



**BIORAFFINERET GRÆSPROTEIN
TIL ØKOLOGISKE HUSDYR**
**Vurdering af foderprodukter fra
bioraffinering til svin, fjerkær og kvæg**

BIORAFFINERET GRÆSPROTEIN TIL ØKOLOGISKE HUSDYR
Vurdering af foderprodukter fra bioraffinering til svin, fjerkræ
og kvæg

er udgivet af

SEGES
Landbrug & Fødevarer F.m.b.A.
Agro Food Park 15
8200 Aarhus N
+45 8740 5000
seges.dk

FORFATTERE
Erik Fog, Kristian Knage-Drangsfeldt, Niels Finn Johansen,
Finn Strudsholm, Jette Søholm Petersen

FORSIDEFOTO
SEGES

LAYOUT
Marianne Kalriis, SEGES

December 2018

SIDE	INDHOLD
3	1. Sammenfatning
4	2. Indledning
4	3. Baggrund og metode
5	4. Foder fra grøn bioraffinering (en karakteristik)
5	4.1 Protein-koncentrat
6	4.2 Græspressekage
8	5. Foderværdi som grisefoder
8	5.1 Protein-koncentrat til slagtesvin, søer og smågrise
8	5.2 Hvor meget græsprotein-koncentrat er det realistisk at anvende i slagtesvinefoder?
10	5.3 Græspressekage som grisefoder
11	6. Foderværdi som fjerkræfoder
11	6.1 Protein-koncentrat i æglægningsfoder
12	6.2 Hvor meget græsprotein-koncentrat er det realistisk at anvende i æglæggerfoder?
12	6.3 Værdi af græsprotein i æglæggerfoder
12	6.4 Protein-koncentrat i kyllingefoder
14	6.5 Brug af græspressekage i fjerkræproduktionen
15	7. Foderværdi som kvægfoder
15	7.1 Protein-koncentrat til kvæg
15	7.2 Foderværdi af græspressekage som kvægfoder
17	8. Samlet vurdering
18	8.1 Behov for yderligere afklaring
19	Bilag 1: Rådata af protein-koncentrat som pasta og tørt koncentrat (Projekt OrganoFinery)
20	Bilag 2: Resultater fra fodringsforsøg med slagtekyllinger fodret med stigende mængder græsprotein-koncentrat (Projekt Multiplant)

UDARBEJDET I PROJEKTET:

OrganoFinery – Organic growth with biorefined organic protein feed, fertilizer and energy.

Projektet har fået tilskud fra Grønt Udviklings- og Demonstrationsprogram (GUDP) under Miljø- og Fødevareministeriet, og er en del af Organic RDD-2 programmet, som koordineres af ICROFS.

Rapporten gør status på de resultater omkring foder-værdien af græsprotein til svin, fjerkræ og kvæg, der i 2018 er opnået i forskellige projekter til udvikling af grøn bioraffinering. Resultaterne er præsenteret med henblik på at landmænd, konsulenter og folk i foderbranchen kan få et hurtigt overblik og kan vurdere, om resultaterne har relevans for dem.

Hovedproduktet, græsproteinkoncentratet, er vurderet til at kunne fremstilles med en proteinkoncentration på ca. 45 % råprotein i tørstoffet, hvilket også er opnået i et nyt fodringsforsøg med slagtegrise (november 2018), hvor proteinkoncentrationen i græsproteinkoncentratet er 48 %. Det svarer til proteinkoncentrationen i sojakage. Aminosyresammensætningen i græsproteinet minder også om indholdet i sojaprotein med cirka samme andel lysin, højere indhold af methionin, men mindre indhold af cystein.

Sammensætningen af græsproteinkoncentratet passer godt til fodernormerne for slagtesvin bortset fra det lave cystein-niveau, og derfor forventes græsprotein at kunne blive en attraktiv proteinkilde, hvis det suppleres med et cysteinrigt fodermiddel som f.eks. afskallet havre.

Tilsvarende gælder også for æglæggende høner, hvor et forsøg har vist, at græsproteinkoncentrat kan udgøre op til 12 % af foderet, uden at det har negativ indvirkning på høner eller æglægning. Samtidig blev æggeblommernes farve mørkere gul jo mere græsprotein, der blev tilsat foderet. Forsøg med fodring af kyllinger med græsproteinkoncentrat med 36 % råprotein har vist, at minimum 13 % af foderets protein kan erstattes med græsprotein, uden at det går ud over tilvækst og foderudnyttelse. Skal der anvendes større mængder græsproteinkoncentrat, skal det have et højere proteinindhold.

Til kvæg har det mindre relevans at bruge græsprotein i foderet, da kvæg får en stor del af de nødvendige aminosyrer dannet af mikroorganismene i vommen.

Sideproduktet ensilage af græspressekage, som kommer fra den indledende skruepresning af græsset, har i et forsøg med malkekøer vist, at det fuldt ud kan erstatte almindelig græsensilage. Forsøget viste endda en højere mælkeydelse på græspressekagen, hvilket formodentlig skyldes den fysiske bearbejdning af græsset i skruepressen. Dette resultat bør verificeres gennem flere forsøg.

Græspressekagen vurderes til også at være velegnet som grovfoder til svin og fjerkræ; men det bør også dokumenteres gennem forsøg.

Med udgangspunkt i aktuelle priser på fodermidler til økologiske grise og fjerkræ er det beregnet, hvilken pris græsproteinkoncentratet kan have, når der iblandes forskellige mængder græsprotein i foderblandingerne, og disse skal have samme pris som tilsvarende foderblandinger uden græsprotein.

Prisniveauet for græsproteinkoncentrat varierede fra 460 til 860 kr. / 100 kg og sammenholdt med et estimat for fremstillingsprisen for græsproteinkoncentrat på 464 kr. / 100 kg tyder det på, at fremstilling af græsprotein vil kunne etableres som en bæredygtig forretning.

Rapporten slutter med forslag til yderligere undersøgelser, der kan skabe større vished om mulighederne i at producere proteinfoder fra græs, samt om foderværdien og kvaliteten i forhold til forskellige dyregruppers foderbehov.

KAPITEL 2

INDLEDNING

Der er en stigende interesse for at erstatte importerede proteinkilder med dansk produceret protein til foder og fødevarer. I de senere år, har en række projekter fokuseret på, hvordan protein fra kløvergræs kan udvindes gennem bioraffinering.

Den typiske fremgangsmåde ved bioraffinering af græs består i at presse saft af helt frisk græs (uden fortørring), og derefter udvinde proteinerne fra græssaften enten ved syring eller varmebehandling eller en kombination. Gennem centrifugering eller filtrering kan der produceres et proteinkoncentrat med en proteinkoncentration på højde med sojakage. Fra den indledende presning kommer desuden en pressekage, der er velegnet til at ensilere til kvægfoder. Restsaften vil kunne anvendes til biogasproduktion eller til udvinding af yderligere værdistoffer.

Det vil i særlig grad være interessant at anvende græsproteinprodukter i økologisk jordbrug, hvor dyrkning af kløvergræs har stor betydning for, hvor produktive de økologiske sædskifter er, og hvor målet i det hele taget er, at kunne basere produktionen på lokale råvarer, der er produceret bæredygtigt.

