



Sveriges lantbruksuniversitet
Fakulteten för veterinärmedicin och husdjursvetenskap

Swedish University of Agricultural Sciences
Faculty of Veterinary Medicine and Animal Science

Svenska proteinfodermedel till häst – alternativ till soja



Foto: Ida Lundmark

Katrin Lindroth

Examensarbete / SLU, Institutionen för husdjurens utfodring och vård, **484**
Uppsala 2014

Degree project / Swedish University of Agricultural Sciences,
Department of Animal Nutrition and Management, **484**

Examensarbete, 15 hp
Kandidatarbete
Husdjursvetenskap
Degree project, 15 hp
Bachelor Thesis
Animal Science



Sveriges lantbruksuniversitet
Fakulteten för veterinärmedicin och husdjursvetenskap
Institutionen för husdjurens utfodring och vård

Swedish University of Agricultural Sciences
Faculty of Veterinary Medicine and Animal Science
Department of Animal Nutrition and Management

Svenska proteinfodermedel till häst – alternativ till soja

Swedish proteinfeed to horse- alternative to soy

Katrin Lindroth

Handledare: Cecilia Müller, SLU, Inst. för husdjurens utfodring och vård
Supervisor:

Ämnesansvarig: Rolf Spömdly, SLU, Inst. för husdjurens utfodring och vård
Subject responsibility:

Examinator: Kerstin Svennersten-Sjaunja, SLU, Inst. för husdjurens utfodring och vård
Examiner:

Omfattning: 15 hp
Extent:

Kurstitel: Kandidatarbete i husdjursvetenskap
Course title:

Kurskod: EX0553
Course code:

Program: Agronomprogrammet - Husdjur
Programme:

Nivå: Grund G2E
Level:

Utgivningsort: Uppsala
Place of publication:

Utgivningsår: 2014
Year of publication:

Serienamn, delnr: Examensarbete / Sveriges lantbruksuniversitet, Institutionen för husdjurens utfodring och vård, 484
Series name, part No:

On-line publicering:
On-line published: <http://epsilon.slu.se>

Nyckelord: Proteinbehov, inhemsk produktion, häst, tillväxt, aminosyror, miljöpåverkan
Key words: Protein requirement, domestic production, horse, growth, amino acids, environmental impact

Sammanfattning

Importerad soja är vanligt att använda i hästfoder som en proteinkälla, men de negativa effekterna på miljön som orsakas av odling och transport skapar ett intresse för inhemska alternativ. De inhemska proteinfodermedel som tagits upp i litteraturstudien är torkad vetedrank, potatisprotein, foderjäst, drav, ärtor, åkerbönor samt mjöl och expeller från raps och linfrö. Syftet med litteraturstudien var att se vilka möjligheter det finns att använda svenska proteinfodermedel till hästfoder vid bristande proteinhåll i grovfodret, istället för att ge dem importerad soja. Studien beaktar olika proteinfodermedel och huruvida de är lämpliga för olika hästkategorier, samt hästarnas behov av protein och specifika aminosyror. Även begränsande faktorer som anti-nutritionella substanser har belysts, samt miljöpåverkan och odlingsmöjligheterna av olika proteinfodermedel i Sverige. Slutsatsen av studien är att det finns möjlighet att utfodra hästar med svenska proteinfodermedel som alternativ till importerad soja. Olika proteinfodermedel är dock mer eller mindre lämpade för olika hästkategorier, vilket gör det viktigt att se till den aktuella hästkategorins behov i valet av proteinfodermedel. Den viktigaste källan till protein är grovfodret. Proteinfodermedel är bara lämpligt att tillsätta i foderstaten om grovfodret har en bristande proteinkvalitet, det vill säga en för låg proteinhalt och/eller en för liten andel essentiella aminosyror. Genom att använda inhemska fodermedel får vi en minskad import och därmed en minskad negativ miljöpåverkan.

Abstract

Imported soy is common to use in horse feed as a protein source, but the negative effects on the environment caused by cultivation and transport has made native alternatives more interesting. Swedish protein feeds included in this literature study are dried wheat distiller's grain, potato protein, dried brewer's yeast, brewer's grain, peas and field beans together with meal and expeller from rapeseed and linseed. The aim of this study was to see which opportunities exist to feed horses with Swedish protein feeds (when there is a lack of protein in the roughage) instead of giving them imported soy. The study takes into account different protein feeds and their suitability for horses with regard to protein requirement and requirement of specific amino acids for different horse categories. Limiting factors such as anti-nutritional substances are also addressed, as well as environmental impacts and growing opportunities of protein feeds in Sweden. The conclusion of the study is that it is possible to give horses Swedish protein feeds as an alternative to soy. Different protein feeds are more or less suitable for different horse categories. Therefore it is important to know the protein requirements of the horse category in question. The most important source of protein is roughage and addition of protein feed in the ration is only appropriate if the roughage lacks protein. By using native protein in feeds for horses, import can be reduced and negative environmental impact may also be reduced.

