



BIORAFFINERING AF KLØVERGRÆS

STØTTET AF

Promilleafgiftsfonden for landbrug

Økonomisk vurdering af bioraffinering af kløvergræs ved renovering af eksisterende anlæg.

Formålet med at presse kløvergræs er at udvinde et proteinprodukt, der kan anvendes i humanprodukter og i foder til bl.a. kyllinger og grise. Det grønne protein skal på sigt erstatte importerede proteiner som f.eks. sojaskrå, solsikke- og palmeoliekerener.

På nuværende tidspunkt er det primært de økologiske landmænd, der har brug for et nyt proteinprodukt til fodring af deres høns, kyllinger og grise, bl.a. på grund af en stigende økologisk produktion af æg og grise. Efterspørgslen efter økologiske proteiner er på verdensplan stigende, hvilket medfører en stigende pris på de økologiske råvarer. I 2016 og 2017 er der afprøvet forskellige teknikker for høst, presning og udvinding af græsprotein på bl.a. Foulum Forsøgscenter og Aalborg Universitet.

Nedenstående case viser, hvilke muligheder der er for at etablere et fuldskalaanlæg på et eksisterende anlæg, og om det er økonomisk rentabelt ud fra de oplysninger, der findes på nuværende tidspunkt.

ETABLERING AF ET BIORAFFINERINGSANLÆG PÅ EN EKSISTERENDE GRÆSPILLEFABRIK

Opsummering

En altafgørende faktor for, at investeringen inden for proteinraffinering af bl.a. kløvergræs kan blive rentabel, er mængden af protein. Forsøgene på Foulum viser, at mængden af protein er mindre end først antaget.

De seneste forsøg giver en proteinproduktion på omkring 750 kg pr. tons frisk kløvergræs med en proteinkoncentration på 48 pct. ved én presning. Det er nødvendigt at få to presninger ind i

produktionen for at optimere processen. De forsøg, der er udført med to presninger, viser, at anden presning ikke har givet det merudbytte, som man gerne vil have. Det betyder, at der skal udvikles en anden type "anden presning" for at optimere processen. Der arbejdes på, at denne udvikling vil blive igangsat i 2018./2/

Det nedenfor viste eksempel giver et lille underskud på ½ mio. kr., men da der er så mange usikre faktorer i beregningen, skal det tages med forbehold. Meget få justeringer i f.eks. prisen på protein og omkostninger til høst og indkøb af græs kan flytte resultat både til den positive og negative side. Den faktor, der har størst betydning, er salgspriserne på proteindelen. Tilsvarende er det altafgørende, at biprodukterne som f.eks. græsrester og brunsaft kan sælges. Udfordringen vil blive at få afsat brunsaften, da produktet ikke umiddelbart har den store gødningseffekt. Og det er umiddelbart tvivlsomt, hvor meget biogasanlæggene vil betale for produktet.

Eksempel på etablering af bioraffineringsanlæg på eksisterende anlæg

Følgende forudsætninger er anvendt i de økonomiske beregninger til etablering af et bioraffineringsanlæg i et eksisterende anlæg eller til ombygning af et af de anlæg, der står ubrugte hen på nuværende tidspunkt.

Der er taget udgangspunkt i anlægget i Gredstedbro, der er tidligere græstørreri og græspillefabrik under DLG-koncernen.

- Udnyttelse af fiberfraktionen fra presning af græsset til kvægfoder hos mælkeproducenterne i området (låne græsset til bioraffineringsanlægget)
- 100 % økologisk?
- Indhentning af græs/kløvergræs i en radius af 15 km fra raffineringsanlægget
- Brunsaften kan sælges f.eks. til Ribe eller Holsted Biogas eller udbringes direkte som gødning på markerne
- Produktionsomfanget er sat til 500-1500 tons pr. døgn svarende til et arealgrundlag på ca. 3.000 hektar.

Ombygning af Gredstedbro-anlægget til et niveau, hvor der kan modtages græs igen, vil kræve en omfattende renovering. De nuværende maskiner skal skilles ad og undergå en total renovering. Tiden, der medgår til renovering, afhænger af, hvor stor bemanding der sættes på renovationsopgaven, men et godt bud vil være ca. 5 måneder.

Der skal indkøbes 1 ny skruepresser, da der skal være 2 skruepressere i forlængelse af hinanden, tilsvarende for gennemløbsier for at få så god en renhedsgrad i saften som muligt. Endvidere skal der investeres i opsamlingssiloer i rustfrit materiale og dekanter til at udfælde protein fra saften samt masser af nye transportrør og pumper.

Der skal desuden ske fornyelse af miljøgodkendelsen, hvilket tager ca. 1 år i sagsbehandlingstid.

