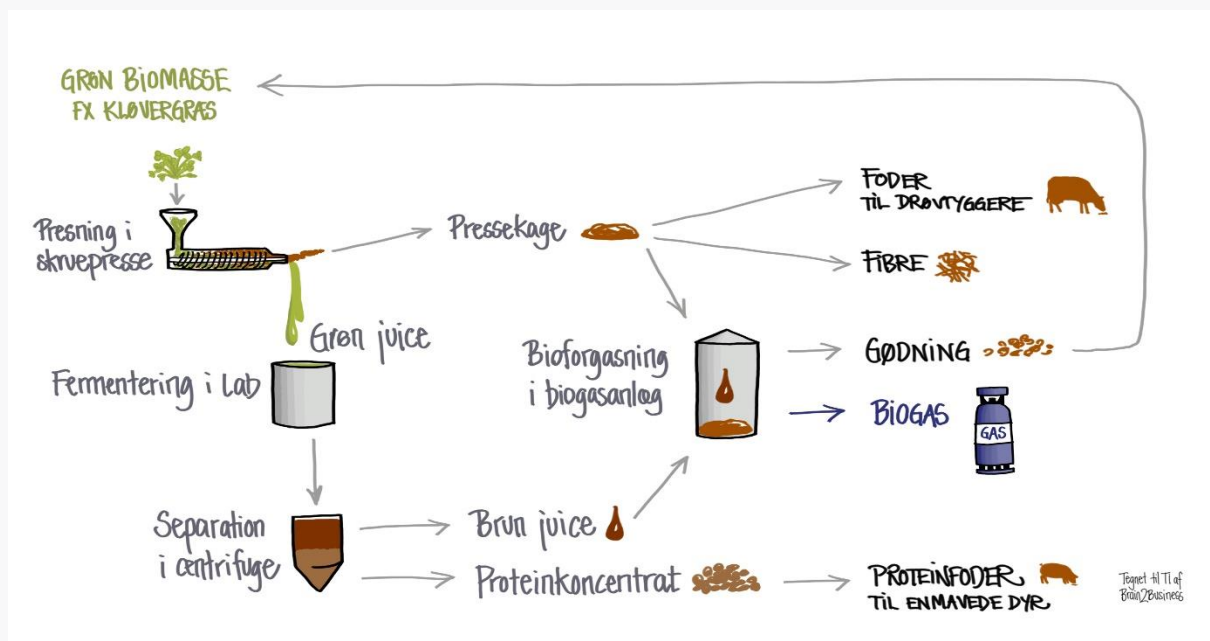




BIOVALUE SPIR

Bornholmske Ø-grise fodret på lokalt protein



Bioraffinering af grøn biomasse

“ - Grundlag for mærkevareproduktion af grsiekød. Lokale arbejdspladser og produkter via bioraffinering af lokale planteprodukter til foder og bioenergi.

Titel:

Bornholmske Ø-grise fodret på lokalt protein

Udarbejdet for:

Danish Crown og Bornholms Landbrug

Med støtte fra BIOVALUE-SPIR programmet.

Udarbejdet af:

Teknologisk Institut
Agro Food Park 15, Skejby
8200 Aarhus N
Bioressourcer og Bioraffinering

I samarbejde med Bornholms Landbrug, Aarhus Universitet, Institut for Ingeniørvidenskab og Institut for Husdyrvidenskab, SEGES og Danish Crown.

Illustration, forside: Anna Laybourn, Brain2Business.

Oktober 2018

Forfattere: Kurt Hjort-Gregersen, Karen Jørgensen, Søren Krogh Jensen, Morten Ambye-Jensen og Arne Grønkjær Hansen

Indholdsfortegnelse

1. Baggrund	4
2. Bioraffinering af græs til enmavede dyr – status for teknologi	5
3. Fodring med græsprotein til grise	7
4. Forudsætninger for beregning af case på Bornholm	10
5. Økonomiberegning	13
6. Proteinproduktion	13
Muligheder ved anvendelse af biprodukter	14
7. Diskussion/Konklusion	19
8. Bilag	20
Bilag 1: Antagelser	20
9. Litteratur:	22

1. Baggrund

Der produceres ca. 20 mio. svin i Danmark og hovedparten af foderet til svin består af dansk korn samt proteinfodermidler, hvoraf 1,6 mio. tons er importeret sojaskrå til en værdi af ca. 4 mia. kr. Arealet der dyrkes i bl.a. Latinamerika til dansk soyaimport svarer til ca. 1/4 af dansk landbrugsareal. Importen af sojaskrå fra bl.a. Latinamerika anses som værende ikke bæredygtig i internationale analyser, og den danske regering har i oktober 2018 på baggrund af anbefalinger fra bioøkonomipanel udgivet en rapport om, hvordan landbruget skal gøre husdyrfoderet mere bæredygtigt for at kunne konkurrere med kvalitetsprodukter i den vigtige svineværdikæde. Det hedder bl.a. at Miljø- og Fødevarerministeriet vil sammen med Energi-, Forsynings- og Klimaministeriet igangsætte en analyse af, hvordan bioraffinering og kaskadeudnyttelse er integreret i den nuværende regulering.

På Bornholm er der stigende interesse for at kunne producere grisekød med mindre klimaftryk, GMO-frit, og med lokale fodermidler med deraf følgende stor sporbarhed, idet hverken grise eller foder er transporteret mere end max 40 km. Det forventes at kød fra en sådan produktion vil kunne afsættes til en merpris i fremtiden.

Formålet med projektet er at gennemføre en indledende analyse af mulighederne for at producere grise på Bornholm udelukkende med lokalt produceret protein fra græs og hestebønne samt korn, og derved helt undgå at importere soyaskrå eller andre proteinfodermidler fra udlandet til denne specialproduktion.

