



En investering för framtiden



EUROPEISKA UNIONEN
Europeiska regionala
utvecklingsfonden

Odling av rörflen

Sortförsök, odlingsåtgärder och klimatpåverkan

Projekt Bioenergigårdar i ett nytt landskap

Slutrapport 1 Delprojekt FoU

**Reed canary grass cropping. Variety trials, management and
climate effects**

Report 1 from the project Bioenergy Farms in a New Landscape



Cecilia Palmborg, Eva Lindvall, Shaojun Xiong och Anne-Maj Gustavsson

Förord

Projekt Bioenergiårdar i ett nytt landskap var ett utvecklingsprojekt som drevs av länsstyrelsen Västerbotten 2008-2011. Ett delprojekt, delprojekt FoU, drevs av institutionen för norrländsk jordbruksvetenskap och enheten för biomassateknologi och kemi på SLU Umeå. Delprojektet har i huvudsak finansierats av Kempestiftelserna, men också av SLU och EU.

Forskning kring rörfen som energigröda har bedrivits vid SLU Umeå sedan senare delen av 1980-talet. Det är dock först genom projektet "Ökad produktion av biobränsleråvara – minskat oljeberoende" 2006-2007 och Bioenergiårdar som odling i länet kommit igång i kommersiell skala. Tidigare forskningsinsatser vid SLU och erfarenheter och önskemål från pågående verksamhet med rörfensodling har lett fram till fem aktivitetsområden och huvudinriktningar.

Alla delrapporter från undersökningar och experiment har sammanställts till två slutrapporter. Rapport 1 publiceras av institutionen för norrländsk jordbruksvetenskap, SLU Umeå:

1. Sortprövning av rörfen- Provnings av kommersiella sorter och lovande nummersorter på fler platser än förut.
2. Produktion av åkerbränsle- Hur kan man minska gödslingskostnaderna och varför drabbas produktionen ibland av svackor?
3. Åkerbränsle miljöaspekter- Hur mycket kol lagras rörfen i rötter och jord och hur påverkar rörfensodling koldioxidavgången från dikad torvmark?

Rapport 2 publiceras av enheten för biomassateknologi och kemi, SLU Umeå:

4. Skörd och transportsystem- Vilka skördesystem och transportsystem är effektivast och billigast för att få fram dels lös hackad rörfen, dels balad rörfen som kan lagras?
5. Bränsleförädling och förbränning- Studier av brikettering, tillsatser, bränslemixar och pannor.

Cecilia Palmborg, delprojektledare



Odling av rörflen Sortförsök, odlingsåtgärder och klimatpåverkan

**Projekt Bioenergigårdar i ett nytt landskap
Slutrapport 1 Delprojekt FoU**

**Reed canary grass cropping. Variety trials, management and
climate effects
Report 1 from the project Bioenergy Farms in a New Landscape**

Cecilia Palmborg, Eva Lindvall, Shaojun Xiong och Anne-Maj Gustavsson

Nyckelord: Rörflen, sortförsök, samodling, baljväxter, korn, vattenhalt, askgösling, rörflensaska, tungmetaller, spårbildning, vårklippning, höstskörd, koldioxid, rötter, rhizom, stubb, förna, kol i mark, respiration, nedbrytning, *Phalaris arundinacea*

SLU
Institutionen för norrländsk jordbruksvetenskap
Umeå

Rapport 2:2011

Swedish University of Agricultural Sciences
Department of Agricultural Research for Northern Sweden

Sammanfattning

Sortprovning av rörflen

Marknadssorterna Palaton, SW Bamse, Venture, Chieftain och Lara jämfördes med några nummersorter framtagna av Lantmännen SW Seed på tre lokaler. I försöket på torvmark i Glommersträsk var det bara Lara och tre nummersorter som klarade av ogrästrycket. I Skellefteå och Umeå gav både Venture och Chieftain bättre skördar än Palaton och Bamse men skillnaderna var inte statistiskt säkerställda på någon av platserna.

Askgödsling av rörflen

Då förbränning av rörflen ger hög andel aska med betydande mängder näringsämnen, framför allt fosfor, är det av intresse att undersöka effekterna av att återföra näringsämnen genom askgödsling. Försöken visar att om man tillför ren rörfleaska, i sådan mängd att det motsvarar bortförslaget av fosfor med den skördade biomassan, överskrider inte naturvårdsverkets riktlinjer för tungmetalltillförsel. Däremot var aska från sameldning av rörflen med sopor alltför tungmetallhaltig för att användas på jordbruksmark. Slutsatsen är att askgödsling med rörfleaska kan tillämpas vilket minskar behovet av handelsgödsel.

Vattenhalter vid höstskörd

För att komma ifrån nackdelar med vårskörd – spill, nedbrytning under vintern och lagringsbehov över sommaren – skulle ett skördefönster på hösten vara en fördel. I detta syfte har mätning av vattenhalter i rörflen under senhösten (efter 15/10) gjorts. Slutsatsen är att det sällan blir sådant torkväder under senhösten att man kan förvänta sig lägre vattenhalter än 40 procent.

Effekter av körning i rörfleasvall

Även vid vårskörd är skördefönstret relativt litet. Om man skördar innan marken bär innebär det körskador och om man skördar när det börjat växa kan det innebära grönskott i grödan med högre vattenhalt och högre kaliumhalt som följd. Dessutom kan tillväxten hämmas genom att de nya skotten klipps av eller skadas i samband med körning. Slutsatsen från en orienterad studie är att vårskörd har negativ effekt på antalet axbärande strån. Fler undersökningar behöver dock göras för att undersöka effekter på totalskörden.

Samodling

Försök har gjorts med samodling av rörflen med baljväxter med syfte att undersöka om baljväxternas förmåga att binda kväve från luften minskar grödans behov av kvävegödsling. Slutsatsen av resultat från försök på flera orter visar att baljväxternas kvävefixering motsvarar ca hälften av den rekommenderade kvävegödslingen. Riskerna är dock stora att baljväxterna konkurrerar för kraftigt med rörflen under första skördeåret och att man därför får en temporärt lägre skörd då. Mer utveckling behövs innan metoden kan rekommenderas.

Utsädesmängd vid insådd

Inköp av utsäde utgör en betydande kostnad vid anläggning. Försök har gjorts med lägre utsädesmängder än rekommenderade 15 kg per hektar. Försök med 5, 8 respektive 12 kg per hektar visar att man kan få samma antal skott per m² första skördeåret vid 8 och 12 kg per hektar, och att skörden av torrs substans inte påverkades av utsädesmängden. Utsädesmängden bör alltså kunna halveras i förhållande till tidigare rekommendationer, förutsatt att grobarheten är god och ogrästrycket måttligt.

Upplagring av kol i marken vid rörfleasodling

Kunskap saknas om huruvida rörflen i likhet med t. ex. Salix upplagrar kol i marken i högre grad än ordinarie jordbruksgrödor. Mängden rörfleasrötter ned till 1 m djup i rörfleasfält jämfördes med mängden i fodervallar intill i Röbbäcksdalen, i Hissjö och i Glommersträsk. Analysen visar att det finns mer rötter och jordstammar i jorden i rörfleasfälten än i fälten med vallgräs. Detta ger en indikation på att rörflen binder mera kol vilket är positivt ur

klimatsynpunkt. Långliggande försök behöver dock göras för att kunna avläsa eventuella skillnader i markkol. Studier av nedbrytning av rötter, jordstammar, stubb m.m. från rörfen gav olika resultat i fält och på lab, men visar att rötter och jordstammar bryts ned ungefär lika snabbt som rötter av andra gräs. Nedbrytningen stimulerades inte av kvävegödsling.

Koldioxidavgång från rörfen på torvmark

EU har bestämt att inte satsa på odling av energigrödor på torvmarker då klimatnyttan anses osäker. Därför jämförde vi koldioxidavgång från en rörfensodling med igenvuxen myrodling i Fårträsk i Malå kommun. Koldioxidavgången från den nyetablerade rörfensodlingen var inte i något fall var högre än från den intilliggande igenväxta åkern. Försök med att höja grundvattennivån i täckdikade tegar under odlingssäsongen för att motverka nedbrytning av torven gav inga skillnader vare sig i koldioxidavgång eller tillväxt av rörfen.

Abstract

The project Bioenergy Farms in a new Landscape was running from 2008-2011 in the county of Västerbotten in northern Sweden. The main focus of the project was bioenergy harvest from the forest and production of reed canary grass from the fields. A sub-project with research and development of reed canary grass as a fuel was run by the Swedish University of Agricultural Sciences, SLU Umeå. The sub-project had 5 activity areas: Variety trials, management experiments, climate effects of cropping, harvest and transport systems and processing and combustion. Publications in English from the activities in the project will be found in SLUs database for publications: <http://www.slu.se/en/about-slu/search/publications-search/> The researchers Cecilia Palmborg and Eva Lindvall from the Department of Agricultural Research for Northern Sweden and Håkan Örberg and Shaojun Xiong from the Unit of Biomass Technology and Chemistry have participated in the project.

Innehållsförteckning	Sida
Delrapport 5. Sortprovning av rörflen	7
Delrapport 6. Askgödsling av rörflen	11
Delrapport 10. Vattenhalter i rörflen på hösten	17
Delrapport 12. Enkel orienterande studie angående hur körning i rörflellsvall påverkar skottbildning och avkastning	20
Delrapport 17. Samodlingsförsök med rörflen, baljväxter och korn	25
Delrapport 18. Försök med olika utsädesmängd vid sådd av rörflen	34
Delrapport 9. Nedbrytning av rörflellsförna	39
Delrapport 11. Koldioxid från rörflen på torvmark och igenvuxen åkermark	49
Delrapport 13. Uppbyggnad av kol i underjordisk biomassa av rörflen	57



En investering för framtiden



EUROPEISKA
UNIONEN
Europeiska
regionala
utvecklingsfonden

Delrapport 5 Sortprovning av rörflen
Genomförda i Röbbäcksdalen, Skellefteå och Glommersträsk
Delprojekt FoU: Produktion av åkerbränsle



Spåren efter provtagning i sortförsöket i Skellefteå våren 2010

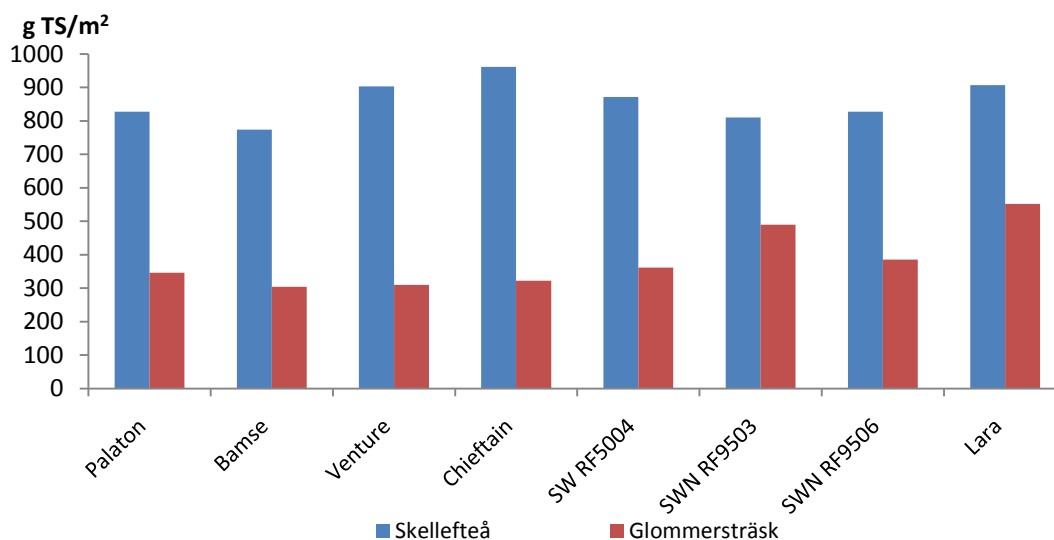
Eva Lindvall, Inst. f. norrländsk jordbruksvetenskap, SLU, Umeå
Cecilia Palmborg, Inst. f. norrländsk jordbruksvetenskap, SLU, Umeå
oktober 2011

Bakgrund och genomförande

För att uppnå en ekonomisk lönsamhet i rörlensproduktionen är det väsentligt att de bästa sorterna som finns att tillgå används i odlingarna. Skörderesultat från fältförsök på olika platser och under olika betingelser som t.ex. olika jordarter och klimatzoner är ett hjälpmedel vid sortvalet. Sortförsök inom projekt Bioenergigårdar såddes in våren 2008 i Skellefteå och Glommersträsk i Västerbotten, där marknadssorterna Palaton, SW Bamse, Venture, Chieftain och Lara jämfördes med tre nummersorter framtagna av Lantmännen SW Seed. Försöket i Skellefteå anlades på mineraljord i Medle och försöket i Glommersträsk på torvjord. Dessa försök kunde, på grund av för långa transportavstånd, inte skördas på vanligt sätt med vallskördemaskin. Därför skördades mindre provytor, 0,5 m²/ruta. Våren 2009 anlades ett försök på Röbbäcksdalen, Västerbotten, där Palaton, SW Bamse, Venture och Chieftain ingick tillsammans med tre nummersorter. Resultat från sortförsök finansierade av Stiftelsen Lantbruksforskning och Värmeforsk, på Röbbäcksdalen, Ås i Jämtland samt på Låtra gård, Södermanland, redovisas också här som komplettering.

Resultat

Försöken i Skellefteå och Glommersträsk skördades tre respektive en växtsäsong(er). I figur 1 redovisas avkastningen i gram torrs substans (TS) per m² för de olika sorterna. Försöket i Glommersträsk bedömdes inför skörden det andra året ha för dåligt bestånd av rörlens och innehålla för mycket ogräs för att ge meningsfulla resultat för försöket som helhet. Bara Lara samt nummersorterna hade klarat sig någorlunda i konkurrensen mot ogräset och prover från alla ytor togs bara av dessa sorter. Eftersom provtagningen var ofullständig redovisas inte resultatet här. Att Lara fungerar bra på torvmark bekräftas av Bo Lundmark inom Glommers Miljöenergi som har lång erfarenhet av rörlensodling på torvmark

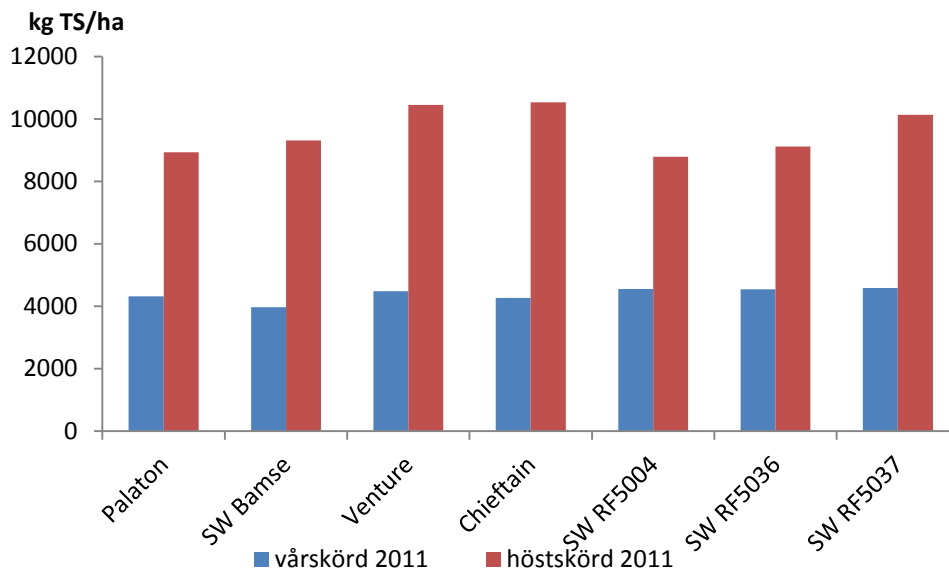


Figur 1. Skörd av torrs substans (g/ m²) för försök insådda 2008 i Skellefteå (medeltal för tre skördeår) och Glommersträsk (ett skördeår).

Skördenivån var betydligt högre i Skellefteå än i Glommersträsk, och visade inte några större skillnader mellan sorterna, men Palaton och SW Bamse synes ha gett något lägre avkastning än

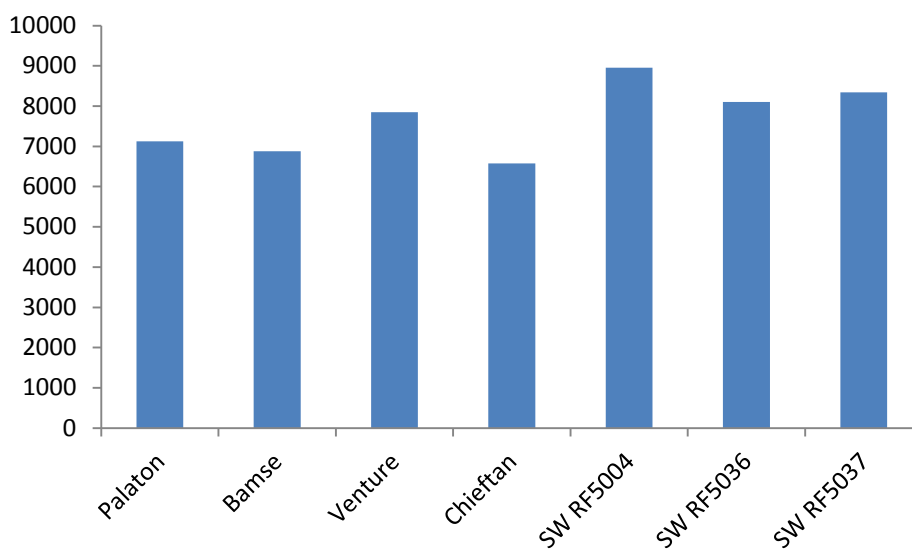
såväl Venture och Chieftain som Lara. I Glommersträsk gav Lara och en av nummersorterna, SWN RF9503, något högre avkastning än övriga. Det ska dock påpekas att skördemetoden ger en mer osäker mätning av avkastningen än när hela försöksrutorna skördas på vanligt sätt och blir heller inte direkt jämförbar.

Försöket anlagt på Röbbäcksdalen 2009 var avsett att vårskördas. Den första skörden gjordes som planerat våren 2011, men eftersom projektet avslutas under året så gjordes även en höstskörd samma år. Det fanns inga signifikanta skillnader mellan sorterna vid något av skördetillfällena (figur 2). Genomsnittlig avkastning var på våren 4400 kg/ha och 9600 kg/ha på hösten.



Figur 2. Skörd av torrsbstans, våren respektive hösten 2011, från ett försök insått 2009 på Röbbäcksdalen.

Ett försök såddes också in på Låtra gård i Sörmland 2009 med samma sorter som på Röbbäcksdalen. Därifrån finns än så länge data endast från det första skördeåret (figur 3). Inte heller här är skillnaden mellan sorter signifikant.



Figur 3. Skörd av torrsbstans hösten 2010 från ett försök insått 2009 på Låtra gård.

Förutom de försök som redovisats ovan har sorter provade i minst två försök som anlagts 2004 eller senare, och skördats med försöksskördemaskin, sammanställts i tabell 1. Försöken ovan på Röbbäcksdalen och Låtra gård är således med i sammanställningen, men inte försöken i Glommersträsk och Skellefteå. Antalet skördeår för respektive försök varierar mellan ett och fem år och försöken är, med något undantag, skördade på hösten. Eftersom Palaton och SW Bamse har varit de sorter som vanligtvis funnits tillgängliga på marknaden har dessa använts som mätarsorter vid sortjämförelser i försöken. Ett medelvärde för sorternas relativa avkastning (i %) jämfört med Palaton och SW Bamse har räknats ut för samtliga försök där sorten funnits med. Venture, Chieftain och fem nummersorter har gett högre avkastning än Palaton (relativt över 100).

Tabell 1. Medelvärde för sorternas relativa avkastning i % jämfört med mätarsorterna Palaton och SW Bamse beräknat för samtliga försök när sorten funnits med i minst två försök.

