



UDRÅDNING AF HALM

STØTTET AF

Promilleafgiftsfonden for landbrug

Halm er den største biomasseresource, vi har. Halm kræver mellemlagring, og lagringen kan ske under tag eller i stakke. Denne rapport beskriver biogasproduktion på våd halm og ensileret halm.

INDLEDNING

SEGES og firmaet Bio/textT udfører sammen med Khon Kaen University i Thailand forsøg med udrådning af halm, til dels forbehandlet ved ensilering eller varmebehandling.

Dette notat, der er nummer 2 i rækken, omhandler forsøgsresultater med bygghalm i foreliggende form, som våd halm og som ensileret halm. Forsøgene er udført med podemasse fra 2 forskellige biogasanlæg, et stort fælles anlæg og et mellemstort gårdanlæg, der allerede gennem en periode har brugt halm.

FORSØGSGRUNDLAG

De 2 biogasanlæg, hvorfra podemassen er hentet, behandler følgende typer biomasse:

- Fællesanlægget: gylle, majsensilage, dybstrøelse og industriaffald
- Gårdanlægget: gylle, halm og industriaffald. Her ud over til tider også dybstrøelse.

Begge anlæg er vurderet til at bakteriefloraen kunne være optimal for omsætning af halm. Podemassen er udtaget fra én reaktortank. Massen er grundigt omrystet umiddelbart før fordeling til de benyttede laboratorie skala reaktorer, således at alle burde få tilført helt sammenlignelig masse.

Der er opstillet 2 serier af forsøg.

Forsøgsserie 1:

- Tør byghalm
- Ensileret byghalm

Forsøgsserie 2:

- Våd byghalm
- Ensileret byghalm.

Det skal noteres, at tør halm og ensileret halm ikke er fra samme kilde.

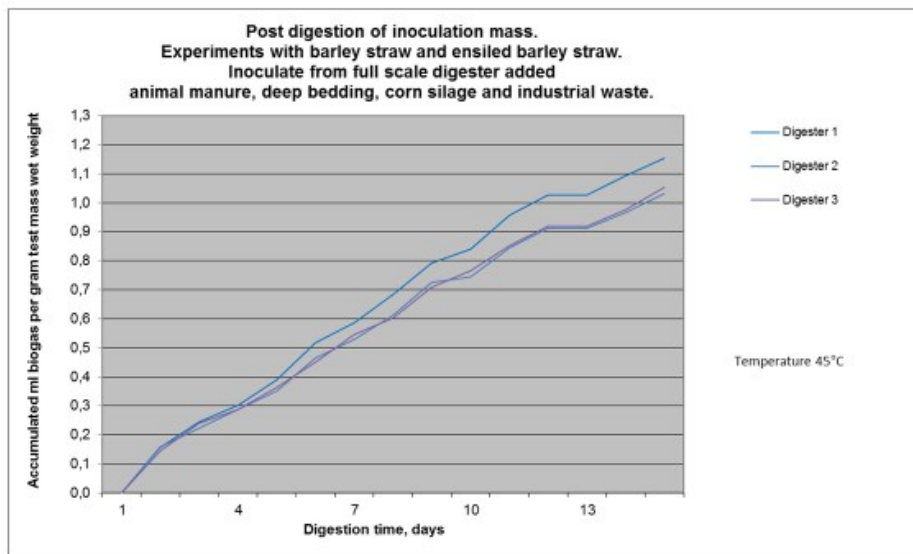
For forsøgsserie 1 er podemassen stabiliseret inden første tilsats af halm. For forsøgsserie 2 har dette ikke været nødvendigt, da det pågældende anlæg var i stabil og effektiv drift.

Udrådningstemperaturen er som på fuldskala anlæggene cirka 45°C for fællesanlægget og cirka 43°C for gårdanlægget. Det kan noteres, at begge anlæg i dag drives ved cirka 48°C som et resultat af en sluttelig optimering.

RESULTATER AF EFTERAFGASNING

I denne sammenhæng er podemasse fra biogasfællesanlægget efterudrådnat i 14 døgn. Herefter vil biogasproduktionen typisk være lav og stabil, og koncentrationen af let omsætteligt organisk stof være omsat til biogas. Derfor vil bakterierne i stor udstrækning begynde nedbrydning af mere kompliceret opbygget organisk stof.

Efterudrådningen har vist følgende:



Figur 1.

Resultaterne viser, at afvigelsen mellem de 3 produktionsdata ligger indenfor +/- 10 % af gennemsnitsværdien, hvilket er et udmærket resultat. Bortset herfra afviger reaktor 1 ved en højere biogasproduktion end 2 og 3, der er flot sammenfaldende.

