

# **ORNATE - Optimering av rörflen som ett inhemskt Europeiskt energigräs**

**ORNATE - Optimisation of Reed Canary Grass as a native  
European Energy Crop**



**Cecilia Palmborg, Anne-Maj Gustavsson och Johanna  
Wallsten**

## Förord

Energimyndigheten har finansierat detta projekt med 1 954 000 kronor via utlysningen Era-net Bioenergy. Projektet har koordinerats av Iain Donnison på IBERS, Aberystwyth University, Wales, Storbritannien. Den svenska delen av projektet har också haft samarbete med Lantmännen Lantbruk. I Wales har även forskarna Kerrie Farrar, Sally O'Donovan-Humphreys och Elaine Jensen deltagit. Arbetet med den robotiserade mätningen av plantegenskaper i växthus gjordes av Fiona Corke, Jiwan Han och Kevin Willams, NPPC, IBERS. Denna studie har utförts på och möjliggjorts av Röbbäcksdalens forskningsstation som är en del av nätverket SITES (Swedish Infrastructure for Ecosystem Science).

Foto på omslaget Cecilia Palmborg: Grönskörd av rörfilen med Haldrup vallskördemaskin.

## Innehållsförteckning

<b>Sammanfattning</b> .....	<b>4</b>
<b>Summary</b> .....	<b>4</b>
<b>Inledning</b> .....	<b>5</b>
<b>Genomförande</b> .....	<b>6</b>
WP1: Produktionsförsök med tillgängliga nummersorter .....	6
WP2: Val av plantor som ska vara basen i ett kommande förädlingsprogram.....	6
WP3: Genetisk kartläggning och automatisk mätning av plantmaterial.....	9
WP4: Kommersialisering, avnämmarkontakter .....	9
<b>Resultat</b> .....	<b>10</b>
Produktionsförsök med tillgängliga nummersorter (WP1) .....	10
Biomassaskörd .....	10
Stadieanalyser .....	11
Kemisk sammansättning i olika utvecklingsstadier .....	11
Biogasproduktion .....	14
Plantförsök med fröer från nordiska genbanken, Lantmännen Lantbruk (SW) och IBERS i Wales (WP2) .....	14
Genetisk kartläggning och automatisk mätning av plantegenskaper (WP3).....	18
<b>Diskussion</b> .....	<b>18</b>
<b>Referenser</b> .....	<b>19</b>

## Sammanfattning

Rörflen kan vara en lämplig råvara för biogasproduktion som ersätter fossila bränslen. Befintliga sorter och sorter på väg att lanseras kan ge skördar på 10-14 ton torrsbstans per ha och år i Umeå vid tidig förstaskörd före axgång och andraskörd i september.

En omställning till ett hållbart energisystem kräver en ökad tillgång på förnybar biomassa för att ersätta fossila bränslen. I ett Europeiskt perspektiv innebär det att jordbruket måste bli en nettoproducent av energibärare. Rörflen kan bidra till detta på grund av att den har potential att vara högavkastande, den är flerårig och odlingen kräver måttliga insatser av gödsel och fordonsbränsle jämfört med ettåriga grödor. Utmaningarna i projektet har varit att kvantifiera olika rörflenssorters potential som antingen biogasråvara (grönskördssystem) eller som bränsle (brunskördesystem). Två produktionsexperiment med 9 sorter i varje har genomförts, ett i Aberystwyth, Wales och ett i Umeå, Sverige. De tre mest högproducerande sorterna i grönskördssystemet i Umeå producerade också mest biomassa i grönskördssystemet i Wales. Fiberhalten i grödan ökade i utvecklingsstadiet när vipporna syns ovanför flaggbladets bladslida.

Projektet har också karaktäriserat 55-64 rörflenssorter från Europa i ett plantförsök. Ett urval av dessa har använts för korsningar mellan sorter med egenskaper som lämpar sig för antingen grönskörd eller brunskörd. En del av projektet arbetar med att skapa en genetisk karta för rörflen och korrelera genetiken till olika egenskaper bl.a. hög biomassaproduktion. Rörflen som råvara till biogasproduktion och som vegetation på förorenade marker är möjliga nya marknader för grödan.

## Summary

Reed canary grass can be a suitable crop for production of biogas feedstock to replace fossil fuels. Available accessions can produce 10-14 tonnes of dry biomass per ha and year with an early first harvest and a second harvest in September.

A conversion to a sustainable climate system creates a need for larger production of renewable biomass to replace fossil fuels. In a European perspective this means that agriculture needs to become a net producer of energy carriers. Reed canary grass can contribute to this since it has potential to large yields, it is perennial and the crop is demanding less fertilizers and vehicle fuels than annual crops. The challenges in the project have been to quantify the potential of different reed canary grass accessions in production of either biogas feedstock (green harvest system or combustion fuel (brown harvest system)). Two production experiments with 9 accessions were conducted, one in Aberystwyth, Wales and one in Umeå, Sweden. The three most productive accessions in Umeå also produced most biomass in Wales. The fibre content in all shoots increased at the time when the panicle emerged from the flag leaf sheath.

The project has also characterised 55 (Umeå) - 64 (Wales) accessions of reed canary grass from Europe in two single plant experiments at the same sites. A selection of these were used for crossings between plants with traits suitable for either green harvest or brown harvest. One part of the project is working to create a genetic map of reed canary grass and correlate this to different traits such as high biomass production. Reed canary grass as feedstock to biogas production and as vegetation cover at contaminated sites are possible new markets for the crop.

## Inledning

Rörflen är ett gräs som växer vilt över stora delar av norra halvklotet och som använts som fodergröda sedan Linnés dagar. Som energigröda uppmärksammades den för sin stora tillväxtpotential i slutet av åttiotalet. Sedan dess har forskning och utveckling i Umeå lett fram till att den odlades på ca 800 hektar i Sverige 2008 (Laitinen m.fl. 2011).

Rörflen skördas inte under anläggningsåret. För att få ett torrt bränsle som inte innehåller för mycket ämnen som kan orsaka problem vid förbränning slås grödan av på senhösten året efter etableringen för att sedan få ligga i sträng över vintern, och strängluftas och bärgas på våren så snart marken bär. Grödan gödglas på våren efter bärgning, slås av på hösten och bärgas på våren i ca tio år utan att man behöver plöja och nyanlägga vallen.

