



Framtida inhemska proteinfodermedel i den ekologiska fjäderfäproduktionen

Av
Robin Kalmendal

Engelsk titel: Future domestic protein feedstuffs in the organic poultry production
Handledare: Helena Wall
Inst. för Husdjurens utfodring och vård
Examinator: Ragnar Tauson

Husdjursvetenskap - Examensarbete 15hp
Litteraturstudie
SLU, Uppsala 2008

Sammanfattning

Ekologiska värphöns och slaktkycklingar skall i enlighet med (EEG) nr 2092/91 utfodras 100 % ekologiska fodermedel år 2012, vilket förväntas skapa problem med försörjning av fågelns specifika proteinbehov. Det här dokumentet syftar till att redogöra för de fodermedel som kan tänkas utgöra en del av lösningen på problemet. Ärtor, åkerböna, naken havre samt raps, hampa och solros framstår som intressanta fodermedel. Biprodukter från kvarn- och mejeriindustrin samt marina proteinsupplement kan aktualiseras förutsatt att efterfrågan på ekologiska produkter fortsätter att öka.

Abstract

Organic layers and broilers will according to (EEG) no 2092/91 be fed 100 % organic feeds in year 2012, which is expected to present problems associated with the specific protein requirements of poultry. This document aims at describing the feedstuffs that possibly may constitute a part of the solution to these problems. Peas, field beans, naked oats, canola, hempseed and sunflower come out as interesting feedstuffs. Byproducts from the milling and dairy industry together with marine protein supplements may be brought to the fore, provided that the demand for organic products will rise further.

Introduktion

Intresset för och tillämpningen av ekologiska jordbruksmetoder fortsätter att öka. Markanvändningen för ekologisk produktion inom EU har mellan åren 1992 och 2005 ökat sex gånger (Rahmann. & Böhm, 2005) och den ekologiska världsmarknaden har under de senaste åren fortsatt öka med avseende på såväl total markanvändning som försäljning av certifierade livsmedel. Från 2004 till 2007 ökade den ekologiska jordbruksarealen inom EU med 8,5 % och den svenska andelen ekologisk jordbruksmark uppskattades 2005 uppgå till 6,3 %. Sverige räknas därmed till de 10 länder i världen med störst andel ekologisk jordbruksmark (Willer & Yussefi, 2007).

Den ekologiska marknaden

Samtidigt som den procentuella andelen ekologisk jordbruksmark i Sverige sjönk från 2004 till 2005 (Willer & Yussefi, 2007) så har marknaden för ekologiska livsmedel vuxit. Marknaden för ekologiska ägg som under 90- och 2000-talet tillväxte kraftigt, kunde efter 2005 års stagnering återigen öka med 3-4 % och under 2006 uppstod tidvis brist på ägg i svenska butiker. Regeringens vision för ekologisk produktion år 2010 sammanfattas i skrivelsen 2005/06:88. Målet är att 20 % av jordbruksmarken skall brukas ekologiskt och att offentlig konsumtion skall uppgå till 25 %. Representanter från näringsliv, handelskedjor och offentlig sektor är inbegripna i arbetet med "Aktionsplan 2010" som syftar till att omsätta målen i praktiken. Parallellt med ökad efterfrågan och växande marknad har antalet ekologiska äggproducenter minskat och trenden med ökande besättningsstorlek följer därmed den konventionella produktionen. Under 2006 fanns det 94 äggproducenter med sammanlagt 360 000 ekologiska höns men endast en slaktkycklinguppfödare med ekologisk produktion i Sverige (Ekologiska lantbrukarna, 2007). Antalet ekologiskt certifierade kycklingar och värphöns inom EU uppgick 2003 till 17,3 miljoner (Padel, 2005).

Förutsättningar för ekologisk fjäderfäproduktion

Med det regelverk för ekologisk produktion som 1991 skapades genom rådets förordning (EEG) nr 2092/91 (EG nr 834/2007 fr.o.m. 1 januari 2009) följde en rad implikationer som till

stor del tvingade producenterna att utnyttja de tidsfrister för omställning som gavs. Dessa regler gällde bl.a. kravet på ekologiskt uppfödda unghöns (fr.o.m. 1 januari 2006) och en gradvis minskande tillåten andel av konventionella råvaror i fodret. Fram till den 31 december 2007 fick högst 15 % av den årliga foderkonsumtionen utgöras av konventionella fodermedel. Motsvarande andel begränsades till 10 % för 2008 och 5 % år 2010. Från den 1 januari 2012 skall såväl höns som kycklingar utfodras med 100 % ekologiskt foder.

När förbudet mot konventionella foderråvaror skall implementeras till år 2012 förväntas komplikationer kring fågelns proteinförsörjning uppstå (Sundrum, 2005; Hancock *et al.* 2003; Gordon & Charles, 2002; m.fl.) Syftet med den här uppsatsen är att samla och syntetisera den vetenskapligt förankrade kunskapen kring alternativa proteinfodermedel till fjäderfä.

Litteraturgenomgång

Fågeln och dess krav på protein i fodret

Den enkelmagade hönan och kycklingen är exceptionella i sin förmåga att på ett effektivt sätt omvandla foder till högvärdigt protein, men ställer samtidigt höga krav på fodrets sammansättning och kvalitet. Äggproduktion och den unga hönans utveckling av fjäderdräkt påverkar behovet av de svavelhaltiga aminosyrorna metionin och cystein (Gordon & Charles, 2002). Brist på metionin har visats spela en tydlig roll i förekomsten av fjäderplockning (Van Krimpen *et al.* 2005), vilket betraktas som ett av de huvudsakliga välfärdsproblemen inom äggproduktion (Sundrum, 2005). Beteendet kan kopplas till fjädrarnas höga innehåll av cystein (Gordon & Charles, 2002). Grovfoder har dokumenterats reducera förekomsten och graden av fjäderplockning (Steenfeldt *et al.* 2007) och ekologiska slaktkycklingar har visats kunna kompensera för begränsade avvikelser från de rekommenderade metioninnivåerna med tillgång på bete, dock med tendenser till reducerad tillväxt och foderomvandlingsutbyte som följd (Moritz *et al.* 2005). Ambrosen & Pedersen (1997) kunde stödja tesen att fodrets proteinnivå påverkar fjäderplockning hos värphöns, men att den dessutom var starkt kopplad till dödlighet som följd av kannibalism. Konashi *et al.* (2000) studerade hur kycklingars foderintag, viktökning och immunförsvar påverkades av brist på essentiella aminosyror i dieten och fann att det var svårt att påvisa tydliga samband mellan specifika aminosyror och immunförsvarets funktion. Det var dock möjligt att påvisa hur de lymfoida organens vikt varierade med bristen på aminosyror.

