



HALM OG EFTERAFGRØDE TIL BIOGASPRODUKTION

STØTTET AF

Promilleafgiftsfonden for landbrug

Nye forsøg med samlet høst af halm og efterafgrøder til biogas produktion understreger, at efterafgrødernes vækst varierer meget, og at ribbehøst er den bedste metode til at sikre en stor stående halmmængde.

Høsten af halm+efterafgrøde er følsom for efterårsnedbør.

INDHOLD

- Halm og efterafgrøder er oplagte ressourcer til biogasproduktion
- Samlet høst og ensilering af halm og efterafgrøder
- Markforsøg i 2017
- Etablering af efterafgrøder
- Kerneudbytte i korn
- Halmmængder og vækst af efterafgrøder
- Perspektiver for samlet høst af halm+efterafgrøde
- Kilder

HALM OG EFTERAFGRØDER ER OPLAGTE RESSOURCER TIL BIOGASPRODUKTION

I gylle-baseret biogasproduktion er der generelt behov for at supplere gyllen med mere energirig biomasse. Mange af de mest oplagte og lettest omsættelige restbiomasser til biogas er allerede i brug, så der er brug for alternative biomassekilder. Halm og efterafgrøder kan være nogle af mulighederne, og begge typer biomasse har status som restbiomasse i forhold til

biogasproduktion (i modsætning til deciderede energifgrøder som majs og roer), så der er ingen lovgivningsmæssige restriktioner i anvendelsen på biogasanlæggene.

Halm udgør en meget stor biomasseressource i Danmark, og der er i de fleste år meget betydelige halmmængder, som ikke udnyttes. Blandt udfordringerne ved at anvende halm i biogasproduktion er det generelt lave metanudbytte af halmen ved kort opholdstid i biogasreaktoren samt besværligheder med at indføde halmen i biogasanlægget og at undgå dannelse af flydelag i reaktoren. Disse forhold medfører normalt behov for en vis forbehandling af halmen før indfødnig i biogasanlægget.

Biomasse af efterafgrøder giver generelt højt metanudbytte og kan typisk anvendes i biogasanlæg uden de store problemer. Til gengæld er tørstofudbyttet af efterafgrøderne ofte for lavt til, at det kan betale sig at høste biomasse til f.eks. biogasproduktion. Ydermere er tørstofindholdet i efterafgrøder ofte så lavt, at der vil være betydeligt saftafløb ved ensilering af ren efterafgrøde. Disse forhold er nærmere beskrevet i artiklen [Optimering af biomasseproduktionen i efterafgrøder](#).

[Til top](#)

SAMLET HØST OG ENSILERING AF HALM OG EFTERAFGRØDER

En mulighed for at løse flere af disse udfordringer samtidig kan være, at man lader halmen/strået stå på marken efter kornhøst for så om efteråret at høste halm og efterafgrøder samtidig. Konceptet er beskrevet bl.a. i artiklen [Høst af halm+efterafgrøde til biogasproduktion](#). Den samlede høst af halm+efterafgrøde giver et større biomasseudbytte pr. ha og dermed formodentlig lavere omkostninger pr. ton høstet tørstof. Halmen kunne absorbere noget af saften fra efterafgrøderne, så der undgås saftafløb ved ensileringen, og til gengæld vil den sukkerrige saft fra efterafgrøderne kunne sikre en god ensilering af biomasseblandingen. Flere forsøg med sam-ensilering af halm med grøn biomasse som roetop eller efterafgrøde har vist, at sam-ensileringen øger metanudbyttet sammenlignet med frisk biomasse. Ensileringen kan således fungere som en forbehandling af halmen, som både øger halmens metanudbytte og reducerer problemerne ved flydelagsdannelse. Sam-ensileringen er nærmere beskrevet i artiklen [Ensilering af halm sammen med grøn biomasse til biogasproduktion](#).

[Til top](#)

MARKFORSØG I 2017

Hvis konceptet med samlet høst af halm+efterafgrøde skal udbredes i praksis, er der brug for mere viden om, hvilke udbytter der kan forventes. Da der er behov for et vist udbytte af efterafgrøderne, er det bl.a. relevant at vide, om efterafgrødernes vækst kan øges uden at gå på kompromis med kerneudbyttet i korn. Derfor er der i 2017 gennemført to storparcel-forsøg

med forårsudlagte efterafgrøder i vårbyg. Forsøgene er gennemført på økologisk drevet JB3 ved Ølgod og konventionelt drevet JB1 ved Skærbæk. Grundbehandlingerne i de to forsøg er vist i tabel 1, og forsøgsbehandlingerne er vist i tabel 2.

