



Sveriges lantbruksuniversitet
Swedish University of Agricultural Sciences

Institutionen för husdjurens
utfodring och vård (HUV)

FODERMEDEL OCH FODER TILL VÄRPHÖNS OCH SLAKTKYCKLINGAR

Detta kompendium sammanställdes ursprungligen av Klas Elwinger.
Senaste revideringen gjordes i december 2023 av Emma Ivarsson.

INLEDNING	3
TABELLVERK FÖR NÄRINGSREKOMMENDATIONER OCH FODERMEDELS NÄRINGSINNEHÅLL.	3
FJÄDERFÄFODER SKA VÄRMEBEHANDLAS.....	4
FODERSTRUKTUREN SKA VARA ”GROV”	4
STÄRKELSERIKA ENERGIFODERMEDEL	4
Majs	5
Vete.....	5
Korn.....	5
Havre	6
Råg.....	6
Rågvete	7
Ris.....	7
Kassava (tapioka, yuca, maniok).....	7
Biprodukter från spannmål	7
Drank	7
PROTEINRÅVAROR.....	9
Soja	10
Raps	10
Bomulls-, jordnöts-, solros-, linfrömjöl	11
Hampa.....	11
Ärter.....	12
Äkerböna	12
Lupiner.....	12
Potatisprotein och risprotein.....	12
Fiskmjöl.....	13
Majsglutenmjöl, lucernmjöl och andra pigmentkällor	13
Köttfodermjöl och insekter	14
FETT.....	15
AMINOSYROR	15
MINERALFODERMEDEL	16
VITAMINER OCH SPÅRELEMENT	17
ENZYMPREPARAT, FODERANTIBIOTIKA OCH KOCCIDIOSMEDEL.....	17
PROBIOTIKA och PREBIOTIKA.....	18
Tabell 1. Några fodermedels innehåll av protein, fett och kolhydrater (Schutte et al., 1990) (% i ts) samt omsättbar energi för fjäderfä.	19
Tabell 2. Inverkan av foderantibiotika och enzymtillsats på tillväxt och fodereffektivitet.	19
Tabell 3. Fodermedlens näringsinnehåll.....	20
Tabell 4. Fodermedel sorterade efter proteinets innehåll av metionin. Vidare framgår summan av svavelhaltiga aminosyror (met+cystin/cystein) och lysin i råvarans protein, såväl som i procent i varan.	24

FODERMEDEL OCH FODER TILL VÄRPHÖNS OCH SLAKTKYCKLINGAR

Klas Elwinger, Inst. för husdjurens utfodring och vård, SLU

INLEDNING

Denna skrift är undervisningsmaterial och tänkt att bl.a. tjäna som hjälp vid övningar i receptanalys av foderblandningar till värphöns och kycklingar. Dessutom behöver man tillgång till uppgifter om fjäderfäns näringsbehov och fodermedlens näringsinnehåll som finns i tabellverk av olika slag. För den som vill tränga djupare i någon fråga finns länkar till webbaserad information. Länkarna kan gå till såväl svenska som engelskspråkiga hemsidor, beroende på vad som finns att tillgå. De kan i vissa fall också gå till privata firmor och korrektheten och relevansen måste ses i relation till hemsidans skapare. Av detta framgår också att skriftens innehåll studeras bäst i en dator med bredbandsuppkoppling till internet.

TABELLVERK FÖR NÄRINGSREKOMMENDATIONER OCH FODERMEDLENS NÄRINGSINNEHÅLL.

Det tabellverk över näringsrekommendationer till fjäderfä som mest hänvisas till är [National Academy Press \(NRC\), Nutrient Requirements of Poultry](#). Den skriften daterar sig till 1994 varför i dag i praktiken mycket har förändrats, men likväl är det ett standardverk som fortfarande refereras till, dock mest i vetenskapliga sammanhang. Vidare tillhandahåller marknadsförarna av olika djurmaterial sådan information vilken man kan hitta genom att surfa in på deras respektive hemsidor (i.e. [Aviagen](#) ; [Hendrix genetics](#)). [I föreskriften och allmänna råd \(SJVFS 2019:23\) om fjäderfä](#) står det att ” Varje dag ska du ge dina fjäderfä foder som har bra kvalitet och lämplig struktur. Fodret ska ge djuren tillräckligt med näring.” Vidare anger [jordbruksverket](#) att ”det finns inga detaljerade krav på vad ett helfoder ska innehålla för näringsämnen. Det är foderföretagen som ansvarar för att det är sammansatt på ett lämpligt sätt. Om det är ett helfoder ska det tillgodose djurens dagliga näringsbehov”. Näringsinnehållet och energiinnehållet (omsättbar energi) i de vanligaste fodermedlen för fjäderfä i Sverige finns i receptoptimeringsprogrammet Opti-kuckeliku på [www.freefarm.se](#) och på hemsidan för institutionen för Husdjurens utfodring och vård som nås via <https://www.slu.se/institutioner/husdjurens-utfodring-vard/publikationer/>. Notera också att energivärden för våra husdjur uttrycks vanligen som omsättbar energi (eng. metabolizable energy) som bestäms i djurförsök. För fjäderfä är det liktydigt med den energi som finns kvar sedan man dragit ifrån energi som finns kvar i gödsel och urin från intagen bruttoenergi. På fjäderfäfoder ses ofta termen Omsättbar energi (WPSA) vilket innebär att den omsättbara energin i fodret är beräknat utifrån de enskilda råvarornas omsättbara energi vilken beräknats utifrån analyserat innehåll av olika komponenter (tex. ts, aska, stärkelse) som kan variera beroende på råvarans bakgrund och hantering. De analyserade värdena används sedan i givna formler som hittas i (European Table of Energy Values for Poultry Feedstuffs, 1989). De enskilda foderråvarornas beräknade omsättbara energivärden används sedan vid foderoptimeringen och det totala omsättbara energiinnehållet fodret kan på så sätt optimeras. Energiinnehållet i foderblandningar kan också beräknas i efterhand med hjälp av den s.k. EG-formeln (Omsättbar energi (MJ/kg)= $0,1551 \times \% \text{ RP} + 0,3431 \times \% \text{ fett} + 0,1669 \times \% \text{ stärkelse} + 0,1301 \times \% \text{ total socker}$). Vilken används då man känner foderblandningens innehåll av råprotein, fett, stärkelse och socker men inte vet exakta råvarusammansättningen. Livsmedelsverket tabeller för energiinnehåll i livsmedel redovisas endast som bruttoenergi.

FJÄDERFÄFODER SKA VÄRMEBEHANDLAS

Enligt foderföreskriften [Föreskrifter och allmänna råd om foder \(SJVFS 2018:3; 2022:3\)](#) och bestämmelserna för salmonellakontroll är det sedan 1993 obligatoriskt att låta värmebehandla (upphettning till minst 75°C) alla foderblandningar till fjäderfä, vilket för ett fjäderfoder i praktiken innebär pelletering med en 3- eller 5 mm matris, eller ett upphettat mjölfoder. Om 5 mm (gristorlek) används krossas pelletten efter matrisen eller skärs i ca 0,5 cm stora bitar som i den vidare hanteringen faller sönder till en struktur som man kallar pellets-kross. Värmebehandling kan vara problematisk för små fodertillverkare och hemmablandare att åstadkomma. Men som primärproducent behöver du **inte** värmebehandla ditt foder om du använder foderråvaror som du producerat själv eller om du köpt värmebehandlade foderråvaror eller värmebehandlade kompletteringsfoder. En överambitiös upphettning kan försämra fodrets smältbarhet och ge upphov till ökat vatteninnehåll i gödseln. Detta i sin tur ger upphov till smutsiga ägg, kladdiga ströbäddar och sämre inomhusklimat vilket också kan påverka djurhälsan.

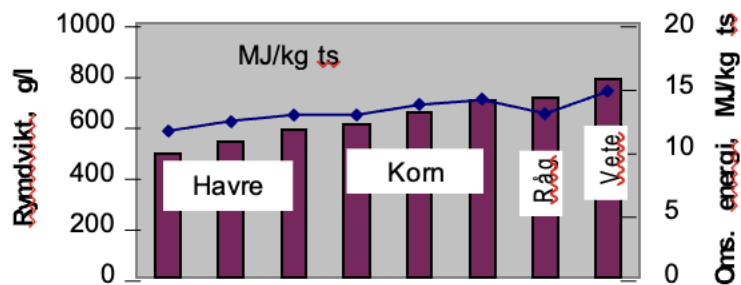
FODERSTRUKTUREN SKA VARA "GROV"

Hönsfåglar är utrustade med en muskelmage för att kunna äta och omsätta hela frön och kärnor. Det är en vanföreställning att de behöver grus för att detta ska fungera väl. Dock är det viktigt att strukturen på fodret inte är för finmald och fjäderfä kan med fördel ges hel spannmål. Med ett finmalet foder får inte muskelmagen tillräcklig stimulans, vilket kan få effekt på både djurhälsa och produktionsresultat, och misstänks kunna ge en blöt gödsel med samma konsekvenser som en för hög pelleterings- temperatur. Malning med ett grovt säll är därför att föredra. Avelsföretagen för såväl kyckling som värphöns ger ut skötselrekommendationer där specifika rekommendationer för foderstruktur anges (i.e [Aviagen](#) ; [Hendrix genetics](#)).

