

15. december 2019

## Synergi i samarbejde mellem bioraffinering af græsprotein og biogasproduktion

Ved produktion af græsprotein skal store mængder græs høstes, transporteres og processeres. Græsprotein koncentratet udgør omkring 17 % af tørstoffet i det høstede græs, hvilket betyder at sidestrømmene i form af pressebage af græs fibre og brunsaft, der er restvæsken efter centrifugering af proteinvæsken, udgør en langt større mængde end proteinproduktet, og det er derfor af stor betydning for økonomien, at transport og anvendelse af sidestrømmene er optimeret.

Pressebage indeholder hovedparten af de fordøjelige kulhydrater fra græsset og fortsat en del protein. Det betyder, at presseresten er velegnet til kvægfoder – fuldt på højde med græsensilage. Et fodringsforsøg med ensileret presserest har bekræftet dette. Resultater fra forsøget kan findes [her](#).

Presseresten er samtidig velegnet til biogasfremstilling, dels på grund af indholdet af omsætteligt organisk materiale, dels fordi græsset har været gennem en kraftig skruepresse, der så at sige åbner fibrene, så bakterierne i biogasanlægget lettere kan komme til at omdanne dem til metan. Den mekaniske bearbejdning gør det også lettere at indføde og opblende græsmaterialet i biogasanlægget.

Brunsaften er en tynd væske, der indeholder omkring 4 % tørstof som til gengæld er let omsætteligt og også indeholder næringsstoffer som kvælstof: (ca. 0,4 kg/ton) og kalium (ca. 2,3 kg/ton). Brunsaften kan derfor enten bruges i biogasanlæg eller til at køre tilbage til marken som gødning.

### Bioraffinering i forbindelse med kvægproduktion eller biogasproduktion

Ved etablering af anlæg til bioraffinering af græsprotein er der to relevante modeller:

A: Bioraffinaderiet etableres i nærheden af kvægbrug, hvor græsset så at sige lånes af kørerne, idet pressebage returneres til kvægbrugene, hvor den ensileres eller opfodres frisk. Brunsaften returneres ligeledes til kvægbrugets gylletank eller udspreddes på den nyhøstede græsmark.

B: Bioraffinaderiet etableres i umiddelbar nærhed til et biogasanlæg, der kan aftage både pressebage og brunsaften, og når det er afgasset, udbringe næringsstofferne som afgasset gødning.

I det følgende er beskrevet, hvilke forhold det er relevant at tage højde for, når der skal vælges placering af et græsproteinanlæg, og til sidst er vist et økonomisk overslag, der kan eksemplificere de økonomiske konsekvenser ved samarbejde med henholdsvis kvægbrug og biogasanlæg.

### **Samarbejder med kvægbrug**

Ved samarbejde med kvægbrug vil bioraffinaderiet sandsynligvis kunne opnå en fordelagtig pris-aftale, hvor der skal betales samme pris pr. foderenhed for det høstede græs som kvægbrugeren skal give for presseresten. Derved skal bioraffinaderiet blot kompensere kvægbrugeren for de foderenheder, der er fjernet med græsproteinet.

Høstomkostningerne vil også kunne deles med kvægbrugeren, der under alle omstændigheder skulle have høstet græsset.

Det centrale økonomiske spørgsmål bliver således, hvordan transportomkostningerne kan holdes nede.

Skal græsset transporteres til bioraffineringsanlægget i traktortrukket høstvogne, bør der højst være en afstand mellem mark og anlæg på 5 km. Ved større afstande skal der ske en omlæsning til lastbil. Med lastbil vil man kunne køre op til 20-30 km med græsset.

Det bliver derfor ret afgørende at finde en placering, hvor der er mange kvægbrug inden for en radius af højst 20-30 km. Da det forventes, at kun økologisk græsprotein vil være økonomisk rentabelt at producere, skal der altså være tilstrækkeligt med økologiske kvægbrug inden for den ønskede radius.

Transportvognene til græs, vil kunne have pressebage med retur til levering på kvægbrugenes ensileringsplads, så der etableres en trekantkørsel. Der kan være en fare for, at ensilagesiloen bliver fyldt for langsomt, når græsset skal ind over et bioraffineringsanlæg, med risiko for dårligere ensilagekvalitet; men pressebage kan til gengæld trykkes mere sammen, hvilket er godt for ensileringen. Konkrete erfaringer er nødvendige for at kunne afklare problemstillingerne i forbindelse med ensilering af græs-pressebage.

Det er foreslået at løse en del af transportudfordringerne ved at have en mobil pressestation, hvor neddeling og presning af græsset foregår på den aktuelle bedrift og kun køre græssaft til bioraffinering og køre retur med brunsaft. Den løsning er til gengæld udfordret på kapaciteten af presseanlægget, idet det vil være nogle meget store maskiner med tilhørende kraftanlæg, der skal transporteres rundt.

