



Sveriges lantbruksuniversitet  
**Fakulteten för veterinärmedicin och husdjursvetenskap**

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

## Jämförelse mellan sojaböna och åkerböna som proteinfoder till växande grisar



Foto: Liv Spellerberg

**Malin Åberg**

---

**Examensarbete** / SLU, Institutionen för husdjurens utfodring och vård, **492**

Uppsala 2014

**Degree project** / Swedish University of Agricultural Sciences,  
Department of Animal Nutrition and Management, **492**

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

## Jämförelse mellan sojaböna och åkerböna som proteinfoder till växande grisar

Comparison between soy bean and faba bean as a protein feed to growing pigs

Malin Åberg

**Handledare:** Emma Ivarsson, SLU, Inst. för husdjurens utfodring och vård  
Supervisor:

**Ämnesansvarig:** Maria Neil, 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, 492  
Series name, part No:

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

**Nyckelord:** Protein, åkerböna, sojaböna, gris  
Key words: Protein, faba bean, soy bean, pig

## **Abstract**

The soybean can be used in multiple ways, and its high oil content makes it suitable for extraction. Soy bean meal, a by-product of the oil extraction, is a good source of protein with a high feeding value, and is therefore used in a number of different animal feeds. Further, soy bean meal has a low production price, which is one of the reasons for the extensive export of the product. There is a great demand for vegetable-based proteins, especially in the organic production where synthetic amino acids are banned. However, the current production of soy beans is not environmentally sound and that combined with the long transport distances amplifies the need of finding a locally produced protein source. The faba bean is an indigenous crop that is well adapted to the Swedish climate. It also has a high content of both protein and energy, which gives it a good feeding value. The disadvantage that can be seen in soy bean, as well as faba bean, is the presence of anti-nutritional substances (ANS), which can potentially lower the feeding value of the beans. The negative effects of ANS may be reduced with proper processing and appropriate feeding schemes that considers the ANS content which make it possible for the faba bean to replace soy bean meal to growing pigs.

## **Sammanfattning**

Sojabönan har ett brett användningsområde, bland annat används den för oljeutvinning på grund av det höga innehållet av olja. Sojamjöl används i flera olika foderblandningar, och är restprodukten av oljeutvinningen. Mjölet är en förhållandevis billig produkt, vilken även anses ha ett mycket bra fodervärde, speciellt med avseende på protein. Därför sker en omfattande export av sojamjöl, bland annat till Sverige, då det finns ett stort behov av vegetabiliskt protein inom animalieproduktionen. Då synteiska aminosyror inte tillåts inom den ekologiska produktionen förstärks behovet av ett fullgott proteinfodermedel ytterligare inom denna sektor. Produktionen av sojabönan anses dock inte miljömässigt försvarbar avseende dess produktionsformer och den omfattande transporten. Detta har resulterat i en ökad fokus på att finna ett inhemskt proteinfoder som kan reducera användningen av sojaprodukter. Åkerbönan är en gröda som med fördel kan odlas i Sverige och som innehåller en hög halt av både protein och energi, vilket ger den ett högt fodervärde. Nackdelen med både sojaböna och åkerböna är att de innehåller en relativt hög halt av antinutritionella substanser (ANS) vilket reducerar deras fodervärde. De negativa effekterna av ANS kan minskas med lämplig produktbearbetning och med en väl anpassad foderstat. Detta gör att åkerbönan har möjlighet att ersätta användningen av sojaböna i fodret till växande grisar.

## Introduktion

Sojaböna (*Glycine max*) används idag som en effektiv proteinkomponent med en hög inblandning i flera olika typer av djurfoder. Sojabönan är en viktig oljeväxt för humankonsumtion, men inom animalieproduktionen är restprodukterna från oljeutvinningen av störst betydelse. Sojabönan är en frekvent använd proteinfoderkälla till enkelmagade djur, såväl som till idisslare. Inblandningen sker dock främst efter att sojabönan bearbetats till mjöl. Under processen genomgår sojabönan en värmebehandling som minskar förekomsten av värmekänsliga antinutritionella substanser (ANS) vilket gör att utnyttjandet hos djuret förbättras och därmed även sojabönans användbarhet som proteinfoder (Herkelman et al., 1992; Purushotham et al., 2007). Åkerböna (*Vicia faba*), är den mest frekvent odlade svenska bönsorten, vilken skulle kunna odlas i högre utsträckning som proteinfoder. Jämförelser av de olika bönsorterna görs ofta mellan den obehandlade åkerbönan och det värmebehandlade sojamjölet (SM), vilket kan göra att sojabönan tillskrivs en orättvis fördel i jämförelsen.

Förädling av den ursprungliga sojabönan har lett till reduktion av ANS i bönan och en ytterligare förbättring av fodervärdet. Liknande förädling har även skett inom andra typer av bönor, så som åkerböna där en vitblommig tanninfri sort har förädlats fram (Kiarie et al., 2013). I dagsläget odlas främst de brokblommiga sorterna av åkerböna (Jordbruksverkets fältbesiktning, 2013) och sojabönan är fortfarande ett frekvent använt proteinfodermedel i Sverige och övriga Europa. Den ständigt ökande efterfrågan på sojaprodukter samt förhållandevis låga odlingskostnader och höga avkastningsnivåer, har kraftigt ökat produktionen av sojaböna. Ett problem i samband med expansionen är att det lett till oönskade miljöförändringar, så som avverkning av urskog (FAO, 2007). En fråga som bör ställas är därför om vi med vidare behandling av den svenska åkerbönan kan få ett lika potent proteinfodermedel som sojabönan visat sig vara. Detta skulle i så fall medföra att andelen svenskodlat protein kunde öka markant, en stor miljönytta jämfört med att frakta sojabönan från andra kontinenter samt potentiellt kunna öka lönsamheten på de svenska gårdarna på längre sikt.

Syftet med denna litteraturstudie är att belysa likheter och olikheter mellan sojabönan och åkerbönan i rollen som proteinfoder till växande grisar. Förhoppningen med detta är att ge en mer rättvis jämförelse mellan de olika växtarterna. Vidare kan jämförelser öppna möjligheten för att tillämpa de processmetoder som idag finns tillgängliga för sojaböna på våra svenska åkerbönor. Förhoppningsvis kommer dessa metoder att öka åkerbönan konkurrenskraft som proteinfodermedel gentemot sojabönan.