STÄRKELSERIKA ENERGIFODERMEDEL

Spannmål av olika slag utgör den största delen i foderblandningar till värphöns och kycklingar och ingår med ca 50-60 resp. 60-70 %. I svenska blandningar används idag huvudsakligen inhemsk spannmål, vete, rågvete, korn och havre med en stark övervikt för vete. På världsmarknaden finns vidare t.ex. majs, sorghum (durra, milo), cassava (tapioka, maniok) och ris som i vissa prislägen kan vara intressanta om den hygieniska kvaliteten är god.

Spannmålen räknas huvudsakligen som ett "energifodermedel", då proteininnehållet är lågt (varierar mellan ca 90 till max ca 160 g/kg ts). Med spannmålen tillförs dock även ca 50% av proteinbehovet i ett värphönsfoder och ca 40% i ett slaktkycklingfoder. Energiinnehållet i spannmålen varierar med dess innehåll av fibrer som grovt kan skattas genom rymdvikten. *Totalfiberinnehållet* fås som en restkomponent av *torrsustans (ts) minus summan av aska, protein, fett och stärkelse samt lösligt socker* efter analys av dessa. Variationerna är av naturliga skäl (skalfraktionen) betydligt större för korn och havre än för vete. Figuren visar sambandet mellan rymdvikt och energiinnehåll för havre, korn, råg och vete.



Vid en foderoptimering väljs spannmålen som regel för att uppfylla det krav man ställt på en foderblandnings innehåll av omsättbar energi (OE). Spannmålen värderas därför i första hand med hänsyn till priset på innehållet av OE. Med den prissättning man under senare år haft på svensk spannmål premierar detta som regel vete och rågvete framför korn och havre. För att t.ex. havre ska ingå i en foderblandning måste den värderas också med utgångspunkt från andra egenskaper än energiinnehåll.

Majs

Majs är dominerande energikälla i stora delar av världen och kan användas utan några nutritionella restriktioner. Av prisskäl är användningen sparsam i svenska foderblandningar och majs används därför huvudsakligen till speciella nischprodukter (t.ex. Bjärekylkyckling).

Vete

Vete av god hygienisk kvalitet kan i stort sett ingå som enda spannmålsslag i såväl kyckling- som värphönsfoder och i praktiken består ett foder ofta av minst 60% vete. I Sverige talar vi om höst- och vårvete av vilka det finns flera olika sorter med varierande egenskaper där kunskapen om varierande lämplighet ur utfodringssynpunkt är liten. Höstvetesorter betecknas som "vita och mjuka" och anses lämpade för skorpor och mjuka kakor, medan vårveten är "röda och hårda" som företrädesvis används till bakning. Hit hör också s.k. durumveten med hög proteinhalt men låg proteinkvalitet. Dessa vetesorter används främst för pastatillverkning. Det finns också flera korsningar mellan dessa "ursprungssorter" varför särskiljningar i dag är svåra att göra. Då det odlas ca 10 ggr mer höst- än vårvete så kan vi ju också räkna med att det huvudsakligen är höstvete som används till foder. Från utfodringssynpunkt skiljer foderhandeln inte på olika sorter varför vi aldrig kan vara säkra på härkomsten. För fjäderfäfoder eftersträvas en grov struktur vid malningen. Finmalet vete ger, i synnerhet i mjölfoder (d.v.s. ej pelleterat), en klabbig (gluten) konsistens då det blandas med vatten. Sådant foder kan fastna i näbben på kycklingar och höns med infektioner och begränsat foderintag som följd. Vete har rykte om sig att kunna ge upphov till fjäderplockning och kannibalism då stora mängder ges till höns och kycklingar av värphönsras, vilket också visats i vetenskapliga studier. Känsligheten skiljer dock mellan olika djurmaterial. Veteinnehållet kan därför begränsas till 30% i foderblandningar till höns som är känsliga och i flockar och system med känd problematik kring fjäderplockning. Vete innehåller en del svårsmältbara kolhydrater, s.k. non-starch polysaccharides (NSP) i form av pentosaner och arabinoxylaner, och användbarheten till framförallt slaktkycklingar har visats kunna förbättras genom tillsats av enzympreparat med xylanas aktivitet.

Korn

Korn, och även havre, innehåller, också liksom vete svårsmältbara kolhydrater, t.ex. β -glukan, som framförallt kycklingar har problem att omsätta då de enzymer som behövs saknas i

digestionsvätskorna. Problemen yttrar sig i form av en förhöjd viskositet hos tarminnehållet vilket ger en klabbig träck som kan fastna i stjärtduket på kycklingarna under första veckan och orsaka förstoppning. Samtidigt ökar vattenintaget och ströbädden blir våt och klabbig vilket ger sämre hygien och stallklimat. I samband med dessa problem ökar också risken för att kycklingarna skall få en tarminfektion, nekrotiserande enterit (NE), orsakad av en toxinbildande klostridiumbakterie (*Clostridium perfringens*). Samtidigt försämras tillväxt och foderutnyttjande. En stor del av de problem som här nämnts och som orsakas av svårsmältbara kolhydrater kan elimineras genom att man i samband med fodertillverkningen, liksom när det gäller vete, blandar in enzympreparat med β -glukanas-, pentosanas- och cellulasaktivitet. Risken för NE är dock inte specifikt för foderblandningar med högt innehåll av korn utan kan förekomma även i andra sammanhang.

Av skäl som angetts ovan är man något försiktig med användning av korn till slaktkycklingar, kanske inte mer än ca 20%, vissa foderföretag tycker kanske att även det är för mycket. Till vuxna djur, d.v.s. värphöns kan utan olägenheter upp till 30% korn ingå. En nackdel kan i så fall vara en förhöjd vattenhalt i gödseln eventuellt förenat med en ökad andel "smutsagg" med kvalitetsavdrag som följd. I förebyggande syfte tillsätts ofta enzympreparat även till värphönsfoder.

Havre

Begränsande för användningen av havre i värphönsfoder är skalfraktionen som utgör ca 30% av totalvikten. Blandar man in mer än 15-20% havre kan ett foder som inte är pelleterat lätt "hänga sig" i fodersilos och -automater. Genom pelletering utgör "hängning" inte något hinder för användning av havre. Skalfraktionen bidrar dock till att pelleterna lätt faller sönder till mjöl igen och därför ingår sällan mer än 20% havre i foder till värphöns eller slaktkyckling. Havrens låga energiinnehåll i förhållande till priset är ofta ofördelaktigt i jämförelse med andra spannmålslag och därför är det sällsynt att havre används i större mängd i slaktkycklingfoder.

Internationellt har havre låg status som råvara i fjäderfäfoder, vilket också smittat av sig på svensk foderindustri. Havre har emellertid flera positiva sidor som råvara i fjäderfäfoder. En ensidig värdering med hänsyn till energiinnehållet innebär därför en klar undervärdering av havren. Utmärkta produktionsresultat har i försök uppnåtts med både värphöns och slaktkycklingar då hela spannmålsdelen i foderblandningen utgjorts av havre av god kvalitet. Havre innehåller mer fett än övriga inhemska spannmålslag. Fettets förhållandevis höga omättnadsgrad utgör här inget hinder som t.ex. hos slaktsvin. Havre är också vitaminrikare än andra sädesslag, bl.a. av A, E och C-vitamin som är antioxidanter vilket är positivt för immunförsvaret och också verkar konserverande. Havre har också egna unika hälsobefrämjande antioxidanter, avenantramider. Proteinets biologiska värde är högre i havre än i andra spannmålsslag. Fiberinnehållet och/eller eventuellt andra egenskaper hos havren ger ofta antydning till en positiv inverkan på resultaten, framför allt i kombination med vete. T.ex. har visats att vete utbytt mot havre kan minska problem med fjäderplockning hos värphöns, då sådan förekommer. Därför kan en inblandning av åtminstone ca 10 % havre rekommenderas om fodret härigenom inte avsevärt fördras.

Råg

Råg är mindre lämpligt för fjäderfä, särskilt kycklingar, främst pga. innehållet av svårsmältbara kolhydrater (pentosaner). Tillsats av lämpligt enzympreparat till råg, liksom rågvete, ökar användbarheten. Vid ett fördelaktigt pris kan man tillåta max 5-10%.

Rågvete

Rågvete odlas i större utsträckning framför allt i Polen. I Sverige motsvarade rågveteskörden ca 6 % av veteskörden. Rågvete kan i rätt stor utsträckning ersätta vete i foderblandningar till fjäderfä. Näringsmässigt och från användbarhetssynpunkt ligger det närmare vete än råg men varierar med sorten.

Ris

Råris (paddy) innehåller ca 20% skal på viktsbasis och skalas mestadels innan det användas för human konsumtion. Olika grader av skalat ris finns också tillgängligt för foderändamål och anses, om den hygieniska kvaliteten är godtagbar, kunna användas relativt obegränsat till fjäderfä. Den yttersta skalfraktionen som innehåller upp till 20 % kiselsyra har skarpa kanter är därför inte lämplig som foder. Nästa fraktion (risklimjöl) som består av perikarp-, aleuron-, grodd- och en del av endospermskiktet är mycket näringsrikt men har låg hållbarhet p.g.a. högt fettinnehåll (ca 12%) med hög omättnadsgrad vilket ger risk för härskning. Den extraherade varianten av risklimjöl är därför att föredra.

Kassava (tapioka, yuca, maniok)

Kassava är en perenn växt som odlas i de låglänta tropiska delarna av världen för sina stärkelserika (ca 70%) rotknölars skull. Produkten är giftig innan den på olika sätt befriats från sitt innehåll av cyanogena glykosider men kan då ersätta spannmål i fjäderfäfoder om det låga proteininnehållet balanseras på lämpligt sätt. Som andra produkter från tropiktrakterna måste man alltid vara uppmärksam på den hygieniska kvaliteten.