### **Samarbejde med biogasanlæg**

Ved samarbejde med biogasanlæg har bioraffineringsanlægget blot én aftager af både presserest og brunsaft.

Hvis en del af græsset skal hentes hos økologiske planteavlere, skal der betales for græsset til en pris, der giver et fornuftigt dækningsbidrag for planteavleren.

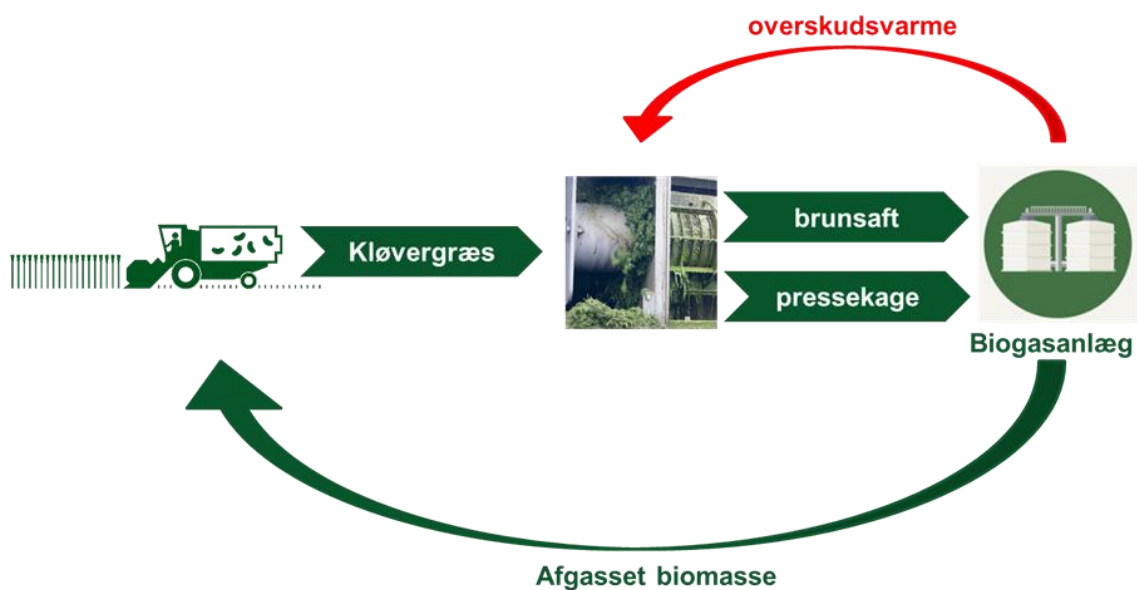
Salgsprisen på pressebage må forventes at svare til den pris som biogasanlægget kan give for græsensilage. Den ligger typisk noget lavere end den interne afregningspris, der regnes med ved kvægproduktion (f.eks. 1,1 kr./FE til biogas leveret på anlægget mod 1,5 kr./FE til kvægfoder). Til gengæld skal bioraffinaderiet ikke betale for returkørsel, da biogasanlægget står for udbringning af den afgassede gødning.

Den stigende betydning af biogas som en vedvarende energikilde, der kan anvendes i transportsektoren betyder, at biogas afregnes til stigende priser og også opnår attraktive indtægter på salg af bæredygtighedscertifikater. Det er derfor ikke usandsynligt, at biogasanlæggene i fremtiden vil være villig til at give en højere pris på pressebage og brunsaft, som bl.a. har den kvalitet, at det ikke regnes som en energiafgrøde og derved kan bruges uden begrænsninger i biogasanlæggene.

Der vil også kunne udnyttes anden form for synergi mellem bioraffinaderiet og biogasanlægget.

At pressekagen er neddelt og presset gennem en skruepresse forventes at gøre materialet hurtigere nedbrydeligt i biogasanlægget, således at der kan produceres mere gas pr tidsenhed, hvilket har en klar økonomisk fordel for biogasanlægget, hvor man gerne vil kunne booste omsætningen med hurtigt nedbrydeligt materiale. Tilsvarende gælder brunsaften, der er særdeles hurtig nedbrydelig. I takt med at biogasanlæggene i stigende grad skal omsætte langsomt nedbrydelige og tørstofrige materialer som halm, vil brunsaften være en attraktiv væske til at blande i de tørre biomasser.

Energimæssigt kan der også tænkes en positiv synergi mellem bioraffinering og biogas, hvis de to anlæg lægges i tæt forbindelse med hinanden. Bioraffineringsanlægget vil kunne anvende overskudsvarme fra biogasanlæggets gasmotor eller opgraderingsanlæg som en del af den energi, der skal bruges til at udfælde proteinet ved varmfældning, og en del af denne varme kan gå videre til biogasanlægget som opvarmet brunsaft, så biogasanlægget ikke skal bruge energi til at opvarme de nødvendige mængder væske, der skal tilføres anlægget.



