

# Foder med algeprotein og bælgplanter til økologiske slagtekyllinger

Sojafrit voksefoder med forskellige mængder af algeprotein, er nu testet i forsøg med økologiske slagtekyllinger.

Af Niels Finn Johansen, Sofie Knorr Jensen, Innovationscenter for Økologisk Landbrug og Jette Søholm Petersen, SE-GES Innovation

Det er sket i ProLocAL projektet, som er et igangværende samarbejdsprojekt, der har produceret og forarbejdet algeprotein samt optimeret, fremstillet og afprøvet det i fodringsforsøg med økologiske kyllinger. Forsøgene viste, at kyllingerne gerne ville spise forsøgsfoderet, og opnåede fine produktions- og kødkvalitetsresultater, der offentliggøres på et senere tidspunkt, når de er helt klar til det. Lige nu planlægges en ny høst af algeprotein, der skal testes i et kyllingefodringsforsøg der udføres under praktiske forhold i sidste halvdel af 2024.

## Udfasning af soja og styrket lokal produktion af foderråvarer (fx bælgplanter)

Indenfor økologisk husdyrproduktion er der et stort ønske om at reducere, eller i bedste fald helt at udfase brugen af soja til husdyrfoder. Soja dyrkes i fjerntliggende egne af verden hvorfor transport-omkostninger, og udledning af klimagasser er høj. I særlig grad motiveres ønsket af, at efterspørgslen på soja medfører afskovning af værdifulde naturområder og dermed reducerer verdens naturressourcer (biodiversitet) og frigiver store mængder klimagasser fra de ryddede områder.

En anden motivationsfaktor for at produ-



Figur 1. Mikroalge dyrkning i plastikrør placeret hos TI i Høje Tåstrup.

cere algeprotein, er algeproduktets høje proteinindhold, hvor de svovlholdige aminosyrer methionin og cystin udgør en højere andel af proteinet end i de fleste andre foderråvarer, som det ses tabel 1. Især aminosyren methionin er en essentiel aminosyre i foder til fjerkræ.

Da man i økologisk produktion ikke må tilsætte syntetiske aminosyrer, er det vigtigt at finde/udvikle råvarer med et højt naturligt indhold af især methionin. Har man adgang til sådanne råvarer i tilstrækkelig mængde, kan man blande bælgplantefrø med methioninrige produkter (herunder algeprotein) og herved overflodiggøre sojaprodukter samtidig med at foderets indhold af egne/lokale

råvarer øges med op til 25 %.

## Algeproduktion og algeegenskaber

Teknologisk Institut (TI) i Høje Tåstrup har udviklet en teknik til at opnå et højt udbytte af mikroalgen Scenedesmus sp ved at dyrke den udendørs i plastikrør (se figur 2) i et substrat af CO<sub>2</sub> + brun-saft fra græsprotein-produktion blandet med ammoniak fra afgasset fiber. Når substrat med algevækst centrifugeres, opnås en algepasta med et højt indhold af protein og et lavt indhold af tørstof.

For at algeproteinet i højere grad kan for-  
døjes af kyllingerne, er det vigtigt at ned-

bryde algeproteinet-cellevægge. I ProLocAL projektet blev dette udført ved at tørre algepastaen og udsætte den for en speciel ekstruderings-proces, som blev udviklet af Teknologisk Institut i Sønder Stenderup. En analyse af algeproteinets næringsindhold viste, at aminosyreindholdet levede op til forventningerne. Dette arbejde blev udført i Arbejdspakke 1.

## Lokal dyrkning af foderråvarer til økologiske slagtekyllinger

Arbejdspakke 4 blev det undersøgt, hvilke økologiske råvarer der kan dyrkes lokalt og anvendes som foder til økologiske kyllinger. Eksempler på sådanne råvarer er: Hamp, havre, hvede, raps og bælgplanter som ærter, hestebønne og lupin. Hampefrø er et eksempel på en råvare med meget høj fodringsværdi, herunder et højt indhold af protein og aminosyrerne methionin og cystin. Men udbyttet af hampefrø er oftest meget lave (1000 –

1500 kg pr. ha).