Biprodukter från spannmål

Kvarnbiprodukter som är aktuella att använda i fjäderfäfoder är framförallt vetefodermjöl och vetekli. Proteinhalten och proteinets biologiska värde är högre än i helvetemjöl. Fodermjölet, som är den fraktion i kärnan som sitter närmaste endospermet (frövit), har lägre växttrådhalt och högre energiinnehåll än kliet. Upp till ca 10% vetefodermjöl och 5% vetekli kan accepteras i kycklingfoder, något mer i värphönsfoder. Utvecklingen av lämpliga enzympreparat som ökar utnyttjandet av de växttrådrigare delarna kan komma att öka användbarheten av dessa produkter i framtiden. Maltgroddar är de avputsade rotspetsarna från korn vid mältningen (groningen) vid öltillverkning. Maltgroddar är ett utmärkt fodermedel som kan ingå med upp till 10 %.

Drank

Drank är en biprodukt vid etanoltillverkning. Etanol kan tillverkas från ett flertal råvaror som innehåller socker eller stärkelse och som i sin tur kan brytas ner till socker. I Sverige används idag huvudsakligen höstvetete som råvara, men även andra spannmålslag och restprodukter kan användas som substrat. I Nordamerika där majs är den huvudsakliga råvaran rekommenderar en användning av ca 10 % av restprodukten (s.k. distillers dried grains with solubles, DDGS) i fjäderfäfoder. Försök med vetedrank till fjäderfä är sparsamma, men det som gjorts tyder på att den kan jämföras med majsprodukten. Näringsinnehållet kan dock variera beroende på utgångsmaterial och processen. Under etanolproduktionen utnyttjas stärkelsen i vete, vilket gör att proportionen av övriga näringsämnen som protein, fett, mineraler och NSP ökar och drank har ungefär tre gånger mer NSP än vete vilket begränsar dess användbarhet i fjäderfäfoder. Tillsatts av NSP-nedbrytande enzym skulle kunna öka dess användbarhet, men behöver undersökas närmre i försök. Hygienien är också mycket viktig, ty eventuell förekomst av mögelgifter förstörs inte under processen utan anrikas i dranken.

PROTEINRÅVAROR

Innehållet av kolhydrater är lägre i vegetabiliska proteinråvaror men andelen av svårsmältbara kolhydrater (NSP) ofta större än i spannmål vilket sänker innehållet av omsättbar energi (tabell 1). Till NSP räknas också pentosaner och β -glukaner som nämnts ovan i samband med spannmål.

Det pågår en forskning och utveckling för att ta fram enzympreparat som förbättrar utnyttjandet av NSP i vegetabiliska proteinråvaror på samma sätt som i spannmål.

Vanliga vegetabiliska proteinråvaror för fjäderfä är sojamjöl, rapsmjöl och ärter. Majsglutenmjöl och potatisprotein kan också förekomma i lägre inblandning. Lupiner är aktuella i mån av kvalitet, tillgång och pris. Flera sorter förekommer och vitblommig sötlupin med lågt innehåll av toxiska alkaloider är att föredra.

Sojaböna, rapsfrö, linfrö, solrosfrö innehåller ca 20, 45, 40 resp. 30 % fett (olja) och är exempel på växter som i huvudsak odlas för sina oljeegenskaper. Efter att oljan utvunnits ur fröet kan restprodukten användas för foderändamål. Man skiljer härvid på mjöl (t.ex. soja- och rapsmjöl) som återstår sedan oljan extraherats med ett kemiskt lösningsmedel (vanligen hexan). Mjölen innehåller ca 2 % fett. Oljan kan också utvinnas mekaniskt genom pressning. Den återstående produkten kallas då kaka eller expeller och innehåller mer fett/olja än mjölet. Kakorna är också användbara i utfodringssammanhang och är genom oljeinnehållet energirikare än mjölen. Oljornas omättnadsgrad försämrar dock lagringsegenskaperna och ökar risken för att fodret ska härska. I ekologiska foder kan man endast använda sig av kakor/expeller då reglerna sätter stopp för användning av råvaror som varit utsatta för kemiska lösningsmedel.

Protein är sammansatt av aminosyror och proteinets kvalitet avgörs bl.a. av hur väl proportionerna av för djuret livsnödvändiga aminosyror överensstämmer med dess behov. Vid fullständig (100 %) överensstämmelse säger man att sammansättningen är "ideal". Livsnödvändiga (essentiella) näringsämnen är sådana som inte kan bildas i kroppen från andra med födan tillförda näringsämnen utan måste utgöra en del av det dagliga foderintaget som svarar upp mot djurets behov. Den viktigaste essentiella aminosyran från fjäderfäsynpunkt är metionin. I andra hand kommer vanligen lysin och därefter treonin. Figur 2 visar för de vanligaste förekommande, samt några andra speciellt metioninrika fodermedel, hur väl innehållet av metionin och lysin i *proteinet* överensstämmer med behovet för äggproduktion. Figuren ger en förklaring till varför fiskmjöl är en aktuell råvara i ekologiska foder, där inblandning av rena aminosyror inte tillåts.

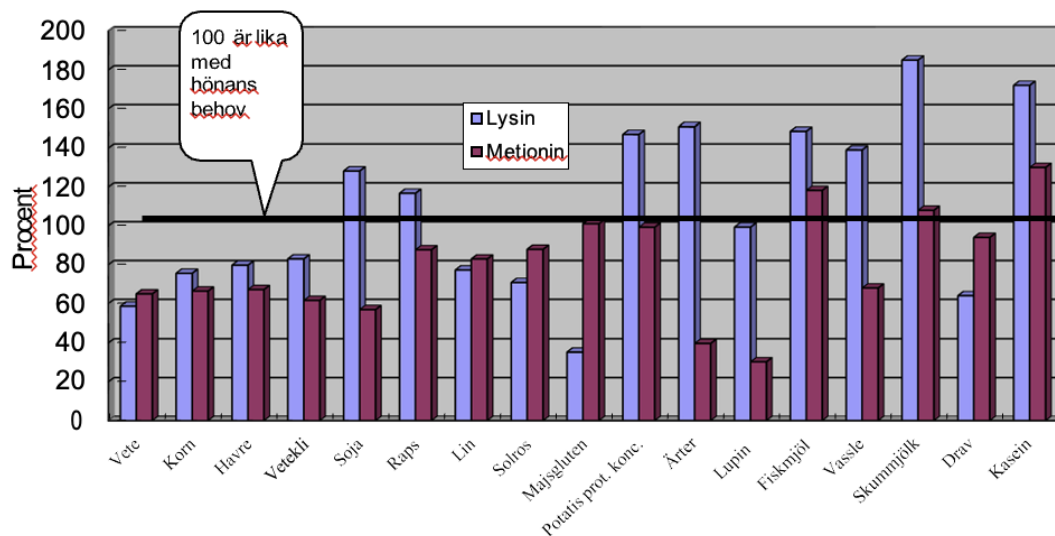


Fig. 2. Metionin och lysin i protein hos olika foderråvaror i proportion till ideal sammansättning för värphöns.

Soja

Efter att det mesta fettet extraherats bort ur sojabönan får man ett proteinrikt mjöl med förhållandevis högt biologiskt värde för fjäderfä. Bönan innehåller en del antinutritionella substanser (bl. a. trypsininhibitor) som måste elimineras för att öka användbarheten. Detta sker vanligen genom upphettning (rostning). Sojamjöl ingår nästan alltid med ca 10-20 % i kommersiella foderblandningar till höns och kycklingar. Under förutsättning att den hygieniska kvaliteten är god behöver man inte införa någon övre gräns på hur mycket som får ingå i blandningen utan man låter sojamjöl konkurrera fritt med andra tillgängliga proteinråvaror med hänsyn till pris och näringsinnehåll. Ur hönsens synvinkel är sojaprotein en god lysin-, men mager metioninkälla (fig. 2).

Vid användning av sojakaka och hel sojaböna ger det högre fettinnehållet ett högre energiinnehåll, om de är värmebehandlade finns inte heller något behov av att införa någon övre inblandningsnivå.

Raps

Rapsmjöl, liksom sojamjöl och mjöl från andra fettrika frö- och bönväxter, är en ”restprodukt” efter att oljan extraherats ur fröet. Det finns en rad olika produkter med varierande fettinnehåll och benämningar. Med rapsmjöl avses vanligen resten med lågt fettinnehåll som fås efter extraktion. Rapsmjöl är en av de viktigaste inhemska proteinråvarorna. Raps innehåller också antinutritionella substanser i form av s.k. glukosinolater. De rapssorter som idag används är s.k. dubbellåga sorter (lågt erukasyra och glukosinolatinnehåll). Glukosinolaterna i sig är inte giftiga utan det är deras nedbrytningsprodukter som bildas i samband med att de kommer i kontakt med myrosinas, ett enzym som finns i fröet och som frigörs då fröet skadas/krossas. Dessa ämnen påverkar framförallt kycklingarnas sköldkörtelfunktioner. Värmebehandling av fröet före krossning kan inaktivera myrosinas och minska denna risk. Även mjöl från dubbellåg raps innehåller glukosinolater i tillräcklig koncentration för att ge sköldkörtelförstoring vid hög inblandning. Man brukar därför inte tillåta mer än ca 10 %

varken till kycklingar eller till värphöns i konventionell produktion.