Begränsningar i näringsförsörjningen av ekologiska fjäderfän

Sundrum (2005) särskiljer den ekologiska produktionen från den konventionella med utgångspunkt i dess förankring i ett mer systemorienterat förhållningssätt till insats och avkastning, samt att djurhälsa, miljöfrågor och möjligheter till ett naturligt liv ersätter fokus på maximal produktivitet och enskilda kvalitetsegenskaper.

Näringsvärden och avkastning för ekologiska grödor

Den ekologiska foderstaten begränsas i sin utformning och sammansättning bl.a. av de regler som ställts upp för ekologisk produktion, men därutöver av ytterligare ett antal faktorer. Jacob (2007) studerade avvikelserna av ekologiskt odlade gröders näringsinnehåll från publicerade värden från konventionell produktion och fann att variationen var mycket stor. Variationen var särskilt stor för grödornas proteinhalter som i enlighet med Buchanans rapport (2007) tenderade till att vara lägre i jämförelse med konventionella grödor. Kirchmann *et al.* (2007) rapporterade att skördad ekologisk biomassa från ett 18 årigt svenskt försök var ca 50 % av

den konventionella, men att det var kväve (N) och inte fosfor (P) eller kalium (K) som hade en signifikant begränsande effekt på grödans avkastning.

Kemiska lösningsmedel och genmodifierade organismer

Framställning, hantering och användning av foder till ekologiska produktionsdjur påverkas i stor utsträckning av (EEG) nr 2092/91. Under kapitel 2, artikel 13 återfinns några av de paragraferna med störst praktisk betydelse för arbete med ekologiskt foder. Paragraf 3 lyder ”hexan och andra organiska lösningsmedel får ej användas”, vilket omöjliggör användning av råvaror som extraherats kemiskt. Det inbegriper t.ex. oljor och mjöl från oljeväxter, såsom sojamjöl, rapsmjöl och solrosmjöl men även syntetiskt metionin. Genom paragraf 4, i vilken all användning av genmodifierade (GM) organismer förbjuds, är användning av industriellt framtagen lysin otillåten. I konventionell produktion tillgodoses fågelns behov av de essentiella aminosyrorerna till stor del med hjälp av syntetiska aminosyror. Betydelsen av restriktionerna i 2092/91 kan diskuteras utifrån O’Connel & Lynchs (2004) bedömning att fågelns behov av essentiella aminosyror kräver att råproteingivorna ökar, vilket medför högre ammoniakhalter i gödsel, stalluft och rastgårdar som i sin tur innebär risker för störningar i miljön. Francesch & Brufau (2004) konstaterar att fågelns vattenkonsumtion ökar med proteinmängden, vilken i sin tur kan ge upphov till en blöt ströbädd för frigående fåglar. Kombinationen av en blöt och ammoniakrik ströbädd tros vara en orsak till försämrad fothälsa i produktion av slaktkyckling (Ekstrand *et al.* 1996). Fuktig ströbädd kan i kombination med temperaturer över 20° C bidra till uppkomst av fotbölder hos värphöns (Wang *et al.* 1998).

Antinutritionella faktorer

Antinutritionella faktorer (ANF) är ett samlingsnamn för en heterogen grupp substanser som ej är önskvärda i foder. Anti-trypsin faktorer (ATF) ingår i den större familjen proteas-inhibitorer och anses vara de viktigaste substanserna bland ANF. ATF bildar komplex med fågelns födospjälkning-enzym trypsin och hindrar därmed nedbrytningen av fodrets protein. Därutöver uppkommer endogen proteinförlust till följd av abnormala förstoringar av bukspottskörteln och en ökad sekretion av enzymer. ATF återfinns i bl.a. baljväxter samt korsblommiga växter, men kan reduceras avsevärt genom upphettning (Larbier & Leclercq, 1994). Korsblommiga växter associeras dessutom med glukosinolater och deras derivat. Användningen av grödor ur familjen *Brassicaceae* (t.ex. raps, vitsenap, oljedådra) som råvara i fjäderfäfoder har länge begränsats av dessa föreningar. Glukosinolaterna är hydrofila och stannar därför i den fettrika presskakan när oljan utvinns ur råvaran (EFSA, 2008). Det är egentligen derivat av glukosinolater, såsom goitrin, som är toxiska för fågeln. Goitrin hindrar cirkulationen av sköldkörtelhormoner och kan därigenom hämma produktionen. Andra glukosinolatderivat, såsom episulfider kan ge upphov till blödningar i levern och förstoring av dess vävnad (Larbier & Leclercq, 1994). Förmågan att oxidera trimetylammin (TMA) har tidigare saknats hos bruna hybrider (Honkatukia, 2006). TMA ansamlas i levern vid en rapsrik diet och kan ge äggen en oönskad smak och lukt av fisk. Användningen av korn och råg begränsas av att de innehåller icke-stärkelse-polysackarider, vanligen förkortat NSP (Larbier & Leclercq, 1994). Fodermedel som lupin kan innehålla nästan dubbelt så mycket NSP som andra proteingrödor (Hammershøj & Steinfeldt, 2005). Två vattenlösliga NSP är β -glukan och arabinoxylan, vilka bidrar till reducerad tillväxthastighet och morfologiska förändringar av digestionssystemet. Därtill minskar dessa föreningar fågelns förmåga till att smälta fodret, särskilt fett, och viskositeten i träcken ökar med en blöt ströbädd för frigående fåglar som följd (Francesch & Brufau, 2004). Det är viktigt att göra en distinktion mellan vattenlösliga och ej vattenlösliga NSP då studier visat på att vissa ej vattenlösliga NSP har en mer fibrös struktur och bidrar därigenom med en stimulerande effekt på digestionskanalen (Hetland *et al.* 2004). I en annan grupp ANF ingår bl.a. fenoliska syror, flavenoider, tanniner och lignin.