Raps har hidtil været vanskelig at dyrke økologisk, på grund af store problemer med skadedyr (jordloppe og glimmerbøsser). Disse problemer er efterhånden løst, så raps nu også er en potentiel af-grøde for økologiske landmænd. Frøene har et højt indhold af olie, og et højt energiindhold (18 MJ/OE/KG). Samtidig har frøene et proteinindhold på 21 – 22 % samt et højt indhold af aminosyren cystin.

Kornsorterne havre, hvede og tritcale er velkendte afgrøder, som ikke skal beskrives nærmere her, det skal blot bemærkes, at havre er dyrkningssikker i marken, god at have i sædskiftet og velegnet som fjerkræfoder, men havrens høje indhold af træstof sætter en begrænsning for, hvor meget havre man kan tilsætte i foderet. Dette problem kan imidlertid løses ved at afskalle havren. Rug (og tritcale) kan desværre ikke anbefales til fjerkræ på

Foder/Råvare	Protein, %	Methionin, g/kg	Methionin+ Lysin, g/kg	Methionin, % af protein
Ønsket indhold i oksefoder til øko-kyllinger	20	3,9	6,3	1,95
Hvede	9,9	1,57	3,74	1,59
Majs	8,1	1,81	3,49	2,21
Hestebønne	26,0	1,70	4,8	0,65
Ærter	21,2	2,08	5,17	0,98
Lupin	40,3	2,9	9,35	0,72
Soksikkekage	42,5	5,95	12,33	1,40
Sojabønner	35,5	5,22	10,51	1,47
Sojakage	42,5	5,95	12,33	1,40
Fiskemel	70,0	19,5	26,10	2,73
Majsgluten	60,7,	14,39	25,80	2,37
Rapsfrø	20,2	3,81	8,00	1,88
Kart. protein	77,0	16,94	28,18	2,20
Afskal. havre	11,8	2,06	5,69	1,75
Alge/ært 20/80	52,4	5,94	12,49	1,10
Algeprotein	51,64	10,25	13,82	1,98

Tabel 1. Råprotein, methionin, cystin og lysin, og andel af methionin i % af protein i udvalgte råvarer og voksefoder til økologiske kyllinger. Methionin i % af protein i hestebønne, ærter og lupin er markeret med rødt, fordi de udgør mindre end 1% af afgrødens indhold af protein. Råvarer med højt indhold af methionin i % af protein er markeret med grønt.

## Baggrund for ProLocAL projektet

ProLocAL projektet har til formål at reducere kyllingers klimaaftryk ved at udvikle økokyllingefoder med mikroalger og lokalt dyrkede bælgplanter i stedet for soja. Projektet har fået tilskud fra Grønt Udviklings- og Demonstrationsprogram (GUDP) under Organic RDD-7, som koordineres af ICROFS (International Center for Research i Økologisk Jordbrug og Fødevarer) og Fjerkræafgiftsfonden. Projektet løber fra 2022 til udgangen af 2024. Den overordnede projektleder er Sanna Steinfeldt fra Aarhus Universitet, Institut for Husdyr- og Veterinærvidenskab. De øvrige deltagere er: Teknologisk Institut, Københavns Universitet, Rokkedahl Landbrug, Vestjyllands Andel samt Innovationscenter for Økologisk Landbrug (ICOEL) og SEGES Innovation.

ProLocAL består af seks arbejdsopgaver:

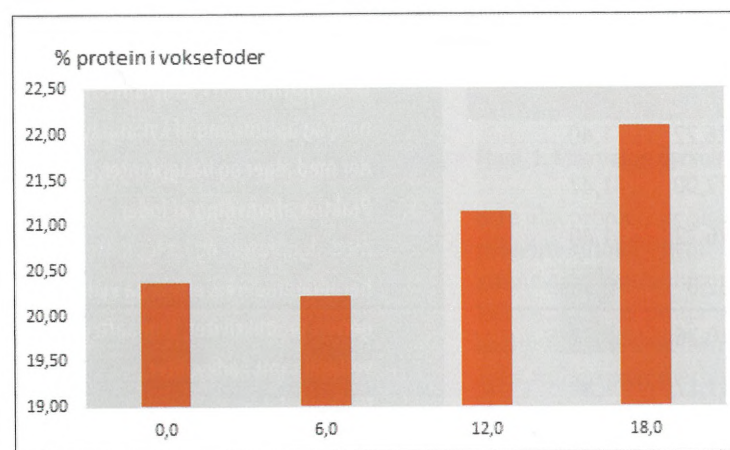
1. Dyrkning af mikroalger med et højt indhold af protein og methionin samt ekstrudering af algepasta og ærtemel
2. Fodrings- og fordøjelighedsforsøg med algeprotein
3. Bedømmelse af spisekvalitet af kød fra kyllinger fodret med algeprotein
4. Demonstration af bælgplantedyrkning og optimering af kyllingefoder med alger og bælgplanter
5. Praktisk afprøvning af foder med algeprotein og bælgplanter herunder foderets effekt på kyllingernes produktivitet, klimaaftryk, velfærd samt kødkvalitet.
6. Projektledelse.

SEGES udfører Arbejdspakke 4 og 5 sammen med ICOEL og de øvrige projektpartnere.

Denne artikel giver en status på den indsats i Arbejdspakke 4, der går ud på at sammensætte kyllingefoder med alger og bælgplanter.

	Referenc	6%	12%	18%
Øko Hvede	28,50	30,85	37,01	44,56
Øko Havre afsk.	15,00	15,00	15,00	15,00
Øko Ærter	10,00	11,00	6,00	0,00
Øko Majs	10,00	10,00	10,00	10,00
Øko Solsikkekage LL LavLinol C18:1	6,00	8,00	3,50	0,00
ØKO Alge/ært Protein opløst	0,00	6,00	12,00	18,00
Oml. Rapsfrø, dobbeltlav	4,50	5,00	4,50	0,00
Majsgluten 60 %	3,00	4,50	4,10	2,50
Fiskemel, Naturox	4,00	4,40	4,20	4,00
Øko Sojabønner, toasted	3,00	2,39	0,00	0,00
Calciumcarbonat, kridt	0,98	1,03	1,06	1,11
Monocalciumfosfat 22,8%	0,48	0,40	0,35	0,35
Kartoffelprotein	1,00	0,40	1,20	2,45
Øko Sojaolie	0,90	0,40	0,45	1,40
Danish Sikyl Logi 500666 Ny Nov 19	0,30	0,30	0,30	0,30
Natriumbikarbonat	0,14	0,16	0,17	0,18
Stensalt til økologi	0,15	0,12	0,11	0,10
Betafin 96 % S1	0,05	0,05	0,05	0,05
ØKO Sojakage	12,00	0,00	0,00	0,00
MJ Fjerkræ EU	12,65	12,74	12,70	12,56
1 Tørstof	88,61	88,29	87,99	87,82
7 Råprotein	20,36	20,21	21,14	22,08
6 Råfedt	7,78	7,29	6,29	4,94
8 Træstof	4,89	4,90	3,67	2,37
4 Råaske	5,12	4,81	4,59	4,44
9 N.fri ekstrakt	50,45	51,09	52,30	53,99
Calcium	7,15	7,08	6,89	6,74
Fosfor	5,81	5,75	5,49	5,23
Ca Broiler/turkey/ducks Total	7,95	7,88	7,69	7,54
Methionin	3,65	3,69	3,69	3,64
Lysin	10,55	10,12	11,18	12,51
Cystin	3,44	3,42	3,51	3,54
Methionin + Cystin	7,09	7,11	7,20	7,18

**Tabel 2. Råvaresammensætning og indhold af næringsstoffer i kontrolfoder med soja, samt tre sojafri voksefoderblandinger med en stigende andel af ekstruderet alge/ært protein**



**Figur 2. Proteinindhold i voksefoder optimeret med 0, 6, 12 eller 18 % alge-ært blanding.**

grund af høje indhold af arabinoxylan.

Bælgplanterne er potentielle proteinafgørder, som kan dyrkes under danske forhold. Deres begrænsning som råvare i fjerkræfoder ligger i aminosyresammensætningen, hvor indholdet af methionin maksimalt udgør 1,0 % af proteinet (tabel 1). Bælgplanteprotein ligger dog højt

mht. aminosyren lysin, hvilket der f.eks. er behov for i sojafritfoder til æglægghøner.

