



Plantedirektoratet

Vedrørende ”Notat vedrørende muligheder for at opfylde proteinbehovet for én-mavede husdyr med økologiske proteinkilder”

Susanne Elmholt

Koordinator for
myndighedsrådgivning

Dato: 15. august 2011

Direkte tlf.: 8999 1858
E-mail:
Susanne.Elmholt@agrsci.dk

Afs. CVR-nr.: 57607556

Side 1/1

Plantedirektoratet har i mail af 23. juni 2011 bedt Aarhus Universitet om en kortfattet redegørelse om mulighederne for at opfylde proteinbehovet hos én-mavede husdyr med økologiske proteinfodermidler til brug i forhandlinger med Kommissionens stående komité for økologisk landbrug.

Redegørelsen er udarbejdet af forskningsleder og temakoordinator for økologisk jordbrug, John E. Hermansen, seniorforsker Lisbeth Mogensen, seniorforsker Klaus Horsted og seniorforsker Johannes Ravn Jørgensen, alle Institut for Agroøkologi, samt post doc. Jan V. Nørgaard og seniorforsker Sanna Steinfeldt, Institut for Husdyrvidenskab.

Med venlig hilsen

Susanne Elmholt
Seniorforsker, koordinator for myndighedsrådgivning

Notat vedrørende muligheder for at opfylde proteinbehovet for én-mavede husdyr med økologiske proteinkilder

1. Definition af opgaven

Plantedirektoratet har i mail af 23. juni 2011 bedt Aarhus Universitet om en kortfattet redegørelse om mulighederne for at opfylde proteinbehovet hos enmavede husdyr med økologiske proteinfodermidler til brug i forhandlinger med Kommissionens stående komité for økologisk landbrug.

Andelen af ikke-økologisk proteinfoder, der kan bruges til enmavede dyr, er pt. 5%. Muligheden for at bruge ikke-økologisk foder udfases efter planen den 1. januar 2012. Der er desuden en risiko for, at fiskemel efter udfasningen ikke længere vil kunne bruges. På den baggrund er der brug for viden om, hvilke økologiske proteinkilder, der kan erstatte det ikke-økologiske proteinfoder, vi i dag bruger til enmavede dyr. Når muligheden for at anvende ikke-økologisk proteinfoder til enmavede dyr udløber den 1. januar 2012, er der således behov for viden om, hvordan økologiske dyrs fysiologiske behov kan dækkes med økologisk foder på en sådan måde, at dyrenes tilvækst m.v. ikke nedsættes. Det ønskes samtidig belyst i hvor høj grad, der lokalt kan dyrkes flere proteinafgrøder i danske økologiske sædskifter og hvilke barrierer og problemer, der er forbundet hermed. Der ønskes herudover belyst i hvilket omfang økologiske restprodukter kan anvendes. Her tænkes især på lokale/danske restprodukter.

I nærværende redegørelse har vi med udgangspunkt i de proteinfodermidler, der anvendes i dag kort diskuteret, hvordan et hensigtsmæssigt proteinfoder sammensættes ud fra husdyrenes behov, beskrevet mulighederne for at opfylde henholdsvis svins og fjerkræns proteinbehov i forskellige stadier, samt undersøgt muligheder og barrierer for at dyrke relevante proteinfodermidler økologisk i Danmark i større omfang.

2. Typisk anvendte proteinfodermidler i danske foderblandinger

Foderblandinger til svin og fjerkræ varierer meget i sammensætning over tid afhængig af råvareudbud og priser. Typisk indgår der i foderblandingerne til svin og fjerkræ i dag (udover en blanding af kornarter og klid) proteinfodermidler som økologiske sojabønner eller sojakager, solsikkekager, ærter, lupiner, hestebønner samt rapsfrø og rapskager. Herudover indgår der ikke-økologisk kartoffelprotein koncentrat og/eller majs gluten og fiskemel i mindre mængder for at opnå den mest hensigtsmæssige proteinsammensætning til nogle grupper af husdyr.

3. Baggrund for husdyrenes proteinbehov og udnyttelse

3.1 Proteinforsyning

Protein består af en varierende sammensætning af 20 forskellige aminosyrer. Protein eller rettere dets bestanddele af aminosyrer skal tilføres hver dag gennem foderet i mængder, der svarer til dyrets behov for aminosyrer til vedligehold, vækst og anden produktion som fx æg, mælk og fostre. Behovet for protein varierer derfor i løbet af livscyklus. Halvdelen af de 20 aminosyrer kan dyrene danne selv ud fra andre aminosyrer. Den resterende halvdel kan dyret ikke danne selv eller kun i begrænset mængde, og disse betegnes som essentielle aminosyrer.

Vigtigheden af proteinforsyning og særligt forsyningen af de enkelte essentielle aminosyrer er ikke kun vigtig for dyrenes produktionspotentialer, men også for dyrenes velfærd og miljøpåvirkning.

3.2 Proteinbalancen i grise og fjerkræ

Der er to helt centrale elementer i udnyttelsen af protein: fordøjeligheden af protein i mave og tarm og udnyttelsen af de absorberede aminosyrer.

Fordøjelighed

Fordøjeligheden er defineret som den andel af et foder, der optages af dyret over tarmen. Det protein der er i en foderblanding kommer fra mange forskellige råvarer, der med sine karakteristika påvirker fordøjeligheden af både råvaren selv og den samlede foderblanding. Samlet set omtales disse karakteristika som anti-nutritionelle faktorer (ANF). Tabet af protein stiger med indholdet af ANF'ere som uopløselige fibre og lignin (træstof i tabel 1), enzym-hæmmere, tanniner, alkaloider og lektiner. Ært, bønner og sojabønner er kendt for at indeholde trypsin og chymotrypsin hæmmere og lektiner. Raps kan indeholde glukosinolater, erucasyre og tanniner. Lupin kan have et indhold af lektiner og alkaloider (forårsaget af meldrøjer). Hestebønner kan indeholde tanniner og glykosider. ANF'ere giver ofte foderet en dårlig smag, hvorved især grise mister ædelysten, eller også nedsætter ANF'ere fordøjelsen af protein ved at hæmme de proteinnedbrydende enzymer.

