



Raps till mjölkkor

- ett närproducerat proteinfoder

Rapeseed for dairy cows – a locally produced protein supplement

Andrea Brissa Menacho

Självständigt arbete • 15 hp
Sveriges lantbruksuniversitet, SLU
Institutionen för husdjurens utfodring och vård
Agronomprogrammet - Husdjur
Uppsala 2023



Raps till mjölkkor – ett närproducerat proteinfoder

Rapeseed to dairy cows – a locally produced protein supplement

Andrea Brissa Menacho

Handledare: Petra Fant, Sveriges Lantbruksuniversitet, Institutionen för husdjurens utfodring och vård

Examinator: Torsten Eriksson, Sveriges lantbruksuniversitet, Institutionen för husdjurens utfodring och vård

Omfattning: 15 hp

Nivå och fördjupning: Grundnivå, G2E

Kurstitel: Självständigt arbete i husdjursvetenskap, G2E

Kurskod: EX0865

Program/utbildning: Agronomprogrammet - Husdjur

Kursansvarig inst.: Institutionen för husdjurens utfodring och vård

Utgivningsort: Uppsala

Utgivningsår: 2023

Omslagsbild: Författarens egen bild

Upphovsrätt: Alla bilder används med upphovspersonens tillstånd.

Nyckelord: miljöpåverkan, mjölkkor, mjölkproduktion, proteinfodermedel, rapskaka, soja

Sveriges lantbruksuniversitet

Fakulteten för veterinärmedicin och husdjursvetenskap

Institutionen för husdjurens utfodring och vård

Sammanfattning

I Sverige utfodras mjölkkor med grovfoder som vanligtvis består av vallväxter, gräs och/eller baljväxter som har en hög halt av proteiner om det är skördat i det tidiga stadiet. Det kompletteras i regel med spannmålsbaserat kraftfoder, vilket dock inte är tillräckligt för att täcka kornas proteinbehov. Utfodring med proteinfodermedel är ett sätt att öka tillförseln av protein, vilket är en av de stora orsakerna som begränsar mjölksyntesen hos mjölkkor. De senaste decennierna har svenskt lantbruk letat efter inhemska proteinkällor istället för importerat sojamjöl. Syftet med arbetet är att undersöka potentialen hos inhemska proteinfoder för att ersätta importerat och om det kan konkurrera prismässigt på marknaden. Raps är ett av de närproducerade alternativen för att ersätta sojaprodukterna. Kor som utfodrades med rapsmjöl hade en högre koncentration av essentiella aminosyror i blodet än kor som utfodrades med sojamjöl. Utfodring av rapsmjöl samt värmebehandlat rapsmjöl kan även förbättra kväveeffektiviteten samt kornas mjölkavkastning. Rapskaka visade sig kunna öka mjölkavkastningen hos kor i sen laktation jämfört med rapsfrö. Litteraturstudien visar att rapsprodukterna kan vara ett möjligt alternativt proteinfodermedel och näringsmässigt ersätta sojamjöl. För att detta ska bli möjligt så behöver odlingen av raps i Sverige öka och samtidigt behöver importen av raps minska.

Nyckelord: mjölkproduktion, rapsprodukter, sojamjöl

Abstract

In Sweden, dairy cows are fed roughage that usually consists of forages, grasses and/or legumes that have a high protein content if harvested in the early stage. This is generally supplemented with grain based concentrates, although this is not enough to cover the cows' protein needs. Feeding with protein feed is an effective way to be able to increase the supply of nutrients, which is one of the major limiting factors for milk synthesis in dairy cows. In recent decades, Swedish agriculture has been looking for domestic protein sources instead of imported soybean meal. The purpose of the work is to investigate the potential of domestic protein feed to replace imported protein feed and whether it can compete in terms of price on the market as well as nutritionally. Rapeseed is one of the locally produced alternatives to replace soy products. Cows fed rapeseed meal had a higher concentration of essential amino acids in their blood compared to those fed soybean meal. Feeding rapeseed meal and heat-treated rapeseed meal can also improve nitrogen efficiency and cow performance. Rapeseed cake also proved to have good properties by increasing milk yield in cows in late lactation than whole rapeseed. This literature study shows that the rapeseed products can be a possible alternative protein feed that can nutritionally replace soybean meal. For this to be possible, the cultivation of rapeseed in Sweden needs to increase and at the same time the import of rapeseed needs to decrease.

Keywords: milk production, rapeseed products, soybean meal

Innehållsförteckning

Introduktion	1
Litteraturstudie	3
2.1 Proteinnedbrytning och metabolism i våmmen	3
2.2 Importerade proteinfodermedel	4
2.3 Närproducerade alternativ	5
2.3.1 Raps och dess biprodukter	5
2.3.2 Övriga inhemska proteinfodermedel	7
2.4 Mjolkproduktion	7
2.4.1 Mjölkvastning	7
2.4.2 Mjolkens sammansättning och kväveeffektivitet	8
2.5 Miljöpåverkan från proteinfodermedel	9
2.5.1 Miljöpåverkan från sojabönan	9
2.5.2 Miljöpåverkan från inhemska proteinfodermedel	10
Diskussion	11
Slutsats	15
Litteraturförteckning	16
Tack	19

Förkortningar

NUE	Kväveeffektivitet
RDP	Våmnedbrytbart protein
RUP	Våmstabil protein
NPN	Icke-protein kväve
MUN	Ureakväve i mjölken
TS	Torrsubstans
Ha	Hektar

Introduktion

Under de första månaderna efter kalvning har mjölkorna en hög mjölkproduktion vilket innebär att deras behov av protein ökar (Johansson & Ullven, 2015). I början av laktationen kan korna uppleva metaboliska störningar. Detta är en följd av att korna har svårt att äta tillräckligt för att kunna täcka både underhålls- och mjölkproduktionsbehov (Ntallaris *et al.*, 2017). För att säkerställa ett effektivt foderutnyttjande och minimera kväveförluster så är det viktigt att beräkna kornas näringsbehov (Eastridge, 2006). Om näringsbehovet inte täcks kan korna hamna i en negativ energibalans och börjar då mjölka på hullet i stället (Ntallaris *et al.*, 2017).

I Sverige utfodras mjölkkor delvis med grovfoder som vanligtvis består av vallväxter, gräs och/eller baljväxter som har en hög halt av protein om det är skördat i det tidiga stadiet (Pettersson, 2009). Det kompletteras vanligen med spannmålsbaserat kraftfoder, men det täcker inte kornas proteinbehov. Därför kompletteras ofta med proteinfodermedel så som sojamjöl, olika rapsprodukter, åkerböna och ärter (Pettersson, 2009).

