

**JIHOČESKÁ UNIVERZITA V ČESKÝCH
BUDĚJOVICÍCH
ZEMĚDĚLSKÁ FAKULTA**

DISERTAČNÍ PRÁCE

**Pokusy *in vitro* sledující bachorovou hydrogenaci
nenasycených mastných kyselin u olejin**

Ing. Petra Kubelková

2010

Školitel:

Prof. Ing. Bohuslav Čermák, CSc.

Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích

Zemědělská fakulta

Katedra genetiky, šlechtění a výživy zvířat

Školitel specialista:

Ing. Petr Homolka, CSc., Ph.D.

Výzkumný ústav živočišné výroby, v.v.i.

Praha-Uhřetěves

Oddělení výživy a krmení hospodářských zvířat

Děkuji **Prof. Ing. Bohuslavu Čermákovi, CSc.** a **Ing. Petru Homolkovi, PhD., CSc.** za odborné vedení mého doktorandského studia.

Upřímně děkuji také zahraničnímu školiteli **MVDr. Dušanu Jalčovi, CSc** a celému kolektivu pracovníků Ústavu fyziologie hospodářských zvířat Slovenskej akadémie vied v Košicích za pomoc s pokusy a cenné rady během mé stáže.

Disertační práce byla uskutečněna s finanční podporou MZE 0002701403, MSM 6007665806 a SK-CZ 01906.

Prohlašuji, že jsem předkládaný písemný materiál vypracovala samostatně na základě vlastních zjištění a použila jsem pramenů, které cituji a uvádím v seznamu použité literatury.

.....

V Praze – Uhřetěvsi dne

OBSAH

	Strana
SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK	1
1. ÚVOD	2
2. LITERÁRNÍ PŘEHLED	3
2.1. Metabolismus tuků v bachoru	3
2.1.1. Vliv tuků na fermentaci v bachoru	4
2.1.2. Přehled o metabolismu mastných kyselin v bachoru	5
Lipolýza	5
Biohydrogenace	6
Syntéza mikrobiálních mastných kyselin	7
2.1.3. Vliv zdroje tuku v krmné dávce na N-metabolismus v bachoru	8
2.1.4. Vliv lipidů v krmné dávce na tvorbu metanu v bachoru	8
2.2. Regulace duodenálního toku nenasycených mastných kyselin	9
2.3. Manipulace se složením a sekrecí mléčných mastných kyselin vlivem krmné dávky	11
2.3.1. Snížení množství nasycených mastných kyselin	11
2.3.2. Zvýšení množství polynenasycených mastných kyselin	14
Kyselina linolová (C18:2 n-6)	14
Kyselina linolenová (C18:3 n-3)	15
EPA (kyselina eikosapentaenová – C20:5 n-3) a DHA (kyselina dokosahexaenová – C22:6 n-3)	16
2.3.3. Zvýšení množství CLA a kontrola množství trans- monoenů	17
Konjugovaná kyselina linolová (CLA)	18
Izomery trans-oktadecenové kyseliny a regulace sekrece mléčného tuku	18
3. CÍL PRÁCE	20
4. MATERIÁL A METODIKA	21
4.1. Členění disertační práce	21
4.2. Pokusný materiál	22
4.3. Úprava semen	24
4.4. <i>In vitro</i> analýza – přístroj RUSITEC	25

4.5. Výpočty stechiometrie bachorové fermentace	26
4.6. Chemické analýzy (podle AOAC, 1990)	27
4.7. Statistická analýza	29
5. VÝSLEDKY A DISKUSE	30
5.1. Vliv upravených semen amarantu na parametry fermentace a obsah mastných kyselin v bachoru	30
5.2. Vliv upravených semen řepky na parametry fermentace a obsah mastných kyselin v bachoru	33
5.3. Vliv upravených semen slunečnice na parametry fermentace a obsah mastných kyselin v bachoru	36
5.4. Vliv upravených semen lnu na parametry fermentace a obsah mastných kyselin v bachoru	39
5.5. Porovnání vlivu šrotovaných semen (amarantu, řepky, slunečnice a lnu) mezi sebou na parametry fermentace a složení mastných kyselin	42
5.6. Porovnání vlivu drcených semen (amarantu, řepky, slunečnice a lnu) mezi sebou na parametry fermentace a složení mastných kyselin	44
5.7. Porovnání vlivu tepelně ošetřených semen (amarantu, řepky, slunečnice a lnu) mezi sebou na parametry fermentace a složení mastných kyselin	47
5.8. Zjištění možného vlivu úpravy semen na parametry fermentace a složení mastných kyselin	49
5.9. Vliv změny poměru objemu (seno) a jádra (ječmen) v krmné dávce, na parametry fermentace a složení mastných kyselin	50
5.10. Porovnání vlivu 3 krmných dávek, krmených dojeným kravám v různých fázích laktace, na parametry fermentace a složení mastných kyselin	52
6. ZÁVĚR	55
7a. SOUHRN	57
7b. SUMMARY	65
8. SEZNAM LITERATURY	73
9. PŘÍLOHY	98
9.1. Tabulky	101
9.2. Seznam vlastních publikací	133

SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK

A	- kyselina octová
ADF	- acido-detergentní vláknina
A : P	- poměr mezi kyselinou octovou a propionovou
B	- kyselina máselná
CH₄	- metan
CLA	- konjugovaná kyselina linolová
DM	- sušina
EMS	- efektivita mikrobiální syntézy
EPA	- kyselina eikosapentaenová
iso-B	- kyselina iso-máselná
iso-V	- kyselina iso-valerová
K	- kyselina kapronová
KD	- krmná dávka
MK	- mastné kyseliny
MUFA	- mononenasyčené mastné kyseliny
N	- dusík
NH₃-N	- amoniakální dusík
NL	- dusíkaté látky
N_M	- mikrobiální dusík
NS	- nesignifikantní
n-3/n-6	- poměr n-3 a n-6 nenasycených mastných kyselin
OMF	- fermentovaná organická hmota
P	- kyselina propionová
PUFA	- polynenasycené mastné kyseliny
SFA	- nasycené mastné kyseliny
TMK	- těkavé mastné kyseliny
<< 0,001	- výrazně menší než ... (statistika)

1. ÚVOD

Se zvyšováním nároků, které člověk klade na hospodářská zvířata, dochází stále častěji k deficitu energie, kterou jsou zvířata nucena vydat na zajištění vysoké produkce. Jedním z kroků, vedoucích ke zvýšení energie v krmné dávce, je využití tuků, a to buď původu živočišného (odpad ze zpracování živočišných produktů – lůj a sádlo) nebo rostlinného (oleje, semena rostlin nebo odpady ze zpracování semen po získání oleje pro lidskou potřebu). Navíc je stále více požadováno, aby potraviny živočišného původu zajistily nejen výživu lidí, ale aby došlo i ke zvýšení kvality těchto potravin. Jedním z požadavků je snížení obsahu nasycených mastných kyselin a zvýšení obsahu zdravích prospěšných mono- a polynenasycených mastných kyselin v potravinách. Dále po vstupu České republiky do Evropské unie došlo k zákazu zkrmování živočišných produktů skotu (včetně zkrmování rybí moučky) a k omezení používání léčiv, která upravovala prostředí bacheru (ionofory a antibiotika).

Během posledních deseti let dochází k rozsáhlému výzkumu trans-mastných kyselin a CLA (konjugovaných izomerů kyseliny linolové). Výzkumy jsou zaprvé zaměřeny na získání znalostí o údajných pozitivních vlivech CLA izomerů na lidské zdraví, včetně prevence rakoviny, atherosklerózy, oxidace tuků a obezity a jejich vlivů na imunitní funkce. Zadruhé se vedou spory o možných negativních vlivech izomerů trans-C18:1 (kyselina vakcenová), vyskytujících se v mléčných produktech nebo margarínech.

Cílem této práce bylo porovnat vliv různých semen (amarantu, řepky, slunečnice a lnu), pokud jsou přidána do krmné dávky v množství 10 %, na parametry fermentace a obsah mastných kyselin v pokusech *in vitro* na přístroji RUSITEC. Obsah mastných kyselin a parametry fermentace ovlivňuje také poměr objemu a jádra v krmných dávkách, proto byly dále porovnány krmné dávky, obsahující různý poměr lučního sena a ječmene a 3 produkční krmné dávky, krmené dojeným kravám podle různých fází laktace.

2. LITERÁRNÍ PŘEHLED

2.1. Metabolismus tuků v bachoru

Přežvýkavci využívají symbiotické mikroorganismy v bachoru, díky kterým zvířata, při optimálních podmínkách vnitřního prostředí, získávají živiny fermentací krmiva a navíc mikrobi degradují vlákninu a syntetizují mikrobiální protein. Nicméně, i tato symbióza má své nevýhody – ztráty energie (díky metanu) a proteinu (díky amoniakálnímu dusíku) (VAN NEVEL a DEMEYER, 1988). Tyto ztráty tedy nejen přímo snižují možnou užitkovost, ale také znečišťují přírodní prostředí (TAMMINGA, 1996). Odborníci na výživu zvířat se tak již dlouho zajímají o ovlivnění kompetice mezi jednotlivými bachorovými mikroorganismy s cílem zvýšení využitelnosti energie a proteinu v bachoru. Chtějí toho dosáhnout pomocí optimalizace složení krmných dávek a využitím krmných aditiv, která upravují bachorové prostředí a zvyšují nebo snižují zastoupení specifických mikroorganismů (CALSAMIGLIA *et al.*, 2006).

Tuky přidané do krmných dávek přežvýkavců mohou značně porušit fermentaci v bachoru, což způsobí snížení stravitelnosti nelipidových energetických zdrojů. Bachorové trávení strukturálních sacharidů může klesnout o 50 % a víc při krmení 10 % tuku v krmné dávce (IKWUEGBU a SUTTON, 1982; JENKINS a PALMQUIST, 1984). Tato redukce v trávení je spojena s poklesem produkce metanu, vodíku, těžkých mastných kyselin, včetně nižšího poměru acetátu ku propionátu (BOGGS *et al.*, 1987; CHALUPA *et al.*, 1984). Pokud přídavek tuku inhibuje bachorovou fermentaci, omezená fermentace v tlustém střevě by mohla snížit depresi ve stravitelnosti vlákniny v celém trávicím traktu (JENKINS a FOTOUHI, 1990), nicméně i tak se vyskytla vyšší exkrece vlákniny ve výkalech (BROOKS *et al.*, 1954; PALMQUIST a JENKINS, 1980).

V porovnání s vlákninou má tuk méně škodlivý vliv na stravitelnost nestrukturálních sacharidů. Některé pokusy (BOCK *et al.*, 1991; ZINN, 1988) dokumentují normální trávení škrobu v bachoru krav, krmených tukem, přestože byla snižena stravitelnost vlákniny nebo sušiny.

Metabolismus proteinů v bachoru je také ovlivněn, pokud doplněk tuku ovlivňuje fermentaci. Infuze lněného oleje do bachoru ovcí snížila trávení proteinu v bachoru a byla spojena s poklesem koncentrace amoniaku a zvýšením toku dusíku do

duodena (IKWUEGBU a SUTTON, 1982). Stejné změny nastaly i při krmení ovcí tuky ve formě kukuřičného oleje nebo lecitinu (JENKINS a FOTOUHI, 1990). Zvýšení účinnosti mikrobiální syntézy proteinu v bachoru často doprovázely změny v trávení proteinu. Tato účinnost byla spojována s redukcí počtu protozoí v bachoru a menší bachorovou recyklací dusíku (IKWUEGBU a SUTTON, 1982; JENKINS a FOTOUHI, 1990) nebo se zvýšením rychlosti výtoku pevných částic z bachoru díky přidanému tuku (BOGGS *et al.*, 1987; CZERKAWSKI *et al.*, 1975).