## Sojaböna

Under en längre tid har sojabönan och dess produkter använts flitigt som proteinfoder till flera av de djurslag vi håller. Sojabönan anses vara det bästa vegetabiliska proteinfodermedlet. Detta på grund av dess förhållandevis höga proteininnehåll med en aminosyraprofil som med fördel kan kombineras med egenproducerat spannmål för att täcka grisars aminosyrebehov (Blair, 2007). Utöver detta innehåller sojabönan även en förhållandevis hög halt av olja och

hör till en av de fyra viktigaste oljeväxterna (FAO, 2013). Oftast extraheras denna olja och restprodukten av tillverkningen blir en typ av flinga som sedan kan malas till sojamjöl. För att få ett koncentrat sker ytterligare en extrahering, vilket gör att proteinhalten i produkten ökar (Lusas & Riaz, 1995). I samband med oljeextraheringen sker även en uppvärmning av sojabönorna, vilket resulterar i en kraftigt minskad förekomst av ANS. Detta ger en vidare förbättring av bönans foderegenskaper. Purushotham et al., (2007) visade att en extrudering vid 120-140 grader ökade näringsvärdet genom att inaktivera ANS utan att ändra det övriga innehållet.

Europa har en omfattande animalieproduktion men en hög årlig förbrukning av proteinfoder, den europiska produktionen av inhemskt proteinfodermedel motsvarar däremot inte denna höga förbrukning, vilket resulterar i ett omfattande importbehov (Blair, 2007). I flera studier anses EUs införande av förbud mot kött och benmjöl ytterligare förstärkt behovet av import (Stanek et al., 2004; Jezierny et al., 2010; Jezierny et al., 2011; Gatta et al., 2013). Sojabönans låga odlingskostnad och höga avkastningsnivå medför en förhållandevis låg kostnad av produkten och omfattande användning som proteinfoder i Europa. Detta har resulterat i en expansion i odlingen av sojabönor med oönskade miljöförändringar, så som avverkning av urskog, till följd (FAO, 2007).

USA, Brasilien och Argentina var under 2012 de största exportörerna av sojaböna (FAO, 2012). Brasilien är det land med störst export till Europa, detta eftersom Europa förhåller sig till den så kallade försiktighetsprincipen gällande genmodifierade organismer (GMO). Försiktighetsprincipen innebär att eventuella miljö- och hälsorisker av GMO noggrant ska utredas innan kommersiell odling av grödan godkänns (Regeringen.se). Brasilien var under en lång tid restriktivt till odling av GMO soja, vilket möjliggjorde en omfattande export till Europa. USA och Argentina började tidigt använda sig av den nya GMO-sojan, vilket begränsade export till Europa. Under 2003 godkändes även GMO-odling av sojaböna i Brasilien, vilket ledde till en kraftig minskning av den GMO-fria odlingen. Detta har medfört en problematik att hålla isär de olika partierna av soja, vilket lett till en prisökning på sojan (Johansson, 2013). Försök har visat att sojaböna även kan odlas i Sverige, vilket skulle minska GMO problematiken. Dock kan den svenska odlingen av sojaböna till konventionellt foder inte konkurrera med motsvarande importvara på grund av högre produktionskostnader i Sverige gentemot till exempel Brasilien (pers. medd. Fogelberg, 2014).

## **Åkerböna**

Åkerbönan är en ettårig gröda som har ett behov av kallt klimat för optimal utveckling (Duc, 1997), vilket gör den väl lämpad för de svenska förhållandena. Däremot klarar inte åkerbönan att övervintra i Sverige, och sås därför alltid under våren (Duc, 1997). Vårsådda bönor har visat sig innehålla en högre proteinhalt än de höstsådda. Dock innehåller vårbönor även en högre halt av trypsininhibitorer. Åkerbönonorna faller emellertid inom en låg ANS-risk vad gäller trypsininhibitorer i jämförelse med sojabönor (Duc et al., 1999).

## Åkerbönan som fodermedel i jämförelse med sojabönan

De negativa effekterna av ANS i samband med utfodring av åkerböna har visat sig minska med enzymtillsats i foderstaten. Detta kunde konstateras i en studie där 25 tillväxtgrisar (Polish large white x Pietrain) delades in i fem grupper och utfodrades med sojabönmjöl som den huvudsakliga proteinkällan, alternativt med en inblandning av åkerböna. Kontrollgruppen utfodrades med sojamjöl som den huvudsakliga proteinkällan, och i de övriga grupperna ingick 21,5-22,5 % (grupp 2 & 3), respektive 33-35 % (grupp 4 & 5) åkerböna. Alla foder utgick från en kornbaserad foderstat och anpassades till att innehålla samma råproteinhalt. Då sojamjölet och åkerbönan innehöll olika mycket råprotein innebar detta att kornandelen skilde mellan de olika foderstaterna. Två av grupperna, grupp 3 och 5, erhöll även ett enzymtillskott bestående av  $\beta$ -glukanas, pentosanas, hemicellulas, pektinas och  $\beta$ -xylanas. Försöket delades in i två perioder, period 1 (tillväxtgrisar) och period 2 (slaktgrisar), vartefter grisarna växte. Under period 1 uppmättes den högsta smältbarheten av råprotein vid utfodring av sojamjöl. Under period 2 observerades en positiv effekt på tillväxten vid inblandning av 22,5 % åkerböna och den högsta smältbarheten av råprotein uppmättes vid 35 % åkerböneinblandning i kombination med enzymer. Råproteinets ökade smältbarhet vid supplement av enzymer kan enligt forskarna ha berott på att icke-stärkelse polysackariderna i cellväggarna påverkades av enzymerna vilket ökade tillgängligheten av både proteiner och stärkelse (Stanek et al., 2005)

I en ännu inte publicerad studie utfodrades tillväxtgrisar (9-16 kg, 16-30 kg & 9-30 kg) med 25 % pelleterad åkerböna av tre olika sorter, Columbo (tanninfri), Fuego och Espresso. Kontrollen utgjordes av 16 % sojamjöl, och alla foderstater var anpassade för att ha samma energi- och råproteininnehåll. Sett över hela försöksperioden var tillväxten högst i de grupper som utfodrades med Fuego och Espresso, dessa grupper hade också högst foderutnyttjande. Esspressogruppen hade även lägst antal diarrébehandlingar sett över hela försöksperioden (Møller, 2014).

Gatta et al. (2013) utförde ett försök där enbart sojamjöl jämfördes med delvis substituering av åkerböna eller ärtor. I försöket ingick 36 st tre månader gamla gyltor. Dessa delades slumpmässigt vidare in i tre grupper med en likvärdig initial kroppsvikt. Grupperna utfodrades med olika proteinfoder; 15,1 % sojamjöl, 8,75 % sojamjöl och 20 % ärtor, eller 6,38 % sojamjöl och 18 % åkerböna, där blandningarna inte skilde sig åt avseende energi- och proteinhalt. I försöket kunde inga skillnader i tillväxt, foderomvandlingsförmåga eller köttkvalitet uppmätas.