	Medel relativt Palaton	Medel relativt Bamse	Antal försök
Venture	111	112	2
SW RF5037	107	112	4
SW RF5032	106	105	3
SW RF5004	105	105	6
Chieftain	104	101	3
SW RF5035	103	112	2
SW RF5036	103	108	4
Palaton	100	102	9
SWN RF9506	100	107	2
SW RF5031	100	100	3
SW RF5044	99	102	2
SW Bamse	99	100	9
SWN RF9901	98	98	3
SW RF5042	96	98	2
SWN RF9429	96	104	2
SW RF5043	94	97	2
SWN RF9903	94	93	3
SWN RF9505	93	101	2
SWN RF9503	91	97	4

Slutsatser

Av de sorter som finns på marknaden idag kanske Venture och Chieftain är något bättre än både Palaton och SW Bamse. På torvmark verkar Lara fungera bäst av de kommersiella sorterna. Dock är antalet försök få och skillnaderna är ibland inte statistiskt signifikanta utan kan vara slumpmässiga. Några av de nya nummersorterna ser lovande ut, men det krävs resultat från fler skördeår och fler försök för att jämförelserna ska bli säkrare. Marknaden för rörlensutsäde måste också växa för att utsädesföretaget ska vilja satsa på en ny sort om någon av de bästa nummersorterna ger fortsatt bra avkastning i förhållande till dagens marknadssorter.

Delrapport 6 Askgödsling av rörfilen

Delprojekt FoU: Produktion av åkerbränsle



Spridning av aska på en rörfilensvall

Foto: Håkan Örberg

Cecilia Palmborg, Inst. f. norrländsk jordbruksvetenskap, SLU, Umeå
Eva Lindvall, Inst. f. norrländsk jordbruksvetenskap, SLU, Umeå
oktober 2011

Bakgrund

En nackdel med rörfilen är dess höga askhalt på 5-10 % vilket innebär att vid förbränning av energigräset måste stora mängder aska i dagsläget deponeras till stora kostnader, ca 1000 kr/ton. Eftersom rörfilensaska innehåller betydande mängder näringsämnen som fosfor, kalium och magnesium bör askan istället kunna användas för att ersätta de näringsförluster som sker vid skörd. Askkan kan i sådana fall användas utan förbehandling, då näringsämnena skall vara lättillgängliga för optimalt upptag i växten.

Asksammansättningen hos rörfilen varierar beroende på när man skördar rörfilen och var den är odlad. Generellt sjunker halterna av ämnen som sänker smältpunkten på askan eller är korroderande under vintern, så att vårskördad rörfilen har bättre bränseleegenskaper. Askans huvudbeståndsdel är kisel och kiselhalterna, och därmed askhalterna, är högre i rörfilen som odlats på lerjord och lägre i rörfilen som odlats på mulljord (Burvall 1997).

Kunskaperna om askgödsling med rörfilensaska är bristfälliga och gödslingsförsök med askspridning i rörfilensodling är därför ett högprioriterat forskningsområde.

I ett tidigare projekt på institutionen för norrländsk jordbruksvetenskap (Eriksson 1999) gödslades rörfilen på torvmark med aska från rörfilen/sopor. Askkan visade sig då vara gynnsam för rörfilens tillväxt, och halterna av tungmetaller i grödan var inte förhöjda. Det projektet varade dock bara i två år, vilket var för kort tid för att man ska kunna dra några slutsatser om långtidseffekter av askgödsling. 2002 inleddes därför ett forskningsprojekt i syfte att studera askgödslingens effekt på skördeutbytet under en längre period samt eventuella risker för anrikning av icke önskvärda ämnen, främst tungmetaller.

Försökets genomförande

Försöket anlades på Röbbäcksdalen, SLU, Umeå, våren 2002. Två olika askor användes i försöket, den ena framställd genom sameldning av rörfilen och sorterade sopor (led A) och den andra var ren rörfilensaska (led B). Kontrollet (led C) gödslades med enbart handelsgödsel. Mängden aska att tillföra per år beräknades utifrån att askornas fosforinnehåll (tabell 1 och 2) skulle täcka grödans fosforbehov. Gödslingen kompletterades med handelsgödsel upp till önskad nivå av kväve (N), fosfor (P) och kalium (K); 100, 15 respektive 80 kg ha⁻¹. Försöket anlades som ett randomiserat blockförsök med 4 upprepningar med rutstorleken 42 m².

Tabell 1. Askornas sammansättning

Behandling	P % av TS	K % av TS	Mg % av TS	Ca % av TS	Cd mg kg ⁻¹	Cr mg kg ⁻¹	Cu mg kg ⁻¹	Ni mg kg ⁻¹	Pb mg kg ⁻¹	Zn mg kg ⁻¹
A	0.45	1.14	1.01	10.13	2.53	398	300	30.9	427	1310
B ¹	1.66	3.44	1.17	4.68	0.64	46.6	178	33.6	9.21	305
B ²	1.3	2.6	0.87	1.7	0.05	67	74	14	1.9	130

¹ 2002 - 2004 ² 2005 - 2008

Försöket skördades på våren under åren 2003 – 2009. För att undersöka om dessa tämligen stora årliga givror skulle påverka markens och/eller grässets innehåll av tungmetaller i första hand, men även innehållet av växtnäringsämnen, tog prover av växtmaterialet ut rutvis varje år och sparades. Jordprov tog vissa av åren. 2008 provtogs även alven. När försöket avslutades våren 2009 togs rutvisa jordprover uppdelade på 3 nivåer; 0-5 cm, 5-10 cm samt 10-20 cm. Försöket finns beskrivet i mer detalj i en rapport från Värmeforsk (Palmborg och Lindvall 2011)

Tabell 2. Årlig samt total tillförsel av växtnäringsämnen och tungmetaller

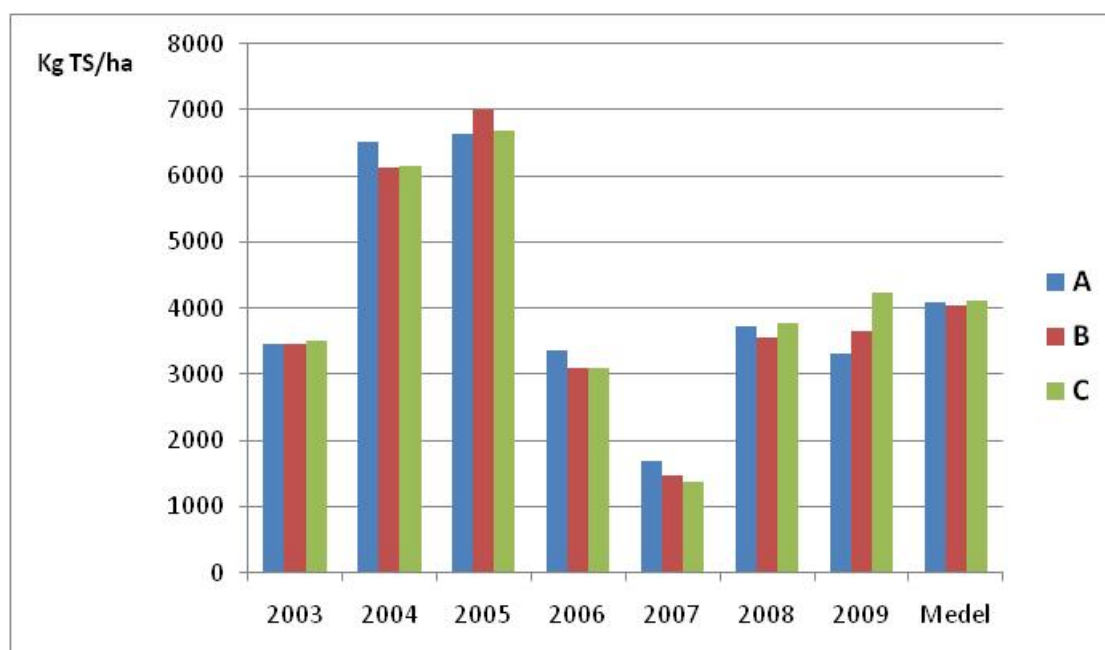
	P kg ha ⁻¹	K kg ha ⁻¹	Mg kg ha ⁻¹	Ca kg ha ⁻¹	As g ha ⁻¹	Cd g ha ⁻¹	Cr g ha ⁻¹	Cu g ha ⁻¹	Ni g ha ⁻¹	Pb g ha ⁻¹	Zn g ha ⁻¹
A årlig tillförsel med aska	15	38	34	338	18	8.43	1327	1000	103	1423	4366
A årlig tillförsel med hg		42	2	20							
A Totalt under försöksperioden	105	560	252	2503	127	59.03	9286	6999	721	9962	30564
B årlig tillförsel med aska 02-04	19	40	13	54	4	0.73	54	205	39	11	351
B årlig tillförsel med aska 05-08	15	30	10	20	1	0.06	77	85	20	2	150
B årlig tillförsel med hg 02-04		40									
B årlig tillförsel med hg 05-08		50	2	20							
B Totalt under försöksperioden	117	560	97	380	15	2.44	470	956	194	41	1652
C årlig tillförsel	15	80	2	20							
C Totalt under försöksperioden	105	560	16	137							
Gränsvärde *, g ha ⁻¹ år ⁻¹						0.75	40	300	25	25	600

* Naturvårdsverkets gränsvärden för årlig tillförsel med rötslam

hg = handelsgödsel

Resultat

Avkastningsnivån varierade väldigt mycket mellan åren (figur 1). Eftersom försöket skördades på våren är den skörd som anges för respektive år resultatet av den tillväxt som skedde året innan; det som skördades 2003 är följaktligen insåningsårets tillväxt och är förvånansvärt hög. 2004 och 2005 var avkastningen bra. Därefter har det skett en betydande sänkning av avkastningsnivån, med en viss återhämtning de två sista åren. Medeltalen per försöksled över samtliga år visar inga signifikanta avkastningsskillnader.



Figur 1. Avkastning, kg torrsubstans per hektar för de olika åren

Ett frågetecken vid användning av aska och andra avfallsprodukter på jordbruksmark är risken för anrikning av icke önskvärda ämnen, främst tungmetaller, i mark och gröda. Prover av gräs skördat 2003 (ledvisa prov), 2004 och 2009 (rutvisa prov) har analyserats för kemisk sammansättning. Resultat av analyserna visar att innehållet av tungmetaller i grödan var lägre 2009 jämfört med 2004 av kadmium (Cd), krom (Cr), nickel (Ni) och bly (Pb), i några fall signifikant lägre. Halten av koppar (Cu) och zink (Zn) har ökat något, dock ej signifikant.

Mellan de olika behandlingarna fanns inga signifikanta skillnader.

Analyser av jordprover från 2009 visar att halterna av tungmetaller och arsenik är något högre i den översta nivån (0 – 5 cm) i försöksled A, aska av rörfilen och sopor. Skillnaden är signifikant för kadmium, bly och zink. Längre ner i profilen har inga skillnader mellan behandlingarna påvisats, och jämfört med utgångsläget (2003) syns heller inga skillnader i dessa. Halterna ligger också väl under Naturvårdsverkets gränsvärden för markinnehåll vid spridning av rötslam med undantag för krom (figur 2).

Matjordens innehåll av magnesium var 2008 signifikant högre i de led som gödslats med aska. Innehållet av kalcium liksom pH-värdet var också högre i led A. Kaliumhalten i detta led var lägre än i de övriga, dock är skillnaden inte signifikant. Skillnaden i fosforhalt var obetydlig (tabell 3).

Led	pH	mg/100 g torr jord			
		P-AL	K-AL	Mg-AL	Ca-AL
A	6,1 ^a	12,0	19,3	3,6 ^a	130 ^a
B	5,7 ^b	12,3	25,8	3,1 ^a	84 ^b
C	5,8 ^b	12,5	27,5	2,2 ^b	77 ^b

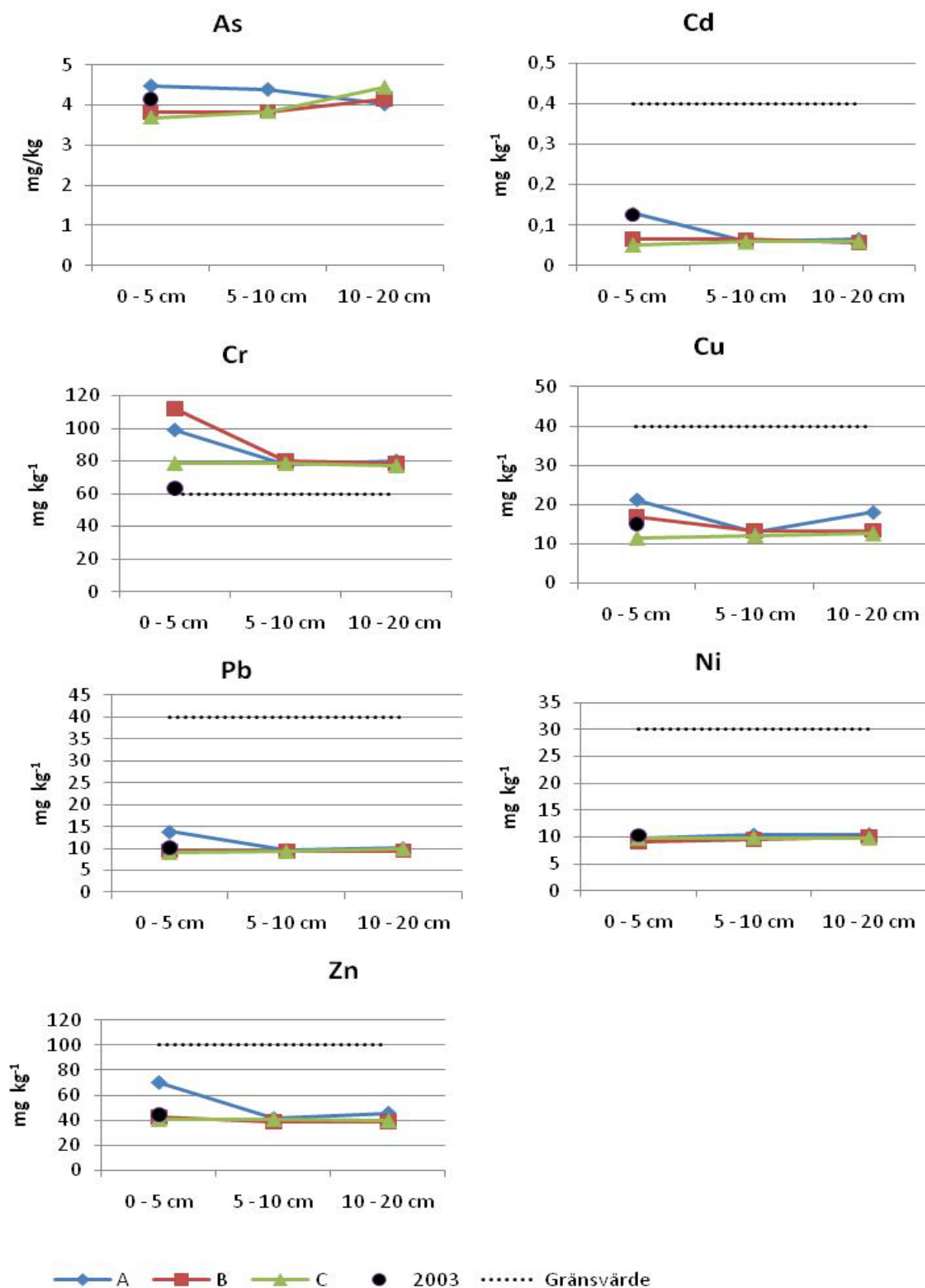
Tabell 3. Matjordens pH-värde samt innehåll av växtnäringsämnen 2008

Diskussion

Den mängd tungmetaller som tillförts marken med askan av rörfilen + sopor (led A) är mångdubbelt större än vad som är tillåtet enligt Naturvårdsverkets bestämmelser. Trots det visar resultaten från detta försök bara något förhöjda halter i mark eller gröda. Analysvärden för jord efter försökets avslutning ligger ungefär på samma nivå som de som redovisas i SLU/Naturvårdsverkets mark- och grödoinventering för Umeå kommun. Undantaget är kromhalten som är i försöksfältet är ca 3 gånger högre än kommungenomsnittet. Kompletterande analyser visar att också åkrarna intill har höga halter krom i marken.

Den betydligt större totala tillförseln av kalcium i behandling A (tabell 2) kan förklara att pH-värdet är högre här. Innehållet av lättlöslig fosfor visar inga signifikanta skillnader mellan de ytor som enbart givits fosfor från aska och de som gödslats med handelsgödsel. Detta tyder på att även fosfor från askan varit lättillgänglig för växterna. Även de högre mängderna av magnesium som tillförts med aska har medfört en ökning av mängden lättillgänglig magnesium i dessa försöksled.

Den varierande och i genomsnitt låga avkastningsnivån i försöket visar inget samband med gödslingsbehandlingarna. Den stora variationen mellan åren kan ha flera orsaker; klimatfaktorer, skördetid eller möjligen angrepp av någon skadegörare. De skördesiffror som



Figur 2. Halter i marken av tungmetaller samt arsenik (As) på olika nivåer 2009. Den svarta punkten visar matjordens innehåll 2003, den streckade linjen markerar naturvårdsverkets gränsvärde för markinnehåll vid spridning av rötslam på åkermark.

redovisas är enbart den tekniska skörden. Om skillnaderna är de samma när det gäller biologiskt skörd går inte att säga eftersom ingen mätning av skördeförlusten har gjorts.

Slutsats

Återföring av aska till röflensodlingar kan minska behovet av inköpt handelsgödsel och därmed minska odlingskostnaden. Dock bör aska som inte enbart kommer från förbränning av röflen vara kontrollerad vad avser innehåll av tungmetaller så att den uppfyller miljökraven.

Referenser

Burvall J, 1997. Influence of harvest time and soil type on fuel quality in reed canary grass (*Phalaris arundinacea* L). *Biomass Bioenergy* 12, 149-154.

Eriksson L. 1999 Odlingsförsök med aska från röflen/sopor Ur: Energi i kretslopp. Slutrapport från Kvarkenrådet.

Eriksson, L. Mattsson, M. Söderström. 2010. Tillståndet i svensk åkermark och gröda, data från 2001-2007. Rapport / Naturvårdsverket 6349

Palmborg C. Lindvall E. 2011 Långtidseffekter av askgödsling vid röflensodling. Värmeforsk rapporter 1176. Värmeforsk, Stockholm.

SLU Mark- och grödoinventeringen <http://www-jordbruksmark.slu.se>



En investering för framtiden



EUROPEISKA
UNIONEN
Europeiska
regionala
utvecklingsfonden

Delrapport 10 Vattenhalter i rörflen på hösten

Delprojekt FoU: Produktion av åkerbränsle



Rörflen 9/11 2009

Cecilia Palmborg, Inst. f. norrländsk jordbruksvetenskap, SLU, Umeå

Postadress
901 83 UMEÅ

Besöksadress
Skogsmarksgränd

Tel.
090-786 87 13

Fax
090-786 81 62

E-post
Cecilia.Palmborg@slu.se



En investering för framtiden



EUROPEISKA
UNIONEN
Europeiska
regionala
utvecklingsfonden

Bakgrund

Vårskörd av rörfilen har en del nackdelar; spill av spröd biomassa, nedbrytning av biomassa under vintern och lagringsbehov till nästa vinter. Att hitta ett skördefenster på hösten skulle därför kunna vara en fördel. För att bränslet ska ha tillräcklig kvalitet (låga halter av framför allt K och Cl) måste grödan ha förlorat det mesta av sin gröna färg. Detta sker under oktober månad. Därför har denna undersökning främst fokuserat på tiden efter 15 oktober.

Genomförande

En serie vattenhaltsmätningar gjordes under hösten 2010 på ett rörfilensfält på Röbbäcksdalen. Taktiken var att göra ett antal upptorkningsserier efter regnväder för att bestämma torkhastigheten relaterat till vegetationens invintring och väderleken. Dessa upptorkningsperioder blev dock ofta avbrutna av nytt regn och mätningarna fick avbrytas efter 8 nov p.g.a. den tidiga vintern.

Totalt togs 15 prover vid 5 tillfällena. Varje prov bestod av det som växte på en 50 x 50 cm ruta, klippt vid markytan. Vattenhalterna varierade mellan 37 % och 64 % (figur nästa sida). Eftersom vi var uppmärksamma på vädret och försökte ta prover när det varit torkväder är det troligt att vattenhalten aldrig blev lägre än 37 % hösten 2010.