Utfodring med proteinfodermedel är ett effektivt sätt att öka tillförseln av protein, som annars är begränsande för mjölksyntesen hos mjölkkor (Rinne *et al.*, 2015). Om utflödet av våmstabil protein (RUP) av det totala råproteinintaget ökade så kunde det påverka sammansättningen av de olika aminosyror som är tillgängliga

för absorption i tunntarmen (Korhonen *et al.*, 2002). Bland positiva effekter av utfodring med proteinfodermedel rapporteras en delvis ökad mikrobiell syntes hos idisslare (Hoover, 1986), ökat foderintag och förbättrad fodersmältbarhet (Rinne *et al.*, 2015). Proteinfodermedel är dock relativt dyra att köpa in och innebär en extra kostnad för mjölkproducenten. Dessutom kan utfodring med proteinfodermedel sänka kväveeffektiviteten (NUE, Nitrogen use efficiency) om man utfodrar över kornas behov, vilket leder till en negativ miljöpåverkan från mjölkproduktionen (Rinne *et al.*, 2015).

Sojamjöl är ett av de vanligaste proteinrika fodermedlen och används mycket i svenska foderstater till mjölkkor (Johansson & Ullven, 2015). Dock har produktionen av sojaböna negativa miljöeffekter eftersom odlingen leder till avverkning av skog och förstörelse av habitat för många arter (Fearnside, 2001). Under de senaste decennierna har svenskt lantbruk letat efter mer närproducerat proteinfodermedel i stället för sojamjöl. Olika inhemska rapsprodukter används en hel del i Sverige. Jämfört med proteinet i sojamjöl, har dock proteinet i de inhemska fodermedlen en högre våmnedbrytbarhet. En högre våmnedbrytbarhet innebär att en större andel av det totala proteininnehållet bryts ner redan i våmmen. Detta leder till ett sämre utnyttjande av proteinet (Johansson & Ullven, 2015).

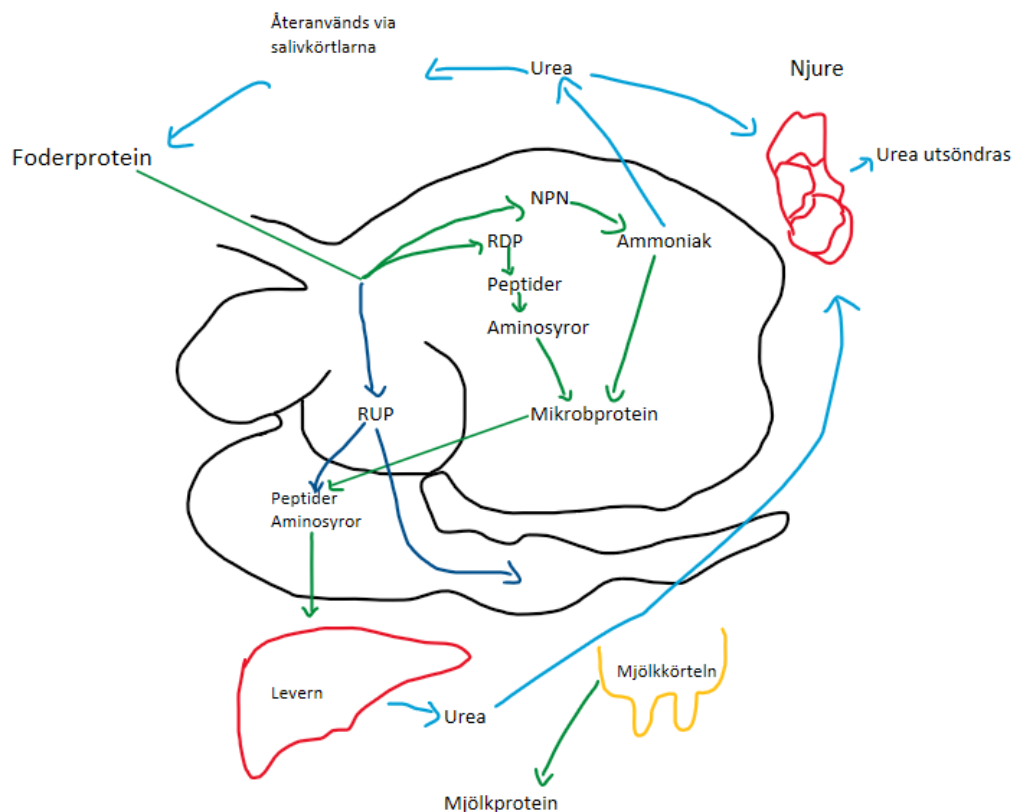
Syftet med arbetet är att undersöka potentialen hos inhemska rapsprodukter för att ersätta importerad soja. Efter arbetet kommer följande frågeställningar att ha besvarats; Hur påverkas mjölkavkastning, mjölkkvälité och kväveeffektivitet av att ersätta soja med olika rapsprodukter? Arbetet behandlar även eventuella skillnader som kan finnas mellan olika rapsprodukter.

Litteraturstudie

2.1 Proteinnedbrytning och metabolism i våmmen

För att kunna få ett bra utnyttjande av proteinet är det viktigt att se till att mikroberna i våmmen trivs (Rosmalia *et al.*, 2022). De måste få energi från fodret för att kunna ha en hög tillväxt samtidigt som de använder den för att bryta ner foderprotein (Rosmalia *et al.*, 2022). Rapsprodukter är ett alternativ som inhemskt proteinfoder och har visat sig vara bra för idisslare på grund av dess goda proteinkvalité och energiinnehåll (Rinne *et al.*, 2015; Spörndly *et al.*, uå.). Rapsmjöl kan stimulera den mikrobiella proteinsyntesen eftersom det bidrar till våmnedbrytbart protein (Martineau *et al.*, 2013).

Hos idisslarna delas proteinet in i två typer; våmstabil protein (RUP) och våmnedbrytbart protein (RDP). Våmstabil protein passerar våmmen eftersom det inte bryts ner av våmmikroberna och går direkt ut till tarmen där det absorberas i form av aminosyror (McDonald *et al.*, 2011). Våmnedbrytbart protein bryts ner i våmmen av enzymer så som proteas och-, peptidas vilket bildar peptider, aminosyror och ammoniak (Putri *et al.*, 2021). Mikroberna i våmmen kan utöver aminosyror även använda ammoniak från proteinnedbrytningen för att kunna bilda protein, se **Figur 1** (Putri *et al.*, 2021). En del av mikroberna som bildas, bryts ner i våmmen och kvävet recirkuleras för att bilda nya mikrobproteiner för att sedan transporteras till löpmagen (McDonald *et al.*, 2011). Väl i löpmagen kommer dessa att brytas ner till peptider och aminosyror för att därefter absorberas i tunntarmen (McDonald *et al.*, 2011).



Figur 1: En schematisk bild på hur nedbrytningen av värmestabil foderprotein (RUP), värmelösligt protein (RDP) samt icke-proteinkväve (NPN) sker och vart absorption sker (Putri *et al.*, 2021; McDonalds *et al.*, 2011).