2.1.1. Vliv tuků na fermentaci v bachoru

Současný zájem o využití tuků jako zdrojů energie pro mléčný skot byl podpořen testováním různých druhů tukových krmiv a jejich vlivu na bachorovou fermentaci. Různé vlivy těchto zdrojů tuku na fermentaci byly obvykle spojeny s několika základními rozdíly v jejich struktuře. Jedním faktorem je stupeň nenasycenosti vazeb, protože nenasycené mastné kyseliny škodí fermentaci víc než ty nasycené (CHALUPA *et al.*, 1984; PALMQUIST a JENKINS, 1980). Dále je důležitá i volná karboxylová skupina, protože deriváty mastných kyselin, jako jsou vápenaté soli mastných kyselin s dlouhým řetězcem (JENKINS a PALMQUIST, 1984), alkoholy mastných kyselin (CZERKAWSKI *et al.*, 1966a), amidy mastných kyselin (FOTOUHI a JENKINS, 1992) a triglyceridy (CHALUPA *et al.*, 1984), inhibují fermentaci méně než volné mastné kyseliny. Proto se začaly komerčně vyrábět v bachoru „inertní“ tuky, ať už to jsou vápenaté soli mastných kyselin, tuky obohacené o nasycené mastné kyseliny a tuky chráněné obaly.

Směsi tuků zvyšují fermentaci v porovnání s jednotlivými tukovými zdroji. Komerčně vyráběné směsi živočišných tuků a rostlinných olejů mají malý vliv na fermentaci a jsou podobné inertním tukům, až na jejich relativně vysoký stupeň nenasycenosti (PALMQUIST, 1991). Směs tuků inhibuje poměr acetátu ku propionátu méně než ostatní zdroje tuků (JENKINS, 1987). WAINMAN a DEWEY (1987) nenašli žádné spojení mezi nasycenými a nenasycenými mastnými kyselinami na jejich energetickou účinnost pro produkci.

Změny v bachorové koncentraci nenasycených volných mastných kyselin bychom měli brát na zřetel, protože tato lipidová frakce má větší negativní vliv na rozsah fermentace než ostatní lipidové frakce (nasycené volné mastné kyseliny a triglyceridy). Množství nenasycených mastných kyselin v bachoru je regulováno

množstvím a typem krmných tuků a také rychlostí lipolýzy, biohydrogenace a tvořením karboxylových solí. Vysoké množství triglyceridů v krmné dávce zvyšuje obsah celkových lipidů v bacheru, ale odpovídající zvýšení mastných kyselin v bacherové šťávě bývá nižší, pokud je zastavena lipolýza a biohydrogenace nebo pokud je vysoká tvorba karboxylových solí. Rychlost lipolýzy je obvykle dostačující k tomu, aby přeměnila většinu triglyceridů krmné dávky na volné mastné kyseliny během krátké doby (HAWKE a SILCOCK, 1970). Nicméně mladší studie (GERSON *et al.*, 1983; 1988) dokazují, že rychlost lipolýzy a biohydrogenace je ovlivněna částečně stářím píce a obsahem dusíku a velikostí částeczek krmiva v bacheru. Rychlost biohydrogenace v pokusech *in vitro* se také mění v závislosti na koncentraci substrátu v médiu, stáří a typu bacherového inokula a přítomností potřebných kofaktorů v bacherové tekutině (KELLENS *et al.*, 1986). Rozsah tvorby karboxylových solí závisí na rozpustnosti vápníku v krmné dávce, obsahu lipidů v krmné dávce, bacherovém pH, nasycení a délce řetězce mastných kyselin (JENKINS a PALMQUIST, 1982; PALMQUIST *et al.*, 1986).

Složení základní krmné dávky má také vliv na to, jak zdroj tuku ovlivní bacherovou fermentaci. Tuky, které normálně inhibují fermentaci a trávení, často působí méně inhibičně, pokud je vysoký obsah sena v krmné dávce. Náhrada kukuřičné siláže vojtěškovým senem v krmné dávce dojených krav zvýšila pozitivní vliv bavlníkového semene na příjem sušiny a množství mléka, což se projevilo na signifikantní interakci tuk x vláknina. MIR (1988) krmil ovce mletým vojtěškovým senem, doplněným vysokým procentem nenasycených mastných kyselin (10 % řepkových mastných kyselin), bez škodlivého vlivu na obsah bacherových mastných kyselin. DOREAU *et al.* (1991) nenašel žádný vliv 10 % řepkového oleje nebo sádla na bacherovou degradaci organické hmoty, pokud byly mléčné krávy krmeny základní krmnou dávkou s obsahem 50 % kostřavového sena, i když byly zjištěny mírné změny v obsahu jednotlivých těkavých mastných kyselin.

2.1.2. Přehled o metabolismu mastných kyselin v bacheru

Lipolýza

Krátce poté, co jsou esterifikované rostlinné lipidy pozřeny, jsou intenzivně hydrolyzovány mikrobiálními lipázami, což způsobí uvolnění mastných kyselin. *Anaerovibrio lipolytica*, která je nejvíce známa pro svoji lipázovou aktivitu, produkuje

na buněčnou stěnu vázanou esterázu a lipázu (HARFOOT, 1978). Lipáza je extracelulární enzym, zabalený v membránových částicích, složených z proteinů, lipidů a nukleových kyselin (HENDERSON a HODGKISS, 1973). Tato lipáza kompletně hydrolyzuje acylglyceroly na volné mastné kyseliny a glycerol s malou akumulací mono- nebo diglyceridů (HAWKE a SILCOCK, 1970). Glycerol je rychle fermentován a vzniká kyselina propionová jako hlavní konečný produkt (GARTON *et al.*, 1961).

Celková esterázová aktivita *A. lipolytica* je nižší než většiny nelipidových bakterií. Bylo objeveno (FAY *et al.*, 1990) 74 kmenů bachorových bakterií, které jsou schopné hydrolyzovat esterovou vazbu na p-nitrofenylpalmitát. Známé lipolytické kmeny, včetně *A. lipolytica* a *Butyrivibrio fibrisolvens*, mají nízkou hydrolytickou aktivitu. Baktérie s esterázovou aktivitou nejsou schopné hydrolyzovat estery lipidů. HESPELL a O'BRYAN-SHAH (1988) zjistili, že existuje široká variabilita mezi bachorovými bakteriemi v esterázové aktivitě, včetně 30-ti kmenů *B. fibrisolvens*, ale pouze několik bakterií je schopno hydrolyzovat mastné kyseliny s dlouhým řetězcem.

Mastné kyseliny jsou také uvolňovány z rostlinných galaktolipidů a fosfolipidů, pokud jsou tyto lipázy inkubovány v bachorovém obsahu. Hydrolyza těchto esterifikovaných lipidů je spojena s množstvím galaktosidáz a fosfolipáz (včetně fosfolipázy A, C, lyzofosfolipázy a fosfodiesterázy), produkovaných bachorovými mikroby (HARFOOT a HAZLEWOOD, 1988).

Biohydrogenace

Nenasycené volné mastné kyseliny mají v bachorovém obsahu relativně krátký život, protože jsou rychle hydrogenovány mikroby na více nasycené konečné produkty. Tato metabolická cesta nepochybně slouží jako ochrana mikrobů před toxickými vlivy nenasycených mastných kyselin. Biohydrogenace přitom neslouží jako využití v buňce vzniklého vodíku; pouze 1 až 2 % metabolického vodíku je použito (CZERKAWSKI a CLAPPERTON, 1984).

Prvním krokem biohydrogenace je izomerizace, která přemění cis-12 dvojně vazby v nenasycených mastných kyselinách na trans-11 izomer. Izomeráza není aktivní, pokud mastná kyselina nemá volnou karboxylovou skupinu a v případě polynenasycených mastných kyselin, jako je C18:2 (kyselina linolová), pokud nemají cis-9, cis-12 dvojně vazby (KEPLER *et al.*, 1970). Pokud vznikne činností izomerázy trans-11 vazba, pak hydrogenace cis-9 vazby v C18:2 proběhne pomocí mikrobiální reduktázy. Rozsah, v jakém je trans-11 C18:1 (kyselina vakcenová) hydrogenována na

C18:0 (kyselina stearová), záleží na podmínkách v bacheru. Kompletní hydrogenace na kyselinu stearovou je podpořena přítomností bacherové šťávy bez buněk a částic krmiva (KELLENS *et al.*, 1986) a je nevratně inhibována velkým množstvím kyseliny linolové (HARFOOT *et al.*, 1973).

Syntéza mikrobiálních mastných kyselin

Celkový obsah lipidů v sušině bakteriální biomasy v bacheru je v rozmezí 10 až 15 %; obsah je nižší u bakterií, nacházejících se volně v bacherové tekutině, než u vázaných bakterií (BAUCHART *et al.*, 1990). Bakteriální lipidy pochází z vnějších (příjem mastných kyselin s dlouhým řetězcem v krmné dávce) a vnitřních (*de novo* syntéza) zdrojů; poměr mezi zdroji závisí na obsahu tuků v krmné dávce a na druhu bakterie (BAUCHART *et al.*, 1987). Zvyšující se množství tuků v krmné dávce vede ke zvýšení endogenního příjmu bakterií, které tvoří cytoplazmatické tukové kapénky.

Mastné kyseliny, syntetizované *de novo*, se skládají hlavně z C18:0 (kyselina stearová) a C16:0 (kyselina palmitová) v poměru 2:1 (KNIGHT *et al.*, 1978). Prokazatelné množství radioaktivního acetátu nebo glukózy se včlení do mikrobiálních tuků jako mastné kyseliny s rovným řetězcem a sudým počtem uhlíků (HARFOOT, 1978). Propionát nebo valerát, substituovaný místo acetátu, tvoří mastné kyseliny s dlouhým, rovným řetězcem a lichým počtem uhlíků v bacherových mikrobech. Mastné kyseliny s rozvětveným řetězcem (*iso-* a *anteiso-*) mohou být vytvořeny za použití isobutyrátu, isovalerátu a 2-metylbutyrátu jako primerů.

Mononenasyčené mastné kyseliny (MUFA), které tvoří 15 až 20 % bakteriálních mastných kyselin, jsou syntetizovány anaerobní cestou (FULCO, 1983). V této metabolické cestě je meziproduct β -hydroxy-C10 v syntéze mastných kyselin hydratován v β , γ pozici za vzniku *cis*-3 dvojná vazba namísto *trans*-2 dvojná vazby. Pokud by vznikla dvojná vazba na této pozici, nemohla by proběhnout redukce C10-enoyl reduktázou. Následně je dvojná vazba udržena během procesu elongace a výslednými konečnými produkty elongace jsou C16:1 (kyselina palmitolejová) a C18:1 (kyselina olejová). Jednoduché dvojná vazby mohou být také tvořeny bakteriemi účinkem anaerobní desaturázy na kyselinu stearovou (HARFOOT a HAZLEWOOD, 1988).

Polynenasycené mastné kyseliny (PUFA) nejsou syntetizovány bakteriemi, mimo cyanobakterií. Proto PUFA, o kterých se píše (BAUCHART *et al.*, 1990;

HARFOOT a HAZLEWOOD, 1988), že se nachází v bachorových mikrobech, jsou pravděpodobně výsledkem exogenního příjmu daných mastných kyselin.