Resultat

Den snabbaste upptorkningen skedde mellan den 13/10 och den 18/10. Då minskade vattenhalten med 2 % per dag trots att det kom 8,5 mm nederbörd under perioden. Den perioden karaktäriserades av frostnätter och dagar med några få plusgrader (figur nästa sida). Den relativa luftfuktigheten var i medeltal 75 % och det var bland de lägsta värdena som mättes upp under hela provtagningsperioden (figur nästa sida). Den 18/10 var luftfuktigheten i medeltal 83 % och vindhastigheten 6 m/s. Väderdata från 2001-2010 för Umeå gick igenom för att undersöka frekvensen av liknande väderlekssituationer:

Alla dagar med en genomsnittlig luftfuktighet under 85 % och vind minst 3 m/s utan nederbörd räknades. Perioder då ett snötäcke noterats eller då det snöat dagarna innan och varit minusgrader togs bort. Sista halvan av oktober månad var det i snitt 2,7 dagar med gynnsamma förhållanden. Motsvarande antal dagar för november var 4,7 och för december 2,4. Dessa dagar var dock mycket ojämnt fördelade mellan åren. Det var bara hälften av åren som det var en period med 5 dagar eller mer i sträck utan nederbörd då merparten av dagarna hade luftfuktighet under 85 %.

Slutsats

Slutsatsen blir att det är sällan det blir ett sådant torkväder under senhösten att man kan förvänta sig en vattenhalt på mindre än ca 40 % i rörfilen. Det skördefenster som ibland förekommer är sannolikt i slutet av oktober eller november. Eftersom ingen provtagning gjordes under en period med medeltemperaturer under noll och utan nederbörd kan vi inte uttala oss om någon "frystorkning" av grödan under tidig vinter.

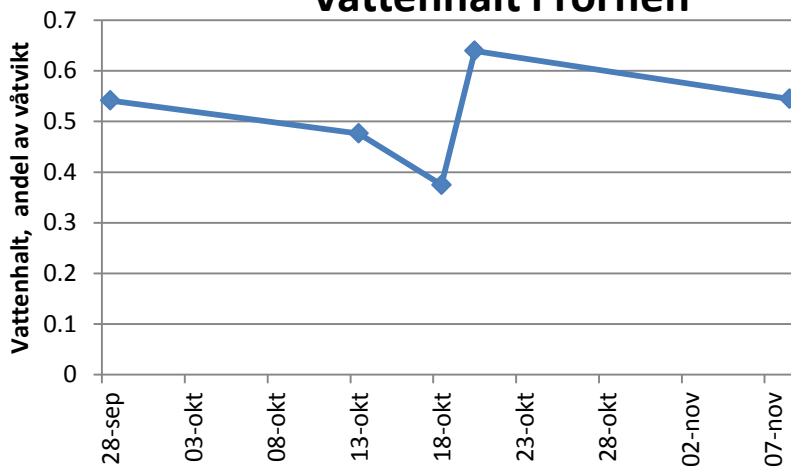


En investering för framtiden

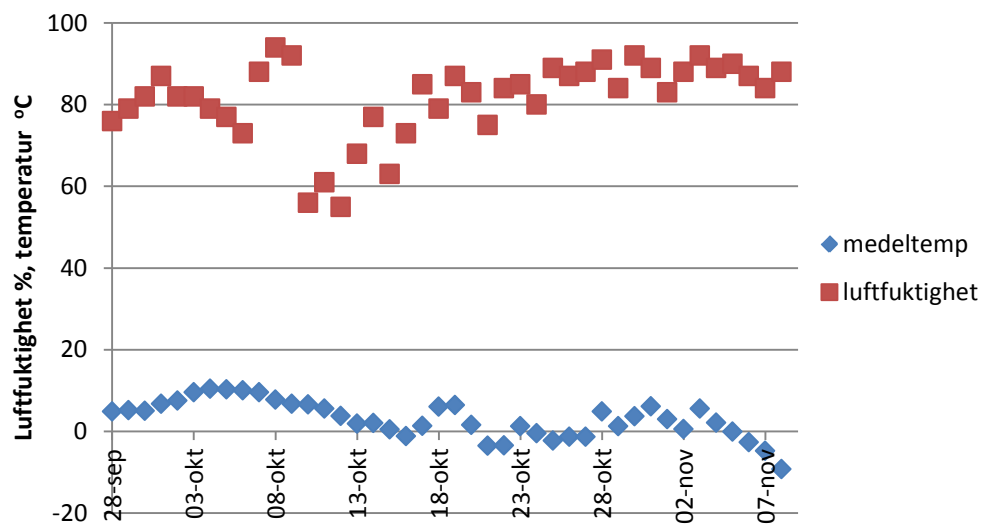


EUROPEISKA
UNIONEN
Europeiska
regionala
utvecklingsfonden

Vattenhalt i rörfilen



Lufttemperatur och relativ luftfuktighet





En investering för framtiden



EUROPEISKA
UNIONEN
Europeiska
regionala
utvecklingsfonden

Delrapport 12 Rapport från en enkel orienterande studie angående hur körning i rörlensvall påverkar skottbildning och avkastning

Delprojekt FoU: Produktion av åkerbränsle



Figur 1. Bild från enkel orienterande studie i ett ca tio år gammalt rörlensfält under 2010. Till vänster om pinnen skördades inte rörlenet under våren 2010 så där har ingen körning skett under 2010, till höger har normal körning skett under 2010. Spåret där rörlenet har dött (markerat med pil) är från körning med fyrkantpress ett tidigare år (foto: A-M Gustavsson).

Anne-Maj Gustavsson, Inst. f. norrländsk jordbruksvetenskap, SLU, Umeå
oktober 2011

Bakgrund

En rörfbensvall bör hålla sig produktiv i tio år om det ska bli ekonomi på odlingen (Larsson et al., 2006; Lundström, 2008). Viktigt för en hög avkastning är att många skott går i ax och bildar kraftiga och höga strån (Sahramaa and Jauhiainen 2003, Sahramaa et al. 2003). I småruteförsök har man lyckats med detta, men i odling i praktiken på stora fält har ofta antalet axbärande strån och därmed avkastningen gått ned till nivåer långt under det som är ekonomiskt lönsamt efter några år. Orsaken till detta är inte känd, men en trolig orsak är körskador och markpackning.

I rörfbensodling tillämpas numera vårskörd eftersom man då får ett torrt bränsle med låga koncentrationer av ämnen som kan orsaka problem vid förbränning som kalium, klor, kväve och svavel (Burvall 1997). I Norrlands kustland är ofta den period då marken bär tunga skördemaskiner, men innan rörfbenen har växt upp alltför kort. Om man skördar innan marken bär innebär det körskador, om man skördar när det börjat växa trasslar grönskotten in sig i stängeln med biomassa som man ska skörda vilket kan ge maskintrassel och grönskott i skörden som ger högre vattenhalt och högre kaliumhalter. Dessutom stör man tillväxten om de nya skotten på våren klipps av eller skadas i samband med skörd.

För att undersöka om vårskörden har betydelse för hur många skott som går i ax gjordes under säsongen 2010 en enkel orienterande studie över hur körning i rörfbensvall påverkar skottbildning och avkastning.

Material och metoder

Två cirka 10 år gamla rörfbensfält skördades våren 2010 på Änget, Röbbäcksslätten, Umeå. De hade behandlats lite olika under 2009 och 2010. Det ena fältet hade gödslats med flytgödsel (södra skiftet), det andra fältet (norra skiftet) hade endast gödslats med mineralgödsel. Det kan dock finnas andra skillnader mellan de två fälten så man kan inte dra några slutsatser om valet av gödselslag har haft någon effekt. Vid skörden på våren 2010 lämnades en ruta på respektive fält (15 m x 15 m) som inte skördades och följaktligen inte heller utsattes för körningar vid skörd och bärning av biomassa. Man får dock komma ihåg att alla tidigare åren så har det körts lika mycket på hela fältet, så det här är bara en undersökning som visar på om det blir skillnader vid ett års olika behandling.

Den 27-28 juli och den 14 september 2010 gjordes klippningar i de oskördade rutorna respektive utanför de oskördade rutorna för att undersöka dels avkastning, dels hur stor andel av biomassan som bestod av axbärande skott (enligt Gustavsson, 2011). Dessutom mättes mängden ogräs och viktsandelen strån som var så insektsskadade att skottets topp hade dött.

Vid varje tillfälle klipptes två provytor (1 m²/provyta) per behandling. Vid första tillfället (27 juli) klipptes prover från både södra och norra skiftet. Vid andra skördetillfället (14 september) klipptes endast rutor i det södra fältet på grund av att det andra fältet av misstag hade Roundup-behandlats.



Figur 2. Skördad provyta i det bestånd som har vuxit upp i rutan som inte vårskördades. Biomassan har delats upp i olika utvecklingsstadier (från vänster: axbärande skott; skott med noder men utan ax; skott med döda toppar; döda blad; bladstadium; skott med döda toppar, men som har utvecklat sidoskott; ogräs; död förna från tidigare år)



Figur 3. Skördad provyta i det bestånd som har vuxit upp efter vårskörd. (från vänster: axbärande skott; skott med noder men utan ax; skott med döda toppar; bladstadium; döda blad; ogräs; död förna från tidigare år)

Resultat och diskussion

På grund av karaktären av en enkel orienterande undersökning, och på grund av att fälten var mycket ojämna så kan man inte göra avancerad statistik på materialet. Några viktiga effekter var dock:

- Den 27 juli fick vi i medeltal cirka 4,5 ton skörd på norra skiftet och 5,7 ton på södra skiftet. Den 14 september fick vi 6,5 ton på södra skiftet. Det var inga signifikanta skillnader i totalskörd (rörflen, dött och ogräs) mellan behandlingarna (skördat/oskördat). Tillväxten (tillväxten av allt levande inklusive ogräs) mellan skördetidpunkterna på södra skiftet var ganska liten, 28 kg ts/dag i de icke vårskördade rutorna och 4 kg ts/dag i de vårskördade. Tillväxten fram till första provtagningen var 90-100 kg ts/dag i båda leden.
- Det var mer ogräs där det var vårskördat än där det inte var vårskördat, både mängdmässigt och procentuellt (25 viktsprocent respektive 15 viktsprocent).
- Andelen döda skott-toppar var högre i de icke vårskördade rutorna, vilket tyder på att insektsskadorna var större (9-14 viktsprocent i de icke vårskördade rutorna; 0-7 viktsprocent i de vårskördade)
- Andelen axbärande skott var cirka 35 viktsprocent i de icke vårskördade rutorna och cirka 8 viktsprocent i de vårskördade den 27 juli. Den 14 september var andelen axbärande skott cirka 30 viktsprocent i de icke vårskördade ledet och cirka 16 viktsprocent i det vårskördade (figur 2 och 3).
- Man såg tydliga skillnader i fält mellan de bestånd som hade vuxit upp innanför de oskördade rutorna och det omgivande vårskördade fältet (Figur 1). Det omgivande fältet var dock mycket ojämnt. Skillnaderna i de klippta rutorna visade på mindre skillnader än man skulle ha trott vid enbart en visuell bedömning.
- Gamla körskador hade dödat en del av rörflensbeståndet. Ingen av de klippta provytorna hamnade där fältet hade stora gamla körskador.

Slutsatser

Vårskörden har haft effekt på andelen axbärande strån. Totalskörden var dock förvånansvärt lika mellan behandlingarna. På grund av att det fanns många körskador från tidigare år, var dock fältet mycket ojämnt både inom och utanför de oskördade rutorna.

Det här enkla försöket har visat på att det finns behov av att göra en större undersökning av hur föregående skörd (körskador, samt att nya skott klipps av) påverkar totalskörd och andelen axbärande strån. I den undersökningen bör studien påbörjas vid anläggningen av rörflensvallen och sedan bör man följa förändringarna över ett antal år. Fasta körspår skulle kunna vara ett sätt att få en större andel axbärande skott, men det behöver utredas mera.

Referenser

- Burvall J. 1997. Influence of harvest time and soil type on fuel quality in reed canary grass (*Phalaris arundinacea* L.). *Biomass & Bioenergy* 12: 149-154.
- Gustavsson, A-M. Modifications of the decimal code for development stages in perennial grasses (accepted for *Grass and Forage Science*).
- Larsson, S., H. Örberg, et al. 2006. Rörflen som energigröda. BTK-rapport. Umeå, BTK: 44.
- Lundström, S. 2008. Självkostnads kalkyl rörflensodling. Skellefteå, LRF Konsult, Stationsgatan 21, 931 32 Skellefteå.

- Palmborg, C., Lindvall, E. 2010 Optimering av odlingsåtgärder i rörflen för ökad lönsamhet-
Fältstudier av sorter, samodling med baljväxter och korn, gödsling samt markpackning.
Värmeforsk, Stockholm, Rapport nr. 1133.
- Sahramaa M, Jauhiainen L. 2003. Characterization of development and stem elongation of reed canary
grass under northern conditions. *Industrial Crops and Products* 18: 155-169.
- Sahramaa M, Ihamaki H, Jauhiainen L. 2003. Variation in biomass related variables of reed canary
grass. *Agricultural and Food Science in Finland* 12: 213-225.



En investering för framtiden



EUROPEISKA
UNIONEN
Europeiska
regionala
utvecklingsfonden

Delrapport 17 Samodlingsförsök med rörflen, baljväxter och korn

Genomförda i Yttertavle och Röbbäcksdalen, Västerbotten och i Ås, Jämtland

Delprojekt FoU: Produktion av åkerbränsle



Rörflen samodlat med alsikeklöver till vänster och bara rörflen till höger. Röbbäcksdalen juni 2010. Fotograf: Cecilia Palmborg

Cecilia Palmborg, Inst. f. norrländsk jordbruksvetenskap, SLU, Umeå

Eva Lindvall, Inst. f. norrländsk jordbruksvetenskap, SLU, Umeå

oktober 2011

Bakgrund

Gödsling är en av de största posterna vid rörlensodling. Därför är en strategi för att minska kostnaderna att minska gödslingbehovet. Baljväxter kan fixera kväve från luften genom en symbios med kvävefixerande bakterier i rotnöklarna. I vallodling till foder samodlas vanligtvis gräs och perenna baljväxter, t.ex. klöver, för att minska behovet av kvävegödsel och öka proteininnehållet i fodret.

Det har gjorts få experiment med samodling av baljväxter och rörlen till energiändamål. I Litauen har man provat att samodla rörlen med bl.a. getärt med delvis gott resultat (Jasinskas et al., 2008). Det försök som gjorts i Sverige visade att när rörlen samodlades med lucern behövdes ingen kvävegödsling alls (Tuveson, 1997).

I ett system med vårskörd finns ytterligare utmaningar med samodling. Rörlens egenskaper passar för det systemet eftersom den kan växa till sent på hösten samt att biomassan inte bryts ned så lätt. Baljväxter däremot har ofta en mer lättnedbrytbar biomassa som också innehåller mycket näringsämnen. Det är därför viktigt att det inte blir för mycket baljväxter i vallen. Ett sätt att reglera mängden baljväxter är att gynna gräset med kvävegödsling. Därför försökte vi oss inte på att helt ta bort kvävegödslingen utan vi halverade den istället.

Andra sätt att minska gödslingskostnaderna är att använda aska eller slam som fosforgödsling. Dessa gödselslag är dyrare att sprida, men eftersom de också är ett kvittblivningsproblem kan man få betalt för att ta emot det eller rent av få det spritt gratis. Rörlensaska har i tidigare försök haft positiva effekter, särskilt på mulljord (Ericson, 1999).

Genomförande

Försök med samodling av rörlen, baljväxter och korn anlades i Yttertavle utanför Umeå och i Ås i Jämtland 2008. Ytterligare ett försök anlades i Röbbäcksdalen, Umeå 2009, men bara med samodling av rörlen och baljväxter. Försöket i Jämtland har finansierats av Värmeforsk och Formas och tas med i denna rapport eftersom de tre försöken designades tillsammans och bör analyseras tillsammans.

De baljväxtarter som ingår i blandningarna är rödklöver, alsikeklöver och getärt (Yttertavle, Ås och Röbbäcksdalen), korn (Yttertavle och Ås) och kuraklöver (Röbbäcksdalen). Tre olika gödslingsbehandlingar har använts i varje försök. Alla försök hade ett försöksled med rekommenderade mängder av N, P, och K, och ett försöksled med halvering av N-gödslingen. Dessutom fanns ett försöksled där P-gödslingen ersatts med höns gödsel (Yttertavle), rötslam (Ås) eller rörlensaska (Röbbäcksdalen) De olika behandlingarna beskrivs i Tabell 1 och 2. Varje försök hade 84 försöksrutor organiserade i 12 storrutor där alla de sju olika artblandningarna i varje försök fick samma gödsling inom en storruta och alla behandlingar upprepades i fyra rutor. Försöket i Yttertavle avbröts under det andra försöksåret eftersom det var väldigt mycket kvickrot i det.

För att bestämma produktionen av de olika arterna klipptes prover i små rutor, 50x50 cm, i augusti från och med 2009 i varje ruta. Dessa sorterades i sådda arter och ogräs. Nettoskörderutor (1,5 x 6 m) skördades sedan med parcellskördemaskin Haldrup från och med det andra försöksåret på senhösten. Därefter återfördes biomassan till respektive ruta. Kommande vår bärgades och provtogs biomassan som fått ligga över vintern.

Kvävefixeringen i baljväxterna har uppskattats genom att analysera rörlens och baljväxternas kvävehalter och räkna ut hur mycket mer kväve det finns i biomassan i rutorna med baljväxter jämfört med rutorna med bara rörlen.

En mer detaljerad beskrivning av försöken finns i (Palmborg and Lindvall, 2010).

Tabell 1. Artblandningar och utsädesmängder (kg/ha) och sorter i försöken. All rörfen var av sorten Bamse och sorten för korn och kuraklöver noterades inte.

Ort	Art	Sort
Yttertavle, Västerbotten	a. rörfen (10)	Bamse
	b. rörfen (10) +korn (128)	
	c. rörfen (10)+rödklöver (4)	Betty
	d. rörfen (10) +getärt (8)	Gale
	e rörfen (10)+getärt (16)	Gale
	f. rörfen (10 +Alsikeklöver (3,2)	Frida
	g. rörfen (10) + rödklöver (2) + getärt (8)	Betty + Gale
Äs, Jämtland	a. rörfen (10)	Bamse
	b. rörfen (10) +korn (128))	
	c. rörfen (10)+rödklöver (4)	Betty
	d. rörfen (10) +getärt (8)	Gale
	e rörfen (10)+getärt (16)	Gale
	f. rörfen (10 +Alsikeklöver (3,2)	Frida
	g. rörfen (10) + rödklöver (2) + getärt (8)	Betty + Gale
Röbäcksdalen, Västerbotten	a. rörfen (10)	Bamse
	c. rörfen (10)+rödklöver (4,4) höstskördat 2009	Betty
	c. rörfen (10)+rödklöver (4,4)	Betty
	d. rörfen (10) +getärt (8)	Gale
	e rörfen (10)+kura klöver (4,7)	
	f. rörfen (10 +Alsikeklöver (3,2)	Frida
	g. rörfen (10) + rödklöver (2,2) + getärt (8)	Betty + Gale

Tabell 2. Gödslingsbehandlingar i etableringsförsöken.

Ort	Gödsling etableringsåret kg/ha Våtvikt för slam/aska	Gödsling Vall I kg/ ha	Gödsling Vall II kg/ ha Våtvikt för aska	Näring i aska, hönsgödsel eller röttslam kg/ha
Yttertavle, Västerbotten	A: 40 N, 20 P, 40 K			
	B: 20 N, 20 P, 40 K			
	C: 10 ton hönsgödsel			110 N 19 P 75 K
Äs, Jämtland	A: 40 N, 20 P, 40 K	A: 100 N 50 K	A: 80 N 20 K	
	B: 20 N, 20 P, 40 K	B: 50 N 50 K	B: 40 N 20 K	
	C: 20 N, 3460 kg röttslam	C: 50 N 50 K	C: 40 N 20 K	30 N 36 P 2 K 3,6 Mg
Röbäcksdalen, Västerbotten	A: 40 N, 20 P, 40 K	A: 100 N, 10 P 50 K	A 100 N 10 P 20 K	
	B: 20 N, 20 P, 40 K	B: 50 N, 10 kg P 50 K	A 60 N 10 P 20 K	
	C:20 N, 2200 kg rörfbensaska	C: 50 N, 10 P, 50 K	A 60 N, 2000 kg rörfbensaska	År 1:10 P 18 K 6,6 Mg

Resultat

Försöket i Yttertavle

Marken visade sig innehålla väldigt mycket kvickrotsrötter. Kvickroten bekämpades mekaniskt före sådd och genom att stryka på Roundup på kvickroten som stack upp över rörflenen, men bekämpningen lyckades inte. Vid en uppskattning av vegetationens botaniska sammansättning 15/10 2008 fanns mindre än 50 % rörflen, 20-30 % baljväxter, 20-30 % rotogräs och 10-20 % fröogräs (medianer för de olika fröblandningarna). Det kan vara svårt att skilja rörflen från kvickrot utan att särskåda varje strå så uppskattningen var mycket ungefärlig. En ny vegetationsuppskattning gjordes 18/5 2009 på samma sätt. Då var ofta mer än hälften av det som växte i rutorna ogräs. Baljväxtprocenten var 20-30 % för rutor med rödklöver och Alsikeklöver och 5-10 % för getärt. Efter detta besök beslutade vi att försöket skulle avslutas, så det blev inte gödslat 2009, men det fick stå kvar för att se hur det skulle utvecklas. Vid ett besök i mitten på augusti 2009 kunde vi konstatera att den sammanlagda konkurrensen från ogräs och baljväxter hade gjort att rörflenen nästan helt hade försvunnit i en del ytor med Alsikeklöver (Bild 1). Däremot verkade rörflenen ha klarat konkurrensen med rödklöver och getärt bättre (Bild 2).