## Odling i Sverige

Ärtor och åkerböna är de mest frekvent odlade leguminoserna i Sverige. Odlingen av ärtor minskade under 2012, medan odlingen av åkerböna har ökat under de senaste fem åren. Hektarskörden var högre vid sådd av åkerböna än vid sådd av ärtor (SCB, 2013), detta i kombination med åkerbönas högre råproteininnehåll (se tabell 1) ger en högre proteinskörd av åkerböna. Detta kan ha bidragit till den ökade odlingen av åkerböna. Av de sorter som odlas utgör de brokblommiga sorterna den största delen (Jordbruksverkets fältbesiktning, 2013). De vitblommiga sorterna har ofta visat sig ge lägre skördar, samt ha en sämre

ogräskonkurrens och etableringsförmåga jämfört med de brokblommiga (Larsson et al., 2013). Detta kan ha bidragit till växtvalet. Vid utfodring av åkerbönor till grisar rekommenderas generellt de vitblommiga sorterna (Jeziorny et al., 2011). Detta kan indikera att det mesta av åkerböneskörden avsågs för utfodring till idisslare då dessa inte anses påverkas lika negativt av tanniner. Hos idisslare har en låg mängd tanniner visat sig ge positiva effekter så som ökad mjölmängd, minskad risk för trumsjuka och minskat parasittryck. Mycket av de positiva effekterna tros uppkomma på grund av ett ökat upptag av essentiella aminosyror i tunntarmen (Min et al., 2003).

## **Proteinbehovet hos grisar**

Protein är ett av de viktigaste näringsämnen för grisar (Burin, 2001). Detta gör att det finns ett stort behov av lämpliga proteinfodermedel till grisar. EUs införande av ett förbud mot kött och benmjöl i djurfoder (EC direktiv 999/2001) har ytterligare ökat behovet av högvärdiga vegetabiliska proteinfodermedel som kan ersätta den tidigare användningen av animaliska proteinkällor. Framförallt den ekologiska grisproduktionen skulle gynnas av ett högvärdigt proteinfodermedel med önskvärd aminosyresammansättning, eftersom det inte är tillåtet att komplettera ekologiska grisars foder med syntetiska aminosyror (IFOAM, 2012). Inom den konventionella uppfödningen kan syntetiska aminosyror tillsättas för att fodret ska få en aminosyresammansättning som är mer lämpad för grisens behov (Han & Lee, 2000). Flera författare har resonerat kring motsättningarna i att syntetiska aminosyror inte tillåts inom den ekologiska produktionen trots att användandet har visat sig reducera överutfodringen av kväve och därmed reducera miljöbelastningen (Han & Lee, 2000; Sundrum et al., 2000; D´Mello, 1993).

I de foderstater som utfodras till svenska grisar utgörs basfodret nästan uteslutande av spannmål. Då spannmål innehåller en låg halt av den essentiella aminosyran lysin (D´Mello, 1993) finns ett stort behov av denna aminosyra i proteinfodret. Detta bekräftas i en studie där majs användes som basfoder till slaktgrisar och där lysin visat sig vara den första begränsande aminosyran (Southern et al., 1990). Det är därför av stor vikt att andelen lysin hålls relativt hög i ett proteinfodermedel till gris då detta minskar överutfodring av totalprotein. Överutfodring av proteiner är inte bara kostsamt utan leder även till oönskade och miljöbelastande kväveförluster (Han & Lee, 2000). Gunawardena et al., (2010) visade att andelen lysin i förhållande till totalprotein var högre i koncentrat av ärtor och åkerböna än vad den var i sojamjöl. I detta avseende kan åkerböna därmed vara ett mer lämpat proteinfodermedel till gris än sojabönan.

En av de största nackdelarna med åkerböna är dess låga halt av de svavelhaltiga aminosyrorerna cystein, metionin och homocystein (Blair, 2007). Om åkerböna ska användas i högre utsträckning i foderstaten är det viktigt att komplettera dessa aminosyror. Det bör däremot tilläggas att inte heller sojaböna innehåller stor mängd svavelhaltiga aminosyror (Simonsson, 2006). Drank består av destillerat korn och vete och är en restprodukt från etanoltillverkningen vilken innehåller en hög halt av svavelhaltiga aminosyror. En foderstat bestående av drank och åkerböna har visat sig vara en bra källa för både aminosyror och



energi för växande grisar (Kiarie et al., 2013). Inom den ekologiska produktionen har potatisprotein i kombination med åkerböna visat sig fungera som en fullgod proteinkälla för växande grisar. Den dagliga tillväxten hos de ekologiska grisarna var till och med något högre än de grisar som utfodrades med en konventionell proteinkälla som bland annat bestod av sojaböna. Däremot var foderkostnaden drygt 40 % högre för den ekologiska foderstaten jämfört med den konventionella (Sundrum et al., 2000). Kallpressad rapskaka är ett potentiellt proteinfodermedel som kan fås närproducerat, ekologiskt och som kan utfodras tillsammans med åkerbönan. Raps har ett generellt högt proteininnehåll, men framförallt en hög halt av svavelhaltiga aminosyror (Høøk Presto et al., 2011), vilket täcker upp för åkerböns låga innehåll.

## **Bönan som foderråvara**

Bönor anses vara ett bra fodermedel då de innehåller en hög halt av både proteiner och energi. I sojabönans fall består den största energimängden av fett, medan den hos åkerbönan främst utgörs av stärkelse (Sykes et al., 2010; Kiarie et al., 2013). Flera leguminoser, däribland åkerböna och sojaböna, har även kapacitet att berika jorden med kväve via en process kallad kvävefixering. I en australiensisk studie där åkerböna såddes på ogödslad jord bidrog bönan med 136 kg kväve per hektar, utöver det kväve som bortförts via skörden (Turpin et al., 2002). En nackdel med både åkerböna och sojaböna är dock att de innehåller ANS. Enligt svenska rekommendationer bör inte utfodringen av åkerböna till slaktsvin överskrida 20 % av den omsättbara energin i foderstaten. Till smågrisar rekommenderas en maximal inblandning av 10 % åkerböna. För sojamjöl finns ingen övre gräns för inblandning till slaktsvin. Däremot rekommenderas inte inblandningen överstiga 15 % till spädgrisar då det har visat sig öka risken för diarré (Simonsson, 2006).