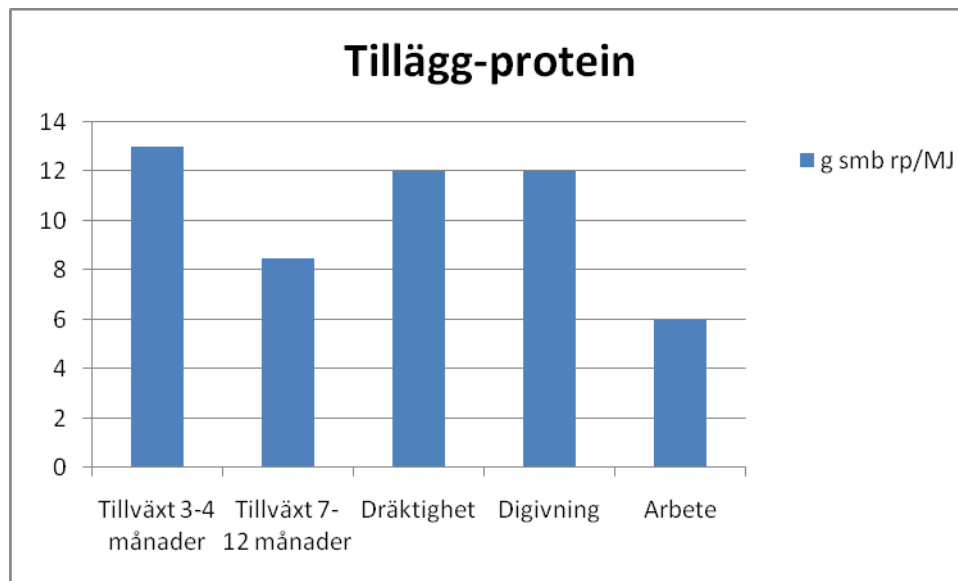
Introduktion

Soja anses vara en av de bästa proteinkällorna som finns för hästar när det kommer till tillägg av protein i foderstaten eftersom det har ett högt proteininnehåll och en god proteinkvalitet (McDonald *et al.*, 2011). Odlingen av soja har däremot en negativ påverkan då expansionen av soja i Brasilien resulterar i en minskad biologisk mångfald och ökad jorderosion (Davis *et al.*, 2006). Förutom negativa inverkan på mark och miljö så har även produktionen av soja gett en social och kulturell negativ effekt på befolkningen (Emanuelsson *et al.*, 2006). De svenska branschöverkommelserna om att endast GMO-fri soja får användas i djurfoder har gjort att den soja som vi använder idag importeras från Brasilien. Importen till Sverige orsakar utsläpp av bland annat koldioxid (Lundström *et al.*, 2008). En av frågeställningarna i denna litteraturstudie var om det verkligen är nödvändigt att använda importerad soja i hästfoder, eller om hästarna kan få sitt proteinbehov uppfyllt av svenskodlade proteinfodermedel. Proteinbehovet hos hästen varierar beroende på vilken hästkategori den tillhör (Jansson *et al.*, 2011) och olika proteinfodermedel varierar i proteinhalt och förhållande mellan de essentiella aminosyror. Det är därför viktigt att ha en proteinkälla i foderstaten som uppfyller den enskilda hästens behov, av såväl totalt protein som specifika aminosyror. Eftersom hästen är en grovfoderätare så är det grovfodret som ska vara den huvudsakliga källan till näringsämnen och då även protein. Grovfodret bör alltid analyseras med avseende på protein och energimängd innan utfodring för att hästhållaren skall veta i vilken mängd det bör ges för att täcka hästens behov. En analys gör det möjligt att se om foderstaten behöver kompletteras med proteinfodermedel (Jansson *et al.*, 2011). Vid bristande kvalitet hos grovfodret, det vill säga ett proteinsvagt grovfoder med ett proteininnehåll som inte motsvarar den enskilda hästens behov, kan foderstaten behöva kompletteras med ett proteinrikt fodermedel (NRC, 2007). Syftet med litteraturstudien var att se vilka möjligheter det finns att utfodra hästar med svenska proteinfodermedel, vid bristande proteininnehåll i grovfodret, istället för att ge dem importerad soja. Studien beaktar olika proteinfodermedel och huruvida de är lämpliga för olika hästkategorier och deras behov av protein och specifika aminosyror. Även begränsande faktorer som anti-nutritionella substanser kommer att tas upp, samt miljöpåverkan och odlingsmöjligheterna i Sverige.

Litteraturöversikt

Hästens behov av protein

Hästens proteinbehov anges som gram smältbart råprotein/megajoule omsättbar energi (g smb rp/MJ) i fodertabeller och är därmed relaterat till energibehovet. För att beräkna det totala proteinbehovet hos hästar beräknas först ett underhållsbehov och sedan eventuella tillägg för tillväxt, dräktighet, digivning eller arbete (Jansson *et al.*, 2011). När ett proteinfodermedel av god kvalitet används som proteinkälla krävs inte samma mängd som om proteinfodermedlet är av låg kvalitet (Frape, 2010). De hästkategorier som har störst proteinbehov är växande unghästar samt dräktiga och digivande ston (se figur 1). Unghästen har ett högt proteinbehov på grund av den snabba tillväxten och att de måste ansätta muskler och stödjevävnader (Lindberg, 2008). Unghästarnas proteinbehov beräknas genom att summera det protein som behövs för underhåll och tillväxt (McDonald *et al.*, 2002). En unghäst med en beräknad vuxenvikt på 450 kg har en viktökning på 100 kg mellan 3 och 6 månaders ålder (Frape, 2010), vilket kräver ett proteintillägg för tillväxten (McDonald *et al.*, 2002). Proteinbehovet är störst under den första tiden under hästens liv, men minskar sedan i takt med ökande ålder och avtagande tillväxt. En unghäst som är 3-4 månader har ett dagligt proteinbehov på 13 g smb rp/MJ, medan det avtar till 8,5 g smb rp/MJ per dag vid 7-12 månaders ålder (Jansson *et al.*, 2011).



Figur 1. Tilläggsbehovet för olika hästkategorier utöver underhållsbehovet angivet i g smb rp/MJ tillägg. Modifierad från Jansson *et al.* (2011).

Den vuxna hästens underhållsbehov av protein definieras som mängden protein som behövs för att hästens grundläggande kroppsfunktioner ska kunna verka. För en vuxen häst är underhållsbehovet 6 g smältbart råprotein/MJ, men förutom underhållsbehovet behöver arbetande hästar även tillskott av protein för muskeltillväxt och svettförluster (McDonald *et al.* 2002). Arbetstillägget för protein, för både vuxna och växande hästar, är 6 g smb rp/MJ arbetstillägg. Proteinbehovet hos ett dräktigt sto ökar under de sista dräktighetsmånaderna då fostertillväxten är som störst. Tillägget vid dräktighet är 12 g smb rp/MJ dräktighetstillägg och tillägget för digivning är 12 g smb rp/MJ digivningstillägg. För att kunna uppfylla hästens behov i de olika kategorierna, om det inte är tillräckligt bra proteinkvalitet eller mängd protein i grovfodret, kan det då vara lämpligt att ge ett proteintillskott i form av proteinfodermedel (Jansson *et al.*, 2011). Om grovfodret eller betet är av god kvalitet beror till stor del på skördetidpunkt, men även gödsling, temperatur och väderförhållanden (McDonald *et al.*, 2002).

Essentiella aminosyror

Hästen har inte metabolisk kapacitet att syntetisera alla aminosyror. Dessa aminosyror kallas för essentiella aminosyror och måste fås genom födan. Aminosyrorna behövs för att uppnå behoven för vävnadstillväxt, mjölksekretion och underhåll (Frape, 2010). De essentiella aminosyrorna för hästar antas vara arginin, histidin, isoleucin, leucin, lysin, metionin, fenyylalanin, treonin, valin och tryptofan (NRC, 2007). Lysin är den första begränsade aminosyran för hästar och underhållsbehovet är beräknat till 4,3 % av råproteinbehovet (McDonald *et al.* 2002). Den andra begränsade aminosyran är treonin (Frape, 2010). Lysinbehovet för underhåll har förut baserats på medelinnehållet av lysin i de flesta proteinkällor som används för hästar (NRC, 2007). Vuxna hästar har låga krav på aminosyrasammansättningen, det vill säga proteinets kvalitet. Vid utfodring med ett proteinrikt vallfoder kan proteinbehovet överskridas utan negativa effekter, men om det överskrids under en längre tid kan negativa effekter (Jansson *et al.* 2011) som till exempel minskad förmåga till muskelbildning uppstå (NRC, 2007). Enligt Mäenpää (1988) kan de föl som fått för liten mängd protein, eller om proteinet har en sämre kvalitet, under sin första vinter få en minskad koncentration av plasmaalbumin (68 g/L i november till 56 g/L i april)

,och en minskad plasmakoncentration av flera essentiella aminosyror. Det gäller aminosyrorna isoleucin, leucin, lysin, fenylalanin, treonin och valin. För unghästarna är lysininnehållet i fodret en avgörande faktor för tillväxten, men behovet av lysin liksom av protein avtar i takt med den minskande tillväxten efter hand som hästen blir vuxen. För en unghäst på 3-4 månader är behovet 0,8 g lysin/MJ för att sedan vid 7-12 månaders ålder vara 0,5 g lysin/MJ (Jansson *et al.*, 2011). I en studie som utfördes av Staniar (2001) undersöktes tillväxt och proteinstatus hos föl och ettåringar när de blev erbjudna betesmark och tillskott av olika råproteinhalter och aminosyrasammansättningar.

