

Bioforsk Rapport

Bioforsk Report

Vol. 5 Nr. 140 2010

Strandrøyr som energivekst

Lars Nesheim

Bioforsk Midt-Norge Kvithamar

www.bioforsk.no



Tittel/Title:

Strandrøyr som energivekst
Reed canary grass as a bioenergy crop

Forfattar/Author:

Lars Nesheim
Bioforsk Midt-Norge Kvithamar

Dato: 8.12.2010	Tilgjengeligheit: Open	Prosjektnummer: 1310218	Arkivnummer: 2008/961
Rapport nummer: 140/2010	ISBN-nummer: 978-82-17-00701-2	Tal sider: 12	Tal vedlegg: Ingen vedlegg

Oppdragsgjevar: Landbruks- og matdepartementet	Kontaktperson:
--	-----------------------

Stikkord: Avling, innhald av oske, kvalitet, strandrøyr <i>Content of ashes, DM yield, reed canary grass (Phalaris arundinacea L.)</i>	Fagområde: Bioenergi <i>Bioenergy</i>
---	--

Samandrag/summary:

I åra 2006 til 2009 vart eit felt med strandrøyr på Mære Landbruksskole hausta til biobrensel i april/mai. Dei to første åra var tørrstoffavlinga i middel 770 kg per dekar. Det er om lag same avlingsnivå som vert rekna som normalt i Finland og Sverige. Men dei to siste åra var avlinga berre 360 kg i middel. For å unngå kostnader med tørking av biomassen, er det ønskjeleg at vassinnhaldet ikkje er høgare enn 10-15 %. Men det oppnådde ein berre i eitt av fire år. Utslaga for gjødsling var små, og det var heller ikkje sikre skilnader i avlingsmengd, vassinnhald og oskeinnhald mellom sortane.

Reed canary grass harvested in spring in the middle part of Norway produced in the first two years DM yields at the same level as obtained in Finland and Sweden (7.7 tons ha⁻¹). The last two years the yield was only 3.6 tons DM ha⁻¹. The content of water in the harvested biomass was in most years higher than desired.

Land:	Norge
Kommune:	Stjørdal, Steinkjer
Stad:	Bioforsk Midt-Norge Kvithamar, Mære Landbruksskole

Godkjent

Prosjektleder

.....
Erik Revdal

.....
Lars Nesheim

Innhold

1. Innleiing	3
2. Strandrøyr som energivekst i Norden	4
3. Forsøk med strandrøyr på Mæresmyra	5
3.1. Materiale og metodar	5
3.2. Resultat og drøfting	6
4. Konklusjon	10
5. Etterord	11
6. Referansar	12

1. Innleiing

Det er stort sett ingen kommersiell produksjon av jordbruksvekstar til bioenergi i Norge. Noko halm frå kornproduksjonen vert nytta til fast biobrensel. Også i åra framover vil truleg det aller meste av det norske jordbruksarealet verte brukt til mat- og fôrproduksjon, men det kan verte aktuelt å dyrke energivekstar i eit visst omfang. Dyrkingsomfanget vil avhenge av faktorar som marknad for bioenergi, lønsemd, støtteordningar, tilgang på areal og behov for vekstskifte. I våre naboland Danmark, Finland og Sverige vert delar av jordbruksarealet nytta til oljevekstar, korn, energiskog og energigras til bioenergi. Og det vert gjennomført forskning knytt til dyrking og utnytting av energivekstar. Nesheim (2009) og Nesheim & Jørgensen (2010) har gitt oversyn over omfanget av produksjon av vekstar til energiføremål i dei nordiske land.

I Sverige vert det dyrka raps på 0,9 mill. dekar og om lag 3 % av avlinga vert nytta til å produsere biodiesel. I dei andre nordiske land er det ingen eller liten produksjon av biodiesel basert på oljevekstar. Granlund *et al.* (2010) har vurdert potensialet for oljevekstar i Norge, og funne at i 2020 kan inntil 5 % av etterspurnaden etter biodrivstoff verte dekt av norske oljevekstar. I følgje Nesheim (2010) er det stort sett berre raps og rybs som er aktuelle vekstar til biodiesel i Noreg. Det er heller ingen stor produksjon av bioetanol til drivstoff, med unnatak for Sverige der avlinga frå om lag 7 % av kveite- og rugkveitearealet vert nytta til å produsere etanol til drivstoff. Dersom det vert aktuelt med spesialisert etanolproduksjon basert på korn i Norge, er det først og fremst kveite og rugkveite som bør nyttast, av di dei gir størst avling.

