

DANSK PROTEINFODER TIL ØKOLOGISKE, ENMAVEDE HUSDYR

- FAGLIGE MULIGHEDER OG UDFORDRINGER

SANNA STEENFELDT OG HANNE DAMGAARD POULSEN

DCA RAPPORT NR. 114 · FEBRUAR 2018



AARHUS
UNIVERSITET

DCA - NATIONALT CENTER FOR FØDEVARER OG JORDBRUG



DANSK PROTEINFODER TIL ØKOLOGISKE, ENMAVEDE HUSDYR

- FAGLIGE MULIGHEDER OG UDFORDRINGER

DCA RAPPORT NR. 114 · FEBRUAR 2018



AARHUS
UNIVERSITET

DCA - NATIONALT CENTER FOR FØDEVARER OG JORDBRUG

Sanna Steinfeldt og Hanne Damgaard Poulsen

Aarhus Universitet
Institut for Husdyrvidenskab
Blichers Alle 20
Postboks 50
8830 Tjele

DANSK PROTEINFODER TIL ØKOLOGISKE, ENMAVEDE HUSDYR

- FAGLIGE MULIGHEDER OG UDFORDRINGER

Serietitel	DCA rapport
Nr.:	114
Forfattere:	Sanna Steinfeldt og Hanne Damgaard Poulsen
Udgiver:	DCA - Nationalt Center for Fødevarer og Jordbrug, Blichers Allé 20, postboks 50, 8830 Tjele. Tlf. 8715 1248, e-mail: dca@au.dk hjemmeside: www.dca.au.dk
Rekvirent:	Miljø- og Fødevareministeriet
Fotograf:	Forside: Klaus Horsted, AU. Bagside: Janne Hansen, AU.
Tryk:	www.digisource.dk
Udgivelsesår:	2018
	Gengivelse er tilladt med kildeangivelse
ISBN:	Trykt version 978-87-93643-18-5, elektronisk version 978-87-93643-19-2
ISSN:	2245-1684

Rapporterne kan hentes gratis på www.dca.au.dk

Rapport

Rapporterne indeholder hovedsageligt afrapportering fra forskningsprojekter, oversigtsrapporter over faglige emner, vidensynteser, rapporter og redegørelser til myndigheder, tekniske afprøvninger, vejledninger osv.

Forord

Nærværende rapport om muligheder og udfordringer for dansk proteinfoder til økologiske husdyr er udarbejdet på baggrund af en bestilling fra Miljø- og Fødevareministeriet som en del af "Aftale mellem Aarhus Universitet og Fødevareministeriet om udførelse af forskningsbaseret myndighedsbetjening m.v. ved Aarhus Universitet, DCA – Nationalt Center for Fødevarer og Jordbrug, 2016-2019".

Rapporten skal bl.a. bruges til at vurdere, hvorvidt det er muligt, eller i hvor høj grad Danmark kan forsyne økologiske - fjerkræ og grise med protein, der stammer fra Danmark. Dette er bl.a. vigtigt i henhold til at vurdere, om selvforsyningskrav og udfasning af ikke-økologisk protein er realistisk i Danmark. Rapporten skal være med til at danne et fagligt grundlag for den danske holdning til spørgsmål og regler på dette område.

Niels Halberg,

Direktør DCA – Nationalt Center for Fødevarer og Jordbrug



Indhold

Forord.....	3
Baggrund.....	7
Beskrivelse af problemstillingen.....	7
Besvarelse.....	7
Generel introduktion	9
Foderingredienser i økologisk foder til fjerkræ og grise	10
Vegetabiliske proteinkilder	10
Frø- og bælplanter	10
Bioraffinering og grønt protein fra kløvergræsmarker	12
Animalske proteinkilder	12
Muslinger og søstjerner.....	12
Mikro- og makroalger.....	15
Næringsværdi af grovfoder og dets betydning i sædskiftet.....	16
Alternative fodringsstrategier og systemer baseret på fouragering på udearealer	18
Vådfoder.....	21
Udfodringsstrategi – tørfoder, vådfoder og fermenteret vådfoder	21
Konklusioner	23
Afslutning.....	25
References.....	26



Foto: Janne Hansen, AU

Baggrund (uddrag fra bestillingen fra LFST)

I økologireglerne er der lagt op til, at brug af ikke-økologisk protein til grise og fjerkræ skal udfases. Overgangen til 100% økologisk fodring er berammet til at starte fra 1. januar 2018¹. Desuden er der fokus på dilemmaet i forhold til import af økologisk proteinfoder fra fx Kina og bæredygtighed. Endvidere hæves kravene i økologi til selvforsyning løbende. Derfor ønskes der en vurdering af mulighederne og potentialet for, at dansk produceret proteinfoder kan forsyne de danske økologiske dyr.

Rapporten skal bl.a. bruges til at vurdere, hvorvidt det er muligt, eller i hvor høj grad Danmark kan forsyne økologiske dyr med protein, der stammer fra Danmark. Dette er bl.a. vigtigt i henhold til at vurdere om selvforsyningskrav og udfasning af ikke-økologisk protein er realistisk i Danmark. Rapporten skal være med til at danne et fagligt grundlag for den danske holdning til spørgsmål og regler på dette område.

Beskrivelse af problemstillingen (uddrag fra bestillingen fra LFST, nu LBST)

I rapporten skal vurderingen af muligheder og potentiale for økologisk proteinfoder i Danmark inkludere vegetabiliske fodermidler fx soja, hestebønner, lupiner, raps, majs, græs mv., som dyrkes i Danmark med henblik på at anvende lokalt protein i foder. Desuden skal bl.a. fermenterede fodermidler, fodermidler fra økologisk akvakultur, samt brug af insekter til foder, belyses i forhold til at skaffe tilstrækkeligt med økologisk protein ikke mindst i forhold til den rette sammensætning af essentielle aminosyrer til svin og fjerkræ.

Mængden af økologisk proteinfoder skal vurderes i forhold til, om det kan forsyne både enmavede økologiske dyr og økologiske drøvtyggere. Der skal i fordelingen af fodermidler fordelt på dyrearterne tages højde for regler for brug af foderet til de enkelte dyr, herunder dyrenes alder, samt om dyrenes ædelyst eller kvaliteten af de animalske produkter påvirkes af fodermidlerne.

Besvarelse

Vurderingen af selvforsyningsgraden mht. det samlede forbrug af økologisk foder i dansk husdyrproduktion er beskrevet i et tidligere notat (leveret til LFST 1. september 2017; udarbejdet af sektionsleder John Hermansen, AGRO og professor Hanne Damgaard Poulsen, ANIS, AU). Denne rapport konkluderer, at der samlet set 'aktuelt er et stort underskud af dansk produceret økologisk protein (omkring 50% i Danmark; 56% i Europa), og at underskuddet er stigende'.

¹ Efterfølgende besluttede EU-Kommissionen at forlænge muligheden for at bruge op til fem procent ikke-økologisk proteinfoder til økologiske svin og fjerkræ indtil d. 31. december 2018 (presmeddelelse d. 23. november, 2017). De nye EU-regler træder i kraft den 1. januar 2018 og er en direkte forlængelse af de eksisterende regler, der kan finde på følgende link: <http://www.fao.org/faolex/results/details/en/c/LEX-FAOC082157/>

Der vil i denne del af besvarelsen blive fokuseret på enmavede dyr, hvor udfordringen mht. 100 % økologisk fodring er størst, og hvor forbrugerønsker om flere økologiske produkter samtidig er stigende. Dette udfordrer i sig selv det stigende krav til selvforsyningsgraden. Derfor har netop den stigende produktion af økologisk fjerkræ og grise stor betydning ift. vurderingen af potentialet for at opfylde kravene til selvforsyningsgraden.

Der vil ikke i denne rapport blive inddraget potentiale for brug af insekter som proteinkilde, da dette er blevet behandlet i "*Notat om potentiale og muligheder for opdræt af insekter til brug som proteinkilde i foder til økologiske dyr*" (leveret til LFST d. 29. september 2017; udarbejdet af lektor Jan Værum Nørgaard og lektor Ricarda Engberg, ANIS, AU).

Derudover henvises til rapporten 'Nordic Alternative protein potentials' (2016; 134 sider). Link: http://www.oecd-ilibrary.org/environment/nordic-alternative-protein-potentials/preface_9789289345903-1-en. Rapporten indeholder en grundig gennemgang af forskellige alternative proteinkilder til husdyr, og den inddrager også vigtige aspekter som bæredygtighed og bio-økonomi.