Udnyttelse

En korrekt sammensætning af aminosyrer er vigtig for at opretholde en optimal proteinaflejring i voksende grise og fjerkræ og sikre mælke- og ægproduktion hos henholdsvis svin og fjerkræ. For at vurdere aminosyresammensætningen af en foderblanding kan denne sammenlignes med et ideal protein (Boisen et al., 2000). Aminosyreprofilen i ideal protein er eksperimentelt bestemt og er defineret som den mængde af hver af de 20 forskellige aminosyrer, der skal tilføres for at opnå optimal produktion samt optimal proteinudnyttelse/minimal kvælstofudledning via urin.

3.3 Protein og aminosyrer i råvarer

Der er betydelige forskelle på de enkelte råvarers sammensætning af protein og aminosyrer. Vi har i tabel 1 vist sammensætning og forventet bidrag til aminosyreforsyningen hos svin for en række fodermidler, der pt anvendes eller som er relevante alternativer ved 100% fodring med økologisk foder. Der findes ikke nogen fodermidler, der har en aminosyresammensætning svarende til ideal protein. Et godt proteinfodermiddel har en høj fordøjelighed (90% standardiseret ileal fordøjelighed) og et højt indhold af i hvert fald nogle essentielle aminosyrer. Vegetabiliske proteinkilder har generelt et lavere indhold af råprotein sammenlignet med animalske proteinkilder (tabel 1). Råproteinindholdet i ærter er ca. 20%, mens hestebønner, rapskage og blå lupiner har et råproteinindhold omkring 30%, og sojakage og -skrå igen et noget højere indhold på 44-47%. En anden væsentlig forskel mellem disse proteinkilder er deres proteinfordøjeligheder. Af tabel 1 ses det, at rapskage har en standardiseret fordøjelighed på kun 76%, hvorimod blå lupin antages at have en fordøjelighed på 88% svarende til sojaskrå. Forskellene i den standardiserede fordøjelighed skyldes i høj grad indholdet af ANF, som beskrevet ovenfor.

Tabel 1. Eksempler på råvarers kemiske indhold, standardiseret fordøjelighed af råprotein (svin) og indhold af (standardiseret ileal) fordøjelige aminosyrer (svin).

Råvare	Ærter	Heste- bønner	Rapskage 11,4 % fedt	Lupin, blå, øko.	Sojakage 8,1% fedt	Skummet- mælks-pulver	Sojaskrå, afskallet	Fiskemel, standard
Fodermiddelkode ¹	65100	65200	58400	64900	61500	75600	61200	83000
Pct. af varen								
Tørstof	85,2	86,4	89,5	89,0	93,0	96,0	87,6	90,9
Råprotein	20,4	26,9	29,2	31,6	44,0	35,4	47,0	70,4
Råfedt	1,9	1,3	11,4	4,7	8,1	0,5	2,2	7,6
Råaske	3,2	3,3	6,3	3,9	6,3	8,1	6,4	14,4
Træstof	5,4	8,3	11,5	15,3	5,5	0,0	3,6	0,0
Råprot. Std. ford., %	82,0	80,0	76,0	88,0	83,9	94,0	88,0	91,4
Std. ford., g pr. Kg ²								
Lysin	12,0	13,8	12,3	12,7	22,5	27,0	25,7	49,4
Methionin	1,6	1,6	5,1	1,6	4,9	8,5	5,7	18,9
Meth.+Cystin	3,7	4,3	11,0	5,5	10,1	11,4	11,5	24,8
Treonin	5,8	7,4	9,8	8,9	13,9	15,3	15,8	27,8
Tryptofan	1,3	1,9	2,8	2,2	5,0	4,3	5,7	6,2
Isoleucin	6,6	8,8	8,9	10,8	15,9	19,2	18,3	26,7
Leucin	11,2	16,1	16,9	18,4	27,4	34,3	31,8	48,5
Histidin	4,3	5,7	6,7	7,4	9,8	9,7	11,1	16,4
Fenylalanin	7,7	8,7	9,5	10,6	18,0	16,7	20,9	25,1
Fenyl.+Tyrosin	12,9	15,3	16,5	21,2	31,2	31,9	36,4	44,1
Valin	7,3	9,7	11,6	9,9	16,6	21,9	19,6	32,4

¹ Kemisk indhold er de gennemsnitsværdier fra Videncenter for Svineproduktion (www.vsp.lf.dk), der anvendes i foderoptimeringsprogrammer.

² g standardiseret ileal fordøjeligt aminosyre per kg. Dette er ikke koncentrationen i råvaren, men en værdi for hvor meget der optages fra tyndtarmen.

I praksis er det ofte balancen mellem indholdet af tilgængeligt lysin og methionin, som er afgørende for mulighederne for at sammensætte en hensigtsmæssig foderblanding. Som eksempel på forskelle i aminosyresammensætningen kan anvendes rapskage, ærter og blå lupin. Ærter og blå lupin har et lavt indhold af den essentielle aminosyre methionin, der ofte er en begrænsende faktor i foderblandinger til svin og især fjerkræ. Hvis man ønsker at iblande ærter og blå lupin i en foderblanding, bliver man derfor nødt til at inkludere andre fodermidler såsom rapskage, der har et højt indhold af methionin. Ved at anvende råvarer, der supplerer hinanden i aminosyrer, kan man sammensætte en foderblanding, der samlet set har en aminosyresammensætning svarende til ideal protein.

4. Aminosyreforsyning til økologiske svin

De danske normer (anbefalinger) for aminosyrer er baseret på utallige nationale og internationale forsøg. Behovet for en aminosyre er bestemt af livsyttring mht. alder og produktion. Der kan derfor sandsynligvis være mindre forskelle på behov mellem konventionelt og økologisk opdrættede dyr, da opstaldningsforholdene giver anledning til forskellige niveauer af fysisk aktivitet, racerne

kan være forskellige, samt at økologiske dyr ofte vil være lidt ældre end konventionelle dyr med samme vægt. Med de usikkerheder, der i forvejen ligger i aminosyrenormerne, vurderes de potentielle forskelle mellem økologi og konventionel ikke af afgørende betydning. De følgende beregninger vil derfor være baseret på de danske normer fastsat af Videnscenter for Svineproduktion i samarbejde med Institut for Husdyrbrugsvidenskab, Aarhus Universitet og svineproduktionskonsulenter (Jørgensen and Tybirk, 2010).

