

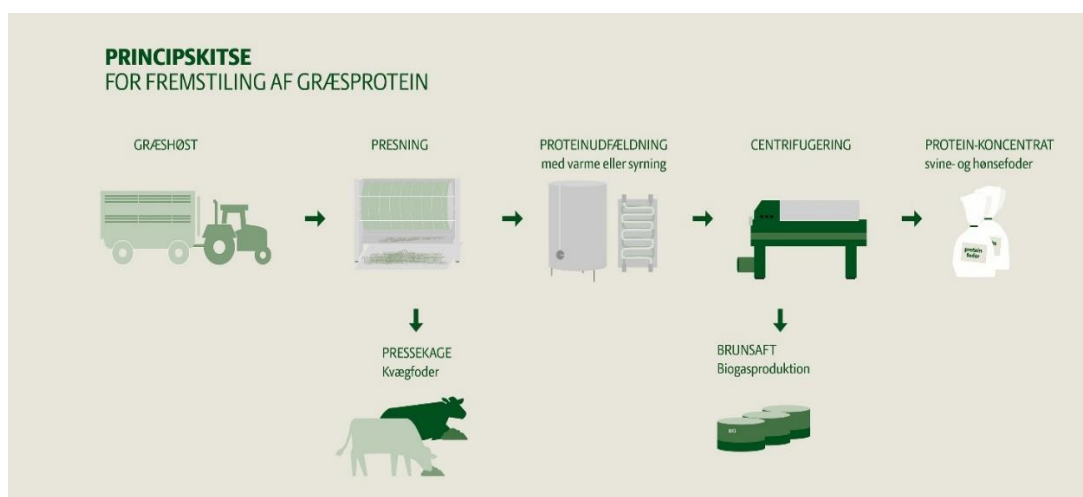
13. december 2019

## Teknisk specifikation af bioraffinering

Grøn bioraffinering er et nyt interessant forretningsområde, hvor det er muligt at skabe forøget værdi af græsmarksafgrøder, samtidig med at det kan hjælpe med at løse nogle af landbrugets udfordringer i forhold til miljø, klima, biodiversitet og selvforsyning med protein. Foruden et proteinfoder, der har vist sig velegnet til en-mavede dyr, produceres der gennem grøn bioraffinering også en pressekage, som kan anvendes enten som foder til kvæg eller til biogasproduktion. Herudover produceres en brunsaft, som kan anvendes til biogasproduktion.

I dette notat beskrives de tekniske specifikationer omkring høst, transport og raffinering i nærmere detalje. Notatet er udarbejdet i projektet: Implementering af grøn bioraffinering (Bioraf-Business).

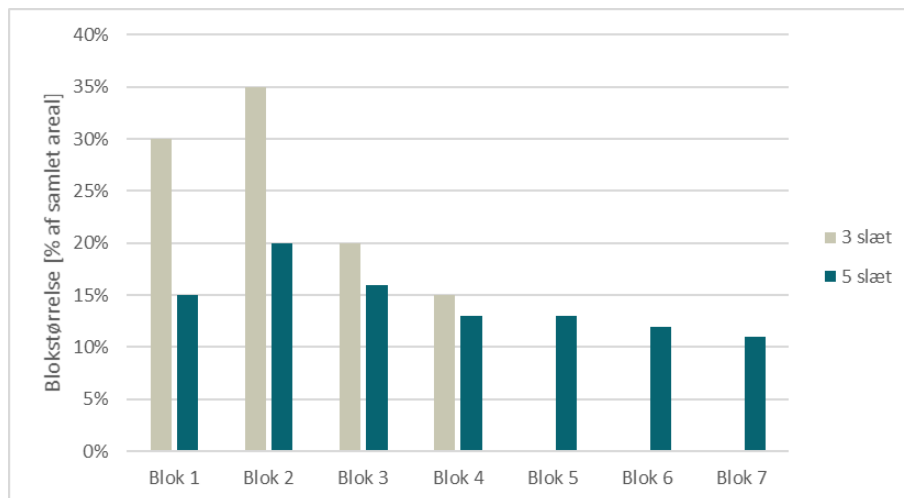
På Figur 1 nedenfor er den overordnede proces fra høst af græs til produktion af færdige produkter illustreret.



Figur 1: Principskitse for fremstilling af græsprotein.