Tabel 1. Oversigt over grundbehandlinger i to markforsøg i 2017 med vårbyg med efterafgrøder med henblik på høst af halm+efterafgrøde til biogasproduktion.

Beskrivelse	Forsøg	
	Ølgod	Skærbæk
<i>2017. 2 forsøg</i>		
Jordtype (vurderet)	JB 3	JB 1
Dyrkningsform	Økologisk	Konventionel
Sådato for vårbyg og efterafgrøde	5/5 2017	9/4 2017
Vårbyg, sort og udsædsmængde	Evergreen, 150 kg/ha	KWS Irina, 150 kg/ha
Alm. rajgræs, sort og udsædsmængde	Arsenal, 5-10 kg/ha	Arsenal, 5-10 kg/ha
Rødkløver, sort og udsædsmængde	Suez, 3 kg/ha	Sprøjtet bort
Ukrudtsforekomst	Meget	Meget lidt
Husdyrgødning	84 kg NH ₄ -N/ha, kvæggylle	71 kg NH ₄ -N/ha, kvæggylle
Handelsgødning	-	27 kg N
Høstmetode for vårbyg	Ribbehøst	Mejetærskning
Høstdato for vårbyg	9/8 2017	23/8 2017
Stadium for vårbyg ved høst	St. 80	St. 91
Strånedknækning før høst	Ingen	En del
Stubhøjde eller strå længde efter høst	42 cm	17 cm

Tabel 2. Forsøgsbehandlinger og udbytte af vårbyg i to markforsøg i 2017 med vårbyg med efterafgrøder med henblik på høst af halm+efterafgrøde til biogasproduktion. Bemærk at der er ribbehøstet i Ølgod (aks) og mejetærsket i Skærbæk (kerne). Bemærk også at rødkløveren ved en fejl blev sprøjtet bort i forsøget ved Skærbæk, dvs. der var reelt kun alm. rajgræs som efterafgrøde både i led 2, 3 og 4.

Forsøgsbehandlinger				Tørstofindhold, pct.		Udbytte, hkg aks/kerne pr. ha (15 % vand)		
Forsøgsled	Rækkeafstand i vårbyg, cm	Efterafgrøde				Ølgod	Skærbæk	Ølgod
		Art	Udsædsmængde, kg pr. ha					
2017. 2 forsøg								
1.	12	-		43	79	34	51	43
2.	12	Alm. rajgræs + rødkløver	5 + 3 kg	54	79	43	47	45

3.	12	Alm. rajgræs	10 kg	47	79	38	47	42
4.	24	Alm. rajgræs + rødkløver	5 + 3 kg	-	79	-	46	-
LSD				-	-	1,1	2,7	ns

[Til top](#)

ETABLERING AF EFTERAFGRØDER

I begge forsøg indgik tre forsøgsled med 12 cm rækkeafstand i vårbyggen men hhv. uden efterafgrøde, med alm. rajgræs + rødkløver eller med alm. rajgræs (forsøgsled 1-3). I forsøget ved Skærbæk indgik desuden et forsøgsled med 24 cm rækkeafstand i vårbyggen kombineret med alm. rajgræs + rødkløver som efterafgrøde (forsøgsled 4). Efterafgrøderne blev generelt etableret godt, se fotos. I forsøget ved Skærbæk blev forsøget ved en fejl sprøjtet med et ukrudtsmiddel, der fjernede rødkløveren i forsøgsled 2 og 4, så i dette forsøg var forskellen mellem forsøgsled 2 og 3 reelt kun udsædsmængden af alm. rajgræs.



Foto 1-2. Etablering af alm. rajgræs i forsøget ved Ølgod, fotograferet 21. juni 2017. Efterafgrøderne blev fornuftigt etableret, men der var en meget kraftig forekomst af ukrudt. Øverst ses parcel med alm. rajgræs og nederst parcel med alm. rajgræs + rødkløver. (Foto: Erik Fog, SEGES).



Foto 3-4. Etablering af alm. rajgræs i forsøget ved Skærbæk, fotograferet 20. juni 2017.

