

Projekt: 2490: BioValue Spir	Ansvarlig	LATO
	Oprettet	18-09-2018
	Side	1 af 8

I Danmark importeres der hvert år omkring 1 mio. tons protein, der anvendes som proteintilskud i foderationer til fjerkræ, svin og kvæg. Soja udgør mere end halvdelen af den samlede proteinimport, og udmærker sig ved at være et forholdsvist billigt produkt, som har et højt proteinindhold og en god aminosyresammensætning. Produktionen kan dog typisk ikke betegnes som værende bæredygtig, og derudover er der fra politisk side i både Danmark og Europa et ønske om at øge forsyningssikkerheden gennem en øget egenproduktion af protein. Derudover er der en øget efterspørgsel på non-GM produkter, som fx drikkemælk fra Arla. Eftersom omkring 90% af den importerede soja er GM-soja, bidrager denne øgede efterspørgsel yderligere til mulighederne for danske og europæiske proteinprodukter. Det øgede fokus på lokalproduktion af et bæredygtigt alternativ til soja er ligeledes understøttet af Det Nationale Bioøkonomis seneste anbefalinger omkring *Proteiner for fremtiden*¹. Heri peges der både på, at dansk proteinproduktion gennem en koordineret forsknings- og udviklingsindsats kan udvikle sig til et nyt stort forretningsområde for Danmark. Foruden at give Danmark nye vækstmuligheder på et marked, hvor der forventes en stigende global efterspørgsel, er det, med de rette løsninger, muligt at opnå en forbedret miljøeffekt og en reduceret påvirkning af nærmiljøet.

Derudover drives efterspørgslen på nye proteinprodukter også af en øget efterspørgsel efter økologiske proteinkilder. Kravet om 100% økologiske råvarer i foder til økologisk fjerkræ og grise har været dispenseret flere gange, da det ikke er muligt at opnå en stabil forsyning af økologiske proteinprodukter til enmavede dyr inden for EU.

Der er således et stort behov for at finde nye alternative proteinprodukter, som kan erstatte soja, og som kan produceres med sikkerhed for leverancer og i relevante volumener. Globalt forventes der fremadrettet en stadig sigende efterspørgsel efter protein til foder, der drives af en globalt stigende befolkning og et øget forbrug i Sydamerika og Asien. I Danmark forventes proteinforbruget at forblive på samme niveau frem til 2030, om end der forventes en forskydning i fordelingen mod mere protein fra grovfoder, som skyldes en forventet øget mælkeproduktion, en stort set uændret svine- og fjerkræproduktion og en reduceret ægproduktion.² Derudover forventes der både i Danmark og globalt en øget efterspørgsel efter økologisk proteinkilder.³ I Sydeuropa eksisterer der i dag en mindre produktion af økologisk soja, men slet ikke i et omfang, som kan dække behovet i svine- og fjerkræproduktionen i Europa.

Soja

Størstedelen af de 1.000.000 tons protein, der importeres til foderproduktion er soja fra Sydamerika og Kina. Soja er et fantastisk godt foderprodukt, som har et højt protein- og fedtindhold samt en attraktiv aminosyresammensætning og et lavt indhold af anti-nutritionelle faktorer, der inaktiveres i olieekstraheringsprocessen og toastningen, og som ellers kunne bidrage til en reduceret sundhed ved produktet.⁴ Produktionen af den importerede soja beslaglægger et landbrugsareal på størrelse med Sjælland⁵ og CO₂-belasningen fra produktionen svarer til CO₂-belasningen fra mere end 80% af de danske personbi-

ler.⁶ Den dårligere klimaprofil på soja skyldes hovedsageligt, at en stor del af produktionen sker på arealer, der er omlagt fra regnskov inden for de seneste 20 år (52% i Brasilien og 73% i Argentina).² Øget bæredygtighed er et af hovedargumenterne for en lokalproduktion af proteinrige råvarer, men der er endnu ikke udført sammenlignende livscyklusanalyser, hvor sojaproduktion i Sydamerika sammenlignes direkte med raffinerede og lokalproducerede alternativer som fx græsprotein.