Danish Crown har en overkapacitet på slagteriet i Rønne og ønsker at forbedre råvaregrundlaget. Samtidig mærker Danish Crown en stigende interesse fra indkøbere både i Danmark og udlandet for lokale produkter med en god historie, høj kvalitet og sporbarhed. Der er også stor fokus på at bevare arbejdspladser på Bornholm, og en øget produktion af mærkevare grise kan være med til at fastholde øens slagteri.

Danish Crown, COOP og Bornholmske landmænd har i forvejen et mærkevareprodukt, nemlig Bornholmergrisen, som er samlet på 13 bornholmske landmænd. Grisen slagtes ved en lidt højere vægt og har i hele opdrætsperioden mere plads i stalden. Et krav til foderet er minimum 70 % lokalt produceret foder. Produktionen er tildelt dyrevelfærdsmærket (ét hjerte). Fodringen er således meget traditionel, da det fortsat er muligt at importere soyaskrå og andre proteinfodermidler.

En andet mindre tiltag på Bornholm er bryggergrisen fra Vasagård, som fodres med bl.a. mask fra Svaneke Bryghus og valle fra et lokalt mejeri. Endelig arbejdes der lokalt med initiativer omkring at producere en bornholmsk frilandsgris.

Der er de senere år gennemført en del undersøgelser af mulighederne for at raffinere kløvergræs, fordi der kan høstes større mængder biomasse pr. ha end ved dyrkning af korn og gennem raffinering af afgrøden kan protein gøres tilgængelig for enmavede dyr.

I denne rapport tages der udgangspunkt i viden fra Aarhus Universitet og TI vedr. raffinering af græs med henblik på udnyttelse af proteinfraktion til grise. Raffinering resulterer i fremstilling af et proteinprodukt, brunsaft og en pressekage. Sidstnævnte har vist sig at

være særdeles anvendelig til kvægfodring. Beregninger er gennemført som case beregninger, der skal afdækkemuligheden for at producere lokal protein til svin med afsætning af restprodukter til hhv. kvægfoder og biogasanlæg på Bornholm, og der er ikke foretaget analyser af mulighederne for alternative indtægter til bioraffinaderier gennem produktion af højværdiprodukter til f.eks. protein og fibertilskud til mennesker. Dette er et område, som der arbejdes med bl.a. ved Teknologisk Institut i øjeblikket (SUBLEEM 2.0 projektet), og hvis der kommer et gennembrud på dette område, vil det naturligvis forbedre de økonomiske resultater ved raffinering betydeligt.

2. Bioraffinering af græs til enmavede dyr – status for teknologi

Princippet i bioraffineringen af den grønne biomasse er en fraktionering af biomassen i en væskefraktion (juice) og en fiberrig presse-rest (pulp), hvilket kan gøres ved hjælp af en skruepresse. Typisk vil mellem 50-60 procent af proteinet blive tilbageholdt i pulpen, mens resten ender i juicefraktionen. Pulpen kan nemt ensileres og anvendes til enten biogas eller kvægfoder. Ved udfældning af protein fra væskefraktionen og en efterfølgende centrifugering separeres det grønne protein som et proteinkoncentrat fra en rest-juice (brunsaft) der indeholder bl.a. næringsalte, kulhydrater og andre vandopløselige organiske stoffer.

Over de sidste tre år har der været stort fokus på at optimere denne proces således at proteinudbyttet og kvaliteten af proteinkoncentratet kunne øges. Der er mange parametre der spiller ind i forhold til udbyttet og kvalitet. Først og fremmest er det vigtigt at biomasse og høst optimeres mod maksimal proteinekstraktion, her er de vigtige faktorer græssets modenhed samt vandindhold ved høst, protein koncentrationen og fordelingen mellem opløseligt og bundet protein i planten. Dernæst er der selve processen der kan optimeres i forhold til graden af biomasse neddeling, fraktionering, udfældning og separationsmetode.

På AU's pilot anlæg i Foulum arbejdes der i et opskalleret setup med en input kapacitet på 500-1500 kg i timen. Her opnås der et bredt spænd af udbyttet og kvalitet i forhold til det processerede biomasses kvalitet og udviklingen af anlægget. Protein udbyttet ligger på 5-40 % af input råprotein i proteinkoncentratet med en proteinkoncentration på 30-55% af TS, hvortil procesmålene for en økonomisk proces estimeres til 40-60% proteinudbytte med minimum 45% råprotein. Med den kontinuerede udvikling indenfor grøn bioraffinering, regnes det derfor som realistisk at kunne køre en økonomisk processering i opskallerede anlæg indenfor en overskuelig årrække på 3-5 år.



Forsøgsanlæg til raffinering af græs ved Aarhus Universitet på Foulum.

Et stort skridt i forhold til udviklingen af grøn bioraffinering tages i 2019, hvor en ny optimeret og yderligere 10x opskalleret demonstrationsplatform bliver opført på AU i Foulum ([GRØNBIORAF](#)). Denne platform vil, udover at være procesoptimeret og automatiseret yderligere i forhold til pilotanlægget, kunne levere produktmængder (i ton) der kan supportere større skala foderforsøg med enmavede dyr.

I første omgang er udviklingen på pilot- og demoplatformen fokuseret på etablering og dokumentering af en økonomisk grøn bioraffinering fra græs og kløvergræs til dels pulp til biogas og kvægfoder, brunsaft til biogas og gødning og proteinkoncentrat til enmavede dyr. Det er dog klart at potentialet for grøn bioraffinering rækker langt længere i forhold til produkter og forøget værdi. Der arbejdes således allerede nu på udvikling af processering af protein til fødevarer, biomaterialer og biokemikalier fra fibrer og brunsaft samt opgradering af næringstofværdien i de recirkulerede processtrømme.

3. Fodring med græsprotein til grise

Kemisk sammensætning af pulp, udfældet protein og brunsaft

For at optimere udnyttelsen af de enkelte fraktioner mest muligt er et grundigt kendskab til den kemiske sammensætning af de enkelte fraktioner afgørende.