2.2 Importerade proteinfodermedel

En stor utmaning när det gäller proteinfoder, är att hitta ett fodermedel som kan täcka mjölkornas proteinbehov. Vid foderproduktion och utfodring till produktionsdjuren är biprodukter från soja en av de mest använda proteinråvarorna (Gidlund *et al.*, 2015). Sojaböna har blivit populär som proteinfodermedel för alla djurslag till följd av dess höga näringsvärde men även för att den är prismässigt konkurrenskraftig jämfört med andra proteingrödor (Spörndly *et al.*, u.å.).

År 2020 importerades ca 28 000 ton soja till Sverige (Ritchie *et al.*, 2023) och runt 60 % av den totala mängden proteinfodermedel som konsumeras i Sverige importeras (Johansson & Ullven, 2015). Trots mängden soja som importeras utgör sojaprodukterna cirka 2,5 % av kornas foderintag och i foderstaten är det främst restprodukter från sojan som används (Spörndly *et al.*, u.å.). Enligt en uppskattning

av Thuresson¹ på Foder & Spannmål låg importen av sojamjöl till Sverige år 2022 på cirka 48 000 ton. De restprodukter som härstammar från sojaböna innehåller olika mängd protein. Hel sojaböna innehåller ca 40 % råprotein av TS, sojamjöl innehåller ca 50 % råprotein av TS (Banaszkiewicz, 2011) medan oljekaka har en råproteinhalt på 44 % av TS (Maciel *et al.*, 2020).

2.3 Närproducerade alternativ

I dagens samhälle har diskussioner om sojaimporten och kritiken gentemot grödan lett till att intresset för närproducerat har ökat. De tre vanligaste inhemska proteinfodermedelen är rapsprodukter, åkerböna och ärtor (Gustafsson *et al.*, 2013). I det här arbetet kommer dock fokuset att vara på enbart rapsprodukterna.

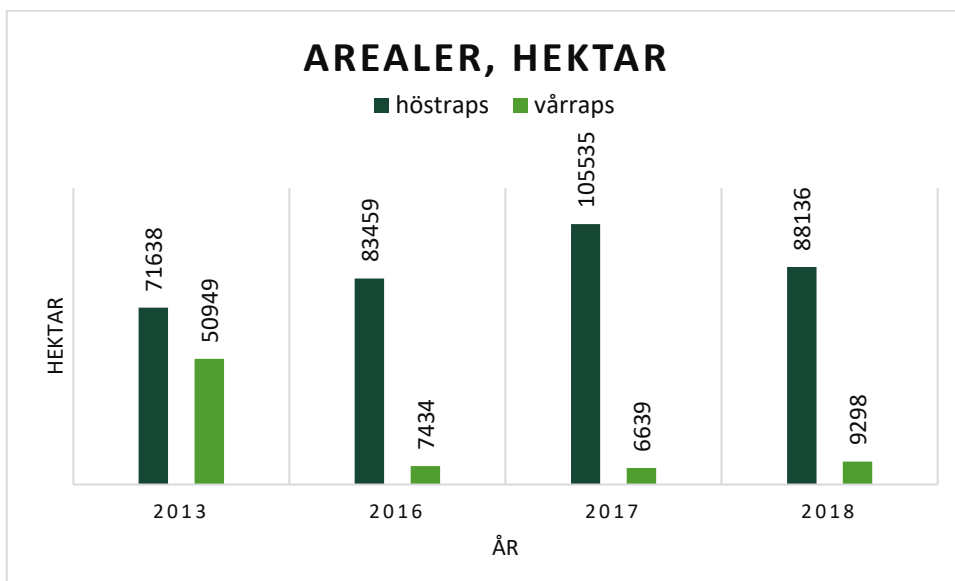
2.3.1 Raps och dess biprodukter

Raps har jämfört med soja ett lägre innehåll av råprotein. Rapsprodukternas råproteininnehåll skiljer sig från varandra där rapsmjöl har en halt på 40 % av TS (Spörndly, 2003). Dock innehåller soja mer RUP jämfört med raps. I en studie av Rinne *et al.* (2012) var aminosyrasammansättningen i raps bättre än i sojaböna. I en annan studie hade kor som utfodrades med rapsmjöl en högre koncentration av essentiella aminosyror i blodet jämfört med de som utfodrades med sojamjöl (Maxin *et al.*, 2013). Utfodring med rapsmjöl samt värmebehandlat rapsmjöl istället för sojamjöl kan även förbättra kornas kväveeffektivitet samt mjölkavkastning. Detta beror på att den mikrobiella proteinsyntesen i våmmen ökar när sojamjöl byts ut mot rapsmjöl (Paula *et al.*, 2018).

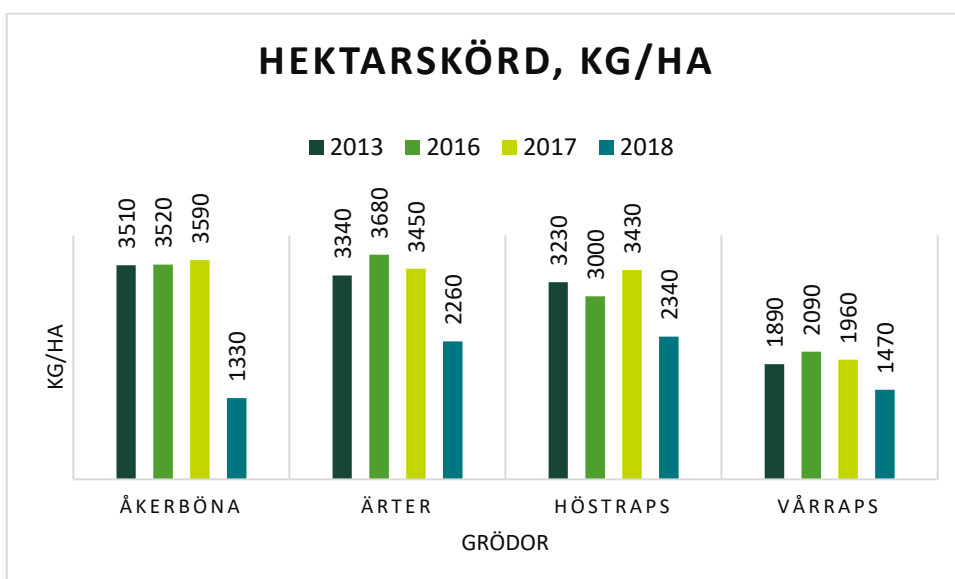
I och med att rapsmjöl är hexanextraherat får det inte användas i ekologisk produktion (Johansson & Ullven, 2015). Dock har studier visat att utfodring med rapskaka kan ge goda resultat (Johansson & Nadeau, 2006; Rinne *et al.*, 2012, 2015; Johansson *et al.*, 2015) och den är även tillåten inom ekologisk produktion. Rapskaka är en biprodukt som uppstår vid pressning av rapsolja och den har en hög fetthalt på cirka 20 % av TS vilket innebär att den även har en hög energikoncentration. Precis som i rapsfrö så består råproteinet i rapskaka av en hög andel RDP vilket kan bidra till en minskad mjölkavkastning i tidig laktation (Johansson *et al.*, 2015).