I Sverige er det om lag 30 fjernvarmeverk som nyttar flis av *Salix*. Det vert dyrka energiskog av *Salix* på om lag 140 000 dekar. Arealet av *Salix* aukar ikkje lenger i Sverige. Det skuldast delvis at etablering av ein plantasje er ein langsiktig investering (25-30 år) og at tilskot til etablering er sterkt redusert dei siste åra. I Danmark er arealet av *Salix* om lag 20 000 dekar. I 2008 vart det dyrka strandrøyr til biobrensel på om lag 200.000 dekar jordbruksjord i Finland (Lötjönen & Laitinen 2009). Også i Sverige er det kommersiell dyrking av strandrøyr til biobrensel, men omfanget er langt mindre enn i Finland.

I Norge er det til no berre eit par anlegg for produksjon av biogass basert på husdyrgjødsel. Men det er stor interesse for slike anlegg, og det vert truleg bygd fleire i åra framover. Særleg i Tyskland er det mange anlegg som i tillegg til husdyrgjødsel nyttar ulike energivekstar, først og fremst fôrmais og heilsæd av vinterrug, for å auke gassproduksjonen. I Norge vil truleg fleirårige grasartar vere vel så aktuelle som mais (Sørby *et al.* 2007).

Det er gjennomført lite forskning med energivekstar i Norge, med unnatak for oljevekstar til biodiesel. Ved Grimstad er det prøvd ulike klonar av *Salix* og poppel sidan 2002 (Kunze *et al.* 2006). I tillegg til avlingsregistreringar er det gjennomført gransking av brennverdien. I Grimstad har Kofoed Nielsen (2008) hausta strandrøyr i mars/april i åra 2004-2008. Dei mest aktuelle energivekstane på jordbruksjord i Norge i framtida er truleg oljevekstar til biodrivstoff, strandrøyr til fast biobrensel og fleirårige grasartar til biogass. Norske FoU-miljø må utnytte erfaringar frå forskinga i dei andre nordiske landa for å vere best mogleg førebudd ved ei eventuell omlegging av delar av jordbruksarealet til energiføremål. Denne rapporten omtalar forsøk med strandrøyr på myrjord ved Mære Landbruksskole.

2. Strandrøyr som energivekst i Norden

Fleirårige grasartar har fleire eigenskapar som høver godt for å produsere energi på dyrka jord. Avlingspotensialet er høgt, og grasartane inneheld mykje lignin og hemi-cellulose med høg brennverdi. Også av miljømessige omsyn er det gunstig å velje fleirårige gras framfor eittårige åkervekstar som bioenergievekstar; risiko for erosjon og næringstap minkar, innhaldet av karbon i jorda kan auke og det biologiske mangfaldet kan verte godt tatt vare på.

Tidlegare forskning og utprøving av ymse fleirårige gras til produksjon av bioenergi i dei nordiske land, i hovudsak Finland og Sverige, har vist at strandrøyr med underjordiske utløparar (*Phalaris arundinacea* L.) er den mest produktive og vintersterke grasarten med omsyn til årssikker produksjon av biomasse på nordlege breiddegrader (e.g. Landström *et al.* 1996; Levandowski *et al.* 2003; Saijonkari-Pahkala 2001). I Finland var arealet av strandrøyr til biobrensel om lag 200.000 dekar jordbruksjord i 2008 (Lötjönen and Laitinen 2009). Nokre store varmekraftverk inngår kontraktar med gardbrukarar om levering, stort sett i firkantballar. Den finske regjeringa ventar at arealet vil auke til 400.000 dekar i løpet av få år. Også i Sverige er det kommersiell dyrking av strandrøyr til biobrensel, men omfanget er langt mindre enn i Finland (8.000 dekar).

Strandrøyrret vert hausta om våren for å få tørrast mogleg vare før pressing. Avlingane kan variere mykje, særleg på grunn av tap ved haustinga. I følgje Lötjönen & Laitinen (2009) ligg det realistiske avlingsnivået i Finland mellom 400 og 700 kg tørrstoff per dekar, når avlingstapet er trekt i frå. I Sverige er middelavlinga rundt 600 kg tørrstoff per dekar (Olsson 2007). Vassinnhaldet bør vere 10-15 %, men ofte kan dårlege vêrtilhøve ved hausting gi mykje høgare vassinnhald. Metoden med å utsetje haustinga til vinteren eller våren er utprøvd og akseptert i Danmark, Finland, Sverige og i fleire andre land (e.g. Christian *et al.* 2006; Larsson *et al.* 2006; Lötjönen & Laitinen 2009). Fordelane med vinterhausting er at biomassen ikkje treng ytterlegare kostnadskrevjande tørking og oskeinnhaldet er lågare enn ved hausting om hausten.