Denne rapport beskriver foderværdien af proteinkoncentrat og pressekage fra bioraffinering af kløvergræs, kløver, lucerne og olieræddike. Der bruges i rapporten en samlet betegnelse for disse produkter som "græsprotein". Der er taget udgangspunkt i de forsøg, der er gennemført i projekterne BioValue, MultiPlant og OrganoFinery, og der er givet en samlet vurdering af, hvilken værdi bioraffineringsprojekterne vil kunne have i fodringen af økologiske grise, fjerkræ og køer. Rapporten forventes at kunne anvendes af landmænd og fodervirksomheder til at afklare, om de skal gå i gang med at anvende græsproteinprodukter i deres produktion.

Rapporten indgår som en del af projektet OrganoFinery, der er støttet af "Grønt Udviklings- og Demonstrationsprogram", (GUDP) under Miljø- og Fødevareministeriet, og er en del af Organic RDD-2 programmet, som koordineres af ICROFS.

KAPITEL 3

BAGGRUND OG METODE

Rapportens tal bygger på analyser af græsprotein-koncentrat, som er anvendt til fodringsforsøg i projekterne MultiPlant og OrganoFinery. Desuden er der anvendt analyser af pressekage, der har været anvendt til fodringsforsøg med malkekøer i projekt BioValue.

Analysetalene er dels brugt til at karakterisere henholdsvis proteinkoncentrat udvundet af kløvergræssaft og den pressekage, der kommer fra bioraffineringsprocessen. Dernæst er foderværdien søgt kvantificeret ved at sætte græsprodukterne ind i foderoptimeringer for grise, høns og kvæg.

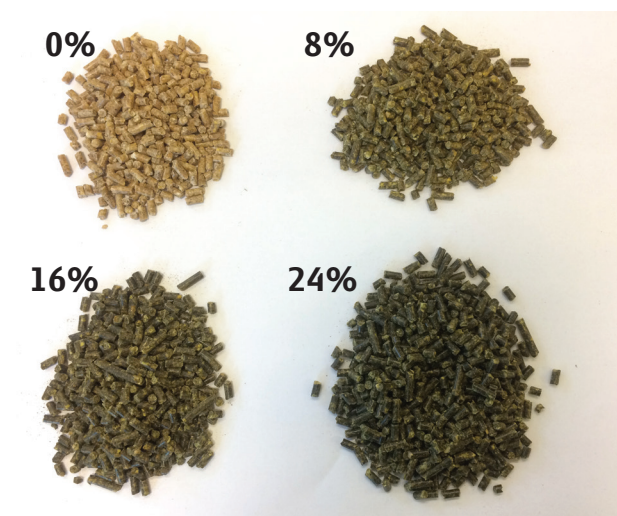
KAPITEL 4

FODER FRA GRØN BIORAFFINERING (EN KARAKTERISTIK)

4.1 Protein-koncentrat

Protein-koncentratet fra græsprotein har en god aminosyreprofil til husdyr generelt. I bilag 1 ses rådata for protein-koncentrater dels som våd pasta og som tørt koncentrat.

Data fra bilag 1 ligger til grund for resten af rapporten. Der er stor variation mellem typerne af græsprotein og variation inden for de enkelte typer, hvilket afhænger af høsttidspunkt. Til brug for de videre foderberegninger i rapporten er der beskrevet et proteinkoncentrat for henholdsvis rødkløver og for kløvergræs med et indhold af råprotein på 45 % og en proteinfordøjelighed på 85 %, hvilket tænkes at være et realistisk niveau, når bioraffineringsprocessen er udviklet, så der kan leveres kommercielle produkter. Indholdet af aminosyrer i proteinkoncentrat af rødkløver og kløvergræs er taget som gennemsnit af de syv og tre prøver fra disse to afgrøder i bilag 1, mens der for lucerne og olieræddike er brugt værdier fra de to enkeltprøver, der har været til rådighed.



FIGUR 1 Foderpiller med stigende andel græsprotein-koncentrat (Projekt: Multiplant). Foto: Aarhus Universitet

I tabel 1 er vist de udvalgte gennemsnitsværdier for proteinkoncentrater af rødkløver og kløvergræs og de omregnede værdier for fremtidige proteinkoncentrater, der indeholder 45%.

TABEL 1 Gennemsnitsværdier for indhold i proteinkoncentrater af rødkløver og kløvergræs (fra bilag 1) (to første kolonner). Samt de beregnede værdierne for koncentrater med 45% råprotein i tørstof (to sidste kolonner).

	Rød- kløver	Kløver- græs	Rød- kløver	Kløver- græs
Råprotein % af TS	41,9	40,4	45	45
Gns. råfedt % af TS	6,9			
Gns. råaske % af TS	9,7			
Stivelse % af TS	10,4			
Sukker % af TS	0,3			
g/kg tørstof				
LYS	24,2	23,9	26,0	26,6
MET	7,5	8,2	8,1	9,2
CYS	2,5	2,4	2,7	2,7
MET+CYS	10,0	10,6	10,7	11,9
THR	17,9	17,7	19,2	19,7
VAL	25,0	24,8	26,9	27,6
ASP	41,6	39,0	44,7	43,4
SER	17,0	17,2	18,3	19,2
GLU	41,7	41,8	44,9	46,6
GLY	21,0	21,2	22,5	23,6
ALA	24,9	25,9	26,8	28,9
TYR	-	-	-	-
ILE	20,5	20,9	22,1	23,3
LEU	32,8	34,3	35,3	38,2
PHE	22,9	23,0	24,6	25,6
HIS	9,4	9,1	10,1	10,2
ARG	23,8	22,9	25,5	25,5
PRO	17,1	16,7	18,3	18,6

I kløvergræs-koncentraterne, der er brugt til fodringsforsøg i Foulum, har indholdet af fedt ligget på 10-14 %, og heraf har ca. halvdelen været alfa-linolensyre.

Der er kun få oplysninger om energiindholdet i græsprotein. Ud fra data fra forsøg med lavt proteinindhold (33% råprotein i tørstof) er foderværdien skønnet til 1,06 FE/kg vare (SEGES, VSP). Det antages at en renere proteinvare vil have en mindre mængde omsættelig kulhydrat og derfor et lavere energiniveau. I optimering med 45 % råprotein i tørstof er FE/kg sat til 0,90 FE/kg i varen, hvilket er bedste bud.

TABEL 2 Sammenligning af proteinkoncentrat af kløvergræs med andre proteinråvarer med hensyn til råprotein-indhold, indhold af lysin og methionin:lysin-forholdet. (Kilde: VSP fodermiddeltabellen, 2018)

Fodermiddel	Råprotein, %	Lysin g/kg	Met:lysin
Proteinkonc. -kløvergræs	45,00	26,60	0,34
Sojakage	44,00	26,80	0,22
Sojaskrå	45,81	28,81	0,22
Rapskage	28,66	15,76	0,36
Rapsskrå	34,31	18,87	0,36
Solsikkeskrå	35,30	12,35	0,63
Solsikkekage	33,18	11,61	0,63
Fiskemel	69,48	52,25	0,37
Kartoffelprotein	77,30	61,07	0,29

I tabel 2 er proteinkoncentrat med 45 % råprotein fra kløvergræs (fra tabel 1) sammenlignet med andre proteinråvarer med hensyn til proteinindhold, indhold af lysin og forholdet mellem methionin og lysin, der er vigtige parametre, når foderværdien skal vurderes. Hestebønner og ærter er ikke med i denne sammenligning, da indholdet af råprotein er væsentligt lavere i disse produkter (se tabel 6).