Sluttelig henvises til videnssyntesen '*Økologiens bidrag til samfundsgoder*' udgivet af ICROFFS i 2015. http://icrofs.dk/fileadmin/icrofs/Diverse_materiale_til_download/web_OKvidenssyntesen_okt_2015.pdf

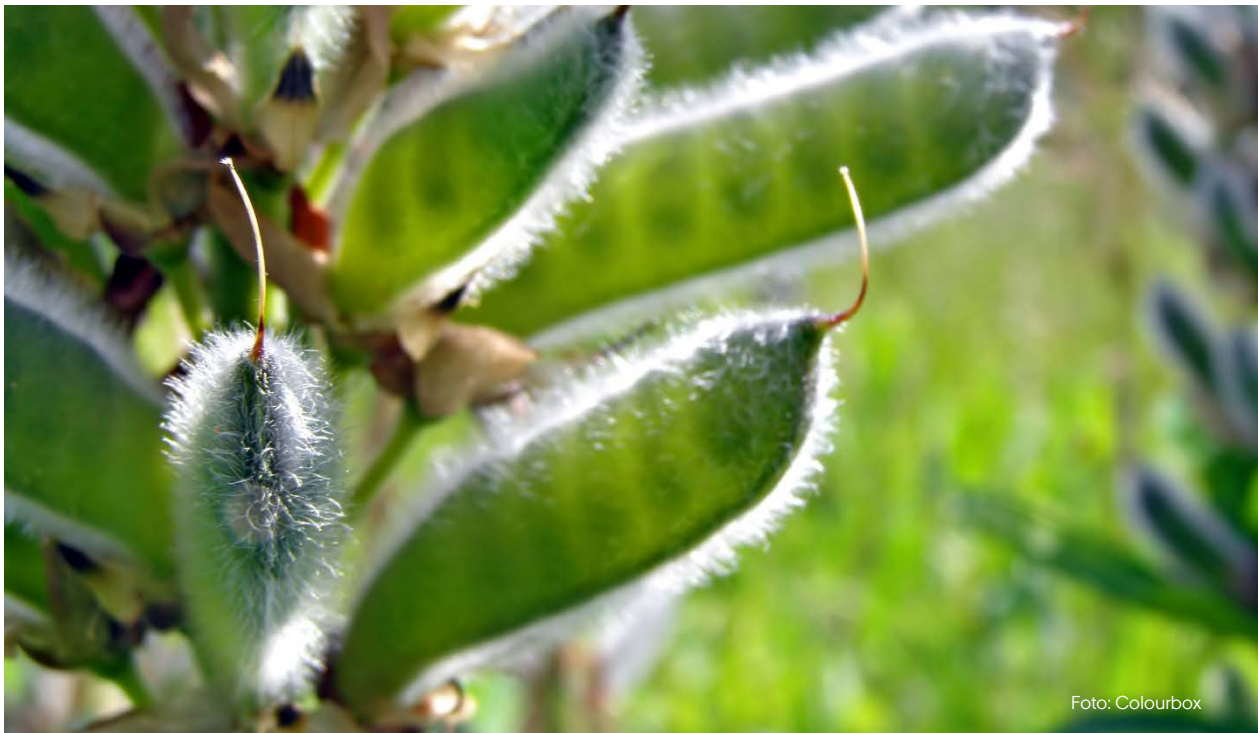


Foto: Colourbox

Generel introduktion

Retningslinjerne for økologisk fødevareproduktion sigter mod bæredygtige systemer med respekt for naturens kredsløb, og hvor det er vigtigt at bruge lokalt dyrkede ressourcer for dermed at mindske import af økologisk proteinfoder fra lande uden for Europa (EU, 2007; EU 2012).

Udviklingen i råvarepriser er varierende og har i de senere år været stigende. Både samfundsmæssigt og miljømæssigt kan det have stor økonomisk betydning, hvis en større andel af råvarer til husdyrproduktionen kan produceres lokalt. Selv om både den økologiske og den kommercielle husdyrproduktion er selvforsynende med nogle råvarer, er det stadig nødvendigt at importere en stor andel proteinråvarer som eksempelvis soja for at tilgodese dyrenes behov for protein og essentielle aminosyrer. På grund af et manglende udbud af økologiske proteinkilder, har kravet om 100 % økologiske råvarer i foder til økologisk fjerkræ og grise været yderligere dispenseret i EU til først at gælde fra 1. januar 2018 (EU 2014). Denne beslutning afspejler de udfordringer og bekymringer, der er ved overgang til 100% økologisk foder, der ikke kan sikre en tilstrækkelig forsyning af visse essentielle aminosyrer til specielt de enmavede dyr, da mange økologiske proteinkilder stadig ikke er tilgængelige i tilstrækkelige mængder inden for EU. I Italien og det sydlige Frankrig dyrkes der økologiske sojabønner, men ikke i tilstrækkelige mængder, der kan forsyne den økologiske fjerkræ- og griseproduktion i Europa. Anvendelsen af industrielt fremstillede aminosyrer og proteinkilder, som f.eks. sojaskrå, er ikke tilladt i den økologiske produktion pga. brug af kemiske opløsningsmidler til ekstrahering af olie fra sojabønner, hvilket vanskeliggør formuleringen af et velafbalanceret foder. Ud over effekter på produktionen kan eventuelle ubalancer i næringsstofforsyningen stresse eksempelvis æglæggende høner, hvilket kan fremprovokere uønsket adfærd som fjerpilning (Ambrosen and Petersen, 1997). Det er ligeledes kendt, at underforsyning af essentielle aminosyrer, især methionin, kan påvirke ægproduktion og ægkvalitet (Hammershøj & Steenfeldt, 2005). På den anden side giver overforsyning med protein større kvælstofudledning, samt øget risiko for diarre og dårligere produktionsresultater.

Foderet til økologisk fjerkræ- og griseproduktion er her i landet baseret på korn såsom hvede, byg, majs og havre og proteinkilder såsom sojabønner, sojakage (ikke sojaskrå jfr. ovenstående), solsikkekage, rapsfrø,



Foto: Klaus Horsted, AU

rapskage, lupin, ærter og hestebønner. Sammensætningen af foderet vil afhænge af de forskellige råvarers tilgængelighed og pris (Sundrum et al., 2005).

Foderingredienser i økologisk foder til fjerkræ og grise

For økologiske husdyr skal mindst 20% af de råvarer, der anvendes i foderproduktionen, primært produceres på bedriften eller i samme region i samarbejde med andre økologiske producenter eller foderproducenter (Magdelaine et al., 2010; EU, 2012). I Nordeuropa er det muligt at dyrke korn, rapsfrø og forskellige bælgrugter som lupin, ærter og hestebønner. Den største produktion af sojabønner er stadig som nævnt begrænset til lande i Sydeuropa, og nogle lande er derfor afhængige af import af sojabønner fra oversøiske lande som Kina. Hos DLG importeres økologiske sojabønner til dansk, økologisk fjerkræ- og grisefoder udelukkende fra Italien, mens sojakage primært kommer fra Kina (pers. com. DLG).

Vegetabiliske proteinkilder

Frø- og bælplanter

Interessen for at dyrke en større andel af proteinkilder på egen bedrift er steget blandt de økologiske fjerkræ- og griseproducenter i Danmark. Rapsfrø og rapskage har et højt indhold af svovlholdige aminosyrer (Sauvant et al., 2004) og kan til en vis grad anvendes i foder, hvis der tages hensyn til det høje olieindhold i hele frø i foderformuleringen. Raps kræver imidlertid en betydelig større tilførsel af kvælstof under dyrkningen sammenlignet med bælplanterne, idet hestebønner, ærter og lupin er kvælstoffikserende planter, hvilket er en stor fordel i økologisk landbrug på grund af kvælstoffikseringen til den efterfølgende afgrøde (Doyle et al., 1988). Med deres evne til at vokse i tempereret klima kan brugen af hestebønner, ærter og lupin øge mængden af hjemmeavlede proteinkilder og forbedre selvforsyningen. Det gennemsnitlige proteinindhold er ca. 23% af tørstof (TS) i ærter og 30% af TS i hestebønner, men indholdet af methionin og cystin er meget lavere i ærter og hestebønner sammenlignet med sojabønner (Sauvant et al. 2004). Både hestebønne og ært betragtes som gode protein- og energikilder til enmavede, dog afhængig af indholdet af anti-nutritionelle faktorer (ANF), såsom tanniner og ikke-stivelsesholdige polysaccharider (NSP), som kan variere blandt sorterne (Perez-Maldonado et al., 1999; Brufau et al., 1998; Masey O'Neill et al., 2012). Lupin har generelt et højere proteinindhold end ærter og hestebønner (30-45% af TS), men indholdet af de essentielle aminosyrer methionin- og cystein er meget lavt (Pettersen, 2000). Stivelsesindholdet er ligeledes lavt i lupiner, og NSP-indholdet er næsten dobbelt så højt som i andre proteinrige planter, hvilket kan begrænse mængden af lupin i foder til især fjerkræ og smågrise (Perez-Maldonado et al., 1999; Farrell et al., 1999; Hammershøj & Steinfeldt, 2005). Grundet det meget lave indhold af methionin i de nævnte bælplanter, er de ikke optimale alternativer til sojabønner i fjerkræfoder, mens det høje lysinindhold i eksempelvis lupin gør den mere velegnet som proteinkilde til grise. Solsikke har et højt fedtindhold (~50% af TS), mens proteinindholdet ligger på omkring 16% af TS (Sauvant, 2004). Når olien fjernes øges proteinindholdet i solsikkekage til 20-40% af TS, afhængig af afskalningsgraden (WPSA,

1992; Sauvant et al., 2004); Solsikkekage har et fint indhold af de svovlholdige aminosyrer og er en god proteinkilde til både fjerkræ og grise (Wlcek and Zollitch; 2004; Van Krimpen et al., 2016).

