

Česká zemědělská univerzita v Praze

Fakulta agrobiologie, potravinových a přírodních zdrojů

Katedra mikrobiologie, výživy a dietetiky



**Česká zemědělská
univerzita v Praze**

**Náhrada sójového extrahovaného šrotu kombinací
řepkového extrahovaného šrotu a močoviny v krmné dávce
vysokoužitkových dojnic**

Diplomová práce

Autor práce: Bc. Kateřina Jeřábková

Obor studia: Výživa zvířat a dietetika

Vedoucí práce: Ing. Miroslav Joch, Ph.D.

© 2021 ČZU v Praze

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že svou diplomovou práci "Náhrada sójového extrahovaného šrotu kombinací řepkového extrahovaného šrotu a močoviny v krmné dávce vysokoužitkových dojnic" jsem vypracovala samostatně pod vedením vedoucího diplomové práce a s použitím odborné literatury a dalších informačních zdrojů, které jsou citovány v práci a uvedeny v seznamu literatury na konci práce. Jako autorka uvedené diplomové práce dále prohlašuji, že jsem v souvislosti s jejím vytvořením neporušila autorská práva třetích osob.

V Praze dne 26.4. 2021

Poděkování

Ráda bych touto cestou poděkovala vedoucímu diplomové práce panu Ing. Miroslavu Jochovi, Ph.D. za vstřícnost, ochotu a pomoc při zpracování mé diplomové práce. Poděkování také patří mým rodičům za trpělivost, podporu a umožnění studia.

Náhrada sójového extrahovaného šrotu kombinací řepkového extrahovaného šrotu a močoviny v krmné dávce vysokoužitkových dojnic

Souhrn

Cílem řešební části diplomové práce bylo přiblížit problematiku trávení proteinu v zažívacím traktu přežvýkavců a seznámení se s krmnými komponenty bohatými na proteiny v dietách vysokoužitkových dojnic.

Cílem praktické části této diplomové práce bylo provést experiment stanovující vliv náhrady sójového extrahovaného šrotu řepkovým extrahovaným šrotem s přidavkem močoviny na produkci mléka, krevní plazmu a fermentaci v bachoru vysokoužitkových dojnic. Do experimentu bylo zařazeno 33 krav plemene holštýnský skot v první fázi laktace. Předkládány jim byly 3 rozdílné krmné dávky formou designu latinských čtverců 3x3 po dobu 3 period trvajících 35 dní. Dieta obsahovala TMR s přidavkem 1) sójového extrahovaného šrotu, 2) řepkového extrahovaného šrotu s močovinou a 3) řepkového extrudovaného šrotu s močovinou ve třech za sebou jdoucích periodách.

Příjem sušiny byl ovlivněn krmnou dávkou ($p < 0,001$). Došlo k poklesu při dietě s řepkovým šrotem. Produkce mléka vzrostla při dietě složené z řepkového šrotu s přidavkem močoviny, ale výrazné rozdíly zde nebyly. Krávy krmené řepkovým šrotem s močovinou nadojily přibližně o 0,9 kg mléka na den více než krávy krmené sójovým šrotem. Množství močoviny v mléce se výrazně zvýšilo při dietě s přidavkem řepkového šrotu ($p = 0,0047$). Mléčný tuk ($p = 0,7318$), laktóza ($p = 0,8946$) a mléčný protein ($p = 0,6746$) ovlivněny nebyly. Složení mléčného tuku bylo ovlivněno dietou s řepkovým šrotem snížením koncentrace nasycených mastných kyselin a zvýšením mononenasycených mastných kyselin ($p = 0,0463$), zejména prostřednictvím kyseliny olejové ($p = 0,038$). Mezi jednotlivými skupinami nedošlo k výrazné změně v krevní plazmě, hmotnosti nebo účinnosti krmiva. Při nahrazení sójového šrotu řepkovým extrudovaným šrotem došlo k výraznému zvýšení bachorové koncentrace celkových těkavých mastných kyselin ($p = 0,0021$). Hodnoty pH v bachoru byly ovlivněny dietou ($p = 0,0004$) a klesaly při nahrazování sójového šrotu řepkovým šrotem, zatímco nebyl zjištěn žádný vliv krmiv na amonný dusík.

Produkce mléka sice nebyla statisticky ovlivněna, ale nahrazení sójového extrahovaného šrotu řepkovým extrahovaným a extrudovaným šrotem s přidavkem močoviny vyvolalo příznivé změny v zastoupení těkavých mastných kyselin přítomných v bachoru.

Klíčová slova: dojnice, krmná dávka, sójový extrahovaný šrot, řepkový extrahovaný šrot

Replacement of soybean meal with combination of rapeseed meal and urea in diet of dairy cows

Summary

The aim of the theoretical part of this diploma thesis was to describe the problem of digesting proteins in the digestive system of ruminantia and to present feeding components rich in proteins in diets of dairy cows.

The aim of the practical part of the diploma thesis was to perform an experiment determining the influence of the substitution of soybean meal by rapeseed meal with an addition of urea on milk production, blood parameters and fermentation in the rumen of dairy cows. In the experiment 33 Holstein Friesian cows in the first phase of lactation were involved in the experiment. They were given three different feeding rations in 3x3 latin squares design during three 35-days-long periods. The diet contained TMR with an addition of 1) soybean meal, 2) rapeseed extracted meal with urea and 3) rapeseed extruded meal with urea in three following periods.

The dry matter intake of feed was influenced by the feeding rations ($p < 0.001$). It happened to decrease with the diet including rapeseed meal. The milk yield increased during the diet containing rapeseed meal with an addition of urea but the differences were not statistically significant. However, the cows fed by rapeseed meal with urea gave approximately 0.9 kg more milk than cows fed by soybean meal. The amount of milk urea was significantly increased during the diet with an addition of rapeseed meal ($p = 0.0047$). Milk fat ($p = 0.7318$), lactose ($p = 0.8946$) and milk protein ($p = 0.6746$) were unaffected by the diet. The composition of milk fat was influenced by the diet with rapeseed meal by decreasing the concentration of saturated fatty acids and increasing of mono unsaturated fatty acids ($p = 0.0463$), particularly by oleic acid ($p = 0.038$). Between individual groups there was no significant change in blood plasma, weight or efficiency of feed. When the soybean meal was substituted by the rapeseed extruded meal, the concentration of volatile fatty acids increased ($p = 0.0021$). Values of pH in rumen were significantly affected by the diet ($p = 0.0004$) and were decreasing when substituting the soybean meal by the rapeseed meal, while we did not discover any influence of feed on ammonium nitrogen.

Milk yield wasn't significantly affected by diet. However, replacement of soybean meal with combination of rapeseed meal and urea favorably changed the volatile fatty acid profile in rumen.

Keywords: dairy cows, diet, soybean meal, rapeseed meal

Obsah

1	Úvod.....	8
2	Vědecká hypotéza a cíle práce	9
3	Literární řešerše	10
3.1	Procesy v trávícím traktu přežvýkavců	10
3.1.1	Trávení proteinů	10
3.1.2	Dusíkaté látky v bachoru.....	11
3.2	Sójový extrahovaný šrot	12
3.2.1	Stravitelnost sójového extrahovaného šrotu	14
3.3	Řepkový extrahovaný šrot	15
3.3.1	Stravitelnost řepkového extrahovaného šrotu.....	17
3.4	Močovina	18
4	Metodika	21
4.1	Průběh experimentu.....	21
4.2	Statistické vyhodnocení.....	24
5	Výsledky	25
6	Diskuze	29
7	Závěr	33
8	Literatura.....	34

1 Úvod

Tlak kladený na větší a větší produkci mléka podněcuje zlepšování strategie krmení a vymýšlení alternativních komponentů v krmné dávce. Optimalizací zastoupení energie a proteinu v krmné dávce dochází také k optimalizaci produkce mléka a efektivitě výroby (Yildiz & Todorov 2014). Důležitou součástí světové živočišné produkce jsou přežvýkavci. Hlavními faktory ovlivňujícími kvalitu jejich produkce jsou stáří, výživa, fyziologický stav a dobré životní podmínky (Cholewiňská et al. 2021). Nejdůležitější stránkou celého procesu je výživa. Mezi hlavní zdroje krmiv bohatých na dusíkaté látky s dobrým zastoupením esenciálních aminokyselin se řadí sójový a řepkový extrahovaný šrot (Homolka & Kudrna 2006). Z hlediska chovatelských potřeb patří mezi hlavní komponenty krmných směsí pro zvířata (Cholewiňská et al. 2021). Diety dojníc jsou v dnešní době dotovány hlavně sójovým extrahovaným šrotem z důvodu vysokého obsahu proteinu (až 52,6 %) (Mendowski et al. 2019). Ne příliš vhodné podmínky pro pěstování zmíněné sóji nutí evropský trh k dovozu této suroviny až ze 70 % potřeb krmných rostlinných proteinů. Z tohoto důvodu je nutné hledat alternativní zdroje proteinů dostupných v Evropě (Lucas et al. 2015).

V posledních letech vzrostla poptávka po sóje i z hlediska živočišné výroby z důvodu vyhlášení zákazu o krmení živočišného proteinu (masokostní moučka) ve výživě monogastrických i polygastrických zvířat (Cholewiňská et al. 2021). Ve výživě přežvýkavců je dávkování sóji omezeno pro skot starší 6 měsíců a pro dojnice. Surovou formu sóji nelze zkrmovat v kombinaci s močovinou, pouze její úpravu např. sójový extrahovaný šrot. Většinu inhibičních látek, které působí antinutričně a sója je obsahuje, lze inaktivovat tepelnou úpravou. Sójový i řepkový extrahovaný šrot se řadí mezi vysoce kvalitní krmivo pro vysokoužitkové dojnice. Rovněž řepkový extrahovaný šrot je výborným zdrojem proteinu, tuku a energie. Množství tuku, které oba šroty obsahují nijak nepřekáží při mikrobiálním trávení v batoru a trávení v tenkém střevě je energeticky přínosné pro vysoké potřeby energie u vysokoprodukčních dojníc (Homolka & Kudrna 2006).

Většina živin potřebných pro zajištění životních funkcí, růstu, zdraví a reprodukce hospodářských zvířat je obsažena v krmivech, která konzumují. Využitelnost konkrétní živiny je určena množstvím, které zvíře vstřebá a vyloučí. Nevhodná výživa a životní podmínky neovlivňují jen psychické rozpoložení zvířete, ale mohou významně ovlivnit i mikrobiologické složení trávicího traktu a zapříčinit snížení kvality a úrovně produkce (Cholewiňská et al. 2021).

2 Vědecká hypotéza a cíle práce

Krmné dávky skotu na konvenčních mléčných farmách v České republice i Evropě běžně obsahují importovaný sójový extrahovaný šrot jako proteinový doplněk. Většina tohoto sójového extrahovaného šrotu je vyprodukována v Severní či Jižní Americe. To se neseťkává s moderním požadavkem společnosti na bezpečnost potravin, ochranu životního prostředí či dohledatelnost původu surovin. Cílem studie je ověřit vliv náhrady importovaného sójového extrahovaného šrotu lokálně produkovaným řepkovým extrahovaným šrotem v kombinaci s močovinou na produkční parametry dojnic.

Hypotéza:

- Nahrazení sójového extrahovaného šrotu nebude mít negativní vliv na produkční ukazatele dojnic.
- Nahrazení sójového extrahovaného šrotu nesníží celkovou produkci mléka, nesníží zastoupení jednotlivých složek mléka, hlavně tuku a nesníží efektivitu využití krmné dávky.

3 Literární řešerše

3.1 Procesy v trávícím traktu přežvýkavců

Přežvýkavci mají jako jedni z mála savců velmi dobře uzpůsobený trávící trakt k zpracování objemné rostlinné potravy. Obecně trávící trakt tvoří dutina ústní, hltan, jícen, předžaludek, vlastní žaludek, tenké a tlusté střevo, konečník a řitní otvor. Dutina ústní obsahuje měkké patro, dásně, tváře a pysky (Marvan et al. 1992).

Předžaludek tvořený z bachoru obsahuje bachorové mikroorganismy zastoupené třemi skupinami: anaeroby, bakteriemi, prvoky a houbami (Janssen 2010). Tyto tři skupiny mikrobiální populace zastávají důležité výživové funkce. Trávení a fermentaci sacharidů (celulózy a škrobu) s následnou produkcí těkavých mastných kyselin (TMK), syntézu aminokyselin (AMK) z neproteinového dusíku (z potravy a slin) nebo proteinů rozložitelných v bachoru a syntézu vitamínů B-komplexu a vitamínu K. Mikrobiální populaci lze rozdělit na volně se pohybující v kapalně fázi, spojenou s částicemi krmiva a připojenou k bachorovému epitelu. Podíl volných částic je závislý na složení krmné dávky a také na rychlosti degradace v bachoru (Dijkstra et al. 2005; Valente et al. 2016).