Græsproteinkoncentratets indholdet af lysin er væsentligt højere end i raps og solsikke, mens det er lavere end i sojaen. Methionin:lysin-forholdet ligger godt i forhold til en ønsket værdi til svin på 0,30-0,32. Raps og især solsikke ligger endnu højere, mens sojaprodukterne ligger under det ønskede niveau.

Aarhus Universitet har lavet forsøg med fordøjelighederne for de enkelte aminosyrer, her blev der fundet fordøjeligheder på ca. 65 % i græsproteinkoncentratet med 30-35 % råprotein. Det forventes, at fordøjeligheden af de enkelte aminosyrer ligger omkring 80 - 85 % med variation mellem de enkelte aminosyrer, når råproteinindholdet er på 45 % eller der over. I et forsøg med slagtegrise startet november

2018 fodres med græsprotein med et proteinindhold på ca. 48 %, det vil forhåbentlig vise en større foderudnyttelse end i de tidligere forsøg.

Indholdet af cystein ligger lavere i græsproteinkoncentrat end i de øvrige proteinråvarer, så når der skal optimeres med græsprotein, er det vigtigt at have adgang til en god cysteinkilde. Det kunne f.eks. være afskallet havre.

Non-protein-nitrogen (NPN) og kalium findes i ret store koncentrationer i ikke-raffineret græs og er fodringsmæssigt uønsket i foder til enmavede dyr. Gennem bioraffineringen af græs og kløver ender størstedelen af NPN og kaliumet i brunsaften (restvæsken), og græsproteinkoncentratet er derfor også på dette punkt et meget bedre produkt til enmavede dyr end andre græsprodukter.

4.2 Græspressekage

Den kemiske sammensætning af ensilage af græs-pressekage er vist i tabel 3. Tabellen viser desuden til sammenligning værdierne for græsensilage anvendt i BioValue-forsøget samt standardværdier for græs-ensilage og kløvergræsensilage fra NorFor-fodertabellen.

TABEL 3 Kemisk sammensætning af græs-pressekage sammenholdt med ensilager.

	Græspressekage-ensilage BioValue	Kløvergræsensilage BioValue	Kløvergræsensilage NorFor	Græsensilage NorFor
<i>Kemisk sammensætning:</i>				
Tørstof, %	28,0	52,0	39,0	38,5
Råprotein, % af tørstof	18,0	16,0	16,4	15,9
NDF, % af tørstof	45,0	39,0	40,0	42,2
Sukker, % af tørstof	0,0	8,7	6,4	6,0
Aske, % af tørstof	9,4	9,4	9,7	10,0

Kilde: BioValue og NorFor fodertabel

Fodringsmæssigt er presseresten karakteriseret ved et lidt højere indhold af NDF, tørstofindholdet er ret konstant omkring 28-35 %, og indholdet af sukker er meget lavere end i tilsvarende græsensilage. Råproteinindholdet var også højere, men i laboratorieforsøg er der generelt fundet uændret råproteinindhold (Weisbjerg, AU Husdyrvidenskab).



FOTO: SEGES

FIGUR 2 Friskpresset kløvergræs (pressekage fra grøn bioraffinering)

KAPITEL 5

FODERVÆRDI SOM GRISEFODER

5.1 Protein-koncentrat til slagtesvin, søer og smågrise

I tabel 4 er proteinkoncentrationerne for rødkløver og kløvergræs (med 45 % råprotein) fra tabel 1 samt proteinkoncentrationer fra lucerne og olieræddike sammenholdt med fodernormerne for grise.

Ud fra tabel 4 ses det, at methionin-indholdet i de fire produkter alle overholder normen for grise på ca. 30% af lysin. Men ingen af de fire produkter overholder normen for methionin+cystein, hvor især græs og kløver-koncentrationer ligger markant under, hvilket skyldes at indholdet af cystein er lavt. Rødkløverkoncentratet ligger længst under normen, hvilket kan blive en udfordring, hvis der skal optimeres foderblandinger med dette produkt som en væsentlig proteinkilde.

Alle produkterne indeholder mere threonin end normerne, og indholdet af valin ligger markant højt over normerne. Også histidin ligger lidt over normerne, mens indholdet af phenylalanin er særligt højt, især i lucerne og olieræddike.

Ved optimering af grisefoder med indhold af græsprotein er det således vigtigt at kunne tilsætte fodermidler med højt cysteinindhold, og der må nok regnes med et vist overskud

af råprotein på grund af indholdet de aminosyrer i græsproteinet, der ligger over normerne.

5.2 Hvor meget græsprotein-koncentrat er det realistisk at anvende i slagtesvinefoder?

Der er udregnet skyggepriser for økologisk proteinkoncentratet på kløvergræs med 45 % råprotein (fra tabel 4). Der er regnet med følgende værdier for kløvergræskoncentratet: 45 % råprotein i tørstof, 23 g lysin / kg i varen, 7 g methionin / kg i varen og 0,90 FEsv pr kg.

I tabel 5 ses, hvilken pris græsprotein-koncentratet kan få ved forskellige andele af græsprotein i økologisk slagtesvinefoder, når foderblandingerne ikke må blive dyrere. Korndelen er holdt konstant ligesom forholdet mellem byg og rug.

Den første række viser den pris for græsprotein-koncentrat, hvor optimeringsprogrammet begynder at anvende græsprotein i blandingerne ved de produktpriser, der er anvendt. Prisen skal altså under 545 kr. pr. 100 kg græsprotein-koncentrat før det er økonomisk attraktivt at udskifte soja- og solsikkekegler med græsprotein. Ved de to eksempler med henholdsvis 12 og 25 % græsprotein-koncentrat i blandingen, skal prisen for græsprotein-koncentratet under henholdsvis 540 kr. og 460 kr. for at det kan betale sig økonomisk at tage græsprotein med i de mængder.

TABEL 4 Næringsstofindhold i forskellige græsprotein-koncentrationer sammenholdt med fodernormer til grise. Rødkløver og kløvergræs er vist med det estimerede indhold ved 45% råprotein (jf. tabel 1 og bilag 1).

	Grise normer i % af lysin	Rødkløver	Kløvergræs	Lucerne	Olieræddike
FK		0,85	0,85	0,85	0,85
Råprotein % i tørstof		45	45	44	50
Lys/råprotein		0,06	0,06	0,05	0,05
Ford. Lysin g/kg		26	27	20	23
Met/lys %	30-32	31	35	34	37
Met+Cys/lys %	54-61	41	45	52	59
Thr/lys %	61-67	74	74	81	81
Val/lys %	67-69	103	104	108	109
Ile/lys %	53-56	84	88	94	88
Leu/lys %	100-108	135	144	162	161
His/lys %	32-36	38	38	41	43
Phe/lys %	54-55	94	96	117	111

TABEL 5 Skyggepriser for kløvergræsprotein i en slagtegriseblanding med en konstant kornandel. Afskallet havre er med til at afstemme slagtegriseblandingen. (Foderstofpriser fra Vestjyllands Andel, forår 2018)

	Pris kr./100 kg	Andel %	Pris kr./100 kg	Andel %	Pris kr./100 kg	Andel %
Græs- koncentrat	545	0	540	12	460	25
Sojakage	560	20,7	560	13	560	0,4
Solsikke- kage	560	4,6	560	0	560	0
Afskallet havre	246	7	246	7	246	6,9
Byg	210	35	210	35	210	35
Rug	190	30	190	30	190	30
Mineral		2,5		2,5		2,5



5.3 Græspressekage som grisefoder

Der er endnu ikke blevet gennemført forsøg med at fodre svin med græspressekage. I det følgende er pressekagens værdi som foder til grise vurderet ud fra græspressekages kvaliteter til køer samt viden om optagelse af grovfoder hos grise.