I Grimstad har Kofoed Nielsen (2008) hausta strandrøyr i mars/april i åra 2004-2008. Årsavlinga har variert frå 610 til 900 kg tørrstoff per dekar, og vassinnhaldet har vore frå 10 til 57 %. Innhaldet av oske var rundt 2,5 % og brennverdien vart målt til 16,5 MJ per kg tørrstoff. I eit feltforsøk på Apelsvoll, Toten har avlinga vore om lag 500 kg tørrstoff per dekar i middel for to sortar og fire år (Bakkegard, upubliserte data).

3. Forsøk med strandrøyr på Mæresmyra

3.1 Materiale og metodar

Forsøksfeltet på 40 meter x 48 meter vart lagt ut på Mæresmyra, Sparbu på eit flatt areal. Myrdjupna vart målt på i alt 20 punkt fordelt systematisk over heile arealet. Djupna varierte i frå 45 til 65 cm, men variasjonen var tilfeldig i høve til plassering av forsøksledd. Det vart ikkje tatt ut jordprøve ved anlegg av feltet, men ut i frå resultat av jordprøver tatt ut på ugjødsle ledd hausten 2008 låg volumvekta rundt 0,50, pH omkring 5,1 og innhaldet av kalium og fosfor (korrigert for volumvekt) var middels til moderat høgt.

Sortane 'Lara' (norsk fôrtype) og 'Bamse' (svensk bioenergitype) og foredlingsmateriala FuSr9101 and FuSr9102 (norske bioenergitypar) vart sådde i juni 2004, på striper med breidd 10 meter og lengd 48 meter. Såmengda var 2,5 kg per dekar. Heile skiftet var gjødsle med om lag 8 kg nitrogen i Fullgjødsel. Feltet vart pussa av to gonger i attleggsåret. Gjødslingsforsøket vart etablert i mai 2005, med følgjande ledd i to gjentak:

1. Ugjødsle ledd
2. Fullgjødsel. 8 kg N/daa (45 kg 18-3-15, gir 8,1 kg N, 1,4 kg P og 6,8 kg K)
3. Blaut storfegjødsel. 3 tonn/daa. Spreidd med vogn, spreiebreidd ca 10 m
4. Blaut storfegjødsel. 6 tonn/daa. Spreidd med vogn, spreiebreidd ca 10 m

I 2005 vart Fullgjødsle spreidd 13. mai og husdyrgjødsle vart køyrd ut den 19. mai. Det året vart det ikkje tatt ut prøve av husdyrgjødsle. Våren 2006 vart Fullgjødsle strødd ut den 11. mai og husdyrgjødsle vart spreidd den 19. mai. Tørrstoffinnhaldet i gjødsle var 3,4 %, innhaldet av ammonium-N var 1,4 kg per tonn, P-innhaldet var 0,3 kg og K-innhaldet var 3,0 kg per tonn. I 2007 vart ikkje feltet gjødsle før 1. juni. Tørrstoffinnhaldet i gjødsle var 8,6 %, innhaldet av ammonium-N var 2,4 kg per tonn, P-innhaldet var 0,5 kg og K-innhaldet var 3,4 kg per tonn. Det siste året vart gjødsle spreidd den 14. mai. Innhaldet i husdyrgjødsle var: Ts-innhald 7,1 %, ammonium-N 2,0 kg/tonn, P 0,4 kg/tonn og K 3,4 kg/tonn. Tilføringa av næringsstoff på dei ulike ledd i 2. til 4. år er vist i tabell 1.

Tabell 1. Tilføring av nitrogen (total-N og mineralsk N), fosfor og kalium i kg per dekar på dei ulike ledda i 2. til 4. forsøksår.