2.1.3. Vliv zdroje tuku v krmné dávce na N-metabolismus v bachoru

Zdroje tuku v krmných dávkách přežvýkavců, jako např. semena olejnin, jsou obecně přidávána ke zvýšení energetické hodnoty krmiva a množství důležitých nenasycených mastných kyselin v produktech živočišného původu (RAES *et al.*, 2004). Obecně lze říct, že jak se zvyšuje stupeň nenasycenosti tuků v těchto doplňcích, zvyšuje se jejich inhibiční vliv na růst bachorových mikroorganismů (JENKINS, 1993). Naproti tomu doplnění tuku do krmných dávek nesnižuje tok mikrobiálního dusíku do duodena (CLARK *et al.*, 1992; STERN *et al.*, 1994) díky zvýšení účinnosti syntézy mikrobiálního proteinu se zvyšováním stupně nenasycenosti krmného tuku (PANTOJA *et al.*, 1994; OLDICK a FIRKINS, 2000). Vyšší bakteriální účinnost v bachoru při krmení nenasycených tuků je pravděpodobně spojena s poklesem množství protozoí v bachoru, což vede k poklesu bakteriální recyklace uvnitř bachoru (CLARK *et al.*, 1992; JENKINS, 1993). Je možné, že mechanismus, spojený s pozitivními vlivy nenasycených krmných tuků na účinnost bachorových bakterií, může vést ke zvýšenému transportu močovínového dusíku z krve do bachoru a jeho většímu včlenění do buněk bakterií.

Snižování počtu protozoí v bachoru je spojeno s poklesem koncentrace amoniakálního ($\text{NH}_3\text{-N}$) dusíku v bachoru (JOUANY, 1996). Koncentrace $\text{NH}_3\text{-N}$ v bachoru je negativně ovlivněna rychlostí přechodu dusíku močoviny do bachoru (KENNEDY a MILLIGAN, 1980), pravděpodobně díky tomu, že vyšší koncentrace bachorového $\text{NH}_3\text{-N}$ snižuje prostupnost bachorového epitelu pro močovinu (EGAN *et al.*, 1986). Proto je možné, že přidání nenasyceného tuku do krmných dávek přežvýkavců sníží koncentraci $\text{NH}_3\text{-N}$ a zvýší transport močovínového dusíku z krve do bachoru.

2.1.4. Vliv lipidů v krmné dávce na tvorbu metanu v bachoru

Cílem výzkumu, zabývajícího se principy krmení přežvýkavců, je snížení emisí skleníkových plynů, které jsou odpovědné za globální oteplování a změny klimatu (KARL a TRENBERTH, 2003). Přežvýkavci jsou producenty až 15 % všech světových

emisí metanu (LASSEY *et al.*, 1997). Metan je produkován v bachoru během procesu mikrobiálního trávení krmiva. Obvykle 6 až 8 %, ale také i více než 12 %, energie krmiva je během tohoto procesu přeměněno na metan. Množství zkonsumovaného krmiva a složení krmné dávky jsou hlavními faktory, ovlivňující množství vzniklého metanu (JOHNSON a JOHNSON, 1995).

Změny ve složení krmných dávek mohou být řešením, vedoucím ke snížení emisí metanu (MONTENY *et al.*, 2006). Je např. obecně známo, že obohacení krmných dávek o tuky vedlo ke snížení množství produkovaného metanu (BOADI *et al.*, 2004). Tuky s vysokým obsahem nenasycených mastných kyselin s dlouhými řetězci, jako jsou slunečnicový a řepkový olej, snížily emise metanu o 22 % z celkové přijaté energie u krav, krmených dávkou s vysokým obsahem pícnin, pokud byly přidány v množství 45 g/kg sušiny krmné dávky (McGINN *et al.*, 2004; BEAUCHEMIN a McGINN, 2006). Také další zdroje kyselin s dlouhým řetězcem, jako je lůj a sojový olej, snižovaly množství vyprodukovaného metanu (JOHNSON a JOHNSON, 1995; ZINN a PLASCENCIA, 1996). Efektivita vlivu mastných kyselin na snižování emisí metanu pravděpodobně závisí na stupni jejich nasycenosti (GIGER-REVERDIN *et al.*, 2003), i když to neplatí stoprocentně (JOHNSON a JOHNSON, 1995). Mastné kyseliny se středně dlouhými řetězci (C12:0 a C14:0) také snížily množství vzniklého metanu (MACHMÜLLER, 2006), ale tyto zdroje tuků (např. kokosový olej a olej z geneticky upravené řepky) nejsou producenty hospodářských zvířat často využívány.

Pravděpodobnost využití tuků v krmných dávkách zvířat je vysoká, protože jsou „přirodní“ cestou, jak snížit emise skleníkových plynů, na rozdíl od různých chemických přípravků. Navíc jsou zdroje tuků, jako jsou oleje, semena olejnin nebo zvířecí tuky, dávno využívány některými farmáři jako doplněk energie v krmných dávkách krav. Zdroje tuků mohou mít i další výhody, jako je ovlivnění složení mastných kyselin v mase a mléce, snižování prašnosti krmiv a zvyšování absorpce v tuku rozpustných živin.

2.2. Regulace duodenálního toku nenasycených mastných kyselin

Zájem o zvýšení toku nenasycených mastných kyselin do tenkého střeva přežvýkavců, byl podpořen zvýšeným zájmem lidí o své zdraví. Polynenasycené mastné

kyseliny ovlivnily transport glukózy a rychlost lipogeneze v adipocytech krys (LEE a DUPONT, 1991) a přežvýkavců (CHILLIARD ET AL., 1991; VERNON, 1977).

Bachor je velkou překážkou v průchodu mastných kyselin do tenkého střeva. Hydrogenace zkrmovaných nenasycených mastných kyselin bachorovými mikroby obohacuje duodenální chymus nasycenými mastnými kyselinami, které jsou poté absorbovány a uloženy v tělních tkáních. Přídavek tuku do krmné dávky přežvýkavců způsobí pouze přechodné zvýšení obsahu polynenasycených mastných kyselin v bachoru (NOBLE *et al.*, 1974); zvýšení toku nenasycených mastných kyselin do duodena je limitováno. WU *et al.* (1991) krmili směs živočišných a rostlinných tuků (59 % nenasycených) mléčným kravám a zjistili, že přestože příjem kyseliny linolové se zvýšil ze 171 na 296 g/den, v toku do duodena se její obsah zvýšil pouze z 45 na 54 g/den. Určité množství nenasycených mastných kyselin unikne biohydrogenaci; pokud krmíme přežvýkavcům velké dávky polynenasycených mastných kyselin, absorpce nenasycených mastných kyselin se zvýší.

Rozsah, v jakém krmené nenasycené mastné kyseliny uniknou biohydrogenaci, závisí na podmínkách mikrobiálního růstu, které ovlivní rychlost lipolýzy a biohydrogenace. Krmení jádra např. sníží bachorovou biohydrogenaci a zvýší obsah nenasycených mastných kyselin v tuku poražených zvířat a v mléce (KEMP *et al.*, 1991; LATHAM *et al.*, 1972; LEAT, 1977). Tento efekt je spojen s poklesem lipolýzy díky nízkému bachorovému pH (LATHAM *et al.*, 1972). GERSON *et al.* (1961; 1983; 1988) zaznamenali sníženou rychlost lipolýzy a biohydrogenace, způsobenou nízkým příjmem dusíku v krmné dávce, malou velikostí částic krmiva a zvýšením fáze stáří píce. KELLENS *et al.* (1986) dokázali pomocí *in vitro* pokusů, že kapacita biohydrogenace se zvýšila v přítomnosti bachorové tekutiny bez buněk, zvýšením obsahu kyseliny linolové v médiu a zvýšením stáří inokula.

PALMQUIST a SCHANBACHER (1991) zaznamenali, že krmná dávka s vysokým obsahem kukuřice, krmená laktujícími kravám, zvýšila bachorovou tvorbu trans-C18:1 (kyselina vakcenová) a obohatila o tento izomer mléčný tuk a membrány tukových kapének. Kompletní hydrogenace nenasycených mastných kyselin na kyselinu stearovou (C18:0) je snížena, pokud se zvýší koncentrace přidávaných nenasycených mastných kyselin (HARFOOT *et al.*, 1973; KELLENS *et al.*, 1986), nebo pokud jsou triglyceridy nahrazeny volnou mastnou kyselinou (NOBLE *et al.*, 1969; 1974).

Řešením, jak dosáhnout vyšší pasáže nenasycených mastných kyselin do duodena, je krmení chráněných lipidů, nejčastěji obalením tuku matrix s aldehydem

ošetřeným proteinem (FAICHNEY *et al.*, 1972; SCOTT *et al.*, 1971). Tato technologie způsobí dramatický nárůst absorpce nenasycených mastných kyselin u přežvýkavců a následné zvýšení těchto kyselin v mase a mléce (BINES *et al.*, 1978; HOGAN a HOGAN, 1976). Další strategií je přidání semen olejnin do krmných dávek, přestože možná ochrana nenasycených mastných kyselin jejich tvrdými vnějšími obaly byla zvažována už před mnoha lety (BALDWIN a ALLISON, 1983; SMITH *et al.*, 1981). KEELE *et al.* (1989) nezaznamenali ochranu před biohydrogenací celých bavlníkových semen hlavně díky žvýkání obalů semen zvířaty. Výsledky byly podobné i při krmení celých slunečnicových semen holštýnským býkům (WHITE *et al.*, 1987) nebo řepkového semene laktujícími kravám (MURPHY *et al.*, 1987).

Vápenaté soli palmového oleje částečně unikly biohydrogenaci v několika pokusech (KLUSMEYER a CLARK, 1991; WU *et al.*, 1991). Nízká biohydrogenace byla způsobena omezenou dostupností volných karboxylových skupin, spojených s vápenatými solemi, v batoru. Obsah mléčných polynenasycených mastných kyselin nebyl ovlivněn při krmení vápenatých solí palmového oleje laktujícími kravám (SCHNEIDER *et al.*, 1988), ale tento výsledek jednoduše odráží malý obsah polynenasycených mastných kyselin v palmovém oleji (méně než 10 % z celkových mastných kyselin) spíše než vysoký stupeň batorové biohydrogenace.

Další možností, jak snížit vznik volných karboxylových skupin v batoru a tím i snížit biohydrogenaci, je konverze volných mastných kyselin na amidy mastných kyselin. Amidové vazby, které vzniknou reakcí karboxylové skupiny stearové kyseliny s aminoskupinou metioninu, jsou odolné vůči bakteriální degradaci v batoru a zvyšují tok metioninu do duodena (LANGAR *et al.*, 1975; 1978). Pokud byl linoleoyl metioninu krmen ovcím (FOTOUHI a JENKINS, 1992), zvýšil se duodenální tok nenasycených mastných kyselin, což vedlo ke zvýšení obsahu C18:2 (kyselina linolová) v plazmě. Exkrece nenasycených mastných kyselin ve výkalech se nezměnila, což ukazuje na normální trávení amidů mastných kyselin v tenkém střevě.