Tabell 1

Olika fodermedels innehåll av essentiella aminosyror och ANS i torrsubstansen (TS) (Modifierad från Duc et al., 1999; NRC, 1998; Herkelman et al., 1992; Terrill et al., 1992)

	Soja- mjöl (NRC, 1998)	Rå sojaböna (Herkelman et al., 1992)	Åkerböna (Duc et al., 1999)		Ärtor (NRC, 1998)	
			Vit. b (zt1)	Vit. b (zt2)	Brok. b	
<b>TS (%)</b>	89	92,4	*	*	*	89
<b>Råprotein (% av TS)</b>	43,8	41,3	31,5	32,7	30,2-30,8	22,8
<b><u>Essentiella aminosyror (% av TS)</u></b>						
Arginin	3,63	3,54	2,33-2,96	2,97	2,00-3,08	2,10
Histidin	1,31	1,16	0,72-0,82	0,83	0,67-0,82	0,61
Isoleucin	2,24	1,93	1,19-1,34	1,40	1,19-1,38	1,00
Leucin	3,84	3,18	2,11-2,33	2,44	1,94-2,00	1,70
Lysin	3,18	2,68	1,91-2,06	2,16	1,73-2,12	1,69
Metionin	0,69	0,55	0,24-0,27	0,25	0,23-0,29	0,24
Fenyl- alanin	2,45	2,1	1,21-1,33	1,34	1,14-1,37	1,10
Treonin	1,90	1,64	1,13-1,20	1,24	1,02-1,28	0,88
Valin	2,31	2,02	1,39-1,60	1,65	1,28-1,68	1,10
<b><u>ANS (mg/g TS)</u></b>						
Trypsin- inhibitor	2,3 <sup>1</sup>	20,9	0,3-1,1 *10 <sup>-3</sup>	4,1*10 <sup>-3</sup>	0,9-4,9*10 <sup>-3</sup>	*
Tannin	0,01 <sup>2</sup>	*	-	-	1 <sup>a</sup>	*
Vicin	*	*	0,5	0,5	0,5	*
Covicin	*	*	0,2	0,2	0,2	*

\* Inga värden tillgängliga

a = mg catechin ekvivalenter/ g TS

Vit. b = Vit blommiga

Brok. b = Brok blommiga

<sup>1</sup>Herkelman et al., 1992, <sup>2</sup>Terrill et al., 1992.

### Reducerad ANS-halt med växtförädling

På senare tid har flera sorter av sojaböna (Herkelman et al., 1992; Palacios et al., 2004) och åkerböna (Kiarie et al., 2013) förädlats. Målet har främst varit att reducera mängden ANS.

Böner innehåller flera olika sorters ANS, bland annat fytinsyra och lektin (Luo & Xie, 2013). Hos sojan anses trypsininhibitorerna vara av störst betydelse. Dessa kan vidare delas in i Kunitz (Kunitz, 1945) och Bowman-Birk inhibitorer (Bowman, 1944). Trypsin verkar genom

att klyva peptidbindningarna hos proteiner och gör att de kan absorberas i tarmväggen om aminosyror. Trypsin utsöndras i den inaktiva formen trypsinogen, vilket sedan aktiveras av enzymet enteropepsidas, som utsöndras från tarmväggen (Sjaastad et al., 2003). Trypsininhibitorerna blockerar enteropepsidasernas aktivitet, vilket leder till en minskad proteinsmältbarhet (Sykes et al., 2010). Perić et al. (2011) menar att förekomsten av Kunitz trypsininhibitor även kan leda till en hypersekretion av foderspjälkningsenzymerna. Detta gör att de endogena förlusterna av aminosyror ökar, liksom behovet av svavelhaltiga aminosyror. Även åkerböner innehåller trypsininhibitorer (Duc et al., 1999; Jezierny et al., 2011), men på grund av de låga halterna jämfört med sojaböna anses de inte ha någon större inverkan som ANS (Jezierny et al., 2011).

Hos brokblommiga åkerbönsorter är tanniner den ANS som har störst betydelse. Tanniner har förmåga att komplexbinda proteiner, vilket gör att foderspjälkningsenzymernas åtkomst av proteiner minskas, och därmed minskas även enzymernas verkan. Detta reducerar i sin tur smältbarheten av proteinerna (Luo & Xie, 2013). Sojaböner innehåller ytterst små mängder tanniner (Terrill et al., 1992) medan vitblommiga åkerböner helt saknar tanniner (Jansman et al., 1993; Kiarie et al., 2013). Två oberoende mutationer, zt1 och zt2, har gett upphov till de tanninfria åkerbönsorterna. Däremot har zt1 och zt2 visat sig skilja något vad gäller det övriga näringsinnehållet. Zt2 hade ett lägre innehåll av cellväggar och ADF, men ett högre proteininnehåll jämfört med zt1 (se tabell 1). Däremot kunde inga skillnader ses i bönnornas aminosyrasammansättning (Duc et al., 1999). I utfodringsförsök med tillväxtgrisar har en negativ inverkan av tanniner kunnat konstateras då smältbarheten för råprotein minskade parallellt med ett ökat tannininnehåll (Sundrum et al., 2000; Jezierny et al., 2011). Tanniner kan även ge en bitter smak vilken uppkommer då tanniner binder till glykoproteiner i saliven och bildar komplex. Den bittra smaken kan minska fodrets smaklighet och därmed även foderintaget (Reed, 1995).

En annan kategori av ANS som är vanligt förekommande i åkerböna är glykopyranosiderna vicin och convicin. Till skillnad från tanniner har förekomsten av dessa ämnen ingen negativ effekt på smältbarheten av råprotein eller aminosyror hos tillväxtgrisar (Jezierny et al., 2011). Duc et al. (1999) visade att växtförädling kan reducera mängden vicin och convicin. Däremot uppmättes ingen skillnad i varken innehåll eller proteinsmältbarhet mellan böner med ett reducerat innehåll av vicin och convicin och böner med den ursprungliga genotypen. Dock har förekomsten av vicin och convicin i den mänskliga kosten visat sig leda till favism, vilket är en typ av anemi, hos individer med en låg halt av enzymet G6PD (Brimer, 2011).

## **Bearbetning av böner**

Utöver växtförädling finns det stor potential att sänka andelen ANS och öka fodervärdet av böner genom att använda sig av olika behandlingsmetoder. Sojaböna exporteras vanligen i form av sojamjöl, vilket gör att bönan redan utsatts för både värmebehandling och malning (pers. medd. Fogelberg, 2014). Då sojabönan och åkerbönan innehåller olika typer av ANS krävs också olika processmetoder för att optimera fodervärdet av bönnorna. Soja- och åkerböna har dock gemensamt att de båda innehåller trypsininhibitorer, vars aktivitet visat sig minska

till följd av värmebehandling (Alonso et al., 2000; Luo & Xie, 2013; Herkelman et al., 1992). Proteinsmältbarheten kan även ökas till följd av värmebehandlingen. Dock finns en risk att bönorna värms mer än vad som behövs för att inaktivera trypsininhibitorerna, vilket kan leda till att proteinerna skadas och inte längre kan tas upp av djuret (McNiven et al., 1992).