I ekologiska foderblandningar kan man använda rapsfrö eller rapskaka. En studie med slaktkyckling har visat att 16% rapsfrö-inblandning är möjlig så länge fodret är pelleterat, och samma inblandningsnivå bedöms möjlig för rapskaka. Till brunäggsvärpande hönor använder man normalt inte raps eller rapsprodukter. Anledningen är föreningen sinapin som ger rapsen sin bittra smak. I tarmen omvandlas sinapin av mikroorganismerna till trimetylamin (TMA) som är en starkt illaluktande förening (rutten fisk). I levern oxideras TMA till TMA-oxid som utsöndras via njurarna.

Vissa raser och speciellt Rhode Island Red som är den genetiska basen i de flesta brunäggsvärpande hybriderna saknar den enzymaktivitet som behövs för detta och TMA deponeras i stället i äggulan. Andra föreningar med lätt avskiljbara metylgrupper (t.ex. kolin) kan ge liknande effekter. Vita hybrider som utgörs av korsningar av olika linjer av rasen Vit Leghorn fungerar i detta avseende helt normalt. Med moderna genetiska verktyg säger man sig dock ha löst den genetiska koden för defekten ifråga och idag finns flera bruna hybrider som garanteras fria, varför utfodring med rapsprodukter inte ska medföra några ej önskvärda smakeffekter. Helt rapsfrö och expeller kan också användas i motsvarande grad som rapsmjöl. Rapsfrö och expeller är genom sitt högre innehåll av olja energirikare än mjölet. Oljans innehåll av linol- och α -linolensyra är en plusfaktor.

Bomulls-, jordnöts-, solros-, linfrömjöl

Är exempel på mjöl från andra oljeväxter av mindre betydelse för fjäderfä i Sverige. Bomulls- och jordnötsmjöl är uteslutande importerade råvaror och den hygieniska kvaliteten är osäker. Vidare begränsar förekomsten av antinutritionella substanser användningen. Intresset för odling av solros och linfrö i Sverige har ökat under senare år, främst inom det "ekologiska" lantbruket. Solros är här kanske den mest intressanta då den är förhållandevis giftfri. Det finns ganska få studier med solrosnivå, men upp till 20% solroskaka har visats fungera i slaktkycklingfoder och liknande nivå anses möjlig för värphöns. Ett högt innehåll av växttråd är en begränsning genom att ge ett lågt energiinnehåll, skalning av fröna ökar därmed energiinnehållet och användbarheten. Att olösliga fibrer (t.ex. havre- och solrosskal) inte är enbart betrakta som barlast har senare års forskning visat. T.ex. anser man att det har betydelse för djurhälsan (minska fjäderplockning), stabiliserar tarmfloran och stimulerar tarmens immunförsvar.

Linfrö innehåller linamarin, vilket i närvaro av enzymet linas frigör vätecyanid i fuktiga miljöer med lågt pH. Under normal processing som inkluderar hög temperatur förstörs linas, och då försvinner denna risk. För linfrö finns studier som visat att 15% inblandning är möjlig för värphöns och 12% för slaktkyckling. Linolja innehåller α -linolensyra som av djuren omvandlas till långkedjiga (marina) ω -3 fettsyror. Ägg (t.ex. Kronäggs "Omega-3" ägg) och kött kan härigenom berikas med dessa ur kostsynpunkt åtråvärda fettsyror.

Hampa

Hampa var tidigare en viktig kulturväxt som odlades för de fettriika frukternas och de långa men grova stamfibrernas skull. Torkade blad kallas marhijuana och körtelsekret från blommorna kallas haschisch. Frukterna, det så kallade hampfröet, som säljs som fågelfrö tillhör en varietet med obetydligt innehåll av den aktiva substansen (källa den virtuella floran, <http://linnaeus.nrm.se/flora/>). I Sverige har dock från 50-talet och fram till 2003 all odling av hampa varit förbjuden på grund av växtens narkotiska egenskaper. Genom ett utslag i EU rätten 2003 fastslogs att detta förbud stred mot EU rätten och nu är det således möjligt att odla

hampa igen. Den industrihampa som får odlas enligt EG:s lagstiftning får dock innehålla högst en bestämd mängd narkotiska substanser. Odling får endast ske enligt fastställda regler efter tillstånd (gårdsstöd) från jordbruksverket. Hampan kan karaktäriseras som en kombinerad spånads- och oljeväxt och ur fjäderfäsynpunkt är det de fett- (30-32 %) och proteinrika (20-24 %) fröna som är intressanta, inte minst ur ekologisk synvinkel. Efter att en del av oljan utvinns genom pressning så får man en från utfodringssynpunkt både fet och proteinrik restprodukt (hampfrökaka). Fettsyraprofilen är unik och tillskrivs positiva hälsoegenskaper genom innehållet av essentiella fettsyror med en fördelaktig ω -6/ ω -3 balans. Få studier på inblandningsnivå är gjorda med hampa, men de som finns tyder på att 20% inblandning är möjlig för både slaktkyckling som värphöns. Hampfrökakan har ett högt växttrådsinnehåll, vilket kan sänka smältbarheten och energivärdet.

Ärter

Ärter är en utmärkt råvara i foder till fjäderfä. Vitblommiga sorter (matärt) är att föredra då de innehåller mindre mängd tanniner som finns i högre koncentration i brokblommiga (foderärt) sorter. Tanniner ger antinutritionella effekter, sänker bl. a. proteinets smältbarhet. Proteinets biologiska värde är relativt lågt p.g.a. lågt innehåll av aminosyran metionin. Då ärter används måste man alltså vara speciellt uppmärksam på fodrets innehåll av svavelhaltiga aminosyror och komplettera detta genom tillsats av rent metionin. Under dessa förutsättningar kan upp till 30 % ingå i foder till både höns och slaktkycklingar.

Åkerböna

Av samma skäl som beträffande ärter är vitblommiga sorter att föredra framför de brokblommiga som har högre innehåll av antinutritionella substanser (ANS), främst tannin. Andra sådana substanser är trypsininhibitorer och lektiner som är värmeinstabila och ett sätt att reducera deras negativa inverkan är upphettning, om fodret är upphettat anses därför inte dessa som något problem. Genom variationer i innehåll av ANS och effekter av behandling varierar också uppgifterna om rekommenderad maxinblandning, men 20% inblandning av vitblommig sort till slaktkyckling kan rekommenderas. Förutom ovan nämnda ANS innehåller åkerböna vicin och convicin, vilka inte är ett problem för växande djur, men kan ge problem hos värphöns, minskat foderintag, lägre äggvikt sämre fertilitet och kläckbarhet har rapporterats. Det finns sorter som har ett lägre innehåll av vicin och convicin vilka rekommenderas till värphöns, men detta är inte kopplat till blomfärg och någon separation av sorter sker inte i foderindustrin. Nuvarande rekommendation är därför max 5% inblandning i värphönsfoder.

Lupiner

Lupin är en ärtväxt som innehåller lite stärkelse. Den anses som en framtida proteinkälla framförallt i ekologisk produktion. Men de innehåller en del ANF som alkaloider, tanniner och NSP som uppgår till 50% i ts. Dessa utnyttjas dåligt av enkelmagade djurslag, speciellt fjäderfä. Dessutom finns oligosackarider, galaktosider, som enkelmagare också saknar enzymsystem för att kunna utnyttja. Mikroorganismerna i tjocktarmen anses orsaka fermentation av galaktosider vilket ger upphov till gasbildning. Det finns s.k. bittra och söta (sweet) sorter där endast de senare kommer ifråga som foder p.g.a. lägre innehåll av alkaloider än i bittra sorter. Lupiner bör inte ges till kycklingar utan förbehållas värphöns där 10-15% anses kunna vara acceptabelt. Liksom övriga leguminosor är lupiner fattiga på svavelhaltiga aminosyror. Genom det förhållandevis höga och omättade fettinnehållet som snabbt oxideras vid malning bör foderblandningar med lupiner utfodras utan onödig fördröjning eller tillsättas antioxidationsmedel.

Potatisprotein och risprotein

Potatisproteinkoncentrat har högt proteininnehåll, ca 80 % i ts. Aminosyramönstret påminner om fiskmjöl. Då man av någon anledning vill ha helvegetabiliskt foder till slaktkycklingar är denna råvara intressant. Det som i dag finns tillgängligt på den svenska marknaden härstammar mestadels från Holland. P.g.a. av de stränga miljökrav som där råder för deponering av organiskt avfall är tillverkningen av proteinkoncentratet en "biprodukt" från framställning av potatisstärkelse. Ett högt pris begränsar hur mycket som används i foderblandningen. Potatisprotein är på grund av sin goda aminosyraprofil intressant för ekologisk produktion men då biprodukterna från ekologisk och konventionell tillverkning av stärkelse inte hålls isär finns idag endast konventionellt att tillgå. Därmed kan det idag endast ges till ekologiska fjäderfä yngre än 30 veckor.

Risprotein är en annan biprodukt från stärkelseframställning som har ett högt innehåll av protein samt en hög halt av metionin och cystein men en relativt låg halt av lysin. Därför är aminosyraprofilen intressant och kan vara av användning framförallt i ekologiska foder. Det finns idag en viss produktion av ekologiskt risprotein, dock är det en råvara som är förknippad med hög risk för salmonella och höga halter av ämnen så som arsenik.