Tabel 1. Kemisk sammensætning af rødkløver og Almindelig rajgræs, plante og pulp (Damborg et al., 2016)

Plantearart	Fraktion	Tørstof g/kg	Råprotein g/kg DM	Aske g/kg DM	NDF ¹ g/kg DM	ADF ² g/kg DM	ADL ³ g/kg DM
Rødkløver	Hel plante	156	213	98	369	238	44
	Pulp	424	213	72	552	358	70
Almindelig rajgræs	Hel plante	218	153	84	498	252	14
	Pulp	456	150	48	706	349	28

¹⁾ Neutrale Detergent Fibre; ²⁾ Acid Detergent Fibre; ³⁾ Acid Detergent Lignin

Pulpen som fremkommer ved presningen er karakteriseret ved et højere TS indhold, uændret råproteinindhold, et lavere askeindhold og et højere indhold af fiberkomponenter (NDF, ADF og ADL).

Sammensætningen af det udfældede protein varierer afhængigt af udgangsmaterialets protein- og TS indhold, samt presnings- og udfældningsteknikkens effektivitet. I tabel 2 er den kemiske sammensætning vist af de to partier, der er anvendt i fordøjelighedsforsøget med ileum-fistulerede grise. Begge partier er fremstillet på Pilotanlægget i L-38.

Tabel 2. Kemisk sammensætning af rødkløver og almindelig rajgræs, udfældet protein (Stødkilde et al., 2017)

Plantart	Tørstof	Råprotein	Aske	Fedt	Energi	Stivelse	S-NSP ¹	I-NSP ²	Cellulose	K-lignin ³	TDF ⁴
	g/100 g TS				MJ/kg DM	g/100 g TS					
Rødkløver	98,6	33,0	23,0	12,5	18,3	10,88	1,9	7,3	3,3	14,8	27,0
Almindelig rajgræs	97,8	33,3	20,1	12,1	19,1	1,44	1,7	7,9	3,2	17,3	29,6

¹⁾ Soluble Non Starch Polysaccharides; ²⁾ Insoluble Non Starch Polysaccharides

³⁾ Klason ligning; ⁴⁾ Total Dietary Fibre

Begge partier er kendetegnet ved et moderat proteinindhold og et højt indhold af aske og fibre, herunder lignin. Højt indhold af aske og fibre – især I-NSP og lignin er ikke ønskeligt i svinefoder, da fordøjeligheden og energiværdien af disse er tæt på 0.

I et andet forsøg i laboratorieskala er der opnået en bedre kvalitet af det udfældede protein i forhold til proteinindhold og indholdet af uopløselige fibre og lignin, som det fremgår af tabel 3.

Tabel 3. Kemisk sammensætning af rødkløver, Almindelig rajgræs og lucerne, udfældet protein (Stødkilde et al., 2017)

Plantart	Råprotein	Fedt	LMW CHO ¹	S-NSP ²	I-NSP ³	K-lignin ⁴
	g/100 g TS					
Rødkløver	35,9	12,5	25,0	2,7	3,9	8,9
Almindelig rajgræs	45,8	12,1	13,8	1,4	6,1	6,3
Lucerne	33,3	14,6	15,3	5,9	8,1	8,4

¹⁾ Low Molecular Weight Carbohydrates; DP < 10

²⁾ Soluble Non Starch Polysaccharides;

³⁾ Insoluble Non Starch Polysaccharides ⁴⁾ Klason ligning

Fordøjelighedsforsøg med rotter og grise

I laboratorieskalaforsøg er der opnået proteinindhold i det udfældede protein i området 33-53 % og flere af disse proteinprodukter er blevet testet for fordøjelighed af protein i fordøjelighedsforsøg med rotter, hvor der er opnået proteinfordøjeligheder i området 77-88 %. Sammenhængen mellem proteinindhold i det udfældede protein og proteinets fordøjelighed kan beskrives ved hjælp af logaritmefunktionen:

$$Y(\text{Proteinets fordøjelighed (\%)}) = 20,5 \times \ln(\text{Proteinindhold (\%)}) + 7,4; R^2 = 0,88.$$

Tilsvarende kan tørstoffets fordøjelighed i det udfældede protein beskrives ved følgende logaritmefunktion:

$$Y(\text{Tørstoffets fordøjelighed (\%)}) = 34,6 \times \ln(\text{Proteinindhold (\%)}) - 54,8; R^2 = 0,87.$$

Det står således meget klart at proteinindholdet i det udfældede protein er en altafgørende faktor for såvel proteinets som tørstoffets (energiens) fordøjelighed. Disse forhold skal tages i betragtning når der nedenfor gennemgås resultater fra det første og hidtil eneste fordøjelighedsforsøg med udfældet protein til ileum-fistulerede grise, hvor standardiseret ileal aminosyrefordøjelighed af protein ekstraheret fra grøn biomasse i pilotanlægget bestemmes. Frysetørret proteinekstrakt fra rajgræs og rødkløver er testet sammen med en kvælstof-fri diæt til bestemmelse af endogent kvælstof-tab. Diæterne havde proteinkoncentraterne som eneste proteinkilde, og produkterne udgjorde 30 % af diæten. Forsøget blev gennemført som et 2 x 2 faktorielt forsøg med 2 rajgræsfraktioner og 2 rødkløverfraktioner. Den relativt høje inklusion af produktet gav ikke anledning til problemer med ædelysten i forsøget. Grisene vil således gerne æde det grønne proteinkoncentrat selvom proteinindholdet er forholdsvis lavt og fiber, lignin og askeindholdet er højt.

Den ileale (tyndtarm) fordøjelighed af de individuelle aminosyrer er vist i tabel 4.

Tabel 4. Ileal fordøjelighed af essentielle aminosyrer fra grøn proteinkoncentrat af henholdsvis rødkløver og rajgræs. Til sammenligning er den ileale fordøjelighed af sojaskrå angivet (Stødkilde et al. Upubliceret).