Med udgangspunkt i tabel 3, hvor græspressekagens indhold af næringstoffer er dokumenteret, er det vurderingen, at græspressekagen er et attraktivt grovfoder både til søer, smågrise og slagtesvin. I Damborg et. al. 2018¹ kan man finde aminosyreprofilen for pressekagen. Her ses at aminosyreprofilen på pressekagen meget ligner aminosyreprofilen i græsprøtekoncentratet, derfor er der et stort potentiale for pressekagen som grovfoder til grise.

Foderværdien skønnes at ligge på ca. 22 FEso pr 100 kg græspressekage ud fra, hvordan var man normalt vurderer grovfoders FEso indhold.

Pressekagen kan umiddelbart også anvendes til smågrise som erstatning for ensilage eller andet grovfoder. Pressekagen er ensileret og har derfor en lav pH-værdi og højt indhold af mælkesyre, hvilket gør den interessant til smågrise, idet det kan være med til at stabilisere fravænningsgrisenes maver omkring fravænnning og være med til at påvirke smågrisenes tarmbiota i en positiv retning (bedre miljø for gavnlige bakterier og dårligere miljø for f.eks. coli og clostridium).

Til slagtesvinene vil pressekagen også kunne erstatte ensilage eller andet grovfoder, her vil den lave pH og mælkesyreindholdet også have en god påvirkning af mave-/tarmsundheden.

Ud fra de nuværende oplysninger om græspressekagen er der intet der indikerer, at grisene ikke ville æde det, eller at de vil tage skade af at få det – selv i store mængder.

Græspressekagen bør afprøves på søer, smågrise og slagtesvin for at vurdere den praktiske anvendelse og finde de bedste udfodringsmetoder.

¹ Damborg, V.K., Stødkilde, L., Jensen, S.K., Weisbjerg, M.R. 2018. Protein value and degradation characteristics of pulp fibre fractions from screw pressed grass, clover, and Lucerne. <https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2018.08.004>. Anim. Feed Sci. Technol. 244, 93-103.

KAPITEL 6

FODERVÆRDI SOM FJERKRÆFODER

6.1 Protein-koncentrat i æglægningsfoder

For fjerkræ er methionin den absolut vigtigste aminosyre, og netop indholdet af denne aminosyre er, som det fremgår af tabel 6, fundet at være væsentlig højere i græsprotein end i sojaprotein. Dette gælder både målt i absolut mængde g/kg og målt som procent af protein. Indholdet af lysin er på samme niveau som i sojakage i græsprotein med samme proteinkoncentration.

Indholdet af cystein i kløvergræsprotein er desværre lavt sammenlignet med soja og andre fodermidler. Brug af græsprotein i fjerkræfoder kræver derfor, at der suppleres med fodermidler med et højt indhold af cystein. Havreprotein i form af afskallet havre, er i den sammenhæng en oplagt mulighed.

Hvis græsprotein sammenlignes med hestebønner, ses at både methionin- og lysinindhold er væsentligt højere i græsprotein. Det lave indhold af især methionin i hestebønner betyder, at dette protein ikke egner sig specielt godt som fodermiddel til fjerkræ. Andre bælgplantefrø, som kan dyrkes under danske forhold, har samme lave indhold af methionin. Det er derfor, at græsprotein er særlig interessant som et danskproduceret højværdiprotein-fodermiddel.



FOTO: SEGES

FIGUR 3: Fodringsforsøg med stigende mængder græsprotein til æglæggende høner (Projekt: OrganoFinery).

TABEL 6 Næringsstofindhold i græsprotein sammenlignet med sojakage og hestebønner

	Kløvergræs-protein, lav protein-%**	Kløvergræs-prot., høj protein-%***	Sojakage*	Hestebønner*
Energi, MJOE pr. kg	9,81	10,47****	10,5	11,1
Protein, %	36,3	41,8	42,5	27,3
Fedt, %	6,86	6,86****	6,5	1,13
Stivelse, %	10,04	10,04****	4,0	36,89
Sukker, %	0,25	0,25****	8,0	2,26
Methionin, g/kg	6,46	8,03	5,95	2,19
Methionin, % af protein	1,78	1,92	1,40	0,8
Cystein, g/kg	2,32	2,42	6,38	3,58
Cystein, % af protein	0,64	0,58	1,5	1,31
Lysin, g/kg	20,97	25,46	26,22	16,9
Lysin, % af protein	5,78	6,1	6,17	6,19

*Bønsdorf Petersen 2008

**Resultater fra OrganoFinery 2016, storskala forsøg.

***Resultat fra OrganoFinery 2015, laboratorieforsøg

****Fedt, stivelse og sukker er ikke analyseret i kløvergræs med højt protein, derfor er energiindholdet beregnet under antagelse af, samme indhold af fedt, stivelse og sukker som i kløvergræs med lavt protein.



FOTO: Sanna Steinfeldt, AU

Blommefarve ved 0, 4, 8 og 12 % græsprotein.



FOTO: Sanna Steinfeldt, AU

Foder med A: 0, B: 4, C: 8 og D: 12 % græsprotein

6.2 Hvor meget græsprotein-koncentrat er det realistisk at anvende i æglæggefoder?

Fodringsforsøg i projektet OrganoFinery med græsprotein til æglæggende høner har vist, at der kan iblandes op til 12 % græsprotein uden negativ effekt på hønens ædelyst, velfærd og produktivitet.

Foruden at forsyne hønen med næringsstoffer, bidrager græsprotein i høj grad også med farvestoffer til foder og æggeblommer, som det ses i ovenstående illustrationer. Når foderblandinger til æglæggende høner optimeres med indhold af græsprotein, så er det primært sojakage og sojabønner som erstattes, men også i nogen grad fiskemel.

6.3. Værdi af græsprotein i æglæggefoder

Værdien af græsprotein afhænger dels af næringsstofindholdet i det til aktuelle græsprotein, dels af hvilke andre fodermidler, der er til rådighed, samt af prisen på disse fodermidler. I det efterfølgende er vist et eksempel på, hvordan den økonomiske værdi af græsprotein kan beregnes.

I beregningen er der regnet på to typer græsprotein: et med lavt proteinindhold (36 %) og et andet med højere proteinniveau (42 %). Indholdet af næringsstoffer i de to typer er angivet i tabel 6.

TABEL 7 Råvarer og prisen på disse, som er anvendt ved beregning af græsproteins værdi. Priser fra Danish Agro (2014).

Råvare	Pris, kr. pr. 100 kg vare
Vinterhvede	240,00
Afskallet havre	260,00
Solsikkekage	560,00
Sojabønner	635,00
Sojakage	580,00
Fiskemel	1.200,00
Rapsfrø	600,00
Majs gluten (konv.)	565,00
Kartoffelprotein-koncentrat (konv.)	1.042,00
Foderkridt	45,00
Calciumskaller	110,00
Vegetabilsk fedt	1000,00

Til optimering af foderblandingerne er brugt de fodermidler og priser, der er vist i tabel 7.