2.3. Manipulace se složením a sekrecí mléčných mastných kyselin vlivem krmné dávky

2.3.1. Snížení množství nenasycených mastných kyselin

Většina mastných kyselin, vzniklých *de novo*, je nasycená (C4:0 až C16:0), protože delta-9-desaturáza vykazuje velmi nízkou aktivitu u mastných kyselin kratších,

než 18 uhlíků, přesto malé množství C14:0 (kyselina myristová) a C16:0 (kyselina palmitová) je desaturováno na C14:1 (kyselina myristolejová) a C16:1 (kyselina palmitolejová) (MASSART-LEËN *et al.*, 1974). Mastné kyseliny s dlouhým řetězcem (se 16 nebo více atomy uhlíku) jsou silnými inhibitory syntézy mastných kyselin v mléčné žláze díky přímému vlivu na aktivitu acetyl-CoA karboxylázy (BARBER *et al.*, 1997). Takže, pokud jsou mastné kyseliny s dlouhým řetězcem dostupné, buď z krmné dávky nebo díky mobilizaci tukových zásob, nastává pokles v množství mastných kyselin se středně dlouhým řetězcem (C8:0 až C16:0) v mléčném tuku (CHILLIARD *et al.*, 1986). Stane se to díky vyšší sekreci mastných kyselin s dlouhým řetězcem z krve (ředící efekt) nebo nižší de novo syntéze mastných kyselin. Třetí faktor, který by mohl prohloubit tuto změnu, je snížená dostupnost acetátu a 3-hydroxybutyrátu pro syntézu mastných kyselin v mléčné žláze.

Závěrem lze říct, že předpověď vlivů krmených tuků je komplexní záležitostí vlivem původu (složení mastných kyselin), ochrany (semena olejin, chráněné nebo nechráněné oleje) a množství krmených tuků, společně s interakcemi mezi objemem a/nebo koncentráty v základní krmné dávce, protože faktor krmné dávky ovlivňuje bachorovou biohydrogenaci.

Množství kyseliny máselné (C4:0) v mléčném tuku se nikdy průkazně nesnížilo (a občas mělo tendenci se nepatrně zvýšit) při krmení tuků (ENJALBERT *et al.*, 1998; PALMQUIST *et al.*, 1980). Množství mastných kyselin s krátkým řetězcem se 6 a 8 uhlíky kleslo, pokud nechráněný olej ovlivnil funkce bachoru (CHILLIARD *et al.*, 1986; 1993). Navíc množství C4:0 (kyselina máselná), C6:0 (kyselina kapronová) a C8:0 (kyselina kaprylová) se výrazně změnilo přidáním chráněného tuku nebo infuzí tuku do duodena (CHRISTENSEN *et al.*, 1994; DRACKLEY *et al.*, 1992). Mobilizace tělesného tuku zvýšila obsah C18:0 (kyselina stearová) a C18:1 (kyselina olejová) v mléčném tuku na úkor C10:0 (kyselina kaprinová) a C16:0 (kyselina palmitová) bez průkazného poklesu množství C4:0 (kyselina máselná) až C8:0 (kyselina kaprylová) (DECAEN *et al.*, 1970; STORRY *et al.*, 1980; CHILLIARD *et al.*, 1986; CHILLIARD, 1997). Duodenální infuze rybího oleje prudce snížila sekreci kyseliny palmitové s nepatrným vlivem na sekreci C4:0 (kyselina máselná) až C14:0 (kyselina myristová), v porovnání s dramatickým vlivem infuze rybího oleje do bachoru u posledně jmenované mastné kyseliny. Množství kyseliny palmitové vždy klesá (mimo přidání doplňku s velkým obsahem palmového oleje).

Relativní účinnost různých mastných kyselin s dlouhým řetězcem na inhibici syntézy mastných kyselin v mléčné žláze se liší mezi monogastry a přežvýkavci, ale také závisí na experimentálních podmínkách *in vivo* nebo *in vitro* (BARBER *et al.*, 1997). Inhibice má tendenci se zvyšovat, pokud se zvyšuje počet uhlíků a/nebo se zvyšuje stupeň nenasycenosti. Navíc *trans*-izomery C18:1 (kyselina vakcenová) a CLA (konjugované izomery kyseliny linolové) mohou být velice silnými inhibitory syntézy tuků. Klesající dostupnost acetátu a butyrátu (nebo 3-hydroxybutyrátu) díky změnám v bakteriální populaci v bachoru a změnám v produkci bachorových těkavých mastných kyselin mohou vést k velkému poklesu v syntéze mastných kyselin s krátkým a středně dlouhým řetězcem, což pozorujeme u krmných dávek, které snižují obsah mléčného tuku. Navíc velký pokles množství kyseliny máselné v mléčném tuku byl pozorován u vysoce koncentrovaných krmných dávek, přestože množství kyseliny máselné v bachoru se nezměnilo (RÉMOND *et al.*, 1971). Infuze propionátu do bachoru snížila množství všech mastných kyselin od C4 do C16 a výrazněji C4 až C8. Infuze glukózy do duodena snížila množství C4 až C8 a C14 až C18, ale ne C10 a C12 (HURTAUD *et al.*, 1998). Infuze propionátu snížila množství acetátu a butyrátu v bachoru, zatímco glukóza pravděpodobně zvýšila využití acetátu, 3-hydroxybutyrátu a mastných kyselin s dlouhým řetězcem tukovou tkání.

Pokles poměru C16:0 (kyselina palmitová) / C18:0 (kyselina stearová) by mohl být prospěšný pro lidské zdraví (NEY, 1991). Obsah C16:0 (kyselina palmitová) v mléčném tuku klesá pomocí všech faktorů, které inhibují syntézu mastných kyselin, stejně jako krmení doplňků chudých na kyselinu palmitovou, jako je řepkové a slunečnicové semeno (GRUMMER, 1991).

Dalším cílem, který zlepší zdraví lidí a výrobní technologie (zvýšením fluidity tuku), by mohl být pokles poměru C18:0 (kyselina stearová) / *cis*-9 C18:1 (kyselina olejová). Krmení oleamidů (JENKINS, 1998) nebo účinně chráněných semen nebo olejů, bohatých na kyselinu olejovou (např. soja a řepka), je cestou, jak dosáhnout tohoto cíle. Nicméně krmení tukových doplňků, bohatých na kyselinu stearovou, jako je lůj nebo hydrogenovaná mastná kyselina, nezvýšilo poměr C18:0 (kyselina stearová) k C18:1 (kyselina olejová) (BANKS *et al.*, 1984), protože velká část kyseliny stearové je desaturována v mléčné žláze na kyselinu olejovou. Krmení nechráněných olejů zvyšuje jak množství *cis*-, tak množství *trans*- izomerů (BANKS *et al.*, 1990), které pochází z bachorového metabolismu (*trans*-C18:1 – kyselina vakcenová) a z desaturace C18:0 (kyselina stearová), vzniklé v bachoru, v mléčné žláze.

2.3.2. Zvýšení množství polynenasycených mastných kyselin

Polynenasycené mastné kyseliny nejsou syntetizovány tkáněmi přežvýkavců, takže jejich koncentrace v mléku je závislá na množství, které unikne degradaci v bacheru. Toto množství může být ovlivněno využitím krmiv bohatých na tyto kyseliny a faktory, které snižují jejich biohydrogenaci, včetně přirozené ochrany rostlinných struktur.

Kyselina linolová (C18:2 n-6)

Krmení chráněných olejů z řepky, slunečnice, soji nebo bavlníku vedlo ke zvýšení množství kyseliny linolové na 15 až 20 % z celkových mastných kyselin (KUZDZAL-SAVOIE *et al.*, 1975; McDONALD *et al.*, 1977; GULATI *et al.*, 1997). Vedle změn v poměrech mastných kyselin se změnila i struktura triglyceridů mléka a došlo k poklesu množství C16:0 (kyselina palmitová) a nárůstu C18:1 (kyselina olejová), esterifikovaných na sn-2 pozici glycerolu (JENSEN *et al.*, 1991). Účinnost přenosu kyseliny linolové, podané infuzí do duodena, do mléka je nicméně vysoce variabilní a liší se od 10 do 90 %. Nejnižší účinnost (méně než 30 %) byla pozorována při infuzích velkých množství kyseliny a u krav na začátku a na vrcholu laktace.

U většiny krmných dávek, založených na píceinách a bez doplňku tuků, bylo procento kyseliny linolové v mléce mezi 2 a 3 %. U krmných dávek, obohacených nechráněnými oleji, semeny soji nebo slunečnice, procento kyseliny linolové v mléce nestouplo nad 4 % a nárůst v porovnání s kontrolní krmnou dávkou byl nižší než 1,5 %. Použitím syrových sojových bobů místo sojového oleje vzrostl poměr kyseliny linolové v mléčném tuku o 1 % (STEELE *et al.*, 1971). Je patrná částečná ochrana obaly semen. Vápenaté soli mastných kyselin řepky nebo sojového oleje nezvýšily poměr kyseliny linolové v mléce (ENJALBERT *et al.*, 1997; FERLAY *et al.*, 1992a; CHOUINARD *et al.*, 1998; KOWALSKI *et al.*, 1999), protože při poklesu pH v bacheru došlo k jejich disociaci. Přítomnost mastných kyselin sojových bobů jako butylsojamidu vedla ke zvýšení koncentrace kyseliny linolové v mléčném tuku o 2 % bez zvýšení množství trans-C18:1 (kyselina vakcenová) (JENKINS *et al.*, 1996), což podporuje hypotézu, že amidy mastných kyselin částečně uniknou bacherové biohydrogenaci.

Včlenění krmné kyseliny linolové do mléka je menší než do masa. Může to být způsobeno specifickým využitím této kyseliny fosfolipidy ve svalech, které může

dosahovat v extrémních případech až 20 - 30 % z celkových mastných kyselin, zatímco triglyceridy zásobní tukové tkáně, která představuje většinou nepoživatelnou část jatečného těla skotu, nejsou takovou mírou obohacovány kyselinou linolovou (DEMEYER *et al.*, 1999).

Kyselina linolenová (C18:3 n-3)

Včleňování kyseliny linolenové do mléčného tuku může být velmi vysoké a dosahuje více jak 20 % z celkových mastných kyselin mléka. To se stane při zkrmování velkého množství (20 % v krmné dávce) lněného oleje, chráněného obalem z proteinů, ošetřených formaldehydem (McDONALD *et al.*, 1977). Při přiměřenějším doplňování chráněného lněného oleje (410 g/den) dosahuje procento kyseliny linolenové v mléčném tuku 6,4 % (GOODRIDGE *et al.*, 1998). Tyto výsledky dokazují vysokou účinnost přenosu z duodena do mléka, hlavně při infúzi malého množství (méně než 40 g/den) kyseliny linolenové do tenkého střeva (účinnost přenosu se pohybuje od 35 do 70 %).

Tráva je hlavním zdrojem kyseliny linolenové. Seno vykazuje prudký pokles množství kyseliny linolenové díky poklesu obsahu mastných kyselin a díky poklesu poměru kyseliny linolenové k ostatním mastným kyselinám. Množství absorbované kyseliny linolenové je vyšší u čerstvé trávy v porovnání s krmnou dávkou, obsahující seno nebo koncentráty, navzdory nižší hydrogenaci u krmné dávky s koncentráty. Procento kyseliny linolenové v mléce může být proto až čtyřikrát vyšší po vyhnání na pastvu než bylo předtím (2,4 vs. 0,7 %; DECAEN *et al.*, 1970). Protože procento tuku v travách je vyšší na začátku jara a na konci podzimu než ve zbylých částech roku (BAUCHART *et al.*, 1984) a dále záleží i na druhu trávy, je pochopitelné, že pastva často nezvýší procento kyseliny linolenové v mléce. V některých studiích (LAWLESS *et al.*, 1998; KELLY *et al.*, 1998) zůstala koncentrace kyseliny linolenové v mléčném tuku nižší než 1 %.