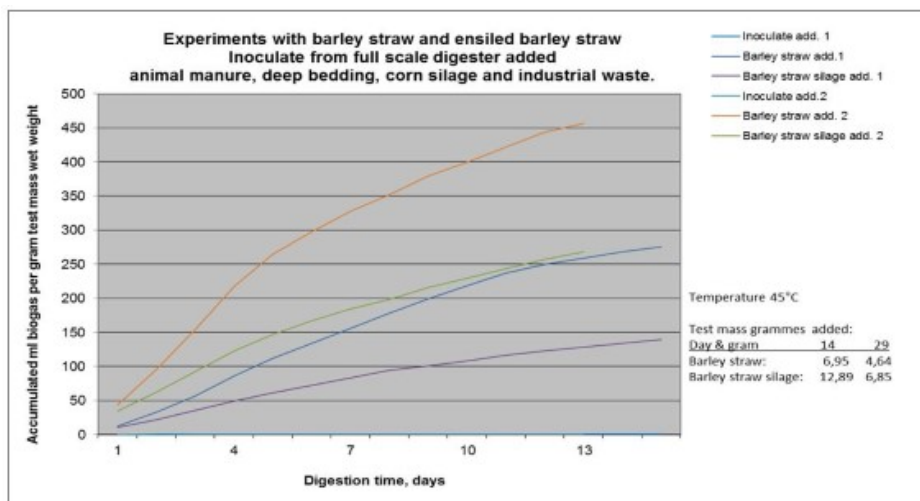
Nedenstående tabel viser de opnåede omsætningsrater gennem forsøgsperioden.

	RT 1	RT 2	RT 3
MI gas / gram masse	1,15	1,03	1,05
MI gas / gram TS	17	15	15
MI gas / gram VS	23	20	21

Set i forhold til, at gasproduktionen på biogasanlæg typisk ligger på i størrelsesordenen 350 til 500 m³ biogas / tons TS, afhængigt af biomasse til anlægget, er den fundne restgas produktion beskednen.

RESULTATER FOR UDRÅDNING AF HALM OG ENSILERET HALM

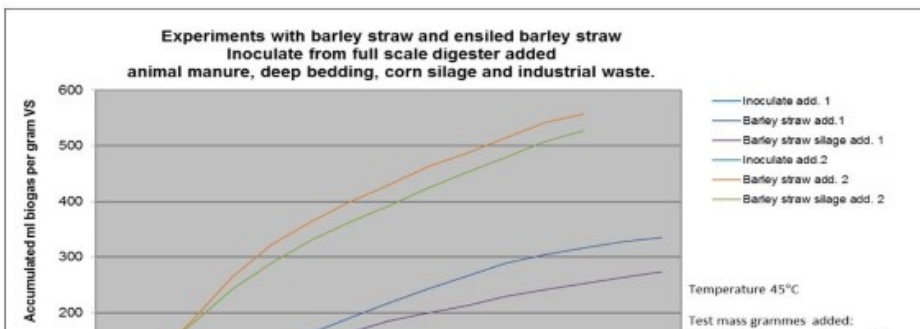
Nedenfor ses udrådningsresultaterne for udrådning med podemasse fra biogafællesanlægget:

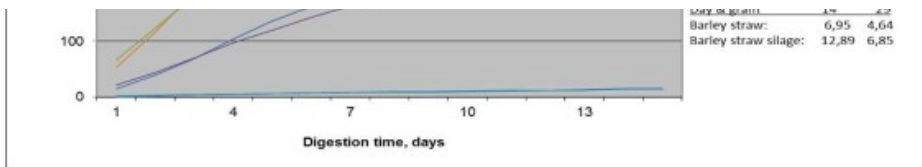


Figur 2.

Som normalt ved denne type forsøg viser 2. tilsats betydeligt bedre omsætning end første tilsats. I denne sammenhæng er forskellene særligt udtalte.

Omsætning i forhold til tilsats af organisk stof som VS er vist nedenfor.