Fiskmjöl

Fiskmjöl är en utmärkt råvara med högt energi- och proteininnehåll. Det är mestadels av dansk, isländsk eller norsk härkomst. Proteininnehållet är ca 70-80% i ts och är speciellt eftertraktat i ekologiska foderblandningar då det är rikt på aminosyran metionin. Då det klassas som icke-jordbruksursprung får 10% användas i ekologiska foder, dock sker detta sällan pga dess höga pris, samt att det inom äggproduktionen finns en branschöverenskommelse som säger att det får ingå max 6% fiskmjöl i värphönsfoder. Detta på grund av att det kan finnas dioxiner och andra icke önskvärda ämnen så som PFAS i fiskmjölet. För ekologisk slaktkycklingproduktion finns ingen specifik branschöverenskommelse för övre nivå av fiskmjöl, utan EU-regeln om max-inblandning på 10% fiskmjöl gäller. För konventionell kyckling har dock Svensk fågel har en policy att det inte ska ingå något fiskmjöl alls i foder till deras kycklingar.

Energiinnehållet i fiskmjöl varierar med fetthalten som kan uppgå till ca 10 % i mjöl från fet fisk, t.ex. sill. Fettet är känsligt för oxidation och härskning och kan ge bismak till kött och ägg. Vid oxidationsprocessen bildas också s.k. fria radikaler. Effekten av detta är något oklar men forskningen hittills talar för att de är ohälsosamma (cancerogena). Det är viktigt att fodret innehåller tillräckligt med antioxidativa ämnen för att förhindra sådana reaktioner och oftast tillsätts därför ett antioxidationsmedel. För fiskmjöl i ekologiska foder krävs att sådant är en godkänd naturprodukt. Foderindustrin deklarerar högst 0,5 % fiskmjölsråfett i slaktkyckling- och 0,6 % i värphönsfoder och inblandningen anpassas härtill, vilket anses minimera risken för bismak i produkterna. Användning av högkvalitativt fiskfett är annars en möjlighet att berika fjäderfäprodukter (t.ex. Stjärnäggs "Omega-3" ägg) med marina ω -3-fettsyror som ur human kostsynpunkt anses ha hälsosamma egenskaper.

Nya och strängare EU-regler för dioxin i livsmedel har medfört begränsningar i användningen av fiskmjöl från vissa områden, ex. Östersjön. Pga av överfiskning och därmed reducerade fiskbestånd i världshaven finns också skäl att minska användningen av fisk i djurfoder. Vi söker därför efter andra metioninrika råvarualternativ till fiskmjöl. Ett tänkbart sådant är musselmjöl, om priset kan göras konkurrenskraftigt.

Majsglutenmjöl, lucernmjöl och andra pigmentkällor

Majsglutenmjöl har ett högt proteininnehåll, ca 60 %. Proteinkvaliteten är speciell då den har ett lågt lysin men högt metionininnehåll till skillnad från de flesta andra vegetabiliska råvaror. Majsglutenmjöl är genom sin härkomst (t.ex. Sydamerika) också en känslig produkt p.g.a. av risk för förekomst av mykotoxiner och salmonella. Användningsområdet är huvudsakligen värphönsfoder genom att majsglutenmjölets innehåll av pigment, xantofyll, ger färg åt äggulan. Detta fick ökad betydelse då det 1990 inte längre blev tillåtet att använda "syntetiska" färgämnen i fodret i Sverige. EU medlemskapet har inneburit att det åter är tillåtet att tillsätta rena gulepigment, men man avhåller sig i Sverige idag frivilligt från sådan inblandning. För att ge den svenska konsumenten tillfredställande färg på gulan behöver fodret innehålla minst ca 10 mg xantofyll per kg. Man brukar räkna med att majsglutenmjöl innehåller ca 230 mg/kg. Ca 4% majsglutenmjöl härvid en gulefärg motsvarande 5-6 poäng på den s.k. Roche-skalan, vilket är normalt för svenska ägg, vid högre inblandning än så fås en djupare gulefärg, vilket inte är önskvärt av konsumenten. Precis som för andra proteinkoncentrat är priset högt, vilket också begränsar inblandningen. Vad det gäller ekologisk produktion så är det precis som för potatisprotein så att ekologiskt och konventionell produktion av majsstärkelse inte hålls isär och därmed så finns endast konventionellt majsglutenmjöl att tillgå och därmed kan det idag endast ges till ekologiska fjäderfä som är yngre än 30 veckor.

Lucern eller annat "grönmjöl" används huvudsakligen i värphönsfoder för att ge färg åt gulan men ger också ett visst proteintillskott. Innehållet av xantofyll uppges kunna variera mellan 40 och 620 mg/kg. Vanligen finns en positiv korrelation till proteininnehållet. Torkningsprocessen och lagringsbetingelserna har också stor inverkan då färgpigmentet inaktiveras genom oxidation. För normal kvalitet torde man kunna räkna med ca 200 mg/kg. En inblandningsnivå på 5% i fodret ger därmed den önskvärda nivån 10 mg xantofyll. En annan råvara i detta sammanhang är algmjöl, som i ytterst liten mängd (ca 2 mg/kg) ger en djupare färg åt gulan, t.ex. Kronäggs "Guldgula" och Stjärnäggs "Solgula" är sådana produkter. Andra förekommande pigmentkällor är paprikapulver och extrakt från tagetesblomma. Även andra fodermedel innehåller en del xantofyller. Rapsexpeller innehåller t. ex. ca 16 mg, rapsmjöl ca 5 mg och ärter ca 3 mg xantofyll per kg.

Bearbetat protein och insekter

P.g.a. kopplingen till "galnakosjukan" var det mellan 2001-2021 totalförbud mot användning av köttmjöl till livsmedelsproducerande djurslag inom EU. Men sedan 2021 är det tillåtet att ge så kallat bearbetat protein från gris till fjäderfä samt vice versa. Innan förbudet 2001 användes svenskt köttfodermjöl som uteslutande var en biprodukt från slakteriindustrin och hade en hög kvalitet både från hygienisk- och näringssynpunkt. Beroende på utgångsmaterialet varierade proteininnehållet mellan ca 45 till ca 65% i ts. Fetthalterna varierade mellan ca 7 och 15%. Även om mer skulle kunna användas brukade man endast tillåta 2-3% i fjäderfäfoder. Idag är det som sagt tillåtet att ge bearbetat protein från gris till fjäderfä, men det finns strikta krav att foder till gris respektive fjäderfä inte får kontamineras med protein från egna arten vilket gör att det i princip krävs separata foderfabriker för grisfoder respektive fjäderfäfoder. Detta sker inte idag i Sverige och därmed används inte bearbetat protein från gris i svenska fjäderfäfoder. Vad det gäller ekologisk produktion skulle det dessutom krävas en ekologisk råvara och särskilt av ekologiska och konventionella grisar vid slakt.

Användning av insekter som foder har fått mycket uppmärksamhet de senaste åren och sen

2021 är det tillåtet att ge bearbetat protein från insekter till fjäderfä. Proteininnehållet är mellan 42-63% och fettinnehållet kan variera mellan 15-40% och är beroende på vilket substrat insekterna fötts upp på. Det höga fettinnehållet kan vara begränsande och därför är ett insektsmjöl där en stor del av fettet tagits bort att föredra rent näringsmässigt. Insekter är en del av fjäderfäs naturliga diet och de studier som utförts hittills har visat att det är ett utmärkt fodermedel till fjäderfä.

FETT

Fett tillsätts nästan allt fjäderfäfoder då det är en förhållandevis billig energiråvara. Fettillsats ökar fodrets smaklighet och smältbarhet samt utnyttjandet av fettlösliga näringsämnen. Vidare binder fett damm och minskar risken för separation av foderpartiklar. Dessa positiva egenskaper gör att man gärna "tvingar" in ca 2 % även om datorn inte anser det ekonomiskt motiverat.

Beroende på ursprunget innehåller fett och oljor mer eller mindre av fleromättade, essentiella fettsyror. Fett anses ge ett s.k. extra energitillskott ("extra caloric value") som för de första tillsatta 2-3 procenten i vissa fall motsvaras av fettets bruttoenergivärde.

Kvalitetskriterierna är renheten (vattenhalt, föroreningar och andelen oförtvålbart fett), kemisk sammansättning (kedjelängd, omättnadsgrad, andelen fria fettsyror och triglyceridstrukturen), kemisk kvalitet och påbörjad nedbrytning (bildning av dimerer, polymerer och oxidation).

Maximinivån i foderblandningen beror på kvaliteten. Vid pelletering minskar fettillsats pelletens hållbarhet. Hållbarheten beror också på vilka övriga råvaror som ingår, t ex ger vete bra hållfasthet och havre sämre. Maximalt kan man före pelletering blanda in ca 4-6% fett. Ytterligare 2-3% kan tillföras genom att spruta det på pelletarna efter själva pelletteringsprocessen, om sådan utrustning finns.

Animaliskt fett är oftast s.k. slakterifett som utvinns genom extraktion, ofta i samband med köttfodermjölstillverkningen, ur t.ex. svinsvål, slakterikassationer och -rester, styckningsrester och ben.

Man skiljer grovt mellan foderfett, som har högst kvalitet, och olika klasser av tekniskt fett.

I fjäderfäfoder används idag huvudsakligen vegetabiliskt fett. Vegetabiliskt fett kan vara t.ex. majs- eller sojaolja, som dock som regel ställer sig för dyrt att använda. Använda friteringsoljor (s. k. spent oils) från restauranger eller livsmedelsindustrin kan få sin slutanvändning inom foderindustrin.

Linolja är intressant om man, som tidigare nämnts, vill berika fjäderfäkött och ägg med hälsosamma n-3 fettsyror.