Udsædsmængden var enten 5 kg (øverst) eller 10 kg (nederst) rajgræsfrø pr. ha. Der var stort set ingen ukrudt i kornet. Ved en fejl blev rødkløveren også sprøjtet væk. (Foto: Erik Fog, SEGES).

[Til top](#)

KERNEUDBYTTE I KORN

Vårbyggen blev i Ølgod høstet med ribbebord ved stadium 80, mens den i Skærbæk blev høstet med mejetærsker ved modenhed. I forsøget ved Ølgod var der således tale om høst af hele akset inkl. avner mv., og det gav et råvareudbytte af kerne-/aksfraktionen på 68 hkg pr. ha i alle tre forsøgsled. Når der blev korrigeret til et vandindhold på 15 % vand, var der et aksudbytte på 34 hkg pr. ha uden efterafgrøder og et signifikant højere aksudbytte på 38-43 hkg pr. ha med efterafgrøder. Der synes ikke umiddelbart at være nogen oplagt forklaring på, hvorfor der er opnået større kerneudbytte i disse forsøgsled. Rødkløveren formodes ikke at have bidraget med kvælstof allerede i løbet af vårbyggens vækstsæson, men det er muligt, at efterafgrøderne har hæmmet ukrudtet, og at efterafgrøden kan have været mindre tabsvoldende end ukrudtet. Desuden er der mistanke om misvisende tørstofanalyser, da der ikke forventes højere tørstofindhold i vårbyg pga. efterafgrøderne. Der var et ret stort indhold af grøn biomasse i alle tre prøver til tørstofanalyse, formodentlig pga. den kraftige forekomst af ukrudt og rødkløver, se fotos 5-7. Det er derfor sandsynligt, at de udtagne prøver ikke har været repræsentative. Havde kornafgrøden stået til modenhed, og kernerne var blevet høstet med mejetærsker med ribbebord, var selve kerneudbyttet sandsynligvis væsentligt lavere på grund af den store konkurrence fra ukrudt og udlæg.

I forsøget ved Skærbæk var der et kerneudbytte på 51 hkg pr. ha uden efterafgrøder, mens der i forsøgsled med alm. rajgræs var et signifikant udbyttetab på 4-6 hkg pr. ha. Der var dog ikke signifikant større udbyttetab i vårbyg med 24 cm rækkeafstand end i vårbyg med 12 cm rækkeafstand. Afprøvning af 24 cm rækkeafstand skulle vise, om det gav en bedre vækst af udlægget, hvilket ikke blev muligt at belyse, da der ikke blev målt udbytte.

Forsøget i Skærbæk viser, at der er risiko for et vist tab af kerneudbytte, når efterafgrøden etableres som udlæg om foråret. I ældre forsøg med forårsudlagte efterafgrøder i vårsæd har italiensk rajgræs givet tab af kerneudbytte på 3-7 hkg pr. ha, mens alm. rajgræs har givet tab på 0-2 hkg pr. ha (Nielsen & Mikkelsen, 1990). Værdien af det mindre kerneudbytte skal vejes op mod den værdi, der kan høstes gennem biogasproduktionen fra halm+efterafgrøde. I det aktuelle forsøg, hvor mejetærskeren kun efterlod en lav halmstub, kunne der ikke høstes halm+efterafgrøde til biogasproduktion.





Foto 5-7. Kerne-/aksfraktion fra høst af vårbyg i forsøgsled 1, 2 og 3 i forsøget ved Ølgod, høstet ved kornets stadium 80. Bemærk den store andel af grøn biomasse i prøverne, der bl.a. skyldes en kraftig forekomst af ukrudt. (Foto: Tina Thora Hansen, Teknologisk Institut).

[Til top](#)

HALMMÆNGDER OG VÆKST AF EFTERAFGRØDER

I forsøget ved Ølgod var der en strå længde på 42 cm efter ribbehøst, så her var der en stor halmmængde, der ville kunne høstes sammen med efterafgrøden. Desuden var der en særdeles god vækst af efterafgrøderne, og 26/10 2017 var rødkløveren ca. 55 cm høj og alm. rajgræs ca. 30 cm høj. Se fotos 8-9. Men på grund af det meget våde efterår var det ikke muligt at høste og måle udbytte i halm+efterafgrøde. Parcellerne i Ølgod bliver stående vinteren over, og det vil blive afklaret i det tidlige forår, om der stadig er nok biomasse til at høste til biogasproduktion. Hvis det viser sig, at der fortsat er værdi i halm+efterafgrøder efter en lang våd periode (efterår-vinter), vil det være udtryk for en robust måde at høste halm til biogasproduktion, når man sammenligner med traditionel halmhøst, hvor halmen på en del marker ikke kunne bjærges på grund af de store nedbørsmængder i efteråret 2017.