Som andre bælgplanter kan sojabønner fikse kvælstof, og det er ubestrideligt, at sojabønner har en meget god aminosyreprofil for både grise og fjerkræ. Derfor kan en større lokal produktion af flere klima-robuste sojabønner i både syd- og nord-Europa være et vigtigt supplement til andre hjemmedyrkede bælgfrugter med lavere indhold af svovlholdige aminosyrer. Dyrkningsforsøg med sojabønner (sort: Merlin) er tidligere blevet gennemført i den sydlige del af Danmark i 2006 (pilotstudie), 2007 og 2011. Proteinindholdet og aminosyreprofilen viste sojabønner af høj kvalitet (proteinindhold > 45% af TS) (Afrose, 2015; Steinfeldt & Hammershøj, 2015) i forhold til sojabønner dyrket i de største producerende lande som USA, Brasilien og Kina (40-43% af TS), (Grieshop & Fahey; 2001; Steinfeldt et al., 2013). Nylige undersøgelser har vist, at proteinindholdet i sojabønner dyrket i Østrig og Italien kan variere mellem 30-43% afhængigt af faktorer som genotyper, placering, dyrkningspraksis, nedbør og temperatur (Vollmann et al., 2000; Palermo et al., 2012).

Dyrkningen af sojabønner i Danmark blev gennemført med anvendelse af den mest udbredte økologiske praksis, og i 2007 var udbyttet ca. 1,7 t sojabønne/ha rensset og tørret frø (Edlefsen et al., 2008; Steinfeldt & Hammershøj, 2015) i forhold til et gennemsnitligt verdensudbytte af konventionelle dyrkede sojabønner på 2,4 t / ha, mens udbyttet i 2011 var på 2,2 t/ha rensset og tørret frø (Afrose, 2015), hvilket var tættere på det gennemsnitlige verdensudbytte på 2,5 t sojabønne/ha i 2011 (FAOstat database; 2017). Økologisk dyrkning af sojabønner er stadig lav i Europa, hvor Italien er den største producent, rangerende som nummer 12 af sojabønne producerende lande over hele verden (FAOstat & Eurostat databaser, 2017), men resultaterne fra væksthforsøgene i Danmark og Østrig viser potentiale for dyrkning af en værdifuld proteinkilde for både økologisk fjerkræ og grise også i Mellem- og Nordeuropa. Da udbytterne kan være svingende fra år til år, er der behov for nye sorter og udvikling af optimal dyrkningsmanagement for at opnå et højere og mere stabilt udbytte, før lokalt dyrkede sojabønner kan bidrage væsentligt til selvforsyningsgraden af protein. Hvis udvikling og afprøvning af nye sorter viser lovende resultater på både udbytte og kvalitet (højt proteinindhold), vil sojabønner have potentiale som danskdyrket proteinkilde på længere sigt.

Andre potentielle råvarer: Quinoa, hamp og esparsette er interessante afgrøder i økologisk landbrug. Proteinindholdet i quinoa-frø er 12-14% af TS og methioninindholdet 2-3g/kg TS, hvilket er højere end i de fleste andre kornprodukter (Ruales & Nair, 1992). Quinoa kan indgå i slagtekyllingefoder med op til 10-15%, enten som hele eller afskallede frø (Jacobsen et al. 1997). Esparsette bruges hovedsageligt som et grovfoder til drøvtyggere og heste, men de proteinrige frø kan betragtes som en potentiel råvare til enmavede dyr. Baldinger et al. (2012) fandt, at esparsette frø indeholdt 28% protein i de hele frø, hvilket steg til 39% efter afskalning (% af varen). Metionin- og cysteinindholdet var tæt på 9 g/kg (af råvaren). I et forsøg med smågrise blev det konkluderet, at esparsette kunne anvendes som proteinkilde, der erstattede ærter og sojabønnekage i foderet med hhv. 10 og 16%. Protein- og aminosyreindholdet i hampefrø

(Cannabis-slægt) er ligeledes højt, og methionin-indholdet kan sammenlignes med sojabønner (Callaway, 2004).

Udfordringen med de omtalte råvarer kan være ineffektive høstmetoder, der kan optimeres via udvikling af bedre teknisk udstyr.

Bioraffinering og grønt protein fra kløvergræsmarker

Gennem en række nyere projekter finansieret via GUDP (OrganoFinery, MultiPlant, Bio-value) undersøges det, hvordan de proteinrige dele af grøn biomasse fra kløver, kløvergræs, lucerne m.fl. kan udvindes gennem bioraffineringsteknikker, hvor saften presses ud af den friske grøntmasse og derefter syres, hvorefter proteinerne fældes og derfor kan adskilles fra saften. Den fiberrige del kan anvendes som foder til drøvtyggere eller anvendes til gødning eller energiproduktion (DCA rapport, 2017). Den proteinrige saft kan tørres og anvendes i foder til fjerkræ og grise. OrganoFinery projektet koncentrerer sig om bioraffinering med en patenteret metode, hvor der anvendes mælkesyrefermentering til udfældning af proteinerne, idet denne metode er mere i overensstemmelse med de økologiske principper. De foreløbige resultater viser, at aminosyreprofilen i kløvergræs og lucerne er yderst gunstig og godt kan sammenlignes med aminosyreprofilen i sojabønner, hvilket viser, at bioraffinering kan være en hensigtsmæssig metode at øge den samlede proteinforsyning til enmavede husdyr i Danmark, hvor forholdene for dyrkning af kløver og græs er optimale. Indledende forsøg i OrganoFinery projektet med æglæggende høner viser gode resultater mht ægproduktion og foderforbrug, og effekten af brug af grøntprotein til grise og fjerkræ undersøges nærmere i de to nye projekter SuperGrassPork og Green-Eggs (med støtte fra GUDP), så en mere detaljeret viden omkring kvaliteten af grønt biomasseprotein til enmavede, kan opnås inden for en 3 årig tidshorisont.

Desuden kan de nye raffineringsteknikker bane vejen for et nyt og mere bæredygtigt produktionssystem med bedre sædskifter, højere udbytter og mindre miljøbelastning, da tilstrækkelig kvælstoftilførsel er afgørende for produktionen af protein, hvor det især er bælgeplanter eller blandede afgrøder med græs og bælgeplanter, der er interessante for økologisk landbrug. Disse afgrøder er i stand til at producere store mængder protein, selv når der er et lavt niveau af kvælstof i jorden. Derudover har bælgeplanter en positiv effekt ved at bidrage til kvælstoftilførslen til de efterfølgende afgrøder, og de har derfor en vigtig funktion i sædskiftet. En ny rapport giver en detaljeret opsummering af den nuværende viden omkring bioteknologiske og økologiske aspekter omkring værdien af grøn biomasseproduktion i Danmark (DCA rapport, 2017). Rapporten berører også grøn biomasses potentiale som proteinkilde til enmavede.

Animalske proteinkilder

Muslinger og søstjerner

Protein af animalsk oprindelse kan forsyne fjerkræ og grise med en mere afbalanceret aminosyresammensætning end vegetabiliske proteinkilder, og fiskemel er en fremragende kilde til essentielle

aminozyrer (Sauvant et al. 2004). Fiskemel er imidlertid et dyrt produkt og kan være en begrænset ressource i fremtiden. Marine hvirvelløse dyr som f.eks. muslinger har en høj koncentration af protein og essentielle aminozyrer, der i kvalitet kan sammenlignes med fiskemel (Jönsson og Elwinger, 2009) og vil gøre det muligt at erstatte fiskemel med et lokalt produceret proteinprodukt. Muslinger filtrerer vand og konsumerer ved denne proces alger og fytoplankton, og et system med brug af langliner til produktion af muslinger i fjorde og i kystnære områder kan antages at producere et kvalitetsprodukt på en bæredygtig måde og samtidig forbedre vandmiljøet ved at opsamle og bortføre kvælstof og fosfor (Lindahl et al., 2005). Undersøgelser har vist, at tilsætning af 9% muslingemel (uden skal) i foder til æglæggende høner ikke påvirker produktion eller ægkvalitet signifikant (Jönsson og Elwinger, 2009), og der var en positiv effekt på æggeblommens farve. Til slagtekyllinger påvirker tilsætning af muslingemel til foder med op til 12% ikke tilvækst, foderoptagelse eller foderudnyttelse (Waldenstedt & Jönsson, 2006). Muslingemel kan være en værdifuld protein og aminozyre kilde til både fjerkræ og grise og sikre tilstrækkelige mængder af de essentielle aminozyrer.