Som beskrevet i foregående afsnit, drejer foderoptimering sig om at sammensætte foderblandinger bestående af råvarer, der samlet set opfylder dyrenes behov for de enkelte næringsstoffer. Foruden at skulle opfylde minimumsnormer for de essentielle aminosyrer og maksimumanbefalinger for protein, er det også nødvendigt at holde brugen af enkeltråvarer indenfor visse rammer. Grundet råvarernes indhold af ANF og evt. afledte negative effekter på produktion, er der givet generelle anbefalinger på, hvor meget af en råvare man maksimalt bør iblande foder til de forskellige dyregrupper. I tabel 2 er der givet eksempler på disse anbefalede maksimale iblandingsprocenter.

Tabel 2. Vejledende tal for maksimal brug af råvarer i foderet, pct. af kg foder¹.

	Smågrise		Slagtesvin		Drægtige	Søer
	Fra 3 uger	Fra 5 uger	Under 40 kg	Over 40 kg		Diegiv. + drægtige
Hestebønner	0	20	20	20	0	0
Sød lupin	0	10	15	15	0	0
Ærter	5	15	20	40	10	10
Rapskage og -skrå, DL	5	5	10	15	12	12
Skummetmælkspulver	25	25	25	25	25	25
Sojaskrå, toasted	10	20	30	30	30	30

¹ Uddrag fra danske anbefalinger (www.vsp.lf.dk) baseret på danske forsøg og erfaringsindsamling fra danske svineproducenter.

Som det efterfølgende vil fremgå, er rapskager attraktiv, når der optimeres økologiske blandinger til svin. Det anbefalede maksimale indhold af rapskager bygger på ganske få forsøg, og anbefalingerne synes værende lidt konservative. Der er således afprøvet blandinger med 14% rapskager til smågrise fra 5 uger og ikke fundet nogen væsentlige reduktion i produktionen (Hansen, 1988), og Hansen et al. (2002) har fodret 55% rapskager til 75-kg grise (n=8) på Forskningcenter Foulum og fundet signifikant bedre produktionsresultater sammenlignet med en traditionel blanding.

ANF i rapsfrø bliver opkoncentret i rapskager og rapsskrå, men indholdet kan reduceres ved forarbejdning (Kracht et al., 2004). Det er dog ikke alene ANF'ere, der sætter begrænsningen for inkludering af rapskager i svinefoder. Rapskagers indhold af umættede fedtsyrer reducerer kødets holdbarhed (Hansen et al., 2002), og risikoen for dette er bestemmende for, hvor stor en andel rapskager, der kan anvendes til slagtesvin.

4.1 Fasefodring af smågrise-slagtesvin

Da behovet for næringsstoffer ændres markant med alder forudsættes det, at der er mulighed for at anvende mindst 2 foderblandinger til både smågrise og slagtesvin (fasefodring). I appendix 1 er der lavet blandingseksempler for 4 vægtintervaller af slagtesvin. Alle blandinger opfylder normer

for aminosyrer, mineraler og energi til grise i vægtintervallerne 9-30 kg, 20-30 kg, 30-55 kg og 55-105 kg. Økologiske smågrise vejer omkring 13,3-14,1 kg ved fravæning ved 50 dage (pers. med. Tove Serup). Behovet for næringsstoffer for disse grise er dermed dækket ind af normerne for 9-30 kg.

Der foreligger et alternativt normsæt, der kan anvendes, hvis der er problemer med diarré specielt for smågrise. Idet fordøjelighederne er relativt lave for nogle af de valgte råvarer (tabel 1) kan der opstå risiko for diarré, da et højt indhold af råprotein øger risikoen for diarré (Heo et al., 2008). Dette alternative normsæt for aminosyrer ('skånenorm') er fremkommet ved at gå 5-9% under den gældende norm.

4.2 Muligheder for at opnå en hensigtsmæssig aminosyretildeling for forskellige grupper af økologiske svin vha. forskellige proteinkilder

For slagtesvin 30-55 kg vurderes det muligt at sammensætte et hensigtsmæssigt foder baseret på proteinkilderne lupin, hestebønner, ært og rapskage, når der samtidig inkluderes sojakage eller tilsvarende i foderblandingen (se appendiks 1).

For større slagtesvin (55+ kg) og søer vurderes det muligt at sammensætte et hensigtsmæssigt foder på baggrund af proteinkilderne lupin, hestebønner, ært og rapskage.

For smågrise i vægtintervallet fra fravæning til 30 kg vil et korrekt sammensat foder kræve inkludering af animalsk protein som fx fiskeprodukter (fiskemel, fiskeensilage, fiskeprotein hydrolysater). Herudover vil der være behov for at supplere med eksempelvis skummetmælkspulver.

For alle økologiske blandinger vil det samlede indhold af råprotein være højt sammenlignet med minimums og maksimums normerne som følge af vanskelighederne med at afstemme aminosyreprofilen.

Mulighederne for bedre aminosyreforsyning til smågrise og til en bedre aminosyre profil for de øvrige dyregrupper afhænger af mulighederne for at fremskaffe foder med et højere methioninindhold (absolut og i forhold til andre aminosyrer). Af vegetabiliske kilder kan hampekage være en mulighed, idet methioninindholdet er relativt højere end de andre aminosyrer og idet hampkage ikke forventes at indeholde væsentlige anti-nutritionelle faktorer.

5. Aminosyreforsyning til økologisk fjerkræ

I den økologiske fjerkræproduktion bliver tilstrækkelig forsyning med aminosyren methionin (uden samtidig overforsyning med protein) den største udfordring, når foderet fra 2012 skal være baseret på 100% økologiske råvarer. Et for lavt methioninindhold i æglæggefoder kan påvirke både ægproduktion og – kvalitet og en ubalance i foderets næringsstoffer kan være årsag til, at hønerne kommer i en mangelsituation, hvilket påvirker foderoptagelse, ægproduktion og fjerpinningsadfærd negativt (Ambrosen and Petterson, 1997).