Tanniner är den viktigaste föreningen i gruppen och minskar fodrets smältbarhet genom att bilda komplex med dess protein eller enzymer i fågelns digestionskanal. Tanniner förekommer i bl.a. bönor och i rapsfröets skal (Larbier & Leclercq, 1994).

Mögelgifter har en stor inverkan på fodrets kvalitet och Kouba (2003) behandlar hypotesen att förekomsten och koncentrationen av mögelgifter, s.k. mykotoxiner, i ekologiska grödor sannolikt skulle vara större i jämförelse med grödor som producerats med hjälp av fungicidpreparat. Magkos *et al.* (2003) utvidgar resonemanget och pekar på resultat som tyder på att kvävetillgången är negativt korrelerat till sockerinnehållet i grödan, vilket ökar risken för en svampinfektion i kvävefattiga, ekologiska bestånd. Varken Kouba eller Magkos *et al.* kunde påvisa att ekologiska grödor innehöll mer mykotoxiner. Anselme *et al.* (2006) jämförde ekologiskt och konventionellt producerad öl och fann att variationen mellan årsskördar var signifikant, men inte mellan produktionssätt.

Parasiter och hälsa

Slutligen bör det nämnas att fågelns utnyttjande av fodret även påverkas av icke direkt foderrelaterade faktorer, såsom parasitologiskt tryck. Lund & Algers (2002) slutsats är att de parasitrelaterade problemen är den enda tydliga distinktionen i hälsoläget mellan ekologisk och konventionell produktion. Koccidios är det största problemet vid ekologisk unghöns- och kycklinguppfödning, då regelbunden användning av substanser såsom koccistatika och histomonostatika är förbjuden (Berg, 2001). Berg (2001) beskriver kannibalism och fjäderplockning som de vanligaste problemen i ekologiska värphönsbesättningar och kravet på utevistelse i ekologisk slaktkycklingproduktion medför en stor risk för infektioner av *Campylobacter*.

Framtida inhemska proteinfodermedel till ekologiskt fjäderfä

Som redan tidigare nämnts begränsas andelen av en råvara i foderstaten av flera faktorer. Gordon & Charles (2002) nämner råvarans innehåll av råprotein, aminosyrornas profil och tillgänglighet, mängden omsättbar energi, fiberinnehåll samt typ och mängd av ANF som avgörande för dess användbarhet. Sundrum (2005) beskriver att fokus har med anledning av detta, hamnat på baljväxter och presskakan efter utvinning av olja ur fettrika frön. Nedanstående avsnitt behandlar de idag påtänkta och de i framtiden potentiella källorna till proteinförsörjningen av fjäderfä.

Baljväxter

Resultat av flera studier lyfter fram baljväxter som en tvivelslöst viktig del i den framtida proteinförsörjningen av fjäderfä (Gordon & Charles, 2002; Sundrum 2005; Diaz *et al.* 2006). Intresset för samodling med baljväxter har ökat med utvecklingen av ekologiskt jordbruk och Hauggaard-Nielsen *et al.* (2008) kunde i en dansk studie visa att samodling med korn och baljväxter signifikant reducerade ogräs- och sjukdomsförekomsten i beståndet, samt att den uppkomna konkurrensen om det markbundna kvävet fick baljväxterna att i större utsträckning (10-15 %) utnyttja luftens kvävgas.

Användningen av ärter (*Pisum sativum*) i ekologiska fjäderfäfoder beskrivs av Gordon & Charles (2002) som det mest lovande alternativet i proteinförsörjningen och flera rapporter har bekräftat möjligheten att låta ärter utgöra en betydande del av fodret (Larbier & Leclercq, 1994; Castanon & Perez-Lanzac, 1990). Igbasan & Guenter (1997) fann att ärter som upphettats med infraröd strålning och balanserats med metionin kan ingå i värphönsfoder upp till 600g/kg utan att äggproduktion eller foderomvandlingsförmåga påverkades, men att

enzymtillsats och skalning av ärter inte hade en positiv effekt på produktionsparametrarna. Fru-Nji *et al.* (2007) fann inga signifikanta effekter på mängd eller kvalitet i äggproduktionen vid inblandning av 50 % ärter till värphöns, men den dagliga viktökningen försämrades något. Innehållet av ANF i ärter är lågt och det är snarare ärternas låga halt av metionin och tryptofan som begränsar dess användning (Larbier & Leclercq, 1994). Vitblommiga sorter innehåller mindre tanniner och fiber än brokblommiga sorter (Gordon & Charles, 2002) och förekomsten av anti-trypsin faktorer kan effektivt reduceras vid extrudering (El-Hady & Habiba, 2003; Diaz, 2006). Ärternas protein-halt ökar generellt vid tidiga sådatum (Gordon & Charles, 2002), men ärtbaljornas N-innehåll och grödans nettobidrag till jordens kvävestatus är avhängigt möjligheterna att reducera angrepp av ärtvivel (*Sitona lineatus* L.) och ogräsets utbredning (Corre-Hellou & Crozat, 2005). Vid samodling av ärter och spannmål har havre visats sig vara den mest lönsamma kombinationen (Lauk & Lauk, 2008). Elkoca *et al.* (2008) studerade konstgödslade (kväve och fosfor) kikärters tillväxt i jämförelse med tillväxten av bestånd vars utsäde inokulerats med bl.a. *Rhizobium* och fosfor-lösande *Bacillus megaterium*, och visade att skörden från det bakterieympade usädet var signifikant större.

Åkerbönan (*Vicia faba*), eller bondbönan har i försök visats tillsammans med metionintillsats kunna utgöra upp till 500g/kg av fodret till slaktkycklingar utan att negativt påverka viktökningen (Diaz *et al.* 2006). Diaz *et al.* kunde i samma studie visa att slaktkycklingar som utfodrades med åkerböna hade ett signifikant större procentuellt utbyte av bröstfilé, men att foderomvandlingsförmågan var något sämre i jämförelse med kontrollgruppen. Åkerbönan innehåller flera anti-trypsin faktorer som lätt oskadliggörs med pelletering, men det är föreningarna vicin och convicin som begränsar dess användning till värpande höns (Larbier & Leclercq, 1994). Fru-Nji *et al.* (2007) fann att värphöns som utfodrades med en större andel åkerböna än 160g/kg uppvisade en signifikant reduktion i produktion och foderomvandlingsförmåga. Alonso *et al.* (2000) fann att extrudering var överlägset skalning, blötläggning och groddning av åkerböna när smältbarheten av protein och stärkelse skulle förbättras, samt för att inaktivera proteas-inhibitorerna. Samodling med åkerböna och korn har visats bättre kunna ta tillvara på de tillgängliga resurserna i beståndet i jämförelse med respektive monokultur, och därmed stärka konkurrensen mot ogräs (Hauggaard-Nielsen *et al.* 2008). Åkerbönan är liksom de flesta baljväxter fattig på svavelhaltiga aminosyror och har liksom ärtan en låg halt av tryptofan, men är i övrigt en god protein och energikälla, särskilt efter upphettning eller malning (Larbier & Leclercq, 1994).