3.1.1 Trávení proteinů

Předžaludek je první částí celého procesu trávení proteinů, kde se uskutečňuje syntéza proteinových a neproteinových zdrojů dusíku a dochází v něm k mikrobiální fermentaci. Syntéza mikrobiálního proteinu je významným zdrojem esenciálních aminokyselin (Janssen 2010). Mezi mikroorganismy, které se účastní syntézy proteinů se řadí bakterie a prvoci vyskytující se v bachoru. Bakterie jsou hlavními mikroorganismy podílejícími se na degradaci proteinů a nejpočetněji zastoupenými mikroorganismy v bachoru (10^{11} /ml) (Broderick et al. 1991). Syntéza mikrobiálního proteinu probíhá obecně procesem štěpení peptidů se snižující se délkou řetězce až na volné aminokyseliny, které jsou většinou zničeny pomocí fermentativní deaminace. Částečná nebo úplná degradace proteinů stejně jako deaminace je ovlivněna hodnotou pH. Koncentrace by neměla dosahovat hodnot pH vyšších než 7,2 a nižších než 4,5. Jako optimální pH se uvádí hodnota mezi 6-7 (Tamminga 1981). Potřeba metabolizovatelného proteinu se naplňuje absorpcí v tenkém střevě, zvíře získalo protein z přijatého krmiva, nedegradovaného v bachoru a z mikrobiálního proteinu (Valente et al. 2016). Procesem degradace vznikají aminokyseliny zabudované do mikrobiálního proteinu, anebo přeměněné na těkavé mastné kyseliny, amoniak nebo metan (Tamminga 1981). Některé peptidy a aminokyseliny jsou přímo využívány bakteriemi jako zdroj dusíku, avšak dle Valente et al. (2016) 50-70 % bakterií přítomných v bachoru využívá jako primární zdroj dusíku amoniak. Ten se pokládá za nejdůležitější zdroj dusíku pro bakterie přítomné v bachoru. Pro většinu bakterií je to jediný zdroj dusíku a způsobuje jejich nezávislost na zdrojích dusíku z proteinů, peptidů a aminokyselin. Při zvýšené dotaci proteinů do krmné dávky a nízkému procentu jejich

využití se amoniak v bachoru hromadí (Lapierre et al. 2005). Přebytek amoniaku se vstřebává stěnou bachoru do krve, přenáší se do jater a přeměňuje se na močovinu, která cirkuluje v ledvinách a vylučuje se močí ven. Část močoviny se naopak vrací do bachoru slinami nebo přímo přes stěnu bachoru (Szumacher-Strabel & Cieslak 2010). Játra produkují močovinu z amoniaku, který vzniká deaminací aminokyselin. Hodnoty močoviny z krve a z mléka jsou úzce spjaté s metabolickými transakcemi, které probíhají v bachoru. Koncentrace močoviny v mléce mohou fungovat, jako indikátor nedostatečného zásobení rozpustného proteinu v bachoru v trávicím traktu (Schwab & Broderick 2017). Odchytky v koncentraci amoniaku přítomného v bachorové tekutině dle Doreau (1995) lze vysvětlit množstvím degradovatelného proteinu v bachoru nebo syntézou mikrobiálního proteinu. Nízké koncentrace amoniaku mohou nastat v důsledku sníženého transportu močoviny z krve do bachoru (Valente et al. 2016).

Degradace proteinů poskytuje mikroorganismům požadované výchozí látky pro uskutečnění vlastní syntézy proteinů, a to amoniak, ketokyseliny, anebo intaktní aminokyseliny. Postupný rozklad aminokyselin poskytuje energii ve formě ATP, kterou mohou mikroorganismy využít pro své syntetické procesy. Zdroj energie z proteinů je z důvodu anaerobního prostředí v bachoru velmi omezený. Další biochemické reakce, které probíhají při degradaci aminokyselin jsou deaminace, transaminace a dekarboxylace. Za nejdůležitější ze zmíněných reakcí se považuje deaminace aminokyselin s následnou dekarboxylací výsledné kyseliny. Mezi ostatní zdroje ATP se řadí reoxidace se současnou tvorbou kyseliny propionové, metanu a kyseliny máselné (Tamminga 1981).

3.1.2 Dusíkaté látky v bachoru

Degradace proteinů v bachoru spadá pod složité procesy rozkladu dusíkatých látek. Tento proces závisí na velikosti částic vstupujících do bachoru, přítomnosti mikroorganismů, enzymech a průchodu proteinových frakcí bachorem (Todorov et al. 2016).

Proteiny se ve výživě přežvýkavců dělí podle rozpustnosti v bachoru na proteiny rozpustné (degradovatelné) (RDP) a nerozpustné (nedegradovatelné) (RUP). K růstu mikroorganismů přítomných v bachoru je nezbytná dostatečná přítomnost RDP, ten představuje 60-75 % aminokyselin proudících do tenkého střeva. Nízké hladiny RDP mohou ohrozit mikrobiální zastoupení v bachoru, stravitelnost sušiny přijaté z krmiva a také samotné proteiny využívané zvířetem (Mikolayunas-Sandroek et al. 2009). Dieta s vysokým obsahem RDP má za následek neefektivní využití dusíku a nadměrnou absorpci amoniaku z bachoru (Armentato et al. 1986). Vysoké koncentrace RDP zvíře vyloučí ve stolici, anebo je deaminací přeměněn na amoniak a vyloučí je močí a mlékem jako močovinu (Mikolayunas-Sandroek et al. 2009). Mikroorganismy přítomné v bachoru degradují část proteinů přijatých zvířetem v krmivu a přeměňují ji na výchozí látky pro syntézu mikrobiálního proteinu (Armentato et al. 1986). Mikrobiální protein je tvořen aminokyselinami, které jsou následně tráveny v tenkém střevě přežvýkavci a mají

vysokou biologickou hodnotu (Barchiesi-Ferrari & Anrique 2011). Limitujícími aminokyselinami ve výživě přežvýkavců jsou methionin a lysin. Je nutné chránit tyto aminokyseliny proti bacherové fermentaci právě z důvodu vysoké degradace v bacheru. Většina proteinů ve výživě přežvýkavců je chudá na esenciální aminokyseliny, mezi které se řadí i methionin. Vysokoprodukční dojnice přijímají methionin z potravy a při jeho nedostatku klesá užitkovost a nastává problém s růstem. Problémem rozkladu methioninu v bacheru se zabývá velké množství studií, jedním z možných řešení je pokrytí methioninu syntetickými polymery, které odolávají mikrobiální fermentaci, ale jsou citlivé na kyselé prostředí slezu. Při průchodu slezem se obal rozpustí a chráněné aminokyseliny se dále vstřebají v tenkém střevě. Poměr lysinu a methioninu by v mikrobiálním proteinu měl zastupovat koncentrace 3:1 (Abbasi et al. 2017). Proteiny zastoupené v dietě vysokoprodukčních dojnic, které úspěšně prochází přes bacher a dostávají se do tenkého střeva určují proteinové hodnoty krmiv (Barchiesi-Ferrari & Anrique 2011). RUP přispívá k vyššímu průchodu aminokyselin do tenkého střeva, čímž se zvyšuje množství aminokyselin nad rámec potřeb mikrobiálního proteinu. U dojnic doplnění RUP ve formě sójového extrahovaného šrotu zvyšuje koncentrace dusíku nepocházejícího z amoniaku ani tvorby mikroorganismů a může zvýšit produkci mléka o 10 % (Broderick et al. 2002). Vyrovnání přítomnosti RUP a RDP v bacheru může výrazně změnit využití dusíku a zvýšit produkci mléka. Avšak interakce mezi danými proteiny na produkci mléka by měla zohledňovat tyto živiny nezávisle na sobě (Reynal & Broderick 2005). Dle NRC (2001) je stravitelnost RUP 80 %.

Neproteinové zdroje dusíku v bacheru zmiňuje ve své publikaci Schwab & Broderick (2017). Experimenty zmíněné v publikaci shrnují v průběhu let poznatky přidání močoviny do krmné dávky (např. bakterie přítomné v bacheru jsou schopné využít močovinu pro mikrobiální syntézu proteinů). V několika experimentech dieta s močovinou zlepšila přírůstek hmotnosti zvířete, obohatila mikrobiální protein a zvýšila produkci mléka (Schwab & Broderick 2017). Experiment uskutečněný Libera et al. (2020) zaznamenal při přidavku močoviny do diety založené na žitném a pšeničném šrotu u holštýnského skotu zvýšené hodnoty pH, produkce mléka a celkového množství těkavých mastných kyselin v mléčném tuku.

3.2 Sójový extrahovaný šrot

Sójový extrahovaný šrot se řadí mezi proteinové doplňky ve výživě přežvýkavců (Schingoethe 1996). Z hlediska zastoupení tuků má obsahově nejmenší množství ve srovnání s dalšími produkty vzniklými úpravou sóji. Je tvořen zbytky vzniklými chemickou extrakcí tuků (Homolka & Kudrna 2006). Při chemické extrakci tuků dochází k narušení endospermu, narušení vrchní části semene, zahřátí a vločkování, dále se přidá organické rozpouštědlo (hexan) a dojde k odstředění tuku (pod 1 %). Tímto procesem vzniká sójový extrahovaný šrot obsahující 40-49 % hrubého proteinu (Banaszkiewicz 2011; Yin et al. 2011). Výsledný produkt je k vidění na obrázku č.1.

Jedním z důvodů, proč je hojně využíván ve výživě zvířat, může být vysoká chutnost a velmi dobré zastoupení proteinů a tuků (Schingoethe 1996). Sójový extrahovaný šrot má ve srovnání s dalšími rostlinnými zdroji proteinů bohaté zastoupení esenciálních aminokyselin (až 50 %). Mezi esenciální aminokyseliny se také řadí lysin, který je právě v sóje hojně zastoupen. Při sestavování krmné dávky je vhodné k sójovému extrahovanému šrotu bohatému na lysin přidat kukuřici, která má lysin jako limitující aminokyselinu. Zajistí se tak vhodné zastoupení proteinů v krmivu (Lin & Kung 2021). Methionin, valin a izoleucin patří mezi limitující aminokyseliny obsažené v sóje (Schingoethe 1996).



Obrázek č. 1: Sójový extrahovaný šrot

Zdroj: (sbirkakrmiv.agrobiologie.cz)

Jak již bylo zmíněno produkty získané úpravou sójových bobů krmené přežvýkavcům mohou podléhat degradaci v batoru. Pouze 25-34 % proteinů získaných z krmiva jí nepodlehne a dostane se dále do trávícího traktu. Z tohoto důvodu dochází k nedostatku proteinů ve výživě vysokoprodukčních dojnic. Částečným řešením tohoto problému je další úprava, např. extruze, tepelná úprava, expelery. Touto úpravou sóji a produktů z ní vzniklých došlo k snížení degradace v batoru (až 70 % proteinů se v batoru nerozložilo) (Lin & Kung 2021).

Sója obsahuje velké množství antinutričních látek. Mezi ně patří inhibitory proteáz (snížují účinek enzymu trypsin), kyselina fytová, lektiny a fytoestrogeny patřící mezi chemické látky využívané rostlinami k sebeobraně proti škůdcům a rozvoji různých chorob. Sója dále obsahuje glycin a saponiny způsobující nahořklou chuť krmiva (Yin et

al. 2011). Antinutriční látky obsažené v krmivu mají za následek zdravotní potíže zvířat a u přežvýkavců způsobují nadýmání (Homolka & Kudrna 2006). Nežádoucí účinky zmíněných látek lze snížit tepelnou úpravou. Při tomto procesu dochází také k nárůstu využitelnosti stravitelných živin a delší skladovatelnosti (Yin et al. 2011). Stravitelnost sóji se při tepelné úpravě zvýší o 10 %, využitelnost lysinu také o 10 % a odolnost sóji vůči bacherové fermentaci vzroste o 30 % (Homolka & Kudrna 2006). Ke snížení využitelnosti lysinu může dojít při tzv. Maillardově reakci. U té dochází k navázání volné aminokyseliny na karbonylovou skupinu (ze sacharidů – glukóza, pentóza, fruktóza) (Habinshuti et al. 2019; Yasothai 2016; Schwab 1995). Maillardova reakce také způsobuje změnu barvy, konkrétně dojde k ztmavnutí extrahovaných šrotů (Yang et al. 2018). Z hlediska antinutričních látek má sójový extrahovaný šrot ve srovnání s plnotučnými sójovými boby menší zastoupení tzv. TIU (trypsin inhibiční jednotka vyjádřená na mg/g sušiny vzorku) – množství inhibitoru, které inhibuje trypsin v médiu. U plnotučné sóji je TIU 45–52 a u sójového extrahovaného šrotu je pouze 6,5 (řepka má TIU 3,6). Tepelnou úpravou sóji (vařením) po dobu 10 min lze snížit TIU, tak že bude mít fyziologicky akceptovatelnou hodnotu. Každopádně je nezbytné, aby se tento proces monitoroval z důvodu ztrát nutričních vlastností (např. destrukce vitamínů a aminokyselin) (Homolka & Kudrna 2006).