Båda tillskotten hade ett energivärde på 12,5 MJ/kg ts och bestod bland annat av 10 % majsolja. Det ena tillskotten innehöll 22 % sojamjöl vilket gav 14 % råprotein, medan det andra endast innehöll 3 % sojamjöl som var kompletterat med 0,6 % lysin och 0,4 % treonin, vilket gav ett innehåll av 9 % råprotein. Det visade sig att komplement av lysin och treonin ökade fölens tillväxt, jämfört med om fölen utfodrades med ett proteinkoncentrat med en råproteinhalt på 14 % med tillsats av 22 % soja. Studien visar hur viktigt det är med proteinkvalitet under tillväxten. Aminosyrasammansättningen är även viktig för hårt arbetande hästar som till exempel tävlingshästar. För att tävlingshästar ska kunna behålla muskelintegriteten och ha en förbättrad återhämtningsförmåga efter träning kan ett aminosyratillskott ges utan att påverka hästens prestation under träning (Frape, 2010). Studier gjorda av van den Hoven (2009) har visat att med hjälp av en aminosyramix som ges oralt efter en timmas träning kan den intramuskulära aminosyrapolen, som ständigt tillgodoser cellerna med aminosyror, öka och bidra till en ökad proteinsyntes.

Grovfodrets proteininnehåll

Grovfodrets proteinhalt och proteinkvalitet påverkas av vilken art av växtslag som ingår, vilken mognadsgrad växtslagen har vid skördetidpunkten och var i landet odlingen sker. De växtslag som vanligen används i grovfoder till hästar är gräs eller baljväxter och skillnaden mellan dessa är att proteinhalten generellt är högre i baljväxter än i gräs. Vanliga grössorter som ingår i grovfoder till hästar är timotej och hundäxling och de baljväxter som vanligen ingår är lusern och klöver (Paagan, 2009). I takt med att växten mognar, ju senare växterna skördas, minskar innehållet av råprotein samt omsättbar energi (Nilsson-Linde, 2001) vilket syns tydligt vid jämförelse av de olika växtslagen (tabell 1). För att ta reda på grovfodrets näringsmässiga sammansättning och för att kunna göra en lämplig foderstat behöver grovfodret analyseras. I analysen är just innehållet av protein en av de viktigaste komponenterna (NRC, 2007). Genom en analys framkommer det om foderstaten bör kompletteras med något annat foder för att uppfylla hästens näringsmässiga behov (Jansson *et al.*, 2011) och därmed även proteinbehovet.

Om grovfodret inte innehåller vad som krävs för att täcka hästens proteinbehov kan i första hand ett mer proteinrikt grovfoder, som till exempel lucern, tillsättas för att öka proteininnehållet i foderstaten (McDonald, 2002). Den lägsta gräns för grovfoderkvalitet, beskrivet som smältbart råprotein/MJ som krävs beror på vilken hästkategori som ska utfodras. Gränsen är högst för fölston och unghästar (>8), något lägre för galopp-, trav- och distanshästar (5-7) och lägst (5-6) för övriga kategorier som inte har samma krav på proteininnehållet (Jansson *et al.*, 2011). En begränsande faktor som påverkar hur mycket grovfoder hästen kan äta och därmed hur mycket protein hästen kan få i sig från grovfodret är konsumtionsförmågan (NRC, 2007). Konsumtionsförmågan för en ponny är 1,5-5 och för en häst av större ras 1,5-3 kg ts/100 kg kroppsvikt (Jansson *et al.*, 2011)

Tabell 1. Innehåll av omsättbar energi, råprotein, lysin och metionin i olika växtslag som ingår i grovfoder (per kg ts). Modifierad efter Spörndly. (2003)

Växtslag	Omsättbar energi, MJ/kg ts	smb rp, g/kg ts	lysin, g/kg ts	metionin, g/kg ts
Lusern	9,3-10,2*	130-200*	10,8	4,1
Rödklöver	9,8-10,7*	130-210*	11,0	3,0
Timotej, hundäxling	9,5-11,0*	70-150*	9,7	3,3

*Variation vid sen respektive tidig skörd

Proteinfodermedel

Proteinfodermedel är fodermedel som har ett högt proteininnehåll (Jansson *et al.*, 2011). Fodermedel som är rika på protein är bland annat oljeväxter, men även ärtor, bryggerijäst och lusermjöl. Andra proteinkällor som används i viss utsträckning till häst är drank och drav. Det är viktigt att se till en proteinkällas kvalitet innan den tillsätts i hästens foderstat (Frape, 2010). Kvaliteten talar om proteinkällans aminosyraprofil och huruvida hästen kan bryta ner proteinerna och absorbera aminosyror (McDonald, 2002). Vid framställning av vegetabilisk olja bildas restprodukter och då främst från pressning av sojaböner, rapsfrö och linfrö. Dessa restprodukter används som proteinfodermedel, då de innehåller höga halter av smältbart råprotein, 200-400 g/kg foder. De olika restprodukterna som finns är kaka, expeller och mjöl. Skillnaden mellan de olika restprodukterna beror på hur oljan har utvunnits. Oljekaka kommer från att oljan har kallpressats och expeller från varmpressning, medan mjöl kommer från att oljan extraherats kemiskt och sedan krossats (McDonald, 2002).