De flesta sorter som finns på marknaden är framtagna i Nordamerika för foderändamål. Fodersorter har förädlats främst med tanke på att minska halterna av alkaloider i grödan och öka smakligheten. Det innebär inte att de är olämpliga för energiändamål, men eftersom det hittills bara marknadsförts en sort, SW Bamse, för energiändamål är potentialen för förbättringar stor. Den genetiska variationen är mycket större hos vildväxande rörflen än hos fodersorterna, vilket också är lovande för möjligheten för att ta fram bättre anpassade sorter (Jakubowski m.fl. 2011). Institutionen för Norrländsk jordbruksvetenskap har i samarbete med Lantmännen Lantbruk i tidigare projekt testat framtagna rörflenssorter i olika projekt från 2007 och framåt. Detta har lett till att Lantmännen Lantbruk beslutat att föröka och marknadsföra en av dessa sorter, SW RF5004.

I Finland, där det finns mycket större arealer av rörflen än i Sverige, har man också funnit att rörflen kan vara en lämplig gröda till biogassubstrat. Då bör man dock skörda rörflen innan den hunnit bli alltför grov för att få det bästa gasutbytet (Lehtomäki 2006). En annan studie från Finland visade dock att rörflen var mindre lämpligt för biogasproduktion än timotej, hundäxing och rörsvingel (Seppälä m.fl. 2009). Främsta orsaken var lägre skörd och lägre specifik metanproduktion, men då man också gödslade rörflen mindre än de övriga gräsen var jämförelsen inte rättvis. Studier i Litauen och Danmark visar på högst produktion av biomassa för rörflen jämfört med andra vallgräs, men att den specifika metanproduktionen minskar kraftigt under utvecklingen av vippor (Butkute m.fl. 2014, Kandel m.fl. 2013, Tilvikiene m.fl. 2016).

Vid det aktuella projektets start hade rörflen i Sverige i huvudsak använts som bränsle till värme och elproduktion. Rörflen kan dock också användas som biogasråvara och då är det, till skillnad från förbränningsbränsle, viktigt att skörda tidigt. I detta projekt har vi därför fokuserat på att studera utvecklingen av vippor (axgången) i detalj.



## Genomförande

Samtliga svenska försök har utförts på Röbbäcksdalens forskningsstation i Umeå. Deltagare har främst varit forskarna Cecilia Palmberg, Eva Lindvall, Anne-Maj Gustavsson och Johanna Wallsten, men också teknisk personal från stationen och tillfälligt anställda och utbytesstudenter, alla med tillhörighet på institutionen för norrländsk jordbruksvetenskap, SLU.

Vad gäller det internationella samarbetet som skulle omfatta även IBERS i Wales, Teagasc i Irland, och en forskare i USA, så fick varken Teagasc eller forskaren i USA nationell finansiering för att genomföra försök, så jämförelser mellan olika sorters potential i olika klimat kunde bara göras mellan Sverige och Wales. På IBERS har vi haft direktkontakt främst med forskarna Iain Donnison, Kerrie Farrar, Sally O'Donovan-Humphreys och Elaine Jensen, men även där har det varit många fler som gjort olika arbetsinsatser. IBERS har också haft kontakter med ett fröföretag i Storbritannien, Senova.

### *WP1: Produktionsförsök med tillgängliga nummersorter*

Ett produktionsförsök med 8 rörlenssorter och 1 timotejsort (Grindstad, en tidig högproducerande sort) såddes i maj 2013 i en randomiserad split-plot design, där två olika skördesystem utgjorde storrutorna (n=6) och de 9 grässorterna utgjorde smårutorna. Varje sort fanns representerad i varje storruta och totalt fanns 54 smårutor i försöket.

Rörlenssorterna valdes utifrån att de producerat bra antingen i Sverige eller längre söderut i Europa under tidigare projekt. En sort (BS 5237) var från Wales, en kommersiell sort (SW Bamse) kom från Lantmännen Lantbruk, och resterande sex sorter var nummersorter framtagna av Lantmännen Lantbruk. Det var brist på frön från Wales, varför vi sådde fler sorter från Sverige istället. Tre av storrutorna skördades två gånger per år 2014 och 2015 (grönskörd för biogas) och tre skördades en gång per år om hösten i oktober (brunskörd för förbränning). Biomassan från brunskördesystemet återfördes till rutorna efter vägning för bestämning av torrsubstansförluster under vintern vid vårbärgningen. Skörden gjordes med en Haldrup vallskördemaskin som hackar en del av det skördade materialet och tar ut ett prov för torrviktsbestämning. Systemet med brunskörd gödslades med 80 kg N (som NS27-4), 8 kg P och 80 kg K per ha på våren och systemet med grönskörd gödslades likadant både på våren och efter förstaskörden.

Ett liknande försök gjordes också i Wales, men de bytte ut timotejen mot ytterligare en rörlenssort från Wales. Det försöket hade också en annan design och andra skördetider så här görs bara en grov jämförelse.

Grödans beståndshöjd mättes vid flera tillfällen varje säsong och i varje ruta. För grönskördarna klipptes provrutor på 0.25 m<sup>2</sup> vid 3 olika tillfällen, vid stråskjutningens start före skörd 1, precis innan skörd 1 och precis innan skörd 2. Skotten delades upp i olika utvecklingsstadier och ett mindre prov delades också upp i blad, döda blad, vippa och strå (Gustavsson 2011). Vinterskador (uppkomst) graderades på våarna och torkskador, insektsskador och stråstyrka under somrarna.

Prover uppdelade på olika utvecklingsstadier 2015 analyserades i Wales med nära infraröd reflektans, NIR. Data användes för att räkna ut andel av olika fiberfraktioner. Dessa data ska användas av gruppen i Wales för att modellera biogasproduktion.

## *WP2: Val av plantor som ska vara basen i ett kommande förädlingsprogram*

Fyrtio fröer från vardera 60 olika sorter av rörfilen såddes i krukor som rymde 2 liter jord i mitten av juni 2013. Sorterna valdes ut för att få så stor geografisk spridning på ursprunget som möjligt för att få med de mest intressanta förädlade sorterna, samt utifrån att fröna inte skulle vara alltför gamla. Efter uppkomst i början på juli planterades 20 plantor av varje sort en och en över till krukor som rymde ca 1,5 dl jord. Plantorna inkuberades i växthus och vattnades 3 gånger i veckan. När de hade etablerats ordentligt i de nya krukorna ställdes de ut på en skyddad plats bredvid växthuset där de fick växa till sig innan utplantering i augusti 2013. Det fanns 16-20 plantor av totalt 55 sorter vid utplanteringen (Tabell 1). I Wales gjordes ett liknande försök med 64 olika sorter.

Före planteringen frästes fältet där en nyetablerad vall växte. Varje sort planterades i en egen rad med 1 m mellan raderna och 70 cm mellan plantorna i raden. Raderna var arrangerade i två block. Placeringen av sorterna i blocken var slumpmässig. Efter planteringen rensades ogräs för hand och mellan raderna frästes ogräs bort. Våren och sommaren 2014 rensades ogräs för hand. Kemisk ogräsbehandling gjordes också, både på hela försöket och mellan raderna. Varje planta gödslades på våren 2014 och 2015 med 0.71 g N, 0.1 g P och 0,35 g K.