Ved brug af bælgfodermidler skal man være opmærksom på evt. indhold af ernæringskadelige stoffer (ANF). Ærterne er den af bælgplanterne, der har det laveste indhold af ANF og kan iblan-

des foderet med op til 15 – 20 %. Herefter kommer hestebønnerne, der kan iblandes med 5 – 10 % og lupin med 2 – 5 %. Indholdet af ANF i bælgfodermidler afhænger dog af sorten. I nogle sorter har man ved forædling reduceret indholdet af ANF, så man kan tilsætte en højere andel af disse sorter i foderet.

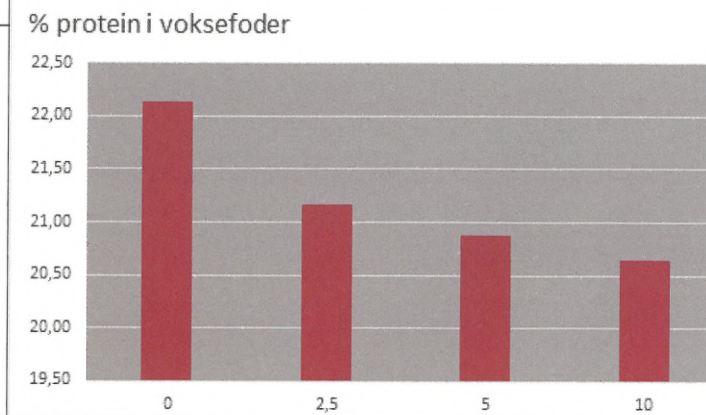
Dyrkningsmæssigt skal man være opmærksom på, at der af hensyn til sygdomme skal være 4 – 5 år uden bælgplanter mellem dyrkningen af bælgplanter på marken. Bælgplanter har dårlig konkurrenceevne i forhold til ukrudt, derfor skal bælgplanter dyrkes på marker med lavt ukrudtstryk. Hestebønne og ært er meget tørkefølsomme og bør derfor dyrkes på lerjord eller vandet sandjord. Lupin er mere tørkeresistent, og kan de fleste år dyrkes på uvandet sandjord, og også på lerjord.

Dyrkningsvejledninger kan findes her: [www.icoel.dk](http://www.icoel.dk).

Af tabel 1 fremgår, at i protein til økologiske slagtekyllinger, skal methionin helst udgøre 1,95 % (eller mere) af proteinet. Råvarer der kan medvirke til at trække andelen af methionin i foderet op er majs, majsgluten, fiskemel, kartoffelprotein og algeprotein. Rapsfrø og rapskage er tæt på, da methionin udgør 1,88 % af proteinet. Hvede, havre, soja og solsikke er, med en methioninandel på omkring 1,5 % af proteinet, ikke gode råvarer i den sammenhæng. Og bælgplantefrø er, med under 1 % methionin i procent af proteinet, heller ikke gode proteinkilder i denne sammenhæng. Alge/ært blanding i forholdet 20/80 har også en forholdsvis lav methioninandel på 1,1 % af proteinet.

### Eksempler på voksefoderblandinger til økokyllinger med algeprotein og lokale råvarer

I arbejdsplanke 4 blev der optimeret tre sojafri voksefoderblandinger til økologiske kyllinger med et indhold på 6, 12 og 18% af den ekstruderede alge/ært blanding, der blev fremstillet i arbejdsplanke 1 samt en kontrolfoderblanding med 12% sojakage. De fire foderblandingers råvaresammensætning og indhold af næringsstoffer ses i tabel 2.