Vid raffinering av vegetabiliska oljor neutraliseras förekommande fria fettsyror (ca 2%) med lut, härvid fås samtidigt en lika stor mängd emulsion av själva oljan. Genom tillsats av en stark syra får man sedan en blandning, ca 50/50, av oljan och fria fettsyror som används av foderindustrin. Detta kallas i engelskspråkig litteratur för "soap stock". Akofeed från Århus-Karlshamns oljeindustri är ett sådant foderfett.

AMINOSYROR

I konventionella fjäderfäfoder tillsätts rena aminosyror som en strategi att uppfylla djurens krav på enskilda aminosyror samt öka proteinets biologiska värde. Traditionellt har metionin, lysin samt ibland treonin satts till i fodret. Men då utvecklingen har gått mot ökad kostnad för proteinfodermedel och en ökad tillgång och relativt lägre kostnad för rena aminosyror sätts det idag ofta till betydligt fler rena aminosyror till fodret så som tryptofan, valin, leucin, isoleucin, arginin och histidin.

Användning av rena aminosyror är en strategi som möjliggör att införande av maximigränser för proteinfodermedlen, t ex fiskmjöl är möjligt.

Av metionin är både D- och L-formerna biologiskt aktiva. DL-Metionin framställs syntetiskt. För foderändamål finns en produkt som innehåller 99 % dl-metionin (DLM) men idag används också ofta en s.k. hydroxyanalog (Alimet®) där aminogruppen på aminosyramolekylen bytts ut mot en hydroxylgrupp, som ersätts med den erforderliga aminogruppen i levern efter att molekylen tagits upp i tarmen. Effekten av hydroxanalogen i jämförelse med DLM är föremål för en utdragen vetenskaplig diskussion, vissa undersökningar anger aktiviteten till ca 65 % av DLM, andra att effekterna är likvärdiga på molbasis. Variationen mellan studier anses kunna bero på skillnader i kolinnehåll, basfodrets sammansättning och innehåll av cystin.

Beträffande lysin är endast L-formen biologiskt aktiv. L-lysin framställs genom en jäsningsprocess. Den rena formen är hygroskopisk och svår att hantera, därför förekommer L-lysin i form av sin hydroklorid, L-lysinmonohydroklorid (l-lysin-HCl) som innehåller 78,8 % l-lysin.

Enligt gällande ekologiska regler är det inte tillåtet att använda rena aminosyror i foderblandningar. Detta gör det svårt att göra ett näringsriktigt sammansatt ekologiskt foder för fjäderfä. Ekologiskt odlade arter blir t.ex. mindre intressanta p.g.a. ärtproteinets låga metionininnehåll (se fig. 2). Tabell 4 visar olika fodermedel sorterade efter proteinets innehåll av metionin. Som framgår hamnar arter långt ner och trots att proteininnehållet (21- 22 %) är dubbelt mot innehållet i spannmål så motsvarar metionininnehållet det som finns i spannmål.

MINERALFODERMEDEL

Mineralämnen brukar delas in i makro- och mikroelement. Av de förra diskuterar man i fjäderfäsammanhang kalcium, fosfor, magnesium, natrium, kalium och klor.

Aktuella makroelement som behöver tillföras fodret är som regel kalcium, fosfor och natrium. Fodermedlen innehåller normalt mer än behovet av magnesium så det är snarare risk för över- än underskott av detta i foderblandningen.

Den vanligaste kalciumkällan är kalciumkarbonat, foderkalk.

För att uppfylla fosforbehovet är kalciumfosfater, mono- eller dikalciumfosfat anrikade ur mineralet apatit, som regel billigast. Tillgängligheten av kalcium och fosfor i dessa föreningar är hög, 80-90%. Om tillgängligheten vore lika hög av den vegetabiliskt bundna fosfor skulle inga oorganiska fosforråvaror behövas.

Växtfosfor förekommer till största delen i form av fytin och man kalkylerar med att endast ca 30% av fytinfosfor är tillgänglig. Härigenom kommer mycket osmält fosfor ut i naturen genom gödseln. Därför har man t.ex. i Holland lagstiftat om inblandning av ett enzym (fytas) i fodret. Detta ökar tillgängligheten av vegetabiliskt bunden fytinfosfor. På så sätt kan man spara oorganiskt fosfat och samtidigt minska mängden fosfor som kommer ut i naturen och fytas används därför i de flesta konventionella fjäderfäfoder. Tillgången till ekologiskt fytas är begränsat och därmed ingår det inte som standard i ekologiska foder.

Natrium tillförs billigast i form av natriumklorid (koksalt). Härvid måste man dock tillse att kloridjonkoncentrationen inte blir för hög (<ca 2,5 ggr Na) vilket kan medföra hög vattenhalt i avföringen, sämre hygien och vid golvhållning en dåligt fungerande ströbädd. Överskott av klor påverkar också skalstyrkan i negativ riktning. I stället för koksalt kan det därför vara aktuellt att använda natriumbikarbonat eller något natriumfosfat. Det är som regel svårt att undvika visst överskott av K^+ och Cl^- . Det är viktigt att innehållet av natrium inte blir vare sig för lågt (kan ge upphov till kannibalism) eller för högt (ökad vattenkonsumtion), 1,4-1,7 g/kg anses vara ett rekommenderat intervall.

VITAMINER OCH SPÅRELEMENT

Samtliga vitaminer tillsätts i regel i form av en förblandning, premix. Om kolinklorid ingår i premixen kan detta påverka hållbarheten, speciellt kan aktiviteten av K-vitamin nedsättas. Ska premixen kunna lagras under en längre tid brukar man i så fall hålla kolinklorid utanför själva premixen och i stället tillsätta detta vitamin separat. Hållbarheten av vissa vitaminer blir också sämre om mineralsalter även ingår i premixen. För att öka premixens hållbarhet kan ett oxidationsmedel tillsättas. Vitaminer som normalt ingår i premixen är A, D, E, B₂, B₃, B₆, B₁₂, Biotin, K₃, Folinsyra, Pantotensyra, Kolinklorid. Av spårelement brukar tillsättas Jod, Järn, Selen, Mangan, Kobolt, Zink, Koppar och Järn vanligen i form av kalciumjodat, järnsulfat, natriumselenit, manganoxid, koboltsulfat, zinkoxid respektive kopparsulfat.

Som "bärsubstans" brukar vetefodermjöl och foderkalk (proportionerna 1:1) kunna användas. Premixen koncentreras så att storleksordningen 0,2 till 1% blir lagom att tillsätta vid fodertillverkningen.

ENZYPREPARAT, FODERANTIBIOTIKA OCH KOCCIDIOSMEDEL

Till värphönsfoder tillsätts som regel inga andra produkter än vad som diskuterats ovan. En del foderföretag använder dock enzympreparat av samma skäl som till slaktkycklingar. Det biologiska och ekonomiska utbytet av detta framstår dock inte lika klart som när det gäller växande kycklingar under de första levnadsveckorna. I litteraturen finns uppgifter om att djuren under hälsosamma betingelser med tiden får en anpassad mikroflora med mjöksyrabakterier som producerar enzymer i tillräcklig mängd för neutralisera antinutritionella effekter av svärsmältbara kolhydrater (NSP).

Alla nordiska länder har sedan 1998 (Sverige redan 1984) infört förbud mot användning av s.k. foderantibiotika, och även inom EU är det numera ett sådant totalförbud. Däremot är det fortfarande tillåtet inom EU att i förebyggande syfte mot koccidios använda koccidiostatika som fodertillsats.

Koccidios är en av de vanligaste och kostsammaste sjukdomarna hos fjäderfä som orsakas av en encellig tarmparasit. Hittills har slaktkycklingar skyddats mot denna sjukdom genom en förebyggande inblandning av s.k. koccidiostatika i fodret. Användningen av koccidiostatika är kontroversiell då de vanligast använda (s.k. jonoforer) preparaten även har antibakteriell effekt och verkar alltså på liknande sätt som foderantibiotika och skyddar härvid även mot klostridieinfektioner. Värphöns som ska gå på golv vaccineras idag mot koccidios. Höns i bur smittas som regel inte. En av de största utmaningarna inom

slaktkycklingnäringen idag är därför att hitta alternativ till koccidostatika. Betydelsen av en utfodring som stimulerar bildningen av en hälsosam och stabil tarmflora som kan motstå attacker från opportunistiska och patogena organismer är då uppenbar.

Det kan då vara intressant att se vad bruket av foderantibiotika innebär och jämföra detta med tillsats av enzympreparat. Antibiotika och enzymer har helt olika verkningsmekanismer. Antibiotika verkar direkt på tarmfloran med den risk för resistensbildning som detta visat sig innebära. Enzymerna verkar på fodret och gör näringen lättare tillgänglig vilket har en indirekt effekt på tarmfloran. Båda tillsatserna förbättrar tillväxt och foderutnyttjande, antibiotika dock bara till dess bakterierna blir resistenta. Tabell 2 är en sammanfattning av några studier där tillsatser av foderantibiotika och enzympreparat jämförts.

PROBIOTIKA och PREBIOTIKA

Mjölksyrabakterier, som nämnts ovan tillhör den hälsosamma tarmfloran som hämmar etablering av sjukdomsalstrande bakterier. Fodertillsatser bestående av levande organismer med sådant syfte kallas populärt för probiotika, där mjölksyrabakterier är det främsta exemplet. Prebiotika är andra naturligt förekommande föreningar som tillsätts med syfte att stimulera utvecklingen av en hälsosam tarmflora. Exempel på sådana är olika slags kortkedjiga kolhydrater, s.k. oligosackarider, t.ex. mannan-oligosackarider (MOS). Disackariden laktos verkar i tarmen genom att sänka pH och gynnar härmed bakterier som trivs i en lite surare miljö, t.ex. mjölksyrabakterier, vilket försvårar för salmonella och clostridium infektioner att få fäste.