Sammensætning af en foderblanding

En foderblanding sammensættes med henblik på at sikre, at der er et ideelt indhold af protein og essentielle aminosyrer, kulhydrater, fedt og mineraler. Derudover spiller pris og råvaretilgængelighed naturligvis også en rolle, når en foderblanding skal sammensættes. I økologisk produktion er det hverken tilladt at tilsætte syntetiske aminosyrer eller anvende sojaskrå, hvor der anvendes kemikalier til at ekstrahere olie. Dette besværliggør muligheden for at sammensætte en ideel foderblanding for økologer uden risiko for overdosering af protein i foderblanding, hvilket kan medføre en øget kvælstofudledning i gyllen.

Tabel 1: Krav til fordøjelig aminosyreindhold for slagtesvin (20-140 kg), slagtekyllinger (3-6 uger) og æglæggende høns.

	Enhed	Slagtesvin	Slagtekyllinger	Æglæggende høns
Lysin	g/16g N	7.1 – 7.6	5	4.6
Arginin	% af Lysin	46	110	102
Histidin		34	32	24
Isoleucin		52	73	94
Leucin		101	109	120
Methionin		29	38	44
Met + Cystin		56	72	85
Phenylalanin		60	65	69
Phe+ Tyrosin		94	122	121
Threonin		61	74	69
Tryptophan		17	18	23
Valin		65	82	102

For at opnå den ønskede aminosyresammensætning i foderet vil der typisk blive tilsat en række forskellige proteinkilder, der komplementerer hinanden og sikrer, at der opnås en samlet tilfredsstillende sammensætning.

Nye proteinkilder som alternativ til soja

De sidste 30 år har produktionen af proteinrige afgrøder i Europa været stærkt begrænset, hvilket bl.a. kan tilskrives Blair-House aftalen fra 1992, der muliggjorde, at bl.a. proteinafgrøder kunne importeres uden told. De stigende proteinpriser og det tidligere nævnte ønske om at finde et bæredygtigt og lokalproduceret alternativ til bl.a. soja har dog medført en fornyet interesse for en lang række proteinafgrøder, som kan dyrkes i Danmark.

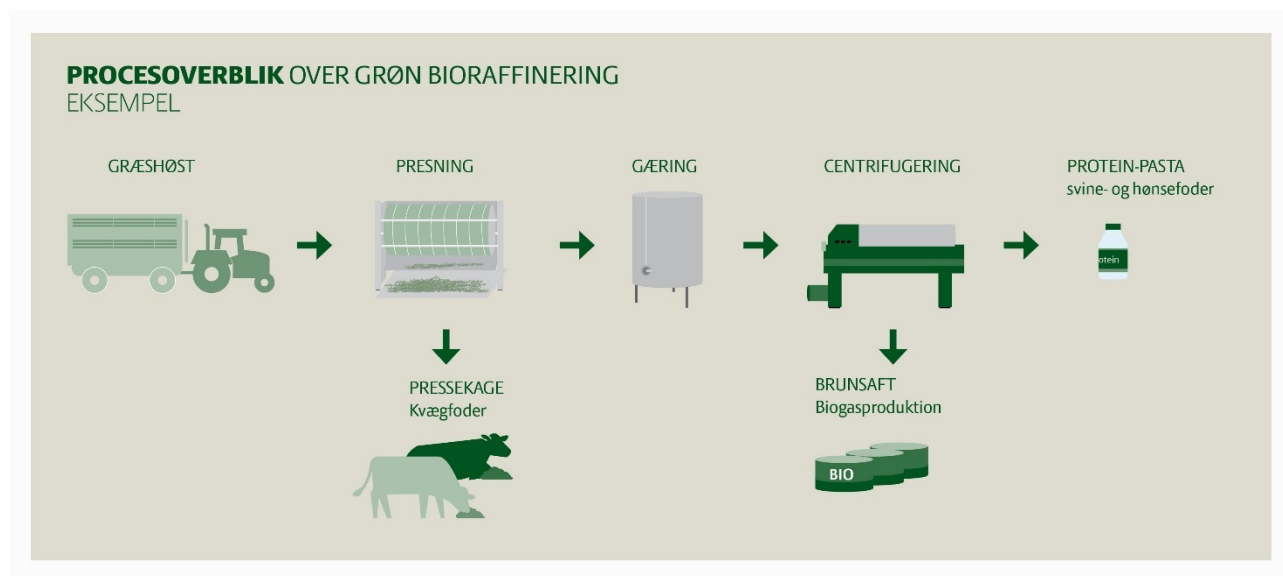
Grundlæggende er der tre forskellige grupper af biomasser, som kan bruges til produktion af protein foder:

Grønne biomasser	Blå biomasser	Insekter
Græsmarksafgrøder Bælgplanter	Tang Muslinger Søstjerner	

For de blå biomasser er der igangsat en lang række forsknings- og udviklingsinitiativer. Produktionen er dog typisk forbundet med høje omkostninger, og den kommercielle produktion er særdeles begrænset. Vestjyllands Andel har dog etableret en fabrik i Skive, der skal bearbejde 10.000 tons søstjerner om året til et tørret foderprodukt.⁷

Grøn biomasse er et område, som inden for de seneste år har fået en øget opmærksomhed, hvilket bl.a. skyldes at det faktisk er muligt at åbne et øget produktionsudbytte ved at omlægge korn til græsmarksafgrøder, samtidig med at kvælstofudvaskningen reduceres.

For at græsprotein kan anvendes som foder til enmavede dyr er det nødvendigt at udvinde en del af proteinet og adskille det fra fibrene. Proteinproduktet kan enten produceres som en proteinpasta, der skal anvendes i vådfodringsanlæg eller tørres til et produkt, der kan bruges i tørfodringsanlæg. Produktionen er skitseret på Figur 1 nedenfor:



Figur 1: Procesoverblik over grøn bioraffinering

Inden for de seneste år har bl.a. Aalborg Universitet og Aarhus Universitet, Foulum forsket i grøn bioraffinering, hvor SEGES også har været aktiv deltager.

I Tabel 2 nedenfor er proteinudbyttet^{8, 9} og indholdet af udvalgte aminosyrer² for en række afgrøder sammenlignet med soja produceret i Sydamerika.

Tabel 2: Sammenligning af proteinudbytte og fordeling af udvalgte aminosyrer i sojabønner, hestebønner samt kløvergræs².

		Sydameri- kansk soja	Hestebønner	Kløvergræs	Kløvergræs- protein pasta*
Proteinudbytte*	kg råprotein/ha	700	1.500	2.600	~1.000
Lysin	kg/ha	43	92	200	
Methionin		9	11	90	
N-udvaskning	-	Høj	Høj		Lav

* udbyttet er baseret på driftsresultater fra Aarhus Universitets pilotanlæg i Foulum.

En af udfordringer ved hestebønner er, at enmavede dyr har et højt krav til de svovlholdige aminosyrer methionin og cystein, som begge er lave i hestebønner. Til foderblandingerne et med højt indhold af hestebønner vil det således være nødvendigt at tilsætte en supplerende proteinkilde som fx fiskemel og solsikkekage, der ofte både er dyr og typisk ikke er lokalproduceret.¹⁰

SEGES har i 2017 udført et stort foderforsøg med 3.600 slagtesvin, hvor en foderblanding, der udelukkende indeholdt lokalproducerede proteinkilder i form af hestebønner og rapskager blev sammenlignet med soja- og solsikkeskrå.¹¹ Den danske foderblanding reducerede produktionsværdien med 10% i forhold til kontrolgruppen fodret med importerede proteinkilder. *Årsagen til den lavere produktionsværdi var statistisk sikkert lavere daglig tilvækst, højere foderforbrug pr. kg tilvækst og lavere kødprocent.*¹¹

Af Tabel 2 ses det, at det med græs er muligt at producere protein med et højt indhold af Lysin og Methionin med et højt udbytte pr ha. Indholdet af cystein er dog lavt i græsprotein, og ligesom det er tilfældet i foderblandinger med en stor andel af hestebønner, vil det være nødvendigt at supplere med en råvare med et højt cystein-indhold.