Mätningar gjordes i försöket ett flertal gånger under 2014 och 2015. I juni och början på juli noterades om det fanns synliga ax på varje planta två gånger i veckan. Höjden på plantorna mättes både som total höjd och höjd till basen av flaggbladet eller översta bladet ett flertal gånger. Mätningen gjordes alltid på det längsta strået på plantan. En gång varje år räknades också antalet blommande skott och längd och bredd på det näst översta bladet mättes på de fem kraftigaste plantorna i varje sort.

Båda åren skördades de fem kraftigaste plantorna av 16 sorter för bestämning av biomassans torrsvikt. Därefter togs biomassan bort från hela fältet. Dessa skördar gjordes i oktober och urvalet gjordes genom rangordning av sorternas kraftighet i varje block för sig. Det andra skördeåret, 2015, hade en del plantor en tendens att lägga sig. Därför graderades stråstyrka i augusti och sedan bands en del plantor upp så att de inte skulle kväva sina grannar. Sorternas egenskaper (främst kraftighet och höjd hos plantorna och tidig eller sen blomning, samt även data från produktionsförsöket) användes sedan för att välja ut plantor att använda till korsningar. Två olika korsningsgrupper valdes ut. Den ena gruppen skulle ha egenskaper som passar till grönskörd av biomassa för biogasproduktion, d.v.s. sen blomning och kraftig produktion av blad. Den andra gruppen skulle passa till brunskörd för förbränning, d.v.s. kraftig biomassa som till stor del består av blommande skott och därför har hög stråandel.

Plantorna som valdes ut till korsning grävdes upp på senhösten 2015. Rhizomerna tvättades fram på en del av rotklumpen och skickades till Wales. Kvarvarande rotklumpar förvarades i ett potatislager över vintern och en till sändning av rhizom gjordes på vårvintern som komplettering. I Wales gjordes korsningarna i växthus och fröer skördades sommaren 2016.

**Tabell 1. Sorter som planterades ut i WP2.**

Sort	Kod	Ursprung	Frökälla	Område och altitud
ISOKYRÖ	NGB14087	Finland	Nordgen	N Finland, kustnära
Joensuu	NGB16569	Finland	Nordgen	Ö Finland Karelen
LAAJOKI	NGB14025	Finland	Nordgen	SV Finland , kustnära
LÄYLIÄINEN	NGB14036	Finland	Nordgen	S Finland, 103 m inland
LYÖTTILÄ	NGB14041	Finland	Nordgen	SÖ Finland 60 m
MERIKARVIA	NGB14058	Finland	Nordgen	V Finland, kustnära
PUUJAA	NGB14035	Finland	Nordgen	S Finland 80 m
RAIMELA	NGB14379	Finland	Nordgen	SÖ Finland
SALMENKYLÄ	NGB14050	Finland	Nordgen	Ö Finland Karelen
TALJALA	NGB14032	Finland	Nordgen	S Finland, inland
VÖYRI	NGB14086	Finland	Nordgen	N Finland, kustnära
Icelandic	NGB4500	Island	Nordgen	lantras
12-55-1	NGB4199	Norge	Nordgen	V Norge, 480 m
12-6-51-3	NGB11140	Norge	Nordgen	Mittnorge, 150 m
12-6-54-7	NGB11141	Norge	Nordgen	S Norge 150 m
ÅRSVOLL	NGB14516	Norge	Nordgen	V Norge 10 m
ENEBO	NGB11138	Norge	Nordgen	Mittnorge, mot Sverige
HAUGE	NGB14515	Norge	Nordgen	S Norge 5 m
HAUGOM	NGB11378	Norge	Nordgen	SE Norge, 320 m
LANGNES	NGB11376	Norge	Nordgen	Ö Norge mot Sverige
LARA	NGB11157	Norge	Nordgen	Kommersiell sort
LUNDE	NGB4200	Norge	Nordgen	S Norge,
ØVRE TOMTO	NGB2851	Norge	Nordgen	Ö Norge 650 m
RAULAND	NGB13350	Norge	Nordgen	S Norge 750 m
ULVE	NGB2856	Norge	Nordgen	Mittnorge 396 m
Bamse		Sverige	Lantmännen	
SW RF5001		Urval i Bamse	Lantmännen	
SW RF5004		Schweiz, Jugoslavien, Portugal	Lantmännen	
SW RF5005		Skandinavien	Lantmännen	
SW RF5006		Skandinavien	Lantmännen	
SW RF5010		Skandinavien	Lantmännen	
SW RF5032		SW RF5004 och Bellevue	Lantmännen	
SW RF5035		SW RF5006, SW RF5007, SW RF5010	Lantmännen	
SW RF5037		SW RF5001, SW RF5004, PALATON	Lantmännen	
SWN RF9506		Urval i Lara	Lantmännen	
N RF9214		Ryssland	Lantmännen	
HÖGANÄS	NGB4327	Sverige	Nordgen	S Sverige, Skåne
HÖRSNE	NGB1522	Sverige	Nordgen	Ö Sverige, Gotland
RYNINGSHOLM	NGB16257	Sverige	Nordgen	S Sweden, Småland, 186 m
SAXDALEN	NGB1196	Sverige	Nordgen	Mittsverige, Dalarna
SWN RF9429		Norra Sverige	Lantmännen	Hemavan
SWN RF9502		Norra Sverige	Lantmännen	Hörnefors
SWN RF9503		Norra Sverige	Lantmännen	Innervik
SWN RF9504		Norra Sverige	Lantmännen	Seskarö
SWN RF9903		Norra Sverige	Lantmännen	Blattniksele
BS 4947		Wales	IBERS	
Bs 5079		Wales	IBERS	
BS 5080		Wales	IBERS	
Bs 5081		Wales	IBERS	
Bs 5083		Wales	IBERS	
Bs 5085		Wales	IBERS	
Bs 5119		Wales	IBERS	
Bs 5120		Wales	IBERS	
Bs 5121		Wales	IBERS	
Bs 5231		Wales	IBERS	



### *WP3: Genetisk kartläggning och automatisk mätning av plantegenskaper*

En korsningspopulation har gjorts i Wales mellan den isländska sorten och Bs 5121. DNA har extraherats både från avkomman och från föräldraplantorna. En pilotstudie genomförs just nu för att hitta lämpliga enzymkombinationer för att analysera DNA. Tre kloner av vardera 500 individer från avkomman har planterats ut för att göra mätningar av plantegenskaper som kan kopplas till den genetiska kartan. Det finns ännu inga resultat från detta.