Sójový extrahovaný šrot je využíván v chovech dojnic jako kvalitní proteinový zdroj, z důvodu zákazu zkrmování živočišné moučky hospodářským zvířatům. U vysokoužitkových dojnic se sójový extrahovaný šrot tráví v tenkém střevě a je zdrojem nedegradovatelných proteinů – menší energetické ztráty (Homolka & Kudrna 2006). Kvalita proteinů ve výživě přežvýkavců se měří podle jejího stupně degradace v bacheru a stravitelnosti v tenkém střevě (Schwab 1995).

3.2.1 Stravitelnost sójového extrahovaného šrotu

Sójový extrahovaný šrot má bohaté zastoupení vysoce stravitelných proteinů (44–49 %) složených ze směsi aminokyselin (Yildiz & Todorov 2014). Kvalitu a nutriční hodnotu proteinů lze zjistit na množství obsaženého lysinu, který je považován za první limitující aminokyselinu ve výživě zvířat. Proteiny obsažené v sójovém šrotu obsahují přibližně 5,91 % lysinu a u řepkového šrotu 4,88 % (Maxin et al. 2003). Zpracováním sóji (např. na sójový extrahovaný šrot) se protein v bacheru rozloží snadněji a stravitelnost RUP je podstatně vyšší (NRC 2001). Zastoupení aminokyselin v proteinech získaných ze sóji odpovídá požadavkům hospodářských zvířat více než u jiných šrotů získaných z olejnin. Sójový extrahovaný šrot je bohatý na lysin, tryptofan, threonin a valin. Vyváženost aminokyselin se narušuje nízkým obsahem methioninu a cysteinu (Yildiz & Todorov 2014). Nízké koncentrace methioninu u sójového extrahovaného šrotu potvrzuje experiment uskutečněný Maxin et al. (2003). Podle experimentu Zinn et al. (1993) proudilo do tenkého střeva méně mikrobiálního proteinu při dietě s řepkovým šrotem než se sójovým šrotem. Proteiny získané z diety s přídatkem sójového extrahovaného šrotu jsou v bacheru značně degradovány a poskytují relativně málo

RUP. Peptidy a aminokyseliny uvolňované z degradace proteinů podporují mikrobiální syntézu probíhající v bacheru (Russell et al. 1992). Ve studii uskutečněné Čerešňáková et al. (2002) zjistili rezistentnost vůči degradaci v bacheru u některých aminokyselin, konkrétně u valinu a leucinu. Tamminga (1979) uvádí odolnost jedné z limitujících aminokyselin ve výživě zvířat vůči mikrobiální degradaci bacheru. Čerešňáková et al. (2002) uvádí možné úplné vymizení methioninu v závislosti na druhu krmiva.

Různé studie zmiňují rozsáhlé úpravy sóji a forem z ní vzniklých. Důvodem je požadavek na zvýšení koncentrace RUP v sóje a následné využití ve výživě dojníc. Většina úprav zahrnuje tepelné a lignosulfonátové ošetření (z důvodu znečištění životního prostředí neudržitelná úprava), které zahrnuje proces chemické reakce se siřičitanovými louhy (vedlejší produkt při zpracování dřeva). Metoda zahrnuje neenzymatickou hnědnoucí reakci s následným snížením RDP v bacheru (Borucki-Castro et al. 2007). Na základě pokusu s nylonovými vaky byla degradace proteinu u řepkového a sójového šrotu ze 72 % podobná. Koncentrace dusíku v tenkém střevě však u sójového šrotu byla vyšší než u řepkového (Matras et al. 1990).

3.3 Řepkový extrahovaný šrot

Jak již bylo zmíněno u sóji, řepkový extrahovaný šrot vzniká zpracováním olejnatých semen za pomoci chemické extrakce a je také kvalitním zdrojem proteinů (Homolka & Kudrna 2006). Výsledný produkt chemické extrakce řepky je k vidění na obrázku č. 2. Řepkový extrahovaný šrot krměný přežvýkavcům má z hlediska živinového zastoupení optimální obsah energie a proteinů. Při jeho vyšším obsahu v krmné dávce, může však docházet k snížení chutnosti (Stake et al. 1973). Samotná řepka před úpravou obsahuje 40-45 % tuků, 20-25 % proteinů a 25 % sacharidů. Zpracováním se dané hodnoty mohou změnit, např. obsah tuků se z 42 % sníží na 27 % (Ohlson 1992). Dle Barchiesi-Ferrari & Anrique (2011) při úpravě řepky dochází k změknutí (želatinizaci) škrobu v ní obsažené a částečné denaturaci proteinů, to má za následek nižší bacherovou degradaci krmiv bohatých na hrubé proteiny. Při další úpravě řepky a produktů z ní vzniklých se také zvýšila dostupnost aminokyselin při vstřebávání v tenkém střevě (Barchiesi-Ferrari & Anrique 2011). Řepkový extrahovaný šrot je bohatý na aminokyseliny obsahující síru (threonin a tryptofan), ve srovnání se zdroji proteinů z luštěnin a obilnin, které jsou bohaté na aminokyselinu lysin. Při sestavování krmné dávky je vhodné zkombinovat zdroj proteinů z luštěnin s relativně nízkým obsahem aminokyselin methioninu, cysteinu a threoninu, ale s vysokým obsahem lysinu a řepkového extrahovaného šrotu, který má dostatek threoninu a nízké zastoupení lysinu. Tato kombinace dokáže plnohodnotně nahradit sójový extrahovaný šrot (Bjergegaard et al. 1999).



Obrázek č.2: Řepkový extrahovaný šrot Zdroj: (sbirkakrmiv.agrobiologie.cz)

Produkty vzniklé zpracováním řepky mají rozdílné zastoupení tuků, dusíkatých látek a výslednou nutriční hodnotu. Řepkový extrahovaný šrot má ve srovnání s řepkovými výlisky a pokrutinami nižší obsah tuků a nižší hladinu energie. Řepka obsahuje relativně velké množství minerálních látek (vápník, fosfor, draslík), ve srovnání se sójou má vyšší zastoupení niacinu a také obsahuje silice sinigrin a sinalbin, které způsobují horší chutnost krmné dávky a hořkou chuť mléka. Tepelnou úpravou se působení silic sníží (Homolka & Kudrna 2006). Dle Stake et al. (1973) byla zaznamenána nižší chutnost při zkrmování řepkového extrahovaného šrotu pravděpodobně kvůli antinutričním látkám obsaženým v semeni použité řepky. Zastoupení antinutričních látek je možné snížit až odstranit pomocí chemických a fyzikálních procesů (např. záhřev, vápenaté soli mastných kyselin). Vysoký obsah nenasycených mastných kyselin a jejich velké množství může ovlivnit zastoupení tuků v mléce (Homolka & Kudrna 2006).

V řepkovém extrahovaném šrotu jsou také zastoupeny glukosinoláty, které jsou z hlediska zkmování důležité kvůli obsahu dusíkatých látek. Z tohoto důvodu by se měly zkrmovat odrůdy, které mají nižší obsah antinutričních látek, konkrétně glukosinolátů a zastoupení kyseliny erukové (Emanuelson et al. 1993). Glukosinoláty obsažené v řepce se po zkrmení mohou projevit i v mase a v mléce (Bjergegaard et al. 1999). Zkrmování řepkového extrahovaného šrotu je výhodné z hlediska obsahu tuků a nutričních hodnot. Ve srovnání s pokrutinami a výlisky z řepky má řepkový extrahovaný šrot nižší degradovatelnost v batoru a většina živin odchází dále do tenkého střeva, kde se vstřebává a využije. K částečné tepelné degradaci proteinů dochází při sušení po chemické

extrakci vyšší teplotou, tento proces se nazývá toasting. Při tomto procesu dochází k snížení, anebo úplnému odstranění antinutričních látek, které jsou přítomny v řepkovém semeni. Proteiny získané z extrahovaných šrotů mohou být chráněny před bachorovou fermentací rovněž působením tepla (Homolka & Kudrna 2006).

3.3.1 Stravitelnost řepkového extrahovaného šrotu

Řepka, ze které vzniká řepkový extrahovaný šrot byla pro lepší výživářské využití šlechtěna na nižší koncentrace kyseliny erukové (méně než 2 %) a nízké koncentrace glukosinolátů (méně než 30 $\mu\text{mol/g}$). Glukosinoláty se štěpí enzymem myrosináza na toxické aglukony a způsobuje potíže v trávicím traktu zvířete. Část glukosinolátů se odbourává pomocí tepelné úpravy. Avšak musí se dohlédnout na správné podmínky, neboť vysoké teploty a dlouhá doba ohřevu může způsobit snížení kvality proteinů v krmivu (Yildiz & Todorov 2014). Výzkum Stedman & Hill (1987) uvádí vhodnou úpravu teplotou 91 °C a 121 °C, při které dochází k snížení koncentrací glukosinolátů a sinapinu. Vlhkost v semeni by pro tuto úpravu měla nést hodnotu 6-10 %. Glukosinoláty jsou samy o sobě neškodné. Dochází-li k jejich kontaktu s myrosinázou, uvolňuje se síra, glukóza a isothiokyanáty, které zapříčiňují potíže se štítnou žlázou (absorpce jódu) a jsou toxické pro ledviny a játra (Downey 2007; Tripathi & Mishra 2007). Myrosináza se produkuje také ve střevním mikrobiomu, tudíž nedochází k úplné eliminaci účinku glukosinolátů tepelnou úpravou (Tripathi & Mishra 2007). Isothiokyanáty přítomné v řepce zapříčiňují snížení chutnosti (hořká chuť). Dalšími negativními faktory jsou celková přítomnost glukosinolátů v řepce snižující příjem krmiva a taniny snižující jeho stravitelnost (Yildiz & Todorov 2014). Řepkový extrahovaný šrot obsahuje lipidy bohaté na kyselinu linolovou (20 %) a kyselinu linolenovou (10 %) (Seberry et al. 2009). Zastoupené proteiny v řepkovém šrotu mají koncentraci okolo 34 % (sójový extrahovaný šrot má až 75 %). Řepka je bohatá na zastoupení aminokyselin oproti jiným zdrojům rostlinných proteinů. Mezi hlavní aminokyseliny se řadí histidin, methionin, cystein a threonin. Tepelná úprava na odbourání antinutričních látek může zapříčinit snížené zastoupení aminokyselin obsažených v krmné dávce. Studie Kendall et al. (1991) uvádí 85 % stravitelnost aminokyselin ve střevě po 12 h inkubaci v bachoru.

Obsah hrubé vlákniny přítomné v řepkovém extrahovaném šrotu dle Mustafa et al. (1997) nemá žádný vliv na degradovatelnost v bachoru. Podle údajů zaznamenaných NRC (2001) je odbouratelnost hrubého proteinu v bachoru 73 % při nízkém příjmu sušiny a přibližně 64 % při 4 kg sušiny na 100 kg tělesné hmotnosti zvířete. Sacharidy obsažené v řepkovém extrahovaném šrotu jsou známy vysokým obsahem jednoduchých cukrů (6,7 %) a oligosacharidů (2,2 %). Hladina škrobu a neškrobových sacharidů činí asi 15 % a pozitivně ovlivňuje množství stravitelné energie a syntézu mikrobiálního proteinu (Bell 1993). Vysokou hladinou glukosinolátů v řepce se může snížit příjem krmiva a částečně i chutnost (Yildiz & Todorov 2014). Brito & Broderick (2007) porovnávali diety složené z řepkového a sójového šrotu a jejich vliv na produkci mléka, jednoznačně jim vyšla vyšší produkce u diety s řepkovým extrahovaným šrotem než u diety se sójovým šrotem.

Zvýšenou produkci ve zmíněné studii a ve studii Brito et al. (2007) lze vysvětlit profilem aminokyselin v RUP řepkového šrotu a jeho pozitivním vlivem na mikrobiální protein. Pozitivní data z několika výzkumů naznačují použitelnost řepkového extrahovaného šrotu po stránce požadavků zvířete na RDP ale i na produkci mléka. Proteiny obsažené v řepce jsou pomalu degradovatelné v batoru. Na druhou stranu vyšší obsah snadno fermentovatelných sacharidů obsažených v řepce zlepšuje syntézu mikrobiálního proteinu, a tudíž i průchod proteinů do tenkého střeva (Yildiz & Todorov 2014). Prohlubování znalostí o RUP a úpravách proteinových komponentů (sójový a řepkový šrot) v krmivu přežvýkavců má nepostradatelné místo mezi dalšími výzkumy na dostupnost aminokyselin u těchto produktů (NRC 2001).