I et nyere projekt på AU-Foulum (i samarbejde med Dansk Skaldyrcenter, DTU Aqua) blev den ernæringsmæssige værdi af muslinger som proteinkilde undersøgt ved forsøg med grise og fjerkræ. Derudover blev muligheden for at optimere dyrkningsteknikkerne undersøgt. Råprotein- og fedtindhold i muslingemelet var på henholdsvis 60% og 15% af TS. Analyserne viste en høj andel af protein og en aminozyresammensætning, der lå tæt på fiskemel. Forsøg med grise viste, at der ikke var problemer med at få grisene til at æde foderblandingerne med muslinger (28,5% af foderblandingen), og fordøjeligheden af råprotein og aminozyrer var højere end for kontrol foderblandingen med fiskeprotein. Samlet viser forsøgene, at der er et klart potentiale for muslinger som proteinkilde til grise (Nørgaard et al., 2015). Forsøg med æglæggende høner viste, at foderblandinger med muslingemel (4-12 %) gav en god ægproduktion, som ikke var forskellig fra resultaterne med kontrolfoder med fiskemel. Der blev heller ikke fundet forskelle mht. æg-kvaliteten (bl.a. skalkvaliteten), og der var en positiv effekt på blommefarven, hvilket bekræfter andre forsøgsresultater. Fordøjelighedsforsøg med høner viste, at foderblandinger med muslingemel generelt gav bedre resultater end kontrol foderblandinger med fiskemel (Afrose et al., 2016). Dette indikerer, at muslingemel har høj værdi som protein- og methioninkilde til æglæggende høner. Muslingemelet påvirkede heller ikke hønernes foderoptagelse.

Forsøg med adskillelse af muslingekød fra skaller viste, at forbehandling af muslingerne er meget vigtig for at opnå en effektiv udnyttelse af kødet (DTU Aqua-rapport, 2015). Omkostningerne til produktion af mel blev i projektet beregnet til mellem 14-18 kr. pr. kg mel lavet af muslingekød og 4,2 kr. pr. kg mel lavet af hele muslinger (DTU Aqua-rapport, 2015). Den væsentligste del af omkostningerne er dyrkningen af muslingerne på langliner. Hvis omkostninger til produktionen af muslinger helt eller delvist kan blive subventioneret i forbindelse med at bruge muslingerne som virkemiddel eller som kompensationsopdræt, vil det være muligt at sænke råvareomkostningerne, og prisen på muslingemel kan herved blive konkurrencedygtig med andre foderråvarer af tilsvarende kvalitet (DTU Aqua-rapport, 2015)

Sideløbende forsøg med søstjernemel viste samme positive tendens som med muslingemel ved brug af denne proteinkilde til grise (24 % af foderblanding) og æglæggende høner (4-8% af foderblanding), idet det viste sig, at protein- og methionin-indholdet kan være højere end i muslingemel svarende til 70% af TS og 17 g methionin /kg TS (Nørgaard et al., 2015; Afrose et al., 2016). Høst af søstjerner er imidlertid stoppet (i 2017) på grund af for høje produktionsomkostninger ved fremstilling af tørret søstjernemel, og det er uvist, om det er en proteinkilde, der kan sættes på i fremtiden, selv om en fjernelse af søstjerner fra eksempelvis Limfjorden også vil gavne produktionen af store blåmuslinger (til human konsumtion), der fortæres af søstjerner i stort omfang og anses som en stor skadevolder i muslingeproduktionen.



Mikro- og makroalger

Spirulina (*Arthrospira platensis*) er en mikroalge, en encellet ferskvandsplante, som vokser vildt i søer og dyrkes i damme. I et forsøg med slagtekyllinger viste resultaterne, at protein fra økologisk producerede Spirulina alger i høj grad kan bidrage til dækning af aminosyrebehovet i foderet og erstatte brug af sojabønner (Gerrard et al., 2015). I undersøgelsen blev effekten af 100% økologisk og lokalt dyrket foder undersøgt på slagtekyllingers produktion og velfærd. Der blev sammenlignet tre 100% økologiske foderblandinger: en kontrol diæt med globalt, importerede proteinkilder (bl.a. sojabønner), en diæt baseret på lokalt fremskaffede, økologiske råvarer og en diæt baseret på lokalt fremskaffede økologiske råvarer, samt alger i form af Spirulina spp. Spirulina kan betragtes som en mulig proteinkilde i fjerkræfoder, da algens aminosyreprofil fint kan sammenlignes med andre proteinkilder, herunder sojabønner (Gerrard et al., 2015). Forsøg med økologiske slagtekyllinger (genotype JA 757) viste ikke signifikante forskelle mellem kontrol og diæten med Spirulina på tilvækst eller på velfærdsparametre (fjerdragt og trædepudekvalitet) (Gerrard et al., 2015). Det viser, at der er et potentiale i Spirulina som alternativ proteinkilde, der kan erstatte eksempelvis sojabønner.

De nuværende begrænsninger ved anvendelse af alger skyldes tilgængelighed, økonomi og certificeringsspørgsmål, men der er en stigende interesse for brug af alger til bioenergi, så der er potentiale for megen udvikling i sektoren. Holdt og Kraan (2011) har skrevet et omfattende review om forskellige arter af tang, hvor proteinindholdet i brune alger generelt er lavt (17-24% af TS), mens det er højere i grønne og røde tangarter (35-45% af TS), hvor proteinindholdet kan sammenholdes med niveauet i sojabønner. Der mangler dog viden om aminosyresammensætning (og fordøjeligheden) af protein i tang, men det vurderes, at indholdet af de essentielle aminosyrer kan svinge meget. Overordnet vurderes det, at der mangler en konkret afdækning af potentialet af tang og dets værdi, som proteinkilde til enmavede husdyr.



Næringsværdi af grovfoder og dets betydning i sædskiftet

I den økologiske fjerkræ- og griseproduktion er det lovpligtigt at tildele grovfoder i form af fx frisk hø, ensilage (af græs/urter, majs-, ært/byg, lucerne-, hamp-, solsikke-), jordskokker, andre grøntsager, der ofte fodres i mindre mængder to til tre gange om dagen. Grovfoder af god kvalitet (dvs. højt protein- og lavt fiberindhold) kan supplere basisfoderet med en vis mængde næringsstoffer til både fjerkræ og grise (Steenfeldt et al., 2007; Steenfeldt & Hammershøj, 2015; Afrose et al., 2015; DCA rapport, 2016). Næringsstofsammensætning for nogle grovfodertyper er vist i tabel 1.

Tabel 1. Næringsstofsammensætningen for udvalgte ensilager og grøntsager:

Indhold	Majs-ensilage	Byg/ært-ensilage	Lucerne-ensilage	Græs/urt-ensilage	Hampe-ensilage	Rød-beder	Gule-rødder	Grøn-kål
Tørstof	31,7	23,3	30,1	36,8	35,5	10,9	7,9	15,0
Protein	9,5	14,4	25,0	18,2	18,9	15,7	10,3	26,8
Methionin	1,45	1,60	3,55	2,44	2,61	0,66	0,97	3,60
Cystin	1,23	1,50	1,71	1,09	1,71	0,95	0,91	3,15
Lysin	2,08	7,40	8,06	8,32	5,64	3,37	3,15	13,62
Fedt	1,9	2,8	3,3	3,0	9,2	0,3	0,6	4,7
Stivelse	25,9	13,7	0,9	1,1	0,8	0,1	0,0	0,4
Fibre	49,8	47,7	46,2	50,3	53,6	20,6	24,2	33,3

Enheder: % af tørstof. For aminosyrer: g/kg tørstof.

Fibre: NSP (ikke stivelsesholdige polysakkarider) inkl. lignin.

Der har i nogle undersøgelser været fokus på at undersøge mulighederne for, om en øget anvendelse af lokale, tilgængelige råvarer, samt en øget viden om forskellige grovfodertypers ernæringsmæssige værdi vil kunne lette overgangen til 100 % økologisk foder. Der er muligheder mht. introduktion af et nyt foderkoncept, hvor næringsstofindholdet i grovfoderet medtages i foderformuleringen. Grovfoder til æglæggende høner kan udgøre op til 30% af det totale foderindtag, hvis hønerne kan lide grovfoderet, hvilket kan give en besparelse på forbruget af basisfoderet. Det er dog vigtigt, at grovfoderet er af høj kvalitet, dvs. fiberindholdet må ikke være for højt (Steenfeldt & Hammershøj, 2015; Afrose, 2015).

Nogle producenter har allerede forsøgt at variere foder og grovfoder mængder afhængig af produktionen og med god succes. Der gennemføres på nuværende tidspunkt et projekt i regi af Økologisk Landsforening (<http://okologi.dl/landbrug/projekter/aeg-og-fjerkrae/den-alsidige-fjerkraebedrift>), hvor der er fokus på den alsidige fjerkræbedrift og proteinforsyning i praksis via dyrkning og inddragelse af grovfoderdyrkning i sædskiftet, der kan bidrage til en øget selvforsyning med protein. Ud over produktion af grovfoder med

kvalitet, der kan bidrage til proteinforsyningen, opnås et mere alsidigt økologisk sædskifte, der kan bidrage til en større biodiversitet og større kulstofbinding i jorden.