### **Sojaböna**

Åsikterna om huruvida det går att utfodra rå sojaböna till grisar går isär. I en studie utfodrades 200 slaktgrisar (med en medelvikt av 56,3-57,2 kg) med sojamjöl (15,94 % av foderstaten), rå sojaböna (19,85 % av foderstaten), samt rå sojaböna med tillsats av aminosyror lysin, treonin, tryptofan eller metionin (se tabell 2).

Tabell 2

Utfodringsgrupper, modifierad från Southern et al., 1990

<b>Grupp</b>	<b>SM</b>	<b>Rå sojaböna</b>	<b>Lysin</b>	<b>Treonin</b>	<b>Tryptofan</b>	<b>Metionin</b>
1	X					
2		X				
3		X	X			
4		X	X	X		
5		X	X		X	
6		X	X			X
7		X	X	X	X	X

Fodret var baserat på majs och alla foderstater var utformade så att de innehöll en lika hög halt av råprotein. Här sågs en reducerad tillväxt och foderomvandlingsförmåga hos de grisar som utfodrats med råa sojabönor jämfört med de grisar som utfodrats med sojamjöl eller råa sojabönor med tillsats av de fyra aminosyror. De grisar som utfodrades med råa sojabönor hade även en minskad aptit jämfört med de som gavs sojamjöl (Southern et al., 1990). I en studie av Herkelman et al. (1992) utfodrades 5 galtar med en basdiet bestående av majsstärkelse och en av fem olika typer av proteinfodermedel baserat på sojaböna. Försöket var utformat som en romersk kvadrat. I försöket ingick både konventionell sojaböna och sojaböna med låg halt av trypsininhibitorer, vilka utfodrades råa och även värmebehandlade. En sjätte gris utfodrades med sojamjöl under hela perioden. Försöket visade att värmebehandling av sojabönor minskade trypsininhibitorernas aktivitet vilket ökade smältbarheten av de ingående aminosyror. Den lägsta aktiviteten av trypsininhibitorer kunde uppmätas efter värmebehandling av bönan med låg halt av trypsininhibitorer. I likhet med Southern et al. (1990) så var tillväxten lägst i de grupper som utfodrats med rå sojaböna. Galten som utfodrades med sojamjölet hade den högsta tillväxten. Enligt författarna kunde detta vara en följd av en högre smältbarhet av aminosyror i det värmebehandlade sojamjölet.

I senare studier har även en sojaböna utan innehåll av kunitz-inhibitorer utfodrats rå. Även här kunde en reducerad tillväxt ses vid utfodring av den råa bönan. Slutsatsen som drogs av studierna var att kunitz-inhibitorn enbart utgör en del av de värmekänsliga ANS i sojabönan, vilket gör att behovet av värmebehandling kvarstår (Palacios et al., 2004; Perić et al., 2011).

Sykes et al. (2010) utförde ett försök där 10 gyltor utfodrades med sojamjöl och 10 gyltor utfodrades med en lika stor andel (17,86 % av foderstaten) malda sojaböner. Gyltorna vägde mellan 82,4 och 87,3 kg i försökets början och foderstaterna hade lika råprotein-, och energiinnehåll. I motsats till den ovanstående studien kunde inga skillnader i varken tillväxt eller foderomvandlingsförmåga ses. Författarna anser att genetiska framsteg inom grisbranschen kan ha inverkat i den förbättrade tillväxten. De anser även att åldern på grisarna har betydelse för inverkan av ANS, vilket även visats i andra studier (Palacios et al., 2004; Perić et al., 2011).

### **Åkerböna**

En studie av Alonso et al. (2000) jämförde olika behandlingsmetoder av åkerböna. Groddläggning, extrudering och blötläggning av bönan ledde alla till en minskning av flera ANS, så som fytinsyra och kondenserade tanniner. Detta står i kontrast till Luo & Xie (2013) studie där blötläggning ökade tannininnehållet i bönan. Den ökade tanninhalten skulle kunna förklaras av att blötläggningen ledde till att tanninpolymerer hydrolyserades till flera mindre polymerer.

Då den största andelen av åkerbönsans protein finns i den inre delen av bönan, kotyledonen, ökar skalning av bönan proteininnehållet i produkten. Detta eftersom proteininnehållet ökar i förhållande till de övriga komponenterna. Skalningen var även den mest effektiva metoden för att minska förekomsten av kondenserade tanniner, då de främst är bundna till skaldelen (Alonso et al., 2000; Luo & Xie, 2013). Dock kunde Alonso et al. (2000) konstatera att även extrudering, där temperaturen uppgick till 156°, reducerade innehållet av tanniner. Detta anses bero på att värmen bryter ned tanninerna, vilket gör att olösliga proteinkomplex bildas i lägre utsträckning. Då trypsininhibitorer är en typ av proteiner kommer skalningen att leda till att dessa, liksom de övriga proteinerna, anrikas (Anderson & Wolf, 1995). Detta stöds av Luo & Xie (2013) studie, vilken visade att även fytinsyra anrikas under skalningen, vilket indikerar att syran är bunden till kotyledonen. Trots den ökade trypsininhibitor- och fytinhalten ökade proteinets smältbarhet vid skalning. Detta tyder enligt författarna på att fytinsyra och trypsininhibitorer inte är av större vikt gällande åkerbönsans ANS.

Gunawardena et al. (2010) menar att ett proteinkoncentrat av åkerböna kan framställas genom malning och sedan en sortering med hjälp av luftströmmar som separerar partiklar med olika tyngd. Framställningen ansågs både snabb och ekonomisk, samtidigt som åkerbönsans näringsvärde förbättrades. I processen ökades exempelvis råproteininnehållet från 28 % till 63 %. I en tidigare studie användes ett liknande system för skalning av böner. Skalningen reducerade tannininnehållet med 89 % och ökade råproteininnehållet från 29,2 % till 33,2 % (Meijer et al., 1994).

### **Diskussion**

Jämförelsen mellan de obehandlade bönorna har försvårats av att det inte finns någon litteratur tillgänglig i vilken en direkt jämförelse mellan dessa två fodermedel görs.