**Figur 3. Proteinindhold i voksefoder optimeret med rent algeprotein**

Råvare	0 % alge	2,5 % alge	5 % alge	10 % alge
Vinterhvede	29,2	39,43	45,41	50
Majs	10,0	8,00	10,0	0
Solsikkekage	6,00	10,00	8,50	2,00
Sojabønner	3,0	0	0	0
Hestebønner	0	2,80	3,00	2,00
Fiskemel	4,0	4,80	4,2	4,00
Rapsfrø	4,5	0	0	0
Ærter	10,0	10,0	8,0	10,33
Majsgluten	3,0	4,50	4,60	3,80
Calcium Carbonat	1,28	1,25	1,25	1,33
Vit+mineral	0,64	0,57	0,64	0,64
Sojakage	11,0	0,0		
MCP	0,48	0,65	0,70	0,60
Kartoffel protein	1,0	0,50	0,40	0,40
Afskallet havre	15,0	15,00	7,50	13,40
Vegetabilsk olie	0,9	0	0,8	1,50
Algeprotein	0,00	2,50	5,00	10,00

**Tabel 3. Voksefoder optimeret med algeprotein ekstruderet med hvede**

	0 % alge	2,5 % alge	5 % alge	10 % alge
Energi, MJOE/kg	12,4	12,10	12,20	12,30
Råprotein, %	22,1	21,2	20,9	20,7
Methionin, g/kg	3,9	3,9	3,9	3,90
M+C, g/kg	7,5	7,3	7,10	7,00
Lysin, g/kg	12,0	10,5	9,90	9,40
Calcium, g/kg	7,6	7,6	7,60	7,70
Fosfor, g/kg	5,7	6,1	6,0	6,00

**Tabel 4. Næringsstofindhold i foderblandinger fra Tabel 3.**

I takt med et stigende indhold af alge/ært blandingen steg proteinindholdet i de fire blandinger, som det fremgår af figur 2. I tabel 3 ses teoretiske eksempler på voksefoderblandinger, der er blevet optimeret med en blanding af algeprotein og hvede som ekstruderingsmiddel. Som det fremgår af tabel 3 og tabel 4, ville man kunne fremstille foderblandinger med et mere konstant proteinindhold ved at ekstrudere algeprotein sammen med hvede (se figur 3).

### Fodringsforsøg med forskellige sojafri voksefoderblandinger til økologiske kyllinger

Ud fra de foderblandinger der ses i tabel 2, fremstillede Aarhus Universitet i Arbejdsplanke 2 fire forsøgsfoderblandinger med varierende indhold af alge/ært blandingen. Se eksempel på det færdige foder i figur 4. Forsøgsfoderblandingerne blev testet i fordøjeligheds- og fodringsforsøg ved Aarhus Universitet i Viborg. Hele projektgruppen besøgte



**Fig 4. Foder med alge- og ærtprotein.**



**Fig 5. Forsøgskyllinger i mindre bokse i forsøgsstalden i Foulum.**

forsøgsstalden d. 24. november, og så at kyllingerne trives fint (figur 5). En del af kyllingerne blev slagtet ved Rokkedahl og sendt til forskellige spisekvalitetsundersøgelser hos Københavns Universitet i regi af Arbejdsplanke 3. Alle forsøgsresultaterne er nu under bearbejdning og offentliggøres senere i 2024. I regi af Arbejdsplanke 5 bliver der i anden halvdel af 2024 udført et praktiske kyllingeboksforsøg med økologisk algeprotein mv. samt demonstration af forsøgsresultater hos Rokkedahl.

### Konklusion

ProLocAL projektet har leveret algeprotein samt fremstillet sojafrit voksefoder med forskellige mængder af algeprotein, som blev afprøvet i forsøg med økologiske slagtekyllinger. Forsøgene viste at kyllingerne gerne ville spise forsøgsfoderet, og der blev opnået fine produktions- og slagteresultater. Proektgruppen arbejder med at analysere de første forsøgsresultater og udvælge og optimere foderblandinger samt planlægge de afsluttende praktiske forsøg, der skal udføres i sidste halvdel af 2024, så de kan præsenteres inden projektet slutter.

Læs mere om projektet her: [www.icrofs.dk](http://www.icrofs.dk).

### Anerkendelser

Stor tak til Niels-Juel Nielsen, DA for faglig sparring om foderoptimeringerne. Og til Organic RDD og Fjerkræafgiftsfonden for deres støtte til projektet. Alle billeder er taget af Jette Søholm Petersen.