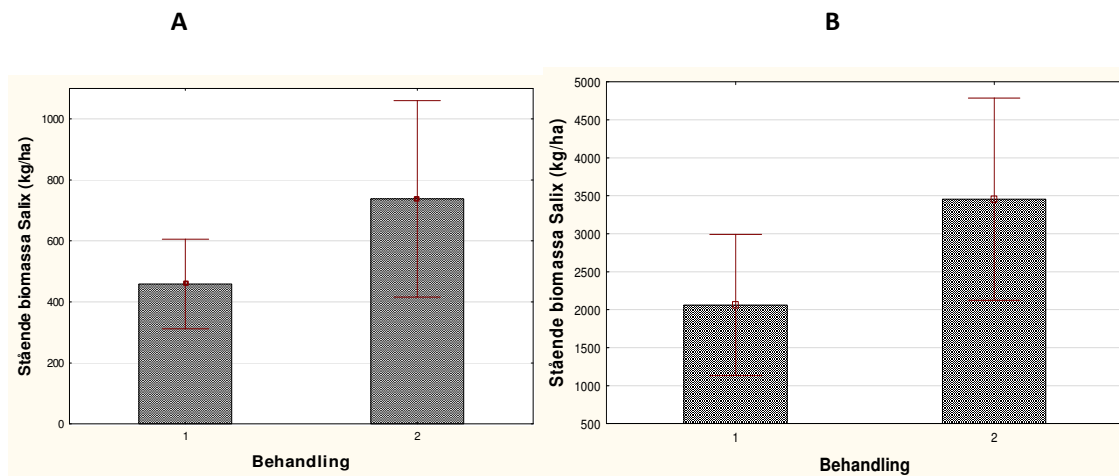
År 2009 (innan uppbygning genomförts) var ogrästäckningen (% ogräs/m²) och antalet ogräsarter/m² högt på hela försöksytan (Figur 7-8). Ett år efter uppbygning så hade nivån på ogrästäckning och antal ogräsarter sjunkit i både spannmåls- och salixleden. Tre år efter uppbygning (2012) var ogrästrycket fortsatt lågt i spannmål medan det hade ökat signifikant i salixledet.



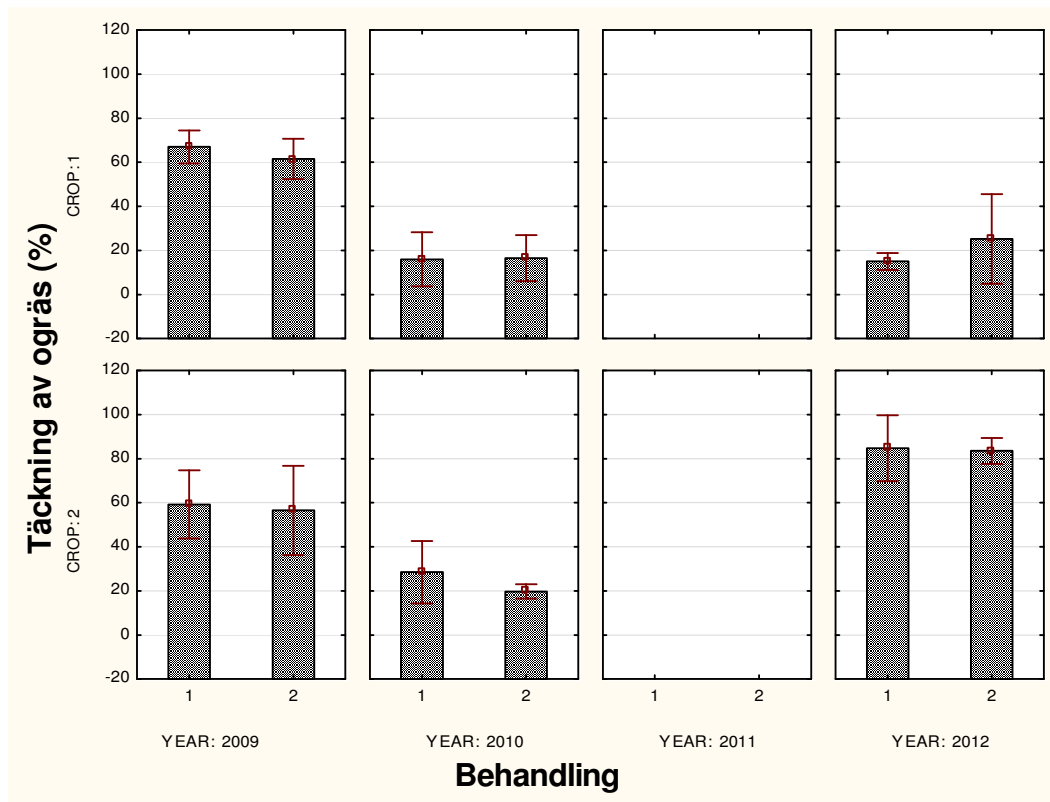
Figur 4. Tidsåtgång (A) vid uppbygning (1 = ytlig, 2 = djup) (h/ha). Metod 1 inkluderar även tiden för efterföljande tallriksharvning. . Bränsleförbrukning (B) vid uppbygning (1 = ytlig, 2 = djup) (l diesel/ha). Metod 1 inkluderar även bränsleförbrukning för efterföljande tallriksharvning. Medelvärden samt 95 % konfidensintervall.