Hidtil har der været anvendt konventionelt majs gluten og kartoffelproteinkoncentrat til at afbalancere aminosyresammensætningen, idet disse produkter har en fin aminosyresammensætning til fjerkræ. Emnerne findes imidlertid ikke som økologiske pt. og vil også være dyre at fremstille.

De vegetabiliske proteinkilder, der hyppigt anvendes i økologiske foderblandinger til fjerkræ er bælgplanter som ærter, lupin, soja og hestebønne. Af disse har især lupin og sojaprodukter en hensigtsmæssig aminosyreprofil. Lupin indeholder dog relativt store mængder fibre, der kan have en negativ effekt på produktiviteten, hvis niveauet er for højt og forsøg har vist, at lupin ikke må indgå med mere end 15% af totalfoderet til æglæggende høner (Hammershøj og Steinfeldt, 2005). Rapsfrø og solsikkefrø har en fin aminosyresammensætning til fjerkræ, bl.a. mht. de svovlholdige aminosyrer, men kan kun tilsættes i begrænsede mængder, da de har negativ indflydelse på dyrenes foderoptag. Det høje indhold af fedt i rapsfrø sætter desuden en begrænsning på niveauet i foderet.

De største udfordringer er knyttet til aminosyreforsyningen til unge dyr. Vi illustrerer derfor problemstillingen med unge høner. Niels Finn Johansen, Videncentret For Landbrug, Fjerkræ, har søgt at optimere en foderblanding for unge æglæggende høner med 100% økologisk foder og uden brug af fiskemel (Tabel 3).

Tabel 3. Råvaresammensætning og næringsstofindhold i 100% økologisk foder til unge høner

Råvaresammensætning		Næringsstofindhold		
Hvede	16,85%			
Majs	9,00%	Energi, MJOE/kg	11,70	(Norm* 11,6 MJOE/Kg)
Solsikkekage	18,00%	Råprotein, %	25,0	(Norm* 18,0%)
Soyabønner	35,00%	Methionin, g/kg	4,0	(Norm* 4,0 g/kg)
Rapsfrø	10,00%	Meth+cyst, g/kg	7,8	(Norm* 7,3 g/kg)
Lucerne grønmel	2,00%	Lysin, g/kg	14,5	(Norm* 8,3 g/kg)
Kridt/østersskaller	8,60%			
Monocalciumfosfat	0,55%			

*LTZ, 2009

Eksemplet i tabel 3 illustrerer, at methionin er den først begrænsende aminosyre, cystin er den næste. For at forsyne hønerne med tilstrækkelig mængde methionin og cystin er det ved 100 % økologisk fodring som i dette eksempel nødvendigt at hæve proteinindholdet i rationen, hvilket er uhensigtsmæssigt i forhold til husdyrsundhed og miljø.

Hvis der inkluderes med fiskemel (muslingemel) og nye højværdi proteinfodermidler får man den i tabel 4 viste omtrentlige sammensætning og indhold af næringsstoffer:

Tabel 4. Råvaresammensætning og næringsstofindhold i 100 % økologisk foder med indhold af nye økologiske højværdiprodukter til unge høner.

Råvaresammensætning		Næringsstofindhold		
Hvede	35,52%			
Majs	16,00%	Energi, MJOE/kg	11,40	(Norm* 11,6 MJOE/Kg)
Solsikkekegale	7,15%	Råprotein, %	18,0	(Norm* 18,0%)
Soyabønner	0,00%	Methionin, g/kg	4,0	(Norm* 4,0 g/kg)
Rapsfrø	5,00%	Meth+cyst, g/kg	6,9	(Norm* 7,3 g/kg)
Lucerne grønmel	2,00%	Lysin, g/kg	8,4	(Norm* 8,3 g/kg)
Kridt/østersskaller	8,35%			
Monocalciumfosfat	0,98%			
Fluelarvemel	5,00%			
Quinoa	5,00%			
Hampefrø	5,00%			
Sesamkegale	5,00%			
Muslingemel	5,00%			

*LTZ, 2009

Tabel 4 viser, at såfremt det var muligt at bruge fiskemel og en række nye økologiske højværdiprotein-fodermidler, herunder fluelarvemel, muslingemel, hampefrø, quinoa og sesamfrø (disse er dog ikke på nuværende tidspunkt til rådighed på markedet), så ville der kunne fremstilles foderblandinger til unge økologiske høner, der er fuldstændig afbalancerede.

I praksis må det forventes, at en tilpasning til 100 % økologisk fodring vil resultere i en ikke optimal sammensætning af rationen, eller man må inkludere nogle af de nye nævnte højværdiprotein-fodermidler, selv om de måtte blive dyre.

Efterhånden som høner bliver ældre falder behovet for næringsstoffer, d.v.s. det bliver lettere og lettere at imødekomme deres næringsstofbehov, også når der fodres 100% økologisk. Foderblandingerne til ældre høner vil ved 100% økologisk fodring stadig være uafbalancerede, men i langt mindre grad end blandingerne til unge høner.

6. Dyrkningspotentiale for forskellige proteinfodermidler i Danmark ved økologisk produktion

I det følgende afsnit gennemgås de potentielle proteinafgrøder, der kan dyrkes i Danmark, samt hvilke barrierer og problemer en øget dyrkning af afgrøderne kan medføre

6.1 Mulighed for økologisk produktion af markært

Markært er dyrkningssikker på de fleste jordtyper, dog ikke de sværeste lerjorde. Den er dog tørkefølsom pga. dens beskedne rodnet, og dyrkningssikkerheden på lette sandjorder er derfor afhængig af, om der kan vandes. Udbyttet i markært dyrket under økologiske forhold er normalt 30-35 hkg pr. ha, men kan variere fra knap 20 til næsten 50 hkg pr. ha.