Leidd	2006 (2. år)				2007 (3. år)				2008 (4. år)			
	Tot. N	Min. N	P	K	Tot. N	Min. N	P	K	Tot. N	Min. N	P	K
2. Fullgjødsel	8,1	8,1	1,4	6,8	8,1	8,1	1,4	6,8	8,1	8,1	1,4	6,8
3. Husdyrgj. 3 t/daa	6,1	4,2	0,9	9,0	15,0	7,2	1,5	10,2	12,0	6,0	1,2	10,2
4. Husdyrgj. 6 t/daa	12,2	8,4	1,8	18,0	30,0	14,4	3,0	20,4	24,0	12,0	2,4	20,4

Det går fram av Tabell 1 at tilføringa av mineralsk nitrogen, summen av ammonium og nitrat, i 3 tonn husdyrgjødsel stort sett var lågare enn det som vart gitt i Fullgjødsel. For fosfor var tilføringa lik eller litt lågare, og av kalium vart det tilført noko meir i 3 tonn husdyrgjødsel enn i Fullgjødsel. Verknaden av husdyrgjødsle, og særleg av nitrogen, er avhengig av vêrtilhøva ved og etter spreieing. For 2005 er ikkje vêrdata tilgjengelege for spreietidspunktet. Våren 2006 var døgntemperaturen ved spreieing av husdyrgjødsle om lag 12 °C, det kom 1,2 mm nedbør på spreiedagen og 6 mm to dagar etter. Vinden var om lag 3 sekundmeter. I 2007 var det varmare, døgnmiddlet ved spreieing og nokre dagar etter var 17-18 °C og det kom ikkje nedbør. Vindstyrken var 1,5-2,5 meter per sekund. Det siste året var det gode vilkår for spreieing av husdyrgjødsel, temperaturen låg rundt 5,5 °C, det regna ved spreieing og vinden var under 2 sekundmeter.

Haustinga vart utført om våren med følgjande haustedatoar: 27. april 2006, 2. mai 2007, 21. april 2008 og 30. april 2009. I 2006 vart berre halve feltet forsøkshausta, avlinga av FuSr9101 and FuSr9102 vart ikkje registrert. Kvar anleggsrute var 2 m x 10 m på ugjødsla ruter og der det vart spreidd Fullgjødssel. Ei hausterute på 1,5 m x 6 m vart lagt om lag midt i ruta. Der det vart spreidd husdyrgjødssel var anleggsruta 10 m x 10 m, og hausteruta vart plassert tilfeldig. Det innebar at hausteruta ikkje vart lagt på same stad kvart år. Graset vart slått med motorslåtmaskin, heile råavlinga vart vege og det vart tatt ut ein prøve på om lag ein kilo på kvar rute som vart tørka i tørkeskap ved 60 °C.

I 2006, 2007 og 2008 vart det tatt ut grasprøver i oktober ved at ein klypte nokre grasbuntar tilfeldig plassert på ruta. Føremålet var å undersøkje om innhaldet av oske og mineral endra seg i løpet av vinteren. Ved kvart uttak vart det tatt ut 8 prøver; Sortane 'Lara' og 'Bamse' på gjødslingleda "Fullgjødssel" og "3 tonn husdyrgjødssel" og to gjentak.

NIR apparatet på Bioforsk Øst Løken var ikkje kalibrert for materiale som er hausta på våren. Det vart valt ut i alt 25 prøver frå 2006, 2007 og 2008 som vart sendt til Eurofins og analysert kjemisk for oske, protein, NDF og kalium. Resultata vart nytta av Bioforsk Øst Løken til å lage ei ny NIR kalibrering som vart brukt til å analysere i alt 136 prøver. Fire prøver uttatt våren 2007 frå sortane 'Bamse' og 'Lara' på to gjentak vart sendt til Norut Teknologi AS, Narvik for analyse av brennverdi (pers. oppl. Ross Wakelin).

Det vart nytta tovegs variansanalyse (ANOVA, SAS). Ein brukte også Ryan-Einot-Gabriel-Welsch Multiple Range Test (RGWQ-test).