Projektet ICOPP; "Developing sustainable 100% organic feed strategies for pigs and poultry" (under Core Organic-programmet) havde som formål at finde de mest hensigtsmæssige løsninger, der kan bidrage til en mere sikker produktion samt en bedre husdyrvelfærd ved overgang til 100% økologisk fodring. I projektet er der undersøgt en lang række nye fodermidler og fodringsstrategier til enmavede og et meget vigtigt resultat af projektet var en omfattende fodermiddeltabel med mange analyser af økologiske fodermidler fra forskellige lande i Europa, herunder aminosyreindhold (ICOPP: "Report on organic protein availability and demand in Europe", 2015)

Tabellen kan derfor være et vigtigt værktøj til forbedring af foderoptimeringen og sikre en korrekt forsyning med essentielle aminosyrer til både grise, kyllinger og æglæggende høner. Det blev også vist, at grovfodermidler som f.eks. lucerneensilage, kan bidrage med vigtige aminosyrer til de enmavede husdyr. Desuden indeholder ICOPP "Synthesis report: "Improved Contribution of local feed to support 100% Organic feed supply to Pigs and Poultry" (2014), et sammendrag af samtlige aktiviteter og resultater i projektet, bl.a. viden omkring forsøgene med økologiske slagtekyllinger og grise.



Foto: Sanna Steinfeldt, AU

Alternative fodringsstrategier og systemer baseret på fouragering på udearealer

Der har gennem længere tid været arbejdet på at øge de enmavede husdyrs optagelse af grovfoder med fokus på udnyttelse og værdisætning af grovfoderets energi- og næringsstofværdi, når det anvendes til de enmavede husdyr. Ældre forsøg har vist, at grise kan udnytte grovfoderet som energi- og næringsstofkilde, selv om bidragets størrelse afhænger af grovfodertype og mængde (Carlson et al., 1999; Danielsen et al., 2000; Fernandez & Danielsen, 2006). Derfor er der stigende fokus på at 'tælle' grovfoderets indhold af energi og næringsstoffer med ved foderoptimeringen, og aktuelt er kun grovfoderets energibidrag inkluderet i det samlede energiindhold i fuldfoderet til fjerkræ. Der arbejdes videre på at skabe den fornødne viden, så grovfoderbidragets indhold af næringsstoffer fx protein/aminosyrer og fosfor også kan komme til at 'tælle med' ved foderoptimeringen hos fjerkræ. Herved vil presset og behovet for protein fra sojabønner mv. blive mindre, men det skal nævnes, at omfanget af reduktionen afhænger af grovfoderets værdi og af, hvor meget grovfoder de enmavede dyr kan æde.

I forlængelse af arbejdet med at inddrage grovfoderets værdi (energi og næringsstoffer), er det også yderst relevant at se på de udegående dyrs muligheder for at få et ernæringsbidrag (energi og næringsstoffer), mens de bruger/opholder sig på udearealerne. Derfor har flere nye forskningsprojekter fokus på fouragering og optag af fødeemner ved fx forskellig plantedække i udearealerne. Forskningen inddrager både produktion, produktkvalitet, dyresundhed og -velfærd, men da plantedække og dyrenes brug af udearealerne også har betydning for miljøpåvirkningen, indgår miljøaspekter også i projekterne. Målet er på samme tid at udnytte næringsværdien af plantedækket og undgå, at dyrenes fouragering og adfærd har negativ påvirkning af miljøet. Horsted et al. (2012) viste i forsøg med udegående grise, at en kombineret produktion af grise og energipil kan være en sandsynlig strategi, der gavner både miljø og grisenes velfærd.

I et andet projekt: Organic RDD projektet "SUMMER" (GUDP), blev det også undersøgt, hvorvidt fouragering på attraktive udearealer kan bidrage til næringsstofforsyningen, bl.a. protein og aminosyrer til enmavede (SUMMER rapport: <http://icrofs.dk/forskning/dansk-forskning/organic-rdd-1/summer/>; <http://icrofs.dk/forskning/dansk-forskning/organic-rdd-1/summer/slutrapport/>). Det potentielle bidrag af næringsstoffer fra planter, kål, rodfrugter, regnorme, insekter, snegle mv fra udendørsområdet betragtes normalt ikke som en mulig råvare, når foder er formuleret til økologiske fjerkræ og grise. Æglæggende høner og langsomt voksende slagtekyllinger er i stand til at forbruge store mængder grovfoder, når det tildeles (Horsted, 2006; Almeida et al., 2012; Steinfeldt & Hammershøj, 2015; Afrose, 2015), og en øget fouragering kan være en måde at forbedre bæredygtigheden i de økologiske systemer, som understreget af IFOAM (2005).

Flere forsøg med slagtegrise har vist, at direkte fouragering på udearealer med kløvergræs, jordskokker og lucerne, kan bidrage med både energi, protein, mineraler og vitaminer

(DCA-rapport, 2016). For at opnå en høj optagelse ved fouragering blev grisene restriktivt fodret, hvilket generelt gav en god foderudnyttelse (kg tildelt foder pr. kg tilvækst) men var en udfordring i forhold til slagtegrisenes tilvækst. Resultater fra andre forsøg tyder imidlertid på, at den samlede tilvækst kan forbedres med en foderstrategi, hvor fouragering/restriktiv fodring kombineres med et højere proteinindhold i foderet i slutfedningsperioden (kompensatorisk vækst). Resultaterne viser et potentiale, men også at der fortsat er udfordringer ift. produktionsniveau, miljøpåvirkning mv. (Danielsen et al., 2000).

Det synes således muligt at sænke fodringsnormerne for protein og aminosyrer i basisfoderet, når der gives adgang til attraktive udearealer og grovfoder tildeles dagligt, hvilket vil kunne lette overgangen til 100% økologisk foderforsyning. "Tilstrækkelig næringsstofforsyning" vil derfor på den længere bane kunne ses i et bredere perspektiv ved at indføre nye fodringsstrategier, produktionssystemer og genotyper. Det gør det muligt at øge bidragene fra næringsstoffer i området og integrere andre produktionsgrene som træer/frugtafgrøder, energiafgrøder og andre afgrøder i den økologiske husdyrproduktion. Derudover bør andre genotyper i især slagtekyllingsproduktionen overvejes, da foderaktivitet er relateret til vækstrate, dvs. langsomt voksende slagtekyllinger er mere aktive end hurtigt voksende slagtekyllinger, og deres proteinbehov er mindre.

Slagtekyllinger med adgang til udeareal med forskellige græsser og tokimbladede urter bruger en del tid på at fouragere og æde både grønne dele og frø. Analyser af indholdet i kyllingernes kro viste desuden, at også insekter, regnorme og snegle indgik som en del af fødeindtaget fra udearealet. Sneglene havde et meget højt protein- (448 g/kg TS) og methionin-indhold (6,37 g/kg TS). Kemiske analyser af rajgræs og forskellige urter fra udearealet er vist i nedenstående tabel, og for de fleste arters vedkommende er indholdet af protein og methionin højt sammenlignet med flere af de almindelige danske foderråvarer. Særligt rødkløverblade havde et højt indhold, hvilket indikerer, at græsser og urter på udearealet i et vist omfang kan bidrage til kyllingernes næringsstofforsyning (Steenfeldt and Horsted, 2013; Steenfeldt et al., 2014). Kyllingerne fik tildelt forskelligt foder, hvor foder med et lavere protein-indhold resulterede i en større fourageringsaktivitet, som også blev observeret i forsøg med slagtegrise. Indtaget af næringsstoffer via fourageringen kunne dog ikke opretholde den samme tilvækst, som kyllinger med et proteinindhold i foderet efter "normen", som det også blev konstateret med slagtegrise. Kyllingerne på foderet med lavt proteinindhold havde imidlertid en bedre ben-sundhed, øget aktivitetsniveau og en bedre velfærd. Ligesom hos slagtegrise anbefales den samme strategi med lavere proteinindhold i foderet i begyndelsen af vækstperioden afsluttende med et kraftigere foder (højere proteinindhold) de sidste 2 uger (kompensatorisk vækst).

Tabel 2. Kemiske analyser af urter fra udearealet

Urter m.m.	Tørstof, %	Protein	Methionin	Cystin
Kommen	16,0	17,7	3,37	1,56
Rødkløver	16,6	29,6	4,68	2,27
Cikorie	11,8	19,2	3,78	1,63
Vejbred	11,3	19,5	3,33	1,86
Rajgræs	14,8	21,2	3,99	2,02
Bibernelle	21,3	18,8	3,42	1,99
Kællingetand	17,2	22,2	3,74	2,57
Lucerne	19,9	20,1	3,37	2,49

Protein: g/100g tørstof, Aminosyrer: g/kg tørstof

Det er i andre forsøg blevet vurderet, at højtydende høner, der bliver fodret restriktivt i nogle perioder, fik op til 70% af deres lysin- og methioninbehov dækket gennem fourageringsmateriale fra udearealet, der bestod af forskellige plots med græs/kløver, ærter/vikke/havre, lupin og quinoa (Horsted og Hermansen, 2007). Det skyldes dog ikke kun det tilgængelige plantemateriale, men også det faktum, at hønerne havde mulighed for at finde andre fødeemner i området fx insekter og regnorme, der bidrager yderligere med næringsstoffer – især protein og aminosyrer (Horsted et al., 2007).