Græsproteinets værdi er beregnet ved følgende fremgangsmåde:

- 1 Der er optimeret et foder med 0 % græsprotein, der imødekommer dyrenes næringsstofbehov, og det er beregnet, hvad dette foder koster, kr. pr. 100 kg.
- 2 Der indsættes henholdsvis 4, 8, 12 % græsprotein i beregningen. For hvert niveau er indholdet af øvrige råvarer i blandingen optimeret således, at alle blandinger indeholder nøjagtig samme mængde af de forskellige næringsstoffer, som kontrolblandingen uden græsprotein. Det forudsættes, at der kan skaffes afskallet havre i de nødvendige mængder. Der er ikke taget højde for eventuelle forskelle i fordøjelighed af næringsstofferne mellem produkterne.
- 3 Værdien af græsprotein fastsættes herefter ved i de forskellige blandinger, at finde netop den pris på græsprotein, hvor prisen på foderblandingen bliver den samme som i kontrolblandingen uden græsprotein.

Priserne i tabel 8 og figur 1 viser således, hvor meget græsprotein må koste, kr./100 kg, hvis prisen på foderblandingen skal forblive den samme som i kontrolfoderet uden græsprotein.

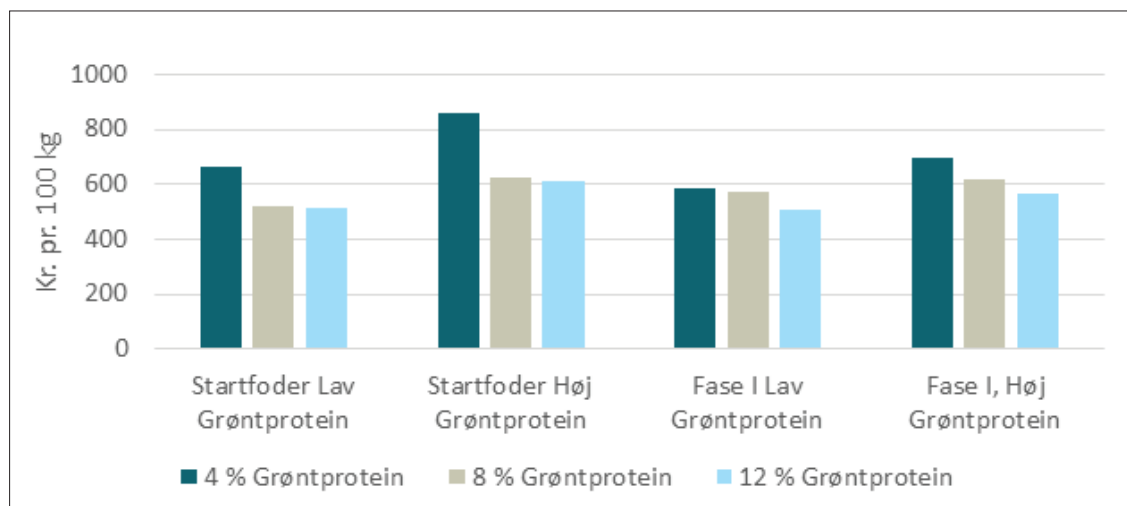
Græsprotein med højt proteinindhold har som forventet den højeste værdi, 645 kr. pr. 100 kg, i gennemsnit af de to fodertyper og tre iblandingsniveauer. Græsprotein med lavt proteinindhold har tilsvarende i gennemsnit en værdi på 565 kr. pr. 100 kg. Så jo højere proteinindhold i græsprotein, jo højere værdi har det.

Det ses også, at værdien af græsprotein med højt proteinindhold har særlig høj værdi i startfoderet, hvor kravet til højt næringsstofindhold er særlig stort.

Prisen er også klart størst ved det lave niveau af græsprotein i foderet (4 %).

TABEL 8 Maksimal pris på græsprotein i foder til økologiske høner (startfoder og fase1-foder, begge med 95 % økologiske ingredienser) ved forskellige iblanding af græsproteinkoncentrat. Kr. pr. 100 kg.

% græsprotein i foder	Græsprotein, lavt proteinniveau		Græsprotein, højt proteinniveau	
	Startfoder	Fase I	Startfoder	Fase I
4	695	585	860	695
8	518	570	627	615
12	513	510	513	563



FIGUR 4: Værdi af græsprotein med lav og høj proteinkoncentration i økologisk æglægningsfoder (startfoder og fase 1 foder), 95 % økologiske råvarer. Kr. pr. 100 kg vare.



FIGUR 5: Fodringsforsøg med kyllinger (Projekt: Multiplant).



6.4 Protein-koncentrat i kyllingefoder

Græsprotein kan blive særdeles interessant som proteinkilde til slagtekyllinger, især hvis raffineringprocesserne forfines, så man sikrer at aske- og fiberindholdet bliver tilpas lavt, og foderet derved får en høj fordøjelighed.

I projekt Multiplant er der gennemført forsøg med græsprotein til kyllinger (Stødkilde (2018) ², hvor græsprotein-koncentratet havde et proteinindhold på 36 %. Forsøget viste, at man kan udskifte minimum 13 % af foderets råprotein med protein fra kløvergræs uden at mindske slagtevægten og foderudnyttelsen hos de økologiske kyllinger.

Forsøget viste også, at en høj tilsætning af kløvergræsprotein (24 %) resulterer i lavere vægt og dårligere foderudnyttelse primært pga. en stor andel uopløselige fibre i græsprotein-koncentratet. Denne effekt ses tidligt i forsøget hos de unge kyllinger, hvorimod de ældre slagtekyllinger har nemmere ved at tolerere højere tilsætning af græsprotein.

Som en sidegevinst viser Multiplant-forsøget, at indholdet af umættede fedtsyrer er højt i kløvergræskoncentratet, hvor særligt omega-3 fedtsyren α -linolensyre dominerer, og denne syre genfindes i både kød og fedt fra slagtekyllingerne – og stiger med øget tilsætning af kløvergræskoncentrat i foderet.

Tal fra Multiplant-forsøget kan ses i bilag 2.

Det er også vigtigt at undersøge, hvordan kødets smag og holdbarhed påvirkes, når man anvender foder med stigende mængder af græsprotein. Det er afgørende for en evt. kommerciel anvendelse af græsprotein i foderet, at kvaliteten af kyllingerne ikke påvirkes negativt.

6.5 Brug af græspressekage i fjerkræproduktionen

Pressekagen vil kunne godkendes som grovfoder til fjerkræ, jf. økologireglerne. Hønernes ædelyst til produktet vil sandsynligvis være noget begrænset, som vi kender det for græsensilage. Årsagen er, at der ikke er kerner i produktet. Pressekagens fysiske struktur (neddelt ved behandling i bioraffineringsanlægget) vil gøre det velegnet til fjerkræet, og samtidig kan man forvente at næringsstofindholdet i pressekagen vil være mere tilgængeligt sammenlignet med græsensilage.

Indholdet af mælkesyrebakterier i den ensilerede pressekage vil have en gunstig virkning på fjerkræets tarmsundhed.

Det vil være relevant at gennemføre fodringsforsøg med pressekage til høns.

² Stødkilde, Lene (2018): Kløvergræs kan udskifte en del af det traditionelle foderprotein til slagtekyllinger. Økologisk Landbrug nr. 639. 30. nov. 2018, s 22.