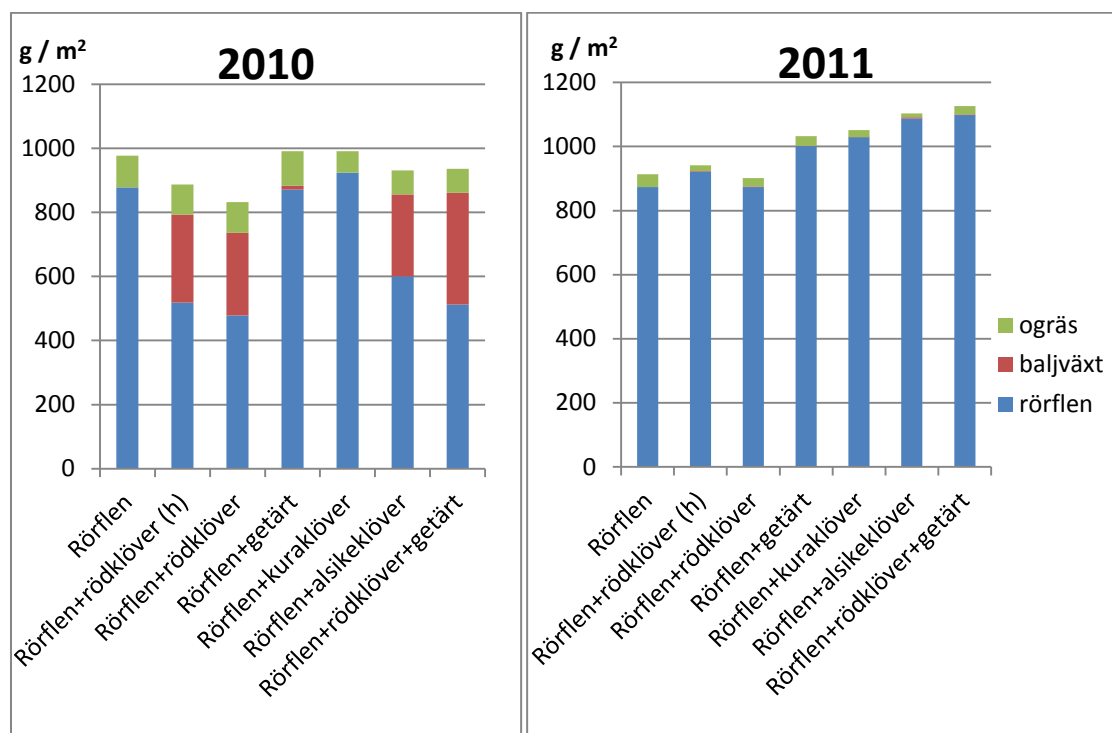
Bild 1. Ruta med Alsikeklöver och lite rörflen från etableringsförsöket i Yttertavle, Västerbotten 11/8 2009.



Bild 2. Ruta med rörflen och getärt från etableringsförsöket i Yttertavle, Västerbotten 11/8 2009. Observera kvickroten i förgrunden.

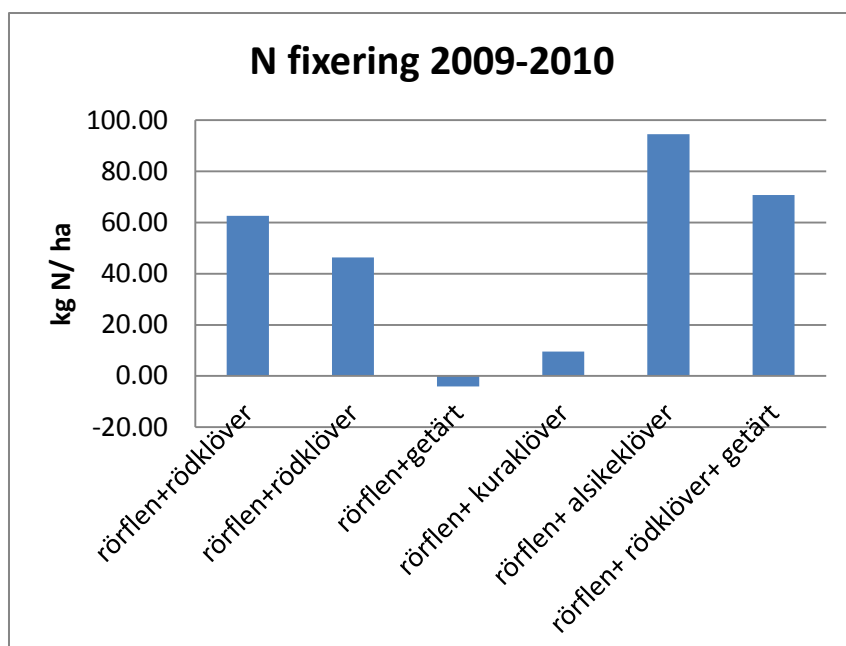
Försöket i Röbbäcksdalen

Försöket i Röbbäcksdalen, anlagt 2009, fick en bra start med inte alltför mycket ogräs, men även här var klövern alltför dominerande under det första skördeåret (2010), så att rörflens tillväxt blev hämmad (figur 1). Det andra skördeåret (2011) hade det mesta av klövern utvintrat så att rörflenen nu dominerade helt. Getärt och kuraklöver har inte kunnat etablera sig tillräckligt bra i Umeå.

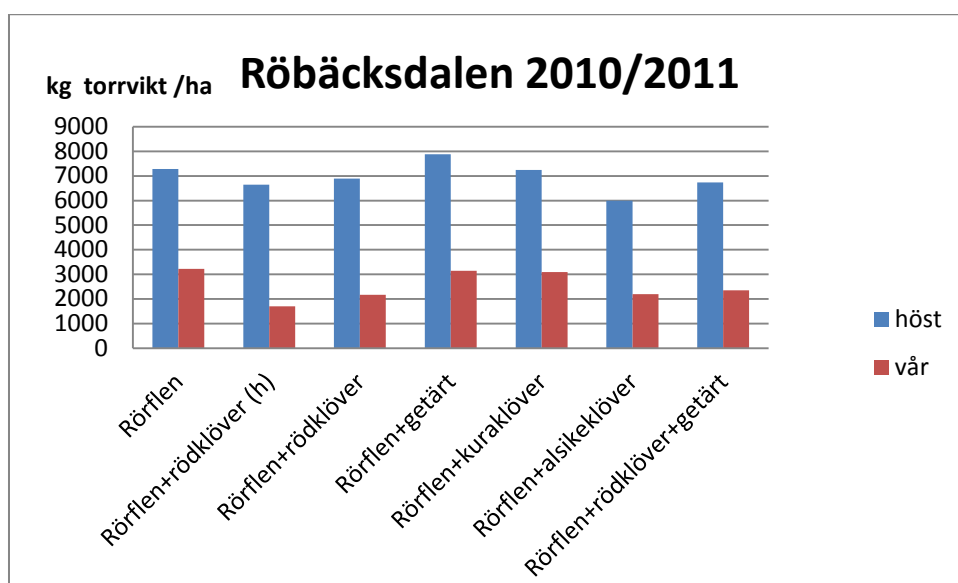


Figur 1: Botanisk analys av prover från samodlingsförsöket i Röbbäcksdalen. Medelvärden av alla ytor med en viss artblandning. Rörflen + rödklöver (h) skördades i oktober under etableringsåret.

Rödklöver och alsikeklöver fixerade 46 till 94 kg N under de första två åren, 2009-2010 (figur 2). I rutorna med alsikeklöver kunde vi med hjälp av den stabila kväveisotopen ^{15}N spåra att rörflenen tagit upp kväve som kommit från atmosfären via baljväxten. Den halverade kvävegödslingen påverkade ingen av arterna signifikant. Det verkar därför som att något annat än kväve var begränsande för rörflens tillväxt det här året. En trolig faktor är vatten eftersom juli 2010 var relativt regnfattig, och försöket ligger på en mjällig sandjord som inte har så hög vattenhållande kapacitet. Rörflen är känt för att kräva mycket vatten.



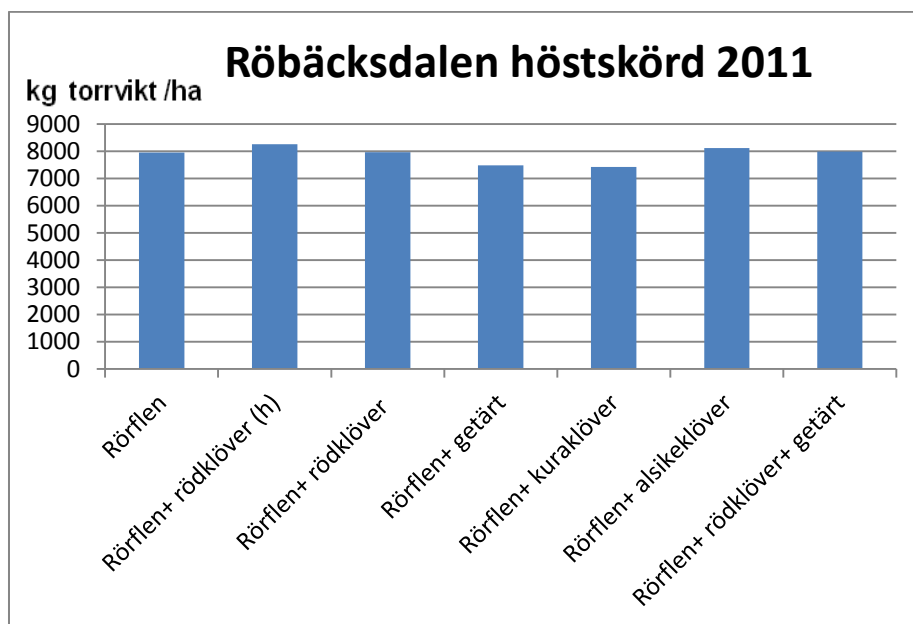
Figur 2: Sammanlagd kvävefixering i Umeå under etableringsåret och det första skördeåret.



Figur 3: Höst- och vårskorदार i försöket i Röbäcksdalen det första skördeåret. Rörfilen + rödklöver (h) skördades i oktober under etableringsåret.

Skördenivån i Röbäcksdalen var låg, särskilt för vårskorden 2011 (figur 3). Där rörfilen samodlats med baljväxter var skörden lägre än i monokultur, särskilt på våren.

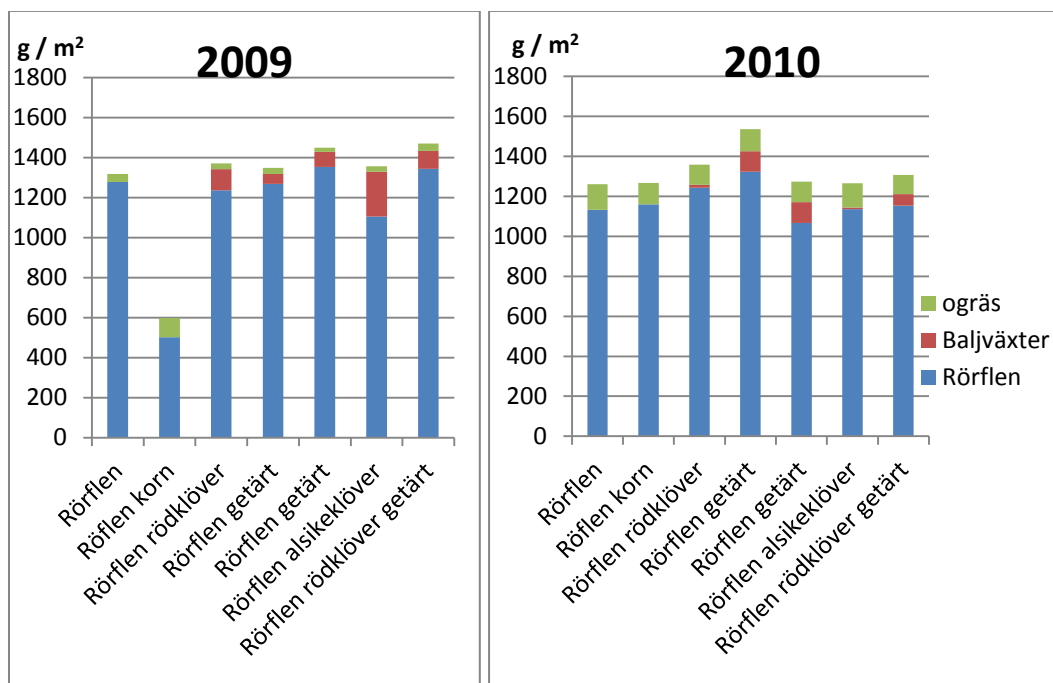
Vinterförlusterna var stora både när rörfilen odlats som enda art och ihop med baljväxter. En anledning kan vara att försöket slogs av i slutet på september, vilket är relativt tidigt. Snön kom också tidigt och det var i princip ingen tjäle. Temperaturen på markytan var därför ca 0° och nedbrytningen kan ha fortgått hela vintern. Vid höstskörden 2011 var skördenivåerna något bättre men det fanns inga statistiskt säkerställda skillnader, vare sig mellan artblandningar eller mellan gödslingsbehandlingar (figur 4).



Figur 4: Höstskörd i försöket i Röbäcksdalen 2011.

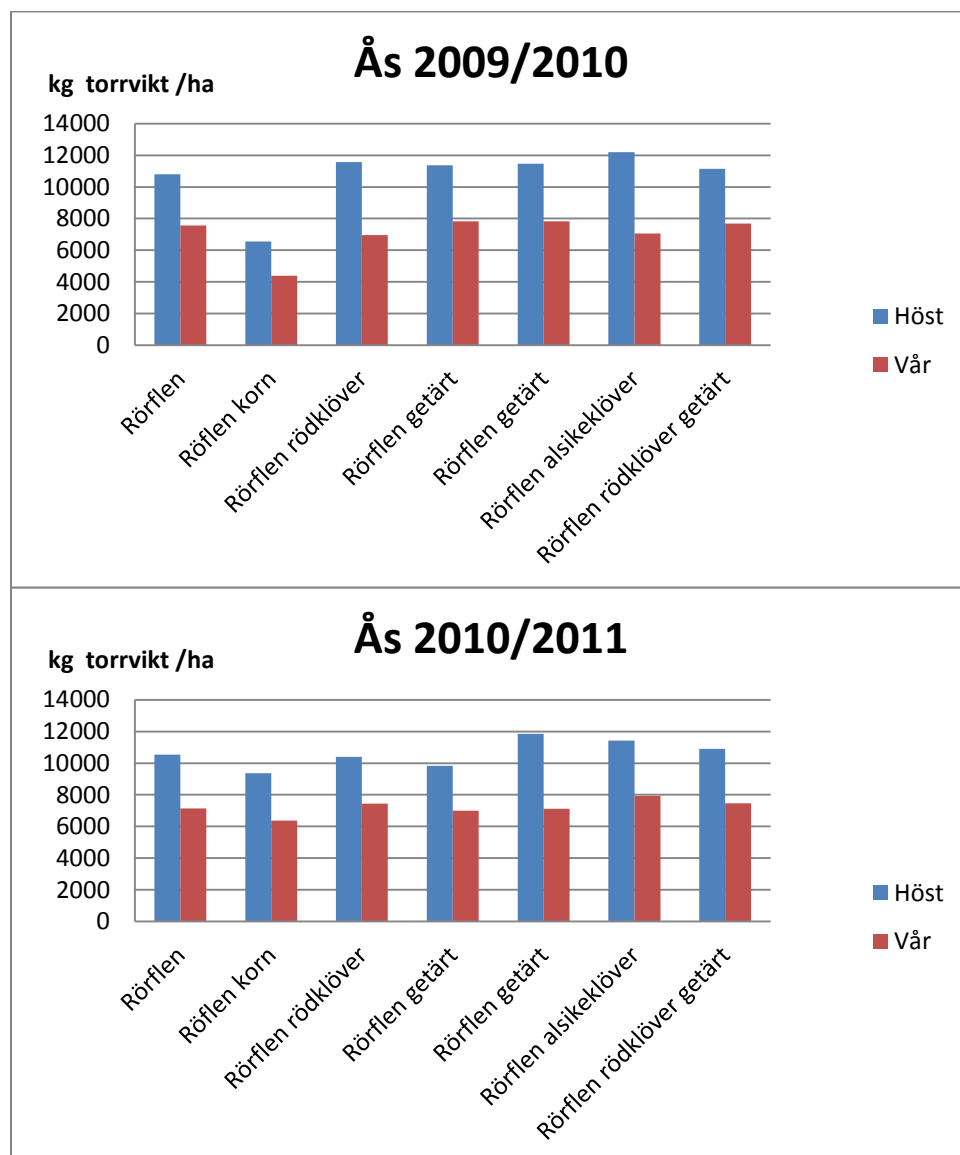
Försöket i Ås i Jämtland

I försöket som ligger i Jämtland, anlagt 2008, har samodlingen mellan rörfilen och baljväxter fungerat bra. Rödklöver och Alsikeklöver växte bra under det första skördeåret men har sedan nästan helt utkonkurrerats av rörfilen som har haft hög produktion (figur 5 och 6).



Figur 5: Botanisk analys av prover från samodlingsförsöket i Ås. Medelvärden av alla ytor med en viss artblandning. I den första av de två getärtblandningarna såddes hälften så mycket getärtfrön som i den andra.

Getårten har etablerat sig bra och verkar kunna samexistera med rörflenen utan att begränsa dess tillväxt.

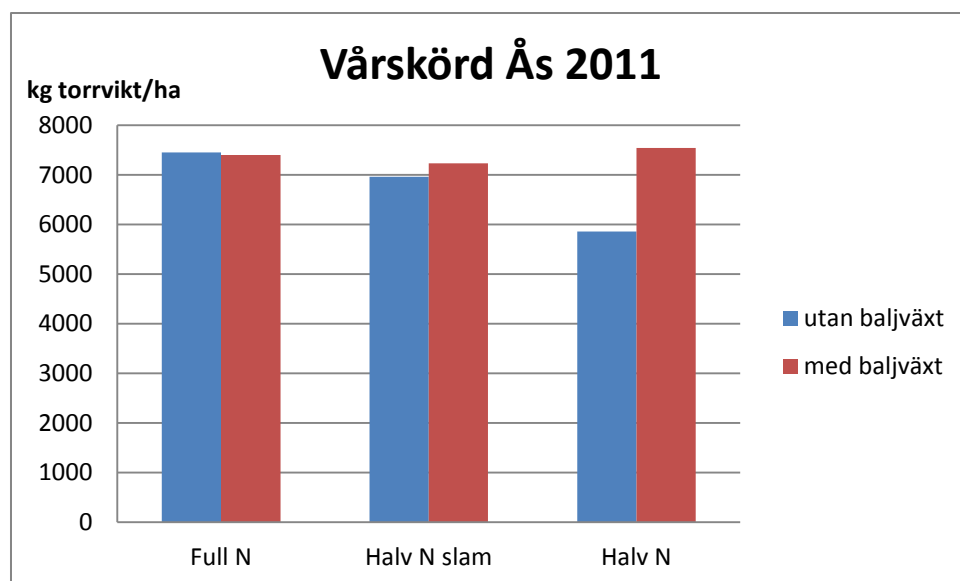


Figur 6: Skördar av försöket i Ås, första och andra skördeåret.

Även i Ås var kvävefixeringen tillräcklig för att kompensera för en halvering av kvävegödslingen, trots att det inte var lika mycket baljväxter här.

Skördenivån har generellt varit hög i försöket utom i rutor där rörflen såddes in i korn första året. Där var skörden bara hälften så stor första skördeåret, men det andra året återhämtade rörflenen sig och skörden var inte skild från monokultur av rörflen med statistisk säkerhet (figur 6). Vinterförlusterna var inte heller lika stora som i Rübäcksdalen.