¹ Pontus Thuresson, VD, Föreningen Foder & Spannmål, konversation 19 maj 2023

Mellan perioden 2013 – 2018 har arealen för rapsodlingen i Sverige sjunkit (SCB, 2022). Under åren 2013 – 2017 ökade odlingen av raps men eftersom år 2018 slog hårt mot svenskt lantbruk på grund av torkan så sjönk odlingen efter 2017, se **Figur 1** (Jordbruksverket & Statistiska Centralbyrå, 2019). I samma statistiksammansättning delas rapsodlingen upp i höstraps och vårraps, se **Figur 1**. Under perioden 2013 – 2018 sjönk hektarskörden för höstraps och vårraps samt övriga grödor som ärter och åkerböna, se **Figur 2**.



Figur 1: Arealen mark (ha) för höst- och vårraps mellan åren 2013-2018 i hela riket (Jordbruksverket & Statistiska Centralbyrå, 2019).



 **Figur 2:** Visar hektarskörden i kg/ha för åren 2013-2018 för raps, åkerböna och ärter (Jordbruksverket & Statistiska Centralbyrå, 2019).

2.3.2 Övriga inhemska proteinfodermedel

Cirka 15 % av allt som odlas inom ärtor och åkerböna går via foderfabriker och resterande andel (85 %) utfodras som rå, malen eller krossad (Johansson & Ullven, 2015). Om man gör en jämförelse av trindsäden har ärtor en högre stärkelsehalt och lägre råproteinhalt än åkerböna. Detta gör att åkerböna är att föredra och kan vara ett mer intressant alternativ som proteinfoder (Johansson & Ullven, 2015). Innehållet av råprotein i åkerbönans kärna ligger på omkring 27 – 32 % av TS (Gustafsson *et al.*, 2013). Hektarskörden för åkerböna kan ses i **Figur 2** för perioden 2013 – 2018 (Jordbruksverket & Statistiska Centralbyrå, 2019).

Ärtor är den näst mest använda grödan som proteinfoder till mjölkkor. Hektarskörden för ärta under perioden 2013 – 2018 kan ses i **Figur 2** (Jordbruksverket & Statistiska Centralbyrå, 2019). Som tidigare nämnts så har ärtor en lägre råproteinhalt än åkerböna och en högre stärkelsehalt än korn (Gustafsson *et al.*, 2013). Råproteinhalten i ärtor ligger på omkring 20 – 24 % av TS.

2.4 Mjolkproduktion

2.4.1 Mjolkavkastning

I en studie av Gidlund *et al.* (2017) byttes korn gradvis ut mot rapskaka i foderstaten till mjölkkor, vilket resulterade i att råproteinhalten ökade på stärkelsehaltens bekostnad. I samma studie utfodrades korna med två grovfoder med olika mängd rödklöversilage samt med tre olika nivåer av rapskaka av totalfoderstaten: låg (74 g/kg TS), medium (147 g/kg TS) och hög (221 g/kg TS). Studien visade att gradvis ersättning av korn med rapskaka hade en kvadratisk effekt på mjölkavkastningen, där nivå medium resulterade i den högsta mjölkavkastningen. Nivå hög av rapskaka resulterade i stället i en lägre mjölkavkastning. Studien kom således fram till att överutfodring av råprotein inte gav en högre mjölkavkastning utan i stället gav större kväveförluster (Gidlund *et al.*, 2017). I en annan studie utfodrades 48 kor

med antingen sojamjöl eller rapsmjöl som främsta proteinfodermedel (Paula *et al.*, 2020). Hos korna som utfodrades med rapsmjöl ökade mjölkavkastningen med 0,8 kg per dag. Enligt författarna kan detta bero på att rapsmjöl ökar TS-intaget vilket i sin tur leder till en bättre tillförsel av aminosyror och således högre mjölkavkastning (Paula *et al.*, 2020). Broderick *et al.* (2015) rapporterade att när sojamjöl ersattes med rapsmjöl i foderstaten så ökade TS-intaget, dessutom ökade mjölkavkastningen med 0,9 kg per dag. I en meta-analys av Martineau *et al.* (2013) ökade mjölkavkastningen när korna utfodrades med rapsmjöl i kombination med gräsensilage jämfört med om de utfodrades med ett annat proteinfodermedel så som majsglutenmjöl eller en blandning av olika proteinfodermedel med eller utan sojamjöl. Rapsprodukterna ökade även upptaget av essentiella aminosyror i tunntarmen (Martineau *et al.*, 2013).

Johansson *et al.* (2015) gjorde ett försök där de utfodrade mjölkkor med kallpressad rapskaka och rapsfrö. I tidig laktation då korna utfodrades med antingen rapsfrö eller rapskaka observerades ingen signifikant skillnad i mjölkavkastning mellan fodermedlen. Dock observerades en numeriskt högre mjölkavkastning samt ett numeriskt högre foderintag hos djur som utfodrades med rapsfrö (Johansson *et al.*, 2015). Båda fodermedlen resulterade även i liknande mjölksammansättning under tidig laktation. Johansson *et al.* (2015) observerade även att rapskaka utfodrat i sen laktation resulterade i en numeriskt högre mjölkavkastning jämfört med när korna utfodrades med rapsfrö. De kor som fick rapskaka i sen laktation hade även ett numeriskt lägre foderintag jämfört med de kor som utfodrades med rapsfrö (Johansson *et al.*, 2015). En studie gjord av Khalili *et al.* (1999) undersökte olika typer av rapskaka till mjölkkor. Deras studie visade att utfodring med värmebehandlad rapskaka kombinerat med rapsolja ledde till en högre mjölkavkastning än utfodring med kallpressad rapskaka.

2.4.2 Mjölakens sammansättning och kväveeffektivitet

Om mjölkkor utfodras med stora mängder raps jämfört med om de utfodras med sojaböna, kan innehållet av fett och protein i mjölken sjunka vilket främst förekommer hos äldre kor (Fearon *et al.*, 2004; Johansson & Nadeau, 2006). Studier har även visat att utfodring med rapskaka kan sänka halten av protein i mjölken jämfört med rapsfrö, dock utan att förändra mjölkproteinavkastningen (Johansson & Nadeau 2006; Lerch *et al.*, 2012). I studien av Johansson *et al.* (2015) observerade man dock inte några signifikanta skillnader i sammansättningen av mjölk från kor utfodrade med rapsfrö eller rapskaka. En annan studie visade att när kor utfodrades med rapsmjöl i stället för sojamjöl så ökade avkastningen av mjölkprotein signifikant (Paula *et al.*, 2020). I en meta-analys av Huhtanen *et al.*

(2011) där rapsmjöl och sojamjöl till mjölkkor jämfördes ökade båda proteinfodermedlen mjölk- och mjölkproteinavkastningen. Dock var marginalutbytet mätt som andelen mjölkprotein av utfodrat protein högre med rapsmjöl, 136 g per kg råprotein intag, jämfört med sojamjöl som låg på 98 g per kg råproteinintag.