KAPITEL 7

FODERVÆRDI SOM KVÆGFODER

Økologisk kvæg henter en betydelig del af foderforsyningen gennem kløvergræs og græs/kløvergræsensilage dyrket på ejendommen, og pressekagen fra produktion af græsprotein kan typisk helt eller delvist erstatte det hjemmedyrkede grovfoder. Hos kvæg betyder den mikrobielle omsætning i vommen en effektiv udnyttelse af cellevægsdelene (NDF) af græsprodukter – og det samme gælder udnyttelsen af cellevægsholdige produkter fra bioraffinering af græs. En afgørende faktor for foderværdien til kvæg er cellevæggenes fordøjelighed, og en høj værdi af faktoren ”Fordøjelighed af organisk stof” er derfor – på samme måde som for græsensilage – afgørende for pressekagens foderværdi.

7.1 Protein-koncentrat til kvæg

Proteinkoncentratet fra presset græs er ikke lige så interessant til kvægfoder som til én-mavede dyr, da den omkostningskrævende bioraffinering ikke på samme måde som hos én-mavede dyr vil tilføre ekstra foderværdi til kvæg. Skal koncentratet indpasses i kvægfodringen vil det være som kilde til bypass protein, hvor nedbrydningsgrad og tarmfordøjelighed bliver afgørende for produktets AAT-værdi. Forklaringen er, kvæg ved hjælp af den mikrobielle omsætning i vommen selv er i stand til at udnytte kløvergræsset til at producere mikrobielt protein med en høj biologisk værdi for kvæg til både mælkeproduktion og tilvækst. Den mikrobielle produktion af protein i formaverne betyder, at cirka 2/3 af de aminosyrer kvæg optager i tyndtarmen stammer fra mikrobielt protein med en optimal sammensætning. Med hensyn til egentlige proteinfodermidler er der for kvægs vedkommende samtidig gode muligheder for at anvende andre proteinfodermidler (hestebønner, lupiner), som er produceret på ejendommen/nærområdet og som ikke kræver en omkostningskrævende bioraffinering.

7.2 Foderværdi af græspressekage som kvægfoder

Presseresten fra produktion af græsprotein har mange af de samme fodringsemæssige egenskaber som græsensilage og dermed et stort potentiale for kvægbruget. De hidtidige resultater fra Aarhus Universitet vedrørende fodring med presserest er meget lovende, og køer, som fik ensilage af presserest, havde en højere mælkeproduktion end køer fodret med græsensilage. Presseresten ensilerede let og gav en ensilage med god ædelyst. Foderoptagelsen af den ensilerede presserest var højere end eller på højde med tilsvarende varemæssige græsensilage og presseresten havde en overraskende positiv effekt på mælkeydelsen. En mulig forklaring er at fordøjeligheden af presseresten er højere som følge af den fysiske behandling i presseprocessen. Resultatet fra forsøget (BioValue) er vist i tabel 9.



FIGUR 6: Fodringsforsøg med pressekage og almindelig græsensilage til malkekøer (Projekt BioValue).

TABEL 9 Foderoptagelse, mælkeydelse, mælke kvalitet og fordøjelighed hos malkekøer fodret med ensileret presserest eller kløvergræsensilage.

	Ensileret presserest	Kløvergræsensilage	Statistisk forskel
Foderoptagelse, tørstof, kg/dag	23,3	22,7	NS
Mælkeydelse, EKM, kg/dag	37,0	33,5	*
Fedtprocent i mælk	3,85	3,81	*
Proteinprocent i mælk	3,54	3,58	*
Fordøjelighed organisk stof	73,3	69,9	***
Fordøjelighed NDF (fibre)	62,7	53,7	***
Fordøjelighed råprotein	66,0	60,5	***

Kilde: Damborg (2018), Aarhus Universitet, upubl.

Tabel 10 sammenligner den kemiske sammensætning og foderværdi som målt i den presserest, der blev brugt i forsøget i "BioValue" omtalt i tabel 9, med græsensilage med høj fordøjelighed og en estimeret værdi af en presserest med tilsvarende høj fordøjelighed (midterste kolonne).

Fordøjeligheden af organisk stof målt med traditionelle metoder vil ligge lidt lavere i presserest end i råvare og vil afhænge af græs materialets udvikling/slættidspunkt. Men jævnfør ovenfor kan den fysiske påvirkning i presseprocessen have en positiv effekt på den sande fordøjelighed i kærne, som laboratoriemetoderne ikke fanger. Indholdet af tørstof og NDF er højere i presseresten end i tilsvarende græsensilage. Fodringsmæssigt er presseresten desuden karakteriseret ved et lidt højere indhold af råprotein, men lavere indhold af sukker end tilsvarende græsensilage.

Restsukker i presseresten vil variere, men ved ensilering umiddelbart efter presning af frisk græs vil der typisk være sukker nok til at der kan ske en effektiv ensilering uden tilsætning af sukker eller ensileringsadditiver. Indholdet af restsukker i den ensilerede presserest vil være lavere end i græsensilage og ofte tæt på nul, som det ses i tabel 10.

Værdierne for foderværdi angivet i tabel 10 er typetal, og ved opfodring af større mængder bør der – som tilfældet generelt er ved græsensilage – indsendes en prøve til et fodermiddellaboratorium til fuld bestemmelse af aktuel foderværdi.

Samlet set tyder resultaterne på, at græspressekagen er særdeles velegnet som kvægfoder. Det vil derfor være prisen og leveringsvilkårene for presseresten, der vil afgøre, i hvor høj grad kvægbrugerne vil erstatte traditionel græsensilage med ensileret presseke. Prisen må afspejle den faktiske foderværdi sammenlignet med tilsvarende græsensilage.

TABEL 10 Kemisk sammensætning og foderværdi af pressekeg og græsensilage til kvæg

	Presse- kage- BioValue	Presse- kage, høj FK	Græs- ensilage, høj FK
<i>Kemisk sammen- sætning:</i>			
Tørstof, %	28,0	40,0	33,0
Råprotein, % af tørstof	18,0	17,5	15,7
Råfedt, % af tørstof	-	4,6	4,6
NDF, % af tørstof	45,0	47,0	41,9
Sukker, % af tørstof	0	1,0	8,2
Stivelse, % af tørstof	0	1,0	1,0
Aske, % af tørstof	9,4	9,4	9,3
<i>Foderværdi:</i>			
FK, organisk stof	70	78	80,0
Energi, NEL20, MJ per kilo ts	Ikke beregnet	6,46	6,58
NorFor FE per kilo tørstof	Ikke beregnet	0,8	0,92

Kilde: BioValue og NorFor fodertabel

KAPITEL 8

SAMLET VURDERING

Græsproteinkoncentraterne af rødkløver, kløvergræs, lucerne og olieræddike har alle en aminosyresammensætning, der gør dem attraktive som erstatning for bl.a. importeret sojakage. I foder til æglæggende høns bidrager græsprotein-koncentratet også til at give en stærkere gul blommefarve. Især til fjerkræ er græsproteinets høje indhold af methionin interessant. Men proteinkoncentrater fra kløver og græs har til gengæld et for lavt indhold af cystein. Anvendelse af græsprotein til såvel grise- som fjerkræfoder kræver derfor, at der kan suppleres med cysteinrige fodermidler som f.eks. afskallet havre.

Græspressekagen har tilsvarende vist sig at have en fordelagtig sammensætning, så den fuldt ud kan erstatte almindelig græsensilage. Det første forsøg med fodring af malkekøer med græspresserest har endda vist en højere mælkeydelse i forhold til fodring med almindelig græsensilage. Formodentlig skyldes dette bl.a. den fysiske bearbejdelse af græsset i raffineringens anlægget. Da der kun er gennemført et forsøg bør man dog afvente resultater fra yderligere forsøg før man tager for givet at ensilage af presset græs giver mere mælk end almindelig græsensilage.