Sojamjöl

Soja anses vara den bästa källan till högkvalitativt protein (Frape, 2010), med en hög halt lysin (se tabell 2), och i form av sojamjöl betraktas det vara en av de bästa källorna av tillgängligt protein för djur (McDonald *et al.* 2002). Sojamjölet är en restprodukt efter oljeextraktion av sojaböna och innehåller alla de essentiella aminosyror, men koncentrationen av cystein och metionin är suboptimala. För att få ett högre proteininnehåll kan HiPro soja användas. HiPro soja skiljer sig från vanlig soja då den inte har skalen inblandade vilket ger ett högre proteininnehåll, men den har ett lägre fiberinnehåll (McDonald *et al.* 2002). För att kunna odla soja krävs det en lång vegetationsperiod med mycket ljus och värme. I Sverige är klimatet alltför kallt för sojaböner då de är frostkänsliga (Naturskyddsföreningen, 2010). Odlingsförsök med soja i Skåne och på Öland, utförda av Fogelberg & Lagerberg Fogelberg (2008), gav en avkastning på ca 1600 kg/ha och en råproteinhalt som uppgick till 36-40% av ts. Slutsatserna i studien påvisade att det finns möjligheter till inhemsk odling av soja och att det med hjälp av växtförädling kan bli möjligt att odla soja, i större omfattning, i södra Sverige (Fogelberg och Lagerberg Fogelberg, 2008). År 2011 importerades 127 ton rostade sojaböner, 344 ton sojamjöl och 44 ton sojabönkoncentrat till Sverige för att användas i hästfoder. Från importerade sojaböner tillverkades sojamjöl (66 ton) och sojabönkoncentrat (46 ton). Totalt importerades 515 ton sojaprodukter för hästfoder 2011, vilket kan jämföras med den totala importen på ca 216 000 ton GMO-fri soja samma år (Jordbruksverket, 2013).

Tabell 2. Innehåll av omsättbar energi, råprotein, lysin och metionin i proteinfodermedel (per kg ts) som används i hästfoderstater. Modifierad efter Spörndly. (2003)

Proteinfodermedel	Omsättbarenergi, MJ/kg ts	smb rp, g/kg ts	lysin , g/kg ts	metionin, g/kg ts
Bryggerijäst	13,1	450	33,3	8,3
Linfrömjöl	11,3	344	14,4	7,6
Linfröexpeller	14,6	255	13,0	6,8
Potatisprotein	13,9	751	71,3	21,1
Rapsexpeller	14,7	268	17,8	7,0
Rapsmjöl	11,2	340	22,9	7,8
Sojamjöl	16,8	469	31,1	7,7
Åkerböna	9,8	240	18,0	2,4
Ärt	12,0	199	13,3	1,9
Vetedrank	12,0	272	8,1	4,5
Drav	10,6	210	1,7	1,2

Torkad vetedrank

Vetedrank är en proteinrik biprodukt från etanoltillverkningen och ett mycket intressant fodermedel till hästar på grund av sitt höga proteininnehåll (se tabell 2) och det höga innehållet av växtfiber (Lindberg, 2008). Det kan utfodras antingen i blöt form med en ts-halt på 8,5- 28 %, eller i torr form med en ts-halt på 90 % (Bernesson & Strid, 2011). Dranken (primärdrank) är ett bra proteinfodermedel då proteinhalten är nästintill oförändrad efter jäsningsprocessen. Förutom primärdrank kan även sekundärdranken användas som foder. Nackdelen med sekundärdrank är att 50 % av lysinet och 20 % av metioninet har brutits ner (Bernesson & Strid, 2011). I en studie som gjorts av Lindberg (2008) studerades tillväxten hos unghästar i åldrarna 18-22 månader som utfodrades med fri tillgång till ensilage och begränsad tilldelning av kraftfoder. Proteinkällan som tillsattes i foderstaten var torkad vetedrank eller sojamjöl. Försöket pågick under tio veckor där hästarna utfodrades med drank under fem veckor och soja under fem veckor. Resultaten visade att när unghästarna fick ett vallfoder med högt innehåll av råprotein (>12 %) så var det möjligt att ersätta sojamjölet med torkad vetedrank utan att det gav några negativa effekter på tillväxten, kroppsutvecklingen eller näringsomsättningen (Lindberg, 2008). Under år 2011 importerades ingen torkat drank till Sverige. De 23 ton som användes till hästfoder under samma år tillverkades i Sverige (Jordbruksverket, 2013).

Linfrö

Linfrö är vanligt att ge hästar innan försäljning för att förbättra pälsens glans (Frape, 2010). Linfrö bör inte utfodras oprocessat och måste kokas innan det ges då vätecyanid frisätts i kontakt med vatten. Vätecyanid är mycket giftigt för alla djur. Linfrö innehåller också laxerande slemämnen vilket ses som positivt vid utfodring av hästar och upp till några hektogram per vuxen häst och dag anses vara en lämplig mängd (Olsson *et al.*, 1988). Proteinet i linfrö är av sämre kvalitet än i sojamjöl (se tabell 2) då det har ett lägre metionin- och lysininnehåll (McDonald *et al.* 2002). Under 2011 importerades inga linfröfodermedel till Sverige, men den inhemska tillverkningen uppgick till 343 ton linfröexpeller (Jordbruksverket, 2013).

Potatisprotein

Potatisprotein är en mycket proteinrik, vattenlöslig biprodukt från stärkelseutvinning av potatis, som genom torkning blir ett användbart proteinfodermedel (Simonsson, 1995). Potatisprotein ingår ofta i fabriksstillverkat färdigfoder (Jansson *et al.*, 2011) och har ett högt metionin- och lysininnehåll (se tabell 2) och är ett utmärkt proteinfodermedel för växande djur (McDonald *et al.* 2002). År 2011 användes 675 ton potatisprotein från stärkelseutvinningen i Sverige som fodermedel för hästar. Mängden potatisprotein som importerades från andra länder och användes i eller som hästfoder var 15 ton (Jordbruksverket, 2013).

Foderjäst

Foderjäst är en biprodukt som består av torkad bryggerijäst från öltillverkning. För att kunna använda jästen som fodermedel kokas och torkas den, eftersom den annars kan orsaka jäsningar i tarmen (Eriksson *et al.*, 1972). En studie som utfördes av Winkler *et al.* (2011) gjordes för att se om torkad jäst kunde vara ett alternativ till soja som den huvudsakliga proteinkällan i foder till föl sett till påverkan på utvecklingen och tillväxten. Två omgångar av behandlingar utfördes där procentandelen jäst som ersatte soja var 0, 25, 50, 75 och 100. I försöken undersöktes det vilken inverkan jäst hade på olika dieters smältbarhet. I den första gruppen utfodrades fölen med ett koncentrat motsvarande 2 % av kroppsvikten och ett grovfoder som motsvarade 1 % av kroppsvikten. Den andra gruppen fick även de ett koncentrat motsvarande 2 % av dess kroppsvikt, men istället för skördat grovfoder så fick de gå på bete. Fölen fick här tre olika nivåer med jäst och försöken gjordes på föl som gick på olika betesmarker. För att kunna se hur jästen påverkade fölen så vägdes och mättes de var 28:e dag. Andra faktorer som noterades var intaget av koncentrat och grovfoder, samt blodprov i slutet av försöken. Resultatet visade att en ökning av jästandelen i dieten inte skiljde sig från dieterna innehållande soja när faktorer som daglig genomsnittlig viktökning, mankhöjd och längd mättes. En ökad jästandel hade inte heller någon påverkan på de biokemiska blodparametrarna totalprotein, albumin, globulin, urea, urinsyra, kreatinin, kolesterol och triglycerider. Studien visade att jäst kan användas som den enda huvudsakliga proteinkällan i foder till 12 månader gamla föl på grund av att innehållet av lysin (se tabell 2), treonin och leucin är högt. Studien visade även att jäst kunde vara ett bra alternativ till sojamjöl utan att ha en negativ inverkan på unghästens utveckling och tillväxt.