Andra aktuella tillsatser är t.ex. organiska syror och olika slags växtextrakt med mer eller mindre vetenskapligt underbyggda effekter.

Tabell 1. Några fodermedels innehåll av protein, fett och kolhydrater (Schutte et al., 1990) (% i ts) samt omsättbar energi för fjäderfä.

	Pro- tein	Fett	Totalt	Kolhydrater		Oms. energi MJ/kg ts
				Stärkelse +socker	NSP	
Majs	10.3	4.6	83	74	9	15.9
Vete ¹	12.8	2.4	77	68	9	14.7
Korn ¹	10.8	3.0	77	62	15	13.6
Havre ¹	11.6	5.7	66	46	20	12.3
Vetekli	17.0	3.4	62	18	44	7.8
Åkerbönor	31.7	1.7	60	43	17	11.7
Ärter	26	1.7	58	40	18	12.6
Lupiner	41	11	44	7	37	9.9
Sojamjöl	51	1.7	36	9	27	10.5
Jordnötsmjöl	56	1.7	45	15	30	12.3
Rapsmjöl	39	2.7	45	13	32	8.4

¹ Åman, 1987

Tabell 2. Inverkan av foderantibiotika och enzymtillsats på tillväxt och fodereffektivitet.

	Kontroll	Antib. (A)	Enz.(E)	A+E	
Viktökning	100.0	105.0	105.0	106.6	Elwinger & Teglöf (1991)
	100.0	101.8	102.8	104.3	Broz et al. (1994)
	100.0	99.2	100.0	100.2	Schütte et al. (1994)
	100.0	105.0	104.9	107.1	Schurz & Jeroch (1994)
<i>Medeltal</i>	<i>100.0</i>	<i>102.8</i>	<i>103.2</i>	<i>104.6</i>	
Fodereffektivitet	100.0	103.9	103.9	104.8	Elwinger & Teglöf (1991)
	100.0	103.4	105.7	105.1	Broz et al. (1994)
	100.0	101.5	102.1	103.0	Schütte et al. (1994)
	100.0	100.5	102.2	105.5	Schurz & Jeroch (1994)
<i>Medeltal</i>	<i>100.0</i>	<i>102.3</i>	<i>103.5</i>	<i>104.6</i>	

Tabell 3. Fodermedlens näringsinnehåll

Råvara	Ts %	OE MJ/kg	Prot g/kg	Lysin g/kg	Metio- nin g/kg	Met+cys g/kg	Treo- nin g/kg	Lys tillg. g/kg	Met tillg. g/kg	Met+cys tillg. g/kg	Treonin tillg. g/kg	Fett g/kg	Linol- syra g/kg	Stär- kelse g/kg	Soc- ker g/kg	Växt- tråd g/kg
Majs	87	13.8	87	2.58	1.89	3.75	3.09	2.11	1.72	3.37	2.59	40	32	650	16	20
Vete	87	12.8	117	3.25	1.83	4.52	3.34	2.67	1.59	3.93	2.74	19	8	580	78	21
Korn >700 g/l	87	12.2	117	3.97	1.91	4.44	3.85	3.10	1.51	3.60	2.93	25	10	517	28	37
Korn 600-700 g/l	87	11.8	113	3.87	1.85	4.32	3.74	3.02	1.46	3.50	2.84	25	10	490	26	41
Korn <600 g/l	87	11.1	100	3.54	1.66	3.91	3.37	2.76	1.31	3.17	2.56	25	10	450	22	71
Havre >580 g/l	87	11.1	109	4.29	1.76	4.92	3.63	3.74	1.53	4.18	3.05	52	21	420	12	78
Havre 490-580 g/l	87	10.7	103	4.10	1.67	4.68	3.45	3.57	1.46	3.98	2.90	52	21	400	10	87
Havre <490 g/l	87	10	100	4.00	1.63	4.56	3.36	3.48	1.42	3.88	2.82	52	21	380	8	104
Havre skalad	87	13.8	132	5.05	2.10	5.84	4.32	4.39	1.83	4.96	3.63	65	25	400	10	25
Råg	87	11.2	96	3.55	1.56	3.73	3.16	2.84	1.23	3.06	2.46	16	7	568	55	26
Rågvete	89	13	115	3.76	1.87	4.51	3.52	3.09	1.62	3.92	2.92	19	8	550	60	21
Vetekli	87	6.8	157	6.18	2.31	5.59	4.96	4.51	1.85	4.25	3.67	45	12	135	55	100
Vetefodermjöl <5 % vt	87	12.2	169	6.51	2.57	6.04	5.39	5.34	1.98	4.53	3.99	44	15	419	60	26
Vetefodermjöl >5 % vt	87	9.4	157	5.98	2.41	5.69	5.02	4.90	1.85	4.27	3.72	39	12	270	66	65
Maltgroddar	91	7.6	240	11.11	3.37	6.68	7.79	8.66	2.66	5.41	5.92	33	10	52	130	135
Drank	91	10.6	330	8	4.4	11.5	9.3	6.2	3.5	8.1	6.8	50	20	13	16	15
Majsglutenmjöl	87	14.2	644	10.30	15.20	26.66	21.32	9.27	14.59	24.80	19.82	39	20	123	6	100
Lucernmjöl	90	6.67	193	9.09	2.79	5.06	7.82	5.45	2.04	2.99	5.40	36	5	45	51	193
Sojamjöl	87	9.1	440	26.67	5.89	12.48	17.09	24.00	5.42	10.86	15.21	13	6	64	93	60
Sojakaka	90	10.9	472	28.70	6.51	13.92	18.50	25.54	5.86	11.84	16.10	58	31	69	100	31
Sojaböna	90	13.8	360	21.89	4.97	10.62	14.11	19.26	4.32	8.81	12.00	185	98	48	69	55
Rapsmjöl	90	7.6	348	18.51	6.95	15.22	14.97	14.81	6.18	12.33	11.97	23	7	40	78	120
Rapskaka	95	15	225	12.76	4.48	10.08	10.06	10.21	3.98	8.16	8.05	296	60	35	2	104
Rapsfrö	88	18	217	12.78	4.34	9.90	9.46	10.23	3.86	8.02	7.57	480	95	20	1	32.5
Solroskaka av oskalade frön	90	6.7	234	8.01	5.10	9.12	8.56	6.97	4.49	7.30	6.51	110	45	34	60	300
Solroskaka, delvis skalade frön	90	6.3	346	11.92	7.60	13.43	12.39	10.37	6.68	10.74	9.42	68	31	17	60	211
Solroskaka, skalade frön	90	8.3	430	14.85	9.47	16.67	15.27	12.92	8.33	13.33	11.60	65	30	15	67	120
Solrosfrön	90	13.9	162	5.49	3.49	6.35	6.10	4.78	3.07	5.08	4.64	297	178	13	63	229

Råvara	Ts %	OE MJ/kg	Prot g/kg	Lysin g/kg	Metio- nin g/kg	Met+cys g/kg	Treo- nin g/kg	Lys tillg. g/kg	Met tillg. g/kg	Met+cys tillg. g/kg	Treonin tillg. g/kg	Fett g/kg	Linol- syra g/kg	Stär- kelse g/kg	Soc- ker g/kg	Växt- tråd g/kg
Linfrökaka	90	11.5	360	13.82	6.62	13.10	13.39	12.44	5.23	10.48	12.19	75	48	45	45	105
Linfrö	90	20.5	230	8.83	4.23	8.37	8.56	7.95	3.34	6.70	7.79	370	277	100	35	70
Hampfrökaka	90	8.0	310	13.0	8.1	12.6	12.5	10.4	6.5	10.0	10.0	100	54	30	2	260
Ärter	87	11	226	16.23	2.17	5.49	8.41	14.93	1.78	4.12	7.15	13	2.7	416	56	61
Fiskmjöl <2% fett	92	10.8	653	48.78	18.09	23.97	26.84	43.41	16.64	20.85	24.15	18	0.3	0	0	0
Fiskmjöl 2-8 % fett	92	12.6	621	47.69	17.39	23.10	25.96	42.45	16.00	20.10	23.36	50	0.8	0	0	0
Fiskmjöl >8 % fett	92	13.6	661	50.76	19.17	25.12	28.16	45.18	17.64	21.85	25.34	100	1.2	0	0	0
Potatisproteinkoncentrat	90	14.4	765	58.55	17.24	28.06	42.97	52.70	16.72	26.10	39.97	25	0.4	0	0	10
Foderfett (Akofeed)	99	37.7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	965	170	0	0	0
Rapsolja	99	36	0	0	0	0	0	0	0	0	0	990	200	0	0	0
Solrosolja	99	36	0	0	0	0	0	0	0	0	0	990	630	0	0	0
Sojaolja	99	36	0	0	0	0	0	0	0	0	0	990	524	0	0	0
Dinatriumfosfat	100	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Foderkalk	100	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Salt	100	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Dikalciumfosfat	100	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Monokalciumfosfat	100	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Natriumbikarbonat	100	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
DL-metionin	100	15.4	587	0	980	980	0	0	980	980	0	0	0	0	0	0
L-lysin_HCl	100	16.7	934	780	0	0	0	780	0	0	0	0	0	0	0	0
L-Treonin	99	16.7	720	0	0	0	980	0	0	0	980	0	0	0	0	0