3.2 Resultat og drøfting

Berre i eitt år (2008) var det sikker avlingsskilnad mellom gjødslingsledda (Tabell 1). Og noko uventa var avlinga minst ved største mengd husdyrgjødssel. Det kan skuldast at husdyrgjødsla har tetta porene i jorda, og at infiltrasjonen av vatn har vorte dårlegare. Det kan ha ført til mindre rotutvikling og såleis lågare avling. I tillegg kan jordpakking ha verka inn på infiltrasjonen, det vart køyrd med traktor og vogn to gonger på ledd 4 mot ei gong på ledd 3 (Myhr *et al.* 1990). Det var også uventa at avlinga var så høg på ugjødsla ruter, særleg dei to første åra. Avlinga var størst i andre året og klart minst i fjerde året. Det er vanskeleg å forklare dei store avlingsskilnadene mellom år. Plantesetnaden var noko tynnare dei siste åra, men det forklarar ikkje heile variasjonen. I middel for alle ledd over fire år var avlinga 570 kg per dekar. Det er om lag same nivå som rapportert frå Finland og Sverige (Olsson 2007; Lötjönen & Laitinen 2009), men noko lågare enn det Kofoed Nilsen (2008) oppnådde på Sørlandet. Det var ingen sikre skilnader mellom gjødslingsnivåa over fire år. Det var til dels stor forsøksfeil i feltet. CV-prosenten for variabelen avlingsmengd, som er eit uttrykk for variasjon, var 14,5 i 2006, 18,3 i 2007, 17,7 i 2008 og 31,9 i 2009.

Tabell 2. Innhald av vatn i prosent og avling i kg tørrstoff per dekar av strandrøyr hausta om våren for fire gjødslingsledd. Middel av fire sortar og to gjentak. I 2006 vart berre to av fire sortar hausta.

Gjødsling	2006		2007		2008		2009	
	% vatn	Avl- ing	% vatn	Avl- ing	% vatn	Avl- ing	% vatn	Avl- ing
1. Ugjødsla	31,5	603	32,0	838	9,7	429a	18,4	290
2. Fullgjødssel	33,8	622	37,6	906	13,0	500a	14,2	375
3. Husdyrgjødssel, 3 t/daa	31,8	736	33,0	964	10,3	415ab	22,6	249
4. Husdyrgjødssel, 6 t/daa	37,8	616	38,9	901	17,7	326b	19,2	275
P-verdi	i.s.	i.s.	i.s.	i.s.	i.s.	0,002	i.s.	(0,085)
Middelfeil	4,6	66	6,6	117	5,2	52	6,2	67

Det er ønskeleg at vassinnhaldet ikkje er høgare enn 10-15 %. Som det går fram av Tabell 2 oppnådde ein slikt vassinnhald berre i tredje året, med eit middel på 12,7 %. I dei andre åra varierte vassinnhaldet frå 18 til 38 %. Det var ingen sikre utslag for gjødsling på vassinnhaldet, heller ikkje ved utrekning over år. Men det var tendens til at vassinnhaldet var høgast etter største mengd husdyrgjødsel. Vassinnhaldet vart estimert ved slått. Dersom ein hadde lagt opp til fortørking i ei viss tid, ville truleg vassinnhaldet ha vore lågare.

Det første året vart berre sortane 'Bamse' og 'Lara' forsøkshausta. Avlinga av 'Bamse' var om lag 100 kg mindre per dekar enn for 'Lara' (Tabell 3). I det tredje året var det 'Bamse' som gav vel 100 kg større avling enn 'Lara', medan det ikkje var skilnad i andre og fjerde året. Foredlingsmateriala FuSr9101 og FuSr9102 gav i middel for åra 2007 til 2009 om lag same avlingsmengd som 'Bamse' og 'Lara'. Det var ingen sikre skilnader i vassinnhald mellom sortane, men det var ein tendens til lågare vassinnhald i 'Bamse' enn i dei andre sortane. Det kan skuldast at 'Bamse' har mindre blad og meir stenglar enn dei andre sortane som var med.

Tabell 3. Innhald av vatn i prosent og avling i kg tørrstoff per dekar av fire sortar av strandrøyr hausta om våren. Middel av fire gjødslingsledd og to gjentak.

Sort	2006		2007		2008		2009	
	% vatn	Avling	% vatn	Avling	% vatn	Avling	% vatn	Avling
1. 'Bamse'	33,5	593	30,2	924	9,7	505a	13,5	264
2. 'Lara'	33,8	695	38,6	916	14,5	386b	23,7	278
3. FuSr9101	-	-	34,8	800	13,9	391b	17,8	324
4. FuSr9102	-	-	37,4	970	12,5	389b	19,4	324
P-verdi	i.s.	(0,061)	i.s.	i.s.	i.s.	0,013	i.s.	i.s.
Middelfeil	4,6	66	6,6	117	5,2	52	6,2	67