Drav

Drav är en proteinrik (se tabell 2) biprodukt, restprodukt, som blir över vid tillverkning av öl. Det är ofta korn som används som utgångsmaterial och under mältningsprocessen gror kornet och bildar enzymer, amylaser, som kan bryta upp stärkelsemolekylerna. Därefter torkas det

mältade kornet, grodden avlägsnas och det mältade kornet behandlas sedan med hett vatten (mäskning). Under mäskningen spjälkas maltet till socker och efter det filtrerats och det som blir kvar kallas för drav (Öster, 1977). Drav har visat sig kunna ersätta havre och sojamjöl i pelleterade foder för åringar om de kompletteras med tillräckliga mängder lysin (Ott *et al.*, 1979). I en studie som gjorts av Ott *et al.* (1981) jämfördes dieter med olika proteinkällor med avseende på unghästars tillväxt. De olika proteinkällorna var (1) sojamjöl (15,4% rp/kg ts, 0,70 % lysin/ kg ts); (2) sojamjöl med 2 % lysintillskott (15,7 % rp/kg ts, 0,81 % lysin/ kg ts); och (3) drav med 2 % lysintillskott (15,9% rp/ kg ts, 0,59 % lysin/ kg ts). Faktorer som viktökning, mankhöjd, längd, omkrets och kg tillväxt per kg foder mättes. Resultatet visade att utfodring av drav med tillsatt lysin var likvärdigt med de två sojadieterna och därför ansågs kunna ersätta sojamjölet. Under 2011 förekom ingen import av drav för kommersiellt tillverkade hästfoder, och ingen svensktillverkad drav användes heller som hästfoder (Jordbruksverket, 2013).

Ärt och åkerböna

Ärtor har en bra aminosyrabalans och ett högt innehåll av lysin (se tabell 2), metionin och cystein. Ärtor innehåller mindre protein än åkerbönor, men det biologiska värdet (BV) för hästar är likvärdigt det som är för sojaprotein. Det biologiska värdet anger huruvida ett visst fodermedel tillfredsställer aminosyrabehovet (Frape, 2010). Ärtor är därför ett bra alternativt proteinfodermedel till sojamjöl när det kommer till utfodring av hästar (McDonald *et al.*, 2002). Åkerbönan protein är av hög kvalitet då det är en värdefull källa till lysin. Åkerbönor finns både som vinterböna och vårböna. Skillnaden mellan dessa är att vinterbönan har ett lägre innehåll av råprotein (230 g rp/kg ts) än vårbönan (270 g rp/kg ts). Vuxna hästar kan utfodras med hela bönor, medan bönorna bör krossas eller grovmalas till unga hästar som inte har full tanduppsättning (Frape, 2010). År 2011 användes 15 ton svenska och 28 ton importerade ärtor i kommersiella fodermedel till häst. Varken svenskproducerad eller importerad åkerböna användes i hästfoder under 2011 (Jordbruksverket, 2013).

Raps

Proteinet i rapsmjöl och rapsexpeller har en hög halt av lysin (se tabell 2) och är främst intressant som proteinfodermedel till växande unghästar, digivande ston och högdräktiga ston. Med rapsmjöl avses vanligen den rest som fås efter extraktion och har ett lågt fettinnehåll. Rapsmjöl är en av de viktigaste inhemska foderråvarorna. Proteinhalten i rapsmjöl varierar mer än i sojamjöl beroende på att rapsmjöl levereras i mindre partier, medan sojamjöl levereras i stora homogeniserade partier. Protein- och lysininnehållet i rapsmjöl är lägre än i sojamjöl (se tabell 1), men raps har ett högre metionininnehåll än soja (McDonald *et al.* 2002). Studier som har gjorts av Cymbaluk (1990) har visat att sojamjöl helt eller delvis kan ersättas med rapsmjöl i foderstater till unghästar. Unghästarna utfodrades i tre olika omgångar där de fick en basal diet utan tillsatser i första omgången. Vid den andra omgången så fick det ett foder som var kompletterat med rapsmjöl och i den tredje, omgången så utfodrades unghästarna med ett foder som var kompletterat med sojamjöl. Råproteinhalten för de olika dieterna var 11,8, 16,0 respektive 16,8 % och lysinhalten 0,45, 0,75 respektive 0,75 %. Resultatet visade att unghästar som utfodrads med rapsmjöl hade plasmalysinkoncentrationer på samma nivå som de hästar som utfodras med sojamjöl. Det visade även att de unghästarna som utfodrades med den basala dieten växte långsammare än de som fick proteintillsatser i form av rapsmjöl och sojamjöl. Slutsatsen av studien visade att raps var ett bra alternativ till soja för de växande unghästarna.

Rapsexpeller är den restprodukt som erhålls då rapsfrö pressas mekaniskt i en oljepress och oljan extraheras genom tryck (Bernesson, 2007). Under 2011 användes 2 ton svenskt rapsfrö och 6 ton svensk rapsexpeller till hästfoder i Sverige (Jordbruksverket, 2013).

Anti-nutritionella substanser (ANS)

Oupphettat rapsfrö innehöll förr högre halter glukosinater, vilka är sköldkörtelrubbande när de hydrolyseras under digestion av enzymet myrosinas, men med hjälp av växtförädling är halten mycket låg (McDonald *et al.*, 2002). De aktiva sköldkörtelrubbande substanser som frisätts är isotiocyanat och oxazolidin. Genom att värmebehandla rapsfrön och förstöra myrosinaset så minskar risken för negativa hälsoeffekter på djur, men de intestinala enzymerna kan fortfarande frisätta thyroaktiva substanser. Det är därför bra att endast utfodra hästen med små mängder rapsmjöl om innehållet av anti-nutritionella substanser är okänt. Raps innehåller även tanniner (polyferoler) som reducerar smältbarheten och gör att proteinvärdet i rapsmjöl är något lägre än i soja (Frape, 2010). Baljväxter innehåller generellt anti-nutritionella substanser, men innehållet är lågt hos moderna sorter av ärt och raps. Vissa äldre ärtsorter innehåller trypsininhibitorer och lektiner, vilka kan inaktiveras av uppvärmning. Trypsininhibitorer är stabila upp till 80°C, men om ärtorna blötläggs i 18 timmar tas ca 65 % av enzymaktiviteten hos trypsininhibitorerna bort. Autoklivering under 121 °C i fem minuter förstör trypsininhibitorerna och lektinerna helt (Frape, 2010). Innehållet av trypsininhibitorer är likvärdiga i ärtor och åkerböna, men de innehåller bara 10 % av den mängd anti-nutritionella substanser som finns i sojaböna (McDonald *et al.*, 2002). Ärtor innehåller även en liten mängd chymotrypsin- och amylasinhibitorer, men även de kan förstöras genom autoklivering. Ärtor innehåller även oxalat och fytat (7 respektive 5-8 g/kg) vilka binder till Kalcium och Fosfor och orsakar reducerad upptagningsförmåga av mineralämnen från fodret. Innehållet av tanniner är 0,4 g/kg (Frape, 2010).