Vådfoder

Udfodringsstrategi – tørfoder, vådfoder og fermenteret vådfoder

Vådfodring er blevet mere og mere udbredt i griseproduktionen på bekostning af tørfodringsystemer, og vådfodring har vist sig at have positiv indflydelse på bl.a. fordøjeligheden af næringsstoffer, især fosfor (Carlson and Poulsen, 2003; Blaabjerg et al., 2007). Det skyldes, at støbsætning, hvor tørfoderet sættes i støb med fx vand, inden foderet gives til dyrene, forøger den tid, som foderstoffernes egne enzymer har til at nedbryde de komplekser, som næringsstofferne er bundet i. Det gælder især for fosfor, som er bundet i fytat (salte af fytinsyre), som er den dominerende oplagringsform for fosfor i kerner og frø. De enmavede dyr kan kun i ringe grad selv nedbryde fytat og frigive fosfor til absorption pga. begrænset forekomst af de nedbrydende enzymer fytase, fosfatase mv. Det skal nævnes, at der ikke i økologi kan bruges tilsætning af enzymer som fx mikrobielt fremstillet fytase, hvorved økologi er meget afhængig af de ikke-varmebehandlede foderstoffers eget indhold af fytase til nedbrydningen af fytat. Derfor udgør støbsætning af især korn et potentiale til at øge fosforudnyttelsen hos enmavede økologiske husdyr. Potentialet er dog ikke kvantificeret fuldt ud i den økologiske produktion af grise eller fjerkræ.

Indledende forsøg med støbning har vist, at støbsætning i 12-24 timer har stor effekt på nedbrydningen af fytat og fordøjeligheden af fosfor hos grise (Carlson & Poulsen, 2003; Blaabjerg et al., 2007). Fermenteret vådfoder, hvor støbsætningen med vand eller anden væske er i gang i så lang tid, at der sker en egentlig fermentering, er også en brugbar vej til at øge udnyttelsen af foderets næringsstoffer, og brug af fermenteret vådfoder har vist sig at være et godt virkemiddel til at kontrollere bl.a. *Salmonella* i forbindelse med fravænning af smågrise, idet fermenteringsprocessen resulterer i en stor produktion af mælkesyrebakterier og af mælkesyre (Mikkelsen & Jensen, 1997). Brug af *fermenteret* vådfoder har dog vist sig at indebære andre problemer, idet de tilsatte frie aminosyrer kan blive brugt som substrat i den mikrobielle fermentering (Canibe et al., 2007a, b). Det skal understreges, at brug af frie aminosyrer ikke er tilladt i økologi og kun i konventionel produktion.

Vådfoder, herunder fermenteret vådfoder er bedst undersøgt hos grise og primært med fokus på konventionel produktion, men fermenteret vådfoder er undersøgt i et dansk forsøg med æglæggere (Engberg et al., 2009). Resultaterne viste positive effekter af fermenteringsprocessen på nedbrydningen af fytat og på dannelsen af mælkesyre. Hønerne ville efter en tilvænningstid gerne æde det fermenterede vådfoder, men de ville helst æde det frisk tilførte vådfoder. Endvidere sås der forringet fjerdragst hos høner, der fik fermenteret foder sammenlignet med tørfoder, men der sås ingen signifikante forskelle mht. foderoptagelse og ægproduktion. Det kan nævnes, at skalvægt/-tykkelse og tarmsundheden var forøget, mens strølsesmåttens vandindhold steg ved fermenteret vådfoder (Engberg et al., 2009). Overordnet konkluderer forfatterne, at fermenteret vådfoder udgør et potentiale ift. sikring af både sundhed og ernæring hos fjerkræ (Engberg et al., 2009).

Sammenlagt udgør vådfoder i form af fermentering eller blot støbsætning et klart potentiale til bl.a. at øge udnyttelsen af næringsstofferne i foderet. Hvis næringsstofudnyttelsen kan øges i det hjemmeproducerede korn og frø, betyder det, at behovet for import af næringsstoffer (foderstoffer) falder. Den kvantitative værdi skal endeligt fastlægges gennem forskning og forsøg hos både fjerkræ og grise, ligesom der kræves fokus på optimering og udvikling af egnede praktiske udfodringsstrategier til grise henholdsvis fjerkræ.



Foto: Klaus Horsted, AU

Konklusioner

- Bælgplaner som lupin, hestebønne og ært kan med fordel dyrkes i Danmark og har et højt proteinindhold, der dog varierer mellem plantearter. Indholdet af de svovlholdige aminosyrer methionin og cystin er imidlertid lavt og derfor ikke nogen ideel proteinkilde til fjerkræ, mens det generelt høje lysin-indhold passer godt til grise.
- Rapsfrø og rapskage har et højt indhold af svovlholdige aminosyrer og er en god protein- og aminosyrekilde til fjerkræ. Raps kan dyrkes i stort omfang i Danmark, men kræver dog en højere kvælstoftildeling end bælgplanterne. Solsikkekage har ligeledes et godt protein- og aminosyreindhold til enmavede.
- Sojabønner er en god protein- og aminosyrekilde til enmavede og kan dyrkes i Danmark, men nye sorter skal findes med henblik på højere udbytter for at blive en væsentlig hjemmedyrket proteinkilde. Sojabønner er også kvælstoffikserende og kræver mindre gødningstilførsel ligesom de andre bælgplanter.
- Andre proteinkilder som hampefrø, esparsettefrø og quinoa kan bidrage til aminosyreforsyningen til enmavede, men en optimering mht. udbytte vil ligeledes være nødvendig. En afskalning af esparsettefrø øger protein- og aminosyreindholdet, men kræver en teknisk proces, hvilket øger omkostningerne.
- Protein fra grøn biomasse som rødkløver, kløvergræs eller lucerne kan op-koncentreres via bioraffineringsprocesser. Analyser af aminosyresammensætningen antyder protein af god kvalitet til enmavede, da indholdet af de essentielle aminosyrer er højt. Da bio-raffineringsprocessen samtidig giver andre produkter (bio-energi, gødning, foder til drøvtyggere) kan der blive tale om en bæredygtig produktion. Der kører pt projekter med både fjerkræ og grise, der skal belyse og afklare fordele – og barrierer – ved anvendelse af grøn protein. Resultaterne fra indledende forsøg er positive.
- Muslingemel er et højkvalitets protein til både grise og fjerkræ, og som samtidig kan anvendes bæredygtigt til forbedring af vandkvalitet i de danske fjorde og indre farvande. Udfordringen er bl.a. omkostningerne ved fremstilling af muslingemelet, hvor skallen skal fjernes.
- Indledende forsøg med mikroalgen Spirulina i foder til slagtekyllinger, som alternativ til sojabønner, har vist positive resultater på produktionsresultater og velfærd, men udvikling af en optimal og økonomisk acceptabel produktion skal indtænkes.
- Grovfoder bidrager med næringsstoffer til enmavede og bør fremover indgå som en foderråvare i formulering af det samlede foderindtag, dvs. der skal udvikles et nyt foderkoncept. Ud over produktion af grovfoder af en høj kvalitet, der kan bidrage til proteinforsyningen, opnås et mere alsidigt økologisk sædskifte, der kan bidrage til en større biodiversitet og større kulstofbinding i jorden.

- Foderstrategier, der tager højde for en delvis næringsstofforsyning fra attraktive udearealer, kan indtænkes i den samlede foderforsyning til økologiske grise og fjerkræ. Det synes således muligt at sænke standarderne for protein og aminosyrer i tilskudsfoderet, når der gives adgang til attraktive udearealer og grovfoder tildeles dagligt, hvilket vil kunne lette overgangen til 100% økologisk foderforsyning.
- Det anses som muligt på den længere bane at sikre proteinforsyningen til grise og fjerkræ via danskdyrket protein, hvis der satses på flere forskellige typer af proteinkilder kombineret med fodringsstrategier, der samtidig udnytter kvaliteten af grovfoder og planter/insekter, orm på udearealet, da daglig tildeling af grovfoder og adgang til attraktive udearealer er lovpligtigt og en del af strategien for en god dyrevelfærd. Produktion af grøntprotein, muslingemel, alger m.m., skal dog optimeres og gøres tilgængeligt for de økologiske grise- og fjerkræproducenter inden for en acceptabel økonomisk ramme.
- Vådfodring i form af støb-sætning eller fermentering udgør et klart potentiale ift. at øge udnyttelsen af næringsstoffer i kerner og frø. En forbedret næringsstofudnyttelse i de anvendte hjemme-producerede fodermidler betyder, alt andet lige, at det relative behov for importerede foderstoffer (næringsstoffer) vil falde på den længere bane. Samtidig forventes vådfodring at kunne have positiv effekt på dyrenes tarmsundhed. Praktiske løsninger til udfodring mv. skal udvikles.



Afslutning

Rapportens konklusioner viser, at selvforsyningen med foder især protein/aminosyrer til enmavede husdyr fortsat vil være udfordret. Rapporten gennemgår og beskriver nye potentialer for at øge selvforsyningsgraden med næringsstoffer og energi, og hvad der forsknings- og udviklingsmæssigt er fokus på lige nu. Rapporten viser også, at de beskrevne temaer ikke kan løse udfordringen lige her og nu, men de nævnte potentialer forventes at kunne bidrage markant til håndteringen af udfordringen på længere sigt. Det skal afslutningsvist understreges, at selv om der er potentiale for at øge selvforsyningsgraden, bliver denne udfordret af stigningen i udbredelsen af økologi i Danmark. Denne stigning – især inden for fjerkræ og grise – vil naturligvis også skulle trække på puljen af økologiske foderstoffer, hvilket i sig selv udfordrer det samlede krav til selvforsyningsgraden, som det blev konkluderet i det første notat (af 1. september 2017).