Jämfört med sojamjöl så kan rapsmjöl även förbättra kväveeffektiviteten, särskilt i form av minskade kväveförluster genom reducerad ureautsöndring via urinen vilket är viktigt ur miljösynpunkt (Broderick *et al.* 2015; Paula *et al.* 2020). Maxin *et al.* (2013) och Rinne *et al.* (2012) fann att kor som hade utfodrats med rapsbaserade fodermedel hade lägre ureahalt i mjölken jämfört med kor som hade utfodrats med sojabaserade fodermedel. Enligt författarna bidrog rapsprodukterna till en ökad kväveeffektivitet i och med att mikroorganismerna i våmmen hade en möjlighet till högre tillväxt. Oberoende av fodermedel kan en alltför stor mängd råprotein i foderstaten leda till en linjär minskning av kväveeffektiviteten (Broderick, 2003). Broderick *et al.* (2015) menar dock att råproteinhalten i foderstaten går att reducera från 17% till 15% av TS utan att påverka mjölk- och proteinavkastningen hos lakterande kor. Detta möjliggör alltså en reduktion av kväveförluster utan att riskera försämrade mjölkproduktion.

2.5 Miljöpåverkan från proteinfodermedel

Miljömässiga faktorer är ett aktuellt ämne inom djurproduktionen och framför allt angående fodret. Importerade och närproducerade proteinfodermedel har olika stor inverkan på miljön. Jämförs de närproducerade produkterna med de importerade fodermedlen kan några olikheter urskiljas.

2.5.1 Miljöpåverkan från sojabönan

Efterfrågan på soja ökar stadigt vilket har lett till en expanderings av produktionen (Ritchie *et al.*, 2023) där Brasilien och USA är bland de största sojaproducerande länderna i världen (Ortega *et al.*, 2005; Heimer, 2010). Av den totala markarealen som krävs för att försörja svenska produktionsdjur så finns en fjärdedel utanför Sverige (Heimer, 2010). Sojan som importeras till Sverige kommer främst från Brasilien och transporten sker med båt. Lantmännen är en av de största importörerna av soja för enbart foderändamål (Heimer, 2010). Aktören fokuserar på att produkterna som importeras producerats på ett ansvarsfullt sätt och även på hur priset ligger i förhållande till andra proteinråvaror (Heimer, 2010).

Som tidigare nämnts i arbetet, har soja negativa miljöeffekter. Produktionen av sojabönan är starkt beroende av olika insatsvaror såsom mark, bränsle, transport, bekämpningsmedel, gödsel samt energi (Prudêncio da Silva *et al.*, 2010). Stora andelar av regnskogarna i Brasilien avverkas för att kunna få mer mark som ska användas till produktion av sojaböna- och palmolja. I samband med avverkningen av skogarna förstörs habitat för många arter vilket leder till en minskning av den biologiska mångfalden. Det medför också att koldioxid frigörs till atmosfären på grund av plöjning av gräsmarkerna för att kunna odla grödan (Heimer, 2010; Prudêncio da Silva *et al.*, 2010). En annan inverkan som produktionen av sojabönan har är att produktionssystemen i Brasilien använder konstgödsel i en stor omfattning. Detta leder till att närliggande vattendrag kan förorenas (Heimer, 2010). Utöver själva odlingen av sojaböna bidrar även transporten från odlingen till destinationen till utsläpp av koldioxid.

2.5.2 Miljöpåverkan från inhemska proteinfodermedel

Det finns två argument gällande transporten av proteinfoder. Om närproducerat väljs blir det kortare transportsträckor och lägre transportbehov (Bertilsson *et al.*, 2003). Dock så är odlingen av raps begränsad i Sverige vilket gör att stora delar av rapsprodukterna som används som proteinfodermedel importeras från Danmark och Tyskland (Bertilsson *et al.*, 2003). Arealen av rapsodlingen låg 2018 på cirka 97 434 ha (Jordbruksverket & Statistiska Centralbyrå, 2019).

Jämförs den globala markanvändningen med den svenska markanvändningen gällande en hållbar mjölkproduktion, så är den svenska överlägsen (Bertilsson *et al.*, 2003). Detta eftersom foderproduktionen i Sverige värnar om markanvändningen samt den biologiska mångfalden som finns i odlingsområdet. Men även för att det svenska samhället anser att det är viktigt att bibehålla öppna landskap på grund av den begränsande åkermarken i landet (Bertilsson *et al.*, 2003). Data från Statistiska Centralbyrån (2022) visar att den totala arealen jordbruksmark i Sverige var 3 013 041 ha. Andelen mark som används till odling av foder låg samma år på cirka 2,5 miljoner ha vilket procentuellt är ungefär 85 % av den totala arealen (Statistiska Centralbyrån, 2022).

Diskussion

Frågeställningarna som avhandlades lyder som följande; Hur påverkas mjölkavkastning, mjölkqualität och kväveeffektivitet av att ersätta soja med olika rapsprodukter i foderstaten? Vilka skillnader finns det mellan olika rapsprodukter?

Enligt litteraturstudien finns det både för- och nackdelar med de olika proteinfodermedel som används till mjölkkor inom olika ämnesområden. Diskuteras det ur ett miljöperspektiv så har det i studier som gjorts i bland annat Sverige visat att närproducerade fodermedel har en lägre miljöpåverkan jämfört med importerade fodermedel (Bertilsson *et al.*, 2003). Detta för att det blir en kortare transportsträcka vilket leder till mindre utsläpp från transporten (Bertilsson *et al.*, 2003). Ur den synpunkten är inhemskt proteinfodermedel bra. Dock så importeras majoriteten av de rapsprodukter som används som foder från Tyskland och Danmark eftersom odlingen i Sverige inte är tillräckligt stor (Bertilsson *et al.*, 2003). I och med att totalarealen åkermark i Sverige år 2020 låg på cirka 2,5 miljoner ha innebär det att rapsodlingen utgör cirka 3,8 %. Dessa siffror ger en bild av att odlingen av raps i Sverige är liten och skulle behöva öka. Det är möjligt för rapsodlingen att öka om det sker en förändring på marknaden som skulle kunna gynna den inhemska produktionen. En sådan förändring skulle kunna vara i det här fallet krig vilket skulle göra det svårare att importera in raps till Sverige. Dock kommer siffrorna för arealen av raps från år 2018 och kan ha ändrats fram till 2020 så detta är mer en ungefärlig bild av hur mycket mark som går till rapsodlingen. Om det går att öka avkastningen av raps så sänks importen av grödan och därmed kan vi öka vår självförsörjningsgrad.