Markært stiller store krav til sædskiftet. Rodbrand og ærterodråd kan kun forebygges via sædskifte. Der skal derfor mindst gå 4-5 år mellem hver gang, der dyrkes ærter i samme mark. Er man først løbet ind i problemer med sædskiftesygdomme, er en længere pause på 12-15 år eller mere nødvendigt. Desuden bør der være mindst 3 års afstand fra raps til ærter, da begge afgrøder angribes af knoldbægersvamp.

6.2 Mulighed for økologisk dyrkning af vinterraps

Vinterraps bør kun dyrkes på veldrænede jorder. Den kan dyrkes på let sandjord, såfremt der kan vandes. Økologisk dyrket raps er følsomt overfor insektangreb, så udbyttet kan være væsentligt lavere end ved konventionel dyrkning. Svenske erfaringer viser, at det højeste udbytte opnås i hybridraps, hvilket også er tendensen i de danske sortsforsøg med økologisk vinterraps.

Vinterraps er en god konkurrent overfor ukrudt, men kan også selv blive et ukrudtsproblem, idet spildfrø af raps kan give problemer i de efterfølgende afgrøder. Generelt bør der ikke dyrkes rækkeafgrøder (og især ikke korsblomstrede som kål og kålroer) i sædskifte med raps, da spildfrø af raps her kan være et meget generende ukrudt. Der bør være mindst 4 år mellem af raps og andre korsblomstrede afgrøder for at minimere sygdomsproblemer. Mindst 4 frie år mellem raps og en anden hulstængel afgrøde som ært, lupin, spinat og hestebønne for at undgå problemer med storknoldet knoldbægersvamp. Forfrugten til vinterraps skal være en tidligt moden afgrøde af hensyn til rettidig såning af rapsen, den 10.-25. august.

Raps er en gødningskrævende afgrøde. Det vil ofte være et problem at kunne overføre nok gødning til afgrøden uden at det går ud andre afgrøder på bedriften.

6.3 Mulighed for økologisk dyrkning af lupin

Den almindeligst dyrkede lupin er smalbladet lupin også kaldet blå lupin. I Danmark er hvid og gul lupin ikke egnede til økologisk dyrkning til modenhed pga. den sene modning og følsomhed for sygdommen antracnose. Lupin er en nøjsom og kvælstoffikserende plante og har derfor ikke behov for tilførsel af kvælstof. Udbyttet ligger i intervallet mellem 15 og 40 hkg/ha og er normalt 25-35 hkg/ha.

Smalbladet lupin kan dyrkes på både på sandede og lerede jorder, dog ikke vandlidende jorder.

Lupin er som andre bælgplanter en god vekselafrøde i kornsædskifter. Der bør for at sikre et sundt sædskifte være to år mellem dyrkning af lupiner, lupiner og raps samt mellem lupiner og hestebønner.

6.4 Mulighed for økologisk dyrkning af hestebønne

Udbyttet i økologisk dyrkede hestebønner vil typisk ligge i intervallet 25 til 45 hkg pr. ha. Udbyttet af hestebønnesorter i Danmark er forholdsvis begrænset. Vårhestebønner er de mest almindelige og mest dyrkningssikre, men i de senere år har der også været mindre arealer med vinterhestebønner, der er dog stor risiko for udvintring. Hestebønner er en vandkrævende afgrøde og trives derfor bedst på lerjord, sandmuldet lerjord eller på vandet sandjord. Humus- og lavbundsjord er ikke egnede til at dyrkning af hestebønner.

Hestebønne er som de fleste andre bælgplanter en god vekselafgrøde i kornsædskifter. Som en kvælstoffikserende plante efterlader den kvælstof i jorden til den efterfølgende afgrøde. Hestebønne bør højst dyrkes med 2 års interval.

6.5 Mulighed for økologisk dyrkning af soja

Danmark er på den nordlige grænse til at sojabønne kan dyrkes, idet den er en kortdagsplante, dvs. at sojabønner er afhængig af en kort daglængde for at kunne modne. Nyere sorter har dog gjort dyrkningen mulig i de sydlige dele af Danmark. Sojabønner er kvælstoffikserende og kræver derfor ingen kvælstofgødning. De dyrkningsforsøg, der har været foretaget i Danmark angiver, at man kan forvente et udbytte på 1,6 til 2,2 tons pr. ha. Dog kan den sene modning af sojabønner i kombination med et vådt efterår ødelægge høsten.

I udlandet dyrkes sojabønner ofte år efter år eller hvert andet år. Hvorvidt der kan være problemer, hvis den dyrkes i et sædskifte, hvor der dyrkes meget hestebønner, ærter og lupin er uvist.

6.6 Mulighed for økologisk dyrkning af hamp

Der skal foreligge en tilladelse for at kunne dyrke hamp i Danmark. Tilladelsen gives kun til dyrkning af hampesorter med et lavt indhold af cannabinol. Det er således kun tilladt at dyrke hampesorter, som er på EUs sortliste over godkendte hampesorter. Der skal søges tilladelse til dyrkning hos Plantedirektoratet.

Høst af hamp til modenhed er endnu kun praktiseret i mindre målestok i Danmark. Hamp er en varmekrævende plante ligesom f.eks. majs, og højeste udbytte opnås i år med mange varmetimer. På Flakkebjerg og Rønhave, DJF, blev der i årene 1998 og 1999 gennemført konventionelle forsøg med hamp til modenhed. Frøudbyttet varierede mellem 500 og 1150 kg modne frø, og stråudbyttet mellem 8-12,5 tons. Ved økologisk dyrkning må man forvente et frøudbytte på mellem 400 - 800 kg pr. ha ved dyrkning til modenhed.

Hamp er en relativt gødningskrævende afgrøde, men stiller ingen særlige krav til sædskiftet. Hamp er god som vekselafgrøde i et kornsædskifte og i sædskifter med ærter, raps eller roer, der efterlader et stort indhold af tilgængelige næringsstoffer. På grund af den relativt sene høst kan man ikke altid regne med at etablere en afgrøde om efteråret efter høst af hampen.

Herudover er der andre mindre afprøvede muligheder som vårraps, dodder, quinoa og boghvede.