3.4 Močovina

Přídavek močoviny do krmné dávky je důležitý pouze tehdy, pokud je ve výživě nedostatek hrubého proteinu, protože močovina neposkytuje žádné další důležité živiny. Močovina je bohatá na dusík a po jejím zkrmení se rychle rozkládá batorovou fermentací a přeměňuje se na amoniak (Homolka & Kudrna 2006). Ve výživě přežvýkavců se krmí převážně jako tzv. pomalu rozložitelná močovina. Dochází u ní k postupnému uvolňování v batoru a nehrozí její rychlá konverze na amoniak, který by mohl způsobit toxicitu, snížení mléčného tuku nebo špatný příjem krmiva (Golombeski et al. 2006).

Zahrnutí močoviny do krmné dávky přežvýkavců je na rozdíl od proteinů z rostlinných zdrojů žádoucí z důvodu nízkých nákladů. Přidáním samotné močoviny, případně pomalu rozložitelné močoviny jako náhrady sójového extrahovaného šrotu nemá na dojnicích žádný vliv na objemu přijatého krmiva, produkci a složení mléka ani na stravitelnost. Využitelnost dusíku přijatého krmivem je lepší u dojnic, kterým byla podávána pomalu rozložitelná močovina v krmné dávce (Sinclair et al. 2011). Zásadně za žádných okolností se nesmí močovina krmit v tekuté formě, u zvířat by došlo k okamžité otravě. Ideální množství v krmné dávce je 1 % z obsahu sušiny na den. V doplňkových krmných směsích 1-2 % (výkrm až 3 %), proteinové koncentráty průmyslově vyráběné až 20 %. Kombinace krmiv bohatých na zdroj dusíku jako je sójový a řepkový extrahovaný šrot s močovinou v krmné dávce je cenově velice výhodná (Homolka & Kudrna 2006).

Močovina se řadí mezi nejčastěji využívané zdroje neproteinového dusíku (NPN) a v batoru se hydrolyzací rychle přeměňuje na amoniak (Johnson & Clemens 1973). Bakterie přítomné v batoru získávají až 95 % dusíku právě z amoniaku získaného z krmné dávky, zbylý dusík tvoří peptidy a aminokyseliny (Dijkstra et al. 2005). U vysokoprodukčních dojnic se močovina krmí obezřetně z důvodu možného vysokého obsahu amoniaku v plazmě. Může to mít negativní vliv na příjem a plodnost (Sinclair et al. 2011). Aby se předešlo těmto negativním vlivům byly vyvinuty metody na zpomalení rozkládání dusíku získaného z močoviny v batoru. Tyto metody zahrnují močovinu

vázanou na chlorid vápenatý, biuret, isobutylidenediureu, močovinu vázanou na lněný a čínský dřevný olej, přírodní zeolit a močovinu upravenou formaldehydem (Sinclair et al. 2011). Zmíněné produkty mají rozdílnou adaptaci na bacherové prostředí a také těsnost se kterou se naváží na močovinu, pokud by navázání bylo moc těsné, mělo by za následek znemožnění hydrolýzy v bacheru (Johnson & Clemens 1973).



Obrázek č.3 Krmná močovina

Zdroj: (sbirkakrmiv.agrobiologie.cz)

Vhodné doplňky v krmné dávce ve složení s močovinou jsou krmná cukrovka nebo řepa, a to z důvodu vysokého obsahu rychlé energie, která je výhodná pro rozvoj mikroorganismů v bacheru. Pektiny, které oba krmné komponenty obsahují umějí vázat čpavek a po snížení množství v bacherové tekutině ho zase pomalu uvolňovat. Tento proces je velice výhodný z důvodu stabilizace podmínek v bacheru a také k přirozenému prostředí pro mikroorganismy, které se v bacheru vyskytují (Homolka & Kudrna 2006). Ve většině pokusů, které byly zaměřeny na pomalu rozložitelnou močovinu, byla zvířatům poskytnuta krmná dávka s vysokým obsahem vlákniny.

V experimentu uskutečněném dle Currier et al. (2004) se přidavkem neproteinového dusíku v podobě močoviny a biuretu zvýšila váha testovaného skotu. Přidavkem zeolitu se zlepšila stravitelnost, ale neměl takový vliv na celkový stav zvířete, jako samotná močovina (Sadeghi & Shawrang 2006). V dalších provedených studiích byly zmíněny nepatrné účinky na produkci mléka a zlepšení stravitelnosti vlákniny (Sinclair et al. 2011). Golombeski et al. (2006) ve své studii uvedl experiment, při kterém se do krmné dávky přidala močovina vázaná na chlorid vápenatý, a to vedlo k srovnatelné produkci mléka jako při krmení sójového extrahovaného šrotu bez přidavku močoviny.

Pouze se snížil příjem sušiny a následně se zlepšila využitelnost živin (Golombeski et al. 2006). Z hlediska zkrmování močoviny je nezbytné, aby se dodržovala pravidla dávkování. Pokud nebudou pravidla dodržena, mohou nastat rozsáhlé zdravotní potíže, které se projevují snížením činnosti bacheru, svalovou třesavkou, zeslábnutím tepu a také úhynem zvířete. Při těchto potížích je nutné připravit roztok vody s octem a vpravit jej přímo do bacheru (Homolka & Kudrna 2006).

Na obrázku č. 3 je vidět forma močoviny krmená přežvýkavcům. Jedná se o malé průsvitné kuličky, které se rozloží v bacheru a dále do trávícího traktu by již neměly procházet (mohly by zde působit toxicky).

4 Metodika

Cílem experimentu bylo posoudit vliv nahrazení sójového extrahovaného šrotu kombinací řepkového extrahovaného (či extrudovaného) šrotu a močoviny v krmných dávkách vysokoužitkových dojnic na příjem sušiny, krevní plazmu, bachorovou fermentaci, mléčnou produkci a zdravotní stav dojnic.

4.1 Průběh experimentu

Experiment se uskutečnil na experimentální farmě Netluky Výzkumného ústavu živočišné výroby, v. v. i. Do pokusu bylo vybráno 33 vysokoprodukčních dojnic v 1. fázi laktace, plemene holštýnský skot o hmotnosti v rozmezí 600-700 kg. Před začátkem pokusu byla průměrná užitkovost dojnic 39,5 kg mléka/den, dojnice byly v průměru na třetí laktaci a 90 dnů po otelení. Ustájeny byly volně s přístupem k lehacím boxům a krmným žlabům. Dojnice byly rozděleny do tří skupin po 11 jedincích podle mléčné užitkovosti a doby po otelení. Rozdělení proběhlo s cílem vytvořit vyrovnané skupiny z pohledu užitkovosti, dne v laktaci (po otelení) a parity. Dojnice byly srovnány od jedince s nejvyšší užitkovostí po jedince s nejnižší užitkovostí a následně byly po trojicích rozdělovány do jednotlivých krmných skupin, tzn., z prvních tří krav s nejvyšší užitkovostí byla do každé krmné skupiny přidělena jedna kráva tak, aby byly skupiny vyrovnané z pohledu užitkovosti.

Experiment probíhal podle designu latinských čtverců 3x3. Všem třem skupinám byly v průběhu experimentu postupně krmeny všechny tři připravené krmné dávky. Po dobu 3 měsíců jim byly předkládány směsné krmné dávky TMR (total mixed ration) obohacené o 1) sójový extrahovaný šrot (SOJ), 2) řepkový extrahovaný šrot s přídavkem močoviny (RESH) a 3) řepkový extrudovaný šrot s přídavkem močoviny (RESD). Složení krmných dávek je uvedeno v tabulce č.1. Každá ze tří experimentálních period trvala 35 dní a skládala se z období navykání (28 dní) a období odběru vzorků (7 dní). Účelem navykacího období bylo odstranění všech zbytků diety krmené v předchozím období, a tak omezení tzv. carry-over efektů. V průběhu období odběru vzorků byly odebírány jednotlivé vzorky pro sledování užitkovosti, rozsahu fermentace a zdraví dojnic. Po uplynutí celé jedné periody (35 dní) byly krmné dávky jednotlivým skupinám vyměněny.

Prvních 35 dní byla první skupině předkládána krmná dávka obsahující sójový extrahovaný šrot, druhé skupině řepkový extrahovaný šrot s přídavkem močoviny a třetí skupině řepkový extrudovaný šrot s přídavkem močoviny. Posledních 7 dní (z 35) byly odebírány vzorky krve, bachorová tekutina a mléko u všech tří skupin. Dalších 35 dní se skupiny prohodily a první skupině byl krmen řepkový extrahovaný šrot s přídavkem močoviny, druhé skupině řepkový extrudovaný šrot s přídavkem močoviny a třetí skupině krmná dávka se sójovým extrahovaným šrotem. Opět posledních 7 dní (z 35) byly odebírány vzorky krve, bachorová tekutina, mléko a vyhodnoceny v laboratoři.

Tabulka č. 1 Komponenty zastoupené v krmné dávce dojníc

Komponenty	Dieta		
	SOJ	RESH	RESD
Krmná směs			
Kukuřičná siláž (kg)	13	13	13
Pšeničná sláma (kg)	0,3	0,3	0,3
Vojtěšková siláž (kg)	13	13	13
Cukrovarské řízky silážované(kg)	5	5	5
Ječmen semeno (kg)	0,5	0,5	0,5
Lupina semeno (kg)	-	2	2
Kukuřice semeno (kg)	3,7	3	3
Pšenice (kg)	2	2	2
Močovina (kg)	-	0,11	0,11
Řepkový extrahovaný šrot (kg)	-	1,8	-
Řepkový extrudovaný šrot (kg)	-	-	1,8
Sójový extrahovaný šrot (kg)	3	-	-
Pivovarské mláto čerstvé (kg)	5	5	5
C16 VVS P37 (kg)	0,35	0,35	0,35
Energie MG (kg)	2,8	2,8	2,8
Kyselý uhlíčan sodný (kg)	0,14	0,14	0,14
Premín DO1 N37 (kg)	0,6	0,6	0,6
Živinové zastoupení			
Sušina (g)	24 044,30	24 229,00	24 268,20
N-látky (g)	4 105,96	4 166,88	4 134,84
PDIA (g)	559,12	728,77	556,02
PDIN (g)	1 481,33	2 174,43	1 765,57
PDIE (g)	1 622,86	1 928,62	1 680,11
Tuk (g)	956,29	1 148,41	1 094,16
Vláknina (g)	3 568,16	3 885,87	3 725,00
ADF (g)	3 995,48	4 517,85	4 500,26
NDF (g)	6 860,35	7 392,20	7 483,21
Škrob (g)	6 512,30	6 064,32	6 007,62
NEL (MJ)	169,10	169,28	170,31
Popel (g)	1 960,63	1 952,49	1 953,57
Vápník (g)	231,75	241,84	242,92
Fosfor (g)	87,44	93,72	94,44
Sodík (g)	103,82	102,80	104,60
Draslík (g)	298,97	261,09	261,09
Chlór (g)	19,18	18,90	18,90
Hořčík (g)	68,54	62,35	71,35
Síra (g)	16,81	16,118	16,118
Měď (mg)	35,03	35,03	35,03
Mangan (mg)	32,95	32,95	32,95
Zinek (mg)	54,14	54,14	54,14
Selen (mg)	0,40	0,40	0,40
Jód (mg)	1,33	1,33	1,33
Vit. A (m.j.)	1,00	1,00	1,00
Vit. D (m.j.)	-	-	-
Tokoferol (mg)	26,38	26,38	26,38
Niacin (mg)	154,46	154,46	154,46
Kys. mléčná (g)	3,90	3,90	3,90
Kys. octová (g)	2,65	2,65	2,65
Kys. máselná (g)	0,15	0,15	0,15

SOJ, sójový extrahovaný šrot; RESH, řepkový extrahovaný šrot; RESD, řepkový extrudovaný šrot

V poslední periodě pokusu, která trvala opět 35 dní bylo první skupině podáváno krmivo s řepkovým extrudovaným šrotem s přidavkem močoviny, druhé skupině se sójovým extrahovaným šrotem a třetí skupině krmivo s řepkovým extrahovaným šrotem s přidavkem močoviny (Tabulka č.1). Po uplynutí 28 dní byly opět posledních 7 dní (z 35) odebírány vzorky krve, bachorová tekutina a mléko.