U neobjemných krmiv je lněné semínko jediné, které má průkazné množství kyseliny linolenové, která představuje víc jak 50 % všech mastných kyselin. Používání lněného semínka (KENNELLY, 1996; MANSBRIDGE *et al.*, 2000) zvýšilo množství kyseliny linolenové o 1,5 % z celkových mastných kyselin. Na druhou stranu přidáním 5,3 % lněného oleje do krmné dávky bylo pozorováno méně jak 0,5 % kyseliny linolenové v mléčném tuku (KELLY *et al.*, 1998).

Rozporuplné výsledky jsou získány při použití vápenatých solí lněného oleje. Trend, pomocí kterého dochází ke zvýšení množství kyseliny linolenové v mléce, pokud se krmí lněné semínko v porovnání s lněným olejem, je částečně zapříčiněn částečnou ochranou celých lněných semen před biohydrogenací díky lokalizaci oleje v semenech nebo šrotu. Hlavním faktorem, který limituje používání lněného semínka, je jeho velmi dobře známý negativní vliv na stravitelnost vlákniny (BROUDISCOU *et al.*, 1994) díky redukci populace protozoí (DOREAU *et al.*, 1995), spojenou s posunem v obsahu bacherových těkavých mastných kyselin směrem k produkci propionátu (JOUANY *et al.*, 2000). Možný pozitivní vliv na složení mléčného tuku je tak převážen poklesem energetické hodnoty krmné dávky.

EPA (kyselina eikosapentaenová – C20:5 n-3) a DHA (kyselina dokosahexaenová – C22:6 n-3)

Nárůstu C20 a C22 n-3 mastných kyselin může být dosaženo užíváním rybího oleje. Rybí olej je bohatý na EPA a DHA, jejich relativní množství je vysoce závislé na druhu ryby a v menším rozsahu na podmínkách prostředí (ACKMAN, 1982). Další mořské organismy (řasy, plankton) jsou také bohaté na EPA a DHA (GIVENS *et al.*, 2000). Rybí olej také způsobí silný pokles celkové sekrece tuků, což může být cílem evropských států díky produkčním kvótám na tuk (CHILLIARD *et al.*, 1997; DOREAU *et al.*, 1999).

Účinnost přenosu EPA a DHA z rybího tuku, podávaného infuzí (270 g/den) do duodena, do mléka byla 20 a 18 %, což vedlo ke zvýšení EPA a DHA koncentrace v mléčném tuku o 2 g/100 g mastných kyselin. Pokud je rybí olej nechráněný, je účinnost přenosu EPA a DHA do mléčného tuku mnohem nižší (3 a 11 %) díky rozsáhlé hydrogenaci těchto kyselin v bacheru (DOREAU *et al.*, 1997), spojenou s relativně nízkou účinností přenosu celkových C20 a C22 do mléka (32 % při infuzi 270 g/den rybího oleje do bacheru). Tyto mastné kyseliny jsou koncentrovány v esterech cholesterolu a fosfolipidové frakci v plazmě (OFFER *et al.*, 1999) a ty jsou jen ojediněle využívány mléčnou žlázou k syntéze lipidů. Proto koncentrace EPA a DHA v mléčném tuku zůstává obecně nižší než 1 % (GULATI *et al.*, 1999; MANSBRIDGE *et al.*, 1997; 1998; OFFER *et al.*, 1999).

Pokud byl rybí olej podáván infuzí do duodena, je následná účinnost přenosu C22:5 n-3 (kyselina klupanodonová) 71 % v porovnání s 18-20 % pro DHA a EPA.

Kyselina klupanodonová je tedy účinněji využívána mléčnou žlázou a EPA a DHA jsou pravděpodobně šetřeny pro jiné účely v těle zvířat. Pokud je rybí olej přidán do krmné dávky, je průměrná účinnost přenosu 2, 22 a 14 % pro EPA, C22:5 n-3 a DHA.

Pokud podáme olej infuzí do bacheru, pak poměry v duodenu napoví, že C22:5 n-3 (kyselina klupanodonová) je mnohem méně hydrogenována (v relativních poměrech) než DHA a EPA, a že DHA je méně hydrogenována než EPA. Dalším možným vysvětlením by mohlo být, že určitá část EPA je prodloužena na C22:5 n-3 metabolismem bacherových mikrobů. Všechny 3 mastné kyseliny jsou využity stejnou měrou po absorpci tenkým střevem. Pokud je olej podán přímo infuzí do duodena, jsou poměry kyselin v duodenu stejné jako poměry v oleji. Změny v poměrech kyselin mezi duodenem a mlékem potvrzují v tomto případě, že C22:5 (kyselina klupanodonová) je 3- až 4-krát účinněji vylučována než EPA a DHA hlavně díky tomu, že vylučování této kyseliny mléčnou žlázou vzroste při růstu její dostupnosti.

Rybí tuk zvyšuje množství EPA a DHA ve svalovině vykrmovaného skotu (SCOLLAN *et al.*, 1997). Nicméně jejich začleňování probíhá do svalových fosfolipidů a ne do svalových triglyceridů nebo podkožní tukové tkáně (ASHES *et al.*, 1992). Malé množství EPA a DHA, které unikne bacherové hydrogenaci, je proto přednostně přesouváno do svalových fosfolipidů než do svaloviny nebo triglyceridů mléka.

Navzdory pozitivnímu vlivu rybího oleje na množství EPA a DHA v mléce a mase je jeho využití v krmné dávce omezeno. Především rybí olej má tendenci zhoršovat chuť mléka (LACASSE *et al.*, 1998). Kuriózně není tento negativní vliv zaznamenán v hovězím mase (DEMEYER *et al.*, 1995).

2.3.3. Zvýšení množství CLA a kontrola množství trans- monoenu

Během posledních deseti let dochází k rozsáhlému výzkumu trans-mastných kyselin a CLA (konjugovaných izomerů kyseliny linolové). Výzkumy jsou zaprvé zaměřeny na získání znalostí o údajných pozitivních vlivech CLA izomerů na lidské zdraví, včetně prevence rakoviny, atherosklerózy, oxidace tuků a obezity a jejich vlivů na imunitní funkce (PARODI, 1999; STANTON *et al.*, 1997). Zadruhé se vedou spory o údajných negativních vlivech izomerů trans-C18:1 (kyselina vakcenová), vyskytujících se v mléčných produktech nebo margarínech (WILLETT *et al.*, 1993; WOLFF, 1995). Zatřetí se hledají odpovědi na klíčovou roli trans-izomerů, a možná

i některých izomerů CLA, na možný negativní vliv některých krmných dávek na množství mléčného tuku (GRIINARI *et al.*, 1999).

Konjugovaná kyselina linolová (CLA)

CLA je meziproduktem bachorové hydrogenace kyseliny linolové, zatímco trans-11 C18:1 (kyselina vakcenová) je společným meziproduktem biohydrogenace kyselin linolové a α - a γ -linolenové. Hlavní část mléčné CLA je syntetizována mléčnou žlázou. Ovšem pokud množství CLA v mléce vzroste i při krmné dávce s nízkým obsahem C18:2 (kyselina linolová), jako jsou pastevní porosty (KELLY *et al.*, 1998; LAWLESS *et al.*, 1998; STANTON *et al.*, 1997) nebo krmné dávky s doplňky rybího oleje, je pravděpodobné, že by mohla probíhat syntéza CLA v tkáních. GRIINARI a BAUMAN (1999) objevili, že buňky mléčné žlázy (a tukové tkáně) jsou schopné syntetizovat cis-9, trans-11 CLA z trans-11 C18:1 (kyselina vakcenová) a další izomery CLA z ostatních trans-C18:1 izomerů aktivitou delta-9-desaturázy. Vysoká aktivita desaturázy v mléčné žláze by mohla vysvětlit, proč poměr CLA (produktu) ku trans-11 C18:1 (prekurzoru) je v několika případech konstantní, přestože se tento poměr mění díky experimentálním a laboratorním podmínkám. Tito autoři předpokládají, že cca 33 % trans-11 C18:1 (kyselina vakcenová), vychytaných mléčnou žlázou, je desaturováno na cis-9, trans-11 CLA, což je hlavní (více jak 90 %) CLA izomer, nacházející se v mléce. Přítomnost trans-11 C18:1 v mléčném tuku přežvýkavců by mohla zvýšit jeho hodnotu pro lidské konzumenty, protože tkáně hlodavců mohou také přeměňovat trans-11 C18:1 (kyselina vakcenová) na CLA (SANTORA *et al.*, 2000). Nicméně desaturace C18:0 (kyselina stearová) na C18:1 (kyselina olejová) nebyla prokázána v mléčné žláze lidí (JENSEN, 1999), navzdory faktu, že geny pro delta-9-desaturázu byly identifikovány v lidských tkáních (TOCHER *et al.*, 1998).

Část CLA je pravděpodobně absorbována z trávicího traktu a využita mléčnou žlázou přežvýkavců. Izomery CLA, podané infuzí do abomasu krav, byly přeneseny do mléka s účinností mezi 10 a 26 % (CHOUINARD *et al.*, 1999) nebo od 21 do 33 % (CHOUINARD *et al.*, 1999).

Izomery trans-oktadecenové kyseliny a regulace sekrece mléčného tuku

Obsah mléčného tuku je výrazně snižován nízkým obsahem vlákniny a vysokým podílem zrnin v krmné dávce a krmením nechráněných a nenasycených doplňků tuku,

hlavně rybího oleje (DOREAU *et al.*, 1999). Vliv vysokého podílu zrnin v krmné dávce na složení mastných kyselin mléka se liší mezi kukuřičnou a ječnou krmnou dávkou. Kukuřičná zvyšuje více obsah C18:2 (kyselina linolová) a pravděpodobně trans-C18:1 (kyselina vakcenová) – v pokuse nestanovena - a snižuje více C4 až C16 nasycené mastné kyseliny (PALMQUIST *et al.*, 1993), pravděpodobně ve spojitosti s vyšším obsahem tuků v kukuřici v porovnání s ječmenem. Trans-izomery C18:1 (GAYNOR *et al.*, 1995; KALSCHEUR *et al.*, 1997; ROMO *et al.*, 1996) a CLA (CHOUINARD *et al.*, 1999; LOOR *et al.*, 1998) jsou velice účinné při potlačení syntézy a sekrece mléčného tuku. Navíc je trans-C18:1 (kyselina vakcenová) účinněji vychytávána mléčnou žlázou (THOMPSON *et al.*, 1991) a může inhibovat desaturaci C18:0 (kyselina stearová) v mléčné žláze (ENJALBERT *et al.*, 1998).

Krmné dávky s nízkým obsahem vlákniny výrazně zvýší obsah trans-10 C18:1 (ale ne trans-11 izomeru) a trans-10, cis-12 CLA v mléčném tuku. Tento izomer CLA snižuje obsah mléčného tuku, zatímco mnohem častější cis-9, trans-11 CLA ne (BAUMGARD *et al.*, 2000; GRIINARI *et al.*, 1999). Doplněk rybího tuku prudce snížil obsah mléčného tuku bez průkazného zvýšení obsahu trans-10, cis-12 CLA, zatímco 96% nárůst obsahu CLA byl sledován díky cis-9, trans-11 izomeru (CHILLIARD *et al.*, 1999).

Různý vliv různých trans-C18:1 a CLA izomerů na následné kroky syntézy tuků mléka (a těla) (syntéza mastných kyselin, příjem, desaturace a esterifikace syntéza tukových kapének a sekrece) zůstává nevysvětlený, u přežvýkavců i u monogastrů. U hlodavců bylo dokázáno, že trans-10, cis-12 CLA, ale ne cis-9, trans-11 izomer, snižuje aktivitu jaterní mikrozomální delta-9-desaturázy (BRETILLON *et al.*, 1999).