Undantaget sin låga metioninhalt stämmer sojabönans (*Glycine max*) sammansättning av aminosyror väl överrens med den producerande fågelns behov, vilket har gjort sojabönan till den vanligaste oljeväxten inom fjäderfänutrition (Larbier & Leclercq, 1994). Sojabönan innehåller dock en mängd NSP (22 %) och andra sockerföreningar som kan ha en negativ inverkan på fågelns digestion och ströbäddens fukthalt (Francesch & Brufau, 2004). Råa sojabönor innehåller flera trypsin-inhibitorer vilka kan inaktiveras genom värmebehandling, såsom rostning eller pelletering (Larbier & Leclercq, 1994). Ursprungligen är sojabönan en temperaturkrävande kortdagsväxt, men svenskt växtförädlingsarbete möjliggjorde försök under 1970-talet med sorten Fiskeby V. Sen sådd, radhackning och direkttröskning resulterade i medelskördar från 300-400 kg/ha i mellersta Sverige till 1000-1500 kg/ha i Skåne och på Öland (Bengtsson & Larsson, 1979). SLU:s provodlingar under 2006 med den kanadensiska sorten OAC Vision gav liknande skördeutfall (Fogelfors, pers. medd. 2008) och näringsvärdena var jämförbara med de tabulerade i manualen för slaktkycklinghybriden Ross (2002).

Det råder en viss osäkerhet vad beträffar tillförlitligheten i lupinens (*Lupinus ssp.*) näringsvärde och dess användbarhet i fjäderfäfoder (Gordon & Charles, 2002). Innehållet av alkaloider i de bittra sorterna har dock visats ha en negativ effekt på slaktkycklingars tillväxt (Gordon & Charles, 2002) men Hammershøj & Steinfeldt (2005) fann att blå lupin (*L. angustifolius*) kunde ingå i värphönsfoder med 250g/kg, förutsatt att dieten berikades med en metioninkälla. Studien visade att foderkonsumtionen var signifikant mindre för gruppen som fick 250g/kg i jämförelse med gruppen som fick 150g/kg, varför författarna rekommenderar ett lämpligt bete i samband med den högre andelen lupininblandning. Olkowski *et al.* (2001) studerade de kliniska symptomen av 40 % inblandning med *L. angustifolius* till slaktkycklingar och noterade att minskad foderkonsumtion och tillväxt ibland även följdes av specifika tecken på akut och kronisk förgiftning hos några fåglar. Diaz *et al.* (2006) fann att 300g/kg av vit lupin (*L. albus*) reducerade tillväxten under slutuppfödningen, men att effekten inte kunde påvisas när tillväxten under hela uppfödningstiden jämfördes med kontrollgruppen. Lupin har den högsta halten av råprotein bland baljväxterna (Sundrum, 2005), men en medioker aminosyraprofil och brister i halterna av metionin, lysin och tryptofan (Larbier & Leclercq, 1994).

Fodervickerns (*Vicia sativa*) användning begränsas till en del av dess innehåll av substansen β -cyanoalanin, vilken är korrelerad med tillväxtstörningar och dessutom tros inhibera de kroppsegna enzymer som fågeln behöver i metabolismen av svavelhaltiga aminosyror (Darre *et al.* 1998). I ett försök av Gül *et al.* (2005) undersöktes effekten av bl.a. metionin-supplement till värphöns som utfodrades med 22 % fodervicker och fann att de negativa effekterna av fodervicker till en del kunde lindras. Farran *et al.* (2001) citerar studier som visat att mortalitet till följd av fodervicker uppstår vid en andel av ca 50 % till värphöns och 30 % till slaktkycklingar och att en inblandning med 10 % påverkar produktion och foderkonsumtion hos värpande hönor. Fodervicker har en råproteinhalt runt 25 % och är en generellt bra lysin, leucin och arginin-källa men saknar ett tillräckligt innehåll av svavelhaltiga aminosyror och tryptofan (Darre *et al.* 1998).

Proteinet i mjöl av lucern (*Medicago sativa*) är rikt på aminosyror tryptofan, lysin samt treonin och anrikas till över 50 % av torrsubstansen när råvaran pressas. Användningen av lucernmjöl begränsas till största delen av dess låga energitäthet (Larbier & Leclercq, 1994).

Oljeväxter

Som tidigare nämnts är alla processteg som involverar hexan eller andra organiska lösningsmedel förbjudna inom ekologisk foderhantering (EEG nr 2092/91), varför ekologiska producenter är hänvisade till att använda obehandlade frön eller den mer fetrika presskakan.

Andelen raps (*Brassica napus*) i värphönsfoder har som tidigare nämnts, länge begränsats med anledning av de problem som uppstått vid en ofullständig nedbrytning av sinapin hos bruna hybrider. Flera utfodringsrekommendationer är skrivna med hänsyn till de kvalitetsfel som noterats i ägg (Gordon & Charles, 2002; Najib & Al-Khateeb, 2004), men då Honkatukia lokaliserat den genetiska mutation som var orsaken till problemet samt utvecklat ett test för densamma (2006), finns det skäl att omvärdera rapsens potential. Malning av rapsfrö har visats positivt påverka smältbarheten av protein och fett (Larbier & Leclercq, 1994), men fröstorleken och mängden fett försvårar processen (Meng *et al.* 2006). Gordon *et al.* (2004) fann att en något lägre tillväxt var att vänta, men att det därutöver var möjligt att låta hela rapsfrön utgöra 100 g/kg till slaktkyckling utan att det gav negativa effekter på produktion och hälsa. Najib & Al-Khateeb (2004) noterade att värphöns kunde utfodras med 5 % hela rapsfrön och Gordon *et al.* (2004) föreslog 6 %. Meng *et al.* (2006) jämförde en blandning av

rapsmjöl och rapsolja med hela rapsfrön samt effekten av att tillsätta olika enzymer till den senare, och fann att de hela frönas generellt lägre näringsvärde effektivt kunde förbättras med enzymtillsats.