I försöket i Ås såg vi också en effekt av gödslingsbehandlingarna. Första skördeåret var det högre vårskörd vid högre N-gödsling oavsett om det fanns baljväxter eller inte med. Andra skördeåret däremot producerade rörflenen lika bra vid halv N-gödsling där det växt baljväxter som om de hade fått full kvävegödsling (figur 7).



Figur 7: Vårskörd 2011 i Ås. Effekt av gödslingsbehandlingarna.

Slutsatser

Samodling mellan rörflen och baljväxter kan fungera bra i vissa fall och då kan baljväxterna stå för ca hälften av kväveförsörjningen till grödan. Risken är dock stor att baljväxterna blir för frodiga och då konkurrerar för kraftigt med rörflen. Samodling med baljväxter kräver också att ogrästrycket är lågt. Den sammanlagda konkurrensen från både ogräs och baljväxter kan bli för stor för rörflen, som växer långsamt i början. Man är också begränsad vid valet av ogräspreparat. Det är bara Basagran SG som inte skadar baljväxterna.

Insådd av rörflen i korn fungerar dåligt om kornet skördas som grönfoder alltför tidigt på hösten. Rörflen tål inte att bli avslagen på alltför låg nivå innan den hunnit ladda rotstammarna med näring för vintern.

Både rörfleaska och rötslam verkar fungera bra som gödselmedel om de kompletteras med kväve och kalium.

Referenser

- Ericson, L. 1999. Odlingsförsök med aska från rörflen/sopor, sid. 38-42 Energi i kretslopp: Slutrapport från kvarkenrådet. Institutionen för norrländsk jordbruksvetenskap, Umeå.
- Jasinskas, A., A. Zaltauskas, and A. Kryzeuiciene. 2008. The investigation of growing and using of tall perennial grasses as energy crops. *Biomass & Bioenergy* 32:981-987.
- Palmborg, C., and E. Lindvall. 2010. Optimering av odlingsåtgärder i rörflen för ökad lönsamhet. Fältstudier av sorter, samodling med baljväxter och korn, gödsling samt markpackning. 1133. Värmeforsk, Stockholm.
- Tuvesson, M. 1997. Vallväxter till fastbränsle och biogas 12. SLU, Fakta mark/växter, Uppsala.



En investering för framtiden



EUROPEISKA
UNIONEN
Europeiska
regionala
utvecklingsfonden

Delrapport 18 Försök med olika utsädesmängd vid sådd av rörflen

Genomförda i Röbbäcksdalen och Djupliden, Skellefteå

Delprojekt FoU: Produktion av åkerbränsle



Rörflensskott med olika skottutveckling. Från vänster: Skott med noder och blad, skott med vippa, skadade skott, bladskott, döda skott

Cecilia Palmborg, Inst. f. norrländsk jordbruksvetenskap, SLU, Umeå

oktober 2011

Postadress
901 83 UMEÅ

Besöksadress
Skogsmarksgränd 090-786 87 13

Tel.

Fax
090-786 81 62

E-post
Cecilia.Palmborg@njv.slu.se

Bakgrund

Vid sådd av rörflen är det vanligt att använda 10-15 kg frö per ha. På en del försök har vi fått indikationer på att det kanske leder till att man får ett alltför tätt bestånd där de enskilda plantindividerna inte orkar med att bilda fertila skott, d. v. s skott som blommar. Fertila skott har större andel strå än bladbärande skott och det är bra, eftersom stråna är lättare att skörda utan att de smulas sönder när de är torra. Dessutom är rörflensfrö dyrt och att så för tätt är därför oekonomiskt.

I fröodlingar sår man i allmänhet glesare än i vanliga vallar för att så stor andel skott som möjligt ska bilda frön.

I samarbete med maskinringens odlarutskott har vi därför gjort två försök i en särskild insats:

Särskild insats åker i kustlandet nr 16. Utsädesmängd av rörflen.

Genomförande

Försöket på Röbbäcksdalen

Ett försök med tre olika frömängder 12 kg/ha, 8 kg/ha och 5 kg/ha såddes i juni 2010. Varje frömängd såddes i 4 st ytor som var 1,5 * 7 m. Fröna radsåddes och därför användes något mindre mängd frön än om man hade bredsått.

Uppkomsten och ogräsförekomsten utvärderades i augusti 2010 genom att räkna antalet skott i två 50 * 50 cm rutor i varje provyta.

I augusti 2011 provtogs två stycken 50 * 50 cm rutor i änden på provytorna. Proverna sorterades upp i olika typer av skott (bild på försättsblad). Skotten i varje kategori både räknades och vägdes.

I september skördades den återstående delen av ytorna (1,5 x 6,5 m) med försöksskördemaskin för vall.

Försöket i Djupliden

I Djupliden i Skellefteå gjordes ett försök i större skala hos rörflensodlaren Sven-Erik Wiklund.

Han sådde enligt instruktioner en halva av en åker med 12 kg frön/ha och den andra halvan med 6 kg frön/ha. Gränsen markerades med stolpar. Dessutom såddes en intelligande åker med 16 kg frön/ ha som är den mängd som rekommenderas vid bredsåning.

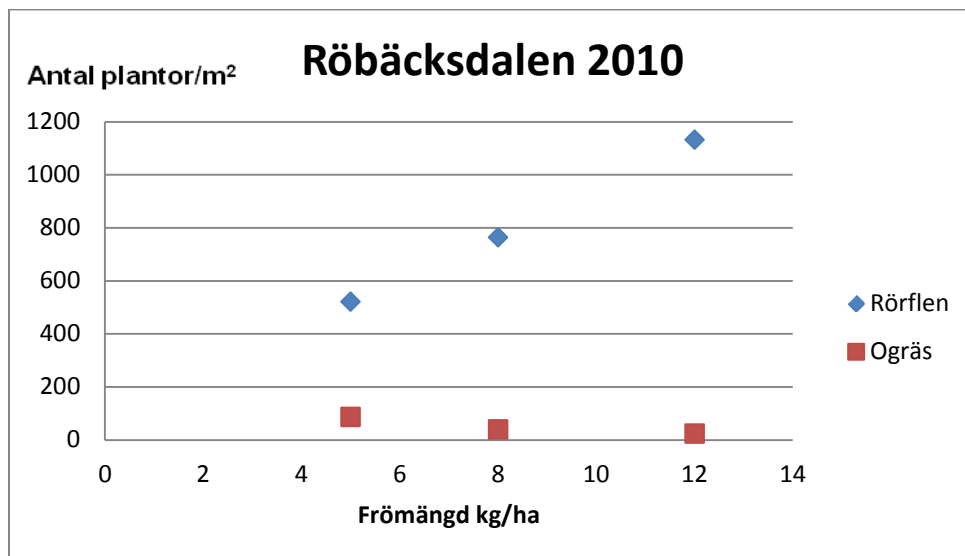
Uppkomsten utvärderades i augusti 2010 genom att räkna antalet skott (rörflen och ogräs) i tio 50 * 50 cm rutor längs en diagonal på varje åker/del av åker.

I september 2011 togs sex st. 50 * 50 cm prover längs en diagonal på varje åker/del av åker. Dessa sorterades upp i rörflen och ogräs, torkades och vägdes.

Resultat

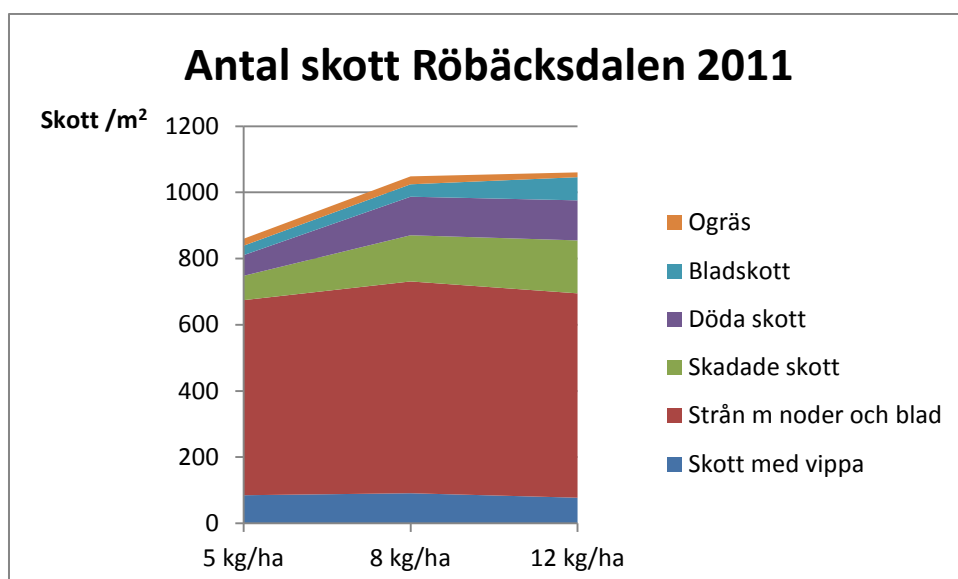
Försöket på Röbbäcksdalen

Antalet rörlensplantor 2010 var direkt proportionellt mot antalet sådda frön (figur 1). Det var fler ogräsplantor (mest målla) där man sått mindre mängd rörlensfrön.



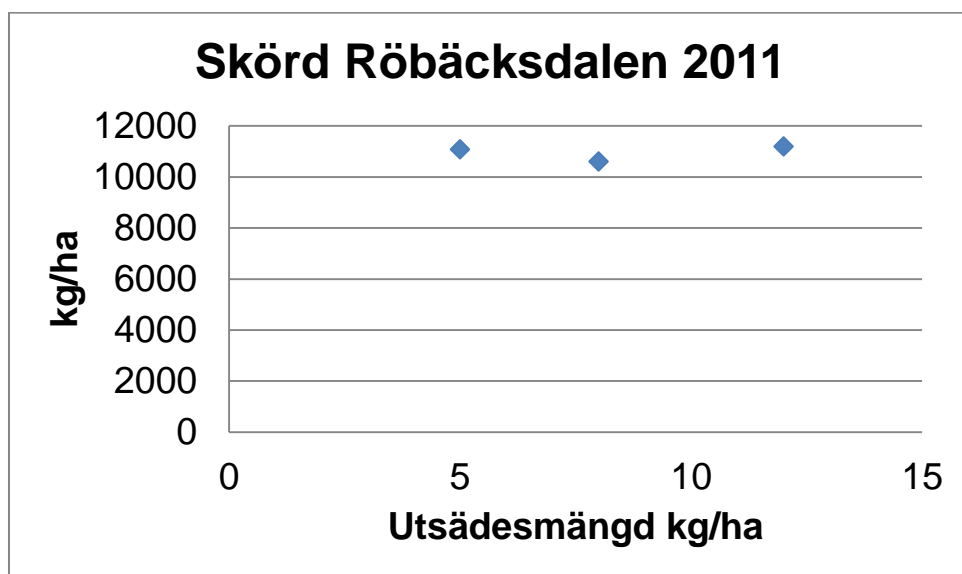
Figur 1. Antal plantor per kvadratmeter i frömängdsförsöket på Röbbäcksdalen.

Året därpå, 2011, hade antalet rörlensskott per kvadratmeter ökat där man sått 5 och 8 kg frön per ha och minskat där man sått 12 kg per ha så att det inte fanns några statistiskt säkerställda skillnader i totalt antal skott mellan behandlingarna. Däremot fanns det en tendens till att antalet bladskott (d.v.s. mkt små skott) och döda och skadade skott var lägre där vi sått 5 kg frön/ha. När de olika fraktionerna vägdes var det inga statistiskt säkerställda skillnader mellan behandlingarna.



Figur 2. Antal skott av olika kategorier per kvadratmeter i frömängdsförsöket på Röbbäcksdalen.

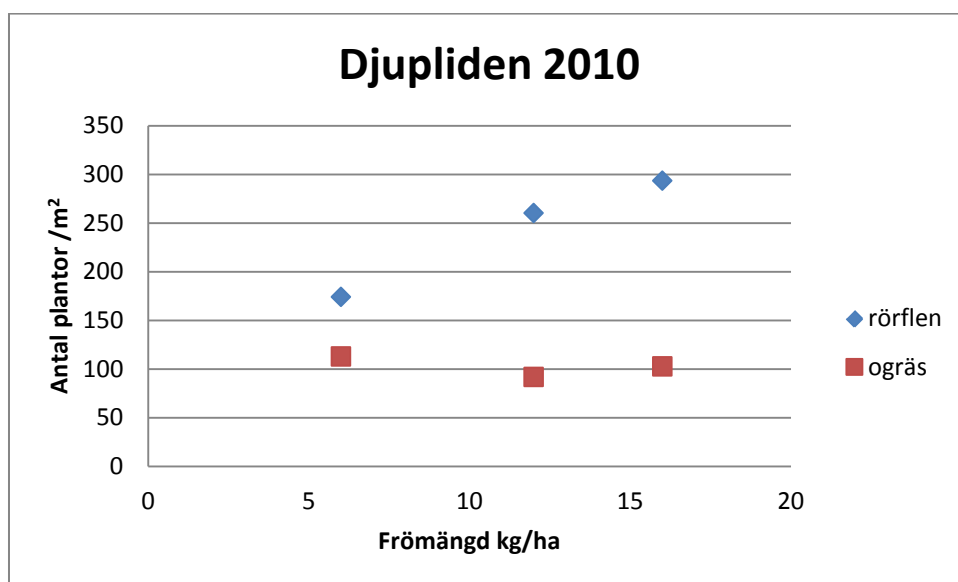
Skörden med försöksskördemaskin var mycket god oavsett utsädesmängd (figur 3).



Figur 3. Skörd av biomassa i torrsvikt per ha i försöket på Rübäcksdalen

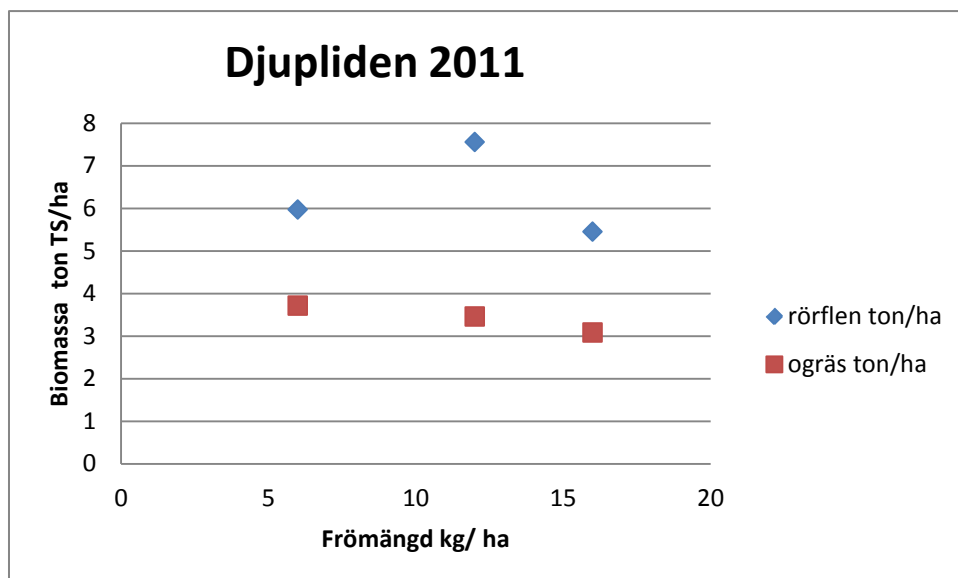
Försöket i Djupliden

Även här ökade antalet rörfbensplanter med ökad frömängd under 2010. Däremot så var ogrässtrycket ungefär lika på de olika åkrarna figur 3. Ogräset var avputsat vid kontrolltillfället.



Figur 4. Antal planter per kvadratmeter i frömängdsförsöket i Djupliden.

Året därpå var det inga skillnader mellan de olika åkrarna i mängd biomassa (figur 5). Man kunde inte heller med blotta ögat se någon skillnad i hur många skott som hade ax. Det var däremot stora skillnader inom varje fält beroende på om rörflenen låg ned eller inte.



Figur 5. Biomassa av ogräs och rörflen i frömängdsförsöket i Djupliden

Slutsats

Det bör gå att minska frömängden vid rörflenssådd från nuvarande rekommenderade 15 kg/ha till 5-10 kg per ha. Den lägre mängden bör dock bara användas när man har utsäde med bra grobarhet, lågt ogrässtryck och använder radsåmaskin.



En investering för framtiden



Delrapport 9 Nedbrytning av rörlensförna Delprojekt FoU Åkerbränsle miljöaspekter



De olika förnafraktioner som användes i försöken.

Cecilia Palmborg, Institutionen för norrländsk jordbruksvetenskap
Juni 2011

Bakgrund

Undersökningar av andra energigrödor har visat att odling av dessa leder till en upplagring av kol i marken jämfört med ordinarie jordbruksgrödor. För rörfilen är inte detta visat än. En viktig del i upplagringen av kol i marken är nedbrytning av rötter, jordstammar, stubb och skördespill. En anledning till att rörfilen valts som energigröda i norra Skandinavien är att den passar bra för vårskörd eftersom den inte bryts ned så mycket under vintern som fodervallgräs. Vi ville därför kvantifiera nedbrytningshastigheter hos rörfilensförnor och jämföra dessa med andra gräs. Det gjorde vi i ett laboratorieförsök där vi mätte koldioxidavgång i en respirometer och ett fältförsök där nätpåsar med förna grävdes ned i jorden. Dessa data kan sedan i kombination med data från rotprovtagningar användas för att modellera rörfilens koldioxidbalans.

Genomförande

Jord från en rörfilensåker och en kornåker grävdes upp början av december 2009. Provtagningsdjupet var 15-20 cm. Rörfilensförna och stubb samlades också in vid samma tillfälle. Rötterna tvättades rena från jord och sorterades i fyra olika fraktioner; jordstammar, rötter, finrötter (diameter < 2 mm) och rotförna (en blandning av finfördelat rotmaterial i olika nedbrytningsstadier). Markförnan delades upp i strå och blad. Jord från rörfilensåker och kornåker sållades på 4 mm såll. Sedan frystes allt material.

Jorden (rörfilensjord och kornjord) torkades så att den fick en vattenhalt på 20 %. 60 g jord för varje mätning vägdes upp i mätburkar som hörde till respirometern. Jorden blandades med de olika förnorna, vars vattenhalt hade justerats till 70% av totalvikten, motsvarande 0,4 g torrsvikt av varje, som klippts i 1 cm långa bitar, och även med ammoniumklorid som mortlats med talk för att den skulle vara lätt att blanda in i jorden. Markförnan och stubben blandades inte in i jorden utan fick ligga ovanpå. De olika behandlingsfaktorerna var: Rörfilensjord eller kornjord, ammoniumtillsats eller inte, sju olika förnor plus en kontroll utan förna ($2 * 2 * 8 = 36$ olika behandlingar). Jorden packades till ungefär samma densitet som i fält. Alla behandlingar utom en upprepades 3 gånger i en fullständigt slumpmässig design så att det totala antalet burkar blev 95.

Burkarna inkuberades i en respirometer med två vattenbad vid 20° C. Koldioxiden från jorden fångas upp i natriumhydroxid som omvandlas till natriumkarbonat och då förändras konduktiviteten, vilken mäts en gång i timmen. Proverna inkuberades i 36 dagar. Efter 11 dagar gick termostaten i det ena vattenbadet sönder och temperaturen gick ned till 6 grader, men den kunde bytas inom 16 timmar och alla mätningar under den perioden och timmarna efter fick kasseras.

Medelvärden av mätdata från de fyra olika kontrollbehandlingarna (2 jordar och med och utan ammonium) subtraherades från mätdata från jordarna som fått förnatillsats. Data analyserades statistiskt för varje 5-dygnsperiod.

Prover med rörfilensjord från inkubationen extraherades med 2M KCl och analyserades på ammonium och nitrat för att mäta hur rörfilensförnan påverkar vad som händer med kvävet i marken och vad som kan hända med gödselkväve som tillsätts.