V místě ustájení se nacházelo 22 krmných žlabů + jeden žlab s lizem (každá skupina dojnic měla k dispozici sedm krmných žlabů). Každá dojnice byla vybavena elektronickým identifikačním čipem umístěným na uchu, který umožňoval automatické měření příjmu krmiva. Příjem byl zaznamenáván elektronicky pomocí softwaru s automatickým napájecím systémem pomocí tenzometrických žlabů (Insentec, B.V., Marknesse, Nizozemsko). Funkcí žlabů bylo zvážít krmnou dávku před vpuštěním dojnice ke krmivu, i poté a vše zaznamenat. Každých 11 dojnic z každé skupiny mělo po dobu jedné periody (35 dní) přístup pouze do žlabu se svojí krmnou dávkou. Krmná směs byla homogenizována a dovážena krmným vozem před tenzometrické žlaby 2x denně (ve 4.00 a 16.00) a ošetřovatel až 5x denně doplňoval žlaby směsnou krmnou směsí obohacenou o jednotlivé přidané komponenty, aby měly dojnice stálý přístup ke krmivu (ad libitum). Obsah sušiny byl stanoven pomocí sušení vzorku krmiva při teplotě 105 °C na konstantní hmotnost. Dle standardních postupů AOAC International (2005) byl stanoven hrubý protein a popeloviny. Obsah hrubého proteinu ($6,25 \times N$) byl stanoven pomocí analyzátoru Kjeltac 1030 Auto (Tecator AB, Höganäs, Švédsko) a obsah hrubého tuku byl stanoven extrakčním systémem Soxtec 1043 (Tecator AB, Švédsko). Koncentrace minerálních prvků (tj. Ca, K, Mg a Na) byly stanoveny atomovou absorpční spektrometrií (Solaar M-6) a koncentrace fosforu byla stanovena fotometricky (spektrofotometr Spekol 11). Neutrální detergentní vláknina (NDF) bez zbytkového popela, byla testována pomocí tepelně stabilní amylázy a acidodetergentní vláknina (ADF) podle postupu 973.18 AOAC International (2005) a vyjádřena opět bez zbytkového popela.

Dojnice byly dojeny 2x denně v pravidelnou dobu (v 5.30 a 16.30) prostřednictvím tandemové dojírny (dojnice stojí bokem k pracovní chodbě i dojičům, zvířata přicházejí postupně). Hodnoty množství a kvality mléka byly zaznamenány pomocí systému Afifarm, dostupného na dojírně. Byla měřena průměrná mléčná užitkovost po celou dobu trvání experimentu. Do statistického vyhodnocení byly zahrnuty výsledky pouze za 7 dní odebírání vzorků, z důvodu možného ovlivnění složení při přechodu na obohacenou krmnou dávku. Odebrané vzorky mléka byly analyzovány na koncentraci mléčného tuku, proteinů a laktózy pomocí infračervené spektroskopie (Foss FT2, MilkoScan, Foss Electric, Hillerod, Dánsko). Obsah mastných kyselin a mléčného tuku byl stanoven dle Volek et al. (2014), tzn. po celkové extrakci tuků za pomoci chloroform-methanolu. Metylestery byly analyzovány za použití plynového chromatografu HP 6890 (Agilent Technologies, Inc., Santa Clara, CA, USA).

Krev byla odebírána z ocasní žíly k ověření metabolického a zdravotního stavu. V krvi byly stanoveny základní metabolické parametry a množství glukózy, močoviny, proteinů,

lipidů, cholesterol a zastoupení některých prvků, jako je vápník, fosfor a hořčík. Krev byla uchována ve zkumavkách s heparinovou úpravou, aby nedošlo k tvorbě sraženin, centrifugována při 797 x g po dobu 20 min a rozdělena do zkumavek o objemu 1ml (Čermáková et al. 2014). Získaná krevní plazma byla uchována při nízkých teplotách (-18 °C) až do analýzy glukózy, neesterifikovaných mastných kyselin (NEFA) a dusíku obsaženém v močovině, která byla provedena v klinické laboratoři pro malá zvířata na Veterinární a farmaceutické univerzitě v Brně. Krevní plazma byla vyhodnocena pomocí automatického analyzátoru (Roche Hitachi).

Bachorová tekutina byla odebírána z důvodu ověření účinku zařazených krmiv na bachorovou funkci. Pomocí bachorové sondy přes dutinu ústní bylo odebráno okolo 250 ml bachorové tekutiny. V této bachorové tekutině bylo analyzováno pH, zastoupení kyseliny octové, propionové, máselné a valerové, také obsah celkových mastných kyselin a amoniaku. Velikost pH byla měřena pomocí pH metru (pH 700, Eutech Instruments, Singapur). Vzorky byly ihned po odběru zamraženy a transportovány do laboratoře. Alikvótní podíl 1 ml bachorové tekutiny byl smíchán s 20 µl kyseliny sírové (9M H₂SO₄) a skladován při -18 °C až do analýzy amonného dusíku. Koncentrace byla stanovena pomocí reakce fenol-chlornan. Tělesná hmotnost byla měřena dvakrát denně po dojení během celého experimentu pomocí elektronické váhy pro dobytek (AfiWeigh scale, Afimilk Ltd, Kibbutz Afikim, Izrael).

4.2 Statistické vyhodnocení

Data byla vyhodnocena podle designu latinských čtverců 3x3 pomocí THE PROC MIX procedury SAS (SAS podniková příručka verze 6.1, SAS Institute Inc., Cary, NC, USA). Model byl následující: $y_{ijkl} = \mu + \tau_i + \alpha_j + \beta_k + c_l(\beta)_k + \epsilon_{ijkl}$, kde y_{ijkl} znázorňuje pozorování krávy l s dietou i v periodě j a ve čtverci k ; μ je celkový průměr; τ_i je fixní efekt diety i ($i= 1$ až 3 ; SOJ, RESH, RESD); α_j je fixní efekt periody j ($j= 1$ až 3 ; 35dní); β_k je fixní efekt čtverce k ($k= 1$ až 11 ; počet experimentálních zvířat v jedné dietě); $c_l(\beta)_k$ je náhodný efekt krav l ($l= 1$ až 33 ; celkový počet krav v experimentu) uvnitř čtverce k a ϵ_{ijkl} je náhodná chyba. Výsledky byly zaznamenány jako průměr nejmenších čtverců. Rozdíly byly považovány za významné při hodnotě $p < 0,05$. Trendy byly rozebírány při hodnotě $0,05 \leq p < 0,10$. Při detekování významného efektu diety, byla použita Tukeyova úprava pro kontrolu více srovnání na úrovni pravděpodobnosti $p < 0,05$.

5 Výsledky

Je patrné, že příjem sušiny byl rozdílný u všech tří krmných směsí a došlo ke statisticky významnému rozdílu ($p < 0,001$). Zahrnutí SOJ k TMR mělo za následek vyšší příjem sušiny ve srovnání s RES (RESH a RESD). Tento rozdíl mohl být způsoben vyšší chutností SOJ oproti RES (RESH a RESD). Produkce mléka se naopak při krmení TMR se SOJ snížila v průměru o 0,9 kg/den ve srovnání s produkcí mléka při příjmu TMR s RES (RESH i RESD). Hodnoty mléčného tuku, proteinu a laktózy dieta nijak neovlivnila (Tabulka č.2).

Zastoupení mastných kyselin obsažených v mléčném tuku uvádí tabulka č. 4. Nahrazení SOJ RES (RESH a RESD) zvýšilo zastoupení kyseliny stearové (C18:0; $p = 0,0286$) a kyseliny arachové (C20:0; $p < 0,001$). Naopak snížilo koncentrace kyseliny kaprylové (C8:0; $p = 0,0122$), kyseliny kaprinové (C10:0; $p = 0,0064$) a kyseliny heptadecylové (C17:0; $p = 0,0002$). Dieta RESD zvýšila koncentrace kyseliny olejové (C18:1 n-9; $p = 0,038$), celkových mononenasycených mastných kyselin (MUFA; $p = 0,0463$) a snížila koncentraci kyseliny laurové (C12:0; $p = 0,0083$). Nahrazením SOJ RESH se zvýšila koncentrace kyseliny α -linolenové (C18:3 n-3; $p = 0,0394$), kyseliny dokosapentaenové (C22:5 n-3; $p = 0,0295$) a DHA (C22:6 n-3; $p = 0,0274$). Naopak snížila koncentrace CLA (C18:2 t9c11; $p = 0,0004$) a celkový obsah polynenasycených mastných kyselin (PUFA) statisticky neovlivnila.

Tabulka č. 2 Výsledné hodnoty analýzy vzorků mléka a krve

Parametr	Krmná dávka			SEM	p-value
	SOJ	RESH	RESD		
Příjem krmiva					
Sušina (kg/d)	24,3 ^a	22,5 ^b	22,9 ^b	0,173	<0,001
Mléko					
Produkce (kg/d)	35,9	36,8	36,7	0,233	0,7817
Tuk (%)	3,83	3,92	3,89	0,0387	0,7318
Protein (%)	3,24	3,26	3,2	0,021	0,6746
Laktóza (%)	4,95	4,95	4,97	0,012	0,8946
Močovina (mg/dl)	41,4 ^b	46,3 ^a	45,4 ^a	0,5477	0,0047
Krev					
Celkový protein	81	78,7	80,7	0,8529	0,4778
Albumin	36,4	36,4	36,2	0,2806	0,9542
Globulin	44,6	42,3	44,4	0,9812	0,5912
BHB	0,75	0,72	0,65	0,022	0,142
NEMK	0,19	0,15	0,18	0,0191	0,6455
Močovina	8,1	8,9	8,9	0,1849	0,1197
Hmotnost					
Hmotnost (kg)	693	688	693	3,4	0,089

SOJ, sójový extrahovaný šrot; RESH, řepkový extrahovaný šrot; RESD, řepkový extrudovaný šrot

Průměry v řádku označené rozdílnými písmeny (^a, ^b) jsou statisticky významně rozdílné na hladině významnosti $P < 0,05$

Koncentrace kyseliny vakcenové (C18:1 n-7; $p=0,037$) a kyseliny eikosenové (C20:1 n-9; $p < 0,0001$) měly tendenci v dietě RES (RESH a RESD) stoupat ve srovnání s dietou SOJ.

Při krmení diety RES (RESH a RESD) se zvýšila koncentrace močoviny ve srovnání s dietou SOJ. Z hlediska obsahu močoviny v mléce dochází k statisticky významnému rozdílu ($p = 0,0047$), kdy nejvyšší množství močoviny v mléce bylo naměřeno u zvířat krmených RESH a nejnižší u zvířat s dietou SOJ.

Analýza krve hodnotila celkový obsah proteinů, albuminu, globulinu, beta-hydroxybutyrátu (BHB), koncentrace neesterifikovaných mastných kyselin (NEMK) a močoviny. Statisticky významných rozdílů nebylo dosaženo u žádných naměřených hodnot. Hodnoty celkových proteinů byly nejvyšší u krmné dávky s přídatkem SOJ a nejnižší u RESD. Koncentrace albuminu se mezi jednotlivými dávkami lišily nepatrně oproti koncentraci globulinu vykazujícímu nižší zastoupení u krmné dávky RESH. U SOJ byla naměřená hodnota globulinu o 0,2 g/l vyšší než u RESD. Zastoupení BHB u SOJ a RESH nevyznačovalo velký rozdíl oproti RESD. Další sledovanou hodnotou v krevním séru bylo množství močoviny, které se u RESH a RESD vyznačovalo vyšší hodnotou o 0,8 mmol/l než u SOJ.

Hmotnost krav zařazených do pokusu byla u SOJ a RESD o 5 kg vyšší než u RESH a nedošlo k statisticky významným rozdílům (Tabulka č. 2).

Tabulka č. 3 Výsledná analýza bachorové tekutiny

Parametr	Krmná dávka			SEM	P-Value
	SOJ	RESH	RESD		
Bachor					
TMK (mmol/l)	120,5 ^b	123,8 ^b	132,0 ^a	1,38	0,0021
Octová k. (%)	65,2	64,6	65,4	0,217	0,3308
Propionová k. (%)	18,6	19,3	18,8	0,176	0,1871
Máselná k. (%)	15,6	15,5	15,3	0,097	0,3194
Valerová k. (%)	0,55	0,54	0,59	0,014	0,2779
Mléčná k. (mmol/l)	0,64 ^a	0,73 ^{a, b}	0,80 ^b	0,018	<0,001
NH ₃ -N (mg/dl)	14,1	14,7	14,8	0,172	0,1172
pH	6,54 ^a	6,41 ^{a, b}	6,30 ^b	0,025	0,0004

SOJ, sójový extrahovaný šrot; RESH, řepkový extrahovaný šrot; RESD, řepkový extrudovaný šrot; TMK, těkavé mastné kyseliny

Průměry v řádku označené rozdílnými písmeny (^a, ^b) jsou statisticky významně rozdílné na hladině významnosti $P < 0,05$

Výsledné hodnoty analýzy bachorové tekutiny jsou zobrazeny v tabulce č. 3. Dieta RES (RESH a RESD) zvýšila koncentraci těkavých mastných kyselin v bachoru ($p=0,0021$) ve srovnání s dietou SOJ. Koncentrace kyseliny máselné ($p < 0,001$) se v bachorové

tekutině zvýšila při krmení diety RESD a snížilo se pH ($p=0,0004$). Naopak krmení diety SOJ snížilo množství TMK a zvýšilo hodnotu pH.