Användningen av oljedådran (*Camelina sativa*) i fjäderfäfoder begränsas liksom flera medlemmar i *Brassica* av dess innehåll av glukosinolater. Oljedådran innehåller sällsynta alifatiska glukosinolater med långa sidokedjor och vars derivat är ofullständigt studerade med avseende på kemisk natur och toxicitet (EFSA, 2008). Detta har gjort att oljedådran är listad som en oönskad substans i djurfoder i direktivet 2002/32/EC och dess användning är i dagsläget förbjuden inom EU. Acamovic *et al.* (1999) undersökte oljedådrans näringsvärden för slaktkyckling och presenterade låga smältbarhetskoefficienter för energi och kväve samt en låg kvot omsättbar energi i förhållande till bruttoenergi, vilket författarna antog berodde på grödans innehåll av NSP och föreningar som glukosinolater. Ryhänen *et al.* (2007) fann att slaktkycklingar växte sämre med ökande andel oljedådra (0%, 5%, 10 %) samt minskade sitt foderintag och fick försämrad foderomvandlingskapacitet. Ryhänen *et al.* kunde dock påvisa en signifikant ökning av omega-3 fettsyror i slaktkroppen till följd av utfodring med oljedådra, vilket styrks av en studie av Rokka *et al.* (2002) som fann motsvarande effekt på omega-3 halten i ägg vid tillsats av 5 % olja från oljedådra. Paulsen *et al.* (2005) refererar till flera indikationer på att utfodring av presskaka från oljedådra har en negativ inverkan på köttkvalité och kan orsaka förstörade organ. Oljedådrans funktion i ekologisk odling har studerats och Paulsen *et al.* (2006) fann att oljedådra i samodling med lin och ärtor effektivt reducerade ogräsets spridning.

Frö av lin (*Linum usitatissimum*) har uppmärksamats inom fjäderfänutrition med anledning av intresset för att berika ägg och kött med omega-3 fettsyror. Amini & Ruiz-Feria (2007) fann att värphöns som gavs linfrö lade ägg med signifikant högre koncentration av omega-3 redan en vecka efter det att försöket börjat samt att andelen linfrö som uppgick till 12% av dieten inte påverkade fåglarnas hälsa. Som proteinråvara till producerande fjäderfä är linfrö begränsat genom det låga innehållet av metionin och lysin, samt av ett antal ANF (Gordon & Charles, 2002). Rodríguez *et al.* (2001) fann en linjär negativ korrelation mellan ökande andel malda linfrön och smältbarheten för energi, fett och aminosyror vid en inblandning av 8, 12 och 16 % till slaktkyckling. Författarna noterade dessutom en ökande viskositet i träcken, vilket utgjorde uppslaget för en uppföljande studie av Rebolé *et al.* (2002) där den nutritionella effekten av det växtslem som har associerats med linfrö undersöktes. Studien kunde styrka hypotesen att växtslemmet ökade träckens viskositet samt visa på en reduktion i näringsvärde med ökande andel tillsatt växtslem i foder utan linfrö, med undantag för smältbarheten av protein och aminosyror.

Få studier har belyst användbarheten av frökaka från hampa (*Cannabis sativa*) inom fjäderfäfoder. Silversides & Lefrançois (2005) studerade effekten av inblandning av presskaka från hampa som odlas för fiberändamål och fann att parametrarna äggproduktion, konsumtion och omvandling av foder, äggkvalité och förändringar i hönans vikt inte påverkades av 20 % inblandning. I studien påvisades dessutom en reduktion av palmitinsyra och en ökning av linolsyra samt α -linolsyra i äggen i samband med ökande andel hampافرö. Hampافرöets innehåll av den narkotiska substansen tetrahydrocannabinol (THC) har begränsat odlingen av sorter som sätter särskilt mycket frö. Den finska frösorten Finola, vilken är framtagen för odling på nordliga breddgrader, har dokumenterats överskrida gränsvärdet (0,2 %) för THC och är under 2008 otillåten att odla (SJV, 2008).

Solrosens (*Helianthus annuus*) aminosyraprofil gör grödan särskilt lämplig till fjäderfä då den trots sin låga lysinhalt är förhållandevis rik på svavelhaltiga aminosyror. Inblandningsgraden begränsas inte av ANF, men solrosens medelmåttiga energivärde kan påverka dess användbarhet till slaktkyckling (Larbier & Leclercq, 1994). Arija *et al.* (1998) visade att 5 % inblandning av hela, obehandlade solrosfrön med 50 % fett till slaktkyckling minskade foderkonsumtion och viktökning, men att 5 % av solrosskal i fodret inte hade några negativa effekter. Selvaraj & Purushothaman (2004) fann att 20 % inblandning av solros med 37,8 % fett inte hade en negativ inverkan på slaktkyckling, men att 15 och 20 % istället förbättrade foderomvandlingsförmågan. San Juan & Villamide (2001) fann att smältbarheten för energi, fett och aminosyror sjönk då råvaran extraherades kemiskt, men att endast lysin påverkades vid mekanisk pressning. Rama Rao *et al.* (2006) studerade solros som substitut till sojamjöl i kycklingars start- och slutfasfoder och fann att två tredjedelar av sojan kunde ersättas med solros utan negativa effekter på produktionen. Trots att solrosolja tillsattes i fodret för att höja energitätheten, hade de studerade foderblandningarna lägre energi per kilo än normalt.

Gräs

Spannmålen bidrar till foderstaten med energi, råprotein, mineraler och andra näringsämnen, men saknar oftast det aminosyra-mönster som efterfrågas bland proteinfodermedlen.

Intresset för odling av ekologisk naken havre (*Avena nuda*) är inte kartlagt, men flera studier belyser dess höga proteinvärde och möjligheterna till en användning inom fjäderfäfoder (Gordon & Charles, 2002). Hsun & Maurice (1992) fann att det var möjligt att låta 66 % av värphönans foder utgöras av naken havre, med något minskad färg på äggens gula som enda påvisbara konsekvens. Cave *et al.* (1992) kom till resultatet att effekterna av naken havre på äggkvaliteten inte begränsade dess inblandning men Poste *et al.* (1996) noterade vissa negativa effekter på köttets smakkvalité då naken havre utgjorde 50 % av fodret till slaktkyckling. Peltonen-Saino & Kirkkari (2004) jämförde den nakna havrens svagheter med dess styrkor och menade att för den som vill odla och använda den nakna havren inom gården uppväger grödans nutritionella värde problemet med låg ogräskonkurrens och svampangrepp.