7. Biprodukter fra økologisk fødevarerforarbejdning

I det følgende er omtalt de proteinrige biprodukter fra den nuværende danske økologiske produktion, der potentielt kan bruges som proteinfoder til enmavede husdyr.

Rapskage

Rapskage er et biprodukt fra presning af rapsfrø, hvor rapsolien presses fra. Rapskage er attraktiv til optimering af økologiske blandinger til svin og fjerkræ pga. et forholdsvis højt indhold af methionin og cystein, og anvendes allerede i stor udstrækning. Det økologiske rapsareal udgjorde i 2009 290 ha i Danmark ud af de i alt 139.537 ha med økologiske afgrøder (2010). Med et ud-

bytte på 17-30 hkg/ha (Askegaard et al., 2008), er der med den nuværende produktion af dansk økologisk raps potentiale for at fremstille godt 300 tons økologisk rapskage årligt.

Hvedeklid

Hvedeklid er et biprodukt fra valsning af hvede, og består af de yderste lag af hvedekernen. Hvedeklid har et højt indhold af methionin i forhold til lysin og i alt råprotein. Det økologiske areal med brødhvede udgjorde i 2009 127 ha (Plantedirektoratet, 2010). Med et udbytte på 35-50 hkg/ha (Askegaard et al., 2008), er der med den nuværende produktion af dansk økologisk brødhvede potentiale for at fremstille godt 100 tons økologisk hvedeklid.

Kartoffelproteinkoncentrat

Kartoffelproteinkoncentrat er et biprodukt fra fremstilling af kartoffelmel (stivelse) fra industrikartofler. Kartoffelproteinkoncentrat har et meget højt råproteinindhold på over 70% samt et højt methioninindhold (på niveau med fiskemel). Kartoffelproteinkoncentratet har tilsyneladende en fortræffelig sammensætning, men anvendelsen må begrænses pga. indholdet af det bitre og giftige stof solanin. Der findes dog produkter (f.eks. Protastar), hvor solaninet er fjernet.

Svin: Kartoffelprotein kan ernæringsmæssigt erstatte en del af skummetmælkspulver/fiskemel i blandinger til smågrise. Der må maksimalt indgå 5% i blandingen pga. solanin (Frantzen & Johansen, 2004).

Det økologiske areal med stivelseskartofler udgjorde i 2009 kun 19 ha (Plantedirektoratet, 2010). Med et udbytte på 150 tønder/ha, er der med den nuværende produktion af danske økologiske stivelseskartofler potentiale for at fremstille godt 6 tons økologisk kartoffelproteinkoncentrat.

Vallepulver

Valle (5,8% tørstof) er et biprodukt fra fremstilling af ost. I vallepulver er tørstofindholdet indampet til 96,5%. Vallepulver har et relativt højt indhold af methionin i forhold til lysin og i alt råprotein. Vallepulver kan udgøre op til 25% af rationen.

Den indvejede økologiske mælk udgjorde i 2008 432.000 tons (9,4% af totale mælkeproduktion) (Dansk Kvæg, 2009) og den økologiske osteproduktion i 2009 udgjorde 3 mio kg (Statistikbanken.dk). Dette giver potentiale for produktion af godt 1400 tons økologiske vallepulver. (Vallepulver af 'sød valle' anvendes dog pt primært i fødevareindustrien)

Mask

Mask er et biprodukt fra fremstilling af øl. I Danmark brygges øl af byg og majs, hvor masken består af frasigtede majs- og bygresten. Mask har et relativt højt indhold af methionin i forhold til lysin. Økologisk mask findes kun i mindre mængder, den samlede danske økologiske produktion er dog ikke kendt.

Tørgær

Tørgær er inddampet gærfløde, der er et biprodukt fra fremstilling af øl og alkohol. Tørgær har et højt indhold af protein og aminosyrer på niveau med indholdet i sojakage. Samtidig har det et højt indhold af vitaminer og bruges derfor mest som et særligt kosttilskud. Økologisk tørgær findes kun i mindre mængder, den samlede danske økologiske produktion er dog ikke kendt.

Tabel 5. Eksempler på biprodukters kemiske indhold, standardiseret fordøjelighed af råprotein (svin) og indhold af (standardiseret ileal) fordøjelige aminosyrer (svin) sammenlignet med indhold i sojakage.

Råvare	Sojakage 8,1% fedt	Kart.proteinkonc.	Valle pulver	Hvedeklid	Rapskage	Mask, tørret	Tørgrær
Fodermiddelkode ¹	61500	69100	78000	51800	58400	72800	93000
Pct. af varen							
Tørstof	93,0	90,0	96,5	87,0	89,5	88,0	93,9
Råprotein	44,0	77,3	12,4	14,5	29,2	21,3	45,4
Råfedt	8,1	2,0	1,3	4,0	11,4	8,6	5,5
Råaske	6,3	2,1	8,2	5,1	6,3	4,0	8,7
Træstof	5,5	0,6	0,0	9,5	11,5	14,1	1,9
Råprot. Std. ford., %	83,9	89	85	63	76,0	64	85
Std. ford., g pr. Kg ²							
Lysin	22,5	53,81	7,01	3,56	12,3	4,48	23,15
Methionin	4,9	15,84	1,62	1,61	5,1	2,94	6,56

¹ Kemisk indhold er gennemsnitsværdier fra Videncenter for Svineproduktion (www.vsp.lf.dk), der anvendes i foderoptimeringsprogrammer.

² g standardiseret ileal fordøjeligt aminosyre per kg. Dette er ikke koncentrationen i råvaren, men en værdi for hvor meget der optages fra tyndtarmen.