Den största nackdelen med produktionen av sojaböna är att det är många led som påverkar klimatet men även den biologiska mångfalden (Heimer, 2010). Precis som många grödor kräver sojabönan mycket markyta vilket gör att regnskogen i Sydamerika har avverkats för att kunna starta upp men även expandera produktionen. I och med att träd utför den viktiga processen fotosyntes där koldioxid från luften tas upp, innebär skövlingen av skog att det kommer finnas färre träd som agerar kolsänkor.

I arbetet visades även att rapsprodukterna hade en viss effekt på kväveeffektiviteten jämfört med sojamjålet. I studien gjord av Broderick *et al.* (2015) förbättrades kväveeffektiviteten signifikant med rapsmjöl istället för sojamjöl, eftersom det hade skett en minskning av kväveförluster i mjölkurean och urinutsöndringen. Även Paula *et al.* (2020) kom fram till detta. Detta eftersom den totala kväveförlusten från urinen och ureautsöndringen minskade med 4 % respektive 6 % för korna som hade utfodrats med rapsmjöl istället för sojamjöl. Detta indikerar att rapsmjöl minimerar kväveförlusterna i form av urea via urinen vilket ur miljösynpunkt är positivt.

I en annan studie jämfördes två foderblandningar med olika mängd rödklöver och gräsensilage samt olika mängd rapskaka. Med den ena foderblandningen minskade kväveeffektiviteten på grund av en ökad råproteinkoncentration (Gidlund *et al.*, 2017). Foderblandningen innehöll 70% rödklöver och 30% gräsensilage vilket ökade koncentrationen av ureakväve i mjölken och därmed minskade kväveeffektiviteten. Detta var på grund av den ökade råproteinkoncentrationen från den högsta inblandningsnivån av totalfoderstaten (221 g rapskaka/kg TS). Detta innebär att inblandningsnivån av rödklöver och rapskaka kan ha en inverkan på kväveeffektiviteten.


Näringsmässigt finns det även skillnader mellan soja och raps. De olika biprodukterna från soja innehöll olika mycket råprotein per kg TS. Sojabönan innehöll cirka 40 % råprotein av TS, oljekakan innehöll 44% råprotein av TS medan sojamjålet innehöll 50 % råprotein av TS (Heimer, 2010; Banaszkiwicz, 2011; Maciel *et al.*, 2020). De inhemska proteinfodermedlen har ett högt proteininnehåll dock med en kvalitet som är bäst anpassad till lågavkastande kor. Men de högavkastande korna har ett större behov av våmstabil protein (Bertilsson *et al.*, 2003). Detta borde göra att de närproducerade proteinfodermedlen näringsmässigt inte riktigt kan konkurrera med de importerade i speciellt stor utsträckning när det kommer till näringsinnehåll. Det innebär att jämfört med sojaprodukter bryts en större andel av det totala proteininnehållet från rapsprodukter ner i våmmen, vilket borde leda till ett sämre utnyttjande av proteinet (Johansson & Ullven, 2015). Dock så visar en del försök att utfodring av rapsmjöl ger goda resultat. Enligt Bertilsson *et al.* (2003) behöver rapsprodukterna men även andra inhemska fodermedel som ärta värmebehandlas för att kunna konkurrera med sojaprodukterna. Det motsägs dock av en omfattande metaanalys av Huhtanen *et al.* (2011) meta-analys där ingen större skillnad fanns i kväveflöde till bladmaget och koncentration av ammoniak i våmmen mellan värmebehandlat rapsmjöl och obehandlat rapsmjöl. Det visade även att det inte gjorde någon skillnad i mjölkavkastningen men att värmebehandlat rapsmjöl precis som obehandlat rapsmjöl gav en högre avkastning jämfört med sojamjöl. I Fodertabeller för

idisslare (Spörndly, 2003) har de värmebehandlade rapsprodukterna ett högre råproteininnehåll, där rapskaka innehåller cirka 339 g per kg TS. Detta skulle även kunna vara ett möjligt alternativ att utfodra med värmebehandlad rapskaka för att främja en högre mjölkavkastning än vid utfodring av sojakaka eller sojamjöl på grund av en högre råproteinhalt. Om den värmebehandlade rapskakan används i kombination med rapsolja så som Johansson & Nadeau (2006) hade nämnt, kan mjölkorna få en högre mjölkavkastning.

I andra studier bland annat av Johansson *et al.* (2015) och Rinne *et al.* (2015) undersöktes det ifall rapskaka kunde vara ett annat alternativ som proteinfodermedel. Båda studierna kom fram till att det kunde vara ett möjligt alternativ. I studien av Rinne *et al.* (2015) producerade korna som utfodrads med rapskaka mer mjölkprotein än korna som utfodrades med sojakaka. Korna hade även en högre koncentration av metionin till tunntarmen när de utfodrads med rapskaka. Författarna såg även att korna som utfodrads med soja-expeller hade en lägre mjölkproteinkoncentration än de som hade utfodrads med rapskaka (Rinne *et al.*, 2015). Johansson *et al.* (2015) undersökte hur rapskaka kan påverka mjölkavkastningen samt sammansättningen av mjölken. Det studien upptäckte var att det inte fanns någon signifikant skillnad i mjölkavkastningen om korna utfodrades med rapsfrö eller rapskaka. Dock bidrog båda sorterna till en hög mjölkavkastning och liknande mjölksammansättning. Johansson *et al.* (2015) upptäckte även att det är mer fördelaktigt att utfodra korna som är i sen laktation med kallpressad rapskaka eftersom det resulterade i en numeriskt högre mjölkavkastning. Korna producerade 1 kg mjölk mer per dag med rapskaka i foderstaten trots deras lägre foderintag i TS (Johansson *et al.*, 2015). Dessa två studier visar att rapskaka i framtiden kan vara en potentiell ersättare till sojaprodukterna. Fler studier behövs för bättre kunskap och för att undersöka eventuella övriga effekter av utfodring med rapskaka.

Paula *et al.* (2020) undersökte om rapsmjöl och sojamjöl påverkade mjölkproduktionen. Det de upptäckte var att korna som fick rapsmjöl i utfodringen istället för sojamjöl mjölkade cirka 0,8 kg mer per dag och deras TS-intag ökade. Det ökade TS-intaget ledde troligen till att tillförseln av aminosyror ökade. Även i en annan studie ökades TS-intaget och korna mjölkade 0,9 kg mer per dag när de utfodrades med rapsmjöl istället för sojamjöl (Broderick *et al.*, 2015). Ett ökat TS-intag ger en ökad tillförsel av aminosyror vilket även kan ge en högre avkastning. Det innebär att med en bättre proteinförsörjning kommer även energiförsörjningen att öka i samband med den ökade mjölkavkastningen, enligt en hypotes av Paula *et al.* (2020) som inte är testad. I flera studier utförda av bland annat Rinne *et al.* (2015), Huhtanen *et al.* (2011) och Paula *et al.* (2018) har det inte varit någon

skillnad på TS-intag hos lakterande kor som utfodrats med antingen soja- eller rapsmjöl samt värmebehandlat rapsmjöl.