Det var ingen skilnader i oskeinnhald mellom gjødslingsnivåa (Tabell 4). Innhaldet av oske var i middel høgast i andre året med 2,6 % og lågast i fjerde året med 1,9 %. På Sørlandet fann Kofod Nilsen (2008) oskeinnhald rundt 2,5 % i strandrøyr, medan Lötjönen & Laitinen (2009) rapporterar om ein variasjon frå 1 til 8 % oske i Finland. I tre av åra var det heller ingen skilnad i innhald av kalium mellom gjødslingsnivåa. Innhaldet av kalium utgjorde berre om lag 10 % av oskeinnhaldet, og både totalinnhaldet og delen av oskeinnhaldet er langt lågare enn i gras hausta til fôr om sommaren. Vi har ingen analysar som viser kva andre mineral oska inneheld, men ut i frå analysar frå Finland (Lötjönen & Laitinen 2009) er det grunn til å tru at silisium og kalsium utgjør ein viktig del. I 2008 var kaliuminnhaldet høgare der det var tilført største mengd husdyrgjødsel enn der det var ugjødsla eller gjødsla med Fullgjødsel.

Tabell 4. Innhald av oske og kalium (K) i prosent av tørrstoffet i strandrøyr hausta om våren for fire gjødslingsledd. Middel av fire sortar og to gjentak. I 2006 vart berre to av fire sortar hausta.

Gjødsling	2006		2007		2008		2009	
	% oske	% K	% oske	% K	% oske	% K	% oske	% K
1. Ugjødsla	2,2	0,25	2,4	0,24	2,1	0,21b	1,9	0,14
2. Fullgjødsel	2,3	0,27	2,4	0,23	2,0	0,21b	1,7	0,14
3. Husdyrgjødsel, 3 t/daa	2,2	0,26	2,4	0,22	1,9	0,22ab	1,9	0,17
4. Husdyrgjødsel, 6 t/daa	2,4	0,25	2,5	0,26	2,0	0,25a	2,0	0,15
P-verdi	i.s.	i.s.	i.s.	i.s.	i.s.	0,020	i.s.	i.s.
Middelfeil	0,10	0,02	0,11	0,02	0,19	0,01	0,17	0,03

I to av åra var oskeinnhaldet lågare i 'Bamse' enn i dei andre sortane (Tabell 5). Det kan ha samanheng med skilnader i blad/stengel høvet. For kalium var det ingen skilnader mellom sortane, med unntak for første året då innhaldet av kalium var høgast i 'Bamse'.

Det vart også analysert for innhald av nitrogen og fiber (NDF). For desse to parametrane var det ingen skilnader mellom gjødslingsnivåa. I tre av åra var det heller ingen skilnader mellom sortane. Men i 2008 var innhaldet av NDF høgare (79 %) og innhaldet av nitrogen lågare (1,5 %) i 'Bamse' enn i dei andre sortane (NDF 75-77 % og N 1,7-1,8 %).

Tabell 5. Innhald av oske og kalium (K) i prosent av tørrstoffet i fire sortar av strandrøyr hausta om våren. Middell av fire gjødslingsledd og to gjentak.

Sort	2006		2007		2008		2009	
	% oske	% K	% oske	% K	% oske	% K	% oske	% K
1. 'Bamse'	2,2b	0,27a	2,3	0,24	1,7c	0,21	2,0	0,15
2. 'Lara'	2,4a	0,24b	2,5	0,23	2,1ab	0,22	1,7	0,18
3. FuSr9101	-	-	2,4	0,22	2,3a	0,22	1,9	0,14
4. FuSr9102	-	-	2,4	0,24	2,0bc	0,24	1,9	0,14
P-verdi	0,025	0,035	i.s.	i.s.	0,003	i.s.	i.s.	i.s.
Middelfeil	0,10	0,02	0,11	0,02	0,19	0,01	0,17	0,03

I tre år vart det tatt ut prøver av strandrøyrret på hausten, for to gjødslingsledd og to sortar. Innhaldet av oske, kalium, NDF og nitrogen vart samanlikna med innhaldet i prøvene tatt ut ved haustinga om våren (Tabell 6). Det var ingen sikker nedgang i innhaldet av oske, NDF og nitrogen frå haust til vår. Men innhaldet av kalium vart om lag halvert i same periode, og nedgangen var lik på begge gjødslingsledd og for begge sortane.

Tabell 6. Innhald av oske og kalium (K) i prosent av tørrstoffet i strandrøyr om hausten og påfølgjande vår for gjødslingsledd 2 (Fullgjødsel) og 3 (3 tonn husdyrgjødsel) og for sortane 'Bamse' og 'Lara'.