Figur 1: Synergi mellem bioraffinering og biogasproduktion. Bioraffinaderiet udnytter overskudsvarme fra biogasanlægget og returnerer det som opvarmet brunsaft. Udgifterne til returkørsel til markerne deles mellem bioraffinering og biogasanlæg.

### Økonomi ved samarbejde med kvægbrug eller biogasanlæg

I nedenstående eksempel (tabel 1) er der regnet på en case med fire mulige måder at anvende sidestrømmene i form af pressekage og brunsaft.

- Mulighed 1: Pressekage sælges til kvægfoder, brunsaft til biogas.
- Mulighed 2: Pressekage og brunsaft sælges til biogas. (planteproduktion)
- Mulighed 3: Pressekage sælges til kvægfoder, brunsaft til gødning (uden afgasning)
- Mulighed 4: Pressekage sælges til biogas, brunsaft til gødning. (planteproduktion)

Tabel 1: Modelberegning for bioraffineringscase med forskellig anvendelse af biprodukter til kvægfoder, biogas og gødning.

Case Høstudbytte 45 ton/ha, 2000 ha, 10 km	Mulighed 1	Mulighed 2	Mulighed 3	Mulighed 4
	[1000 kr.]	[1000 kr.]	[1000 kr.]	[1000 kr.]
<b>Indtægter</b>				
Salg af proteinpasta	6.446	6.446	6.446	6.446
Salg af pressekage til foder ved 1,5 kr./FE, (transport fratrukket)	12.200		12.200	
Salg af pressekage til biogas ved 1,8 kr./FE		15.334		15.334
Slag af brunsaft til biogas ved 1,1 kr./FE	1.775	1.775		
Salg af brunsaft til gødning N ved 18 kr./kg N (transport fratrukket)			424	424
<b>Indtægter i alt</b>	<b>20.421</b>	<b>23.555</b>	<b>19.069</b>	<b>22.204</b>
<b>Omkostninger</b>				
Forrentning af investeret kapital- første hele år.	1.188	1.188	1.188	1.188
Forsikring og administration	170	170	170	170
Arbejds løn, energi og materialer	5.036	5.036	5.036	5.036
Græsdyrkning, høst og indtransport	13.018	13.018	13.018	13.018
Jordleje til planteavlbedrifter		3.000		3.000
<b>Omkostninger i alt</b>	<b>19.412</b>	<b>22.412</b>	<b>19.412</b>	<b>22.412</b>
<b>Driftsoverskud bioraffinering</b>	<b>1.009</b>	<b>1.143</b>	<b>-342</b>	<b>-208</b>
<b>Biogasproduktion</b>				
Køb af biomasser fra bioraffinaderi	1.775	17.109	0	15.334
Nettoværdi af biogasproduktion (3 kr/Nm <sup>3</sup> metan)	1.620	18.326		16.706
<b>Driftsoverskud biogas</b>	<b>-155</b>	<b>1.217</b>	<b>0</b>	<b>1.372</b>

Modellen, der er regnet på, er et bioraffinaderi, der modtager økologisk græs fra 2000 ha, hvor der er et gennemsnitsudbytte på 45 tons frisk græs pr. ha.

Det giver en beregnet salgsværdi for det producerede græsprotein på 6,4 mio. kr. ved en salgspris, der svarer til økologisk sojakage.

Dertil kommer indtægter fra salg af pressekage enten til kvægfoder eller til biogasproduktion. I denne beregning er vist en afregningspris på 1,5 kr. pr. foderenhed (FE) til kvægfoder og 1,8 kr. pr. FE til biogasproduktion. Prisen til kvægfoder er sat efter prisen på økologisk græsensilage og prisen til biogas er sat efter, at biogasanlægget også får et overskud på at afgasse pressekagen.

Når man dernæst fratrækker udgifterne til at forrente og drive bioraffinaderiet, får man driftsoverskuddet ved bioraffineringen.

I modellerne, hvor pressekagen bruges til biogasproduktion er der også fratrukket en aflønning af de græsarealer, der er anlagt på planteavlsbedrifter til græsproteinproduktion. I eksemplet er det sat til 2.500 kr. pr. ha på 1.200 ha.

Med de valgte forudsætninger bliver der et overskud på godt en million kr. hvor brunsaften anvendes til biogasproduktion, mens der er underskud, hvor brunsaften køres ud som gødning, hvor bioraffinaderiet skal bekoste udkørslen til landbrugene.

Driftsoverskuddet er på samme niveau hvad enten pressekagen bruges til kvægfoder eller biogasproduktion under de valgte prisforudsætninger.

Ser man indtjeningen samlet for bioraffinaderi og biogasanlæg, fremgår det, at der genereres mest værdi ved at bruge biprodukterne til biogasproduktion. Men det skal understreges, at tallene kan se meget anderledes ud, hvis forudsætningerne ændres, og man bør derfor udarbejde grundige økonomiberegninger for den enkelte case, før man etablerer et bioraffinaderi til fremstilling af græsprotein.