Tabulka č. 4 Zastoupení mastných kyselin (g/100 g celkových mastných kyselin) v mléčném tuku.

Parametr	Krmná dávka			SEM	P-Value
	SOJ	RESH	RESD		
Nasyčené MK (SFA)					
C4:0	2,76	2,73	2,68	0,034	0,4876
C6:0	1,94	1,89	1,86	0,022	0,1783
C8:0	1,21 ^a	1,16 ^{a, b}	1,15 ^b	0,014	0,0122
C10:0	2,81 ^a	2,67 ^{a, b}	2,62 ^b	0,041	0,0064
C11:0	0,07	0,07	0,07	0,003	0,98
C12:0	3,34 ^a	3,14 ^b	3,12 ^b	0,049	0,0083
C13:0	0,11	0,11	0,12	0,004	0,7166
C14:0	11,05 ^a	10,54 ^b	10,47 ^b	0,09	0,0002
C15:0	1,25	1,2	1,21	0,021	0,0421
C16:0	38,31	38,28	38,32	0,241	0,994
C17:0	0,66 ^a	0,61 ^b	0,61 ^b	0,008	0,0002
C18:0	8,82 ^b	9,28 ^a	9,24 ^{a, b}	0,133	0,0286
C20:0	0,17 ^b	0,22 ^a	0,21 ^a	0,004	<0,0001
C21:0	0,03	0,03	0,03	0,001	0,6227
C22:0	0,02	0,02	0,02	0,001	0,3342
C24:0	0,02	0,02	0,02	0,001	0,9569
Suma SFA	72,59	71,97	71,74	0,218	0,0604
Mononenasyčené MK (MUFA)					
C14:1 n5	1,05	1,02	1,06	0,029	0,5134
C16:1 n7	1,68	1,63	1,68	0,027	0,2968
C18:1 n7	0,57 ^b	0,62 ^a	0,61 ^{a, b}	0,014	0,037
C18:1 n9	18,82 ^b	19,35 ^{a, b}	19,52 ^a	0,196	0,038
C18:1 n9t	0,37 ^b	0,41 ^{a, b}	0,42 ^a	0,008	0,012
C18:1 n11t	0,62	0,61	0,6	0,019	0,8809
C20:1 n9	0,13 ^b	0,16 ^a	0,16 ^a	0,003	<0,0001
Suma MUFA	23,24^b	23,79^{a, b}	24,05^a	0,205	0,0463
Polynenasycené MK (PUFA)					
C18:2 n6	2,14	2,19	2,18	0,036	0,627
C18:2 n6t	0,31	0,31	0,3	0,005	0,6342
C18:2 (9,11)	0,39 ^a	0,35 ^b	0,37 ^b	0,009	0,0004
C18:2 (10,12)	0,006	0,006	0,006	0,0002	0,9291
C18:3 n3	0,53 ^b	0,56 ^a	0,53 ^{a, b}	0,009	0,0394
C18:3 n6	0,07	0,07	0,07	0,003	0,8135
C20:2 n6	0,2	0,21	0,22	0,01	0,5905
C20:3 n3	0,015	0,014	0,015	0,0003	0,3264
C20:3 n6	0,12	0,13	0,12	0,002	0,3274
C20:4 n3	0,16	0,17	0,16	0,001	0,0717
C20:4 n6	0,17	0,17	0,18	0,003	0,6919
C20:5 n3	0,05	0,06	0,06	0,003	0,3366
C22:4 n6	0,03	0,03	0,03	0,001	0,6833
C22:5 n3	0,049 ^b	0,055 ^a	0,052 ^{a, b}	0,001	0,0295
C22:6 n3	0,07 ^{a, b}	0,08 ^a	0,07 ^b	0,002	0,0274
Suma PUFA	4,17	4,25	4,21	0,054	0,6569

SOJ, sójový extrahovaný šrot; RESH, řepkový extrahovaný šrot; RESD, řepkový extrudovaný šrot; TMK, těkavé mastné kyseliny
Průměry v řádku označené rozdílnými písmeny (^a, ^b) jsou statisticky významně rozdílné na hladině významnosti P <0,05

6 Diskuze

V proběhlém experimentu byly sledovány parametry sestavených diet na bázi TMR s přísávkem sójového extrahovaného šrotu, řepkového extrahovaného a extrudovaného šrotu s přísávkem močoviny na produkci mléka. Rozdíly v množství nadojeného mléka sice nebyly statisticky významné, ale u řepkového šrotu vzrostlo množství nadojeného mléka v průměru o 0,9 kg/den. Dále byly ovlivněny koncentrace močoviny v mléce, množství těkavých mastných kyselin přítomných v bachoru, pH a příjem sušiny. Nárůst produkce mléka při změně diety zaznamenali ve svých studiích i Paula et al. (2018), Gidlund et al. (2015) a Broderick et al. (2015), který do své krmné dávky zařadil navíc přísávek methioninu a lysinu ošetřenému proti bachorové degradaci. Naopak ve studii dle Joch & Kudrna (2020) při částečném nahrazení sójového extrahovaného šrotu lupinou produkce mléka klesla. Zvýšení produkce mléka při dietě s řepkovým extrahovaným šrotem stejně jako v našem experimentu zaznamenávají dvě meta-analýzy Huhtanen et al. (2011) a Martineau et al. (2013), které se zabývaly porovnáváním diet složených z řepkového extrahovaného šrotu, sójového extrahovaného šrotu, případně přidáním jiných proteinových zdrojů do krmné dávky. Náhrada sójového extrahovaného šrotu řepkovým extrahovaným šrotem zvýšila v experimentu Broderick et al. (2015) produkci mléka o 0,9 kg/den, stejně jako v našem experimentu. Ve srovnání s dalšími podobnými experimenty jsme v našem experimentu pozorovali podobné rozdíly v produkci mléka, a tudíž můžeme říct, že experiment neměl dostatečnou statistickou sílu k detekci významného rozdílu v produkci mléka.

Krmné komponenty podané v experimentu jsou bohatým zdrojem proteinů v krmné dávce. Zvýšený přísávek proteinů v dietě se projevil na výsledných parametrech mléka. Dieta měla vliv na zastoupení močoviny obsažené v mléce, které se v našem experimentu výrazně zvýšilo u řepkového extrahovaného šrotu o 4,9 mg/dl a u řepkového extrudovaného šrotu o 4 mg/dl. Ve studii zaměřené na faktory ovlivňující přítomnost močoviny v mléce, Godden et al. (2001) uvedli pozitivní vztah mezi množstvím močoviny v mléce a produkcí mléka. Výsledky byly stejné jako v proběhlém experimentu, kdy s narůstající produkcí mléka narůstalo i zastoupení močoviny v mléce. Tyto výsledky vyvrací studie Pedraza et al. (2006), kteří zjistili nízké koncentrace močoviny spojené s vysokou produkcí mléka. Močovina přítomná v mléce je ukazatelem vyrovnaného množství dusíkatých látek a energie v dietě. V experimentu se vyváženost těchto dvou složek narušila z důvodu nárůstu dusíkatých látek při podání diety s řepkovým šrotem. Podobné výsledky v dotaci proteinů do krmné dávky s následným vlivem na obsah močoviny v mléce uvedli Gidlund et al. (2015) a Broderick (2003). Paula et al. (2018) uvedli snížení močoviny přítomné v mléce při nahrazení sójového šrotu řepkovým šrotem v dietě. Vysoký obsah močoviny naměřené v mléce může být ukazatelem zdravotních potíží u dojníc. Nižší zastoupení močoviny v mléce může mít za následek lepší vstřebatelnost dusíku z přijatého krmiva. Nadměrné krmení proteinovými krmivými s vysokou koncentrací močoviny přispívá ke znečištění životního prostředí a vyšším nákladům na krmivo. Naopak nedostatečné krmení proteinových surovin může

zapříčinit neplodnost a sníženou produkci mléka (Godden et al. 2001). Změna laktózy v mléce se v našem experimentu nijak neprojevila, stejné výsledky ve své studii uvedli Miglior et al. (2007). Koncentrace laktózy je jen nepatrně ovlivněna dietou a výrazně se mění při zdravotních poruchách dojníc (Costa et al. 2019).

Náhrada sójového extrahovaného šrotu řepkovým extrahovaným i extrudovaným šrotem v našem experimentu snížila příjem sušiny. Tyto výsledky jsou v rozporu s meta-analýzou Martineau et al. (2013), kteří zjistili, že přídavek řepkového extrahovaného šrotu ve srovnání s dalšími proteinovými krmivými zvyšuje příjem sušiny o 0,24 kg/den. Podobné výsledky při náhradě sójového šrotu řepkovým šrotem uvedli Brito & Broderick (2007). V experimentu se zvýšil při náhradě sójového extrahovaného šrotu řepkovým extrahovaným šrotem příjem sušiny o 0,7 kg/den. V dalším experimentu s náhradou sójového šrotu různými proteinovými doplňky Brito et al. (2007) zjistili zvýšení příjmu sušiny o 1,3 kg/den při náhradě sójového šrotu řepkovým šrotem. Náhrada sójového šrotu řepkovým šrotem v experimentu Broderick et al. (2015) měla za následek snížení příjmu sušiny o 0,4 kg/den. Snížení příjmu sušiny v našem experimentu může být dáno přídavkem močoviny v krmných dávkách s řepkovým šrotem. V experimentu Fessenden et al. (2020) přídavek močoviny do krmné dávky složené ze sójového extrahovaného šrotu a pšeničných otrub snížil příjem sušiny o 0,3 kg/den. V experimentu Brito & Broderick (2007) se příjem sušiny snížil o 2,1 kg/den při dietě s močovinou a ve stejném roce proběhl další experiment s podobnými výsledky, který uskutečnili Brito et al. (2007) a zjistili snížený příjem sušiny o 2,3 kg/den při nahrazení sójového extrahovaného šrotu močovinou. Ve studii Sinclair et al. (2011), která byla zmíněna v řešeršní části se uvádí, že močovina nemá žádný nebo nepatrný vliv na příjem krmiva. Toto tvrzení se zmíněnými výsledky dá lehce vyvrátit.

Studie, které porovnávaly průchod proteinových komponentů v krmivu prokázaly vyšší průchod mikrobiálního proteinu z bacheru při dietě obsahující řepkový extrahovaný šrot než v dietě obsahující sójový extrahovaný šrot nebo bavlník (Brito et al. 2007). Huhtanen et al. (2011) zkoumali rozdíly v příjmu při dietě s řepkovým šrotem a sójovým šrotem. Řepkový šrot vyšel podstatně lépe v příjmu sušiny, stejně tak ve studii dle Spornly & Asberg (2006), kteří zjišťovali chutnost běžných proteinových doplňků a řepka jim zřejmě z důvodu vysokého obsahu sacharózy vyšla velice pozitivně. V experimentu dle Spornly & Asberg (2006) byl krmen sójový extrahovaný šrot, při příjmu 96 g/3 min a řepkový extrahovaný šrot při příjmu 221 g/3 min. Ve studii Maxin et al. (2003) se zaměřili na průchod různých zdrojů proteinů trávicím traktem. Porovnáním sójového a řepkového šrotu zjistili nižší rozklad hrubého proteinu v bacheru při dietě s řepkovým šrotem, tudíž vyšší zastoupení mikrobiálního proteinu u sójového šrotu kvůli nižšímu zastoupení RUP. Konečné hodnoty byly pro řepkový šrot 52,5 % RUP a pro sójový šrot 41,5 % RUP (Maxin et al. 2003). Huhtanen et al. (2011) ve svém pokusu porovnávali sójový a řepkový šrot a naznačovali podceňování přísunu metabolizovatelných proteinů v současných systémech hodnocení krmiv u diet obohacených řepkovým šrotem. Krmení RUP zvyšuje množství proteinů putujících do tenkého střeva (za podmínky

neovlivnění mikrobiální syntézy proteinů). Velké množství proteinů v tenkém střevě zvyšuje produkci mléka.