3. CÍL PRÁCE

- 1) Porovnat vliv 4 semen (amarantu, řepky, slunečnice a lnu), přidanych do krmné dávky, založené na 70 % objemu (luční seno) a 30 % jádra (ječmen), na parametry fermentace a obsah mastných kyselin v effluentu (= tekutina, vytékající z bachoru do duodena) v pokusech *in vitro* na přístroji RUSITEC. Obsah semen v pokusných krmných dávkách je 10 %; obsah lučního sena 70 % a obsah ječmene 20 % (zůstane tak zachován poměr objemu a jádra v kontrolní a pokusných krmných dávkách).
- 2) Porovnat vliv těchto semen na parametry fermentace mezi sebou navzájem a dále porovnat vliv úprav semen (šrotování, drcení a mikrovlnné záření) na bachorovou fermentaci.
- 3) Porovnat vliv různého poměru objemu a jádra na parametry bachorové fermentace a obsah mastných kyselin. Porovnány budou 3 různé poměry lučního sena a ječmene – 70 : 30 %, 60 : 40 % a 50 : 50 %. Dále budou porovnány 3 komerční krmné dávky, krmené mléčným kravám, které jsou založeny na konzervovaných objemných krmivech a směsi jaderných krmiv a lišících se poměrem objemu k jádru.
- 4) Porovnáním vlivu poměru objemu a jádra v krmné dávce a semen olejnin a jejich úpravy na bachorovou fermentaci stanovit obecné zásady při krmení olejnin produkčním hospodářských zvířatům.

4. MATERIÁL A METODIKA

4.1. Členění disertační práce

Pokusy v této práci byly zaměřeny na 4 druhy semen (amarant, řepka, slunečnice a len) a na 3 různé způsoby úpravy semen (šrotování, drcení a tepelná úprava) před jejich použitím v krmné dávce přežvýkavců. Kontrolní KD byla složena ze 70 % z lučního sena z 1. seče a ze 30 % z ječného šrotu (v sušině). Výsledky vznikly porovnáním vlivu 10 % semen v KD, které byly různě upraveny, a které nahradily stejné množství ječného šrotu tak, aby i v pokusných KD byl zachován poměr objemu a jádra 70 : 30 %. Obsah živin jednotlivých semen a také kontrolní KD a KD, které tato semena obsahovaly, je uveden v Tabulce 1 a 2 v Příloze.

Sledovány byly rozdíly jak mezi kontrolní a pokusnými KD, tak i rozdíly mezi jednotlivými pokusnými KD (byl tak sledován vliv úpravy jednotlivých semen na parametry fermentace). Schéma těchto pokusů bylo následující:

- Kapitola 5.1. sleduje vliv amarantu
- Kapitola 5.2. sleduje vliv řepky
- Kapitola 5.3. sleduje vliv slunečnice
- Kapitola 5.4. sleduje vliv lnu na parametry fermentace a obsah mastných kyselin v effluentu.

Pokračováním bylo porovnání vlivu semen na parametry fermentace a obsah mastných kyselin mezi sebou navzájem, a to vždy pro jeden způsob úpravy. Schéma těchto pokusů bylo následující:

- Kapitola 5.5. sleduje vliv šrotovaných semen (amarantu, řepky, lnu a slunečnice)
- Kapitola 5.6. sleduje vliv drcených semen
- Kapitola 5.7. sleduje vliv tepelně ošetřených semen

Dále byl sledován obecný vliv úpravy semen na fermentační pochody (kapitola 5.8.). Cílem této kapitoly bylo najít, zda některá z úprav semen nemá vliv na některý parametr fermentace (např. existuje reálný předpoklad, že různý stupeň porušení semenných obalů může vést ke ztížení nebo naopak ke zjednodušení přístupu bachorových mikroorganismů k obsahu semen).

Protože na fermentaci a obsah mastných kyselin v bachoru nemají vliv pouze přidávaná semena olejnin a/nebo oleje, byl sledován i různý poměr objemné a jadrné části KD, tvořené senem a ječmenem (70 : 30, 60 : 40 a 50 : 50 %) (Kapitola 5.9.) a dále byly sledovány 3 KD, které jsou krmeny mléčným skotu na farmě Netluky, což je účelové hospodářství VÚŽV Uhřetěves. Vybrány byly KD pro krávy v prvních 100 dnech laktace (KD 1), od 101.dne laktace do jejího ukončení (KD 2) a KD pro suchostojné krávy (KD 3) (Kapitola 5.10.). Obsah živin těchto KD je uveden v Tabulkách 27 a 28.

4.2. Pokusný materiál

Pokusným materiálem v této práci byly 4 druhy semen kulturních plodin (amarantu, řepky olejné, slunečnice roční a lnu setého). Semena byla sklizena v roce 2004 – semena amarantu byla vypěstována na pokusných plochách Zemědělské fakulty Jihočeské univerzity v Českých Budějovicích v nadmořské výšce 381 m n.m., půdní typ hnědá půda. Semena ostatních plodin pocházela ze ZZN Český Brod, okres Kolín, z nadmořské výšky 219 m n.m., půdní typ hnědozem.

Amarant (*Amaranthus hypochondriacus*)

Amarant je původem rostlinou jižní Ameriky. U nás známý pod názvem laskavec - odrůda pěstovaná jako okrasná rostlina. V České republice se amarant pěstuje až od poloviny devadesátých let minulého století, v současnosti zhruba na ploše 400 ha. Je vhodný do oblastí, kde dozrává kukuřice na zrno, na lehké, méně úrodné půdy, kde se intenzivním plodinám nedaří. Genofond amarantu vhodného pro naše klimatické podmínky se stále zdokonaluje.

V zrnech amarantu je obsah proteinů vyšší ve srovnání s proteiny běžných cereálií a v tomto srovnání mají též vyváženější složení esenciálních aminokyselin. Vyšší obsah lyzinu a tryptofanu je srovnatelný s bílkovinami živočišnými. Až 65 % proteinu v amarantu je koncentrováno v klíčku. Obsah proteinů kolísá podle druhů amarantu a podmínek jejich kultivace. V zrnech amarantu jsou jednoduché monosacharidy (glukóza, fruktóza) obsaženy jen ve stopách, oligosacharidy (maltóza, stachóza, rafinóza, sacharóza) v rozmezí 1 až 2 %. Ve škrobu amarantu je dominantní amylopektin. Malý rozměr částíček škrobu amarantu s nízkým obsahem amylozy ovlivňuje jeho fyzikálně-chemické vlastnosti. Semena amarantu jsou na vlákninu

bohatší než ostatní cereálie (pšenice, ječmen, žito, rýže, kukuřice). Tuková část v zrnech amarantu je koncentrována v jeho klíčku. U světlosemenných druhů dosahuje 6 až 9 %, u tmavosemenných je vyšší. Semena amarantu obsahují až 85 % ze všech nutričně definovaných minerálních makroelementů (sodík, draslík, vápník, fosfor, hořčík, síra) a 50 % mikroelementů (zinek, měď, mangan, železo). Ze stopových prvků byl prokázán křemík a nikl. Ve srovnání s pšenicí, ovsem, rýží, kukuřicí a sójou jsou semena amarantu lepším zdrojem vápníku, železa a sodíku; obsahem hořčíku, fosforu, zinku se jim podobají. Ve srovnání s cereáliemi mají zrna amarantu vyšší celkový obsah minerálů (popelé). Amarantová zrna obsahují řadu vitamínů. V zrnech jsou vitamíny koncentrovány hlavně v klíčku, nutričně je zde významný, ve srovnání s ostatními cereáliemi, vyšší obsah vitamínů B2 a niacinu, méně je vitamínu B1 a vitamínu C (3 až 4 mg/100 g). Betakaroten zde nenacházíme. Nutričně významný je i obsah vitamínů E (alfa-tokoferol) a tokotrienol. Zvláštní nutriční význam má přítomnost antioxidantních vitamínů v semenech (vitamín E).

Řepka olejka (*Brassica napus napus*)

Brukev řepka olejka patří do čeledi brukvovitých a daří se jí v celé oblasti mírného pásma. Dnes je řepka nejvíce využívána jako potravinářská surovina, je ceněna pro kvalitní olej a jako významný zdroj bílkovin. Obsahuje zhruba 42 % tuku, 22 % bílkovin, 8 % vody a 12 % vlákniny a ligninu. Z řepky se dále v zemědělství využívají extrahované šroty a pokrutiny, semena jsou významnou součástí krmných směsí, biomasa se používá jako zelené krmení či hnojení.

Semeno řepky obsahuje okolo 40 % tuku, většinou ve formě triglyceridů a 20 % dusíkatých látek, což z něho dělá vynikající zdroj proteinu a energie pro vysokoužitkový skot. Řepkové semeno je dobrým zdrojem kyseliny olejové, která představuje 51 - 60 % celkových mastných kyselin, má nízký obsah nasycených mastných kyselin (pod 6 %) a okolo 10 % kyseliny linolové.

Slunečnice roční (*Helianthus annuus*)

Slunečnice je plodinou kukuřičného a teplejšího řepařského výrobního typu. Semena slunečnice obsahují 35 - 40 % tuku a většina mastných kyselin je nenasycená; většinou obsahují 66 - 77 % kyseliny linolové. Dále obsahují 17 - 20 % dusíkatých látek, 32 - 36 % NDF a 6 - 8 % ligninu v sušině.

Len olejný (Linum usitatissimum)

Len olejný je v České republice okrajovou olejninou, jeho plochy za poslední roky nepřesáhly 3 tis. ha. Semeno lnu olejného se hlavně využívá pro výrobu technického (vysychavého) oleje, výlisky (pokrutiny) se používají do krmných směsí. Semeno potravinářského lnu se využívá jako potravina do pekařských výrobků a ve farmacii. Vedlejší produkt, stonek, je možné zpracovávat na koudel pro papírenský průmysl nebo využít jako palivo.

Len obsahuje v semenech 20 % dusíkatých látek, 18 % NDF a obsah tuk je přibližně 40 %. Složení mastných kyselin je poměrně konstantní bez ohledu na varietu, způsobu pěstování, klimatických a půdních podmínkách. Lněný olej je bohatý na esenciální mastné kyseliny, hlavně kyselinu linolenovou (okolo 47 %) a dále obsahuje velké množství kyseliny olejové (19 %) a linolové (24 %).

4.3. Úprava semen

Šrotování

Semena byla šrotována na velikost částic 1 mm.

Drcení

Semena byla ručně drcena pomocí porcelánového tloučku a třecí misky nahrubo (do porušení obalů všech semen).

Mikrovlnné záření

Semena byla ohřívána v mikrovlnné troubě při 450 kW výkonu; doba trvání ohřevu byla přizpůsobena velikosti semen tak, aby nedošlo k připálení semen. V případě semen amarantu trvala doba ohřevu 1 minutu, semena řepky a lnu byla ohřívána 3 minuty a semena slunečnice 5 minut. Vždy po 1 minutě trvání ohřevu byla miska se semeny vyjmuta a ty byly promíchány, aby bylo dosaženo rovnoměrného ohřevu semen. Semena byla po vychladnutí ručně drcena pomocí porcelánového tloučku a třecí misky do porušení obalů všech semen.