Övriga proteinkällor

Flera biprodukter från industriella processer inom t.ex. kvarnindustrin och mejeriindustrin har lyfts fram som potentiella bidrag till proteinförsörjningen av fjäderfä. Skummjölkspulver har en god aminosyraprofil och vetets skalfraktioner har generellt en högre proteinhalt än kärnan (Larbier & Leclercq, 1994), men biprodukternas användning är ofta starkt begränsade av priset eller förutsättningarna för att särskilja biprodukterna ämnade för ekologisk produktion från de konventionella, såsom föreskrivits i (EEG) 2092/91. Det är väl dokumenterat att marina proteinkällor är rika på svavelhaltiga aminosyror (Larbier & Leclercq, 1994) och användningen av såväl konventionellt som ekologiskt fiskmjöl har varit utbredd. Jönsson (2008) har studerat möjligheterna att ersätta fiskmjöl med mjöl av musslor till värphöns. Den proteinrika musslan har aktualiserats med anledning av överfiskningen av haven, ökade krav på resurshushållning inom ekologisk produktion samt dess förmåga att tillgodogöra sig läckage av N och P. Jönsson fann att musselmjöl ökade gulans färg och att 9 % musselmjöl kunde blandas i fodret utan att äggens kvalité eller hönans produktion påverkades, med undantag för en mindre reduktion i värpprocent mellan 6 % och 9 % inblandning.

Diskussion

Det är troligt att den framtida proteinförsörjningen av ekologiskt fjäderfä kommer att inbegripa ett större antal fodermedel än det lilla fåtal som idag prövats. Den ekologiska

växtodlingen är förknippad med risker såsom mindre skördar (Kirchmann *et al.* 2007) och lägre proteinnivåer i grödan (Buchanan *et al.* 2007). Den ekologiska fjäderfäproducenten är hänvisad att odla proteinrika grödor vars nutritionella värde till stor del påverkas av dess innehåll av ANF (Gordon & Charles, 2002). Detta gör att industriella biprodukter och marina proteinkällor får en särskild betydelse. För användningen av ekologiska kvarnbiprodukter såsom vetekli, eller biprodukter från mejeriet såsom mjölkpulver, har storleken på odling och invägning av ekologisk spannmål och mjölk inte motiverat en särskiljning från konventionella varor i processledet. Allteftersom den ekologiskt odlade arealen och den ekologiska mjölkinvägningen ökar torde fördelarna med separering komma i nytt ljus. Om de ekologiska producenterna skapar en efterfrågan och har möjlighet att betala för alternativa foderråvaror, kommer dessa sannolikt att finnas tillgängliga. Detta är i sin tur avhängigt pris på ekologisk slaktkyckling och ägg, vilket inte förväntas sjunka med anledning av en ökande efterfrågan i butik. Incitamenten för musselmjölets användning stärks av musslans höga vattenrenande kapacitet. Intresset för utnyttjandet av andra proteinkällor såsom torkad drank från ekologisk spritframställning m.m. kan komma att öka med en allmänt stigande efterfrågan på ekologiska varor.

Slutsatsen av den här litteraturöversikten är att det tycks möjligt försörja fjäderfä i produktion med 100 % ekologiskt foder år 2012, förutsatt att intresset för odling och utfodring av alternativa proteingrödor omsätts i produktion och i kontrollerade försök. Ärtor, åkerböna, naken havre samt raps, hampa och solros framstår som potentiella fodermedel. Alternativa vägar att tillgodose fågelns metioninbehov bör studeras utförligare utifrån perspektivet att en obalanserad foderstat med avseende på protein belastar såväl djurvälstånd som producentens ekonomi samt miljön.

Referenser och litteraturförteckning

- Acamovic, T., Gilbert, C., Lamb, K. & Walker, K. C. 1999. Nutritive value of *Camelina sativa* meal for poultry. *British Poultry Science* 40:27–41
- Alonso, R., Aguirre, A. & Marzo, F. 2000. Effects of extrusion and traditional processing methods on antinutrients and *in vitro* digestibility of protein and starch in faba and kidney beans. *Food Chemistry* 68:159-165
- Ambrosen, T. & Pedersen, V. E. 1997. The Influence of Protein Level in the Diet on Cannibalism and Quality of Plumage of Layers. *Poultry Science* 76:559–563
- Anselme, M., Tangni, E. K., Pussemier, L., Motte, J.-C., Van Hove, F., Scheider, Y.-J. Van Peteghem, C. & Larondelle, Y. 2006. Comparison of ochratoxin A and deoxynivalenol in organically and conventionally produced beers sold on the Belgian market. *Food Add. Cont.* 23(9): 910–918
- Arija, I., Brenes, A., Viveros, A. & Elites, R. 1998. Effects of inclusion of full-fat sunflower kernels and hulls in diets for growing broiler chickens. *Anim. Feed Sci. Tech.* 70 (1998) 137-149
- Bengtsson, A. & Larsson, S. 1979. Odlingstekniska försök med sojaböner. Inst f växtodl, SLU, Uppsala. Rapport 74
- Berg, C. 2001. Health and welfare in organic poultry production. *Acta vet. scand. Suppl.* 95, 37-45.
- Buchanan, N. P., Hott, J. M., Kimbler, L. B. & Moritz, J. S. 2007. Nutrient Composition and Digestibility of Organic Broiler Diets and Pasture Forages. *J. Appl. Poult. Res.* 16:13–21
- Castanon, J. I. R. & Perez-Lanzac, J. 1990. Substitution of fixed amounts of soyabean meal for field beans (*Vicia faba*), sweet lupins (*Lupinus albus*), cull peas (*Pisum sativum*) and vetches (*Vicia sativa*) in diets for high performance laying leghorn hens. *British poultry science* 31:1-173