Z hlediska složení mléčného tuku nedošlo v našem experimentu k výrazným změnám. V dietě s řepkovým šrotem se změnilo zastoupení mléčného tuku formou nárůstu koncentrací mononenasyčených a polynenasycených mastných kyselin, koncentrace nasycených mastných kyselin naopak poklesla. Stejně výsledky uvádí Petit & Gagnon (2011), změnil se profil mastných kyselin, k výraznému rozdílu mléčného tuku v rozdílných dietách však nedošlo. Ve studii Leiber et al. (2015), kteří krmili diety s rozdílným zastoupením dusíkatých látek v dietě nedošlo k výraznému rozdílu v obsahu mléčného tuku, uvádí však změny koncentrací mastných kyselin, stejně jako v našem experimentu.

Z hlediska parametrů bachorové tekutiny náhrada sójového extrahovaného šrotu řepkovým šrotem v našem experimentu výrazně ovlivnila zastoupení celkových těkavých mastných kyselin, pH a množství kyseliny mléčné. Vyšší zastoupení celkových těkavých mastných kyselin v bachoru při krmení diety s řepkovým šrotem zaznamenali ve své studii i Paula et al. (2018), kdy hodnota celkových těkavých mastných kyselin vzrostla při náhradě sójového extrahovaného šrotu řepkovým extrahovaným šrotem o 2,5 mmol/l. V našem experimentu hodnota u řepkového extrudovaného šrotu ve srovnání se sójovým extrahovaným šrotem vzrostla o 11,5 mmol/l. Nižší pH v kombinaci s vyšším zastoupením těkavých mastných kyselin v bachoru podporuje rychlejší vstřebávání těchto kyselin (Krehbiel 2014). V našem experimentu došlo ke snížení hodnoty pH u krmné dávky obohacené o řepkový šrot. Ve studii dle Paula et al. (2018) došlo při nahrazení sójového extrahovaného šrotu řepkovým extrahovaným šrotem k zvýšení hodnoty pH o 0,2 a Paula et al. (2017), kdy došlo ke zvýšení pH o 0,11 při dietě s obsahem 38 % RUP v řepkovém šrotu a při dietě s obsahem 50 % RUP v řepkovém šrotu o 0,29. Vliv na pokles pH při náhradě krmných komponentů nesla stejně jako v našem experimentu dieta sestavená dle Joch & Kudrna (2020) obsahující sójový šrot částečně nahrazený lupinou. Při částečném nahrazení sójového extrahovaného šrotu lupinou došlo k poklesu pH o 0,8. Stejně tak zaznamenali pokles pH v bachoru při náhradě sójového šrotu řepkovým šrotem Brito & Broderick (2007). V našem experimentu se snížila hodnota pH při zkrmování řepkového extrudovaného šrotu o 0,24.

Brito & Broderick (2007) ve své studii porovnávali krmné dávky zahrnující sójový a řepkový šrot, které neměly vliv na množství zastoupených kyselin v bachoru. Koncentrace kyseliny octové, propionové, máselné a valerové se výrazně nelišily. Tyto výsledky byly stejné i u našeho experimentu. Zastoupení kyseliny mléčné výrazně vzrostlo u diety s řepkovým extrudovaným šrotem (o 0,16 mmol/l). Při vysokých hodnotách kyseliny mléčné v bachoru (až 80 mmol/l) se klade vyšší důraz na hodnoty pH. Pokud by hodnota pH klesla pod 6, znamenalo by to možné zdravotní potíže (acidóza) (Dohme et al. 2008). Dieta nijak neovlivnila přítomnost amonného dusíku v bachoru. Obě diety s řepkovým šrotem vykazovaly vyšší hodnoty v průměru o 0,7

mg/dl ve srovnání se sójovým extrahovaným šrotem. Podobné výsledky ve své studii shrnují Reynolds & Kristensen (2008).

Dopady nahrazení krmných komponentů přísadkou močoviny do krmné dávky přežvýkavců shrnuje ve své studii Santos et al. (1998). Uvádí srovnání několika experimentů s přísadkou močoviny do krmné dávky, které měly často negativní dopad na produkci mléka, zřejmě z důvodu nižší než doporučené dávky RUP v dietě. V našem experimentu produkce mléka neklesla, ale statisticky ovlivněna nebyla. Několik studií s úplnou nebo částečnou náhradou sójového extrahovaného šrotu močovinou uvádí, že se nesnížil příjem sušiny. V našem experimentu se při kombinaci řepkového šrotu s močovinou příjem sušiny výrazně snížil. V experimentu dle Broderick et al. (1993) se snížila produkce mléka o 0,3 kg/den při dietě obsahující siláž s močovinou. Vysoký obsah RDP v siláži byl vyhodnocen jako nevhodný pro přidání močoviny. Salami et al. (2021) ve svém experimentu zahrnuli do krmné dávky pomalu rozložitelnou močovinu a příjem sušiny se oproti kontrolní krmné dávce snížil o 0,5 kg/den a produkce mléka se zvýšila o 0,3 kg/den.

Výsledné hodnoty jsou přínosem pro následující výzkum v této oblasti. Náhrada krmných komponentů dovážených z cizích zemí běžně pěstovanými surovinami v České republice je velkým aktivem pro výživářské odvětví.

7 Závěr

Cílem této diplomové práce bylo potvrdit hypotézu: Nahrazení sójového extrahovaného šrotu nebude mít negativní vliv na produkční ukazatele dojnic. Na základě získaných výsledků byla hypotéza potvrzena zvýšenou produkcí mléka při nahrazení sójového extrahovaného šrotu řepkovým extrahovaným a extrudovaným šrotem s přídavkem močoviny. Dále se nesnížily žádné parametry analýzy mléka. Hodnoty tuku, proteinu, laktózy i močoviny vzrostly. Nahrazení sójového extrahovaného šrotu řepkovým extrahovaným a extrudovaným šrotem s přídavkem močoviny vyvolalo příznivé změny v zastoupení mastných kyselin v mléčném tuku. Jediným negativním dopadem náhrady krmných komponentů bylo snížení příjmu sušiny v krmné dávce u obou skupin krmených řepkovým šrotem. Experiment proběhl ve třech po sobě jdoucích periodách a ani v jednom časovém úseku nedošlo k problému z hlediska zdraví nebo příjmu krmiva dojnícemi.

8 Literatura

- Abbasi IHR, Abbasi F, Abd El-Hack ME, Abdel-Latif MA, Soomro RN, Hayat K, Cao Y. 2017. Critical analysis of excessive utilization of crude protein in ruminants ration: impact on environmental ecosystem and opportunities of supplementation of limiting amino acids—a review. *Environmental Science and Pollution Research*, 25(1), 181–190. DOI:10.1007/s11356-017-0555-4
- AOAC International. 2005. *Official Methods of Analysis of AOAC International*. 18th ed. AOAC International, Gaithersburg, MD.
- Armentano LE, Herrington TA, Polan CE, Moe AJ, Herbein JH, Umstadt P. 1986. Ruminal degradation of dried brewers grains, wet brewers grains, and soybean meal. *Journal of Dairy Science*, 69(8), 2124–2133.
- Banaszkiwicz T. 2011. Nutritional value of soybean meal. *Soybean and nutrition*, 1-20.
- Barchiesi-Ferrari C, Anrique R. 2011. Ruminal degradability of dry matter and crude protein from moist dehulled lupin and extruded rapeseed meal. *Chilean Journal of agricultural research*, 71(3), 430.
- Bell JM. 1993. Factors affecting the nutritional value of canola meal: A review. *Can. J. Anim. Sci.*, 73: 679-697, DOI:10.4141/cjas93-075
- Bjerregaard C, Jensen SK, Sørensen JC, Sørensen H. 1999. Evaluation of nutritional quality of rapeseed—future goals. *GCIRC Bulletin*, 16.
- Borucki Castro SI, Phillip LE, Lapierre H, Jardon PW, Berthiaume R. 2007. Ruminal Degradability and Intestinal Digestibility of Protein and Amino Acids in Treated Soybean Meal Products. *Journal of Dairy Science*, 90(2), 810–822. DOI:10.3168/jds.s0022-0302(07)71565-5
- Brito AF, Broderick GA. 2007. Effects of Different Protein Supplements on Milk Production and Nutrient Utilization in Lactating Dairy Cows. *Journal of Dairy Science*, 90(4), 1816–1827. DOI:10.3168/jds.2006-558
- Brito AF, Broderick GA, Reynal SM. 2007. Effects of different protein supplements on omasal nutrient flow and microbial protein synthesis in lactating dairy cows. *Journal of dairy science*, 90(4), 1828-1841.
- Broderick GA, Wallace RJ, Ørskov ER. 1991. Control of Rate and Extent of Protein Degradation. *Physiological Aspects of Digestion and Metabolism in Ruminants*, 541–592. DOI:10.1016/b978-0-12-702290-1.50030-8
- Broderick GA, Craig WM, Ricker DB. 1993. Urea Versus True Protein as Supplement for Lactating Dairy Cows Fed Grain Plus Mixtures of Alfalfa and Corn Silages. *Journal of Dairy Science*, 76(8), 2266–2274. DOI:10.3168/jds.s0022-0302(93)77563-3

- Broderick GA, Mertens DR, Simons R. 2002. Efficacy of Carbohydrate Sources for Milk Production by Cows Fed Diets Based on Alfalfa Silage. *Journal of Dairy Science*, 85(7), 1767–1776. DOI:10.3168/jds.s0022-0302(02)74251-3
- Broderick GA. 2003. Effects of Varying Dietary Protein and Energy Levels on the Production of Lactating Dairy Cows. *Journal of Dairy Science*, 86(4), 1370–1381. DOI:10.3168/jds.s0022-0302(03)73721-7
- Broderick GA, Faciola AP, Armentano LE. 2015. Replacing dietary soybean meal with canola meal improves production and efficiency of lactating dairy cows. *Journal of dairy science*, 98.8: 5672-5687.
- Costa A, Lopez-Villalobos N, Sneddon NW, Shalloo L, Franzoi M, De Marchi M, Penasa M. 2019. Invited review: Milk lactose—Current status and future challenges in dairy cattle. *Journal of Dairy Science*. DOI:10.3168/jds.2018-15955
- Currier TA, Bohnert DW, Falck SJ, Bartle SJ. 2004. Daily and alternate day supplementation of urea or biuret to ruminants consuming low-quality forage: I. Effects on cow performance and the efficiency of nitrogen use in wethers. *Journal of Animal Science*, 82(5), 1508–1517. DOI:10.2527/2004.8251508x.
- Čerešňáková Z, Sommer A, Chrenková M, Dolešová P. 2002. Amino Acid Profile of Escaped Feed Protein After Rumen Incubation and Their Intestinal Digestibility. *Archiv Für Tierernaehrung*, 56(6), 409–418. DOI:10.1080/00039420215636
- Čermáková J, Kudrna V, Šimečková M, Výborná A, Doležal P, Illek J. 2014. Comparison of shortened and conventional dry period management strategies. *J Dairy Sci* 97:5623-36. DOI:10.3168/jds.2013-7499
- Dijkstra J, Forbes JM, France J. 2005. Quantitative Aspects of Ruminant Digestion and Metabolism. DOI:10.1079/9780851998145.0049.
- Dohme F, DeVries TJ, Beauchemin KA. 2008. Repeated Ruminant Acidosis Challenges in Lactating Dairy Cows at High and Low Risk for Developing Acidosis: Ruminant pH. *Journal of Dairy Science*, 91(9), 3554–3567. DOI:10.3168/jds.2008-1264
- Doreau M, Ferlay A. 1995. Effect of dietary lipids on nitrogen metabolism in the lumen: a review. *Livestock Production Science* 43, 971-10
- Downey RK. 2007. Rapeseed to Canola: Rags to Riches, Economic Growth through new Products, Partnerships and Workforce Development, Eaglehan and R.W.F. Hardy, Eds. National Agricultural Biotechnology Council, Ithaca, New York
- Emanuelson M, Ahlin KA, Wiktorsson H. 1993. Long-term feeding of rapeseed meal and full-fat rapeseed of double low cultivars to dairy cows. *Livestock Production Science*, 33(3-4), 199–214. DOI:10.1016/0301-6226(93)90002-y.
- Fessenden SW, Ross DA, Block E, Van Amburgh ME. 2020. Comparison of milk production, intake, and total-tract nutrient digestion in lactating dairy cattle fed diets containing either wheat midds and urea, commercial fermentation by-product, or rumen-protected soybean meal. *Journal of Dairy Science*. DOI:10.3168/jds.2019-17744