Gjødsling	% oske				% kalium			
	Full-gjøds.	Husd.-gjøds.	'Bamse'	'Lara'	Full-gjøds.	Husd.-gjøds.	'Bamse'	'Lara'
Haust 2006	2,4	2,3	2,4	2,3	0,45	0,43	0,43	0,45
Vår 2007	2,4	2,4	2,3	2,5	0,22	0,22	0,24	0,23
P-verdi	i.s.	i.s.	i.s.	i.s.	0,001	0,005	0,001	0,0002
Haust 2007	2,0	2,0	1,9	2,1	0,44	0,41	0,39	0,46
Vår 2008	1,9	1,9	1,7	2,1	0,20	0,22	0,21	0,22
P-verdi	i.s.	i.s.	i.s.	i.s.	i.s.	i.s.	0,0001	0,0001
Haust 2008	2,0	1,8	2,0	1,8	0,29	0,29	0,26	0,33
Vår 2009	1,7	1,9	2,0	1,7	0,16	0,18	0,15	0,18
P-verdi	i.s.	i.s.	i.s.	i.s.	0,008	0,046	i.s.	0,0001

Brennverdien av tørr strandrøyr vart analysert i fire prøver frå våren 2007. I middel var brennverdien 19,4 MJ per kg tørrstoff. Verdien er lik det som er funne i Finland (Lötjönen & Laitinen 2009). Det var ingen skilnad i brennverdi mellom sortane 'Bamse' and 'Lara'. Som vist tidlegare var tørrstoffavling 570 kg per dekar i middel for fire år. Ved å multiplisere middelavlinga med brennverdien vert energiproduksjonen per dekar om lag 3.100 kWh. I Finland har Lötjönen & Laitinen (2009) estimert energibalansen for produksjon av strandrøyr i firkantballar til 0,077 (GJ_{input}/GJ_{output}). Dei har også rekna ut klimagassutsleppet til 0,015 tonn CO₂-ekvivalentar per GJ.

Resultat av analysar av jordprøver tatt ut hausten 2008 er vist i Tabell 7. Volumvekt, pH og innhald av P-AL, Mg-AL, Ca-AL og Na-AL var ikkje sikkert påverka av gjødslingsnivået i åra 2005-2008. For lettløyseleg (K-AL) og syreløyseleg (K-HNO₃) kalium var innhaldet klart høgare etter største mengd husdyrgjødsel enn etter andre gjødslingsnivå. Som vist i Tabell 1 vart det tilført opp til 20 kg kalium per dekar ved største mengd husdyrgjødsel, medan mengda som vart ført bort i avlinga i middel berre var om lag 1,2 kg kalium. For nitrogen var tilsvarande tal 8,0 kg på ugjødsle ledd og 7,8 kg N på ledd med største mengd husdyrgjødsel.

Tabell 7. Volumvekt, pH og innhald av næringsemne (mg/100 g) i jorda, i sjiktet 0-20 cm. Prøvene vart tatt ut hausten 2008, etter ulik gjødsling i åra 2005-2008. Tala er ikkje korrigererte for volumvekt.

Gjødsling	Vol.-vekt, kg/l	pH	P-AL	K-AL	K-HNO ₃	Mg-AL	Ca-AL	Na-AL
1. Ugjødsle	0,48	5,1	8,7	29b	55c	67	622	7,0
2. Fullgjødsel	0,48	5,1	10,0	39b	71bc	48	626	6,6
3. Husdyrgjødsel, 3 t/daa	0,52	5,2	11,2	43b	79b	51	612	7,5
4. Husdyrgjødsel, 6 t/daa	0,48	5,3	15,2	83a	121a	55	664	7,9
P-verdi	i.s.	i.s.	i.s.	0,003	0,002	i.s.	i.s.	i.s.

4. Konklusjon

I åra 2006 til 2009 vart eit felt med strandrøyr på Mære Landbruksskole hausta til biobrensel i april/mai. Dei to første åra var tørrstoffavlinga i middel 770 kg per dekar. Det er om lag same avlingsnivå som vert rekna som normalt i Finland og Sverige. Men dei to siste åra var avlinga berre 360 kg i middel per dekar. For å unngå kostnader med tørking av biomassen, er det ønskeleg at vassinnhaldet ikkje er høgare enn 10-15 %. Men det oppnådde ein berre i eitt av fire år. Utslaga for gjødsling var små, og det var heller ikkje sikre skilnader i avlingsmengd, vassinnhald og oskeinnhald mellom sortane. Resultata viser at metoden med hausting av strandrøyr til biobrensel om våren kan vere brukbar i Midt-Norge. Men det er ei utfordring å oppnå lågt nok vassinnhald. Det problemet kan kanskje løysast ved fortørking før pressing.