De tidlige forsøg med at producere græsprotein-koncentrat gav koncentrat med et relativt lavt indhold af råprotein (35-40 %) til sammenligning med sojakage (43 %). Forskellige test på pilotanlægget til grøn bioraffinering på AU Foulum har dog vist, at det er muligt at komme op på proteinkoncentrationer på 45-50 %. Den seneste produktion af græsprotein til forsøg med slagtegrise har en proteinprocent på 48 i græsproteinkoncentratet.

Vurderingerne i rapporten er derfor baseret på proteinkoncentrater justeret til et proteinindhold på 45 %. Der bør holdes godt øje med kommende forsøg for at se, om de antagede højere fordøjeligheder for proteinkoncentrat med 45 % råprotein svarer til forsøgsresultaterne.

Samlet set kan man således forvente, at det næringsstofmæssige indhold i græsprotein-koncentraterne gør dem velegnede som proteinkilde i foderblandinger til både grise og fjerkræ, og at pressekagen tilsvarende er velegnet som grovfoder til kvæg. Pressekagen forventes også at være velegnet til såvel søer, smågrise og slagtesvin såvel som til fjerkræ; men der er behov for at få det belyst ved forsøg.

Om produkterne fra grøn bioraffinering kommer til at blive anvendt i praksis vil afhænge af dels tilgængeligheden – at de bliver produceret – og af prisen i forhold til eksisterende proteinkilder og fremstillingspris for ensilage.

Der er i rapporten fundet frem til, at med de produktpriser, der var gældende mens rapporten blev skrevet, kunne græsproteinkoncentrat anvendes i foderblandinger til slagtesvin med 12 %, hvis prisen var 540 kr. / 100 kg, og med 25 %, hvis prisen var 460 kr. / 100 kg, uden at prisen for foderblandingen blev højere end sammenligningsfoderet uden græsprotein. Tilsvarende blev det fundet for æglægningsfoder, at prisen for græsproteinkoncentrat svingede fra 860 kr. / 100 kg i startfoder med 4 % græsprotein til 510 kr. / 100 kg i fase1-foder med 12 % græsprotein.

Institut for Ressource- og Fødevarøkonomi (IFRO) på Københavns Universitet har i modelberegninger³ af omkostningerne til grøn bioraffinering fundet frem til en produktionspris for økologisk græsproteinkoncentrat på 464 kr. / 100 kg.

Set i det lys tyder det på, at en kommende produktion af græsprotein vil kunne anvendes med fordel i økologiske foderblandinger til både fjerkræ og svin, hvor græsproteinkoncentrat kan udgøre op til 10-20 % af foderblandingen. Dette afsætningspotentiale er vigtigt for de pionerer, der overvejer at starte en produktion af græsprotein.

Foruden prisen på produkterne er det også vigtigt, at produkterne bliver fremstillet og leveret i en form som er attraktiv for husdyrproducenterne.

I en interessant analyse gennemført i projekt SuperGrassPork fremgår det, at de interviewede økologiske svineproducenter ønsker at græsproteinet indarbejdes i det indkøbte færdigfoder af de foderstoffirmaer, de normalt handler med. Tilsvarende må forventes også at gælde for fjerkræproducenterne. Man skal derfor regne med, at de grønne bioraffinaderier skal være i stand til at producere græsproteinet som pulver eller piller, der uden problemer vil kunne bruges som ingrediens i foderstoffirmaernes blandedanlæg.

Det stiller krav om at raffinaderierne har adgang til at kunne tørre slutproduktet på en økonomisk og bæredygtig måde. Flere landmænd har vist interesse for muligheden for at kunne fremstille græsproteinkoncentrat af gårdens egne græsafgrøder, uden at skulle transportere de mange tons til et raffinaderi.

³ Gylling, M. (2018), Economy in the green Biorefinery. http://icrofs.dk/fileadmin/user_upload/Economy_in_Green_Biorefineries_Morten_Gylling.pdf

Der er ikke pt. beskrevet en realistisk teknisk løsning; men det bør undersøges. I Holland har man udviklet en prototype af et mobilt komplet bioraffinaderi. Det har dog en meget lille kapacitet og skønnes at blive en både sårbar og dyr løsning.

I Norge er der gennemført forsøg⁴ med at fodre græssaften op til grisene i græssæsonen uden yderligere raffinering. Den model er sårbar med hensyn til opbevaring og holdbarhed af græssaften, og der bør regnes på, hvilken pris græsproteinet får, når det skal forrente en dyr skruepresse, der kun forsyner forholdsvis få grise.

Der er også arbejdet med tanker om at kombinere presning af græsset tæt på marken og den kvægbedrift, som skal modtage pressekagen. Derved vil en del af transportbehovet kunne reduceres, og man kan så sige "låne" græsset af kvægbrugeren, hvilket forventes at have en positiv indflydelse på den pris græsproteinet kommer til at få.

8.1 Behov for yderligere afklaring

Som det fremgår af rapporten er der fortsat behov for at en række forhold bliver afklaret.

- Det skal afklares, hvordan man stabilt opnår græsprotein-koncentratet med minimum 45 % råprotein og et lille indhold af fibre og aske.
- Det skal afklares, hvilke økologiske fodermidler, der sammen med store mængder græsprotein kan afbalancere foderblandinger med hensyn til aminosyreindholdet, så overfodring med protein minimeres.
- Der skal gennemføres fodringsforsøg med græsprotein-koncentrat til både grise, høns og kyllinger for at teste for evt. negative virkninger, der kan begrænse anvendelsen af græsprotein. Herunder effekter på kvaliteten af kød og æg.
- Der skal gennemføres flere forsøg med græspressekage til malkekøer for at verificere de foreløbige gode resultater.
- Tilsvarende skal der gennemføres forsøg med ensileret græspressekage til de forskellige dyregrupper inden for grise og fjerkræ, så kvaliteten i forhold til andet grovfoder kan blive testet og dyrenes lyst og evne til at optage græspressekage kan blive bestemt.
- Det skal afklares, hvor store mængder græsprotein, der realistisk kan produceres gennem optimale afgrøder og optimal raffineringsteknik.



FOTO: SEGES

- Det skal tilsvarende afklares, hvordan man kan fremstille græsprotein-koncentrat til mindst mulig pris ved at optimere høst, transport, raffinering og tørring. Herunder gennem samarbejde med biogasanlæg.
- Herunder skal også afklares, om foderprisen kan reduceres ved at raffinaderiet opnår indtægter fra delstrømme til højværdi konsumprodukter og fra økonomisk udnyttelse af restvæsken.
- Det skal vurderes, i hvilket omfang det kan svare sig at foretage bioraffinering på gårdanlæg frem for større regionale anlæg, eller om nogle af processerne (f.eks. presningen) bør lægges på bedrifterne, herunder om fodring med græssaft er en relevant mulighed.