Tanniner binder till enzymer och andra proteiner för att sedan reducera smältbarheten. Åkerböornas skal innehåller kondenserade tanniner som interagerar med det dietära och endogena proteinet i tarmen, och ökar den fekala förlusten av dem båda. För höga halter av kondenserade tanniner minskar hästens aptit (Frape, 2010). Linfrö innehåller glykosiden linamarin. Linamarin bryts ner av enzymet linas och bildar cyanväte (HCN) i närvaro av vatten som absorberas av det växtslem som fröna innehåller. Linfrö måste därför kokas innan utfodring för att inaktivera linas och förhindra att HCN frisätts och förgiftar hästen eller blötläggas för att frisätta HCN så att det avges i gasform till luften innan utfodring (Frape, 2010). Det är därför bra att analysera halterna innan hästen utfodras (Spörndly, 2000). Råa sojaböna innehåller allergena-, sköldkörtelrubbande- och antikoagulerande faktorer utöver proteasinhibitorer (Frape, 2010). Kuniz anti-trypsin och Bowman-Birk chymotrypsininhibitor är de viktigaste proteasinhibitorerna, vilka ansvarar för de tillväxtfördröjande egenskaperna i oupphettade sojaprodukter. Fördröjningen beror på att proteindigestionen inhiberas, men även en ökad produktion av trypsin och chymotrypsin i tunntarmen som leder till försämrat aminosyrainnehåll i blodet (McDonald *et al.* 2002). Korrekt rostning av böna förstör dessa faktorer utan att förstöra proteinkvaliteten (Frape, 2010). Sojamjöl innehåller även tillväxthämmande lektiner. Toxiciteten i sojaböna är låg, men värmebehandling krävs för att kunna utfodra djur med sojaböna. Vid för hög värme (överhettning) minskar proteinets värde då tillgängligheten för lysin minskar (McDonald *et al.* 2002).

Odlingen och dess miljöpåverkan

Den soja som används till djurfoder kommer från Brasilien där 75 % av sojan kommer från delstaten Mato Grosso och resterande 25 % från kustområden i södra Brasilien. Anledningen till att Sverige importerar soja från Brasilien är att det finns en branschöverenskommelse om att endast GMO-fri soja får användas i djurfoder. Ökningen som sker av sojaodlingen i Sydamerika ger en förändrad markanvändning i savann- och regnskogsområden och har även en negativ påverkan både socialt och kulturellt för befolkningen (Emanuelsson *et al.*, 2006). Odlingen av soja har en negativ påverkan på miljön då den resulterar i en minskad biologisk mångfald och en ökad jorderosion, medan importen i sig orsakar utsläpp av koldioxid (Davis *et al.*, 2006). Jorderosionen orsakar odlingsförluster på ca 8 ton per hektar och år i Brasilien och är en typ av markförstörelse som orsakas vid kraftig markanvändning och som inte går att reparera (Jordbruksverket, 2007). Odlingen av sojabönor innebär även minskad mullhalt och ökad jordpackning (Mattsson *et al.*, 2000), vilket även förekommer i odlingar av svenska grödor, dock inte alls i samma utsträckning (Lundström *et al.*, 2008). Den minskade mullhalten och ökade jordpackningen tillsammans med förhöjda halter av tungmetaller påverkar den svenska jordens bördighet och därmed även odlingsförmåga, vilket resulterar i årliga skördeförluster på ca 10 % (Jordbruksverket, 2007).

En livscykelanalys utförd av Flysjö *et al.* (2008) påvisade miljöeffekterna av proteinfodermedel. Analysen gjordes på konventionella fodermedel och de faktorer som undersöktes var bland annat odling, transport och behandling. De miljöeffekterna som studerades var klimatförändringar, försurningar och användning av mark. Resultatet visade att det var större koldioxidutsläpp vid import och transport av proteinfodermedel än vad det är vid odling av svenska proteingrödor. Studien visade dock att klimatpåverkan från svensk raps var hög, vilket berodde på odlingen och då främst framställningen av handelsgödsel. Den största bidragande faktorn till övergödning visade sig vara kväveläckage från grödorna. Störst var läckaget från raps och ärt, vilket visade sig bero på att alldeles för mycket kväve används vid gödning av grödorna. Studiens slutsatser var att det är odlingen som har den största miljöpåverkan i den svenska odlingen och inte transport och behandling av fodermedel. En annan slutsats var att miljöpåverkan är mindre från biprodukter då de delas in som biprodukt (foder) och komponent i livsmedel, vilket innebär att biprodukterna har en lägre miljöpåverkan än råvaran i sig.

Diskussion

Syftet med studien var att se om det är möjligt att utfodra hästar med svenska proteinfodermedel som alternativ till soja. Sojan som importeras har en negativ inverkan på miljö och befolkningen i Brasilien (Emanuelsson *et al.*, 2006). I och med en ökad arealanvändning för GMO-soja så minskar utrymmet för odling av GMO-fri soja och det kan nog bli svårare att hålla odlingarna helt GMO-fria, då dessa odlingar ligger i samma områden. Sojans negativa miljöeffekter och den minskade tillgången på GMO-fri soja anser jag gör det aktuellt att få en ökad svensk odling av soja eller andra inhemska proteingrödor. Studien som gjordes av Fogelberg & Lagerberg Fogelberg (2008) visade att det är möjligt att odla svensk soja i Skåne och på Öland. Klimatet är den största begränsningen för att odla soja i Sverige och jag tror att det kommer bli svårt att få spannmålsproducenter att vilja gå ifrån sin nuvarande produktion och börja producera soja. Även om det sker en växtförädling och en ökad produktion uppåt i landet så kommer det antagligen att ta ett tag innan sojan kan anses som en etablerad proteingröda i Sverige. De biprodukter som fås vid framställning av vegetabilisk olja, stärkelse, öl och etanol, det vill säga oljekakor, mjöl och expeller, potatisprotein, bryggerijäst/foderjäst, drank och drav (Lindberg, 2008; Simonsson, 1995;