	Rajgræs	Rødkløver	Sojaskrå ¹
Procent fordøjet af indtag			
Arg	78	72	92
His	70	67	86
Ile	74	71	88
Leu	77	74	86
Lys	74	72	88
Met	76	74	89
Phe	76	73	87
Thr	70	66	93
Trp	71	68	90
Val	73	70	84

¹ Soyaskrå, solventekstraheret (NRC 2012)

Det fremgår af tabel 4 at den ileale fordøjelighed af de to grønne proteinekstrakter ligger omkring 20 % enheder lavere end de tilsvarende værdier for soyaskrå. Sammenlignes disse resultater direkte med soyaskrå kan det grønne protein ikke konkurrere med soyaskrå ud fra en ernæringsmæssig vinkel, men før denne konklusion drages skal det kraftigt pointeres at proteinindholdet i det grønne protein anvendt i fordøjelighedsforsøget til grise var meget lavt (33 %) altså næsten 20 % enheder lavere end for det anvendte sojaskrå. Rottforsøgene viste netop at fordøjeligheden af proteinet steg med 1% enhed for hver gang proteinindholdet stiger med 1% enhed. På baggrund af laboratorieskala-ekstraktion og fordøjelighedsforsøg med rotter kan vi således konkludere at fordøjeligheder på niveau med sojaskrå kan opnås, blot ekstraktionsprocessen har en effektivitet, der giver proteinindhold i det grønne proteinekstrakt på omkring 50 %.

Alternativ til fodring med græsprotein kunne være en vinterfodring med hestebønner og raps som dansk proteinkilde. Der er gennemført forsøg ved SEGES som viser at det er muligt at fodre med ca 20 % hestebønner (Vils, 2016).

4. Forudsætninger for beregning af case på Bornholm

af Karen Jørgensen, SEGES og Kurt Hjort-Gregersen, Teknologisk Institut-AgroTech

Udgangspunktet

Der er taget udgangspunkt i, at der ifølge Danish Crown skal 10.000 slagtesvin om året til en specialproduktion, Ø-grise, der udelukkende fodres med lokalt, bornholmsk produceret foder, hvis der skulle etableres og markedsføres svinekød under et særligt brand.

Der arbejdes ikke med udnyttelser af græs fra ikke dyrkede arealer, idet vi ikke mener at det er realistisk at skaffe tilstrækkelige mængder ad den vej. Det betyder at der skal tages andre afgrøder ud og erstattes af græs. Desuden der tages arealer ud til produktion af hestebønner.

Mulig placering af bioraffinaderiet

Bioraffinaderiet kan i princippet ligge alle steder på Bornholm. Det ideelle vil imidlertid være at lægge anlægget i centralt i forhold til de marker, hvor græsset skal dyrkes, hvor proteinet skal anvendes, og restprodukterne kan afsættes for at minimere transportomkostningerne, herunder afsætningen af brunsaft og presse-rest. Det blev derfor aftalt at se om der var egnede bedrifter i nærheden af biogasanlægget Biokraft Bornholm, som mulig aftager af disse produkter. Biokraft er beliggende lidt udenfor Åkirkeby og anlægget håndterer i dag over 135.000 tons biomasse om året. Bioraffinaderiet er beregningsmæssigt tænkt placeret ved biogasanlægget

Der er taget udgangspunkt i at protein fra bioraffinaderiet bliver distribueret til få producenter som kan anvende den grønne pulp direkte i eksisterende vådfoderanlæg på gården.

Derfor er der ikke regnet på en mere industriel produktion, som vil kræve tørring af proteinet men give mulighed for distribution af protein til flere producenter. Bornholms Landbrug har vurderet, at i hvert fald 3 bedrifter i dette område kunne indgå i casen, som tilsammen har en årsproduktion på 20.000 slagtesvin. Eftersom der er tale om et forstudie har landmændene dog ikke været kontaktet forudgående for at vurdere deres interesse for evt. senere at indgå i et projekt. Eftersom græsproduktionen, og dermed proteinproduktionen, kun kan foregå om sommeren, når der fodres med frisk pulp, er det forudsat, at der årligt kan produceres 10.000 slagtesvin udelukkende med lokalt produceret foder med protein delvist fra græs. Kan der vinterfodres med korn, hestebønner og rapskager, vil der kunne produceres yderligere 10.000 slagtesvin.

Der er således taget udgangspunkt i, at der kan produceres græsprotein 24 uger om året, og der kun fodres med græsprotein i 2 hold grise ud af 4, idet det pt. ikke er økonomisk muligt at konservere en pasta i længere tid. Der er ikke regnet på en mere industriel produktion, som vil kræve tørring af proteinet.

Sommer-fodring: Der er set på blandinger bestående af korn, hestebønne, raps og græsprotein-koncentrat.

Vinterfodring: Korn, hestebønne og rapskager.

Udvælgelseskriterier:

Det antages at der arbejdes med en konventionel produktion, idet vi ønsker at se på muligheden for at etablere produktionen relativt hurtigt. Økologi er i første omgang udelukket, da det kræver etablering af økologisk sohold til produktion af smågrise og omlægning af store arealer, som dyrkes konventionelt i dag. Derimod vil en mærkevareproduktion baseret på græs og hestebønner el. lign. hurtigt kunne gennemføres og endda give nogle fordele i form af forbedrede sædskifter.

- a) Konventionelle bedrifter med eksisterende slagtesvinestalde, hvor fodring er vådfoder!
- b) Beliggenhed i "rimelig" afstand fra biogasanlægget Biokraft Bornholm, idet en af mulighederne er, at Biokraft kan aftage reststrømmen "brunsaft" og eventuel presserest fra raffinaderiet til produktion af biogas.
- c) Jordtilliggende gerne så stort, at afgrøder kan tages ud af sædskifte til fordel for græsproduktion
- d) Afstand til yderste mark er 20 km, gennemsnit ca. 10 km
- e) Produktionen af grise samles på så få producenter som muligt af hensyn til logistik
- f)

Scenarier:

Der er regnet på to scenarier. I det første udskiftes importeret protein i form af soyaskrå med græsprotein svarende til 10 % I det andet scenarie anvendes 18 %, et maksimum, som SEGES har beregnet.