En växthusstudie där längd, bredd och färg på plantorna mättes automatiskt varje dag har också genomförts i Wales. Nio sorter var med i försöket. Man jämförde välvattnade plantor där jorden innehöll 80 % av sin vattenhållande förmåga med torkbehandlad där jorden innehöll bara 15 % av den vattenhållande förmågan. Man mätte också vattenförbrukningen per planta.

### *WP4: Kommersialisering, avnämmarkontakter*

Den svenska delen av projektet har bidragit med dataunderlag för kommersialisering av sorten SW RF5004. Lantmännen Lantbruk etablerade en förökning av sorten 2016. Frön har skördats 2017 som ska användas till officiell sortprovning 2018-2019. Om det inte blir några bakslag blir sorten godkänd 2021 och certifierat A-utsäde kan finnas till försäljning 2023. Fram till dess fortsätter Lantmännen att producera och sälja utsäde av SW Bamse.

För att säkerställa att förädlingsmaterial från Lantmännen Lantbruk bevaras har delar av samlingen donerats till Nordgen och delar har skickats till IBERS i Wales för uppförökning av fröer.

Projektet presenterades på BESTF/ ERA-Net Bioenergy seminariet vid konferensen EUBCE 2017 i Stockholm.

I Wales har projektet lett till kontakter med ett företag, Terravesta, som kontrakterar odlare av biobränslen och förmedlar biobränslen till kraftbolag. Detta företag har främst arbetat med elefantgräs, *Miscanthus*, men är också intresserade av rörflen, särskilt på förorenade marker och marker med sämre bördighet där rörflen är mer högproducerande än elefantgräs (Lord 2015).

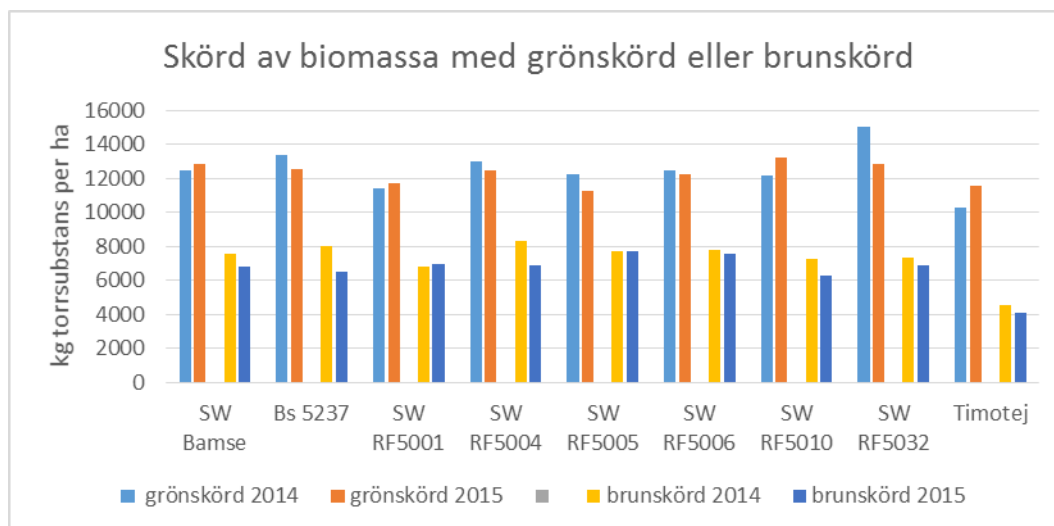
## Resultat

### Produktionsförsök med tillgängliga nummersorter (WP1)

#### Biomassaskörd

I det svenska försöket hade timotejen alltid lägre skörd än rörfleken. I systemet med brunskörd fanns inga signifikanta skillnader mellan rörfleken sorter något av åren. I systemet med grönskörd skilde sig inga sorter signifikant från mätarsorten SW Bamse. Under 2014 hade däremot en sort, SWRF5001, lägre skörd än en annan, SWRF5032, medan inga signifikanta skillnader uppmättes under 2015. Fröna av SWRF5001 var gamla och trots att fler frön per ruta såddes var det troligen det som orsakade sämre skördar under det första skördeåret.

Den sammanlagda skörden av biomassa var betydligt större för grönskördarna än för brunskördarna. Dessutom blir det i praktiken 30-40 % vinterförluster vid vårskörd. Stora variationer beroende på metodbrister vid de mätningar av vinterförluster som vi gjorde gör att vi avstår från att redovisa de värdena här. Skörd av grön biomassa betyder dock ett större gödslingsbehov eftersom man tar bort mer näringsämnen från fältet. Sammanlagda skördar för de två skördeåren 2014 och 2015 visas i figur 1.



Figur 1. Skördar av biomassa i försök sått 2013. Grönskördarna togs i början av juli och mitten av september och brunskördarna i oktober.

En rangordning av sorter efter skördenivå gjordes i både Sverige och Wales (Tabell 2). För brunskörden fanns inga signifikanta skillnader mellan sorter i Sverige och där var det inte heller någon likhet mellan rangordningen i Sverige och Wales. För grönskörderna däremot var de tre mest avkastande sorterna samma i Sverige och Wales. En av de tre sorterna var den sort som Lantmännen Lantbruk satsar på som sin nya rörfleken sort, SW RF5004. SW RF5001 låg långt ned i rangordningen i de flesta fall. Detta beror mest troligt på att de fröna hade dålig grobarhet och att rörfleken därför hade svårt att konkurrera mot ogräs.

En sort, SW RF5004, hade en tendens till lägre stråstyrka än de andra 2015.