Gemensamt för de utfodringsförsök som refererats i detta arbete är att sojabönor, likväl som åkerbönor, behandlats på något sätt innan det utfodrats. I de flesta fallen utfodrades bönorna i form av mjöl som utsatts för en föregående värmebehandling (Jansman et al., 1993; Gunawardena et al., 2010; Kiarie et al., 2013; Gatta et al., 2013), alternativt enbart malning (Herkelman et al., 1992; Palacios et al., 2004; Perić et al., 2011). Bland studierna förekom även pelletering av åkerbönor (Møller, 2014). Eftersom behandlingen av bönorna leder till en ytterligare kostnad jämfört med att utfodra den rå bönan hade flera utfodringsstudier med rå böna som bas varit av intresse. De slutsatser som kan dras av det befintliga materialet är att bönorna innehåller olika typer av ANS, vilket gör att olika behandlingsmetoder måste tillämpas för de olika bönorna.

Hos sojabönan finns inget större behov av att skala bönan då de mest betydande ANS utgörs av trypsininhibitorer, vilka är bundna till kotyledonen. Trypsininhibitorerna är värmelabila (Anderson & Wolf, 1995), vilket gör upphettning till en optimal process för att förbättra proteinutnyttjandet hos grisen. McNiven et al. (1992) framhåller även vikten av att inte sojabönan värms mer än att aktiviteten hos trypsininhibitorerna reduceras då uppvärmningen även kan minska smältbarheten av proteiner. Perić et al. (2011) menar att de kunitz-fria sojabönor som användes i studien har fördelen att de inte behöver värmas till lika hög temperatur för att inaktivera ANS. Detta sägs minska risken för överupphettning, men även reducera kostnaden. Det optimala hade dock varit att förädla sojaböna så att den helt saknade behovet av uppvärmning.

Då åkerbönsans främsta ANS, tanniner, i huvudsak är bundna till skaldelen (Alonso et al., 2000; Luo & Xie, 2013) kommer skalning att ge det högsta möjliga fodervärdet. Detta gör en uppvärmning, likt den som görs på sojaböna, till ett mindre effektivt alternativ, även om uppvärmning till viss del också reducerade mängden tanniner (Alonso et al., 2000). I dagsläget kan en eventuell skalning begränsas av logistiska och ekonomiska skäl, vilket kan göra åkerbönsorter med låga tanninhalter till ett bättre alternativ. Dock kan behovet av att reducera andelen tanniner i foderstaten ifrågasättas med hänvisning till Stanek et al. (2005) där en positiv effekt kunde ses av 22,5 % inblandning av åkerböna. Även Møller (2014) fann en ökad tillväxt vid utfodring av 25 % åkerböna jämfört med utfodring av sojamjöl, i studien reducerades även förekomsten av diarréer till följd av utfodring av foder innehållande tanniner. Detta tyder på att de tanniner som fanns närvarande hade en positiv effekt på tillväxten istället för det motsatta. En möjlig förklaring till detta skulle kunna vara att tanninerna minskade förekomsten av parasiter, liksom det observerats i studier av idisslare (Min et al., 2003). Skulle detta vara fallet kunde åkerbönsans konkurrenskraft gentemot sojabönan ökas då de högavkastande brokblommiga sorterna (Larsson et al., 2013) kunnat ersätta de vitblommiga. Vidare kan de rekommenderade inblandningsnivåerna av Simonsson (2006) behöva ses över. Den bittra smaken av tanniner sägs minska foderintaget vid utfodring av åkerböna (Reed, 1995). Detta kunde inte ses i studien av Møller (2014), vilket kan bero på att någon annan foderingsrediens maskerar smaken av tanninerna. En annan tänkbar anledning är att grisarna vänjer sig vid tanninens smaken och accepterar den.

Till vilken grad fodrets ANS ger en negativ påverkan på grisarna verkar till stor del bero av vilken ålderskategori som utfodrats. Yngre individer påverkades generellt mer negativt av ANS (Palacios et al., 2004; Sykes et al., 2010). Detta kan vara följderna av att äldre djur har ett mer utvecklat digestionssystem. I studien av Sykes et al. (2010) utfodrades äldre gyltor (155 dagar gamla) med malen rå sojaböna utan någon negativ effekt på tillväxten, vilket kan stödja denna tes. Enligt författarna kan grisaveln även resulterat i att yngre grisar blir mer motståndskraftiga mot ANS. Däremot verkar växtförädlingen haft en större inverkan på att yngre grisar tolererar grödor med ANS bättre, då flera studier varit inriktad på att reducera förekomsten av ANS i växterna (Herkelman et al., 1992; Palacios et al., 2004; Kiarie et al., 2013). Växtförädlingen har visat stor potential att reducera innehållet av ANS vilket kunde ses i studien av Duc et al. (1999), där tannin-, vicin- och convicinhalterna hade reducerats. Däremot verkade den reducerade andelen vicin och convicin inte vara särskilt positiv för tillväxtgrisar (Jeziorny et al., 2011). Detta indikerar att vicin och convicin inte har särskilt stor betydelse i sin roll som ANS för växande grisar. I studien av Duc et al. (1999) jämfördes två olika genotyper av åkerböna, zt1 och zt2. Både zt1 och zt2 var tanninfria, däremot skilde de sig en del i det övriga näringsinnehållet där zt2 exempelvis hade ett högre innehåll av protein. Den genetiska diversiteten inom åkerbönan ger möjlighet till ytterligare förädling, vilket kan öka dess potential som proteinfodermedel i framtiden.

I dagsläget går det att odla sojaböna i Sverige, men den svenska sojan kan inte konkurrera med soja från länder med en storskalig sojaproduktion (pers. medd. Fogelberg, 2014). Prisskillnaden mellan den svenska sojabönan och importerat sojamjöl skulle öka ytterligare om priset för de nödvändiga behandlingsmetoderna skulle tas med i kalkylen. Skulle värmebehandlingen inte utföras så kan detta, enligt Perić et al. (2011), leda till ett ökat behov av svavelhaltiga aminosyror. Då åkerbönan största nackdel gentemot sojabönan är just den lägre halten av svavelhaltiga aminosyror så skulle fördelen med sojaböna reduceras. Flera studier har även visat att kunitz-inhibitorerna enbart utgör en del av de värmekänsliga ANS vilka reducerar tillväxten hos grisar (Herkelman et al., 1992; Palacios et al., 2004; Perić et al., 2011). En sojaböna med en generellt låg halt av ANS hade därför givit den mest kostnadseffektiva produktionen av svensk sojaböna.