5. Etterord

Arbeidet er finansiert av Landbruks- og matdepartementet. Takk til Knut Finserås og Gisle Bjerkan ved Mære Landbruksskole for alt arbeid med tilføring av husdyrgjødsel og med fjerning av gras i frå feltet. Også takk til Anne Langerud og Sigrid Alstad ved Bioforsk Midt-Norge Kvithamar for arbeid med hausting av forsøksfeltet og til utrekning av resultat. Takk også til Tor Lunnan ved Bioforsk Aust Løken for hjelp med kalibrering av NIR-apparatet og for gode råd og innspel til manuskriptet.

6. Referansar

Christian, D.G., Yates, N.E. & Riche, A.B. 2006. The effect of harvest date on the yield and mineral content of *Phalaris arundinacea* L. (reed canary grass) genotypes screened for their potential as energy crops in southern England. *J Sci Food Agric* 86: 1181-1188.

Granlund, L., Eltun, R., Hohle, E. E., Nesheim, L., Waalen, E. & Åssveen, M. 2010. Biodiesel fra norske jordbruksvekster. *Bioforsk RAPPORT 5* (17): 1-36.

Kofoed Nielsen, H. 2008. Sorrel and reed canary grass in southern Norway. *Aspects of Applied Biology* 90: 75-79.

Kunze, M., H. Kofoed Nielsen & M. Ahlhaus. 2006. Yield of woody biomass from southern Norway and their suitability for combustion and gasification purposes depending on the harvest frequency. *Proceedings of the 2nd IBBC, Stralsund, Germany.*

Larsson, S., Örberg, H., Kalén, G. & Thyrel, M. 2006. Rörflen som energigröda. Erfarenheter fråmn fullskaleforsök vid Biobrännletekniskt Centrum (BTC) i Umeå under åren 2000-2004. *BTK-rapport 2006. 11. Sveriges lantbruksuniversitet.*

Landström, S.; Lomakka, L. & Andersson, S. 1996. "Harvest in spring improves yield and quality of reed canary grass as a bioenergy crop", *Biomass and Bioenergy* 11: 333-341.

Lewandowski, I., Scurlock, J.M.O., Lindvall, E. & Christou, M. 2003. The development of and current status of perennial rhizomatous grasses as energy crops in the US and Europe. *Biomass and Bioenergy* 25: 335-361.

Lötjönen, T. & Laitinen (eds.) T. 2009. *Energy from field energy crops - a handbook for energy produceres.* Jyväskylä Innovation Oy. 63 pp.

Myhr, K., Håland, Å. & Nesheim, L. 1990. Verknad av våtkompostert og ubehandla husdyrgjødsel, og av jordpakking, på infiltrasjonen av vatn i dyrka jord. *Norsk landbruksforskning* 4: 161-172.

Nesheim, L. 2009. Jordbruksvekstar til bioenergi. *Bioforsk FOKUS 4* (2): 86-87.

Nesheim, L., Eltun, R. & Weiseth, L. 2010. Alternative oljevekstar til norsk biodiesel. *Bioforsk Rapport 5* (10). 1-12.

Nesheim, L. & U. Jørgensen. 2010. Significance and types of energy crops in the Nordic countries. In: Grzybek, A. (ed.). *Modelling of biomass utilisation for energy purpose.* *Bioforsk FOKUS Vol 5* (6): 6-13.

Olsson, R. 2007. Den svenska bioenergisatsningen med tonvikt på fasta och flytande biobrännslen från jordbruket. *Bioforsk FOKUS 2* (1): 18:19.

Saijonkari-Pahkala, K. 2001. Non-wood plants as raw material for pulp and paper. *Agricultural and food Science in Finland* 10, supplement 1. 101 pp.

Sørby, I., T. Briseid, L. Nesheim, V. Vallumrød & R. Lønnum. 2007. Biogassproduksjon av organiske restprodukt i landbruket. Holm gård i Re. *Teknologivalg og kostnadsberegninger.* Rapport fra Re kommune. 67 sider.