Foto: Sanna Steinfeldt, AU

References

- AFROSE, S., 2015: Sustainable organic egg production through alternative feeding strategies. Ph.D Thesis, Science and Technologi, Aarhus University, pp 171.
- AFROSE, S., M. HAMMERSHØJ, J.V. NØRGAARD, R. M. ENGBERG, S. STEENFELDT, 2016: Influence of blue mussel (*Mytilus edulis*) and starfish (*Asterias rubens*) meals on production performance, egg quality and apparent total tract digestibility of nutrients of laying hens. *Anim. Feed Sci. Technol.* **213**: 108-117.
- ALMEIDA, G. F. D., L. K. HINRICHSSEN, K. Horsted, S. M. THAMSBORG, J. E. HERMANSEN, 2012: Feed intake and activity level of two broiler genotypes foraging different types of vegetation in the finishing period. *Poultry Sci.* **91**, 2105-2113.
- Ambrosen T., V. E. PETERSEN, 1997: The influence of protein level in the diet on cannibalism and quality of plumage of layers. *Poultry Sci.* **76**, 559-563.
- BALDINGER, L., W. HAGMÜLLER, U. SPANLANG, M. MATZNER, W. ZOLLITSCH, 2012: Sainfoin seeds as protein source for weaned piglets - a new utilization of a long-known forage legume. In: Rahmann, Gerold and Godinho, D (Eds.), *Tackling the Future Challenges of Organic Animal Husbandry. Proceedings of the 2nd OAHG, Hamburg/Trenthorst, Germany, Sep 12-14, 2012 Agriculture and Forestry Research (362) Pages 371-374.* <http://orgprints.org/22328/>
- BLAABJERG, K., D. CARLSON, J. HANSEN-MØLLER, A. H. TAUSON, H. D. POULSEN, 2007: In vitro degradation of phytate and lower inositol phosphates in soaked diets and feedstuffs. *Livestock Sci.* **109**: 240-243.
- BRUFAU, J., D. BOROS, R. R. MARQUARDT, 1998: Influence of growing season, tannin content and autoclave treatment on the nutritive value of near-isogenic lines of faba beans (*Vicia faba* L.) when fed to leghorn chicks. *Brit. Poultry Sci.* **31**, 97-105.
- CALLAWAY, J. C., 2004: Hempseed as a nutritional resource: An overview. *Euphytica.* **140**, 65-72.
- CANIBE, N., E. VIRTANEN, B. B. JENSEN, 2007a: Microbial and nutritional characteristics of pig liquid feed during fermentation. *Anim. Feed Sci. Technol.* **134**: 108-123.
- CANIBE, N., O. HØJBERG, J. H. BADSBERG, B. B. JENSEN, 2007b: Effect of feeding fermented feed and fermented grain on gastrointestinal ecology and growth performance in piglets. *J. Animal Sci.* **85**: 2959-2971.
- CARLSON, D., H. D. POULSEN, 2003: Phytate degradation in soaked and fermented liquid feed — effect of diet, time of soaking, heat treatment, phytase activity, pH and temperature. *Anim. Feed Sci. Technol.* **103**: 141-154.
- Carlson, D., Lærke, H.N., Poulsen, H.D. & Jørgensen, H. 1999: Roughages for growing pigs, with emphasis on chemical composition, ingestion and faecal digestibility. *Acta Agric. Scand., Sect. A – Anim. Sci.* 49, 129-136.
- DANIELSEN, V., H. D. POULSEN, S. K. JENSEN, C. OHLSSON, C., 2000. Svinenes forsyning med essentielle næringsstoffer og grovfoder. I: Hermansen, J. E. (red.) "Økologisk svineproduktion - udfordringer, muligheder og begrænsninger". FØJO rapport nr. 8, 95-119.

DCA rapport nr. 093, 2017: "Green Biomass – protein production through bio-refining", <http://web.agrsci.dk/djfpublikation/djfpdf/DCArapport093.pdf>

DCA rapport nr. 085, 2016: "Slagtesvin på Friland", <https://pure.au.dk/ws/files/104626916/DCArapport085.pdf>

DTU Aqua-rapport. Nr. 296-2015; http://www.aqua.dtu.dk/Publikationer/Forskningsrapporter/Forskningsrapporter_siden_2008)

DOYLE, A. D., K. J. MOORE, D. F. HERRIDGE., 1988: The narrow-leafed lupin (*Lupinus angustifolius* L.) as a nitrogen-fixing rotation crop for cereal production. III. Residual effects of lupins on subsequent cereal crops. Australian J. Agric. Res. **39**, 1029-1037.

EDLEFSEN, O., S. STEENFELDT, E. F. KRISTENSEN, J. PETERSEN, 2008: Soya beans – experience from Denmark. Proceedings from NJF-seminar no. 417 Vegetable production in a changing climate, 9-10. October 2008, Alnarp, Sweden. NJF-report. **4**, no. 6, 18-20.

ENGBERG, R. M., M. HAMMERSHØJ, N. F. JOHANSEN, M. S. ABOUSEKKEN, S. STEENFELDT, B. B. JENSEN, 2009: Fermented feed for laying hens: effects of egg production, egg quality, plumage condition and composition and activity of the intestinal microflora. Brit. Poultry Sci. **2**: 228-239.

EU, 2007: Commission regulation N.834/2007 of 28 June 2007 on organic production and labelling of organic products and repealing Regulation (EEC) no 2092/91. Official Journal of the European Communities. **(L189)**, 1-23.

EU, 2012: Commission implementing regulation (EU) No 505/2012 of 14 June 2012 amending and correcting Regulation (EC) No 889/2008 laying down detailed rules for the implementation of Council regulation (EC) N0 834/2007 on organic production and labelling of organic products with regard to organic production, labelling and control. Official Journal of the European Union. **(L154)**, 12-19.

EU 2014. Council Regulation No. 836/2014 amending Regulation No.889/2008 laying down detailed rules for the implementation of Council Regulation (EC) No. 834/2007 on organic production and labelling of organic products with regard to organic production, labelling and control.

EUROSTAT: data on organic sector, available at: <http://epp.eurostat.ec.europa.eu/portal/page/portal/agriculture/data/database> [tilgået 15. september 2017]

FAOSTAT: data on crop production, available at: <http://faostat.fao.org/site/567/default.aspx#ancor> (tilgået 15. september 2017).

FARREL, D.J., R. A. PEREZ-MALDONANDO, P. F. MANNION, 1999: Optimum inclusion of field peas, faba beans, chick peas and sweet lupins in poultry diets. I. Broiler experiments. Brit. Poult. Sci. **40**, 674-680.

FERNANDEZ, J., V. DANIELSEN, 2006: Reduceret protein og forskellige mængder lupin i foderet til økologiske slagtesvin. DJF rapport nr. 76, pp 37.

GERRARD, C. L., J. SMITH, R. NELDER, A. BRIGHT, M. COLLEY, R. CLEMENTS, B. D. PEARCE, 2015: 100% organic poultry feed: can algae replace soybean expeller in organic broiler diets? Organic farming, **1**: 37-45.