4.4. *In vitro* analýza – přístroj RUSITEC

Přístroj RUSITEC je přístroj, používaný v pokusech *in vitro* pro simulování pochodů, probíhajících v bachoru přežvýkavců. Skládá se ze 4 nádob o objemu 850 ml, které obsahují bachorovou šťávu, smíchanou s bachorovým obsahem; uvnitř nádob jsou umělohmotné nádobky, do kterých se vkládá krmivo. Pokusné nádoby jsou hermeticky uzavřeny; po každém otevření je před uzavřením systému vytlačen vzduch dusíkem. Nádoby jsou uloženy ve vodní lázni, která je udržována na teplotu 38 - 39°C. K systému patří dále míchadlo, které pohybuje nádobkami s krmivem v pokusných nádobách a simuluje tak pohyby bachoru, dále přívod McDougallova pufru („umělé sliny“) (1948), tmavé lahve pro odvod effluentu (= trávenina, která u zvířat představuje tekutinu, odcházející přes bachor do duodena) a plynové vaky na zachycení plynů, vzniklých při fermentaci krmiva.

Bachorová tekutina je odebírána ze 4 skopců plemene slovenské merino, opatřených bachorovou kanylou, vždy 1 hodinu po nakrmení. Skopci jsou krmeni krmnou dávkou, obsahující 70 % lučního sena a 30 % šrotovaného ječmene v sušině; příjem vody je *ad libitum*. Odebraná bachorová tekutina a bachorový obsah jsou přeneseny v neprodyšně uzavřených termoskách, vytemperovaných na 37°C, do laboratoře, kde je bachorová tekutina přefiltrována přes tkaninu s malými oky a bachorový obsah vložen do nylonových sáčků (cca 80 – 100 g). 450 ml přefiltrované bachorové tekutiny (pro inkubaci bachorové tekutiny bakteriemi, navázanými na krmivo) a 400 ml McDougallova pufru se přelije do pokusné nádoby, do nádoby se dále vloží 1 sáček se zkoumaným krmivem (max. 16 g v původní hmotě). Druhý den trvání pokusu se vyjme sáček s bachorovým obsahem a vloží se druhý sáček s krmivem; krmivo je inkubováno 48 hodin pro zjištění stravitelnosti živin krmiva. Po každé manipulaci s nádobami je znovu vytvořeno anaerobní prostředí pomocí N₂.

Po 6-ti dnech adaptace systému na změny v krmné dávce následuje 6 dnů, kdy jsou odebírány vzorky pro stanovení v laboratoři. Stanoví se množství dodaného pufru do systému; použité odměrné válce se zbytkem pufru se vymění za nové. V případě, že se do systému dodává močovina, rozpuštěná v pufru (množství močoviny je stanoveno na základě laboratorních rozborů krmiv a dopočítáno tak, aby každá zkoumaná krmná dávka obsahovala 11 % NL), je také stanoveno množství močoviny, dodané do systému a dále výtoková rychlost effluentu (*dilution rate*). Na začátku odběrů se vytlačí plyny ze systému pomocí dusíku, ventily plynových vaků se neprodyšně uzavřou a vaky jsou

odneseny do laboratoře ke stanovení celkového objemu plynů a množství metanu v nich obsaženého. Dále se odebere 10 ml bachorové tekutiny z pokusných lahví, změří se pH a odebere 5 ml na spočítání množství a druhového složení prvků v ml bachorové tekutiny. Odpojí se vývod effluentu do tmavých lahví a obsah každé láhve je změřen v odměrném válci a jsou z něho odebrány vzorky (500 ml) na stanovení celkového množství a jednotlivých těkavých mastných kyselin na plynovém chromatografu a $\text{NH}_3\text{-N}$ a N v effluentu v mg/den podle Conweye a Kjeldahla a dále 100 ml na stanovení mastných kyselin esterifikací podle Folche. Prázdné lahve se vypláchnou a připojí zpátky k přístroji.

Pokusné nádoby jsou jedna po druhé vyjmuty z vodní lázně a je z nich vyjmuta nádobka s dvěma sáčky s krmivem. Sáček, který se inkubuje 48 hodin, se vyjme, vloží do očíslovaného igelitového sáčku a je nadvakrát vypláchnut 80 ml McDougallova pufru; tím se uvolní na krmivo vázané bakterie a tekutina z igelitového sáčku se vylije zpátky do pokusné nádoby. Sáček s krmivem je poté důkladně promyt v tekoucí studené vodě a je odnesen do sušárny ke stanovení sušiny; po usušení do laboratoře ke stanovení dusíku, tuku, popela a frakcí vlákniny. Do nádobky na krmivo se na dno vloží nový sáček s krmivem a sáček, který se inkuboval 24 hodin, se vloží na něj. Na nádobce je nutné dobře uzavřít závěr a pak se nádobka ponoří do pokusné nádoby s bachorovou tekutinou; ta je ihned vložena nazpět do vodní lázně. Po manipulaci s nádobami je vzduch, který se dostal do systému, vytlačen dusíkem. Tmavé lahve, do kterých je shromažďován effluent, se obloží ledem (pro zastavení fermentačních pochodů).

4.5. Výpočty stechiometrie bachorové fermentace

Ze stanovených výsledků se dá vypočítat a statisticky vyhodnotit dusíková bilance:

a) množství mikrobiálního dusíku (mg/den)

$$N_M = N_T - (N_{\text{urea}} + N_{\text{NH}_3}) \text{ (mg/den)}$$

$$N_T = N_{\text{effluent}} + N_{\text{zbytek krmiva}}, \text{ kde}$$

N_M množství mikrobiálního dusíku

N_{urea} , N_{NH_3} , N_{effluent} , $N_{\text{zbytek krmiva}}$ množství dusíku v močoviny, amoniakálního, effluentu a zbytku krmiva (mg/den)

b) účinnost mikrobiální syntézy (mg/g) podle DE OLIVEIRA *et al.* (1997):

$$\text{EMS} = \text{N}_M / \text{OMF (mg/g)}, \text{ kde}$$

OMF organická hmota fermentovaná

Množství fermentované organické hmoty (OMF, g/den) vypočteme podle VAN NEVELA a DEMEYERA (1977):

$$\text{OMF} = (\text{A}/2 + \text{P}/2 + \text{B} + \text{V}) * 162, \text{ kde}$$

A, P, B, V.... množství kyseliny octové, propionové, máselné a valerové (mmol/den)

4.6. Chemické analýzy (podle AOAC, 1990)

Laboratorní sušina

Vysoušecí misky s navážkou vzorku byly vysušeny po dobu 24 h při teplotě 105°C.

Stanovení obsahu popelovin

Kelímky s materiálem byly páleny po dobu 6 h při teplotě 550°C.

Stanovení dusíkatých látek podle Kjeldahla

Mineralizace vzorku proběhla s katalyzátorem a 2 - 10 ml H₂O₂ a 25 - 30 ml HCl po dobu 30 minut při 340 - 380°C. Poté je jímán vznikající NH₃ po dobu 5 minut do předlohy a předloha titrována do 30-ti minut po destilaci NaOH.

Stanovení obsahu tuku podle Soxhleta

Extrakce tuku petroléterem proběhla po dobu 70 minut; zbytky petroléru z extraktu odstraněny acetonem. Baňky vysušeny při 105°C po dobu 2 – 3 hodiny a zváženy.

Stanovení obsahu neutrálně-detergentní vlákniny

Tato metoda spočívá v hydrolyze rostlinného vzorku v neutrálním prostředí (pH 7) roztoku činidla laurylsulfátu sodného podle VAN SOESTA *et al.*, 1991. Nezhydrolyzovanými zbytky jsou celulóza, hemicelulóza a lignin.

Stanovení obsahu acido-detergentní vlákniny

Vzorek je v kyselém prostředí kyseliny sírové hydrolyzován činidlem cetyltrimetylamonium bromid (VAN SOEST *et al.*, 1991), kdy zbytkem po kyselé hydrolyze je ligninocelulózový komplex.

Stanovení celkového dusíku z effluentu podle Parnas – Wagnera

Vzorek effluentu, katalyzátor a 3 ml H₂SO₄ je pálen 1 hodinu při 320°C a 30 minut při 420°C. Poté je vzorek destilován v aparatuře s NaOH do titrační baňky s 10 ml HCl a Taschiro indikátorem. Po destilaci je vzniklý amoniak titrován 0,01 N NaOH do zelené barvy.

Stanovení amoniaku z effluentu podle Conway (1962)

V parafínových miskách probíhá reakce effluentu, kyseliny borité a K₂CO₃ po dobu 2,5 hodiny pod sklíčkem; vzniklý amoniak je titrován 0,0143 N H₂SO₄ do žluté barvy.

Stanovení těkavých mastných kyselin z effluentu podle Cottyn a Boucque (1968)

1 ml effluentu a 0,25 ml roztoku kyseliny orto-fosforečné a krotonové v acetonu reaguje 30 minut, poté je centrifugováno 15 minut při 3500 otáčkách a stanoveno na plynovém chromatografu.

Stanovení mastných kyselin podle FOLCHE *et al.* (1957)

Vzorek effluentu nebo krmiva je extrahován v roztoku metanolu a chloroformu a poté esterifikován KOH v metanolu. Vzniklé estery mastných kyselin jsou stanoveny na plynovém chromatografu.

4.7. Statistická analýza

Výsledky byly vyhodnoceny pomocí jednocestné ANOVY, a pokud byly zjištěny statisticky významné rozdíly ($P < 0,05$), byl použit Tukeyho test pro porovnání průměrů mezi testovanými skupinami (program STATISTIKA 6 (2001). Normalita hodnot byla zkontrolována Shapiro-Wilkovým testem (SAS Institute, 2000).

Výsledky v tabulkách byly prezentovány jako průměry hodnot a směrodatné odchylky (\pm). Pokud se hodnoty průměrů v řádku statisticky významně lišily, byly označeny stejnými písmeny (^{a, b, c, d, e}).

5. VÝSLEDKY A DISKUSE

5.1. Vliv upravených semen amarantu na parametry fermentace a obsah mastných kyselin v bachoru

Semena amarantu obsahují 19,02 % dusíkatých látek (NL, v sušině) a 6,58 % tuku (TABULKA 1). Protože se obsah NL v krmných dávkách pohyboval v rozmezí od 7,35 % u kontrolní krmné dávky (KD) do 8,06 % u KD obsahujících semena amarantu, bylo přidáno 177,5 a 144,7 mg močoviny do 1 litru McDougallova roztoku “umělých slin”, aby bylo dosaženo 11% obsahu NL v pokusných nádobách. Obsah tuku v KD se pohyboval v rozmezí od 1,26 do 1,58 %. Přidáním semen amarantu do KD se snížilo množství neutrálně-detergentní vlákniny (NDF) v KD z 62,6 na 56,9 %, zatímco obsah acido-detergentní vlákniny (ADF) zůstal téměř shodný (31,97 u kontrolní KD a 31,79 % u pokusných KD) (TABULKA 2).