De to foderblandinger er vist til Tabel 5

Tabel 5 Vurderet foderblanding til slagtesvin

Kode	Råvare	[kr. /kg]	18% Græsprotein			10% Græsprotein		
			[kg]	[%]	[kr.]	[kg]	[%]	[kr.]
500-00	BYG, vår 17	1,29	26,4	12	34,1	24,2	11	31,2
510-00	HVEDE, 17	1,32	101	46	134	101	46	134
886-10	Vegetabilsk olie/fedt	5,6	2,2	1	12,3	4,4	2	24,6
584-00	Rapskager	1,85				18	8	33,4
652-00	HESTEBØNNER, gns. 212-2016	1,4	44	20	61,6	44	20	61,6
445-02	Min. bl. 2-3% Tørf. sl.sv. 30-100 kg	3,2	6,6	3	21,1	6,6	3	21,1
716-50	Græsprotein (rent protein)	6,25	40	18	248	22	10	138
I alt			220	100	510	220	100	443

Priserne er et gennemsnit af konstaterede pris for perioden 2013-2017, undtaget græsprotein hvor det er en omregnet pris ud fra en sojapris på 300,- kr./100 kg.

Det er antaget, at der er en tilvækst på 80 kg fra 30 kg til 110 kg, at foderforbruget er 2,8 FE/kg tilvækst. Antal FE pr. kg foder er sat til 1,03 svarende til 217 kg foder, der er rundet op til 220 kg foder pr. sl. svin.

Produktionen af græsprotein er baseret på frisk græs, der kun kan leveres 180 dage om året (fra 1/5 – 1/11). På baggrund af en årlig slagtesvineproduktion på 20.000 svin skal der således fodres 10.000 slagtesvin, svarende til 400 tons grønt protein ved 18% græsprotein af foderblandingen, og 220 tons ved 10 %.

En pris på 510,- kr. for 220 kg svarer til 232 kr. pr. 100 kg. En almindelig konventionel sl. svin blanding koster i gennemsnit 160,- kr./ 100 kg. En reduktion i andelen af græsprotein fra 18 pct. til 10 pct. Betyder, at prisen pr. 100 kg foder falder til 200,- kr./ 100 kg.

5. Økonomiberegning

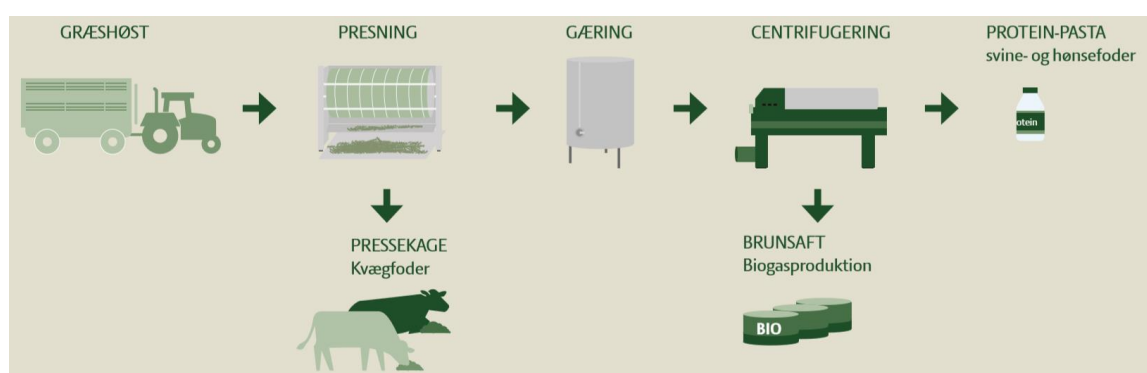
Analysen er udført på baggrund af oplysninger omkring produktionsforholdene på Bornholm, som Bornholms Landbrug & Fødevarer har leveret, jf. notat dateret den 19. juni 2018, "Bornholmske Ø-grise fodret på lokalt protein - bornholmsk græs og /eller hestebønner".

Størrelsen på bioraffineringsanlægget er designet ud fra et ønske om i første omgang at producere ca. 10.000 slagtesvin pr. år på Bornholm udelukkende på korn og lokalt producerede hestebønner og græsprotein.

På baggrund af aminosyre- og andre kemiske sammensætninger af græsprotein, har SEGES vurderet en egnet foderplan til slagtesvin, som er angivet i Tabel 5 ovenfor. Det skal bemærkes, at foderblandingsens produktivitet hos slagtesvin ikke er testet og sammenlignet med en traditionel blanding.

6. Proteinproduktion

På baggrund af driftserfaringer fra Aarhus Universitet, Foulums pilotanlæg forventes det, at der fra kløvergræs kan produceres ca. 13,5 kg protein/tons frisk græs med et tørstofindhold på 18%. Ved et høstudbytte på 60 tons og med et årsforbrug på 400 tons græsprotein, er det nødvendigt med omkring **500 ha** kløvergræs. Foruden græsprotein produceres der gennem grøn bioraffinering også en pressekage, som kan anvendes som kvægfoder og en brunsaft, der kan bruges til biogasproduktion. Processen er overordnet skitseret på Figur 1 nedenfor.



Figur 1: Princip ved grøn bioraffinering af græs. De producerede produkter fra 500 ha kløvergræs anvendes til fodring af grise og køer samt biogasproduktion.

De vurderede udbytter fra 500 ha er angivet i Tabel 6 nedenfor

Tabel 6: Årligt græs- og produktionsudbytter fra 500 ha

	Mængde		
	Våd vægt	Tørstof	Tørstofindhold
	[tons/år]	[tons TS/år]	[%]
Græsproduktion	30.000	5.400	18
Pressekage	9.250	3.240	35
Proteinpasta	5.400	1.080	20
Brunsaft	15.400	1.080	7

SEGES Husdyrinnovation har udarbejdet en foderplan til kvæg, hvor fiberresten udgør 4,8 kg TS pr. ko pr. dag. Hvis det forudsættes, at den pågældende foderplan kan anvendes i 330 dage om året, er der foder til 2.000 køer.