- GRIESHOP, C. M., G. FAHEY Jr., 2001: Comparison of quality characteristics of soya beans from Brazil, China and the United States. *J. Agric. Food Chem.* **49**, 2669-2673.
- HAMMERSHØJ, M., S. STEINFELDT, 2005: Effect of blue lupin (*Lupinus angustifolius*) in organic layer diets and supplementation with foraging material on layer performance and some egg quality parameters. *Poultry Science*, **84**: 723-733.
- HOLDT, S. L., S. KRAAN, 2011: Bioactive compounds in seaweed: functional food applications and legislation. *J Appl Phycol.* **23(3)**: 543-597.
- HORSTED, K., 2006: Increased foraging in organic layers. Ph.D. thesis. The Royal Veterinary and Agricultural University, Frederiksberg C. 141 pp.
- HORSTED, K., J. E. HERMANSEN, 2007: Whole wheat versus mixed layer diet as supplementary feed to layers foraging a sequence of different forage crops. *Animal*. **1**, 575-585.
- HORSTED, K., J. E. HERMANSEN, H. RANVIG, 2007: Crop content in nutrient-restricted versus non-restricted organic laying hens with access to different forage vegetations. *Brit. Poultry Sci.* **48**, 177-184.
- HORSTED, K., A.G. KONGSTED, U. JØRGENSEN, J. M. Sørensen, 2012: Combined production of free-range pigs and energy crops – animal behaviour and crop damages. *Livestock Sci.* **150**, 200-208.
- ICROFS Vidensyntesen: 'Økologiens bidrag til samfundsgoder', 2015, pp 409.
http://icrofs.dk/fileadmin/icrofs/Diverse_materialer_til_download/web_OKvidensyntesen_okt_2015.pdf
- IFOAM, 2005: The principle aims of organic production and processing. Basic standards.
http://www.ifoam.org/sites/default/files/page/files/norms_eng_v4_20090113.pdf
- JACOBSEN, E. E., B. SKADHAUGE, B. S. E., JACOBSEN, 1997: Effect of dietary inclusion of quinoa on broiler growth performance. *Anim. Feed Sci. Technol.* **65**, 5-14.
- JÖNSSON, L., K. ELWINGER, 2009: Mussel meal as a replacement for fish meal in feeds for organic poultry – a pilot short-term study. *Acta Agric. Scand Sec. A.* **59**, 22-27.
- ICOPP PROJECT: "Synthesis report, 2014: "Improved Contribution of local feed to support 100% Organic feed supply to Pigs and Poultry" (95 sider) link: <http://orgprints.org/28078/7/28078.pdf>
- ICOPP PROJECT: "Report on organic protein availability and demand in Europe", 2015, (134 sider), link: <http://orgprints.org/28067/3/FINAL-REPORT-ICOPP-2015-02-08.pdf>.
- LINDAHL, O., R. HART, B. HERNROTH, S. KOLLBERG, L. O. LOO, L. OLROG, A.S. REHNSTAM-HOLM, J. SVENSSON, S. SVENSSON, U. SYVERSEN, 2005: Improving marine water quality by mussel farming: a profitable solution for Swedish society. *Ambio*. **59**, 132-138.
- MAGDELAINE, P., C. RIFFARD, C. BERLIER, 2010: Comparative survey of the organic poultry production in the European Union. *Proceedings of the XIIIth European Poultry Conference, Tours, France*, 66 supplement. **S32**, 1-9.
- MASEY O'NEILL, H. V., M. RADEMACHER, I. MUELLER-HARVEY, E. STRINGANO, S. KIGHTLEY, J. WISEMANN, 2012: Standardised ileal digestibility of crude protein and amino acids of UK-grown peas and faba beans by broilers. *Anim. Feed Sci. Technol.* **175**, 158-167.

MIKKELSEN, L.L., B. B. JENSEN, 1997: Effect of fermented liquid feed (FLF) on growth performance and microbial activity in the gastrointestinal tract of weaned piglets, in: LAPLACE, J.P., FEVRIER, C. & BARBEAU, A. (Eds.) Digestive Physiology in Pigs, pp. 639–642 (EAAP Pub. No. 88, INRA, Paris, France).

'NORDIC ALTERNATIVE PROTEIN POTENTIALS' (2016; 134 sider). Link: http://www.oecd-ilibrary.org/environment/nordic-alternative-protein-potentials/preface_9789289345903-1-en.

NØRGAARD, J. V., J.K. PETERSEN, D.B. TØRRING, H. JØRGENSEN, H.N. LÆRKE, 2015: Chemical composition and standardized ileal digestibility of protein and amino acids from blue mussel, starfish, and fish silage in pigs. *Anim. Feed Sci. Technol.* **205**: 90-97.

PALERMO, M., R. PARADISO, S. DE PASCALE, V. FOGLIANO, 2012: Hydroponic cultivation improves the nutritional quality of soya beans and its products. *J Agric. Food Chem.* **60**, 250-255.

PEREZ-MALDONANDO, R. A., P. F. MANNION, D. J. FARREL, 1999: Optimum inclusion of field peas, faba beans, chick peas and sweet lupins in poultry diets. I. Chemical composition and layer experiments. *Brit. Poultry Sci.* **40**, 667-673.

PETTERSON, D. S., 2000: The use of lupins in feeding systems - review. *Asian Australasian J. Anim. Sci.* **13**, 861-882.

RUALES, J. B., M. NAIR, 1992: Nutritional quality of protein in quinoa (*Chenopodium quinoa* Wild) seeds. *Plant Foods Hum. Nutr.* **42**, 1-11.

SAUVANT, D., J.M. PEREZ, G. TRAN, 2004: Tables Of Composition and Nutritional Value Of Feed Materials: Pigs, Poultry, Cattle, Sheep, Goats, Rabbits, Horses and Fish. Wageningen Academic publications, 394pp.

STEENFELDT, S., J. B. KJAER, R. M. ENGBERG, 2007: Effect of feeding silages or carrots as supplements to laying hens on production performance, nutrient digestibility, gut structure, gut microflora and feather pecking behaviour. *Brit. Poultry Sci.* **48**, 454-468.

STEENFELDT, S., S. AFROSE, M. HAMMERSHØJ, K. HORSTED, 2013: How to safeguard adequate nutrition in organic poultry production. IN: Proceedings of the 19th European Symposium on Poultry Nutrition, Page 60-66. Potsdam, Germany, August 26-29, 2013.

STEENFELDT, S., K. HORSTED, 2013: SUMMER chickens "on herbs". In: ICROFS news. **2**, 7-8. Available on: http://www.icrofs.org/pdf/icrofsnews/2013_2_web.pdf

STEENFELDT, S., K. HORSTED, P. SØRENSEN, 2014: Contribution of feeds from range in organic broiler production. Proceedings of Proceedings (Eds.) of the XIVth European Poultry Conference, Stavanger, Norway, 23-27 June, 2014. Pp 4. <http://orgprints.org/27352/>

STEENFELDT, S., M. HAMMERSHØJ, 2015: Organic egg production. I: Effects of different dietary protein contents and forage material on organic egg production, nitrogen and mineral retention and total tract digestibility of nutrients of two hen genotypes. *Anim. Feed Sci. Technol.* **209**: 186-201.

SUMMER rapport: <http://icrofs.dk/forskning/dansk-forskning/organic-rdd-1/summer/>; <http://icrofs.dk/forskning/dansk-forskning/organic-rdd-1/summer/slutrapport/>.

SUNDRUM, A., K. SCHNEIDER, U. RICHTER, 2005: Possibilities and limitations of protein supply in organic poultry and pig production. *Organic Revision, EEC* **2092/91**. 1-107.

VAN KRIMPEN, M., F. LEENSTRA, V. MAURER, M BESTMAN, 2016: How to fulfill EU requirements to feed organic laying hens 100% organic ingredients. J. Appl. Poult. Res. **25**: 129-138.

VOLLMANN, J., C. N. FRITZ, H. WAGENTRISTI, P. RUCKENBAUER, 2000: Environmental and genetic variation of soya beans seed protein content under Central European growing conditions. J. Sci. Food Agric. **80**, 1300-1306.

WALDENSTEDT, L., L. JÖNSSON, 2006: Blue mussels (*Mytilus edulis*) meal as a high quality protein source for broiler chickens. Proceedings of the XIth European Poultry Conference, Verona, Book of abstract, 62 supplement, . **N5**, 349-350.

WLCEK, S., W. ZOLLITSCH, 2004: Sustainable pig nutrition in organic farming: By-products from food processing as feed resource. Renewable Agriculture and Food systems. **19(3)**: 159-167.

WPSA: World's Poultry Science Association, 1992: European Amino Acid Table (pp 123).



Foto: Janne Hansen, AU

DCA - Nationalt Center for Fødevarer og Jordbrug er den faglige indgang til jordbrugs- og fødevareforskningen ved Aarhus Universitet (AU). Centrets hovedopgaver er videnudveksling, rådgivning og interaktion med myndigheder, organisationer og erhvervsvirksomheder.

Centret koordinerer videnudveksling og rådgivning ved de institutter, som har fødevarer og jordbrug, som hovedområde eller et meget betydende delområde:

Institut for Husdyrvidenskab
Institut for Fødevarer
Institut for Agroøkologi
Institut for Ingeniørvidenskab
Institut for Molekylærbiologi og Genetik

Herudover har DCA mulighed for at inddrage andre enheder ved AU, som har forskning af relevans for fagområdet.

RESUME

Økologireglerne lægger op til, at brug af ikke-økologisk protein til grise og fjerkræ skal udfases. Overgangen til 100% økologisk fodring skulle være 1. januar 2018, men er blevet udsat. Ligeledes er der fokus på at øge selvforsyningsgraden med økologisk protein (foder), idet der kan være et dilemma mellem bæredygtighed og import af økologisk proteinfoder fra fx Kina. Derfor hæves kravene til økologisk selvforsyning også løbende. En tidligere rapport konkluderede, at der 'samlet set aktuelt er et stort underskud af dansk produceret økologisk protein (omkring 50% i Danmark; 56% i Europa) og at underskuddet er stigende'. Nærværende rapport skitserer faglige og praktiske muligheder for, at dansk produceret proteinfoder kan forsyne de danske økologiske dyr. Der er fokuseret på enmavede dyr, hvor udfordringen mht. 100 % økologisk fodring og selvforsyning er størst og hvor forbrugerønsker om flere økologiske produkter samtidig er stigende. Dette udfordrer i sig selv det stigende krav til selvforsyningsgraden. Derfor har netop den voksende økologiske produktion af fjerkræ og grise stor betydning ift. vurderingen af potentialet for at opfylde kravet om selvforsyning og kvalitet af foderet.