Eriksson *et al.*, 1972; Öster, 1977) tycker jag är intressanta alternativ till sojan då det handlar om att ta till vara på resterna från en befintlig produktion. Vetedrank har visat sig vara ett alternativ till sojamjöl för unghästar (Lindberg, 2008) på grund av sin aminosyraprofil med hög halt lysin. Vetedranken tycker jag är särskilt intressant då Sverige själva stod för produktionen av det som utfodrades till häst under 2011 (Jordbruksverket, 2013) och inget behövde importeras. Jag tror dock att det är svårt att lagra drank i stallet om det endast levereras i stora partier, vilket kan göra att endast är foderfabriker och större anläggningar som har möjlighet att använda det. Potatisprotein anses vara ett utmärkt proteinfodermedel för växande djur och är därför vanligt förekommande i fabrikstillverkat färdigfoder (Jansson *et al.*, 2011). Trots att det är vanligt förekommande i hästarnas foderstater så har jag inte kunnat hitta några direkta studier eller utfodringsförsök som är gjorda på häst. För att kunna tillgodose hästarna med potatisprotein så räckte inte den inhemska produktionen till, utan en liten mängd fick importeras till Sverige år 2011 (Jordbruksverket, 2013). Att så stor mängd importeras beror antagligen på att det inhemska potatisproteinet köps in av foderproducenter och används i färdiga foderblandningar och att den svenska produktionen inte räcker till. Att det har en sådan god proteinkvalitet tror jag även påverkar priset och gör detta till en relativt dyr proteinkälla.

Enligt Winkler *et al.* (2011) så kan torkad jäst användas som den huvudsakliga proteinkällan och helt ersätta sojamjöl till 12 månader gamla föl, utan att ha en negativ inverkan på tillväxten. Detta är möjligt då jäst innehåller höga halter av lysin, treonin och leucin. Jag kunde inte hitta någon information om hur mycket jäst som produceras eller importeras till Sverige, men jag kan tänka mig att det är så pass liten användning av det att det endast är inhemsk produktion. Jag kan även tänka mig att jäst har en god smak och därför fungerar mycket bra till unghästar. Drav har ett lägre innehåll av lysin än soja och för att det ska kunna ersätta sojamjölet helt i en foderstat till åringar behövs tillskott av lysin (Ottet *al.* 1981). Detta tycker jag gör drav till en mindre lämplig proteinkälla till åringar och kanske mer lämpligt för utfodring av andra hästkategorier som inte har samma aminosyrabehov av lysin för tillväxten. Under 2011 producerades ingen drav i Sverige till hästfoder och inget importerades för att användas som hästfoder, däremot förekom det inhemsk produktion av drav till andra husdjur (Jordbruksverket, 2013). Här skulle jag gärna velat titta på möjligheterna av att ha en inhemsk produktion av drav till häst.

Linfrömjöl har ett lågt innehåll av lysin, men även metionin vilket gör att det har en sämre proteinkvalitet än sojamjöl (McDonald *et al.*, 2002) Jag kunde inte hitta några studier som gjorts där man tittat på linfrö som det enda proteinfodermedlet till häst, vilket antagligen beror på att det har låga halter av de två första begränsade aminosyrorna och kanske är mer lämpligt för att användas som ett tillskott för att förbättra pälskvalitén innan försäljning eller visning (Frape, 2010) snarare än att använda som den enda proteinkällan i foderstaten. Raps, i form av mjöl och expeller, har ett lägre lysininnehåll, men ett högre metionininnehåll än soja. Rapsmjöl är ett möjligt alternativ till unghästar istället för sojamjöl (Cymbaluk, 1990). Fördelen med raps är att all den raps som används till häst kan produceras i Sverige och någon import är inte aktuell. Både ärtor och bönor har en bra aminosyrabalans och en bra proteinkvalitet då de innehåller höga halter av lysin, metionin och lysin (McDonald *et al.* 2002; Frape, 2010). Under 2011 fanns det en inhemsk användning av inhemskt odlade ärtor och även en import av ärtor för användning i eller som hästfoder, men däremot fanns ingen produktion och import av åkerböna till häst. Eftersom båda dessa anses vara bra proteinkällor så kan det vara intressant att se varför inte åkerböna används till häst. En begränsande faktor vid utfodringen av raps, linfrön och baljväxter som åkerböna, sojaböna och ärtor är förekomsten av Anti-nutritionella substanser (ANS). De ANS som förekommer i dessa proteinfodermedel är glukosinater, tanniner, trypsininhibitorer, lektiner, chymotrypsin- och

amylasinhistorer. Dessa påverkar hästen genom att de är sköldkörtelrubbande, smältbarhets- och aptitreducerande (McDonald et al., 2002; Frappe, 2010). För att se till att ANS inte aktiveras och har en negativ påverkan på hästen så är det väldigt viktigt att proteinfodermedlen genomgår värmebehandlingar och inte utfodras råa. Genom växtförädling har innehållet av ANS minskat i ärtor och raps, och det skulle vara intressant att se hur utvecklingen kring andra proteinfodermedel ser ut när det kommer till växtförädling och reduktion av innehållet av ANS.

Slutsats

Det finns svenska proteinfodermedel till häst som alternativ till soja. Olika proteinfodermedel är dock mer eller mindre lämpade för olika hästkategorier, vilket gör det viktigt att se till vad hästens behov är så att den inte får för lite eller för mycket protein i sin foderstat. Den viktigaste källan till protein är grovfodret och proteinfodermedel är bara lämpligt att tillägga om grovfodret har ett bristande proteininnehåll. Genom att använda inhemska fodermedel får vi en minskad import och därmed en minskad negativ miljöpåverkan. En aspekt som inte tagits upp i litteraturstudien är priset för olika proteinfodermedel, vilket hade varit intressant då ekonomin är en viktig faktor i valet av fodermedel. Mer forskning kring potatisprotein till häst är något som skulle vara behövligt då det idag finns mest studier på andra djurslag.