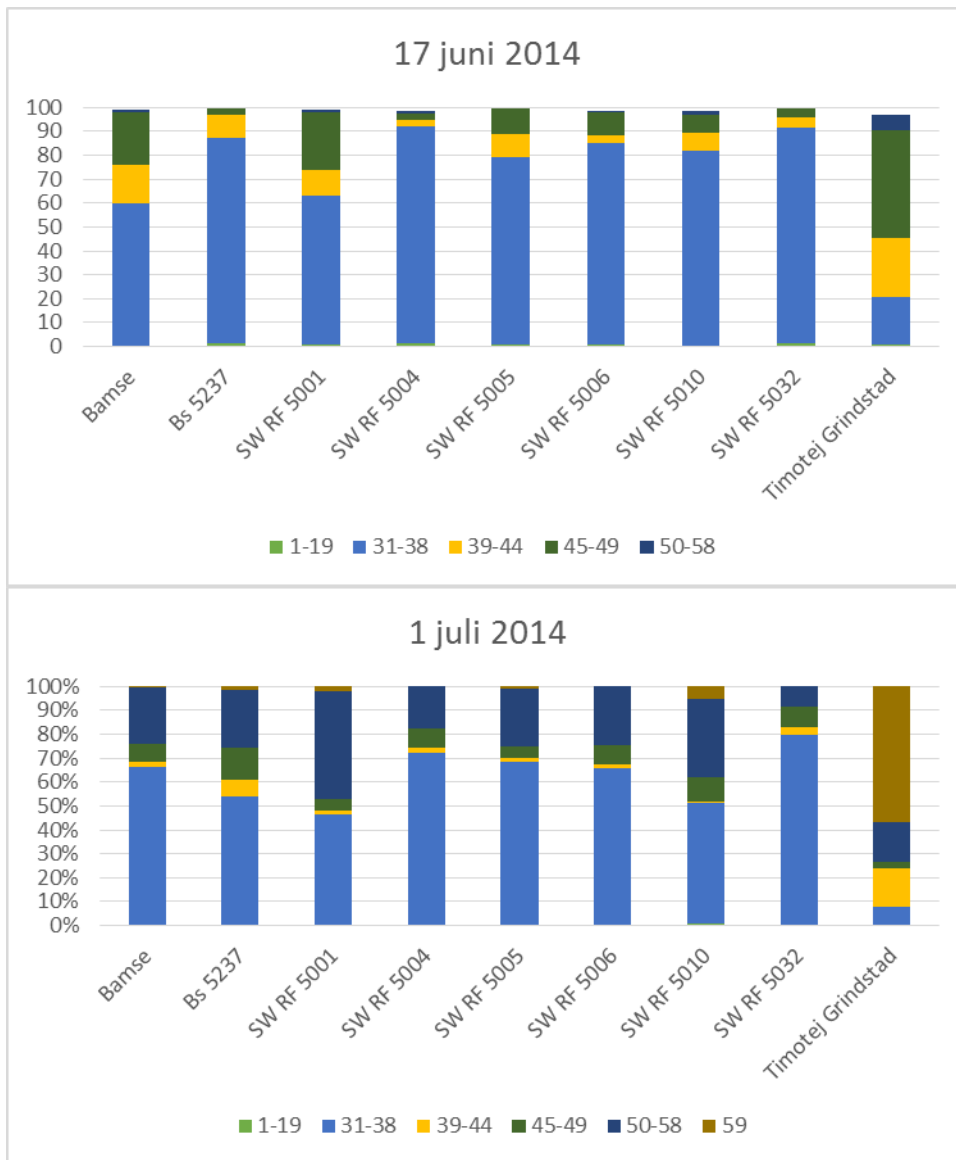
<b>Tabell 2. Rangordning av sorter efter biomassaskörd i torr vikt. Mest biomassa är högst upp.</b>				
<b>Rangordning</b>	Brunskörd Sverige	Brunskörd Wales	Grönskörd Sverige	Grönskörd Wales
<b>1</b>	SW RF5005	BS 5231	SW RF5032	SW RF5004
<b>2</b>	SW RF5006	SW RF5004	Bs 5237	Bs 5237
<b>3</b>	SW RF5004	SW RF5032	SW RF5004	SW RF5032
<b>4</b>	Bs 5237	BS 5237	SW RF5010	SW RF5006
<b>5</b>	SW Bamse	SW RF5010	SW Bamse	Bs 5231
<b>6</b>	SW RF5032	SW RF5001	SW RF5006	SW RF5010
<b>7</b>	SW RF5001	SW RF5006	SW RF5005	SW RF5005
<b>8</b>	SW RF5010	SW Bamse	SW RF5001	SW RF 5001
<b>9</b>	Grindstad, timotej	SW RF5005	Grindstad, timotej	SW Bamse

### *Stadieanalyser*

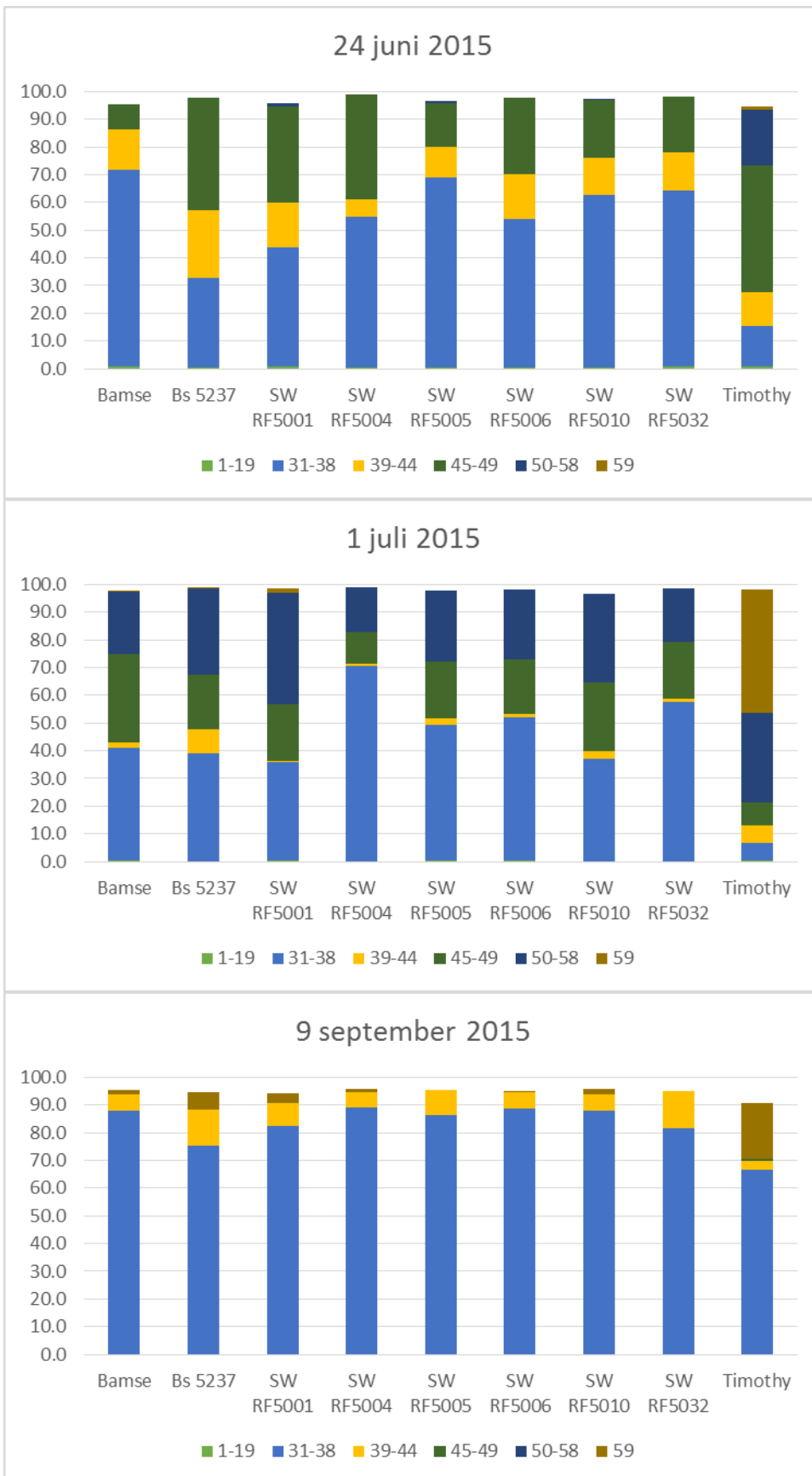
Timotej gick i ax tidigare än rörflen och en större andel av skotten gick också i ax (figur 2). I den första provtagningen 2014 hade sorterna SWRF5004, SWRF5032 och BS5237 lägst andel skott med vippa, medan i den andra provtagningen som var strax före skörden verkar de senare sorterna ha kommit ikapp och skillnaderna är mindre. År 2015 var det mindre skillnader i utvecklingsstadier mellan sorter, men SW RF5004 hade fortsatt låg andel skott med vippa, särskilt i andra provtagningen. Den tredje provtagningen var en andraskörd som gjordes i september båda åren. År 2014 var då så gott som alla skott i nodstadiet (data visas inte), medan år 2015 hade en del skott börjat blomma och åter andra var i flaggbladsstadiet.