- Cave, N. A., Poste, L. M., Butler, G., Farnworth, E. E. & Burrows, V. D. 1992. Effect of dietary level of naked oats (*Avena-nuda*) on internal and sensory quality of eggs and on yolk lipid-composition. *Canadian Journal of Animal Science* 72(1):147-153
- Cave, N. A. & Burrows, V. D. 1993. Evaluation of naked oat (*Avena nuda*) in the broiler chicken diet. *Canadian Journal of Animal Science* 73:393-399
- Corre-Hellou, G. & Crozat, Y. 2005. N2 fixation and N supply in organic pea (*Pisum sativum* L.) cropping systems as affected by weeds and pea weevil (*Sitona lineatus* L.). *Europ. J. Agronomy* 22:449–458
- Darre, M. J., Minior, D. N., Tatake, J. G. & Ressler, C. 1998. Nutritional Evaluation of Detoxified and Raw Common Vetch Seed (*Vicia sativa* L.) Using Diets of Broilers. *J. Agric. Food Chem.* 46: 4675-4679
- Diaz, D., Moracchini, M., Masoero, F., Moschini, M., Fusconi, G. & Piva, G. 2006. Pea seeds (*Pisum sativum*), faba beans (*Vicia faba* var. *minor*) and lupin seeds (*Lupinus albus* var. *multitalia*) as protein sources in broiler diets: effect of extrusion on growth performance. *Ital. J. Anim. Sci.* 5:43-53
- Directive 2002/32/EC of the European Parliament and of the Council of 7 May 2002 on undesirable substances in animal feed
- EFSA. 2008. Opinion of the Scientific Panel on Contaminants in the Food Chain on a request from the European Commission on glucosinolates as undesirable substances in animal feed. *The EFSA Journal* 590, 1-76
- Ekologiska Lantbrukarna. 2007. Växande marknad–Försäljning, volymer & trender för ekologisk mat.
- Ekstrand, C., Algers, B. & Svedberg, J. 1997. Rearing conditions and foot-pad dermatitis in Swedish broiler chickens. *Preventive Veterinary Medicine* 31:167-174
- El-Hady, E. A. Abd. & Habiba, R. A. 2003. Effect of soaking and extrusion conditions on antinutrients and protein digestibility of legume seeds. *Lebensm.-Wiss. U.-Technol.* 36:285–293
- Elkoca, E., Kantar, F. & Sahin, F. 2008. Influence of Nitrogen Fixing and Phosphorus Solubilizing Bacteria on the Nodulation, Plant Growth, and Yield of Chickpea. *J. of Plant Nutr.* 31:157–171
- Farran, M. T., Dakessian, P. B., Darwish, A. H., Uwayjan, M. G., Dbouk, H. K., Sleiman, F. T. & Ashkarian, V. M. 2001. Performance of Broilers and Production and Egg Quality Parameters of Laying Hens Fed 60% Raw or Treated Common Vetch (*Vicia sativa*) Seeds. *Poult Sci* 80:203–208
- Francesch, M. & Brufau, J. 2004. Nutritional factors affecting excreta/litter moisture and quality. *World's Poultry Science Association*, 60
- Fru-Nji, F., Niess, E. & Pfeffer, E. 2007. Effect of graded replacement of soybean meal by faba beans (*Vicia faba* L.) or field peas (*Pisum sativum* L.) in rations for laying hens on egg production and quality. *The Journal of Poultry Science* 44:34-41
- Gordon, S. H., & Charles, D. R. 2002. *Niche and Organic Chicken Products - their technology and scientific principles*. Nottingham, Nottingham University Press
- Gordon, S. H., Short, F., Wilson, D. W. & Croxall, R. 2004. The effect of dietary concentration of rapeseed meal or whole rapeseed on broiler performance and litter quality. '2004 SPRING MEETING OF THE WPSA UK BRANCH PAPERS', *British Poultry Science*, 45:2
- Gül, M., Yörük, M. A., Hayırlı, A., Turgut, L. & Karaoğlu, M. 2005. Effects of Additives on Laying Performance and Egg Quality of Hens Fed a High Level of Common Vetch Seed (*Vicia sativa*) During the Peak Period. *J. Appl. Poult. Res.* 14:217–225
- Hammershøj, M. & Steinfeldt, S. 2005. Effects of Blue Lupin (*Lupinus angustifolius*) in Organic Layer Diets and Supplementation with Foraging Material on Egg Production and Some Egg Quality Parameters. *Poultry Science* 84:723–733