Referenser

- Bernesson, S., Strid Svensk, I. (2011) Spannmålsbaserad drank - alternativa sätt att tillvarata dess ekonomiska, energi- och miljömässiga potential. (Rapport 032). Institutionen för energi och teknik. Uppsala
- Bernesson, S. (2007) *Användningsområden för biprodukterna vid pressning och omförestring av rapsolja*. (Rapport – miljö, teknik och lantbruk 2007:04). Institutionen för husdjurens utfodring och vård. Uppsala.
- Cymbaluk, N.F. (1990). Using canola meal in growing draft horse diets. *Equine Practice*, vol. 12 (4) ss. 13, 16-19.
- Davis, J., Sonesson, U., Flysjö, A. (2006). *Lokal produktion och konsumtion av baljväxter i Västra Götaland*. (SIK-rapport nr 756). Västra Götalandsregionen.
- Emanuelson, M., Cederberg, C., Bertilsson, J., Rietz, H. (2006). *Närodlat foder till mjölkkor - en kunskapsuppdatering*. (Rapport nr 7059-P). Svensk mjölk.
- Eriksson, S., Sanne, S., Thomke, S. (1972). Fodermedlen - sammansättning näringsvärde användbarhet. LTs förlag LTK. Borås.
- Fogelberg, F., Lagerberg Fogelberg, C. (2008). *Sojabönor är en svensk framtidsgröda*. Forskningsnytt om ekologiskt lantbruk i Norden 1, 9-10. Sveriges Lantbruksuniversitet.
- Flysjö, A., Cederberg, C., Strid, I. (2008). LCA-databas för konventionella fodermedel - miljöpåverkan i samband med produktion. (SIK-rapport nr 772). Uppsala.
- Frape, D. 2010. *Equine nutrition and feeding*, ss.28-30, 116, 127-131, 213-214, 259. John Wiley & Sons, United States.
- Jansson, A., Lindberg, J.E., Rundgren, M., Müller, C., Connysson, M., Kjellberg, L., Lundberg, M. (2011). *Utfodringsrekommendationer av häst*. 7. uppl. Sveriges Lantbruksuniversitet.
- Jordbruksverket (2013). *Rapporterad använd mängd foderråvaror i Sverige 2011* ss. 1-3. <http://www.jordbruksverket.se/download/18.2c4b2c401409a33493148c2/1378364845560Tabell+1.+R%C3%A5varuf%C3%B6rbrukning+2011.pdf>[2013-05-08]
- Jordbruksverket (2007). Ett rikt odlingslandskap- underlag för fördjupning utvärdering 2008. (Rapport 2007:15). Miljöenheten.
- Larsson, Å. (1998). *Vindkraft i lokala och regionala nät: elektriska egenskaper och elkvalitet*. (Elforsk Rapport, 1998:20). Stockholm: Elforsk.
- Lindberg, J.B. (2008). *Utfodring av unghästar med torkad vetedrank -Tillväxt, kroppsmaßt och blodparametrar*. (Rapport 269). Institutionen för husdjurens utfodring och vård. SLU
- Lundström, J., Albihn, A., Gustafson, G., Bertilsson, J., Rydhmer, L., Magnusson, U.(2008). *Lantbrukets djur i en förändlig miljö- utmaningar och kunskapsbehov*, ss. 35, Uppsala.
- Mattsson B, Cederberg C, Blix L. (2000). *Agricultural land use in life cycle assessment of three vegetable oil crops*. Journal of Cleaner Production, 8, 283-292.
- McDonald, P., Edwards, R.A., Greenhalgh, J.F.D., Morgan, C.A., Sinclair, L.A., Wilkinson, R.G. (2011). *Animal nutrition*. 7th edition, ss. 58-59,360-361,373,566-568,570-571,577-578. Pearson Education Limited, Harlow.

- Mäenpää (1998). Vitamin A, E, and D in mares and foals during different seasons. *Journal of Animal Science*, 66, 1424-1425.
- Naturskyddsföreningen. (2010). Soja som foder och livsmedel i Sverige – konsekvenser lokalt och globalt (Rapport9915).
- Nilsdotter-Linde, N. 2001. Klöver och gräs i vallen – hur kan vi styra den botaniska sammansättningen. Fakta jordbruk nr 10. SLU Reproenheten, Uppsala, Sverige.
- NRC. (2007). Nutrient requirements of horses. ss. 26-27. National Academy Press, Washington, DC, USA.
- Olsson, A.C., Emanuelsson, M., Wiktorsson, H. (1988). Linfröets *egenskaper och användbarhet som foder*. (Rapport 173). Institutionen för husdjurens utfodring och vård. SLU
- Ott, E. A., Asquith, R. L., Feaster, R. L. & Martin, F. G., (1979). *Influence of protein level and quality on growth and development of yearling foals*. *Journal of Animal Science* 49, 627.
- Ott, E. A., Asquith, R. L. & Feaster, R. L., (1981). *Lysine supplementation of diets for yearling horses*. *Journal of Animal Science* 53, 1496-1503.
- Pagan, J. D. 2009. Forages: The Foundation for Equine Gastrointestinal Health. *Advances in Equine Nutrition IV*, 19-20. Nottingham University Press. Nottingham, UK.
- Planck C., Rundgren M. 2005. *Hästens näringsbehov och utfodring*. Natur och Kultur/Fakta etc. Stockholm.
- Simonsson, A. (1995). Fodermedel till svin, (SLU Info rapporter, Husdjur 77), s. 58, 78. SLU. Uppsala.
- Spörndly, R. (2000). *Fodermedel*. SLU och Svea Husdjur, Jordbruksverket.
http://www.vaxteko.nu/html/sll/sjv/utan_serietitel_sjv/UST00-04/UST00-04D.HTM
- Spörndly, R. (2003) *Fodertabeller för idisslare*. (Rapport 257). Institutionen för husdjurens utfodring och vård. SLU.
- Stanjar, W.B., Kronfeld, D.S., Wilson, J.A., Lawrence, L.A., Cooper, W.L., Harris, P.A., (2000). *Growth of Thoroughbred foals fed a low-protein supplement fortified with lysine and threonine*. *Journal of Animal Science*, 79, 2143. <http://www.animal-science.org/content/79/8/2143.short>
- Thomke, S. (1972). Fodermedlen - sammansättning näringsvärde användbarhet. (LTs förlag LTK). Stockholm.
- van den Hoven, R., Hackl, S., Zickl, M., Spona, J., Zentek, J., (2009). *Changes in intramuscular amino acid levels in sub maximally exercised horses*. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition* 93, 457
- Winkler, B., Tosi, H., Webster, A.J.F., Resende F.D., Oliveira, A.A.M.A., Villela, L.C.V. (2011) *Dried yeast (Saccharomyces cerevisiae) as a protein source for horses*. *Livestock Science* 137, 168–177.
- Öster, A. (1977). *Hantering, lagring och utfodring av våt drav till mjölkkor*. ss. 7. Sveriges lantbruksuniversitet, institutionenförhusdjurensutfodringochvård. Uppsala.

I denna serie publiceras examensarbeten (motsvarande 15, 30, 45 eller 60 högskolepoäng) vid Institutionen för husdjurens utfodring och vård, Sveriges lantbruksuniversitet. Institutionens examensarbeten finns publicerade på SLUs hemsida www.slu.se.

In this series Degree projects (corresponding 15, 30, 45 or 60 credits) at the Department of Animal Nutrition and Management, Swedish University of Agricultural Sciences, are published. The department's degree projects are published on the SLU website www.slu.se.

Sveriges lantbruksuniversitet
Fakulteten för veterinärmedicin och
husdjursvetenskap
Institutionen för husdjurens utfodring och vård
Box 7024
750 07 Uppsala
Tel. 018/67 10 00
Hemsida: www.slu.se/husdjur-utfodring-varld

*Swedish University of Agricultural Sciences
Faculty of Veterinary Medicine and Animal
Science
Department of Animal Nutrition and Management
PO Box 7024
SE-750 07 Uppsala
Phone +46 (0) 18 67 10 00
Homepage: www.slu.se/animal-nutrition-management*