Hvis det ikke er muligt at benytte alt pressekagen til foder, kan det alternativt anvendes til biogasproduktion. Gaspotentialet er ca. 26 Nm³ metan pr. tons frisk pressekage ved 35% tørstof.

Salgsprisen til biogasanlæg er ca. 1 kr. pr. FE, hvor der er ca. 80 FE pr. tons pressekage. FE er værdiansat ud fra fodringsforsøg på Foulum 2017 og 2018, hvor det er oplyst, at der er 0,75 FEN/kg TS.

Brunsaften kan enten anvendes som gødning eller tilføres et lokalt biogasanlæg.

Proteinpastaen indeholder ca. 400 kg rent protein, og har bl.a. vist sig anvendeligt som foder til slagtesvin og æglæggende høns.

Muligheder ved anvendelse af biprodukter

Der er beregnet på følgende 4 muligheder vedrørende afsætning af pressekage og brunsaft:

1. Pressecake til foder og brunsaft til biogas.
2. Pressecake til biogas og brunsaft til biogas.
3. Pressecake til foder og brunsaft til gødning.
4. Pressecake til biogas og brunsaft til gødning.

Salgsprisen for græsprotein er værdiansat til 6,25 kr./kg svarende til en sojapris på 300,- kr. pr. Hkg med 48% protein. Salgsprisen for fiberresten til foder er beregnet ud fra en salgspris på 1,27 kr./FEN, mens værdien i biogas er beregnet ud fra en biogaspris på 4 kr./Nm³ metan. Den fastsatte biogaspris er baseret på en forventning om at det fremtidige niveau for produktionsstøtte til biogas bliver lidt lavere end det har været i en årrække, hvor den resulterende værdi af produktion nærmere har ligget på omkring 5 kr./Nm³ metan.

Værdien af brunsaft er vurderet ud fra tør- og næringsstofindholdet. Ud fra indholdet af protein og tørstof er der lavet følgende beregninger. Tørstofindholdet er 1080 tons med en proteinandel på 135 tons. N-indholdet er beregnet ud fra en antagelse om, at 16 % af proteinet er kvælstof. Prisen pr. kg N er sat til 6,25 kr. Denne beregning er bedste skøn på nuværende tidspunkt, da der er lavet få undersøgelser for anvendelse af brunsaften og indholdet i denne.

Tabel 7: Vurderede produktionsudbytter og indtægter

	Mængde [tons/år]	Værdi [kr./kg]	Indtægt [t. kr./år]
Græsprotein (protein)	400	6,25	2.500
Fiberrest (35%TS) til foder	9.260	0,33	3.090
Fiberrest (35%TS) til biogas		0,35	3.200
Brunsaft til biogas	15.700	0,10	1.570
Brunsaft til gødning		0,009	140

På baggrund af salgspriserne og mængderne er nedenstående driftsresultat beregnet. Resultaterne er præsenteret i tabel 8. Det er antaget, at det pressede græs køres retur til aftager, der selv bekoster indlægning i silo eller rapning. Udlæg af græs er foretaget i anden afgrøde, og det forventes, at græsarealet kan ligge minimum 3 år, før der skal sås ekstra græs i. Ingen omlægning de første 6 år.

I den økonomiske analyse er der anvendt en skønnet anlægspris på 15 mio. kr. for et anlæg til produktion af 400 tons græsprotein på årsbasis. Dette er en konservativ antagelse, idet man må forvente at effektiviteten i anlæggene stiger i fremtiden, hvorved der vil kunne behandles større mængder på samme anlæg, ligesom økonomien vil kunne forbedres, hvis en større andel af protein vil kunne raffineres til svinefoder.

Det er forudsat, at der er en ikke-finansieret egenkapital på 10 % af anlægsprisen. Resten er finansieret med 60 % real- og 30 % banklån med en rente på 2,5 % og 8 %. Løbetiden er 10 år. De faste udgifter omfatter forsikringer, revision og lønning til administration af aftaler mm. De variable omkostninger inkluderer indkøb, høst og transport af græs, energiforbrug til bioraffinering af græs, vedligehold og arbejds løn.

Kapitalomkostningerne er fastlagt på basis af ovenstående, således at anlægget afskrives i takt med lånenes afvikling indenfor anlæggets 10 årige levetid. Afskrivningerne er i tabel 4 indeholdt i de faste omkostninger. Renteudgifterne er anført som et gennemsnit for den 10-årige periode.

Tabel 8: Vurderet gennemsnitligt driftsresultat i 1.000 kr.

	Mulighed 1	Mulighed 2	Mulighed 3	Mulighed 4
	[1000 kr.]	[1000 kr.]	[1000 kr.]	[1000 kr.]
Omkostninger				
Gennemsnitlig forrentning af investeret kapital	295	295	295	295
Faste omkostninger	440	440	440	440
Variable omkostninger	5.600	5.600	5.600	5.600
Mistet DB ved 500 ha.	1.336	1.336	1.336	1.336
Omkostninger i alt	7.671	7.671	7.671	7.671
Indtægter				
Salg af proteinpasta	2.500	2.500	2.500	2.500
Salg af pressefiber til foder	3.090		3.090	
Salg af pressefiber til biogas		3.200		3.200
Slag af brunsaft til biogas	1.570	1.570		
Salg af brunsaft til gødning			140	140
Indtægter i alt	7.160	7.270	5.730	5.840
Driftsunderskud	-511	-401	-1.941	-1.831

Det fremgår klart af resultaterne, at afsætning af brunsaften til biogas, under de anvendte forudsætninger er betydeligt mere attraktivt end anvendelse som gødning (mulighed 3 og 4) Tabellen viser også, at værdien af pressefiber overstiger værdien af proteinproduktionen uanset om det afsættes til kvægfoder eller biogasproduktion. Faktisk er værdien højest ved salg til biogasproduktion, en tendens der vil øges hvis værdien af biogas produktionen bliver højere end de 4 kr./Nm³ metan, der her er anvendt som det centrale skøn.