Referencer

- Askegaard et al. 2008. Muligheder og barrierer i den økologiske planteproduktion. ICROFS rapport nr 1. s. 187-219.
- Boisen, S., Hvelplund, T., Weisbjerg, M.R., 2000. Ideal amino acid profiles as a basis for feed protein evaluation. Livest. Prod. Sci. 64, 239-251.
- Dansk Kvæg, 2009. Kvægbruget i tal 2009.
- Dourmad, J.Y., Jondreville, C., 2007. Impact of nutrition on nitrogen, phosphorus, Cu and Zn in pig manure, and on emissions of ammonia and odours. Livestock Science 112, 192-198.
- Hansen, B.I., 1988. 14 pct. fedtfattige rapskager i foderblandinger til smågrise.
- Hansen, L.L., Agerhem, H., Rosenvold, K., Jensen, M.T., 2002. Effect of Brussels sprouts and inulin/rape seed cake on the sensory profile of pork *M. longissimus dorsi*. Meat Science 61, 441-448.
- Heo, J.M., Kim, J.C., Hansen, C.F., Mullan, B.P., Hampson, D.J., Pluske, J.R., 2008. Effects of feeding low protein diets to piglets on plasma urea nitrogen, faecal ammonia nitrogen, the incidence of diarrhoea and performance after weaning. Archives of Animal Nutrition 62, 343-358.
- Jørgensen, L., Tybirk, P., 2010. Normer for næringsstoffer (Recommendations of nutrients, in Danish). Pig Research Centre, Copenhagen, Denmark.
- Just, A., 1982. The net energy value of crude (catabolized) protein for growth in pigs. Livest. Prod. Sci. 9, 349-360.
- Kracht, W., Danicke, S., Kluge, H., Keller, K., Matzke, W., Hennig, U., Schumann, W., 2004. Effect of dehulling of rapeseed on feed value and nutrient digestibility of rape products in pigs. Archives of Animal Nutrition 58, 389-404.
- Landsudvalget for Svin, Den rullende Afprøvning. Meddelelse nr. 146.
- Plantedirektoratet, 2010. Statistik over økologiske jordbrugsbedrifter 2009. Autorisation og Produktion.
- Statistikbanken, 2011. www.statistikbanken.dk
- Wellock, I.J., Fortomaris, P.D., Houdijk, J.G.M., Kyriazakis, I., 2008. Effects of dietary protein supply, weaning age and experimental enterotoxigenic *Escherichia coli* infection on newly weaned pigs: health. Animal 2, 834-842.

APPENDIKS 1. Eksempler for opfyldelse af normer for svin

Med udgangspunkt i de råvarer, der er angivet i tabel 1, er der i dette afsnit forsøgt at optimere blandinger til smågrise og slagtesvin, for at sandsynliggøre muligheden for at sammensætte et 100% økologisk foder til grise under forskellige restriktioner mht. råvareanvendelse (se alternativ 1 til 4). Det skal understreges at der er tale om eksempler og ikke blandinger, der direkte kan anvendes i praksis:

Alternativ 1: blanding uden sojakage, skummetmælkspulver og fiskemel.

Alternativ 2: blanding uden skummetmælkspulver og fiskemel, men med sojakage.

Alternativ 3: blanding uden sojakage og fiskemel, men med 10% skummetmælkspulver.

Alternativ 4: blanding uden sojakage, men med 10% skummetmælkspulver og fiskemel.

Smågrise 9-30 kg

Det er ikke muligt at sammensætte en foderblanding, der opfylder hverken normer eller skånenormer for aminosyrer alene på baggrund af dansk dyrkede vegetabiliske proteinkilder (alternativ 1). Når der inkluderes sojakage, nedbringes andelen af rapskage, men råproteinindholdet stiger til et for højt niveau (alternativ 2), da sojakage bidrager med mindre methionin end rapskage. Inkluderes skummetmælkspulver i stedet for sojakage, kan andelen af rapskage ligeledes nedbringes, og niveauet af råprotein falder betragteligt i forhold til alternativ 1 og 2. I alternativ 4 er anvendt både skummetmælkspulver og fiskemel. For både norm og skånenorm resulterer det i blandinger, der antages at kunne fungere i praksis. Indholdet af råprotein er højt i alle blandinger. Aminosyrerne methionin, lysin og tryptofan er begrænsende for at reducere indholdet af råprotein.

Smågrise 20-30 kg

Det er ikke muligt at sammensætte blandinger der er baseret alene på dansk producerede vegetabiliske proteinkilder (alternativ 1). Når der åbnes op for anvendelse af sojakage (alternativ 2) for at reducere andelen af rapskage, stiger indholdet af råprotein i blandingen til et for højt niveau, grundet opfyldelse af methioninnormen. Heller ikke inklusionen af skummetmælkspulver kan reducere indholdet af rapskage til et acceptabelt niveau (alternativ 3). Igen kan man ved brug af fiskemel optimere blandinger der opfylder normerne for aminosyrer (alternativ 4) og som samtidigt muliggør anvendelsen af lupin, hestebønner, ært og rapskage i koncentrationer, der antages at kunne tåles af grisene. Det er methionin, lysin og tryptofan, der er de aminosyrer, der begrænser yderligere reduktion af råprotein, der er højt i alle blandingseksempler.

Slagtesvin 30-55 kg

Det er sandsynligt, at indholdet af rapskager i en blanding baseret på dansk dyrkede vegetabiliske proteinkilder (alternativ 1) er for højt til at undgå problemer. Ved anvendelse af sojakage (alternativ 2) kan der sammensættes foderblandinger, der vil kunne anvendes i praksis. I alle blandinger er indholdet af råprotein højt. Methionin og lysin er de aminosyrer der begrænser reduktion af råprotein.

Slagtesvin 55-105 kg

Der vil ikke være problemer med at sammensætte en foderblanding baseret på dansk producerede vegetabiliske proteinkilder. Indholdet af råprotein er dog højt.

Søer

Da det er muligt at sammensætte foderblandinger til slagtesvin 55-105 kg vil det samme være gældende for søer. Derfor er der ikke optimeret eksempler på sofoder.

Tabel A1. Eksempler på blandinger optimeret på baggrund af gældende danske norm eller skånenorm for grise i vægtintervallet 9-30 kg. 0 indikerer fravalgt. Begrænsende aminosyrer er understreget.