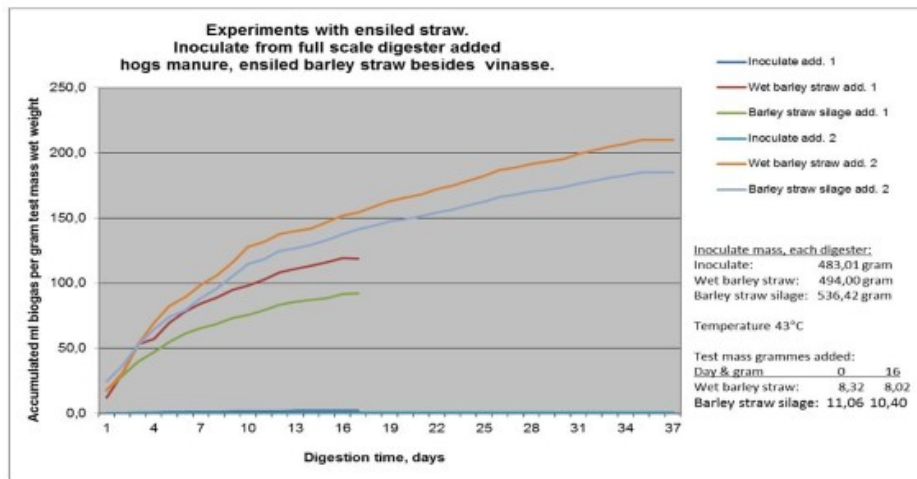




Figur 3.

Igen viser forsøgsresultaterne, at tør halm giver højere biogasproduktion end ensileret halm. Dog er forskellene i denne sammenhæng mindre, hvor tilsats 2 giver tilnærmelsesvist ens resultater.

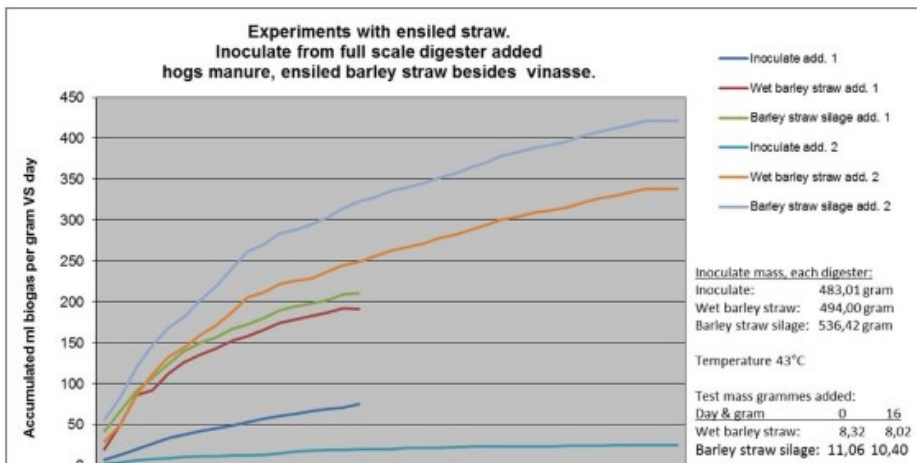
Nedenfor ses udrådningsresultaterne for udrådning med podemasse fra biogasgårdanlægget:



Figur 4.

Som normalt ved denne type forsøg viser 2. tilsats også her betydeligt bedre omsætning ved anden end første tilsats. I denne sammenhæng er forskellene knap så udtalte som ved fællesanlægget. På den anden side er gasproduktionen i forhold til vådvægten mindre end for ovennævnte forsøg.

Omsætning i forhold til tilsats af organisk stof som VS er vist nedenfor.





Figur 5.

Her viser forsøgsresultaterne, at ensileret halm giver højere biogasproduktion end våd halm. Dog er forskellene i denne sammenhæng mindre, hvor tilsats 1 giver tilnærmelsesvist ens resultater mens tilsats 2 giver betydeligt forøgede resultater for ensileret halm.

Forsøgsresultaterne kan sammenlignes ved 13 døgns-resultaterne:

Værdier er gns. af 2 tilsatser af halm	Podemasse fra fælles anlæg		Podemasse fra gårdanlæg	
	Tør halm	Ensileret halm	Våd halm	Ensileret halm
MI gas / gram masse	358	198	127	107
MI gas / gram TS	420	366	194	209
MI gas / gram VS	436	390	205	243

Det skal bemærkes, at den tørre halm ikke stammer fra samme anlæg som våd halm og ensileret halm. Disse resultater kan derfor ikke umiddelbart sammenlignes med tal for ensileret halm og våd halm.

Når der ses bort fra resultaterne for tør halm ses, at podemasse fra det fælles anlæg giver betydeligt bedre omsætning af ensileret halm end podemasse fra gårdanlægget, rundt 60 % højere gasproduktion.