Fordelen ved at anvende nuværende anlæg er, at flere af faciliteterne som f.eks. brovægt, asfaltplads, elkraft-kabler, tilkørselsforhold m.m. er i orden. Derudover er der et fungerende værksted med udstyr. Dertil er der etableret et stort nedgravet røranlæg for udspreddning af

overskudsvand på de nærliggende marker i en afstand af op til 5-8 km.

Det daværende anlæg havde en stor kulfyret fyringskedel, som skal udskiftes med enten en flis- eller gasfyret kedel.

Den samlede renovering kan hurtigt løbe op i ca. 20 mio. kr.

Forudsætninger for produktion af grøntsaff

For at få den optimale udnyttelse af græsset og saften af græsset må der maksimalt gå 6-8 timer fra "høsten" af græsset, til presningen af græsset påbegyndes.

Tørstofprocenten må helst ikke komme under 18 %, da det giver for store vandmængder, der skal bortskaffes, hvilket øger omkostningerne til bl.a. transport og lager.

Det betyder, at der skal satses på direkte høst og ikke ved at lægge græsset på skår. Hvis proteinet skal anvendes i humane produkter, vil det givetvis blive et krav for at undgå bakterier fra jordpartiklerne.

For at få den bedste logistik, skal det være fabrikken, der står for græshøsten via aftale med maskinstation. Der er dårlige erfaringer med at lade landmændene stå for høst og transport, da det giver for ujævn levering og uhensigtsmæssige stop i produktionen.

I dagtimerne, hvor der græshøstes, skal der opbygges et lager ved fabrikken svarende til natproduktionen (ca. 10 timers forbrug) for at holde fabrikken kørende i døgndrift fem dage om ugen. Nedlukning af anlægget skal være planlagt og ligge på faste tidspunkter, for at det passer med høst og tilførsel af græsset. Erfaringer fra høst af græs og lucerne viser, at der maksimalt kan høstes i 20 timer inkl. stop til smøring og tankning samt flytning mellem markerne. Samtidig skal der tages højde for, om der skal leveres med traktor eller lastbil. Hvis græsset skal leveres med traktor, må afstanden fra mark til fabrik maksimalt være 15 km, da der ellers vil gå for lang tid med transport.

Anlægget skal køre med 24 timers drift 5 dage om ugen, da det tager for lang tid at starte op og lukke ned, hvilket medfører mindre effektivitet. Det betyder, at der skal være treholdsskift i bemanningen i de 5 dage om ugen.

Det nuværende Gredstedbro-anlæg kunne tilbage i 2011 modtage 500-1500 tons græs pr. døgn, afhængig af tørstofprocenten.

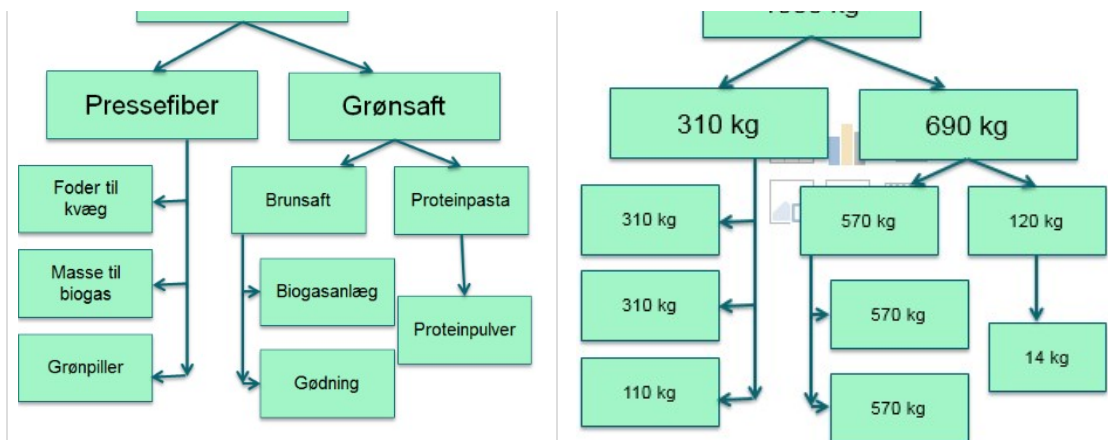
Produktion af protein og biprodukter

De første laboratorieundersøgelser viser, at omkring 60-65 pct. af græsset bliver til grønsaft, mens resten bliver til en presset græsfibermasse. Ud af saften kan der udvindes omkring 20 pct. protein med et tørstofindhold på 30 pct.

Ud over græsfibermassen og proteindelen er der en saft, der benævnes brunsaft. Brunsaften indeholder meget lidt protein, hvilket også er hensigten, og en del sukker og salte.

Figur 1: Eksempel på fordeling af de produkter, der kommer ud af presseprocessen.