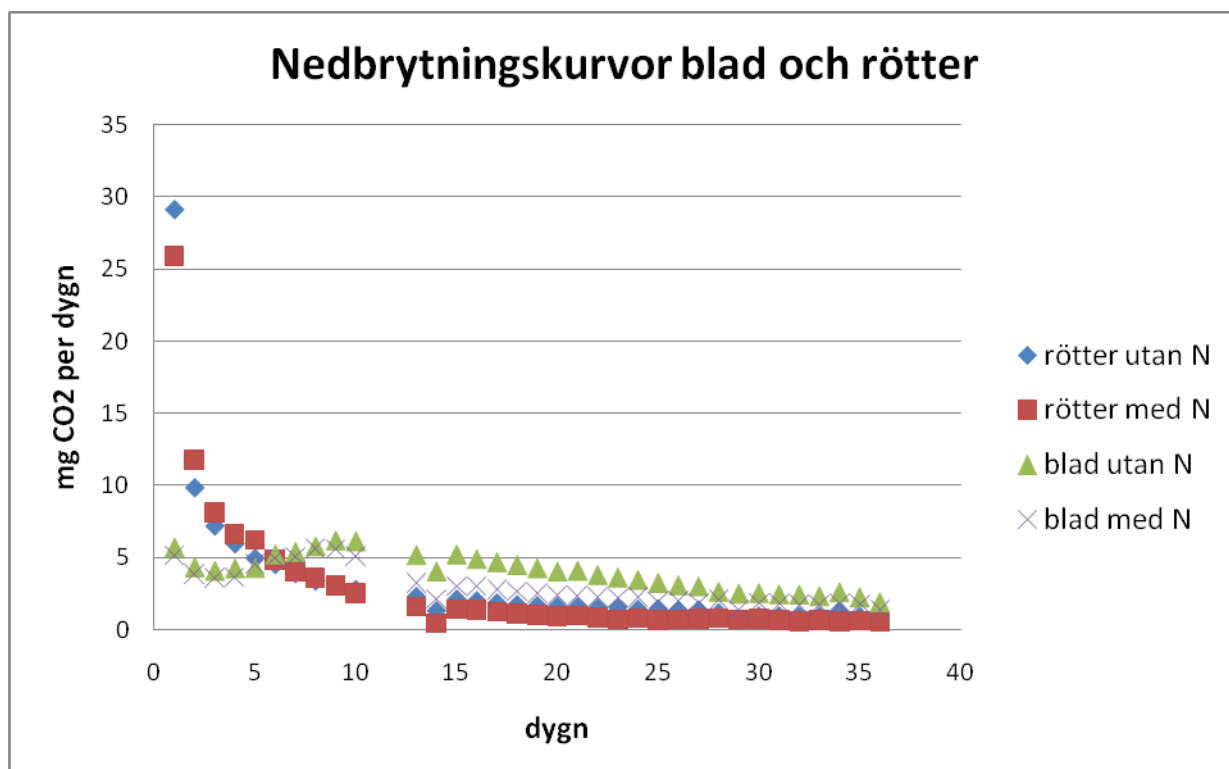
Fältinkubationen av samma förnor som använts till laboratorieexperimentet gjordes i påsar av PVC-nät med en maskvidd på 2 mm. Dessa grävdes ned vertikalt i skårar i ytjorden på 2-6 cm djup i en före detta rörfilensåker där det nu växte korn. Kornplantorna och ogräs rensades bort

från inkubationsplatsen vid varje provtagningstillfälle. Tre påsar av varje sort togs sedan in vid fyra olika tillfällen, direkt efter nedsättningen, efter en månad, efter två månader och efter 3,5 månader. Innehållet i påsarna tvättades rent från jord, torkades och vägdes. Materialet från startprovtagningen analyserades m.a.p. kol och kvävehalt.

Resultat

Nedbrytning på lab

Det visade sig att de stora skillnaderna fanns mellan de olika förnorna, kvävetillsatsen gav oftast en hämning av respirationen och det var inte så många signifikanta skillnader mellan de olika jordarna. Rötterna som var inblandade i jorden hade en hög respiration första dygnet som avklingade mer eller mindre exponentiellt. Markförnorna som låg ovanpå jorden bröts ned mer långsamt i början, men nedbrytningen var stabil under en längre tid. Exempel på hur nedbrytningskurvorna ser ut ges i figur 1. Figurer med medelvärden för samtliga behandlingar finns sist i rapporten.



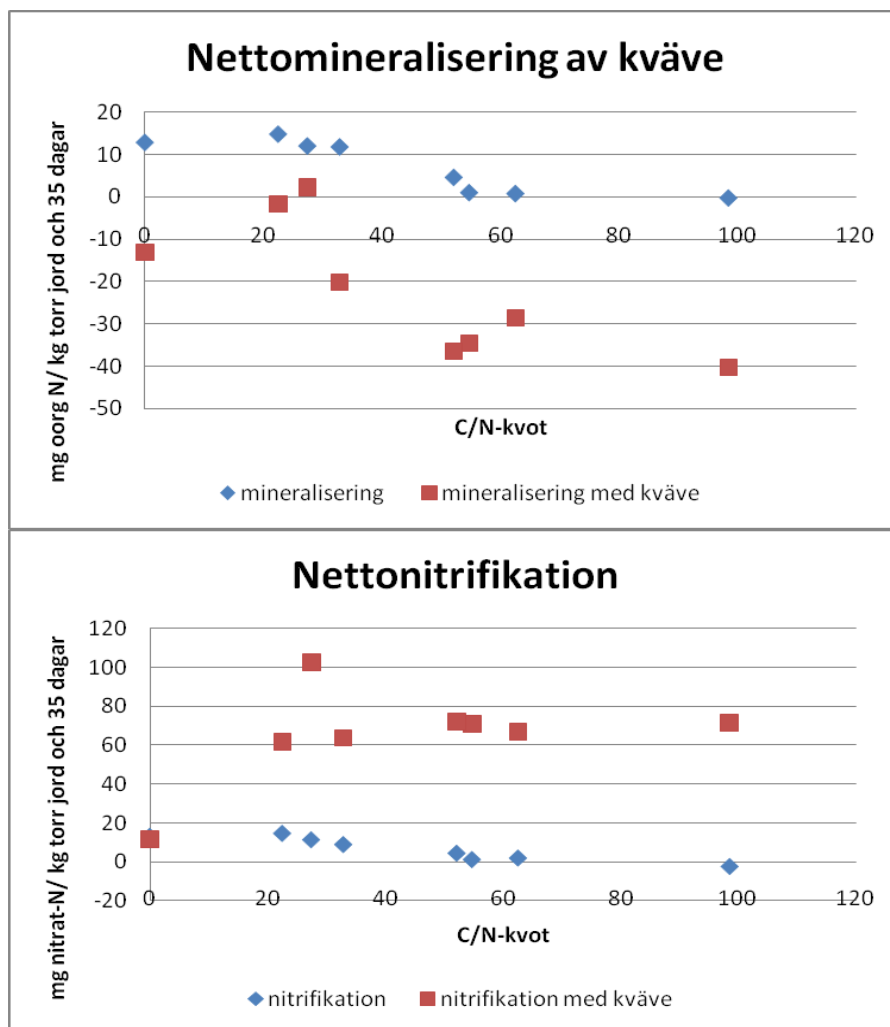
Figur 1. Medelvärden för koldioxidavgivning från blad och rötter med och utan en tillsats av ammoniumklorid.

Förnans påverkan på kvävetillgänglighet

Det var inga stora skillnader mellan de olika förnafraktionerna vad gäller de totala halterna av oorganiskt kväve i jorden efter inkubationen. Utan kvävetillsats hade det skett en liten nettomineralisering av kväve i proverna utan förna och i proverna med bladförna, rotförna och finrötter, men den låg precis på detektionsgränsen. Ingen nettomineralisering hade skett i proverna med stjälk, stubb eller rötter. Där vi ”gödslat” med ammoniumklorid hade det blivit en immobilisering av kväve istället, d.v.s. en del av kvävet fanns inte längre i oorganisk form.

I proverna med rhizom, stjälk, stubb och rötter hade 25-30 % av kvävet som fanns från början försvunnit, fast skillnaderna mellan olika förnafraktioner var inte signifikanta. I proverna utan rörlensförna eller med blad- eller rotförna var det ingen signifikant immobilisering. Nettomineraliseringen var tydligt kopplad till C/N-kvot så att de förnafraktioner som hade hög C/N-kvot d.v.s. lite kväve i förhållande till kolet hade en tendens att binda kväve.

Nitrifikationen var större i prover med rörlensförna än i prover utan, men bara i prover där kväve var tillsatt. I proverna utan kvävetillsats fanns det också en tendens till lägre nitrifikation i proverna med hög C/N-kvot.



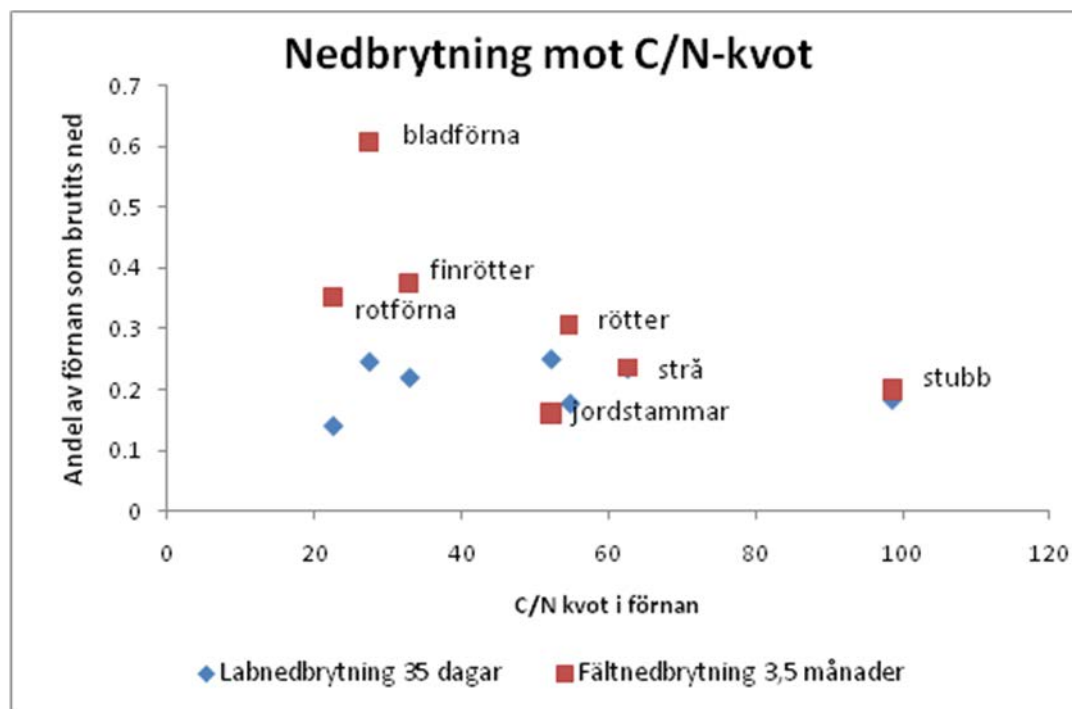
Figur 2a och b. Nettomineralisering av kväve mot C/N-kvot i förnan. Prover utan förnatillsats sattes till C/N-kvot 0. Detektionsgränsen för både ammonium och nitrat ligger på 6 mg/kg torr jord vilket innebär att detektionsgränsen för nettomineralisering är på 12 mg/kg torr jord.

Denna studie visar att många delar av rörlensförnan har en tendens att binda kväve i marken så att det inte blir växttillgängligt. Det mesta av gödselkvävet blir dock kvar i växttillgänglig form och eftersom förnan stimulerar nitrifikationen och nitrat är mer växttillgängligt än ammonium så är påverkan på mängden växttillgängligt kväve i marken troligen marginell.

Nedbrytning i fält

Den första månaden i fält bröts förnan nästan inte alls ned på grund av torra. Sedan kom nedbrytningen igång och efter 3,5 månader så hade mellan 16 % (jordstammar) och 61 % (bladförna) försvunnit från påsarna (figur 3). Koldioxidavgivningen i lab speglade inte alls hur förnorna försvann från förnapåsarna i fält, Fältmätningarna var troligen en överskattning

på grund av att en del material förlorats genom den stora maskvidden i påsarna. Det verkar troligt eftersom det material som försvann fortast i fält också var det som var tunnast och sprödest. Nedbrytningen i fält verkade gynnas av låga C/N-kvoter, men det var troligen en effekt av att de sprödeste materialen också var mest kväverika.



Figur 3. Nedbrytning av rörlensförna under hela fältförsöket och laboratorieförsöket (medelvärden för kornjord och rörlensjord och ingen ammoniumtillsats). Till höger om symbolen för fältnedbrytning står förnafraktionens namn, motsvarande värde för laboratorieförsöket finns lodrätt nedanför eller ovanför.

Jämförelser med andra nedbrytningsstudier

Nedbrytning av vissnade rörlensblad studerades i en studie i Schweiz (Gusewell & Freeman 2005). Där jämfördes rörlens med 8 andra våtmarksväxter som hade vuxit med olika tillgång på kväve och fosfor. Man mätte materialförlust hos förna som legat på ett nät ovanpå jord i 22 °C och vattnade även med kväve eller fosfor i bevattningen för att se om nedbrytningen var begränsad av dessa ämnen. Lite drygt 30 % av förnan försvann under 70 dagar och det var oberoende av näringstillgången när bladen växte. I de blad som växt med dålig fosfortillgång blev nedbrytningen snabbare när man tillsatte fosfor, men i övrigt fanns inga näringsbegränsningar. Med tanke på att våra respirationsmätningar bara varade halva tiden så verkar nedbrytningshastigheten vara ganska lik den schweiziska studien.

En studie i Sverige mätte koldioxidavgivning efter tillsats av torkade rörlensrötter och rörlensstubb till jord (Lomander *et al.* 1998). Det är svårt att jämföra den studien med våra mätningar eftersom man bara mätte en gång i veckan och då under 24 timmar. Det ser ut som att man inte mätte under de första dagarna. Nedbrytningen var snabbare i början från stubben än från rötterna, tvärtom vad vi mätte upp. Det mesta av nedbrytningen i rötterna i vår studie var under de första 5 dagarna. Det kan bero på att vi inte torkade våra rötter och därför var de

kanske inte helt döda. De första dagarnas väldigt snabba koldioxidavgivning i vår studie kan därför vara rotandning från levande rötter.

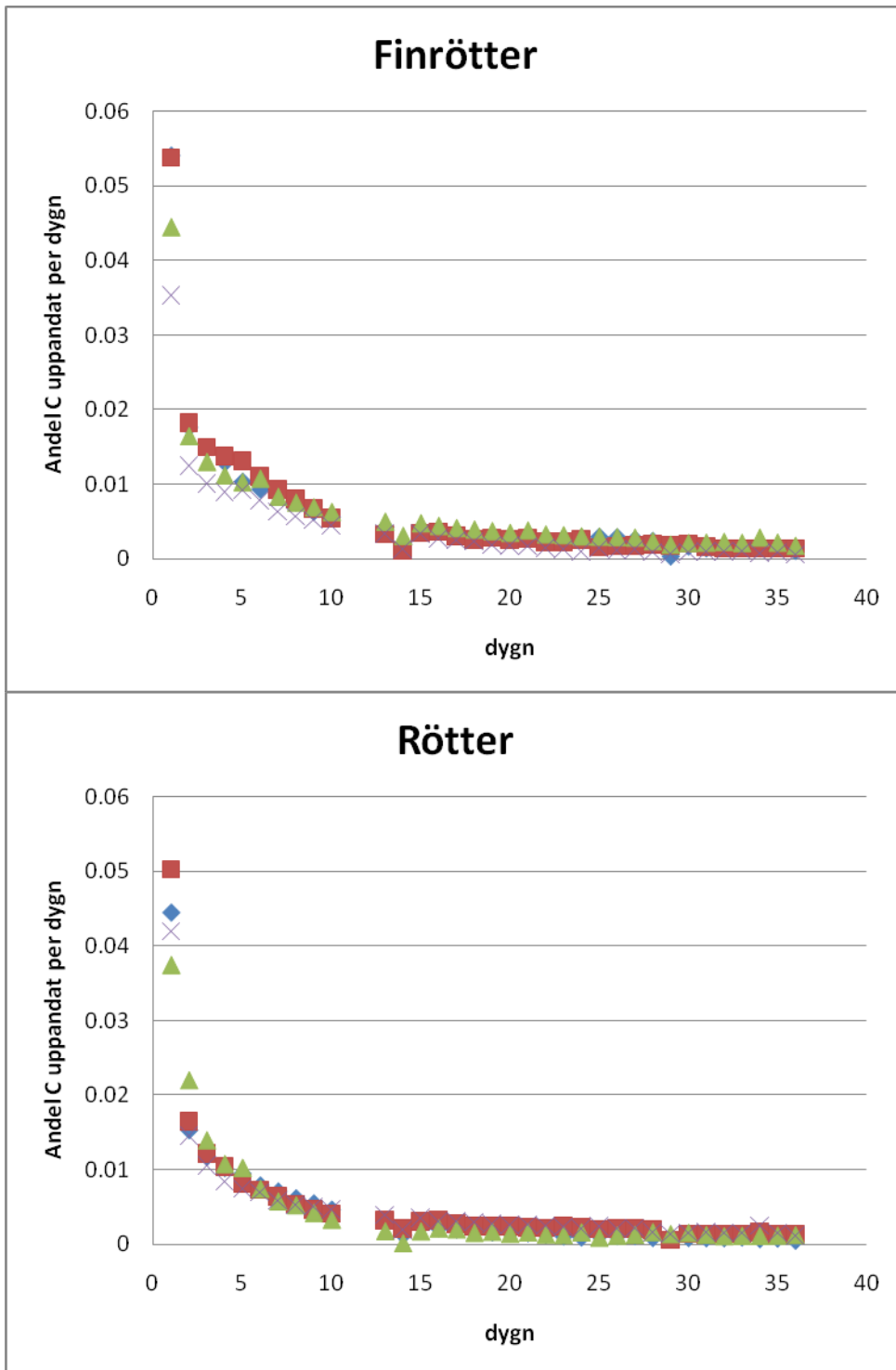
I en studie av nedbrytning av rödsvingelrötter i olika sorters jordar var nedbrytningen snabbast i de jordar som var minst bördiga (Lindedam *et al.* 2009). Nedbrytningen mättes vid inkubation i 15° C så den borde ha gått långsammare än i vår studie. Vid 54 dagar hade mellan 5 och 12 % av kolet i rötterna avgått som koldioxid. Det var betydligt långsammare än vad rötterna i vår studie bröts ned, men rötterna blandades i den studien inte med jorden utan låg i ett lager separerat från jorden med nät över och under.

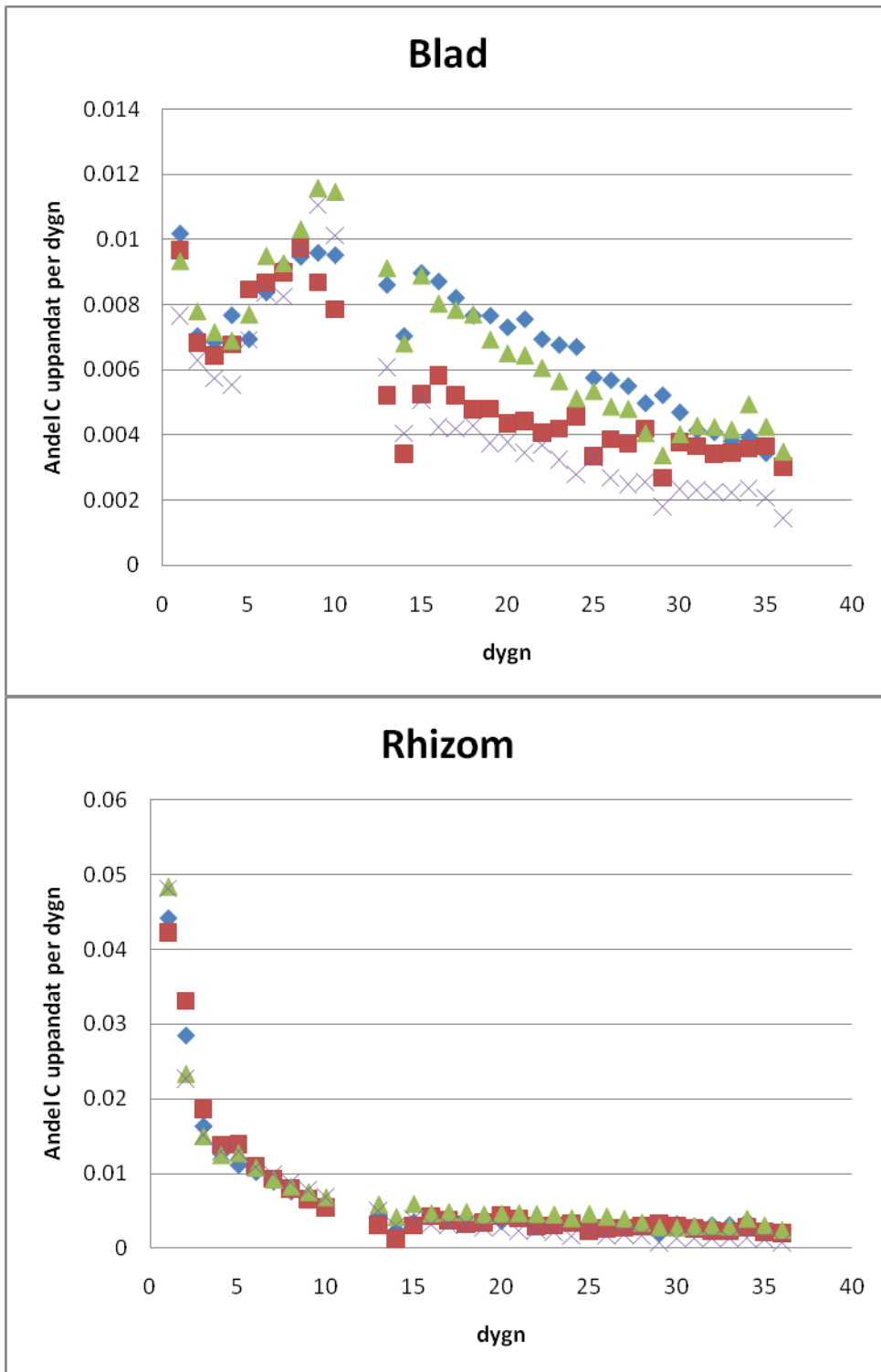
I en Holländsk studie av fyra olika hedmarksgräs avgick 11-26 % av rotbiomassan som koldioxid under 65 dagar vid 14° C (Van der Krift *et al.* 2001). Detta borde ungefär motsvara våra 35 dagar vid 20° C, vilket visar att rörflen har ungefär samma nedbrytningshastighet på rötterna som andra gräs.