Denna litteraturstudie har visat att det finns god potential för användning av åkerböna som proteinfodermedel. I många fall kommer det då bli aktuellt med ändrade foderstater där exempelvis raps (Høek Presto et al., 2011) eller potatisprotein (Sundrum et al., 2000) ingår för att möta grisarnas aminosyrabehov. Även drank (Kiarie et al., 2013) är ett fodermedel som används idag, men som kan komma att få ännu större betydelse då åkerböna i högre grad inkluderas i foderstaten. De nya foderstaterna är förhållandevis dyra till följd av det låga priset för sojamjöl. I framtiden finns det dock en risk att priset för sojamjöl stiger, och därmed även behovet av inhemskt proteinfodermedel. Inom den konventionella djuruppfödningen finns det även möjligheter att tillsätta syntetiska aminosyror till åkerböna för att ge en ideal foderstat (Han & Lee, 2000). Efterfrågan på ekologiskt producerat griskött har även ökat, vilket ökar möjligheterna att ta ut ett högre pris för produkterna vilket kan täcka det höga foderpriset. Om en svensk odling ersätter importen av proteinfodermedel minskas även miljöbelastningen.

Dessutom kan det svenska jordbruket även ta del av de positiva effekterna av kvävebindande leguminoser (Turpin et al., 2002).

## Slutsats

Det finns stora möjligheter att övergå till åkerböna som proteinfodermedel då det finns ett flertal möjliga behandlingsmetoder för att förbättra bönans fodervärde. Däremot kan kostnaden komma att bli högre som följd av en ändrad foderstat då åkerbönan behöver kompletteras med ytterligare proteinfodermedel. Möjligen kan priset för sojamjöl komma att öka, vilket skulle minska foderstaternas kostnadsskillnader. En ytterligare förädling av åkerbönan skulle kunna leda till en vidare ökad potential för åkerbönan som proteinfoder till gris.

## Referenser

- Alonso, R., Aguirre, A. & Marzo, F. (2000). Effects of extrusion and traditional processing methods on antinutrients and in vitro digestibility of protein and starch in faba and kidney beans. *Food Chemistry*, vol. 68, ss. 159-165.
- Anderson, R. L. & Wolf, W. J. (1995). Compositional changes in trypsin inhibitors, phytic acid, saponins and isoflavones related to soybean processing. *The journal of nutrition*, vol. 125, ss. 581-588.
- Blair, R. (2007). *Nutrition and Feeding of Organic pigs*. Trowbridge: Cromwell Press, ss. 103-104.
- Bowman, D. E. (1944) Fractions derived from soy beans and navy beans which retard tryptic digestion of casein. *Experimental Biology and Medicine*, vol. 57, ss. 139-140.
- Burrin, D. G. (2001). Nutrient Requirements and Metabolism. I: Pond, W. G. & Mersmann, H. J. (red.) *Biology of the Domestic Pig*. New York: Cornell University Press, s. 322.
- Brimer, L. (2011). *Chemical food safety*. Wallingford : CABI, ss.126-127.
- D'Mello, J. P. F. (1993). Amino acid supplementation of cereal-based diets for non-ruminants. *Animal feed Science and Technology*, vol. 45, ss. 1-18.
- Duc, G. (1997). Faba bean (*Vicia faba* L.). *Field Crops Research*, vol. 53, ss. 99-109.
- Duc, G., Marget, P., Esnault, R., Guen, J. LE, & Bastianelli, D. (1999). Genetic variability for feeding value of faba bean seeds (*Vicia Faba*): Comparative chemical composition of isogenics involving zero-tannin and zero-vicine genes. *Journal of Agricultural Science*, vol. 133, ss. 185-196.
- EC direktiv. (2001). Regulation (EC) No. 999/2001 of the European Parliament and of the Council of 22 May 2001 laying down rules for the prevention, control and eradication of certain transmissible spongiform encephalopathies. Official Journal of the European Communities L 147/1-L 147/40.
- FAO (Food and Agriculture Organisation of the united nations). (2007). *Future expansion of soybean 2005-2014*. Santiago: FAO. (Policy assistance series 3)
- FAO. (2012). *Top production – Soybeans – 2012*. <http://faostat.fao.org/site/339/default.aspx> [2014-05-06].
- FAO. (2013). *Statistical yearbook 2012*. Rom: FAO.
- Gatta, D., Russo, C., Giuliotti, L., Mannari, C., Picciarelli, P., Lombardi, L., Giovannini, L., Ceccerelli, N. & Mariotti, L. (2013). Influence of partial replacement of soya bean meal by faba beans or peas in heavy pigs diet on meat quality, residual anti-nutritional factors and phytoestrogen content. *Archives of Animal Nutrition*, vol. 67, ss. 235-247.



- Gunawardena, C. K., Zijstra, R. T. och Beltranena, E. (2010). Characterization of the nutritional value of air-classified protein and starch fractions of field pea and zero-tannin faba bean in growing pigs. *Journal of Animal Science*, vol. 88, ss. 660-670.
- Han, K. & Lee, J. H. (2000). The Role of Synthetic Amino Acids in Monogastric Animal Production – Review –. *Journal of Animal Science*, vol. 13, ss. 543-560.
- Herkelman, K. L., Cromwell, G. L., Stahly, T. S., Pfeiffer, T. W. & Knabe, D. A. (1992). Apparent digestibility of amino acids in raw and heated conventional and low-trypsin-inhibitor soybeans for pigs. *Journal of Animal Science*, vol. 70, ss. 818-826.
- Høøk Presto, M., Lyberg, K. & Lindberg, J. E. (2011). Digestibility of amino acids in organically cultivated white-flowering faba bean and cake from cold-pressed rapeseed, linseed and hemp seed in growing pigs. *Archives of Animal Nutrition*, vol. 65, ss. 21-33.
- IFOAM (International Federation of Organic Agriculture Movements). (2013-08-12) *The IFOAM norms for organic production and processing, version 2012*.  
[http://www.ifoam.org/sites/default/files/page/files/ifoam\\_norms\\_version\\_august\\_2012\\_with\\_cover.pdf](http://www.ifoam.org/sites/default/files/page/files/ifoam_norms_version_august_2012_with_cover.pdf) [2014-04-21].
- Jansman, A. J. M., Huisman, J. & van der Poel, A. F. B. (1993). Ileal and faecal digestibility in piglets of field beans (*Vicia faba*. L.) varying in tannin content. *Animal Feed Science and Technology*, vol. 42, ss. 83-96.
- Jezierny, D., Mosenthin, R. Bauer, E. The use of grain legumes as a protein source in pig nutrition: A review. (2010). *Animal Feed science and Technology*, vol. 157, ss. 111-128.
- Jezierny, D., Mosenthin, R., Sauer, N., Roth, S., Piepho, H.-P., Rademacher, M. & Eklund, M. (2011). Chemical composition and standardised ileal digestibilities of crude protein and amino acids in grain legumes for growing pigs. *Livestock Science*, vol. 138, ss. 229-243.
- Johansson, C. (2013-08-19). *Gmo-fri soja eller inte, är det den viktigaste hållbarhetsfrågan?*  
<http://lantmannen.se/omlantmannen/press--media/blogg/121/claes-johansson/894/gmo-fri-soja-eller-inte-ar-det-den-viktigaste-hallbarhetsfragan/> [2014-05-27].
- Jordbruksverket. (2013-09-26) *Resultat från fältbesiktningen av fröburet utsäde fältbesiktning 2013*  
<http://www.jordbruksverket.se/download/18.2c4b2c401409a334931ac1b/1380201670063/Slutlig+f%C3%A4ltbesiktning+statistik+2013+korrigerad.pdf> [2014-04-16]
- Kiarie, E., Lopez, P., Furedi, C. & Nyachoti, C. M. (2013). Amino acids and energy utilization in zero-tannin faba bean and co-fermented wheat and corn dried distillers grains with soluble fed to growing pigs. *American Society of Animal Science*, vol. 91, ss. 1728-1735.
- Kunitz, M. (1946). Crystalline soybean trypsin inhibitor. *The Journal of General Physiology*, vol. 29, ss. 149-154.
- Larsson, S., Hagman, J. & Dryler, K. (2013). *Stråsåd Trindsåd Oljeväxter Potatis*. (Sortval 2013). Uppsala: Sveriges lantbruksuniversitet. Tillgänglig:  
[http://www.ffe.slu.se/Webdata/\\$serie/0700R2012Sortval\\_2013\\_Skoerdeaaret\\_2012.pdf](http://www.ffe.slu.se/Webdata/$serie/0700R2012Sortval_2013_Skoerdeaaret_2012.pdf) [2014-05-02]
- Luo, Y. -W & Xie, W. -H. (2013). Effect of different processing methods on certain antinutritional factors and protein digestibility in green and white faba bean (*Vicia faba* L.). *Journal of Food*, vol. 11, ss. 43-49.
- Lusas, E. W. & Riaz, M. N. (1995). Soy Protein Products: Processing and Use. *The Journal of Nutrition*, vol. 125, ss. 573-580.
- McNiven, M. A., Grimmelt, B., MacLeod, J. A. & Voldeng, H. (1992). Biochemical Characterization of a Low Trypsin Inhibitor Soybean. *Journal of Food Science*, vol. 57, ss. 1375-1377.
- Meijer, M. M. T., Ogink, J. J. M. & van Gelder, W. M. J. (1994). Technological-scale dehulling process to improve the nutrient value of faba beans. *Animal Feed Science and Technology*, vol. 46, ss. 1-10.