Kløvergræs	1000 kg
------------	---------



Kilde: Aalborg Universitet/1/ og SEGES

Anvendelse af biprodukterne

Pressefiberen kan anvendes til henholdsvis

- Foder til kvæg
- Biomasse til biogasanlæg
- Grønpiller

De foreløbige fodringsforsøg på Foulum Kvægbrugsafdeling viser, at pressefiberen er et særdeles godt foder. Køerne bibeholder deres mælkeydelse, dvs. at der ikke sker en nedgang i mælkeproduktionen. Nogle af køerne havde endda en lille stigning i mælkeydelsen.

Fiberdelen som biomasse til biogasanlæg er ikke afprøvet i stor skala, men i laboratorier/1/. Afprøvningen viser et gaspotentiale på omkring 45-46 m³ metan (98 pct.) pr. ton pressefiber ved 100 pct. udnyttelse. Ved en udnyttelse på 60 pct., der er et gennemsnit af de mest brugte biomasser, er udbyttet en gasproduktion på 25-28 m³ metan.

En anden mulighed er at inddampe fiberen til grønpiller. Det medfører dog en ekstra omkostning, og mængden reduceres til 1/3. Prisen på økologiske grønpiller er i skrivende stund 2,5 kr. pr. kg, hvilket måske kan dække omkostningerne. Fordelen ved at anvende Gredstedbro-anlægget er, at der allerede er et tørreri. Etablering af et nyt tørreri er en stor ekstrainvestering.

Brunsaften kan anvendes til henholdsvis

- Biomasse til biogasanlæg
- Gødning
- En mindre del af mængden kan indgå i grønpilleproduktionen

Brunsaften kan blive et særdeles godt opblandingsprodukt i de biogasanlæg, der bruger biomasser med højt tørstofindhold som f.eks. halm, frøgræshalm, dybstrøelse, slætgræs fra engarealer og tilsvarende biomasser med et højt tørstofindhold.

De foreløbige laboratorieundersøgelser viser en biogasproduktion svingende fra 15 til 20 m³ metan afhængig af, hvor stor en andel brunsaften udgør. 100 pct. ren brunsaft giver den laveste metanproduktion. Derfor vil det være oplagt at anvende brunsaften som iblanding til andre

biomasser med et højt biogaspotentiale.

Brunsaften kan evt. også anvendes som gødning, men de foreløbige resultater viser et meget lavt indhold af kvælstof på omkring 1 (et) kg pr. ton. Dette skal dog undersøges nærmere for at give sikkerhed for, at undersøgelserne er udført korrekt.

Hvis man vælger at producere grønpiller af fiberdelen, kan brunsaften indgå i denne produktion med en mindre andel. Anvendelsen af brunsaften skal optimeres ud fra, hvor den største økonomiske gevinst ligger.

Økonomisk vurdering

De økonomiske vurderinger er opdelt i henholdsvis

- Investeringsudgifter
- Indtjening
- Variable driftsudgifter
- Faste driftsudgifter
- Finansieringsudgifter

Investeringsudgifter:

I dette eksempel er investeringsudgifterne skønnet til ca. 20 mio. kr. Der skal foretages en del udskiftninger og renovering af eksisterende udstyr og maskiner. Dertil skal der indkøbes en ekstra græspreser, siloer, gennemføringsrør, dekanter og afhængig af, hvordan fibergræsmassen skal anvendes, skal man enten indkøbe wrapningsudstyr eller anvende den pillepreser og tørringstrømle, der er på anlægget. Hele proteinforarbejdningen kræver nyt inventar og afhængig af, om proteinet sælges som pasta eller inddampes, skal der være pakke- og lagerudstyr, der passer til produktionen. Når saften har passeret dekanteren og er omdannet til en proteinpasta, skal pastaen enten køles ned eller inddampes for at bibeholde kvaliteten i proteinet.

Det kan være en fordel, at inddampningen foretages af et eksternt firma, da det kræver specialudstyr, som vil være for omkostningstungt at etablere i den første fase i overgangen til produktion af grøn protein.

I dette tilfælde har vi valgt:

- at brunsaften sælges til de 3 biogasanlæg, der ligger i nærheden af anlægget, dvs. Linkogas, Korskro-anlægget og Ribe Biogas. Det betyder, at det er begrænset, hvor stor lagerkapacitet der skal etableres, da der vil være daglige transporter fra anlægget til de tre biogasanlæg.

Alternativet er, at brunsaften inddampes til en tørstofprocent på 25-30 %. Dette kan overvejes, hvis der er store mængder overskudsvarme til rådighed.

- at fibermassen bliver wrappet og solgt til landmænd i nærområdet.

Indtjening:

De produkter, der kan sælges, er proteindelen, græsfiber og brunsaft.