Johansson och Nadeau (2006) fann att hos kor som utfodrats med stora mängder med raps kunde innehållet av fett och protein i mjölken sjunka och detta gällde framför allt äldre kor. Det måste göras uppföljningar i den här åldersgruppen för att undvika risken för reducering av näringsinnehållet i mjölken. Ur ett ekonomiskt perspektiv är reducerade halter av protein och fett i mjölken vara negativt för lantbrukaren om de inte kompenseras av större mjölmängd. 

Slutsats

Denna litteraturstudie indikerar att rapsprodukter näringsmässigt kan konkurrera med sojaprodukter som proteinfodermedel. Dock behöver odlingen av raps i Sverige öka för att därmed minska importbehovet av grödan. Om importen minskar kommer Sveriges självförsörjningsgrad att öka. Om användningen av närproducerade proteinfodermedel som raps ökar kommer detta att ge en mer inhemsk mjölkproduktion. Detta kommer därmed att locka fler konsumenter som kunde vara villiga att betala mer för mjölkprodukter och ge produktionen en högre status med hänsyn till miljön då rapsprodukterna kan förbättra kväveeffektiviteten. För att kunna uppfylla detta måste produktionen av raps samt andra inhemska proteinfodermedel öka för att kunna utfodra mjölkkor med enbart svenska råvaror.

Litteraturförteckning

- Banaszkiewicz, T. (2011). I: *Soybean and Nutrition*. (Nutritional Value of Soybean Meal). BoD – Books on Demand. 1–20.
- Bertilsson, J., Cederberg, C., Emanuelson, M., Jonasson, L., Rosenqvist, H., Salomonsson, M. & Swensson, C. (2003). Möjligheter och konsekvenser av en ökad användning av närproducerat foder till mjölkkor.
- Broderick, G.A. (2003). Effects of Varying Dietary Protein and Energy Levels on the Production of Lactating Dairy Cows¹. *Journal of Dairy Science*, 86 (4), 1370–1381. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(03\)73721-7](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(03)73721-7)
- Broderick, G.A., Faciola, A.P. & Armentano, L.E. (2015). Replacing dietary soybean meal with canola meal improves production and efficiency of lactating dairy cows¹. *Journal of Dairy Science*, 98 (8), 5672–5687. <https://doi.org/10.3168/jds.2015-9563>
- Eastridge, M.L. (2006). Major Advances in Applied Dairy Cattle Nutrition. *Journal of Dairy Science*, 89 (4), 1311–1323. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(06\)72199-3](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(06)72199-3)
- Fearnside, P.M. (2001). Soybean cultivation as a threat to the environment in Brazil. *Environmental Conservation*, 28 (1), 23–38. <https://doi.org/10.1017/S0376892901000030>
- Fearon, A.M., Mayne, C.S., Beattie, J.A.M. & Bruce, D.W. (2004). Effect of level of oil inclusion in the diet of dairy cows at pasture on animal performance and milk composition and properties. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 84 (6), 497–504. <https://doi.org/10.1002/jsfa.1714>
- Gidlund, H., Hetta, M. & Huhtanen, P. (2017). Milk production and methane emissions from dairy cows fed a low or high proportion of red clover silage and an incremental level of rapeseed expeller. *Livestock Science*, 197, 73–81. <https://doi.org/10.1016/j.livsci.2017.01.009>
- Gidlund, H., Hetta, M., Krizsan, S.J., Lemosquet, S. & Huhtanen, P. (2015). Effects of soybean meal or canola meal on milk production and methane emissions in lactating dairy cows fed grass silage-based diets. *Journal of Dairy Science*, 98 (11), 8093–8106. <https://doi.org/10.3168/jds.2015-9757>
- Gustafsson, A.H., Bergsten, C., Bertilsson, J., Kronqvist, C., Lindmark Månsson, H., Lovang, M., Lovang, U. & Swensson, C. (2013). *Närproducerat foder fullt ut till mjölkkor - en kunskapsgenomgång*. (1). Växa Sverige. [2023-04-06]
- Heimer, A. (2010). *Rapport - Soja som foder och ivsmedel i Sverige – konsekvenser lokalt och globalt - [PDF Document]*. [vdocuments.pub](https://vdocuments.pub/rapport-soja-som-foder-och-ivsmedel-i-sverige-konsekvenser-lokalt-och-globalt.html). <https://vdocuments.pub/rapport-soja-som-foder-och-ivsmedel-i-sverige-konsekvenser-lokalt-och-globalt.html> [2023-07-29]
- Huhtanen, P., Hetta, M. & Swensson, C. (2011). Evaluation of canola meal as a protein supplement for dairy cows: A review and a meta-analysis. *Canadian Journal of Animal Science*, 91 (4), 529–543. <https://doi.org/10.4141/cjas2011-029>
- Johansson, B., Kumm, K.-I., Åkerlind, M. & Nadeau, E. (2015). Cold-pressed rapeseed cake or full fat rapeseed to organic dairy cows—milk production