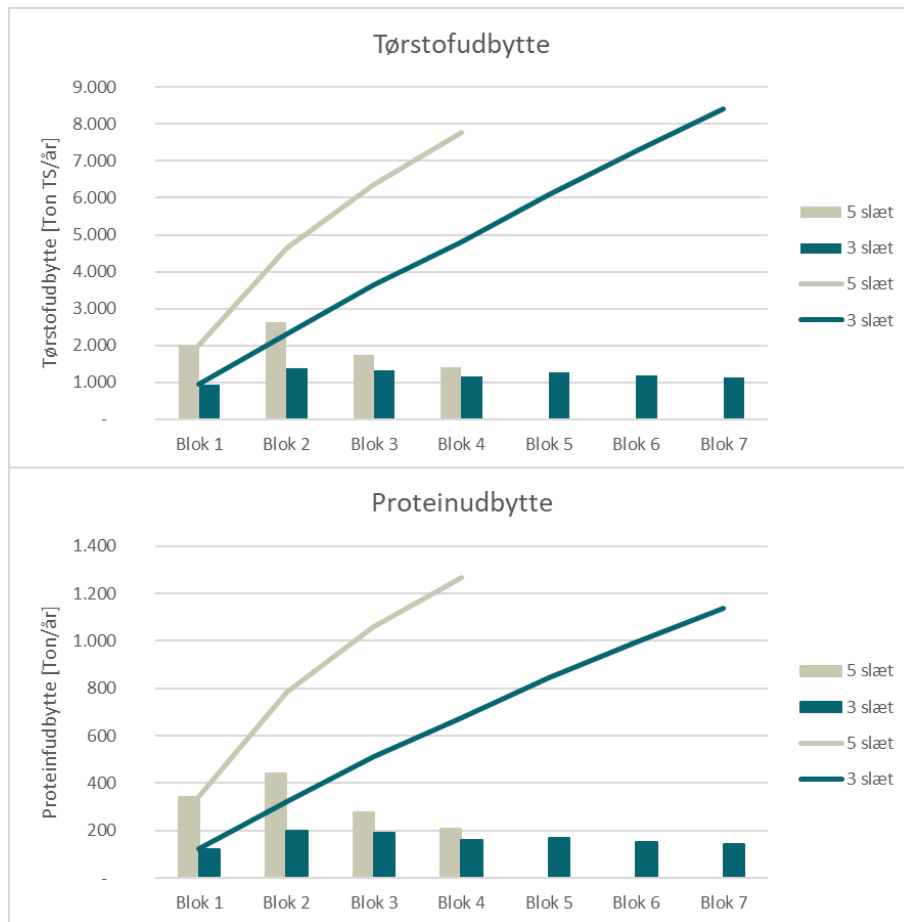
## Høst af græs

Græsset høstes og leveres frisk til bioraffinaderiet. For at sikre, at produktionssæsonen bliver så lang som muligt og for at begrænse variationen i græsproduktionen, der definerer kapaciteten på bioraffinaderiet, må en stor del af græsset blive høstet på suboptimale tidspunkter. Arealerne inddeles i syv eller fire blokke alt efter om der opereres med tre eller fem slæt. Hver blok høstes over en uge pr slæt. Størrelsesfordelingen mellem blokkene er illustreret nedenfor.



Figur 2: Blokstørrelser ved 3 og 5 slæt.

Hvorvidt de ene eller andet foretrækkes afhænger af hvad pressekagen forventes anvendt til, da foderkvaliteten af pressekagen kan forventes at være højere ved 5 slæt. 3 slæt udmærker sig ved at have de laveste høstomkostninger og det højeste tørstofudbytte, mens der med 5 slæt opnås et højere proteinudbytte, som det fremgår af Figur 3 nedenfor:



Figur 3: Tørstof- (øverst) og proteinudbytte (nederst) fra 1000 ha for de enkelte blokke (søjler) samt den akkumulerede produktion (streg) for 3 og 5 slæt. Økologisk produktion.

## Høstmetoder

For at maksimere produktkvaliteten er det vigtigt, at græsset høstes så skånsom som muligt om med minimal jordkontakt. På nuværende tidspunkt virker hhv. MaksiGrasser og kombinationen af 12 m skårlægger, der samler græsset i et bånd, hvorefter græsset opsamles, som de mest lovende løsninger. MaksiGrasser udmærker sig ved at være i stand til at høste og opsamle græsset i en arbejdsgang, hvorved jordkontakten begrænses, og askeindholdet reduceres. MaksiGrasseren høster desuden ved siden af traktorens kørespor, hvorved man undgår, at traktoren kører oven i græsset, hvilket også bidrager til at reducere askeindholdet. Systemet har dog en begrænset arbejdsbredde (3 m), hvilket medfører mange overkørsler.

Systemet med 12 m skårlægger og opsamlevogn udmærker sig ved den store arbejdsbredde, der giver mulighed for at operere med faste kørespor. Græsset samles i en streng på jorden, hvilket kan forventes at medføre et højere askeindhold end MaksiGrasseren. Systemet er ikke testet i praksis, så hvor meget mere der reelt er tale om, kan ikke konkluderes på nuværende tidspunkt. Ved begge systemer høstes græsset helt for at forlænge holdbarheden, og undgå saftafløb i forbindelse med transporten.