Råvara	Ca g/kg	Ptot tot g/kg	P tillg g/kg	K g/kg	Na g/kg	CL g/kg	Xanto- phyll mg/kg
Majs	0.10	2.5	0.5	3.3	0.3	0.4	50
Vete	0.60	3.3	1.8	4	0.4	0.8	0
Korn >700 g/l	0.50	3.5	1.7	4.8	0.4	1.5	0
Korn 600-700 g/l	0.50	3.5	1.7	4.8	0.4	1.5	0
Korn <600 g/l	0.50	3.5	1.7	4.8	0.4	1.5	0
Havre >580 g/l	0.80	3.4	0.8	4.5	0.8	1.1	0
Havre 490-580 g/l	0.80	3.4	0.8	4.5	0.8	1.1	0
Havre <490 g/l	0.80	3.4	0.8	4.5	0.8	1.1	0
Havre skalad	0.70	3.6	0.9	4.5	0.8	1.1	0
Råg	0.60	3.3	1.7	4.6	0.2	0.3	0
Rågvete	0.60	3.3	1.7	4.6	0.2	0.5	0
Vetekli	1.50	11.5	6	9.9	0.8	0.3	0
Vetefodermjöl <5 % vt	0.80	4	1.5	5.1	0.5	1.4	0
Vetefodermjöl >5 % vt	0.80	4	1.5	5.1	0.5	1.4	0
Drank	1.1	12	5.9	17	2.8	4	0
Maltgroddar	2.00	7.0	2.3	8.0	0.5	0.8	0.0
Majsglutenmjöl	1.60	4	1.90	3.5	1	5	290
Lucernmjöl	14.00	2.5	2.2	22	0.4	4.7	280
Sojamjöl	2.00	6	1.8	20	0.4	0.1	0
Sojakaka	2.50	6.5	1.1	20	0.4	1	0
Sojaböna	2.50	5.8	1.1	16	0.3	0.3	0
Rapsmjöl	5.00	10	2.8	14	0.8	0.1	0
Rapskaka	4.50	9	2.5	10	0.6	0.8	0
Rapsfrö	3.30	5.3	1.1	7.5	0.4	0.5	0
Solroskaka av oskalade frön	3.90	10	1.7	12.2	0.3	1.2	0
Solroskaka, delvis skalade frön	4.20	11	1.7	13	0.2	1	0
Solroskaka, skalade frön	4.50	12	1.7	15	0.2	1	0
Solrosfrön	5.00	15	1.8	15	0.2	1	0

Råvara	Ca g/kg	Ptot tot g/kg	P tillg g/kg	K g/kg	Na g/kg	CL g/kg	Xanto- phyll mg/kg
Linfrökaka	8.00	10	4	11	1	0.5	0
Linfrö	2.00	7	0.3	7	1	1	0
Hampfrökaka	1.60	11.6	3.8	9.3	0.12	1.0	0
Ärter	1.20	3.5	1.2	10.2	0.4	0.6	3
Fiskmjöl <2% fett	41.00	26	21	9	6	9	0
Fiskmjöl 2-8 % fett	41.00	26	21	9	6	9	0
Fiskmjöl >8 % fett	41.00	26	21	9	6	9	0
Potatisproteinkoncentrat	0.40	2.1	1.6	7.5	0.1	0.6	0
Foderfett (Akofeed)	0.00	0	0	0	0	0	0
Rapsolja	0.00	0	0	0	0	0	0
Solrosolja	0.00	0	0	0	0	0	0
Sojaolja	0.00	0	0	0	0	0	0
Dinatriumfosfat	0.00	208	208	0	310	0	0
Foderkalk	375.00	0	0	0.6	0.2	0	0
Salt	3.00	0	0	0	390	600	0
Dikalciumfosfat	213.00	187	165	1	0.6	0.13	0
Monokalciumfosfat	160.00	210	190	0.7	0.6	0	0
Natriumbikarbonat	0.00	0	0	0	270	0	0
DL-metionin	0.00	0	0	0	0	0	0
L-lysin_HCl	0.00	0	0	0	0	0	0
L-Treonin	0	0	0	0	0	0	0

Tabell 4. Fodermedel sorterade efter proteinets innehåll av metionin. Vidare framgår summan av svavelhaltiga aminosyror (met+cystin/cystein) och lysin i råvarans protein, såväl som i procent i varan.

	I protein, %				I varan, %		
	Met	Met+cys	Lysin		Met	Met+cys	Lysin
Äggpulver	3.2-3.3	5.6-5.7	6.9-7.0	47-48	1.5-1.6	2.6-2.7	3.2-3.3
Fiskmjöl	2.3-3.1	3.1-4.1	5.7-8.2	51-70	1.2-2.2	1.6-3.0	3.1-6.0
Casein	2.8-2.9	3.3-3.4	7.9-8.0	85-89	2.5-2.6	2.9-3.0	6.9-7.0
Hirs	2.2-2.9	4.0-4.9	2.6-3.4	9-13	0.2-0.3	0.4-0.5	0.2-0.3
Majsglutenmjöl	2.3-2.8	4.0-4.6	1.5-1.7	50-65	1.4-1.7	2.4-2.8	0.9-1.1
Ris	2.4-2.8	4.8-5.1	3.4-3.7	8.5-9.0	0.2-0.3	0.4-0.5	0.2-0.3
Sesam	2.5-2.7	4.3-4.8	2.2-2.6	27-29	0.7-0.8	1.3-1.4	0.7-0.8
Sesammjöl	2.7-2.8	4.2-4.3	2.2-2.3	37-41	1.0-1.1	1.6-1.7	0.8-0.9
Hampfrökaka	2.5-2.7	3.8-4.0	4.1-4.3	29-32	0.6-0.8	1.0-1.4	1.1-1.3
Mjölkpulver	2.4-2.5	3.2-3.3	7.3-7.9	25-34	0.6-0.8	0.8-1.1	1.8-2.7
Musselmjöl	2.4-2.6	3.2-3.4	7.1-7.3	58-63	1.7-1.9	2.8-3.0	5.1-5.3
Solros, hel	2.0-2.1	3.7-3.8	3.7-4.3	15-18	0.3-0.4	0.6-0.7	0.6-0.8
Solros, mjöl	1.9-2.3	3.5-3.9	3.2-3.7	27-35	0.6-0.8	1.0-1.6	1.0-1.3
Potatisprotein	2.1-2.2	3.4-3.6	7.4-7.8	75-77	1.6-1.7	2.6-2.7	5.5-6.0
Alger	2.1-2.2	3.0-3.1	4.4-4.5	57-63	1.3-1.4	1.8-1.9	2.6-2.7
Majs	1.8-2.1	3.8-4.6	2.6-3.1	8-10	0.15-0.2	0.3-0.4	0.25-0.3
Rapsfrö	1.9-2.0	4.4-4.5	5.9-6.0	18-20	0.35-0.40	0.8-0.9	1.1-1.2
Rapskaka	1.9-2.1	4.2-4.6	5.2-5.6	30-32	0.55-0.65	1.3-1.4	1.6-1.8
Rapsmjöl	1.9-2.0	4.1-4.4	4.0-5.6	32-38	0.6-0.7	1.5-1.7	1.5-2.0
Sorghum	1.7-1.9	3.5-3.9	2.2-2.6	8-10	0.14-0.17	0.30-0.35	0.20-0.25
Linfrö	1.7-1.8	3.5-3.6	3.7-3.8	28-30	0.50-0.55	1.0-1.1	1.0-1.1
Korn	1.6-1.7	3.7-3.9	3.3-3.7	10-13	0.15-0.20	0.38-0.40	0.35-0.40
Havre	1.6-1.7	4.5-4.6	3.9-4.3	10-13	0.16-0.21	0.45-0.60	0.4-0.5
Vete	1.5-1.6	3.7-3.9	2.7-3.0	10-16	0.15-0.25	0.4-0.5	0.3-0.4
Drank	1.4-1.8	3.3-4.1	1.8-2.9	31-35	0.5-0.7	1.1-1.5	0.6-1.1
Vetefodermjöl	1.4-1.5	3.4-3.5	3.9-4.0	16-17	0.25-0.30	0.6-0.7	0.6-0.7
Vasslepulver	1.3-1.4	3.3-3.5	6.5-8.0	12-20	0.15-0.30	0.4-0.7	0.8-1.5
Sojaböna, hel	1.3-1.4	2.8-3.1	5.9-6.3	33-38	0.45-0.50	1.0-1.1	2.0-2.3
Sojakaka	1.3-1.4	2.7-3.0	5.6-5.9	41-43	0.5-0.6	1.1-1.2	2.3-2.5
Sojamjöl	1.3-1.4	2.7-3.0	5.6-6.1	44-48	0.6-0.7	1.2-1.4	2.6-2.9
Lucernmjöl	1.3-1.4	2.2-2.6	3.8-4.9	16-19	0.2-0.3	0.3-0.4	0.6-0.7
Maltgrodor	1.2-1.6	2.4-3.2	3.7-4.0	20-24	0.2-0.4	0.5-0.8	0.6-1.3
Ärter	0.9-1.0	2.3-2.4	7.0-7.1	21-22	0.15-0.20	0.4-0.5	1.5-1.6
Åkerböna	0.6-0.8	1.8-1.9	5.9-6.1	26-28	0.15-0.20	0.4-0.5	1.5-1.7
Lupiner	0.6-0.7	1.9-2.4	4.4-4.7	29-34	0.15-0.25	0.6-0.8	1.3-1.6