I beregningen er der taget højde for den økonomiske effekt af, at de 500 ha. skifter anvendelse fra kornproduktion til græs, og den indtjening fra kornavlens, som proteinproduktionen skal konkurrere med, den såkaldte alternativomkostning. Konkret er alternativomkostningerne beregnet som mistet DB₂ for kornarterne vårbyg, vinterbyg og vinterhvede, dvs. salgsindtægter minus dyrkningsomkostningerne.

Det beregnet dækningsbidrag (DB₂) for henholdsvis vårbyg, vinterbyg og hvede med budbytter relateret til Bornholm er på 2.044 kr., 2.537 kr., og 3.019 kr. pr. hektar. Arealet med de tre kornafgrøder er 5.640, 19.800 og 12.540 ha på Bornholm. Når de 500 ha til

græsproduktion fordeles i dette forhold kan det gennemsnitlige mistede DB2 pr. ha. Beregnes til 2672 kr/ha. Eller i alt 1.336.000 kr. på årsbasis for de 500 ha.

Ved alle 4 muligheder for afsætning af produkterne fra bioraffineringen er der således beregnet et driftsunderskud. Mindst i de to første muligheder, hvor brunsaften kan afsættes til biogasanlægget, og størst i de to muligheder, hvor brunsaften anvendes som gødning.

De beregnede driftsresultater skal opfattes som den samlede nettoomkostning, der er nødvendig for at forsyne de forudsatte 10.000 slagtesvin. Derfor kan resultaterne anvendes til at beregne hvilken merpris det er nødvendigt at opnå pr. kg. svinekød for at det samlede system hænger sammen. Når det forudsættes at der kan sælges 80 kg. kød pr. slagtesvin, kan der i alt sælges 800.000 kg kød. De beregnede nødvendige merpriser pr. kg. kød er vist i tabel 9

Tabel 9. Beregnede nødvendige merpriser på svinekødsnoteringen ved forskellig afsætningsstrategi for restprodukter.

	Mulighed 1	Mulighed 2	Mulighed 3	Mulighed 4
	Kr/kg	Kr/kg	Kr/kg	Kr/kg.
Omkostninger	0,6	0,5	2,4	2,3

Følsomhedsanalyser

Hvis anlægget kan bygges til 12 mio. kr. frem for de 15 mio. kr., betyder det, at driftsunderskuddet falder med 120.000,- kr. det første år.

Hvis prisen på protein stiger fra de 6,25 kr. til 6,5 kr. pr. kg, reduceres underskuddet med 100.000,- kr.

Der synes klart at være et potentiale for at øge effektiviteten i udvinding af protein fra græsset, hvilket skulle være muligt ifølge (Ytting 2017) hvor udbyttet i råprotein angives i intervallet 760-1200 kg/ha. Det svarer til mellem 12,6 og 20 kg pr. ton ved 60 ton græs pr. ha.

Såfremt andre eller nye metoder vil kunne øge proteinudbyttet med godt 10 % vil de to første muligheder i Tabel 4 balancere, såfremt det kan antages at arealbehovet og de variable omkostninger reduceres tilsvarende. Det må være indenfor rækkevidde

7. Diskussion/Konklusion

Det forventes at der vil være stigende efterspørgsel efter kvalitetskød som kan differentiere sig fra det traditionelle ved at være mere klimavenligt herunder produceret med flest mulige lokale råvarer.

Afstandene på Bornholm med forekomst af såvel eksisterende biogasanlæg og slagteri indenfor max 40 km betyder at det er muligt at producere lokalt protein og kød og udnytte restbiomasser effektivt.

De økonomiske beregninger for et centralt placeret anlæg med kapacitet til produktion til fodring af 10.000 slagtesvin/år viser at der i det gunstigste alternativ er en meromkostning til produktion af dansk græsprotein svarende til ca. 400.000 kr eller ca 0,5 kr/kg kød. Hertil kommer ekstra omkostninger til separat slagtning, håndtering, pakning og markedsføring.

Raffinering af kløvergræs er en ny disciplin, som vi må forvente kan optimeres betydeligt, idet der indtil nu kun er opført et enkelt demoanlæg i mindre skala til forskning i Danmark. Det er derfor muligt at en del af omkostningen kan hentes hjem gennem forbedret effektivitet og reducerede anlægs og driftsomkostninger.

Over tid vil der formentlig også kunne udvikles mere proteinholdige græssorter, der vil øge effektiviteten i systemet. Et øget proteinudbytte pr. ha. vil reducere kg-prisen for protein, men ikke mindst reducere det areal som græsproduktionen beslaglægger, og dermed reducere alternativomkostningerne i form af mistet dækningsbidrag ifht. kornproduktion.

Der er regnet med at proteinet fodres som pulp i vådfoderanlæg og at der kun kan leveres græsprotein i 24 uger om året. Hvis der kan anvendes en billig konserveringsmetode, f.eks. ved fermentering af pulpen eller tørring hvor der gøres brug af billig varme fra biogasanlægget, vil landmændene kunne fodre med andre bornholmske proteiner hele året, hvorved antallet af mærkevaregrise kan øges til det dobbelte. Det er ikke urealistisk at kombinere græsproteinfodringen med relativt store mængder hestebønner, idet der er erfaring for, at der kan dyrkes hestebønner med gode udbytter på øen og forsøg viser at hestebønner kan udgøre op til 20 % af foderet.

Det er vanskeligt at vurdere, om forbrugerne vil betale for ovenfor nævnte merpris for en ikke økologisk Ø-gris, som er produceret mere bæredygtigt med mindre det samtidig kombineres med differentiering på andre parametre f.eks. dyrevelfærd, som det er tilfældet ved den nuværende Bornholmergris fra Danish Crown. Der er derfor brug for analyser af markedet for at vurdere om Ø-gris på grøn protein kan stå som et selvstændigt mærke,

eller om der kan opnås synergi i form af flere markedsførings parametre ved at samle DCs mærker til ét stærkere brand.