- and profitability. *Organic Agriculture*, 5 (1), 29–38. <https://doi.org/10.1007/s13165-014-0094-y>
- Johansson, B. & Nadeau, E. (2006). Performance of dairy cows fed an entirely organic diet containing cold-pressed rapeseed cake. *Acta Agriculturae Scandinavica, Section A — Animal Science*, 56 (3–4), 128–136. <https://doi.org/10.1080/09064700701216912>
- Johansson, B. & Ullven, K. (2015). Proteinfoder till mjölkkor. <https://res.slu.se/id/publ/69669> [2023-07-29]
- Jordbruksverket & Statistiska Centralbyrå (2019). *Jordbruksstatistisk sammanställning 2019 med data om livsmedel - tabeller*. <https://webbutiken.jordbruksverket.se/sv/artiklar/js2019.html> [2023-07-29]
- Khalili, H., Kuusela, E., Saarisalo, E. & Suvitie, M. (1999). Use of rapeseed and pea grain protein supplements for organic milk production. <https://jukuri.luke.fi/handle/10024/445919> [2023-07-29]
- Korhonen, M., Vanhatalo, A. & Huhtanen, P. (2002). Effect of Protein Source on Amino Acid Supply, Milk Production, and Metabolism of Plasma Nutrients in Dairy Cows Fed Grass Silage. *Journal of Dairy Science*, 85 (12), 3336–3351. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(02\)74422-6](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(02)74422-6)
- Lerch, S., Ferlay, A., Pomiès, D., Martin, B., Pires, J.A.A. & Chilliard, Y. (2012). Rapeseed or linseed supplements in grass-based diets: Effects on dairy performance of Holstein cows over 2 consecutive lactations. *Journal of Dairy Science*, 95 (4), 1956–1970. <https://doi.org/10.3168/jds.2011-4575>
- Maciel, G., de la Torre, D.A., Cardoso, L.M., Cendoya, M.G., Wagner, J.R. & Bartosik, R.E. (2020). Determination of safe storage moisture content of soybean expeller by means of sorption isotherms and product respiration. *Journal of Stored Products Research*, 86, 101567. <https://doi.org/10.1016/j.jspr.2019.101567>
- Martineau, R., Ouellet, D.R. & Lapierre, H. (2013). Feeding canola meal to dairy cows: A meta-analysis on lactational responses. *Journal of Dairy Science*, 96 (3), 1701–1714. <https://doi.org/10.3168/jds.2012-5740>
- Maxin, G., Ouellet, D.R. & Lapierre, H. (2013). Effect of substitution of soybean meal by canola meal or distillers grains in dairy rations on amino acid and glucose availability. *Journal of Dairy Science*, 96 (12), 7806–7817. <https://doi.org/10.3168/jds.2013-6976>
- Mcdonald, P., Edwards, R.A., Greenhalgh, J.F.D., Morgan, C.A., Sinclair, L.A. & Wilkinson, R.G. (2011). *Animal Nutrition (PDF) - 2.68 MB @ PDF Room*. 7th. uppl. Pearson. <https://pdfroom.com/books/animal-nutrition/jE1d4b0y2Ob> [2023-07-29]
- Ntallaris, T., Humblot, P., Båge, R., Sjunnesson, Y., Dupont, J. & Berglund, B. (2017). Effect of energy balance profiles on metabolic and reproductive response in Holstein and Swedish Red cows. *Theriogenology*, 90, 276–283. <https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2016.12.012>
- Ortega, E., Cavalett, O., Bonifácio, R. & Watanabe, M. (2005). Brazilian Soybean Production: Energy Analysis With an Expanded Scope. *Bulletin of Science, Technology & Society*, 25 (4), 323–334. <https://doi.org/10.1177/0270467605278367>
- Paula, E.M., Broderick, G.A., Danes, M.A.C., Lobos, N.E., Zanton, G.I. & Faciola, A.P. (2018). Effects of replacing soybean meal with canola meal or treated canola meal on ruminal digestion, omasal nutrient flow, and performance in lactating dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 101 (1), 328–339. <https://doi.org/10.3168/jds.2017-13392>
- Paula, E.M., Broderick, G.A. & Faciola, A.P. (2020). Effects of replacing soybean meal with canola meal for lactating dairy cows fed 3 different ratios of alfalfa to corn silage. *Journal of Dairy Science*, 103 (2), 1463–1471. <https://doi.org/10.3168/jds.2019-16947>

- Pettersson, E. (2009). *Kan mjölkors utnyttjande av vallprotein bli bättre?* [Annat]. <https://stud.epsilon.slu.se/12314/> [2023-07-29]
- Prudêncio da Silva, V., van der Werf, H.M.G., Spies, A. & Soares, S.R. (2010). Variability in environmental impacts of Brazilian soybean according to crop production and transport scenarios. *Journal of Environmental Management*, 91 (9), 1831–1839. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2010.04.001>
- Putri, E.M., Zain, M., Warly, L. & Hermon, H. (2021). Effects of rumen-degradable-to-undegradable protein ratio in ruminant diet on in vitro digestibility, rumen fermentation, and microbial protein synthesis. *Veterinary World*, 14 (3), 640–648. <https://doi.org/10.14202/vetworld.2021.640-648>
- Rinne, M., Kuoppala, K., Ahvenjärvi, S. & Vanhatalo, A. (2012). [PDF] *Rapeseed expeller is a better protein supplement than soybean expeller in dairy cow diets based on grass-clover silage* | Semantic Scholar. <https://www.semanticscholar.org/paper/Rapeseed-expeller-is-a-better-protein-supplement-in-Rinne-Kuoppala/22608881e2199ad2e5a3b72ac4d0a05486c0c905> [2023-07-29]
- Rinne, M., Kuoppala, K., Ahvenjärvi, S. & Vanhatalo, A. (2015). Dairy cow responses to graded levels of rapeseed and soya bean expeller supplementation on a red clover/grass silage-based diet. *Animal*, 9 (12), 1958–1969. <https://doi.org/10.1017/S1751731115001263>
- Ritchie, H., Rosado, P. & Roser, M. (2023). Agricultural Production. *Our World in Data*. <https://ourworldindata.org/agricultural-production> [2023-07-29]
- Rosmalia, A., Permana, I.G. & Despal, D. (2022). Synchronization of rumen degradable protein with non-fiber carbohydrate on microbial protein synthesis and dairy ration digestibility. *Veterinary World*, 252–261. <https://doi.org/10.14202/vetworld.2022.252-261>
- Spörndly, R. (2003). *Fodertabeller för idisslare*. <http://www2.freefarm.se/fodertabell/fodtab.pl?djur=ko> [2023-07-29]
- Spörndly, R., Ivarsson, E., Wall, H. & Müller, C. (u.å.). *Soja i fodret till våra husdjur*. *SLU.SE*. <https://www.slu.se/institutioner/husdjurens-utfodring-var/nyheter-huv/soja-till-husdjur/> [2023-07-29]
- Statistiska Centralbyrån (2022). *Markanvändningen i Sverige 2020*. *Statistiska Centralbyrån*. <https://www.scb.se/hitta-statistik/statistik-efter-amne/miljo/markanvandning/markanvandningen-i-sverige/pong/tabell-och-diagram/markanvandningen-i-sverige/> [2023-07-29]

Tack

Jag vill rikta ett stort tack till min handledare Petra Fant för all hjälp och uppmuntran jag har fått under resans gång. Jag vill även passa på att rikta ett tack till min examinator Torsten Eriksson för att ha velat examinera mig och mitt arbete. Till sist vill jag även rikta ett tack till mina kurskamrater för att ha tagit sig tiden att läsa och ge mig feedback på arbetet.

Publicering och arkivering

Godkända självständiga arbeten (examensarbeten) vid SLU publiceras elektroniskt. Som student äger du upphovsrätten till ditt arbete och behöver godkänna publiceringen. Om du kryssar i **JA**, så kommer fulltexten (pdf-filen) och metadata bli synliga och sökbara på internet. Om du kryssar i **NEJ**, kommer endast metadata och sammanfattning bli synliga och sökbara. Även om du inte publicerar fulltexten kommer den arkiveras digitalt. Om fler än en person har skrivit arbetet gäller krysset för samtliga författare. Du hittar en länk till SLU:s publiceringsavtal på den här sidan:

- <https://libanswers.slu.se/sv/faq/228316>.

JA, jag/vi ger härmed min/vår tillåtelse till att föreliggande arbete publiceras enligt SLU:s avtal om överlåtelse av rätt att publicera verk.

NEJ, jag/vi ger inte min/vår tillåtelse att publicera fulltexten av föreliggande arbete. Arbetet laddas dock upp för arkivering och metadata och sammanfattning blir synliga och sökbara.