- Hauggard-Nielsen, H., Jørnsgaard, B., Kinane, J. & Jensen, E. S. 2008. Grain legume–cereal intercropping: The practical application of diversity, competition and facilitation in arable and organic cropping systems. *Renewable Agriculture and Food Systems*: 23(1); 3–12
- Hancock, J., Weller, R. & McCalman, H. 2003. 100% Organic Livestock Feeds –preparing for 2005. Organic Centre Wales, Institute of Rural Studies, University of Wales, Aberystwyth, Ceredigion
- Honkatukia, M. 2006. A genetic marker against fishy taint in brown egg layers. Proceedings of the 8th World Congress on Genetics Applied to Livestock Production, Belo Horizonte, Minas Gerais, Brazil, 13-18 August, 2006
- Hsun, C.-L. & Maurice, D. V. 1992. Nutritional value of naked oats (*Avena Nuda*) in laying hen diets. *British Poultry Science* 33(2):355 - 361
- Igbasan, F. A. & Guenter, W. 1997. The Influence of Micronization, Dehulling, and Enzyme Supplementation on the Nutritional Value of Peas for Laying Hens. *Poultry Science* 76:331–337
- Jacob, J. P. 2007. Nutrient Content of Organically Grown Feedstuffs. *J. Appl. Poult. Res.* 16:642–651
- Jönsson, L. 2008. Can mussel meal replace fish meal in feeds for organic poultry? Hudjurens utfodring och vård, Kungsängen, Uppsala. Lämnat för referee-granskning.
- Kirchmann, H., Bergström, L., Kätterer, T., Mattsson, L. & Gesslein, S. 2007. Comparison of Long-Term Organic and Conventional Crop–Livestock Systems on a Previously Nutrient-Depleted Soil in Sweden. *Agron. J.* 99:960–972
- Konashi, S., Takahashi, K. & Akiba, Y. 2000. Effects of dietary essential amino acid deficiencies on immunological variables in broiler chickens. *British Journal of Nutrition* 83:449-456.
- Kouba, M. 2003. Quality of organic animal products. *Livestock Production Science* 80:33-40
- Larbier M. & Leclercq B. 1994. *Nutrition and Feeding of Poultry*. Nottingham, Nottingham University Press
- Lund, V. & Algers, B. 2003. Research on animal health and welfare in organic farming –a literature review. *Livestock Production Science* 80:55-68
- Magkos, F., Arvaniti, F. & Zampelas, A. 2003. Putting the safety of organic food into perspective. *Nutrition Research Reviews* 16:211-221
- Meng, X., Slominski, B. A., Campbell, L. D., Guenter, W. & Jones, O. 2006. The Use of Enzyme Technology for Improved Energy Utilization from Full-Fat Oilseeds. Part I: Canola Seed. *Poultry Science* 85:1025–1030
- Moritz, J. S., Parsons, A. S., Buchanan, N. P., Baker, N. J., Jaczynski, J., Gekara, O. J. & Bryan, W. B. 2005. Synthetic Methionine and Feed Restriction Effects on Performance and Meat Quality of Organically Reared Broiler Chickens. *J. Appl. Poult. Res.* 14:521–535
- Najib, H. & Al-Khateeb, S. A. 2004. The Effect of Incorporating Different Levels of Locally Produced Canola Seeds (*Brassica napus*, L.) In the Diet of Laying Hen. *Int. J. of Poult. Sci.* 3 (7): 490-496
- O’Connel, K. & Lynch, B. 2004. Organic Poultry Production in Ireland – Problems and possible solutions. Rapport. The Agriculture and Food Development Authority of Ireland
- Padel, S. 2005. Overview of supply and demand for concentrated organic feed in the EU in 2002 and 2003 with a particular focus on protein sources for mono-gastric animals. Report sub-work package 4.2 in the EU- project: Research to support the EU-regulation on Organic Agriculture
- Paulsen, H. M., Weissmann, F., Fischer, K., Halle, I., Matthäus, B., Bauer, M., Pscheidl, M. & Vogt-Kaute, W. 2005. Oilcake of false flax as component of organic feeding rations: State of research. *Tierernährung* 387
- Paulsen, H. M., Schochow, M., Ulber, B., Kuhne, S. & Rahmann, G. 2006. Mixed cropping systems for control of weeds and pests in organic oilseed crops. *Ingår i: Atkinson, C., Ball, B., Davies, D.*

- H. K., Rees, R., Russell, G., Stockdale, E. A., Watson, C. A., Walker, R. & Younie, D. Eds. Aspects of Applied Biology 79, What will organic farming deliver? COR 2006, 215-219
- Peltonen-Sainio, P., Jauhiainen, L. & Kirkkari, A.M. 2004. Characterising strengths, weaknesses, opportunities and threats in producing naked oat as a novel crop for northern growing conditions. *Agricultural and food science* 13(1-2):212-228
- Rahmann, G. & Böhm, H. 2005. Organic Fodder Production in Intensive Organic Livestock Production in Europe: Recent Scientific Findings and the Impact on the Development of Organic Farming. In: Rowlinson et al. (eds): Integrating Livestock-Crop Systems to meet the challenges of globalisation. Proc. of the AHAT/BSAS International Conference, 1:471-485
- Rama Rao, S. V., Raju, M. V. L. N., Panda, A. K. & Reddy, M. R. 2006. Sunflower seed meal as a substitute for soybean meal in commercial broiler chicken diets. *Brit. Poult. Sci.* 47(5):592—598
- Rebolé, A., Rodríguez, M. L., Ortiz, L. T., Alzueta, C. Centeno, C. & Treviño, J. 2002. Mucilage in linseed: effects on the intestinal viscosity and nutrient digestion in broiler chicks. *J Sci Food Agric* 82:1171–1176
- Regeringens skrivelse 2005/06:88. Ekologisk produktion och konsumtion – Mål och inriktning 2010.
- Rodríguez, M. L., Alzueta, C., Rebolé, A. Ortiz, L. T., Centeno, C. & Treviño, J. 2001. Effect of inclusion level of linseed on the nutrient utilisation of diets for growing broiler chickens. *Brit. Poult. Sci.* 42:368–375
- Rokka, T., Alén, K., Valaja, J. & Ryhänen, E.-L. 2002. The effect of a *Camelina sativa* enriched diet on the composition and sensory quality of hen eggs. *Food Research International* 35:253–256
- Ross Manual, 2002
- Ryhänen, E.-L., Perttilä, S., Tupasela, T., Valaja, J., Eriksson, C. & Larkka, K. 2007. Effect of *Camelina sativa* expeller cake on performance and meat quality of broilers. *J Sci Food Agric* 87:1489–1494
- San Juan, L. D. & Villamide, M. J. 2001. Nutritional Evaluation of Sunflower Products for Poultry as Affected by the Oil Extraction Process. *Poultry Science* 80:431–437
- Selvaraj, R. K. & Purushothaman, M. R. 2004. Nutritive Value of Full-Fat Sunflower Seeds in Broiler Diets. *Poultry Science* 83:441–446
- Silversides, F. G. & Lefrançois, M. R. 2005. The effect of feeding hemp seed meal to laying hens. *British Poultry Science Volume* 46(2):231–235
- SJV. Statens jordbruksverk, 2008.
- Steenfeldt, S., Kjaer, J. B. & Engberg, R. M. 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. *British Poultry Science* 48(4): 454—468
- Sundrum, A. 2005. Possibilities and limitations of protein supply in organic poultry and pig production - Research to support revision of the EU Regulation on organic agriculture. Report. Department of Animal Nutrition and Animal Health, University of Kassel
- Van Krimpen, M. M., Kwakkel, R. P., Reuvekamp, B. F. J., Van der Peet-Schwering, C. M. C., Den Hartog, L. A. & Verstegen, M. W. A. 2005. Impact of feeding management on featherpecking in laying hens. *World's Poultry Science Journal*, 61
- Wang, G., Ekstrand, C. & Svedberg, J. 1998. Wet litter and perches as risk factors for the development of foot pad dermatitis in floor-housed hens. *British Poultry Science* 39(2): 191-197
- Willer, H. & Yussefi, M. (eds). 2007. *The World of Organic Agriculture, Statistics and Emerging Trends 2007. 9th edition*. International Federation of Organic Agriculture Movements IFOAM, Bonn, Germany & Research Institute of Organic Agriculture FiBL, Frick, Switzerland