### *Kemisk sammansättning i olika utvecklingsstadier*

NIR-analyserna av biomassa i olika utvecklingsstadium från provtagningarna 2015 visar att de största skillnaderna finns mellan olika provtagningstillfällen (Tabell 3). Lägst innehåll av fibrer och därmed potentiellt bästa nedbrytbarheten vid t.ex. biogasproduktion fanns vid första och tredje provtagningstillfället. Signifikanta skillnader mellan utvecklingsstadier fanns vid andra och tredje provtagningstillfället, med mer fibrer i senare utvecklingsstadier. Skillnaderna mellan olika sorter i samma utvecklingsstadium var bara signifikant i stadiet då vippan befinner sig i flaggbladets slida. I detta stadium fanns signifikanta sortskillnader i både första och andra provtagningen: SW RF5004 hade lägre NDF och ADF-värden än flera andra sorter.



Figur 2. Procentuell andel av olika utvecklingsstadium i prover av olika rörlenssorter och timotej tagna före den första grönskoriden 2014. 1-19=bladstadium, 31-38=nodstadium, bara vegetativa blad, 39-44= flaggbladet som kommer före vippan är synligt, 45-49= Vippan är i flaggbladets slida, 50-58= Vippan är synlig över flaggbladets bas, 59= Vippan är helt ute ur flaggbladets slida. Lösa blad och döda blad är inte med i figuren.



Figur 3 Procentuell andel av olika utvecklingsstadier i prover tagna före den första och den andra grönskoriden 2015. Förklaringar som i figur 2.

Tabell 3. Medelvärden av ADF: acid detergent fiber, NDF: neutral detergent fiber och ADL: acid detergent lignin bestämt med NIR (nära infraröd reflektans) av malda prover från olika utvecklingsstadiet av rörflen. Hemicellulosa är uträknad som NDF-ADF. Cellulosa är uträknad som ADF-ADL.

		ADF (NIR)	NDF (NIR)	ADL (NIR)	hemicellulosa	cellulosa
Datum	Utvecklingsstadium	% av organiskt material				
Förstaskörd						
24/6 2015	nodstadium	33.2	60.9	3.9	27.7	29.3
	flaggbladsstadium	33.1	60.9	3.7	27.8	29.3
	vippa i flaggbl. slida	33.0	60.8	3.7	27.8	29.2
1/7 2015	nodstadium	36.7	63.4	4.4	26.7	32.3
	flaggbladsstadium	36.2	63.0	4.4	26.8	31.7
	vippa i flaggbl. slida	38.4	65.0	4.4	26.6	34.0
	vippa ovanför flaggbl. bas	36.8	64.4	4.4	27.6	32.4
Andraskörd						
9/9 2015	nodstadium	33.7	59.1	4.8	25.4	28.9
	flaggbladsstadium	34.8	60.4	4.7	25.6	30.1
	hela vippan framme	37.6	63.2	5.4	25.6	32.1

### *Biogasproduktion*

En mindre studie av biogasproduktion från biomassa från SW RF5004 i vårt försök utfördes av JTI i ett annat projekt. Denna visar att i ett tvåskördesystem och vid tillräckligt tidig skörd kan odling av rörflen till biogasråvara vara lönsam (Gunnarsson m.fl. 2015).

### *Plantförsök med fröer från nordiska genbanken, Lantmännen Lantbruk (SW) och IBERS i Wales (WP2)*

I denna resultatredovisning har sorterna grupperats efter ursprung. Sorter från Nordgen har sorterats på ursprungsland, sorter från Lantmännen Lantbruk har delats upp beroende på om ursprunget är från norra Sverige (Lantmännen norra) eller inte (Förädling Lantmännen) och sorter från Wales är en egen grupp.

Antal plantor och datum för axgång visas i Tabell 4. Första vintern var det en del plantor som inte överlevde. Sorter med ursprung från Norden och sorter från Lantmännens förädlingsprogram hade bara bortfall av enstaka plantor (0-4 plantor) per sort. Fyra av sorterna från Wales däremot hade ett stort bortfall av plantor under den första vintern (6-13 plantor). De flesta plantor som överlevde den första vintern klarade dock också den andra bra. Det första året, 2014, var det en del sorter där inte alla plantor producerade ax. De

walesiska sorterna hade ungefär hälften så många plantor som gick i ax som de nordiska sorterna. Det andra året, 2015, däremot gick så gott som alla plantor i ax. De walesiska och finska sorterna utmärkte sig genom att ha senare axgång än övriga sorter. De walesiska hade också lägre andel plantor som blommade. Det var bara en isländsk sort och den var den tredje tidigaste sorten båda åren. Det fanns också en betydande variation inom grupperna. Axcgång är en egenskap som är relativt stabil. Regression mellan mellan datum för axgång 2014 och 2015 gav  $r^2=0,6514$ . Vi hade också planer på att mäta frösättning och drösning (att plantan släpper fröna vid mognad), men båda åren var det kraftiga angrepp av stritar och sotsvamp i vipporna så det var inte möjligt att göra.