Foruden at udmærke sig ved at kunne levere en høj produktivitet, så udmærker græs sig også ved at bidrage til en bedre biodiversitet end både andre typer afgrøder og naturskov i Europa, som det fremgår af Tabel 3 nedenfor. Her ses det, at et sædskifte med økologisk kløvergræs har 12% flere arter sammenlignet med en naturlig skov i Europa.

Tabel 3: Sammenligning af biodiversitetstab ved forskellige afgrøder. Positive tal er et udtryk for at der opnås en mindre biodiversitet end en naturskov i EU, mens negative tal er et udtryk for en øget biodiversitet.

Afgrøde	System	Biodiversitetstab
1-årig afgrøde, ikke græs	Konventionelt	0,68
	Økologisk	0,29
Naturskov i EU		0
Sædskifte kløvergræs	Konventionelt	0,09
	Økologisk	-0,12
Vedvarende græs	Konventionelt	-0,23
	Økologisk	-0,34
Naturgræs		-0,34

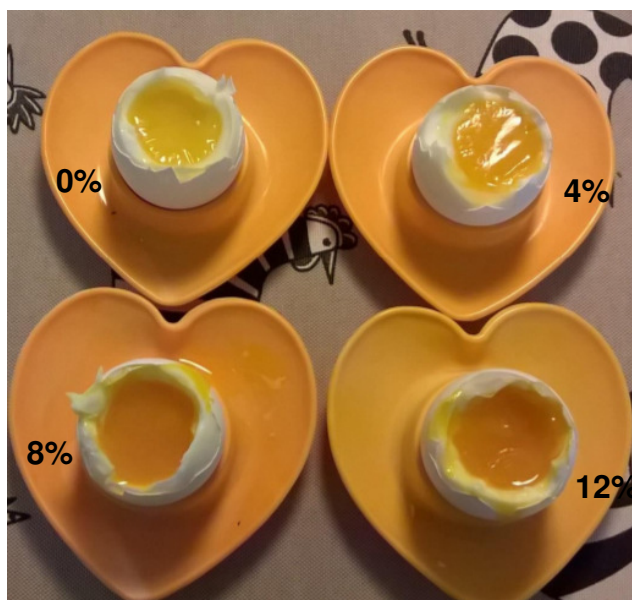
Fodringsforsøg med græsprotein

En af de store udfordringer ved nye foderprodukter er, at der skal produceres betydelige mængder før der kan udføres fodringsforsøg i en skala, der kan bruges til at vurdere foderkvaliteten. Som nævnt tidligere har græsprotein en aminosyresammensætning, der er sammenlignelig med soja for methionin og lysin, mens cystein indholdet er lavere. I forhold til foderkvaliteten er det dog ikke kun aminosyresammensætningen, men også fordøjeligheden, der er afgørende. I projektet Green Eggs¹² er der på baggrund af græsprotein, der er fremstillet af Aarhus Universitet, Foulum og efterfølgende tørret på Nybro grønttørreri udført fodringsforsøg med æglæggende høns. Græsproteinkoncentrat (Clover Grass PC) blev tilsat i hhv. 0%, 4%, 8% og 12% i økologiske foderblandinger som erstatning for soja. For at sikre en god aminosyre sammensætning er der også justeret på den samlede fordeling, som det fremgår af Tabel 4¹³ nedenfor, hvor de samlede foderblandinger er beskrevet.