Inden der kan tages endeligt stilling til om grøn raffinering til svinefoder er fremtiden på Bornholm anbefales det at gennemføre forsøg med nye raffineringemetoder på Bornholm og fodring i praksis med kombinationer af protein fra forskellige afgrøder, som er mest velegnede til det Bornholmske klima.

8. Bilag

Bilag 1: Antagelser

	Enhed	Værdi	Kommentar
Græsproduktion			
Græsarealer	ha	500	Primært konventionelt kløvergræs
Græsudbytte	tons/ha	60	Oplyst af Bornholms Landbrug & Fødevarer
Græsudbytte	tons	30.000	Frisk masse
Tørstofindhold	%	18	Gennemsnit fra forsøg
Mængde tørstof	tons tørstof	5.400	Beregnet
Høstperiode	dage	180	15.5.-15.10

Transportafstand for græs	km	10	Oplyst af Bornholms Landbrug & Fødevarer (20 km retur)
---------------------------	----	----	--

Udbytter fra grøn bioraffinering

Pressekage	tons	9.260	Udbytter opnået i pilotforsøg ved Foulum
Brunsaft	tons	15.300	Udbytter opnået i pilotforsøg ved Foulum
Proteinpasta	tons	5.400	Udbytter opnået i pilotforsøg ved Foulum
- heraf protein	tons	400	Udbytter opnået i pilotforsøg ved Foulum
Investering(bioraffinering)	mio. kr.	15	Groft overslag Anlæg til produktion af pressekage, brunsaft og proteinpasta.

Gasudbytte

Brunsaft	Nm ³ CH ₄ / kg TS	1,6	Estimeret ud fra kemisk sammensætning
Pressekage	Nm ³ CH ₄ / kg TS		Estimeret ud fra kemisk sammensætning

Foderproduktion

	Sl.svin	20.000	Oplyst af Bornholms Landbrug & Fødevarer
--	---------	--------	--

Salgspriser

Protein (ren) DKK/kg	kr. pr. kg	6,25	Beregnet fra en pris på sojaskrå på 300 DKK/Hkg ved 48% protein
Fibergræs til foder	kr. pr. ton	333	Foderværdi ved 1,27 kr./FE
Fibergræs til biogas	kr. pr. ton	346	
Brunsaft til biogas	kr. pr. ton	102	
Brunsaft til gødning	kr. pr. ton	9	Beregnet ud fra prisen på N på 6,5 kr./kg N. P og K er ikke værdiansat
Biogas	kr./ Nm ³ CH ₄	4,0	Forventet gaspris inkl. støtte
Elpris	Kr./kWh	0,75	

Forrentning

Banklån	%	8
Realkreditlån	%	2,5

Bilag 2 Høstudbytter og kalkuler. Der er beregnet særskilt for Bornholm

	Udbytter [hkg/ha]	DB1 [kr/ka]	DB2 [kr/ka]	Areal andel [%]
Dækningsbidrag vårbyg	60,76	7.153	2.044	27,4
Dækningsbidrag vinterbyg	71,76	8.130	2.537	9,1
Dækningsbidrag hvede	80,44	9.425	3.019	56

Gennemsnitlige udbytter for perioden 2013-2017, kilde Danmarks statistik HST77.

Gennemsnitlige salgspriser for perioden 2013-2017. Kilde Farmtal, SEGES.

Kornandelen i forhold til det samlede dyrkede areal på Bornholm jf. DST

9. Litteratur:

Stødkilde, L. Damborg, VK, Jørgensen, H, Lærke, HN & Jensen, SK. 2017. White clover fractions as protein source for monogastrics - Dry matter digestibility and Protein Digestibility-Corrected Amino Acid Scores. Journal of the Science of Food and Agriculture, 2017.

Stødkilde-Jørgensen, L, Kragbæk, VD, Jørgensen, HJ, Lærke, HN & Jensen, SK. 2016. Digestibilities of green biomass fractions in monogastrics. Abstract from Protein for life, Ede, Holland.

Kragbæk, VD, Stødkilde-Jørgensen, L, Jensen, SK & Weisbjerg, MR. 2016. Characterisation of protein and fibre in pulp after biorefining of red clover and perennial ryegrass. Proceedings of the 26th General Meeting of the European Grassland Federation: The multiple role of grassland in the European bioeconomy. red. / M. Höglind; A.K. Bakken; K.A. Hovstad; E. Kallioniemi; H. Riley; H. Steinhamn; L. Østrem. Wageningen Academic Publishers, 2016. s. 366-368.

Damborg, VK, Jensen, SK & Weisbjerg, MR. 2017a. Value of pulp from green protein extraction of grass clover as forage for dairy cows. Journal of Dairy Science Volume 100, Supplement 2, 96.

Damborg, VK, Stødkilde, L, Adamsen, APS & Jensen, SK. 2017b. Amino acid composition and mass balances of screw-pressed fractions from forages. (Manuscript).

Miljø og Fødevareministeriet, 2018 Handlingsplan for bæredygtige proteiner, - opfølgning på anbefalinger fra Det Nationale Bioøkonomipanel. https://mfvm.dk/fileadmin/user_upload/MFVM/Publikationer/Handlingsplanforproteiner__.pdf

Vils, 2016. Hestebønner til slagtesvin, SEGES Videncenter for Svineproduktion Medd. Nr. 1080.).

Yting, Nanna Karkov; Thorup-Kristensen, K. Bioraffinering af kløvergræs og andre afgrøder - kvalitet og udbytte Økologisk protein i et sundt sædskifte Plantekongres 2017 17. Januar Københavns Universitet Institut for Plante- og Miljøvidenskab http://orgprints.org/31500/1/pl_plk_2017_56_1_Nanna_Karkov_Ytting.pdf