Figur 4: MaksiGrasser (FOTO: Landbrugsavisen) og Skårlægger, der samler græsset i en streng (FOTO: Krone)

Transporten ind til bioraffinaderiet vil ved korte afstande ske med opsamlevognen, og ved længere afstande bør græsset læses over i en lastbil.

## Bioraffinering

### NEDDELING

Det hele græs modtages på bioraffinaderiet og skal efterfølgende neddeles inden skruepresningen. Formålet med neddelingen er at sikre, at græsset opnår en ensartet størrelse, hvorved man kan opnå en effektiv separation. På Aarhus Universitet Foulums pilotanlæg er en shredder anvendt til at neddele græsset. Valg af neddelingsteknologi er et område, der kun er belyst i begrænset omfang, og i forbindelse med det for nyligt bevilgede GUDP-projekt *Værdiskabelse af græsprotein*, vil der i perioden 2020 – 2023 blive evalueret forskellige neddelingsteknologier, der kan muliggøre en effektiv separation.

### SEPARATION

Efter neddelingen skal græsset separeres i en pressekage og en væskefraktion, der indeholder det opløste protein. En effektiv separation, hvor tørstofindholdet i pressekagen er så højt som muligt er helt essentielt for at opnå et højt udbytte af græsprotein. På Aarhus Universitet, Foulums pilotanlæg anvendes en Vincent skruepresse med stor succes. Det har været muligt at opnå op til 35 % tørstof i pressekagen. På det nye demonstrationsanlæg er der installeret en dobbeltskruepresse for Cir-Tech, der håber at kunne opnå endnu bedre separationsgrader, og dermed endnu højere proteinudbytte.

For at begrænse indhold af fibre, i grønsaften, kan der med fordel anvendes en separationsenhed, der fanger partiklerne i grønsaften. Hvis de ikke bliver fjernet, vil de ende i proteinkoncentratet og reducere proteinandelen af tørstof.

### VARMEBEHANDLING/FORSURING

Proteinerne i grønsaften skal efterfølgende udfældes, så de kan blive isoleret. Dette kan enten gøres ved brug af mælkesyrebakterier, der omsætter indhold af sukker til mælkesyre, hvorved pH reduceres og proteinerne fældes ud. Alternativt hertil kan varmebehandling ved 80 grader anvendes. Begge systemer er testet af Aarhus Universitet, Foulum på deres pilotanlæg. De bedste resultater er indtil videre opnået med varmfældning, som det fremgår af Tabel 1 nedenfor:

*Tabel 1: Sammensætning af proteinkoncentrat produceret ved hhv. fermentering og varmebehandling på Aarhus Universitet, Foulum. Kilde: Søren Krogh Jensen, Præsentation ved SuperGrassPork seminaret "Græsprotein – skal det erstatte soja?" [LINK](#)*

Batch	Udfældningsmetode	Aske [% af TS]	Protein [% af TS]
1	Fermentering	14,6	38,4
2	Fermentering	18,3	43,0
3	<b>Varmefældning</b>	<b>7,5</b>	<b>49,4</b>
4	<b>Varmefældning</b>	<b>10,2</b>	<b>54,2</b>
5	Fermentering	12,1	38,4

## DEKANTERING

Efter proteinfældningen skal proteinet isoleres. Dette kan bl.a. gøres med en dekanter-centrifuge. Igen her er det helt essentielt at opnå en god separationsgrad, så proteinudbyttet maksimeres. Nye forsøg på Aarhus Universitets nye demoanlæg har vist, at det er muligt at opnå et meget højt tørstofindhold i proteinkoncentratet, hvilket begrænser mængden af vand, der efterfølgende skal tørres, og det åbner op for muligheden for, at proteinkoncentratet kan pelleteres direkte uden tørring.

Restvæsken fra dekanteringen, kaldet brunsaft, indeholder kvælstof, kalium samt en række organiske forbindelser, og er således interessant som råvare i biogasanlæg.

## TØRRING

For at kunne anvende græsprotein i tør-foderblandingerne forventes det at være nødvendigt at tørre produktet op til omkring 90% TS. Til højviskøse produkter, som proteinkoncentratet, er spin flash tørring det mest oplagte system, da det i modsætning til de fleste andre tørringssystemer, er i stand til at tørre højviskøse-produkter uden at produktet skal opslemmes til en pumpbar masse, hvilket er en dyr løsning grundet den øgede vandmængde, som skal fjernes.<sup>1</sup>

Der er i slutningen af 2019 udført tørringsforsøg hos Danish Marine Protein på deres spin flash tørrer i Søstjernefabrikken på GreenLab Skive.

Tørringsudstyr er energitungt, pladskrævende og dyrt, og det er derfor forventningen, at selve tørringen vil foregå på centrale tørre-anlæg.

---

<sup>1</sup> Karsten H. Clement – ”Kemiske enhedsoperationer” 2004