Tabel 4: Foderblandinger med hhv. 0% (A), 4% (B), 8% (C) og 12% (D) græsprotein som erstatning for soja.¹³

Raw materials	A	B	C	D
Wheat	43.74	40.00	40.00	40.00
Oat	8.00	8.00	8.00	8.23
Triticale	4.00	5.88	4.99	4.00
Sunflower cake	8,00	8,00	8,00	8,00
Soybeans	9.00	7.00	4.83	0
Soybean cake	8.00	6.31	4.89	5.95
Clover grass PC	0	4.00	8.00	12.00
Rapeseed cake	6,52	8,00	8,00	8,00
Fish meal	3.00	2.84	3.00	3.00
Rapeseed oil	0.20	0.50	0.90	1.48
Calciumcarb.	4.00	4.36	4.30	4.25
Oyster shells	4,43	4,00	4,00	4,00
Monocalcium phos.	0,30	0,30	0,30	0,30
Salt	0,18	0,16	0,12	0,09
Sodium carbonate	0,18	0,20	0,22	0,25
Vitamin/minerals/enz	0,45	0,45	0,45	0,45

I forsøget blev der hverken observeret en dårligere æg-kvalitet eller -produktion i foderblandinger med højt indhold af græsprotein. Derudover blev der observeret en mere rød farve på æggeblommer fra høns der havde fået en høj andel af græsprotein i deres foder.



Figur 2: Blommefarver i æg fra høns der har fået 0%, 4%, 8% og 12% græsprotein.¹³

Til gengæld blev der i fordøjelsesforsøgene målt en reduceret fordøjelighed af methionin, lysin og andre aminosyrer, når mængden af græs protein øges. Årsagen skyldes formentlig et for højt aske- og fiberindhold. Begge dele forventes at kunne forbedres gennem forbedrede høstmetoder og procesoptimering.

I SuperGrassPork-projektet¹⁴ vil der i efteråret 2018 blive påbegyndt fodringsforsøg af smågrise og slagtesvin fra fødsel til slagning, hvor foderindtag, fedtsyresammensætning vil blive evalueret, og derudover vil der blive udført smagstest af kødet og den samlede foderværdi vil blive opgjort i februar 2019, hvor svinene slagtes. Derudover er der tidligere udført fordøjelighedsforsøg i mindre omfang, der har vist, at grisene gerne vil æde foderblandinger, hvor der udelukkende anvendes græsprotein som proteinkilde. Endelig er der udført fodringsforsøg med rotter, der har vist, at fordøjeligheden af proteinet følger indholdet, og for at opnå en fordøjelighed på niveau med sojaskrå (84-92%) skal proteinindholdet i proteineks-traktet hæves fra de nuværende 35% til omkring 50%.¹⁵

Som det fremgår er der kun udført fodringsforsøg i begrænset omfang, og manglen på veldokumentet foderværdi og -effektivitet er en af de væsentligste barrierer for den nye produktionsform. Heldigvis vil etableringen af Aarhus Universitet, Foulums ny demonstrationsanlæg, der forventes at være i drift i 2019, kunne bidrage til at få produceret tilstrækkelige mængder råvarer til at anvende i fodringsforsøg. Derudover har Regeringen afsat 25 mio. DKK til at fremme udbredelsen af grøn bioraffinering.¹⁶ Midlerne går til to typer af projekter: Udviklings- og demonstrationsprojekter med eller uden forskning eller udvikling af prototypeanlæg for grøn bioraffinering. Netop etableringen af de første kommercielle anlæg er også en af hovedforudsætningerne for at kunne drive udviklingen fremad, som det også blev påpeget i SEGES White Paper omkring grøn bioraffinering:

"Hvis udviklingen for alvor skal drives fremad, er der behov for, at de første kommercielle anlæg til grøn bioraffinering etableres. Derved vil der kunne skabes konkrete erfaringer med, hvordan de tekniske løsninger skal se ud, for at der kan produceres protein og andre produkter med den rette kvalitet til den rette pris. Kun gennem etablering af kommercielle anlæg kan der opnås erfaringer med kontinuerlig drift

af anlæggene, der leverer høj produktivitet og ensartede produkter. Det vil igen være forudsætningen for at kunne demonstrere, at det er muligt at opnå kommerciel afsætning af produkterne. Disse elementer kan ikke vises på forskningsbaserede demo-anlæg. Men der kan og bør arbejdes tæt sammen mellem de etablerede forskningsdemoanlæg og de kommende kommercielle demoanlæg. Demonstration af succesfuld stabil drift og produktion samt positiv afsætning af produkterne vil danne baggrund for, at der kan opnås finansieringsmuligheder for den næste generation af bioraffineringsanlæg.”¹⁷