- Min, B. R., Barry, T. N., Attwood, G. T. & McNabb, W. C. (2003). The effect of condensed tannins on the nutrition and health of ruminants fed fresh temperate forages: a review. *Animal Feed Science and Technology*, vol. 106, ss.3-19.
- NRC (National Research Council). (1998). *Nutrient requirements of swine*. 10e utgåvan. Washington: National academy press, s. 137.
- Palacios, M. F., Easter, R. A., Soltwedel, K. T., Parsons, C. M., Douglas, M. W., Hymowitz, T. & Pettigrew, J. E. (2004). Effects of soybean variety and processing on growth performance of young chicks and pigs. *Journal of Animal Science*, vol. 82, ss. 1108-1114.
- Perić, V., Žilić, S., Srebrić, M. & Mikić, A. (2011). Nutritional value of the grain of Kunitz-free soybean cultivars. *Biotechnology in Animal Husbandry*, vol. 24, ss. 1537-1542.
- Purushotham, B., Radhakrishna, P.M. & Sherigara, B.S. (2007) Effects of Steam Conditioning and Extrusion Temperature on Some Anti-nutritional Factors of Soyabean (*Glycine max*) for Pet Food Applications. *American Journal of Animal and Veterinary Sciences*, vol. 2, ss. 1-5.
- Reed, J. D. (1995). Nutritional toxicology of tannins and related polyphenols in forage legumes. *Journal of Animal Science*, vol. 73, ss. 1516-1528.
- Regeringen. (2013-07-01). *Genetiskt modifierade organismer (GMO)*. [http://www.slu.se/sv/bibliotek/guider/sok-och-skrivguide/referera/harvard-2/#Offentliga dokument](http://www.slu.se/sv/bibliotek/guider/sok-och-skrivguide/referera/harvard-2/#Offentliga_dokument) [2014-06-02].
- SCB. (2013). *Jordbruksstatistik Årsbok 2013 med data om livsmedel*. Örebro: SCB
- Simonsson, A. 2006. *Foderrmedel och näringsrekommendationer för gris*. Institutionen för husdjurens utfodring och vård, SLU. Rapport 266.
- Sjaastad, Ø. V., Sand, O. & Hove, K. (2010). *Physiology of Domestic Animals*. Andra utgåvan. Oslo: Scandinavian Veterinary Press, s.159.
- Southern, L. L., Pontif, J. E., Watkins, K. L. & Coombs, D. F. (1990). Amino acid-supplemented raw soybean diets for finishing swine. *Journal of Animal Science*, vol. 68, ss. 2387-2393.
- Stanek, M., Purwin, C. & Matusievičius, P. (2005). The influence of faba bean seeds and enzymes on nutrient digestibility and nitrogen balance in pigs. *Veterinarija ir zootechnika*, vol. 30, ss. 72-76.
- Sundrum, A., Bütfering, L., Henning, M. & Hoppenbrock, K. H. (2000). Effects of on-farm diets for organic pig production on performance and carcass quality. *American Society of Animal Science*, vol. 78, ss. 1199-1205.
- Sykes, D. J., Couvillion, J. S., Martin, J. M., Althen, T. G., Rude, B. J., Crenshaw, M., Gerard, P. & Ryan, P. L. (2010). Comparison of ground raw soybean and soybean meal diets on carcass traits of gilts. *Journal of Muscle Foods*, vol. 21, ss. 509-518.
- Terrill, T. H., Rowan, A. M., Douglas, G. B. & Barry, T. N. (1992). Determination of extractable and bound condensed tannin concentrations in forage plants, protein concentrate meals and cereal grains. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, vol. 58, ss. 321-329.
- Turpin, J. E., Herridge, D. F. & Robertson, M. J. (2002). Nitrogen fixation and soil nitrate interactions in field-grown chickpea (*Cicer arietinum*) and fababean (*Vicia faba*). *Australian Journal of Agricultural Research*, vol. 53, ss. 599-608.

## **Icke publicerat material**

- Fogelberg, F. Institutet för jordbruks- & miljöteknik , Uppsala, intervju [2014-04-14]
- Møller, S. (2014). Hestebønner til smågrise øger produktiviteten. Opublicerat manuskript. Videncenter for svineproduktion.

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](http://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](http://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](http://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](http://www.slu.se/animal-nutrition-management)*