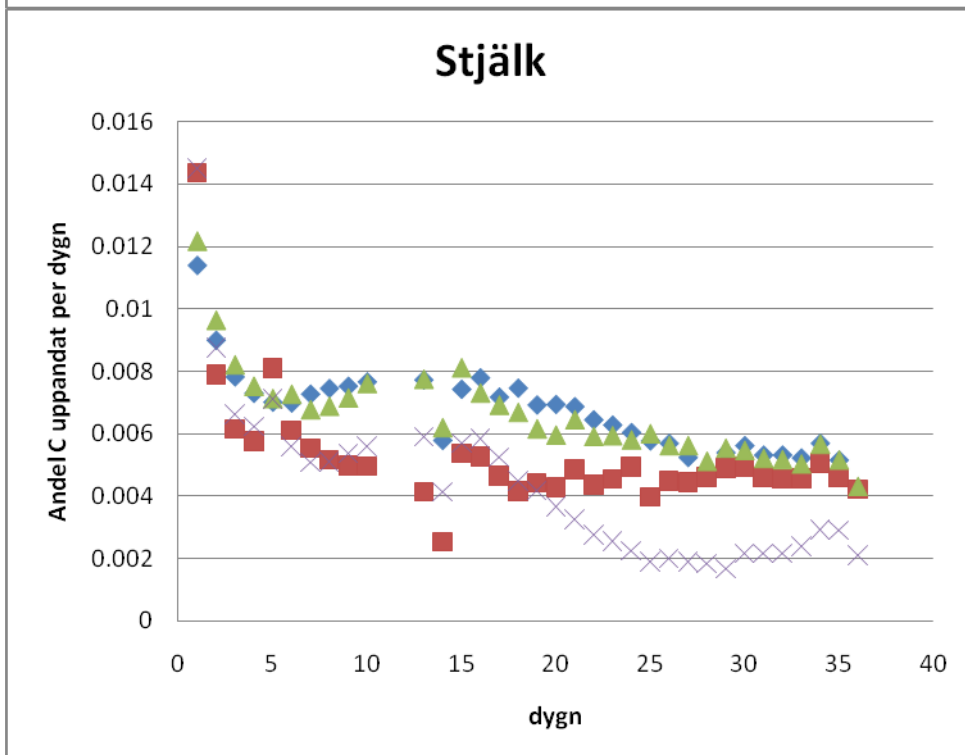
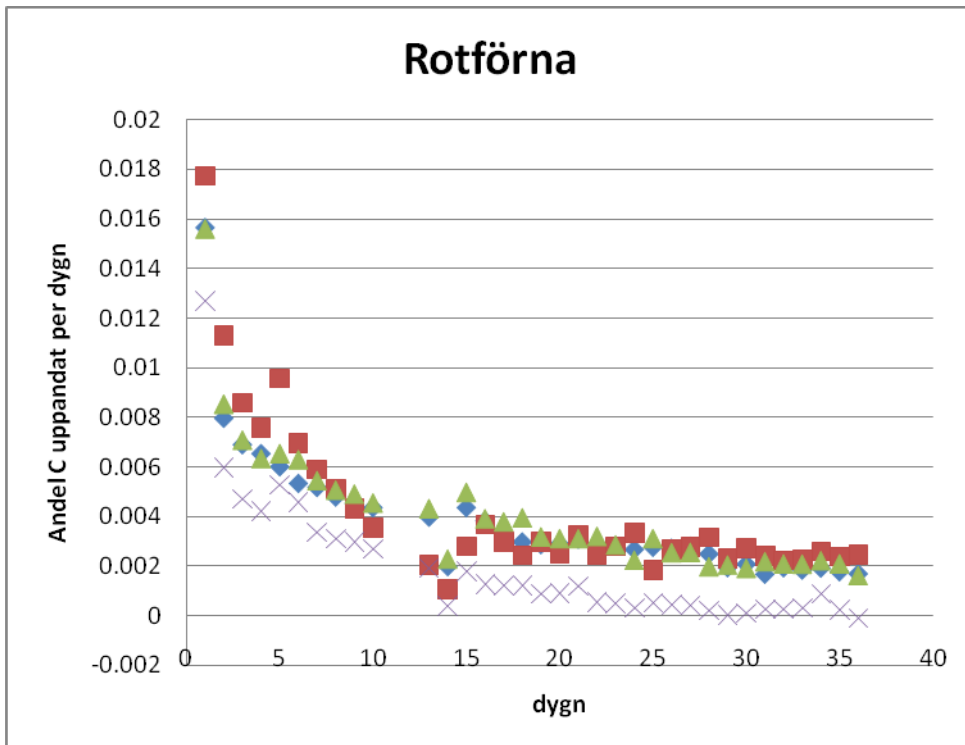
Andra respirationsstudier har ofta använt mald förna. Nedbrytningshastigheten blir då mycket högre och det är svårt att jämföra med vår studie. I t.ex. en studie av rötter från hagmarker i Mellansverige blev hela 30 % av kolet koldioxid under de första 20 dagarna (Sindhoj *et al.* 2006).

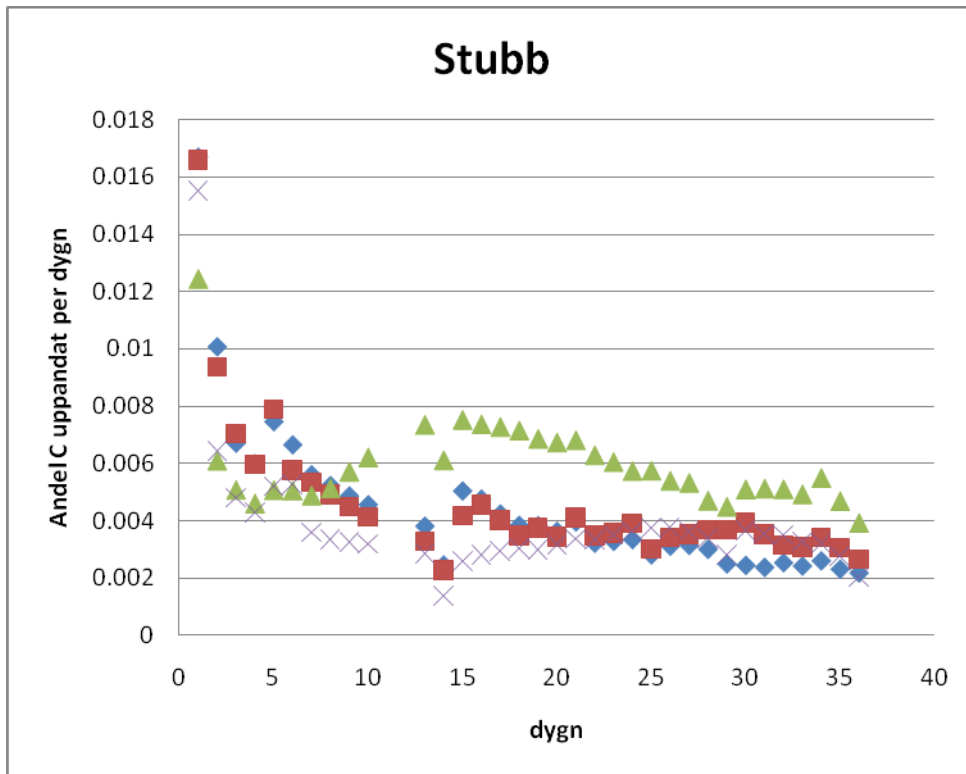
Referenser:

- Gusewell S. & Freeman C. 2005. Nutrient limitation and enzyme activities during litter decomposition of nine wetland species in relation to litter N : P ratios. *Functional Ecology* 19 (4) 582-593.
- Lindedam J., Magid J., Poulsen P. & Luxhoj J. 2009. Tissue architecture and soil fertility controls on decomposer communities and decomposition of roots. *Soil Biology & Biochemistry* 41 (6) 1040-1049.
- Lomander A., Katterer T. & Andren O. 1998. Carbon dioxide evolution from top- and subsoil as affected by moisture and constant and fluctuating temperature. *Soil Biology & Biochemistry* 30 (14) 2017-2022.
- Sindhoj E., Andren O., Katterer T., Gunnarsson S. & Pettersson R. 2006. Projections of 30-year soil carbon balances for a semi-natural grassland under elevated CO₂ based on measured root decomposability. *Agriculture Ecosystems & Environment* 114 (2-4) 360-368.
- Van der Krift T. A. J., Kuikman P. J., Möller F. & Berendse F. 2001. Plant species and nutritional-mediated control over rhizodeposition and root decomposition. *Plant and Soil* 228 (2) 191-200.









Figurer för samtliga förnafraktioner: Blå sneda fyrkanter: kornjord ej kväve, röda fyrkanter: kornjord kväve, gröna trianglar: rörlensjord ej kväve, lila kryss: rörlensjord kväve



En investering för framtiden



EUROPEISKA
UNIONEN
Europeiska
regionala
utvecklingsfonden

Delrapport 11 Koldioxid från rörfilen på torvmark och igenvuxen åkermark

Delprojekt FoU: Åkerbränsle miljöaspekter



Rörflen i augusti 2010, Fårträsk, Malå. Fotograf: Cecilia Palmborg

Cecilia Palmborg, Inst. f. norrländsk jordbruksvetenskap, SLU, Umeå
oktober 2011

Postadress
901 83 UMEÅ

Besöksadress Skogsmarksgränd
Tel. 090-786 87 13

Fax 090-786 81 62

E-post Cecilia.Palmborg@slu.se

Bakgrund

Rörflen växer bra på torvmarker. Ett problem med torvmarker är att de ger ifrån sig mycket koldioxid om de är dikade. Därför har man inom EU bestämt att inte satsa på odling av energigrödor på torvmarker eftersom klimatnyttan är osäker. Dikade torvmarker avger dock mer koldioxid än vad som tas upp vid fotosyntes oavsett om de är aktiv åkermark eller igenvuxen åkermark (Maljanen *et al.* 2010). Senare tids forskning har också visat att hur mycket koldioxid som avges är mer beroende av torvslaget och grundvattennivån än av vad som växer på torven (Berglund och Berglund muntlig kom.)

I Finland har man jämfört koldioxidavgivning från en nyanlagd rörflensåker på en avslutad torvtäkt och jämfört med ett område där marken bara fått växa igen. Man har då sett att under våta år så binds betydligt mer koldioxid upp i rörflens biomassa under sommaren än vad som avges under hösten och vintern. Under torra år var det i stort sett balans mellan avgivning och upptag av koldioxid. Marken avgav också betydligt mindre lustgas, som är en stark växthusgas, än man sett på andra odlade torvmarker (Shurpali *et al.* 2008). De gjorde också en livscykelanalys av energiproduktionen från det fältet och jämförde med väderdata från 30 år (Shurpali *et al.* 2010). Den visade att rörflen på avslutad torvtäkt som energikälla i snitt hade mindre än hälften så stor växthuseffekt som kol. Farhågorna att bioenergi från odling på torvmark ska orsaka stora koldioxidutsläpp besannades alltså inte i det fallet. Finnarna är nu igång med att starta upp mätningar på en rörflensodling på fastmark. Några mätningar av koldioxidavgivning från rörflen på restaurerade myrodlingar hade däremot inte gjorts.

Vi startade därför ett experiment i Fårträsk, Malå i samarbete med Cecilia Wahlberg, Hushållningssällskapet i Malå. Syftet var dels att jämföra koldioxidavgång från rörflensodling respektive orörd igenvuxen myrodling, och dels undersöka effekten av höjning av grundvattennivån under växtsäsongen.

Genomförande

Ca 6 ha igenvuxen myrodling i Fårträsk, Malå röjdes och dikades under sommaren 2009. En tredjedel av marken dikades med öppna diken, en tredjedel dikades med vanlig täckdikning och en tredjedel med reglerbar täckdikning. Regleringen består av att ändarna på täckdikningsrören kan vridas upp och på så sätt kan man hindra dräneringen under växtsäsongen, då rörflen behöver mycket vatten och man inte behöver kunna köra på marken.

På våren 2010 inventerades vilka torvslag som fanns på den restaurerade odlingsmarken, och torvdjup och dikesdjup på de öppna dikena mättes. Grundvattennivå (grundvattenrör med klucklod), vattenhalt (Profile probe från Delta T) och koldioxidavgivning (EGM 4 från PP systems) mättes på två täckdikade rörflenstegar (T1 och T2), en rörflensteg med öppna diken (T6) och en igenvuxen teg utanför den restaurerade marken (figur 1).

Totalt mättes grundvattennivå i 48 punkter, vattenhalt i 28 punkter och koldioxidavgivning i 148 punkter under 2010. Koldioxidmätningarna gjordes med en portabel koldioxidmätare (EGM 4 från PP Systems) som mäter ackumuleringen under 1 minut av koldioxid i en mätthuv som man sätter på ett rör med diametern 10,3 cm. Vid koldioxidmätningarna mättes också effekten av att klippa bort gräset på ytan ca 20 cm från mätröret i hälften av punkterna. Två olika strategier för placering av provtagningspunkter provades. På teg 6 och på den orörda teger placerades 19 provtagningspunkter i ett kors vid vardera änden av teger med avstånd på 2 eller 4 m mellan punkterna. Mätningarna på teg 6 och den orörda teger användes också för att räkna ut hur långt avstånd som man behöver ha mellan mätpunkterna för att mätningarna inte ska bli likartade bara för att punkterna är nära varandra.

På de täckdikade tegarna veks två täckdikarör upp 40-50 cm, nästa två lämnades nedvikta, et.c. för att skapa skillnader i grundvattennivå. Teg 1 och 2 delades upp i 4 sneda rutor vardera som följde täckdikarörens placering. Sex mätpunkter för koldioxid placerades i en rad nära mitten på tegen från mitt över ett täckdikningsrör till mitt emellan de två täckdikarörens som antingen vikts upp eller inte och tre mätpunkter placerades i en rad nära ena kanten på tegen på varje ruta 2010. Tre grundvattenrör och två rör för mätning av vattenhalt i marken installerades på varje ruta.



Bild 1: Reglering av grundvattennivån 2010 genom uppvikbara rör som bildar ett vattenlås. Sommaren 2011 viktes täckdikarörens upp helt och hållet. Foto Cecilia Palmberg.

På hösten 2010 togs också markkarteringsprover från två tegar (T2 och T6). Dessa analyserades på pH och växttillgängligt fosfor, kalium, magnesium och kalcium.

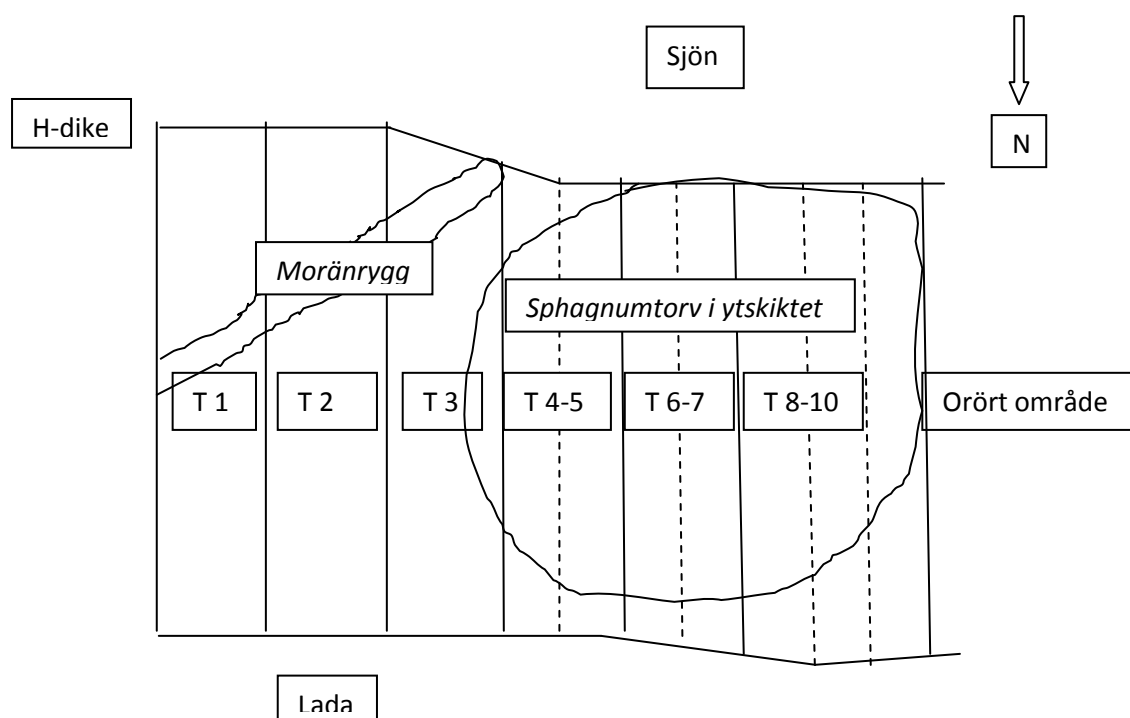
Mätningarna analyserades statistiskt med ANOVA-modeller med flera faktorer (general linear model i NCSS 2007) och med t-test i försöket med reglering av grundvattennivån.

Mätningar 2011

År 2011 utökades antalet mätpunkter på teg 1 och 2 till 16 på varje ruta, totalt 128 mätpunkter. Dessa lades i en linje från dikeskanten till mittlinjen (samma linje som 2010) och en ny linje från andra änden av mittlinjen till det andra diket. Nya grundvattenrör installerades nära det borte diket, en i varje ruta så att grundvatten mättes i fyra punkter på varje ruta.

Vattenhalt mättes på tre punkter i varje ruta. Tre mätpunkter för koldioxid i varje yta på den ena tegen och fyra på den andra, smalare, tegen lades inom de småytorna där vi klippt bort rörflenen året innan, men något förskjutet så att de hamnade på en ny plats. Varannan provtagningspunkt besprutades med Roundup 21/6 för att döda vegetationen både i och runt mättrören. Mätningar av koldioxidavgivning gjordes vid fem tillfällen och vattenhalt och grundvattennivå vid fyra tillfällen. Vid båda augustimätningarna fick vi dock avbryta på grund av regn och vid septembermätningen gjordes bara mätningar på teg 1 på grund av tidsbrist. De två augustimätningarna kompletterar dock varandra så att vi har mätningar från alla rutor någon gång i augusti. Den regniga hösten gjorde att några mättrör var vattenfyllda, och de mätningarna är inte med. Den 29/9 togs vegetationsprov från tre 50 x 50 cm ytor i varje försöksruta för biomassabestämning.

Resultat



Figur 1. Kartskiss från torvinventeringen gjord av Tord Magnusson, skogens ekologi och skötsel, SLU.