	Alt. 1	Alt. 2	Alt. 3	Alt. 4	skåne Alt. 1	skåne Alt. 2	skåne Alt. 3	skåne Alt. 4
Hvede		8.6		26.5		14.7	2.9	32.7
Byg	8.0	30.0	25.9	24.8	15.2	30.0	30.0	18.6
Lupin, blå	13.2			10.0	10.0		11.8	10.0
Hestebønner	15.0		14.8	10.0	17.3		10.0	10.0
Sojakage	0	40.0	0	0	0	35.0	0	0
Ærter			8.2					2.4
Rapskage, 11,4%	56.9	18.1	36.4	10.0	50.9	17.3	30.6	10.0
Skummetmælkspulver	0	0	10.0	10.0	0	0	10.0	10.0
Fiskemel, standard	0	0	0	7.4	0	0	0	4.6
Rapsolie	5.2	0.9	2.8		4.9	0.5	2.9	
Faxe kalk, 38% Ca	0.8	1.2	0.9	0.8	0.9	1.3	1.0	1.0
Monocalciumfosfat	0.5	0.9	0.6	0.2	0.4	0.8	0.5	0.3
Vitamin/mineral	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4
Foderenheder (FE)/kg	1.05	1.05	1.05	1.05	1.05	1.05	1.05	1.05
St. Ford. Lysin, g/kg	<u>10.9</u>	12.3	<u>10.9</u>	11.3	<u>10.3</u>	11.3	<u>10.3</u>	<u>10.3</u>
St. Ford. Methionin, g/kg	<u>3.5</u>	<u>3.5</u>	<u>3.5</u>	3.8	<u>3.3</u>	<u>3.3</u>	<u>3.3</u>	3.3
St. Ford. Tryptofan, g/kg	2.3	2.9	<u>2.1</u>	<u>2.1</u>	2.1	2.7	2.1	<u>2.0</u>
St. F. Råprotein, g/kg ¹	202	221	182	197	191	207	184	183
Råprotein, g/kg	257	271	227	230	243	253	225	216

¹ Normen for St. Ford råprotein 9-30 kg: min. 150 g, max. 162 g og skånenorm min. 142 g, max. 154 g.

Tabel A2. Eksempler på blandinger optimeret på baggrund af gældende danske norm eller skånenorm for grise i vægtintervallet 20-30 kg. 0 indikerer fravalgt. Begrænsende aminosyrer er understreget.

					skåne	skåne	skåne	skåne
	Alt. 1	Alt. 2	Alt. 3	Alt. 4	Alt. 1	Alt. 2	Alt. 3	Alt. 4
Hvede	11.4	8.2	0.3	29.7		17.7	6.2	23.5
Byg		30.0	30.0	23.0	18.5	30.0	30.0	27.8
Lupin, blå			8.0	10.0	12.0		11.5	10.0
Hestebønner	3.2		7.0	10.0	15.0		10.0	10.0
Sojakage	0	40.0	0	0	0	35.0	0	0
Ærter	26.3	3.6	6.8					2.5
Rapskage, 11,4%	54.2	15.0	33.4	10.0	47.9	14.4	27.8	10.0
Skummetmælkspulver	0	0	10.0	10.0	0	0	10.0	10.0
Fiskemel, standard	0	0	0	5.8	0	0	0	3.8
Rapsolie	3.0	0.7	2.7		4.8	0.3	2.6	0.6
Faxe kalk, 38% Ca	1.0	1.3	1.0	0.9	0.9	1.3	1.0	1.0
Monocalciumfosfat	0.5	0.7	0.5	0.2	0.5	0.8	0.5	0.4
Vitamin/mineral	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4
Foderenheder (FE)/kg	1.05	1.05	1.05	1.05	1.05	1.05	1.05	1.05
St. Ford. Lysin, g/kg	<u>10.5</u>	12.4	<u>10.5</u>	10.6	<u>10.0</u>	11.0	<u>10.0</u>	<u>10.0</u>
St. Ford. Methionin, g/kg	<u>3.4</u>	<u>3.4</u>	<u>3.4</u>	3.5	<u>3.2</u>	<u>3.2</u>	<u>3.2</u>	<u>3.2</u>
St. Ford. Tryptofan, g/kg	<u>2.0</u>	2.9	2.1	<u>2.0</u>	2.1	2.7	2.0	<u>1.9</u>
St. F. Råprotein, g/kg ¹	181	220	182	188	188	203	180	178
Råprotein, g/kg	233	269	245	221	238	248	220	210

¹ Normen for St. Ford råprotein 20-30 kg: min. 145 g, max. 157 g og skånenorm min. 138 g, max. 150 g.

Tabel A3. Eksempler på blandinger optimeret på baggrund af gældende danske norm for slagtesvin i vægtintervallerne 30-55 kg og 55-105 kg. 0 indikerer fravalgt. Begrænsende aminosyrer er understreget.

	30-55 kg Alt. 1	30-55 kg Alt. 2a	30-55 kg Alt. 2b	55-105 kg Alt. 1
Hvede	9.5	32.3	21.0	21.5
Byg	30.0	30.0	30.0	30.0
Lupin, blå	10.0	3.1	5.0	10.0
Hestebønner	10.0		5.0	7.8
Sojakage	0	20.7	15.8	0
Ærter	5.5		5.0	8.0
Rapskage, 11,4%	30.0	11.1	15.0	19.8
Skummetmælkspulver	0	0	0	0
Fiskemel, standard	0	0	0	0
Rapsolie	3.2		1.1	1.3
Faxe kalk, 38% Ca	1.0	1.2	1.2	0.9
Monocalciumfosfat	0.6	0.8	0.7	0.5
Vitamin/mineral	0.2	0.2	0.2	0.2
Foderenheder (FE)/kg	1.05	1.05	1.05	1.03
St. Ford. Lysin, g/kg	<u>8.1</u>	<u>8.1</u>	8.7	<u>7.1</u>
St. Ford. Methionin, g/kg	<u>2.5</u>	<u>2.5</u>	<u>2.5</u>	<u>2.2</u>
St. Ford. Tryptofan, g/kg	1.7	2.1	2.0	1.6
St. F. Råprotein, g/kg ¹	159	164	169	147
Råprotein, g/kg	201	201	209	183

¹ Normen for St. Ford råprotein: 30-55 kg, min. 133 g; 55-105 kg, min. 125 g.