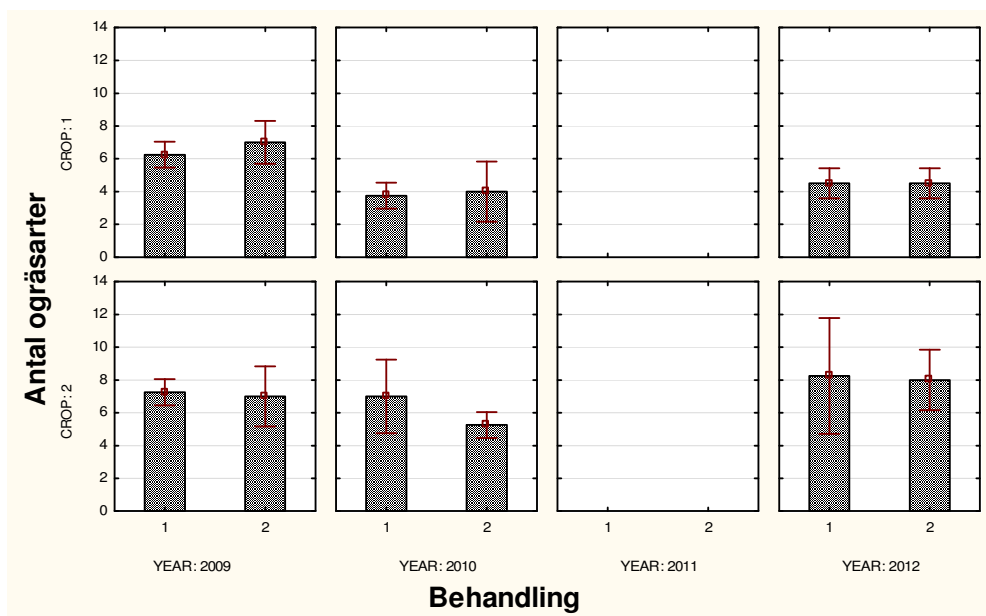
Figur 5. Dödlighet hos salix under planteringsåret efter uppbyggnad (1 = ytlig, 2 = djup) (%). Medelvärden samt 95 % konfidensintervall.



Figur 6. Stående biomassa hos salix efter planteringsåret (A) och stående biomassa hos salix två år efter plantering (B), för två uppbyggnadsmetoder (1 = ytlig, 2 = djup) (kg/ha). Medelvärden samt 95 % konfidensintervall.



Figur 7. Ogrästäckning i Salix efter skörd men före uppbrytning under 2009, och täckning av ogräs i spannmål (crop 1) och Salix (crop 2) efter två uppbrytningsmetoder (1 = ytlig, 2 = djup) under 2010 och 2012. Medelvärden samt 95 % konfidensintervall. Ingen inventering gjordes år 2011.



Figur 8. Antal ogräsarter i Salix efter skörd under 2009, och antal arter av ogräs i spannmål (crop 1) och Salix (crop 2) efter två uppbrytningsmetoder (1 = ytlig, 2 = djup) under 2010 och 2012. Medelvärden samt 95 % konfidensintervall. Ingen inventering gjordes år 2011.

3. Uppbrytningsmetodernas effekt på nedbrytning av salixstubbar

Vid plöjning hösten 2011 var uppkomsten till markytan av större rot- och stubbdelar (längre än 30 cm) i de ytligt frästa parcellerna i medeltal 5500 rotbitar/ha medan det i de djupfrästa ytorna fanns 8500 rotbitar/ha på markytan. Efter tallriksharvningen i samband med sådd våren 2012 hade mängden rotbitar större än 30 cm minskat till 1400/ha och 1200/ha i yttlig respektive djupgående metod. I inget av försöksleden hade dessa kvarvarande rotbitar någon synbar inverkan på sådden.

4. Förfruktsvärdet av en äldre salixodling vid återgång till spannmålsodling

Spannmålsskördarna efter salix har varit relativt låga jämfört med medelavkastningen i Mälardalen (höstvet: 3 100 kg/ha respektive 5 00 kg/ha; vårkorn: 1 680 kg/ha respektive 3 630 kg/ha). Försöksytorna har dock inte gödslats vilket kan förklara en del av de låga skördenivåerna.