I hvilken form de sælges, afhænger af markedet for de tre kategorier.

Proteindelen kan sælges både som pasta og inddampet protein. Prisen på pastaprotein kendes ikke, men vi har en formodning om, at den har samme værdi som proteinpulver, når der tages højde for tørstofindholdet.

Prisen på økologisk proteinpulver er sat til 6 kr./kg ved 48 pct. tørstof (TS). Prisen er beregnet ud fra en sojapris på 6,- kr. pr. kg ved en proteinkoncentration på 48 pct. Salgsprisen for wrappet græsfiber er sat til 75 kr./tons fibergræs ud fra indholdet af foderenheder. Prisen pr. FE er 1,49 kr., da det i dette tilfælde er økologisk græs.

Dertil skal lægges omkostninger til wrapning på 75,- kr./ton og forrentning af maskiner på 4,5,- kr./ ton. Transportomkostningerne er sat til 45 kr./ton under forudsætning af, at halvdelen af de wrappede baller bliver afhentet, og de resterende bliver leveret. Alt i alt skal salgsprisen være minimum 500 kr./ton. Prisen pr. NFE er ca. 1,50 kr.

Brunsaften sælges til de biogasanlæg, der ønsker at købe det. På nuværende tidspunkt har vi valgt at sætte prisen til 40,- kr./m³, da vi ikke ved, om biogasanlæggene ønsker at modtage restproduktet, da det indeholder meget vand. De fleste biogasanlæg modtager allerede biomasser med store mængder vand. Brunsaften kan også anvendes som gødning. Kvælstofindholdet (N) er ikke endeligt bestemt, men ud fra de foreløbige resultater formodes det, at der er ca. 1 kg N pr. ton til en værdi af 40 kr./kg, da det kan anvendes som økologisk gødning. Den estimerede indtjening er i år 1 opgjort til følgende beløb:

Salg af protein svarende til 4,4 mio. kr., salg af presset fiber som kvægfoder til 9 mio. kr. og salg af brunsaft til 1,1 mio. kr., **i alt 14,7 mio. kr.**

Variable og faste udgifter

De store udgifter er til høst og transport af græsset fra mark til fabrik.

Høstudgifterne er sat til 3.000 kr. pr. ha, og transportafstanden er i gennemsnit 10 km (retur 20 km) med en transportpris på 25 kr. pr. ton frisk græs. Høstudbyttet er for 3 slæt estimeret til 54 tons med fordeling i de tre slæt på 22, 17 og 15 tons pr. ha. Dertil skal prisen for græsset afregnes. I dette eksempel er det økologisk græskløver, hvorfor prisen er noget højere, da der regnes med en foderpris på 1,49 kr./FEN. Prisen er beregnet til 100 kr./ton frisk græs. Det giver i runde tal en høstomkostning på **9 mio. kr.** svarende til 185,- kr. pr. ton græs.

Produktionsomkostningerne er skønnet til **1,9 mio. kr.** Dertil kommer omkostninger til wrapning og levering af wrappede baller. Det skønnes, at der ved nogle af græsleveringerne kan tages wrappet græs retur. Derfor er denne omkostning kun sat til 50 pct. af omkostningerne. De samlede variable omkostninger løber op i **13,7 mio. kr.**

Faste udgifter, der dækker revision, forsikringer og administrativt personale, er vurderet til 700.000 kr.

Finansiering

De finansielle udgifter er opdelt i "realkreditlån" eller lignende lån på 60 pct. af finansieringsbehovet, banklån på 30 pct. og egenfinansiering på 10 pct. Det giver en

finansieringsudgift på ca. 750.000 kr. i år et.

Det foreløbige resultat ligger således på minus ca. 500.000 kr. Da der er mange ubekendte faktorer i beregningerne, skal resultatet tages med forbehold.

Følsomhed

For at få et positivt resultat er der behov for at optimere salgspriserne og reducere og effektivisere høstomkostningerne.

1 kr. mere pr. kg protein vil hæve indtjeningen med 0,7 mio. Tilsvarende vil en reduktion af høstomkostninger og af indkøb af kløvergræs også forbedre resultat, men ikke nok til at resultatet bliver positivt.

	Ændringer hver for sig	Resultat kr.
Protein pris	+/- 1 kr.	+/-730.000
Protein andel stigende med	+ 5 pct.	+220.000
Høstomkostninger	-5 pct.	+150.000
Købspris på græs	-5 pct.	+230.000

Kilde:

/1/ M. Santamaria-Fernández, et al., Biogas potential of green biomass after protein extration in an organic biorefinery concept for feed, fuel and fertilizer production, Renewable Energy (2017)

/2/ Morten Ambye-Jensen, AU- Institut for Ingeniørvidenskab, resultat fra forsøg på Foulum Forsøgscenter.