Täthet, storlek, höjd och biomassaproduktion visas i Tabell 5. I maj 2015 var utbredningen (storlek) av rörfbensplantorna ungefär lika i alla grupper, däremot var tätheten på plantorna lägre i de walesiska sorterna. År 2014 var både förädlade och oförädlade sorter från Sverige högst, ihop med den isländska sorten. De walesiska sorterna var lägre 2015. År 2015 var plantorna betydligt högre än 2014 och skillnaderna mellan grupper var också mindre. Eftersom biomassan bara kvantifierades på 16 sorter varje år så är det svårt att göra jämförelser mellan grupper. De sorter som skördades var 2 finländska, 1 isländsk (bara 2014), 1 norsk, 7 från Förädling Lantmännen, 3 från Lantmännen norra, 1 svensk från Nordgen och 1 sort 2014 och 2 sorter 2015 från Wales. Att vi valde många från Förädling Lantmännen berodde dels på att vi ville jämföra skörden i plantförsöket med skörden i produktionsförsöket och dels på att dessa sorter hade kraftiga plantor. Av dessa valdes fyra plantor vardera av de sorter som listas i Tabell 6 ut för att användas i korsningsförsök i Wales. Det var övervägande sorter från Lantmännen Lantbruk, men också en svensk sort från Nordgen, den norska sorten Lara, som tagits fram för foderändamål och två walesiska sorter. Motsvarande urval och korsningar har också gjorts i det walesiska försöket. Fröskörden från plantorna har tagits tillvara från varje planta för sig och frönas medelvikt och antal har registrerats.

Tabell 4. Medelvärden och standardavvikelser av antal plantor, andel som blommor och dagar till axgång för grupper av sorter i plantförsöket med olika ursprung. Medelvärden är först beräknade för varje sort och dessa data har sedan använts för att beräkna medelvärden och standardavvikelser för varje grupp. Dagar till axgång (när hela vippan är över flaggbladets bas) är räknade med 1 juni som dag ett.

		Antal plantor			Döda plantor 2013-2014	Andel som blommor 2014	Dagar till axgång	
		Sep-13	Juli 2014	Juli 2015			2014	2015
Ursprung								
Finland Nordgen	Medel	19.9	17.5	17.5	2.5	0.7	42.4	40.3
	Std. av.	0.3	1.5	1.3	1.4	0.2	3.4	1.7
Island Nordgen	en sort	20.0	20.0	20.0	0.0	1.0	30.4	31.9
Norge Nordgen	Medel	19.8	18.4	18.5	1.4	0.7	39.4	38.3
	Std. av.	0.6	1.7	1.6	1.4	0.2	4.7	3.0
Förädling Lantmännen	Medel	18.6	17.3	17.3	1.4	0.7	36.1	34.8
	Std. av.	1.5	2.1	2.1	1.9	0.2	2.1	0.9
Sverige: Nordgen och Lantmännen norra	Medel	19.9	18.7	18.6	1.2	0.8	33.8	34.6
	Std. av.	0.3	1.2	1.2	1.3	0.2	3.0	2.2
Wales IBERS	Medel	19.7	15.0	14.8	4.7	0.4	43.3	40.4
	Std. av.	0.6	4.5	4.3	4.7	0.2	3.0	1.7



Tabell 5. Medelvärden och standardavvikelser beräknade som i tabell 4 av parametrar relaterade till biomassa . Täthet och storlek graderades på en femgradig skala där 5 var tätast och störst. Höjd mättes inklusive vippan på de 5 kraftigaste plantorna 2014 och på alla plantor 2015. Skörd gjordes bara på 16 sorter totalt varje år så i en del grupper finns data bara för en sort och standardavvikelse kan inte beräknas. Stråstyrka graderades på en femgradig skala där 5 = helt lodrätt och 1 = helt vågrätt

Ursprung		Täthet		Storlek	Höjd, cm, 5 bästa		Höjd, cm, alla	Skörd, g per planta		Stråstyrka
		Maj 2015			Augusti 2014	Augusti 2015		Oktober 2014	Oktober 2015	
Finland Nordgen	Medel	3.5		3.7	121		189	383	689	4.0
	Std. av.	0.5		0.4	14		11	54	27	0.6
Island Nordgen	en sort	2.5		3.8	141		205	366		5.0
	Medel	2.4		3.9	119		193	438	822	4.5
Norge Nordgen	Medel	0.4		0.5	12		8			0.5
	Std. av.									
Förädling Lantmännen	Medel	2.2		3.7	133		209	399	686	4.8
	Std. av.	0.4		0.5	13		9	65	73	0.2
Sverige: Nordgen och Lantmännen norra	Medel	2.5		3.6	132		191	389	697	4.6
	Std. av.	0.6		0.4	9		12	32	47	0.4
Wales IBERS	Medel	1.6		3.5	105		195	289	881	5.0
	Std. av.	0.5		0.4	10		9		93	0.1

Tabell 6. Sorter som valdes ut för korsningar.

Sort	Korsning för grönskörd	Korsning för brunskörd
Bs 5120	x	x
SWN RF9903		x
SWN RF9503		x
SW Bamse	x	
Bs 5121	x	
HÖRSNE	x	
SW RF5004		x
SW RF5035		x
LARA	x	

### *Genetisk kartläggning och automatisk mätning av plantegenskaper (WP3)*

Det finns ännu inga resultat från den genetiska kartläggningen.

I växthusstudien fick alla plantor kraftigt minskad tillväxt under torkbehandlingen. I de flesta fall var kraftiga plantor med hög vattenförbrukning mer känsliga för torka. Flera av sorterna från Lantmännens förädlingsprogram; SW RF5005, SW Bamse och SW RF5035, och en walesisk sort BS5121 klarade torkbehandlingen relativt bra. I ett separat försök såddes rörflen i en meter långa glasrör med jord där man kunde följa rotutvecklingen. Under torra förhållanden växte rötterna snabbt ned till botten av röret.

## Diskussion

Våra resultat visar att rörflen kan producera mer än dubbelt så mycket biomassa i ett tvåskördesystem där biomassan skördas grön än när den bara skördas en gång om året efter invintring (brunskörd). Förutsatt att man skördar tillräckligt tidigt, senast när de flesta vippor ännu inte kommit ur bladskidan kan också biomassan ha ett lägre fiberinnehåll som inte är så lignifierat, vilket gör att man kan få ett bra biogasutbyte. En studie av rörflen i Danmark visade att utbytet av metan per ha kunde öka 45 % med ett välgödslat tvåskördesystem jämfört med bara en skörd på hösten (Kandel m.fl. 2013). Dessutom hade biogasen från ung biomassa högre metanutbyte, d.v.s. högre kvalitet. Alla testade rörflenssorter i ORNATE hade en betydligt högre biomassaproduktion än timotej. En hög biomassaproduktion är avgörande för att få biomassaproduktion till biogas att bli lönsam. Vid sådd tidigt på våren kan man dessutom få en skörd redan under etableringsåret med rörflen.