Torvinventeringen visade att rörflensfältet i Fårträsk inte är så homogent som det verkade. Snett över teg 1 (T1) till teg 3 (T3) går en moränrygg där torven är grundare (40-50 cm). Teg 1-3 består mestadels av starrtorv med mycket lövved som visar att näringstillståndet när torven bildades var gott. Starrtorven blandas mer och mer med vitmosstorv åt teg 3 till. Teg 3-10 domineras av vitmosstorv i ytan i det inringade området. I den norra delen av teg 1 är torvdjupet bara 40-50 cm, annars är torvdjupet 80 - >100 cm över hela fältet. En väg går på teg 1 längs diket mot teg 2. Nära vägen är det mycket grus i torven. Teg 1-2 är täckdikade med reglering. Teg 3-4 är täckdikade och teg 5-10 är dikade med öppna diken.

Mätningar 2010

Under hösten 2010 gjordes mätningar vid fem tillfällen av koldioxidavgivning på teg 1-2, och fyra tillfällen på teg 6 och på det orörda området. Inledningsvis hade vi problem med utrustningen och fick mycket avvikande värden som gjorde att vi inte litade på de första

mätningarna. De avvikande värdena orsakades troligen av en puff av koldioxid som kom när man tryckte ned mäthuvu på mätningen. Sedan lärde vi oss att göra om mätningar som var tveksamma och även att spara hela mätsekvensen så att tillförlitligheten kunde kontrolleras.



Bild 2: Koldioxidmätning på den orörda tegen. Fotograf: Pernilla Bärlund

Vi hade också problem med vattenhaltsmätningarna. Vattenhaltsmätaren kom med en inbyggd kalibrering för torvjord, men om man använde den så, blev det värden som var mycket torrare än vi sett i verkligheten att jorden var. Därför blev vi tvungna att göra en vattenhaltsprovtagning i fält för att kalibrera apparaten. Vi gjorde också ett kalibreringsexperiment i laboratoriet efter fältsäsongens slut. De vattenhalter som redovisas här är uträknade med olika kalibreringsfunktioner för orört område, mulljord och grusblandad jord som baseras på vattenhaltsprovtagningen i fält.

Den 2-3/9 2010 den 22-24/9 och den 12/10 gjordes mätningar av koldioxidavgivningen som vi litar på, men även där fanns enstaka avvikande mätvärden som togs bort, och mätningar från mätrör med vatten i togs också bort.

På teg 1-2 var koldioxidavgivningen ($\text{g CO}_2/\text{m}^2$ och timme, medeltal \pm standardavvikelse) $0,33 \pm 0,21$ den 2-3/9 2010, $0,14 \pm 0,13$ den 22-24/9 och $0,15 \pm 0,12$ den 12/10. Vid mätningarna den 2/9 och den 22-24/9 var det signifikant skillnad beroende på var på tegarna man mätt. Vid båda tillfällena var värdena lägst på teg 2 närmast sjön och högst på teg 2 närmast ladan. Vid mätningen den 2/9 var det signifikant högre koldioxidavgivning i mitten på tegarna än i kanterna, men det var aldrig någon signifikant effekt av att klippa av gräset runt mätröret eller av att dräneringsrören var uppvikta för att skapa högre grundvattenstånd. Det senare kan bero på att hela fältet var väldigt blött p. g. a en regnig sensommar och höst.

Vi kunde inte finna något mönster med likartad koldioxidavgivning på punkter som ligger nära varandra på teg 6 och den orörda teger. Vid båda mättillfällena i september var det lägre koldioxidavgång i mätpunkter där vegetationen var klippt runt om. Det var också högre markandning där det var kraftigare vegetation, men skillnaden var bara signifikant vid det första mättillfället (Tabell 1). Även skillnaden mellan rörflensteg och orörd teg var signifikant, men då alla mätpunkter med rörflen var på en del av fältet och alla mätpunkter för orörd vegetation på en annan del, gick det inte att avgöra om skillnaden berodde på odlingen eller funnits redan innan. På rörflenstegen var det längs dikena som vegetationen var klenare. Där var matjorden tunnare i och med att man flyttat jord till mitten av teger för att undvika svackor. Även på den orörda teger fanns samma tendens men den klenare vegetationen fanns i en svacka som troligen var ett gammalt uppgrundat dike.

Tabell 1: Koldioxidavgång (medelvärde \pm standardfel), grundvattendjup (medelvärde) och vattenhalt (medelvärde) i teg 6 och den orörda teg som var närmast rörflensfältet.

	Koldioxidavgång g koldioxid/ m ² och timme				grundvattendjup	Vattenhalt
	kraftiga växter	klippta kraftiga	klena växter	klippta klena	cm fr. markytan	Vol. %
rörflensteg 3/9	0.35 \pm 0.06	0.25 \pm 0.02	0.20 \pm 0.03	0.20 \pm 0.05	49	73
orörd teg 3/9	0.4 \pm 0.03	0.32 \pm 0.04	0.32 \pm 0.003	0.28 \pm 0.04	78	54
rörflensteg 22/9	0.25 \pm 0.07	0.18 \pm 0.01	0.11 \pm 0.02	0.10 \pm 0.01	63	74
orörd teg 22/9	0.30 \pm 0.02	0.25 \pm 0.03	0.34 \pm 0.07	0.23 \pm 0.02	57	55

Den markprovtagning som gjorde på teg 2 och 6 visade att jorden i kanten på tegarna hade mindre mängd tillgängliga växtnäringsämnen än jorden i mitten på tegarna (Tabell 2). Eftersom prov bara togs på två tegar är det dock svårt att säga något om skillnader mellan olika torvslag t.ex. Det var dock mycket större skillnad i tillväxt på rörflen mellan mitten på tegarna och närmast diket än vad som är motiverat av skillnaden i tillgängliga näringsämnen. Det kan tänkas bero på t.ex. skillnad i kväveminerisering beroende på att matjorden är tjockare i mitten. En gödsling med t.ex. stallgödsel eller rötslam där man undviker att gödsla mitten på tegarna skulle öka bördigheten där matjorden tunnats ut och skapa jämnare bestånd med högre medelskörd.

Tabell 2: Markarteringsdata från två rörflenstegar i Fårträsk. Varje prov bestod av 10 delprov tagna från 0-20 cm djup längs två linjer på vardera sidan av teger, längs dikena, mellan dikena och mitten, eller i mitten. AL innebär extraherat med ammoniumlaktat. Klass II innebär dålig näringsstatus, klass III normal och klass IV bra näringsstatus.

Prov	pH	P-AL mg/100 g o klass	K-AL mg/100 g o klass	Mg-AL mg/100 g	Ca-AL mg/100 g
Teg 6 nära dike	4.7	5.2 III	10 III	15	370
Teg 6 emellan	4.8	5.1 III	8.8 III	16	280
Teg 6 mitten	4.6	9.8 IVA	24 IV	23	310
Teg 2 nära dike	4.8	3.4 II	7,2 II	14	510
Teg 2 emellan	4.8	4.1 III	8,7 III	15	350
Teg 2 mitten	4.6	6.6 III	14 III	24	420

Mätningar 2011

Det var inga signifikanta skillnader i vare sig vattenhalt eller koldioxidavgivning vid något mättillfälle (Tabell 3). Däremot hade mätpunkterna som varit utan vegetation i säsongen innan hela tiden lägre koldioxidavgivning, en skillnad som inte var lika tydlig för de mätpunkter där vegetationen dödats någon vecka innan mätningarna startade. Detta visar att det är svårt att särskilja koldioxid som kommer från nedbrytning av torven från koldioxid som kommer från vegetationens rotandning. Den relativt lilla skillnaden mellan rör med och utan vegetation runt sig visar dock att en betydande del av koldioxiden kommer från torven. Vattenhaltsmätningen tycks inte fungera tillfredsställande eftersom alla värden blir väldigt lika vid olika mättillfällen oavsett grundvattennivå.

De biomassaprover som togs visade inte heller någon skillnad i produktionsförmåga hos rörflenen beroende på grundvattennivån. Medelvärdet för 24 prover var 790 g/ m².

Tabell 3: Mätningar 2011 av koldioxidavgivning i fasta mätrör, grundvattendjup och vattenhalt på Teg 1 och 2. Medelvärden \pm standardfel baserat på medelvärden för varje behandlingsruta (området mellan två täckdiketrör som antingen var uppvikta eller nedvikta för att skapa högt eller lågt grundvatten).

	Koldioxidavgång g koldioxid/m ² och timme			Grundvatten- djup	Vattenhalt
	Vegetation utanför röret	Rör utan vegetation 2011	Rör utan vegetation 2011 och 2010	cm fr. markytan	Vol. %
juni lågt grundvatten	0.70 \pm 0.04	0.78 \pm 0.06	0.59 \pm 0.03	83	72
juni högt grundvatten	0.71 \pm 0.05	0.79 \pm 0.08	0.55 \pm 0.05	69	72
juli lågt grundvatten	0.55 \pm 0.05	0.47 \pm 0.07	0.34 \pm 0.05	93	71
juli högt grundvatten	0.51 \pm 0.09	0.43 \pm 0.06	0.39 \pm 0.01	86	71
augusti lågt grundvatten	0.48 \pm 0.02	0.39 \pm 0.05	0.33 \pm 0.05	80	72
augusti högt grundvatten	0.48 \pm 0.03	0.42 \pm 0.02	0.31 \pm 0.02	66	72

Slutsatser

Koldioxidavgivningen från de nyetablerade rörflenstegarna var aldrig högre än från den orörda tege utan tvärt om hade de lägre avgivning. Detta kan dels ha berott på att det mesta av koldioxidavgivningen är rotandning som torde vara större från de vilda växterna som har ett väl etablerat rotsystem, jämfört med rörflenas kläna rötter första året. Det kan också ha berott på att grundvattennivån och vattenhalten i marken ofta var högre på rörflenstegarna. Detta kan i sin tur ha berott på att marken var mycket mer kompakt på rörflenstegarna p. g. a. körning med tunga maskiner. Att det mesta av koldioxiden var rotandning stöds av att avgången var lägre där gräset var kortare och där man hade klippt vegetationen runt mätpunkten.

Koldioxidavgivningen varierade väldigt mycket även mellan punkter som var nära varandra. Enstaka mätpunkter hade en koldioxidavgivning som var ca 3 ggr högre än de andra. Detta innebär att man måste göra väldigt många mätningar för att kunna få några säkra samband. Framtida mätstrategier bör därför koncentreras på att besvara en fråga i taget. Försöket saknar upprepningar eftersom de olika dikningssystemen gjorts på olika delar av fältet. Enda chansen att skapa upprepningar är med de uppvikbara rören i teg 1 och 2.

Experimenten med förhöjd grundvattennivå genom uppvikning av täckdikesrören som genomfördes under båda åren visar att relativt blöta vegetationssäsonger som 2010 och 2011 så var inte vare sig rörflenas tillväxt eller koldioxidavgivningen påverkade av grundvattennivån.

Referenser

- Berglund, Kerstin och Berglund, Örjan Institutionen för mark och miljö, SLU Uppsala, muntlig kommentar.
- Maljanen M., Sigurdsson B. D., Guomundsson J., Oskarsson H., Huttunen J. T. & Martikainen P. J. 2010. Greenhouse gas balances of managed peatlands in the Nordic countries - present knowledge and gaps. *Biogeosciences* 7 (9) 2711-2738.
- Shurpali N. J., Hyvonen N. P., Huttunen J. T., Biasi C., Nykanen H., Pekkarinen N. & Martikainen P. J. 2008. Bare soil and reed canary grass ecosystem respiration in peat extraction sites in Eastern Finland. *Tellus Series B-Chemical and Physical Meteorology* 60 (2) 200-209.
- Shurpali N. J., Strandman H., Kilpelainen A., Huttunen J., Hyvonen N., Biasi C., Kellomaki S. & Martikainen P. J. 2010. Atmospheric impact of bioenergy based on perennial crop (reed canary grass, *Phalaris arundinaceae*, L.) cultivation on a drained boreal organic soil. *Global Change Biology Bioenergy* 2 (3) 130-138.

Delrapport 13 Uppbyggnad av kol i underjordisk biomassa av rörflen

Delprojekt FoU Åkerbränsle miljöaspekter



Provtagning av jord och underjordisk biomassa

Shaojun Xiong, SLU Biomassa Teknologi och Kemi
september 2011



Bakgrund

Ett av huvudalternativen för att hejda ökningen av växthusgaser enligt IPCC är uppbyggnad av markens kolförråd. Odling av rhizomgräs som rörflen (*Phalaris arundinacea* L.) är särskilt viktigt därför att man inte bara får ett förnybart bränsle utan också bindning av kol i jorden genom gräsets stora produktion av rötter och rhizom (jordstammar). Genom att kvantifiera hur mycket kol som finns i växternas underjordiska delar, kan man räkna ut hur mycket kol växten skickar ned i jorden och få underlag till modeller av kolets kretslopp.

Metoder

Provtagning av underjordisk biomassa gjordes genom att ta ut borrhävar med en jordborr (se bilden) på Röbbäcksdalen, i Hissjö och i Glommersträsk i oktober 2010. På Röbbäcksdalen och i Hissjö togs prover från både ett rörflensfält och ett intilliggande fält med en fodervall med gräs och klöver. I Glommersträsk var alla prover från rörflensfält, men vallarna var olika gamla. Fälten beskrivs i tabell 1. Totalt togs 144 prover från 6 borrhävar från varje fält som delades upp i fyra jorddjup: 0-20, 20-40, 40-70 och 70-100 cm.

Tabell 1. Beskrivning av de sex fälten

Ort	gröda	etableringsår	Jord
Röbbäcksdalen	rörflen	1998	Fastmarksjord
	Fodervall	2007	Fastmarksjord
Hissjö	rörflen	2007	Fastmarksjord
	Fodervall	2007	Fastmarksjord
Glommersträsk	rörflen	2007	Torvjord
	rörflen	1998	Torvjord

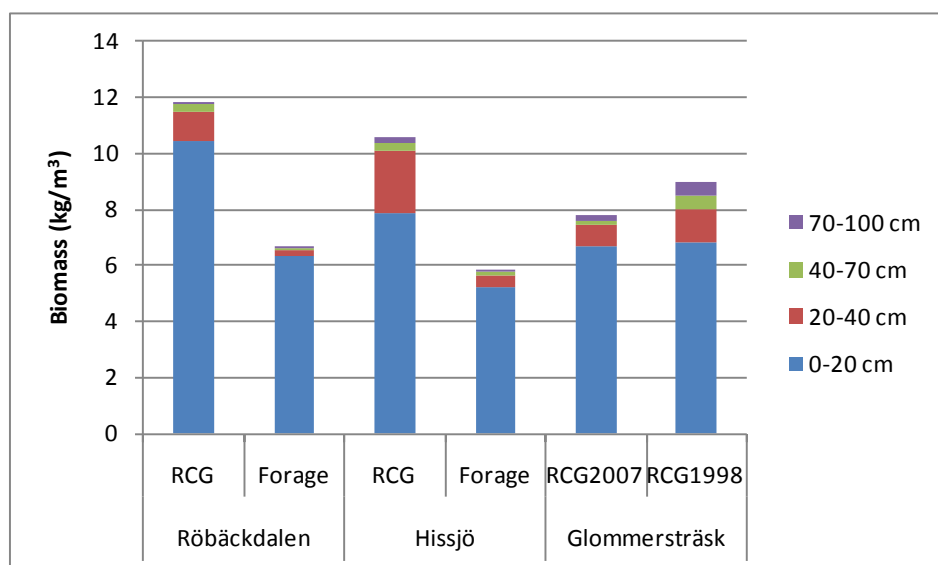
Biomassan togs fram genom tvättning. Död biomassa av olika slag togs inte med. Före tvättningen togs ett jordprov ut genom att skrapa för hand. Jordproverna frystes för senare analys. Biomassaproverna torkades i 60°C i 48 timmar. Både biomassan och jordproverna maldes och sändes till Uppsala för analys.

Det har också gjorts insatser för att identifiera portabla tekniker för snabbare kvantifiering av biomassa i mark. Tester har genomförts för att utreda möjligheterna att använda GPR (Ground Penetrating Radar, Malå Geoscience, Malå) och NIR-scanning (UmBio AB, Umeå). Studieresor till SLU Uppsala och litteraturgenomgångar har också gjorts för att utvärdera effektiviteten av att använda minirhizotron teknik. Minirhizotroter är rör som sitter i jorden där man kan ta bilder på olika djup i marken och studera rotutvecklingen.

Resultat

Underjordisk biomassa

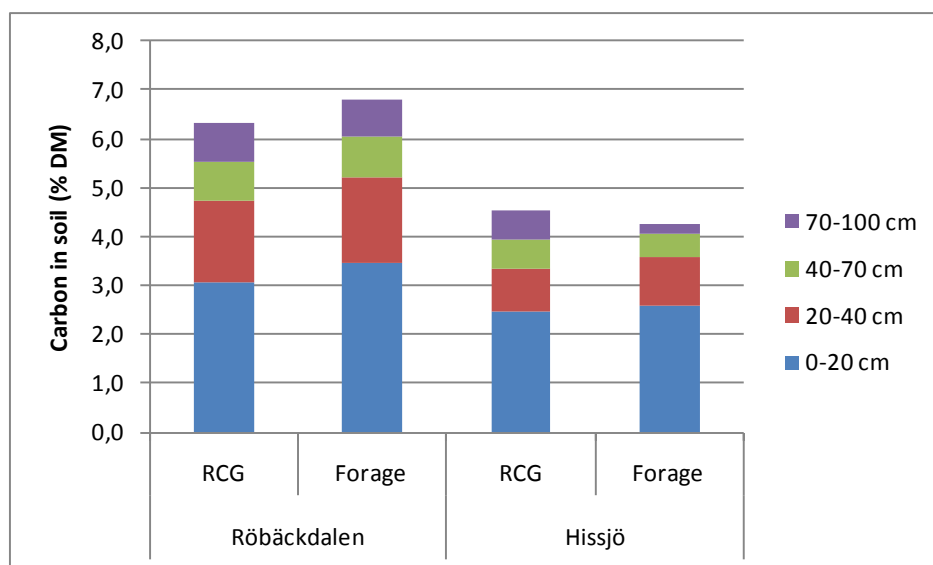
Det finns mer biomassa i jorden i rörfbensfälten än i fälten med vallgräs (figur 1).



Figur 1. Underjordisk biomassa på de olika rörfbensfälten. RCG = rörfben, Forage= fodervall.

Markkol 0-100 cm

Resultat av analysen av markkol visas i figur 2. Det var inga signifikanta skillnader i mängden markkol mellan rörfben och fodervall. Att skillnaderna i underjordisk biomassa inte avspeglar sig i markkololet beror troligen på att markens kolförråd tar lång tid att förändra. Långliggande försök brukar visa skillnader först efter några årtionden.



Figur 2. Kol i marken på de olika rörfbensfälten. RCG = rörfben, Forage= fodervall



Utvärdering

Som visats ovan, genererade metoden med jordborrkärnor resultat på kort tid och med begränsad ekonomi trots att den nästan helt var manuellt utförd. De andra tre metoderna däremot kom inte att användas för den slutgiltiga kvantifieringen i denna studie. Deras svaga punkter kan sammanfattas som följer:

- GPR – den föreliggande tekniken kunde inte leverera tillräckligt noggranna bilder för att möjliggöra kvantifiering av rotbiomassa, men den är lätt att handa och om tekniken kunde förbättras tillräckligt vore den ett önskvärt verktyg för icke-förstörande mätning.
- NIR – ett separat projekt är nödvändigt för att generera en databas med jordegenskaper för att tydligare kunna avgöra skillnaden mellan biomassa och andra material.
- Minirhizotron – dyrbart och ineffektivt både vad gäller kostnader och arbetsinsatser för att läsa och följa hundratusentals bilder.

Diskussion

I arbetet i framtiden måste fler analyser ingå för att göra en modell av den långsiktiga lagringen av kol i marken vid rörlensodling.

Att ta markprover och tvätta fram rötter är arbetskrävande. Metodutveckling som utnyttjar moderna tekniker behövs. Bl.a ser NIR tekniken lovande ut men mera forskning behövs för att ge en databas som nödvändig bakgrund.



En investering för framtiden



EUROPEISKA UNIONEN
Europeiska regionala
utvecklingsfonden

DISTRIBUTION:

**Sveriges Lantbruksuniversitet
Institutionen för norrländsk jordbruksvetenskap
901 83 UMEÅ**

www.slu.se/njv