⁴ <http://www.bondebladet.no/landbruk/ser-muligheter-for-gras-gris/>

LIDNR	A1401563-001	A1401563-002	A1401563-003	A1501631-001	A1601668-001	A1601680-001	A1601680-002	A1401563-004	A1401563-005	A1401563-006	A1401581-009	A1401581-014
Kode	Rødkløver-pasta	Rødkløver-pasta	Rødkløver-pasta	Rødkløver-pasta	Rødkløver-koncentrat	Rødkløver-koncentrat	Rødkløver-koncentrat	Kløvergræs-pasta	Kløvergræs-pasta	Kløvergræs-pasta	Lucerne-pasta	Olierådike-pasta
TS %					96,1	97,3						
Råprotein % af TS	43,2	43,9	44,3	44,7	33,3	37,0	35,6	40,3	40,4	40,4	43,9	50,1
Gns. Råfedt % af TS						7,4	6,3					
Gns. Råaske % af TS					8,5	10,9						
Stivelse % af TS					9,9	10,8						
Sukker % af TS					0,2	0,3						
g/kg DM												
LYS	27,0	26,9	26,6	26,9	20,2	21,1	20,9	23,9	23,7	24,0	23,9	27,0
MET	8,5	8,5	8,4	8,2	6,1	6,5	6,4	8,2	8,2	8,3	8,1	9,9
CYS	2,6	2,6	2,5	2,8	2,3	2,3	2,3	2,4	2,4	2,4	4,4	6,1
MET+CYS	11,0	11,1	10,9	11,0	8,3	8,9	8,7	10,6	10,6	10,7	12,5	16,0
THR	20,2	20,1	20,1	19,7	14,4	15,6	15,0	17,6	17,7	17,7	19,3	21,8
VAL	28,3	28,2	28,2	27,6	19,8	21,9	20,9	24,9	24,6	24,8	25,7	29,5
ASP	48,4	48,2	48,2	47,3	31,8	35,3	32,3	38,9	38,9	39,0	46,0	44,7
SER	19,2	19,0	19,0	18,8	13,6	15,3	14,3	17,1	17,3	17,3	19,3	20,8
GLU	47,2	47,2	46,9	45,5	33,5	36,6	35,1	41,8	41,7	41,9	42,4	50,9
GLY	23,4	23,5	23,3	22,7	17,0	19,0	18,1	21,2	21,1	21,3	22,6	25,7
ALA	26,3	26,3	26,2	25,5	22,1	23,7	24,4	25,9	25,9	26,0	23,8	27,3
TYR	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
ILE	23,5	23,5	23,4	22,9	16,2	17,4	16,8	21,0	20,7	21,0	22,5	23,8
LEU	39,4	39,6	39,2	28,3	26,2	29,4	27,8	34,3	34,1	34,4	38,6	43,4
PHE	26,5	26,7	26,4	26,2	17,1	19,2	17,9	23,0	22,9	23,1	27,8	29,8
HIS	10,8	10,8	10,8	10,5	7,3	7,9	7,4	9,1	9,1	9,2	9,9	11,7
ARG	26,9	26,8	26,8	26,0	22,1	19,4	18,4	22,9	22,7	23,0	24,8	28,9
PRO	19,2	19,2	19,1	18,9	13,8	15,3	13,9	16,5	16,7	16,8	19,0	21,2

BILAG 2 RESULTATER FRA FODRINGSFORSØG MED SLAGTEKYLLINGER FODRET MED STIGENDE MÆNGDER GRÆSPROTEINKONCENTRAT (PROJEKT MULTIPLANT)

Oplysningerne i dette bilag kommer fra præsentationen: "PROTEIN og MILJØ fra GRÆS – Kan vi fodre kvæg, svin og høns med græs?", Søren Krogh Jensen, Aarhus Universitet, Institut for Husdyrvidenskab. Præsenteret på konferencen: "Lokalt og bæredygtigt protein-foder fra grønne bio-masser", AU Foulum, 17. september 2018 (se Multiplant's hjemmeside: <http://icrofs.dk/forskning/dansk-forskning/organic-rdd-2/multiplant/>)

Græspoteinkoncentratet anvendt i forsøget indeholdt 36 % råprotein (fremstillet ved storskala testproduktion ved Nybro Tørreri i 2016)

Forsøg med fire niveauer af græspoteinkoncentrat: 0, 8, 16, 24 % (w/w), svarende til at andelen af grøntprotein af foderets samlede protein udgjorde 0%, 13%, 26%, 39%. Kyllingerne blev slagtet efter 57 dage.

TABEL 11 Gennemsnitlig daglig tilvækst for slagtekyllinger fodret med stigende mængder græspotein.

	Andel græspoteinkoncentrat, %					SEM	P værdi
	0	8	16	24			
Tilvækst (g/d)							
D 16-29	37.3 ^a	36.2 ^a	32.7 ^b	28.9 ^c	0.47	<0.0001	
D 30-43	51.1 ^a	51.0 ^a	46.1 ^b	41.2 ^c	0.83	<0.0001	
D 44-57	61.0 ^{ab}	63.5 ^a	58.4 ^{bc}	55.2 ^c	0.93	<0.0001	
D16-57	49.8 ^a	50.2 ^a	45.7 ^b	41.8 ^c	0.56	<0.0001	
Slutvægt (g)	2367 ^a	2389 ^a	2188 ^b	2017 ^c	25.3	<.0001	

TABEL 12 Foderudnyttelse for slagtekyllinger fodret med stigende mængder græspotein.

	Andel græspoteinkoncentrat, %					SEM	P værdi
	0	8	16	24			
Foderudnyttelse kg foder/kg tilvækst							
D 16-29	1.94 ^c	2.04 ^c	2.18 ^b	2.45 ^a	0.04	<0.0001	
D 30-43	2.32	2.45	2.57	2.52	0.09	0.188	
D 44-57	2.48 ^b	2.44 ^b	2.52 ^{ab}	2.62 ^a	0.04	0.007	
D16-57	2.29 ^c	2.34 ^{bc}	2.45 ^{ab}	2.55 ^a	0.03	<0.0001	

TABEL 13 Fedtsyresammensætning i græspoteinkoncentratet og i kyllingers brystkød efter fodring med stigende mængder græspotein.

	Protein-koncentrat	Andel græspoteinkoncentrat, %					SEM	P værdi
		0	8	16	24			
Fedtsyresammensætning, %								
C18:2 ω 6	21,5	22,3	22,9	24,4	22,3	0,94	0,347	
C18:3 ω 3	40,5	2,62 ^c	3,52 ^b	4,42 ^a	4,66 ^a	0,18	<0,0001	
C20:4 ω 6	0,33	0,22	0,24	0,24	0,23	0,03	0,934	
C20:5 ω 3	0	0,05 ^b	0,07 ^{ab}	0,06 ^{ab}	0,09 ^a	0,008	0,046	
C22:6 ω 3	0,076	0,03	0,03	0,04	0,038	0,007	0,580	
Mættede	28,6	29,6 ^{ab}	29,9 ^a	27,9 ^b	28,5 ^{ab}	0,49	0,023	
Mono-umættede	8,76	46,2	46,8	46,4	44,8	0,51	0,054	
PUFA	62,7	25,8	27,4	29,8	27,9	1,12	0,115	
n-6/n-3	0,54	8,06 ^a	6,24 ^b	5,34 ^c	4,61 ^d	0,11	<0,0001	
Iodtal (g/100 g fat)	158	108	111	117	112	2,28	0,082	

SEGES skaber løsninger til fremtidens landbrugs- og fødevarerhverv. Vi udvikler forretningsmuligheder i tæt samarbejde med vores kunder, forskningsinstitutioner og virksomheder over hele verden. SEGES er en del af Landbrug & Fødevarer F.m.b.A.

SEGES
Landbrug & Fødevarer F.m.b.A.
Agro Food Park 15
DK 8200 Aarhus N

+45 8740 5000
info@seges.dk
seges.dk