Att odla energigräs till biogas kan komplettera biogasproduktion från andra substrat som är mer näringsrika men har lägre kolhalt, så kallad samrötning. I en inventering av potentialen för ökad biogasproduktion från några olika typer av substrat tillgängliga i Sverige var vallgräs ett av de mest lovande substraten (Ammenberg och Feiz 2017).

De två åren 2014 och 2015 hade varma, långa och torra somrar i Umeå. Detta är inte optimalt för rörflen eftersom den behöver mycket vatten. Det verkade dock som att grönskördesystemet var bättre anpassat till detta eftersom grödan växte till ordentligt på hösten när nederbörden kom. I tidigare försök på många platser i landet på 90-talet gav grönskördesystemet mindre avkastning än brunskörd på hösten i norra Sverige (Lomakka

1993). Emellertid gav grönskörd av två skördar högst avkastning i landets södra delar. Dessutom togs förstaskörden då senare i juli än i vår studie så resultaten är inte helt jämförbara. Klimatet har dock förändrats så att höstarna blivit mildare och i och med detta verkar rörfilen klara av övervintringen bättre även när den skördats i början av september. Vi märkte inte av några större problem med utvintring i produktionsförsöket trots att det var en hel del isbildning på vintern. För att kunna dra några säkra slutsatser om uthålligheten hos rörfilen i grönskördssystem måste dock försök göras på fler platser och under längre tid.

Biogasråvara kan således vara en möjlig ny marknad för rörfilen. När rörfilen växer i monokultur, som i vårt fall, krävs kraftig kvävegödsling. Genom att odla rörfilen tillsammans med kvävefixerande baljväxter och andra gräs kan man minska detta gödslingsbehov (Carlsson m.fl 2017). Detta kan också öka biogaspotentialen eftersom baljväxter är utmärkta biogassubstrat (Lehtomäki 2006). På så sätt kan man minska den klimatpåverkan som kommer av tillverkning av kvävegödselmedel.

Vårskördad rörfilen har också en marknad som strömedel till djur. Många år kan det vara svårt att skörda halm på hösten i norra Sverige på grund av blött väder. I ett annat projekt har vi undersökt rörfilenens egenskaper som djupströ till får. Rörfilen var likvärdigt med kornhalm, men det gick åt lite mer och det dammade också mer (Bernes m.fl. 2017).

I Storbritannien finns många förorenade lokaler, t.ex. vid gruvor där rörfilen skulle kunna odlas. Risken för läckage av föroreningar kan minska om marken är bevuxen genom minskad avrinning. Eftersom rörfilen inte tar upp tungmetaller i någon högre grad blir grödan inte förorenad. Detta skulle kunna vara en ny marknad för rörfilensfrö även i Sverige, då även vi har gott om gruvor.

Produktionen av rörfilen till bränsle har dock visat sig ha svårt att konkurrera med andra bränslen som skogsbränslen och sopor. Andra studier visar dock att energiutbytet av rörfilen både vid odling till bränsle och till biogassubstrat är högt, t.ex. Carlsson m.fl. (2017).

## Referenser

- Ammenberg, J. and R. Feiz (2017). "Assessment of feedstocks for biogas production, part II-Results for strategic decision making." Resources Conservation and Recycling **122**: 388-404.
- Bernes, G., C. Palmberg and K.-H. Jeppsson (2017). Växtnäringsvärde i djupströgödsel från får. Nytt/ Sveriges lantbruksuniversitet, Institutionen för norrländsk jordbruksvetenskap. Umeå
- Butkute, B., N. Lemeziene, J. Kanapeckas, K. Navickas, Z. Dabkevicius and K. Venslauskas (2014). "Cocksfoot, tall fescue and reed canary grass: Dry matter yield, chemical composition and biomass convertibility to methane." Biomass & Bioenergy **66**: 1-11.
- Carlsson, G., L.-M. Mårtensson, T. Prade, S.-E. Svensson and E. S. Jensen (2017). "Perennial species mixtures for multifunctional production of biomass on marginal land." GCB Bioenergy **9**(1): 191-201.
- Gunnarsson, C., A. Baky, I. Norberg, W. R. C., A. M. Gustavsson and C. Palmberg (2015). Rörfilen till biogas och strö- Ett innovativt kombisystem i norr. JTI-rapport lantbruk och industri. Uppsala, JTI- Insitutet för jordbruks- och miljöteknik: 38.
- Gustavsson, A. M. (2011). "A developmental scale for perennial forage grasses based on the decimal code framework." Grass and Forage Science **66**(1): 93-108.
- Jakubowski, A. R., R. D. Jackson, R. C. Johnson, J. Hu and M. D. Casler (2011). "Genetic diversity and population structure of Eurasian populations of reed canarygrass: cytotypes, cultivars, and interspecific hybrids." Crop & Pasture Science **62**(11): 982-991.

- Kandel, T. P., S. Sutaryo, H. B. Moller, U. Jorgensen and P. E. Laerke (2013). "Chemical composition and methane yield of reed canary grass as influenced by harvesting time and harvest frequency." Bioresource Technology **130**: 659-666.
- Laitinen, T., M. Cocchi, D. Dörrie, M. Salve, S. Xiong, W. Gabauer, P. Rechberger and T. Lötjönen (2010). Energy from field energy crops - Sustainable energy production with direct combustion or biogas technology. ENCROP. T. Laitinen. Jyväskylä, Finland, ENCROP.
- Lehtomäki, A. (2006). Biogas Production from Energy Crops and Crop Residues. Doctoral thesis, University of Jyväskylä.
- Lomakka, L. (1993). Odlingstekniska försök avseende skördetid, gödsling och produktkvalitet samt sortförsök i rörflen (*Phalaris arundinacea* L.) till biobränsle och fiberråvara 1991/92 och 1992/93. Röbäcksdalen meddelar. 43 Umeå, Institutionen för norrländsk jordbruksvetenskap
- Seppälä, M., T. Paavola, A. Lehtomäki and J. Rintala (2009). "Biogas production from boreal herbaceous grasses - Specific methane yield and methane yield per hectare." Bioresource Technology **100**(12): 2952-2958.
- Tilvikiene, V., Z. Kadziulienė, Z. Dabkevičius, K. Venslauskas and K. Navickas (2016). "Feasibility of tall fescue, cocksfoot and reed canary grass for anaerobic digestion: Analysis of productivity and energy potential." Industrial Crops and Products **84**: 87-96.

---

**DISTRIBUTION:**

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

**[www.slu.se/njv](http://www.slu.se/njv)**

---