Referencer

- ¹ Det Nationale Bioøkonomipanel "Proteiner for fremtiden" **2018** http://mfvm.dk/fileadmin/user_upload/MFVM/Miljoe/Cirkulaer_oekonomi/Fremtidige_proteinmarkeder_og_nye_proteinkilder_2.pdf
- ² John E Hermansen, Lisbeth Mogensen, Marie Trydeman Knudsen, Troels Kristensen, Morten Gylling "Kortlægning af proteinværdikæder" **2017** http://pure.au.dk/portal/files/114834893/Proteink_der300617.pdf
- ³ Morten Gylling, John E Hermansen "Kvantificering af forventede fremtidige proteinmarkeder og kortlægning af potentialer i forskellige nye proteinkilder" IFRO Udredning **2018** http://mfvm.dk/fileadmin/user_upload/MFVM/Miljoe/Cirkulaer_oekonomi/Fremtidige_proteinmarkeder_og_nye_proteinkilder_2.pdf
- ⁴ Nordic Alternative protein potentials (2016) https://www.nordic-ilibrary.org/environment/nordic-alternative-protein-potentials/preface_9789289345903-1-en
- ⁵ John E Hermansen, Marie Trydeman Knudsen, Janni Sørensen "Soja og Palmeolie. Certificeringsordninger til dokumentation af bæredygtighed i forbindelse med produktion" DCA Rapport nr. 020 **2013** https://pure.au.dk/ws/files/68207663/dca_rapport_Soja_og_palmeolie.pdf
- ⁶ Torben Chrintz "Klimagevinster ved øget proteinproduktion i Danmark" CONCITO **2014** https://concito.dk/files/dokumenter/artikler/protein_rap_270114.pdf
- ⁷ <https://landbrugsavisen.dk/vejtyllands-andel-bygger-ny-fabrik-i-skive-udsk%C3%A6ldt-dyr-bliver-ny-proteinkilde>
- ⁸ Beregninger af bioraffineringsprocessens effektivitet udført af SEGES
- ⁹ Uffe Jørgensen et al. "BIOMASSEUDNYTTELSE I DANMARK - POTENTIELLE RESSOURCER OG BÆREDYGTIGHED" **2013**
- ¹⁰ Linda Rosager Duve "Hestebønner som alternativ proteinkilde til fjerkræ" Landbrugsinfo **2016** https://www.landbrugsinfo.dk/oekologi/proteinforsyning-til-husdyr/sider/hesteboenner_alter_proteinkilde_fjerkrae.aspx
- ¹¹ https://svineproduktion.dk/publikationer/kilder/lu_medd/2017/1112
- ¹² <https://mst.dk/erhverv/groen-virksomhed/groent-udviklings-og-demonstrationsprogram-gudp/gudp-projekter/2016-projekter/greening-of-organic-egg-production-green-eggs/>
- ¹³ Sanna Steinfeldt "Feeding trials with green protein in laying hens: effect on production and digestibility Senior Researcher" OrganoFinery og Multiplant Workshop **2018** http://icrofs.dk/fileadmin/user_upload/Feeding_trials_with_green_protein_in_laying_hens_Sanna_Steenfeldt.pdf
- ¹⁴ <http://icrofs.dk/forskning/dansk-forskning/organic-rdd-3/supergrasspork/>
- ¹⁵ Søren Krogh Jensen "Græs-baseret proteinkoncentrat, fodereffektivitet, gyllekvalitet og dyresundhed" DCA **2017** https://pure.au.dk/ws/files/126097927/Gr_sbaseret_proteinkoncentrat_221117.PDF
- ¹⁶ <https://mst.dk/service/nyheder/nyhedsarkiv/2018/jun/25-millioner-kroner-til-at-fremme-udbredelsen-af-groen-bioraffinering-aabning-af-runde-2018/>
- ¹⁷ Lars Villadsgaard Toft "White paper BIORAFFINERING" **2018** https://www.seges.dk/da-dk/innovation-og-udvikling/futurefarming/produktioner/white_papers