Enkätundersökning/intervjuer med salixodlare

Ett framtaget frågeformulär har legat till grund för telefonintervjuer med salixodlare från Syd- och Mellansverige. Frågorna har behandlat arbetsgången vid salixuppbyggnad, upplevda för- och nackdelar, vad arealen användes till efter uppbyggnaden och framtida planer. Odlingarna av salix var 7-20 år vid uppbyggnad och de vanligaste orsakerna var låg avkastning, utvintring och byte till en nyare gröda. Arealen som bröts upp varierade mellan 2 och 20 ha. Efter att salixen har skördats på vintern, var det vanligaste tillvägagångssättet vid uppbyggnad att först bredspruta med en blandning av Roundup och MCPA på försommar/sommar. Detta har följts av en (i enstaka fall två) yttlig fräsning med en kraftig betesputs i ytan eller maximalt någon centimeter djupt. Kapaciteten varierade mellan 0,5 till 0,75 ha/h och körhastigheten 1-4,5 km/h. Sedan har jorden bearbetats med tallriksredskap typ Carrier ca 2 gånger under sommar eller höst. Slutligen har antingen en höstgröda såtts eller alternativt ny salix planterats efterföljande vår efter en harvning.

För- och nackdelar

Två sätt att öka lönsamheten förutom att sköta salixodlingen bra, kan vara att byta till nya och bättre salixsorter som ger en bättre avkastning eller att mot ersättning ta emot och sprida rötslam. Flera odlare uppger att markstrukturen blir mycket bra efter att salix odlats, vilket kan vara till godo för efterföljande spannmålsgröda. En nackdel är att för såväl plantering som skörd och brytning krävs det maskiner som normalt inte finns på gården och därmed innebär en tydlig kostnad för lantbrukaren när entreprenörer måste anlitas. Ett annat problem kan vara att salixrötterna växer in i skarvar i dräneringen och gör att dräneringen fungerar sämre de första åren efter brytningen. En odlare säger dock att rötterna ruttar efter brytning och att dräneringen därefter fungerar igen. En annan odlare säger att åkerns dränering inte blir förstörd så länge salixen sköts och skördas regelbundet.

Tips från odlarna:

- Bekämpa kemiskt före eller efter grundfräsning
- Använd redskap med tallrikar istället för pinnar
- Plöj inte de första tre åren efter skörd

- Reducering av gödslingen till efterföljande spannmålsgröda kan undvika liggsäd som kan vara besvärligt att tröska om rester från brytning finns på markytan
- Lagg jorden i träda ett år innan plantering till ny salix efter uppbrytning för att undvika problem med frögräs

Diskussion

Försöket visar att ytlig fräsning i kombination med tallriksharvning innan sådd är ett tids- och bränsleeffektivt sätt att bryta upp en salixodling och det är möjligt att återgå till spannmålsodling redan samma år. Metoden med djupfräsning är för tids- och energikrävande för att vara ett alternativ. Den låga avkastningen i både höstveten och vårkorn beror sannolikt på att spannmålen inte gödslades. Strategin att vänta med att plöja marken i drygt 2 år (3 växtsäsonger) efter uppbrytning för att låta rötterna brytas ned i marken fungerade väl och de rottdelar som kom upp till ytan vid plöjning och som sedan sönderdelades med tallriksredskap innan sådden, orsakade inga problem i samband med sådd.

I det fall salix ska planteras på samma yta kan det vara bra att låta odlingen ligga i träda eller odlas med annan gröda ett eller ett par år för att bli av med eventuella överlevande salixplantor, som om de växer mellan raderna, kan ställa till med problem vid skörden. Det är också uppenbart att det i en gammal salixodling har byggts upp en ”fröbank” som kan medföra stora ogräsproblem i en nyetablerad salixodling och i så fall skulle trädan ge tillfälle att bekämpa dessa.

Publikationer

Inga publikationer är ännu gjorda men arbete pågår med att publicera resultaten i skriften ”JTI informerar” samt på Bioenergiportalen. Resultaten från projektet kommer också att publiceras i en vetenskaplig uppsats.

Övrig resultatförmedling till näringen

I november 2011 presenterades inledande resultat från projektet vid fältvandring med föredrag i odlarföreningen ”Salixodlaren” i Örebro. Vid sammankomsten deltog cirka 20 salixodlare.

Referenser

- Nordh, N.-E. & Verwijst, T. 2004. Above ground biomass assessments and 1st cutting cycle production in willow (*Salix* sp.) coppice – a comparison between destructive and non-destructive methods. *Biomass and Bioenergy* 27, 1-8.
- Noronha Sannervik, A. Eckersten, H., Verwijst, T. Kowalik, P., Nordh, N.-E. 2006. Simulation of willow productivity based on radiation use efficiency, shoot mortality and shoot age. *European Journal of Agronomy*, 24:2, 156-164.
- Olsson, M., Samils, B. 1984. Site characterization at energy forest production. *Reports in Forest Ecology and Forest Soils* 48. Department of Forest Soils, Swedish University of Agricultural Sciences, Uppsala.
- Statistiska Centralbyrån, 2012a. Allmän jordbruksstatistik. Jordbruksstatistisk årsbok 2011 med data om livsmedel. http://www.scb.se/Pages/Product_37545.aspx?Produktkod=JO1901&displaypublications=true. 2012-07-12.
- Statistiska Centralbyrån, 2012b. Allmän jordbruksstatistik. Jordbruksstatistisk årsbok 2012 med data om livsmedel. http://www.scb.se/Pages/Product_37545.aspx?Produktkod=JO1901&displaypublications=true. 2012-07-12.