Foto 8-9. Halm og efterafgrøde i forsøget ved Ølgod, fotograferet 26. oktober 2017. Øverst ses parcel med alm. rajgræs samt strå efter ribbehøst af vårbyggen. Nederst ses parcel med alm. rajgræs og rødkløver, hvor rødkløveren var blevet meget kraftig og ca. 55 cm høj. (Foto: Kresten Junker, SAGRO).

I forsøget ved Skærbæk var der en del lejesæd og strå-nedknækning, og ved kornhøst var det derfor nødvendigt at sænke skærebordet relativt langt ned for at få alle kerner med, hvorfor stubhøjden kun blev 17 cm. Desuden var der generelt en ganske beskeden vækst af efterafgrøden i dette forsøg.

Skal man være sikker på tilstrækkelig biomasse af halm+efterafgrøde at høste, bør man derfor kunne ribbehøste (enten til ensilering af aksfraktionen eller til høst af kernefraktionen ved modenhed), specielt når det drejer sig om vårbyg, der har nedhængende aks. Rødkløver ser også ud til at være god som efterafgrøde, idet den selv kan sørge for kvælstof og kan vokse om efteråret, hvor kornet ellers har udnyttet det plantetilgængelige kvælstof.





Foto 10-13. Halm og efterafgrøde i forsøget ved Skærbæk, fotograferet 3. oktober 2017. Pga. strå-nedknækning blev kornet mejetærsket med en stubhøjde på 17 cm, hvorfor der ikke var så meget stråbiomasse tilbage. Desuden var der kun en relativt beskeden tilvækst af alm. rajgræs i løbet af sensommeren og efteråret, så samlet set var der ikke tilstrækkeligt med biomasse til høst. Øverst ses en parcel uden efterafgrøde, dernæst en parcel med 5 kg alm. rajgræs pr. ha, en parcel med 10 kg alm. rajgræs pr. ha og nederst en parcel med 5 kg alm. rajgræs pr. ha kombineret med en rækkeafstand på 24 cm. (Foto: John Hansen, LandboSyd).

[Til top](#)

PERSPEKTIVER FOR SAMLET HØST AF HALM+EFTERAFGRØDE

Da der ikke er målt udbytter af halm+efterafgrøder i de to forsøg i 2017, er der fortsat behov for at få sat tal på, hvad der vil være realistiske biomasseudbytter ved dette koncept. På det nuværende grundlag kan der dog konkluderes følgende:

- Dyrkning af forårsudlagte efterafgrøder medfører en vis risiko for tab af kerneudbytte pga. efterafgrødernes konkurrence mod kornafgrøden, evt. op til 5-7 hkg/ha afhængig af bl.a. art af efterafgrøde. Der ses dog ikke altid noget udbyttetab, og der er forskellige muligheder for at styre konkurrencen mellem kornafgrøde og efterafgrøde, f.eks. vha. forsinket såning af efterafgrøden.
- Efterafgrødernes vækst er stærkt varierende fra mark til mark. Græssers vækst kan være

begrænset af mangel på næringsstoffer om efteråret, mens rødkløver selv kan fiksere kvælstof.

- Ved mejetærskning af kornet med almindeligt skærebord kan der kun sikres en stor halmbiomasse i høj stående stub, hvis der er tale om langstråede og opretstående kornarter og -sorter.
- Ribbehøst af kornet giver betydeligt større sikkerhed for at opnå en stor mængde stående halmbiomasse, hvad enten der høstes til ensilering (med finsnitter) eller til modenhed (mejetærsker).
- Systemet med høst af halm+efterafgrøde om efteråret er følsomt overfor efterårsnedbør, der kan medføre køreskader eller helt umuliggøre høst.

[Til top](#)

KILDER

Nielsen, K.A. & Mikkelsen, M. (1990). Udlæg af mellemafgrøder og efterafgrøder i korn, 1987-90. [Oversigt over Landsforsøgene 1990, s. 249-251.](#)

[Til top](#)