- Gidlund H, Hetta M, Krizsan SJ, 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.
- Godden SM, Lissemore KD, Kelton DF, Leslie KE, Walton JS, Lumsden JH. 2001. Factors Associated with Milk Urea Concentrations in Ontario Dairy Cows. *Journal of Dairy Science*, 84(1), 107–114. DOI:10.3168/jds.s0022-0302(01)74458-x
- Golombeski GL, Kalscheur KF, Hippen AR, Schingoethe DJ. 2006. Slow-Release Urea and Highly Fermentable Sugars in Diets Fed to Lactating Dairy Cows. *Journal of Dairy Science*, 89(11), 4395–4403. DOI:10.3168/jds.s0022-0302(06)72486-9.
- Habinshuti I, Chen X, Yu J, Mukeshimana O, Duhoranimana E, Karangwa E, Zhang X. 2019. Antimicrobial, antioxidant and sensory properties of Maillard reaction products (MRPs) derived from sunflower, soybean and corn meal hydrolysates. *LWT*, 101, 694–702. DOI:10.1016/j.lwt.2018.11.083.
- Homolka P, Kudrna V. 2006. Náhrada krmiv živočišného původu u přežvýkavců. Výzkumný ústav živočišné výroby. Praha – Uhřetěves.
- 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. DOI:10.4141/cjas2011-029
- Cholewinska P, Górniak W, Wojnarowski K. 2021. Impact of selected environmental factors on microbiome of the digestive tract of ruminants. *BMC Veterinary Research*. DOI:10.1186/s12917-021-02742-y.
- Janssen PH. 2010. Influence of hydrogen on rumen methane formation and fermentation balances through microbial growth kinetics and fermentation thermodynamics. *Grassland Research Centre*. DOI: 10.1016/j.anifeedsci.2010.07.002
- Joch M, Kudrna V. 2020. Partial replacement of soybean meal by white lupine seeds in the diet of dairy cows. *Asian-Australas Journal of Animal Sciences* Vol. 33, No. 6:957-964
- Johnson RR, Clemens ET. 1973. Adaptation of Rumen Microorganisms to Biuret as an NPN Supplement to Low Quality Roughage Rations for Cattle and Sheep. *The Journal of Nutrition*. 494-502. DOI:10.1093/jn/103.4.494
- Kendall EM, Ingalls JR, Boila RJ. 1991. Variability in the rumen degradability and post ruminal digestion of the dry matter, nitrogen and amino acids of canola meal. *Can. J. Anim. Sci.*, 71:736-754.
- Krehbiel CR. 2014. Invited Review: Applied nutrition of ruminants: Fermentation and digestive physiology. *The Professional Animal Scientist*, 30(2), 129-139.
- Lapierre H, Berthiaume R, Raggio G, Thivierge MC, Doepel L, Pacheco D, Dubreuil P, Lobley GE. 2005. The route of absorbed nitrogen into milk protein. *Animal Science*, 80(01). DOI:10.1079/asc41330011

- Leiber F, Dorn K, Probst JK, Isensee A, Ackermann N, Kuhn A, Spengler Neff A. 2015. Concentrate reduction and sequential roughage offer to dairy cows: effects on milk protein yield, protein efficiency and milk quality. *Journal of Dairy Research*, 82(03), 272–278. DOI:10.1017/s0022029915000205
- Libera K, et al. 2020. Effects of feeding urea-treated triticale and oat grain mixtures on ruminal fermentation, microbial population, and milk production performance of midlactation dairy cows. *Annals of Animal Science*, 1.
- Lin Ch, Kung L. 2021. Heat Treated Soybeans and Soybean Meal in Ruminant Nutrition.
- Lucas MM, Stoddard FL, Annicchiarico P, et al. 2015. The future of lupin as a protein crop in Europe. *Front Plant Sci* 6: 705. DOI:10.3389/fpls.2015.00705
- Martineau R, Ouellet DR, Lapierre H. 2013. Feeding canola meal to dairy cows: A meta-analysis on lactational responses. *Journal of Dairy Science*, 96(3), 1701–1714. DOI:10.3168/jds.2012-5740
- Marvan F, Hampl A, Hložánková E, Kresan J, Massanyi L, Vernerová E. 1992. *Morfologie hospodářských zvířat*. Praha.
- Matras J, Bartle SJ, Preston RL. 1990. Effects of ruminal escape proteins and canola meal on nitrogen utilization by growing lambs. *Journal of animal science*, 68(8), 2546-2554.
- Maxin G, Ouellet DR, Lapierre H. 2013. Ruminal degradability of dry matter, crude protein, and amino acids in soybean meal, canola meal, corn, and wheat dried distillers grains. *Journal of Dairy Science*, 96(8), 5151–5160. DOI:10.3168/jds.2012-6392
- Mendowski S, Chapoutot P, Chesneau G, Ferlay A, Enjalbert F, Cantalapiedra-Hijar G, Germain A, Nozière P. 2019. Effects of replacing soybean meal with raw or extruded blends containing faba bean or lupin seeds on nitrogen metabolism and performance of dairy cows. *Journal of Dairy Science*. DOI:10.3168/jds.2018-15416
- Mikolayunas-Sandroch C, Armentano LE, Thomas DL, Berger YM. 2009. Effect of protein degradability on milk production of dairy ewes. *Journal of Dairy Science*, 92(9), 4507–4513. DOI:10.3168/jds.2008-1983
- Miglior F, Sewalem A, Jamrozik J, Bohmanova J, Lefebvre DM, Moore RK. 2007. Genetic Analysis of Milk Urea Nitrogen and Lactose and Their Relationships with Other Production Traits in Canadian Holstein Cattle. *Journal of Dairy Science*, 90(5), 2468–2479. DOI:10.3168/jds.2006-487
- Mustafa AF, Christensen DA, McKinnon JJ. 1997. The effects of feeding high fiber canola meal on total tract digestibility and milk production. *Canadian Journal of Animal Science*, 77(1), 133–140. DOI:10.4141/a96-074
- NRC. 2001. *Nutrient requirements of dairy cattle*. 17th revised edition. National Research Council National Academy Press, Washington, DC., USA

- Ohlson R. 1992. Modern processing of rapeseed. *Journal of the American Oil Chemists' Society*, 69(3), 195-198.
- Paula EM, Monteiro HF, Silva LG, Benedeti PDB, Daniel JLP, Shenkoru T, Broderick GA, Faciola APOD. 2017. Effects of replacing soybean meal with canola meal differing in rumen-undegradable protein content on ruminal fermentation and gas production kinetics using 2 in vitro systems. *Journal of dairy science*, 100.7: 5281-5292.
- Paula EM, Broderick GA, Danes MAC, Lobos NE, Zanton GI, Faciola AP. 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.
- Pedraza C, Mansilla A, Merucci F, Pinedo P, Contreras H. 2006. Niveles de urea láctea en vacas de la región del Bío-bío, Chile. *Agricultura técnica*, 66(3), 264-270.
- Petit HV, Gagnon N. 2011. Production performance and milk composition of dairy cows fed different concentrations of flax hulls. *Animal Feed Science and Technology*, 169(1-2), 46–52. DOI:10.1016/j.anifeedsci.2011.05.008
- Reynal SM, Broderick GA. 2005. Effect of Dietary Level of Rumen-Degraded Protein on Production and Nitrogen Metabolism in Lactating Dairy Cows. *Journal of Dairy Science*, 88(11), 4045–4064. DOI:10.3168/jds.s0022-0302(05)73090-3
- Reynolds CK, Kristensen NB. 2008. Nitrogen recycling through the gut and the nitrogen economy of ruminants: An asynchronous symbiosis¹. *Journal of Animal Science*, 86(suppl_14), E293–E305. DOI:10.2527/jas.2007-0475
- Russell JB, O'Connor JD, Fox DG, Van Soest PJ, Sniffen CJ. 1992. A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets: I. Ruminal fermentation. *Journal of Animal Science*, 70(11), 3551–3561. DOI:10.2527/1992.70113551x
- Sadeghi AA, Shawrang P. 2006. The effect of natural zeolite on nutrient digestibility, carcass traits and performance of Holstein steers given a diet containing urea. *Animal Science*. 82(02). DOI:10.1079/asc200524.
- Santos FAP, Santos JEP, Theurer CB, Huber JT. 1998. Effects of Rumen-Undegradable Protein on Dairy Cow Performance: A 12-Year Literature Review. *Journal of Dairy Science*, 81(12), 3182–3213. DOI:10.3168/jds.s0022-0302(98)75884-9
- Seberry DE, Mailer RJ, Parker PA. 2006. Quality of Australian canola 2006.
- Schingoethe DJ. 1996. Balancing the amino acid needs of the dairy cow. *Animal Feed Science and Technology*. 60(3-4), 153–160. DOI:10.1016/0377-8401(96)00976-5.
- Schwab CG. 1995. Protected proteins and amino acids for ruminants. *Biotechnology in Animal Feeds and Animal Feeding*, 115–141. DOI:10.1002/9783527615353.ch7.
- Schwab CG, Broderick GA. 2017. A 100-Year Review: Protein and amino acid nutrition in dairy cows. *Journal of dairy science*, 100(12), 10094-10112.

- Sinclair LA, Blake CW, Griffin P, Jones GH. 2011. The partial replacement of soyabean meal and rapeseed meal with feed grade urea or a slow-release urea and its effect on the performance, metabolism and digestibility in dairy cows. *Animal*, 6(06), 920–927. DOI:10.1017/s1751731111002485
- Spörndly E, Åsberg T. 2006. Eating Rate and Preference of Different Concentrate Components for Cattle. *Journal of Dairy Science*, 89(6), 2188–2199. DOI:10.3168/jds.s0022-0302(06)72289-5
- Stake PE, Owens MJ, Schingoethe DJ. 1973. Rapeseed, Sunflower, and Soybean Meal Supplementation of Calf Rations. *Journal of Dairy Science*. 56(6), 783–788. DOI:10.3168/jds.s0022-0302(73)85250-6.
- Stedman JA, Hill R. 1987. Voluntary food intake in a limited time of lambs and calves given diets containing rapeseed meal from different types and varieties of rape, and rapeseed meal treated to reduce the glucosinolate concentration. *Animal Production*, 44(01), 75–82. DOI:10.1017/s0003356100028087
- Szumacher-Strabel M, Cieślak A. 2010. Potential of phytofactors to mitigate rumen ammonia and methane production. *J. Anim. Feed Sci*, 19(3), 319–337.
- Tamminga S. 1979. Protein Degradation in the Forestomachs of Ruminants. *Journal of Animal Science*, 49(6), 1615–1630. doi:10.2527/jas1979.4961615x
- Tamminga S. 1981. Nitrogen and amino acid metabolism in dairy cows
- Todorov N, Simeonov M, Yildiz E. 2016. Rumen degradability of dry matter and protein in four protein sources and their relationships with milk protein yield in dairy cows. *Bulgarian Journal of Agricultural Science*, 22(2), 278–285.
- Tripathi MK, Mishra AS. 2007. Glucosinolates in animal nutrition: A review. *Animal Feed Science and Technology*, 132(1-2), 1–27. DOI:10.1016/j.anifeedsci.2006.03.003
- Valente TNP, Da Silva Lima E, Dos Santos WBR, Cesario AES, Tavares CAJ, De Freitas MAM. 2016. Ruminal microorganism consideration and protein used in the metabolism of the ruminants: A review. *African Journal of Microbiology Research*, 10(14), 456–464.
- Volek Z, Marounek M, Volková L, Kudrnová E. 2014. Effect of diets containing whole white lupin seeds on rabbit doe milk yield and milk fatty acid composition as well as the growth and health of their litters¹. *Journal of Animal Science*, 92(5), 2041–2049. DOI:10.2527/jas.2013-7120
- Yang J, Wu X, Chen HI, Sun-waterhouse D, Zhong H, Cui C. 2018. A value-added approach to improve the nutritional quality of soybean meal byproduct: Enhancing its antioxidant activity through fermentation by *Bacillus amyloliquefaciens* SWJS22, *Food Chemistry*, DOI:10.1016/j.foodchem.2018.08.037.
- Yasothai R. 2016. Antinutritional factors in soybean meal and its deactivation. *International Journal of Science, Environment* 3793–3797.

- Yildiz E, Todorov N. 2014. The comparison of the main protein sources for dairy cows: a review. *Bulgarian J. Agric. Sci*, 20(2), 428-446.
- Yin Y, Fatufe A, Blachier F. 2011. Soya Bean Meal and Its Extensive Use in Livestock Feeding and Nutrition. DOI:10.5772/18823.
- Zinn RA. 1993. Characteristics of ruminal and total tract digestion of canola meal and soybean meal in a high-energy diet for feedlot cattle. *J Anim Sci*. 71(3):796-801. DOI: 10.2527/1993.713796x.