Baggrunden for denne store forskel kan ikke umiddelbart ses ud fra funktionen på de 2 forskellige anlæg, idet begge anlæg har været igennem en periode med proces-ustabilitet, og efterfølgende er blevet balanceret af undertegnede. Alt andet lige burde de 2 anlæg derfor medvirke til nogenlunde samme omsætning af ensilage.

RESULTATER FOR ANDRE ANLÆG

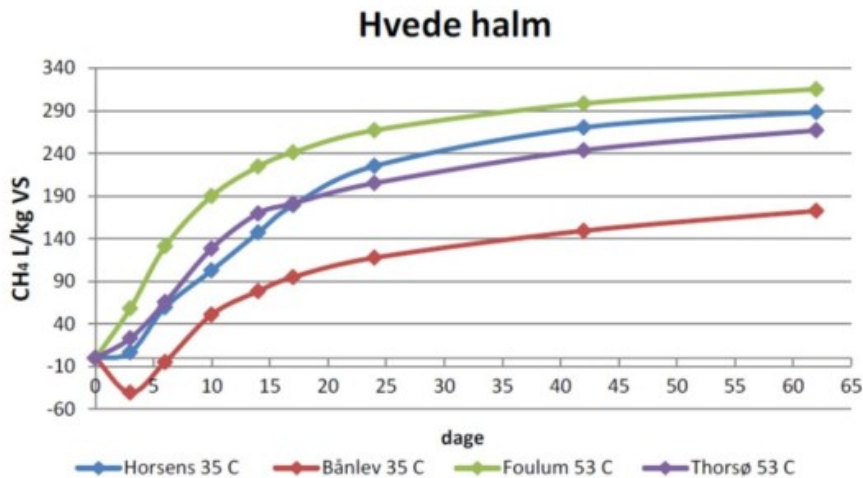
Hvis man ser på tilsvarende fuldskala anlæg, kan omsætningseffektiviteten af halm variere ganske betydeligt. Nedenstående resultater fra forsøg på Foulum viser noget tilsvarende for den mikrobielle kapacitet til nedbrydning af halm og dermed hydrolyseeffektiviteten.

Det skal noteres, at udrådnings-temperaturerne for forsøgene afviger fra temperaturerne på fuldskala anlæggene, hvor de 2 angivne mesofilt drevne anlæg drives ved godt 40°C og hvor i det mindste det termofile anlæg ved Thorsø drives ved lidt lavere temperatur end angivet.

Disse forsøg med halm viser, at specielt Foulum anlægget, der igennem en lang periode er tilført ekstruderet halm, omsætter halm hurtigt og effektivt i forhold til de øvrige anlæg. Især Bånlev anlægget, i mindre udstrækning Horsens anlægget, gennemgår en lag-fase, før der omsættes væsentlige mængder halm til biogas. Her skal det dog noteres, at anlæggenes driftstemperatur er mere end 5°C højere end anvendt ved forsøgene.

Uanset dette ses for Bånlev, Horsens og Thorsø anlæggene en lag-fase, der afviger fra

resultatet for Foulum.



Figur 6. Halm, dybstrøelse og andre tørstofrige produkter til biogas – forbehandling og potentialer. Ref: Henrik B. Møller.

Sådanne afvigelser er typisk afstedkommet af bakteriernes aktuelle produktion af exo-enzymmer til neddeling af halm samt af bakteriesammensætningen. Man kan udlede, at dersom driftsforholdene betinger, at bakterierne er belastede med organisk stof på et niveau, hvor de ikke behøver producere exo-enzymmer i videre udstrækning for at have optimale vækstvilkår, vil de ikke bruge energi på produktionen af exo-enzymmer. Det kan føre til, at bakterier, der er særligt egnede til netop at producere effektive exo-enzymmer, der kan nedbryde halm-masse, reduceres i antal eller eventuelt vaskes ud af anlægget.

Normalt vil der altid være bakterier i biogasanlæg, der kan nedbryde halm med en hvis virkningsgrad, men som ovenstående viser, kan der være betydelige afvigelser i nedbrydningshastigheden og effektiviteten anlæggene imellem.

KONKLUSION

Resultaterne for udrådning af ensileret halm viser, at podemasse fra 2 forskellige anlæg kan medvirke til meget forskellig omsætning af ensileret halm. Der er afvigelser på omsætning af tør halm, der indikerer, at denne halm i sin sammensætning varierer ganske meget fra ensileret og våd halm.

Det er besluttet at fortsætte forsøgene med våd halm og ensileret halm for at finde en forklaring på det lave udbytte på basis af podemasse fra gårdanlægget. Resultaterne af forsøgene med halm følger indenfor de kommende 4 måneder.