Vliv semen amarantu, přidávaných do KD, na stravitelnost živin je prezentován v TABULCE 3. Zjištění, že přírůstek 10 % amarantových semen do KD neovlivnil ($P > 0,05$) stravitelnost sušiny, je shodné se zjištěním ILLGA *et al.* (1994), kteří zkoumali sojové boby. Stravitelnost NDF byla statisticky průkazně snížena po přidání amarantu; šrotovaný ($P < 0,001$) a tepelně upravený amarant ($P < 0,05$) snížil stravitelnost NDF v porovnání s kontrolou. Stravitelnost ADF nebyla průkazně ovlivněna přírůstkem semen amarantu v porovnání s kontrolní KD; jediný statisticky významný rozdíl byl mezi nádobami s drceným (nejvyšší hodnoty stravitelnosti ADF) a šrotovaným amarantem (nejnižší hodnoty stravitelnosti ADF; $P < 0,01$). MORGAN *et al.* (1991) a YANG *et al.* (2000) nenašli rozdíly ve stravitelnosti NDF a ADF v bachoru krav, krmných upraveným ječmenem (ječmen byl napařen a poté rozválen na různou tloušťku). Naproti tomu JALČ *et al.* (1999), kteří nahradili ječný šrot celými neupravenými semeny amarantu v pokuse *in vitro* (v množství 5, 10 a 20 %), zaznamenali snížení stravitelnosti ADF. Vliv semen amarantu na stravitelnost NL (oproti kontrolní KD) není statisticky průkazný, přesto úprava semen ji ovlivňuje ($P < 0,05$), z čehož můžeme usoudit, že drcení a tepelná úprava (nejnižší hodnoty stravitelnosti NL), v porovnání se šrotováním (nejvyšší hodnoty stravitelnosti NL), brání mikrobiálnímu rozkladu NL. Úprava semen amarantu má významný vliv na stravitelnost tuku; hlavně menší porušení obalů semen v případě drcení způsobí nižší

dostupnost tuku pro bachorové mikroorganismy v porovnání s kontrolou ($P < 0,001$) a nádobou se šrotovaným amarantem ($P < 0,01$ a $P < 0,05$).

Metabolismus dusíku byl výrazně ovlivněn přidáním semen amarantu do KD (TABULKA 3). Na rozdíl od pokusů *in vitro* (ILLG *et al.*, 1994) a *in situ* (STERN *et al.*, 1985) se sojovými boby, nebyl obsah amoniakálního dusíku ($\text{NH}_3\text{-N}$) a N v effluentu ovlivněn semeny amarantu. Některé studie (CASPER *et al.*, 1990, 1999; McCARTHY *et al.*, 1989) dokazují nižší koncentrace $\text{NH}_3\text{-N}$ v bachoru krav, krmených KD na bázi ječmene, v porovnání s kravami krmenými kukuřicí. Naproti tomu SURBER a BOWMAN (1998) zaznamenali vyšší koncentrace $\text{NH}_3\text{-N}$ v bachoru býků, krmených ječmenem, v porovnání se zvířaty krmenými kukuřicí. Rozdílné výsledky mohou být způsobeny mnoha faktory, včetně rozsahu úpravy zrn, odrůdou a rozdíly v kvalitě objemové složky KD pro laktující krávy a vykrmované býky. Přestože produkce dusíku v effluentu nebyla průkazně ovlivněna amarantem, došlo ke zvýšení produkce mikrobiálního dusíku (N_M) a efektivity mikrobiální syntézy (EMS) ve všech nádobách se semeny amarantu v porovnání s kontrolní KD. Nejvyšších hodnot bylo dosaženo v nádobě s tepelně ošetřeným amarantem ($P < 0,001$). Rozdíly mezi nádobami s různě upravenými semeny nebyly statisticky významné. Naproti tomu v *in vitro* pokusu JALČE *et al.* (1999) s neupravenými semeny amarantu nedošlo ke zvýšení produkce mikrobiálního dusíku ani při použití nejvyšší dávky (20 %) semen v KD.

V TABULCE 3 jsou uvedeny hodnoty pH a produkce fermentačních plynů. Průměrná hodnota pH bachorové tekutiny byla 6,76; po dobu trvání experimentu se výrazně neměnila a nebyla ovlivněna složením krmné dávky ($P > 0,05$). Navíc nemělo přidání semen amarantu do KD vliv ($P > 0,05$) na produkci fermentačních plynů nebo metanu. Přídavek tuku v podobě zkrmování řepky nebo celých bavlníkových semen mléčným kravám nesnížil produkci metanu (JOHNSON *et al.*, 2002). Snížení množství produkovaného metanu bylo dosaženo přidáním olejů kokosového, řepkového a z tresčích jater (DONG *et al.*, 1997) a kyseliny olejové, linolové a linolenové (CZERKAWSKI *et al.*, 1966b) do KD přežvýkavců.

Semena amarantu v KD neovlivnila ($P > 0,05$) produkci celkových těkavých mastných kyselin (TMK) (TABULKA 4). Použitím semen amarantu v KD došlo ke snížení poměru A : P ($P < 0,01$ u nádoby se šrotovaným amarantem a $P < 0,001$ u nádob s drcenými semeny) v porovnání s kontrolní KD. Výsledky jsou ovlivněny hlavně snížením produkce kyseliny octové (mol/l), přestože pouze v nádobě se šrotovaným

amarantem je hodnota tohoto snížení statisticky významná ($P < 0,05$ v porovnání s kontrolou); produkce kyseliny propionové (v mol/l) nebyla amarantem ovlivněna. Při krmení sojových bobů (MICHALET-DOREAU *et al.*, 1985) nebo sojového oleje (BATEMAN a JENKINS, 1998) došlo také ke snížení tohoto poměru. Šrotovaná semena amarantu způsobila snížení koncentrace kyseliny octové a propionové (v mol%) v bachorové tekutině v porovnání s ostatními způsoby úpravy amarantu. YANG *et al.* (2000) pozorovali lineární snižování množství celkových TMK v bachoru krav se zvyšujícím se porušením semenných obalů ječmene, krmeného zvířatům. Krmení ječných vloček průkazně snížilo množství kyseliny octové (v mol %) a zvýšilo množství kyseliny propionové, což vedlo k velkému snížení poměru acetátu ku propionátu, v porovnání s méně poškozenými ječnými zrny. Navíc šrotovaný amarant zvýšil ($P < 0,01$) produkci kyseliny máselné (v mol/l) v porovnání s nádobou, obsahující tepelně upravený amarant; při použití tepelně upravených sojových bobů (extruze - ILLG *et al.* (1994) a pražení - ABDELGADIR *et al.* (1996)) došlo také ke snížení produkce kyseliny máselné. V porovnání s ostatními způsoby úpravy amarantových semen šrotování zvýšilo produkci kyseliny iso-valerové ($P < 0,01$ v porovnání s kontrolní KD a KD s drceným amarantem a $P < 0,001$ v porovnání s nádobou s tepelně upraveným amarantem). Drcená semena amarantu (oba způsoby úpravy) snížila produkci kyseliny kapronové ($P < 0,01$ a $P < 0,001$) v porovnání s kontrolou.

Koncentrace (%) vybraných mastných kyselin (MK) a jejich skupin jsou uvedeny v TABULCE 5. Nahrazení 10 % ječmene v KD upravenými semeny amarantu nemělo výrazný vliv na množství nasycených nebo nenasycených MK; i přesto došlo ke snížení poměru n-3/n-6 polynenasycených MK (PUFA) u pokusné nádoby se šrotovanými semeny amarantu ($P < 0,05$ v porovnání s kontrolou, $P < 0,01$ v porovnání s drceným a $P < 0,001$ v porovnání s tepelně ošetřeným amarantem). Semena amarantu snížila množství kyseliny laurové (C12:0; $P < 0,01$ ve všech případech) a myristové (C14:0; $P < 0,001$ šrotovaný, $P < 0,01$ drcený a $P < 0,05$ tepelně ošetřený amarant) v porovnání s kontrolní KD. Dále statisticky významně zvýšila produkci kyseliny linolenové (C18:3 n-3) v effluentu ($P < 0,05$ šrotovaný a $P < 0,001$ obě úpravy drceného amarantu) a způsobila změny v produkci 9,11-CLA v porovnání s kontrolou – zatímco šrotování a tepelná úprava zvýšily produkci tohoto izomeru CLA ($P < 0,01$ v obou případech), drcená semena amarantu snížila množství 9,11-CLA v effluentu ($P < 0,01$).

5.2. Vliv upravených semen řepky na parametry fermentace a obsah mastných kyselin v bachoru

Semena řepky obsahují 19,7 % dusíkatých látek v sušině a 34,5 % tuku (TABULKA 1). Po přidání 10 % řepky do KD se zvýšilo množství NL ze 7,4 % v kontrolní KD na 8,1 % v pokusných KD. I v tomto pokuse musela být přidána močovina do roztoku McDougallova pufru, aby bylo dosaženo doporučených 11 % NL v krmné dávce. Přidáním řepkových semen došlo i k nepatrnému navýšení množství NDF a ADF v pokusných KD (z 62,6 % na 64,6 u NDF a z 32 % na 34,7 % u ADF). Množství tuku v KD se zvýšilo z 1,3 % v kontrolní KD na 5,7 % u pokusných KD (TABULKA 2).

Hodnoty stravitelnosti živin jsou uvedeny v TABULCE 6. Semena řepky, přidaná v množství 10 % do KD, neovlivnila statisticky významně stravitelnost sušiny a NDF; u ADF došlo ke změnám ve stravitelnosti hlavně díky zvýšení stravitelnosti u pokusných nádob, obsahujících drcená a tepelně ošetřená semena ($P < 0,05$ v obou případech). DOREAU *et al.* (1991) neobjevili rozdíl ve stravitelnosti organické hmoty v bachoru krav, pokud bylo krmeno 10 % řepkového oleje s KD, obsahující 50 % košťavového sena. Naproti tomu BEN SALEM *et al.* (1993) zjistili, že řepkový olej snižoval stravitelnost sacharidů v trávicím traktu, pokud byl krměn s kukuřičnou siláží, v porovnání s lučným senem. Z těchto výsledků vyplývá, že vliv nenasycených MK na stravitelnost živin může být ovlivněn i složením KD. Stravitelnost NL nebyla řepkovými semeny ovlivněna. Významný vliv měla řepková semena na stravitelnost tuku; všechny druhy úpravy semen významně zvýšily stravitelnost tuku oproti kontrolní KD ($P < 0,001$ ve všech případech).

Přestože stravitelnost NL nebyla řepkovými semeny ovlivněna, došlo ke změnám v metabolismu dusíku (TABULKA 6). Množství $\text{NH}_3\text{-N}$ v mg/l v effluentu se s přidáním řepky nezměnilo, ale množství N v mg/l v effluentu bylo výrazně ovlivněno. Hlavně u pokusné nádoby s tepelně upravenými semeny došlo k významnému poklesu množství N v effluentu oproti kontrole ($P < 0,001$); k poklesu množství N v effluentu ale došlo i u zbývajících pokusných nádob ($P < 0,001$ u nádoby se šrotovanou a $P < 0,01$ u nádoby s drcenou řepkou). Množství $\text{NH}_3\text{-N}$, tekoucího do duodena, bylo nižší při krmení extrudované řepky, v porovnání s neupravenou řepkou (FERLAY *et al.*, 1992b). Extruze je známá svým pozitivním vlivem na tok N do duodena (SCHINGOETHE a AHRAR, 1979). Mnoho výsledků *in situ* degradace extrudovaných

semen olejnin potvrzuje tento kladný vliv (MICHALET-DOREAU *et al.*, 1985; STERN *et al.*, 1985); jedinou výjimku tvoří semena řepky (DEACON *et al.*, 1988). Přidáním semen řepky do KD došlo k významným změnám v množství mikrobiálního dusíku a v efektivitě mikrobiální syntézy. Největší nárůst hodnot mikrobiální aktivity pozorujeme u nádoby se šrotovanou řepkou ($P \ll 0,001$); ale i ostatní nádoby se semeny vykazovaly vyšší aktivitu mikrobiální syntézy dusíku ($P < 0,01$) oproti kontrolní KD.

Hodnoty pH effluentu nebyly ovlivněny přidáním 10 % řepkových semen do KD – v pokuse LEUPPA *et al.* (2006) došlo ke snížení hodnot bachorového pH při krmení celých a šrotovaných semen řepky býkům, v porovnání s kontrolní KD (seno ad libitum). Podobných výsledků dosáhl ALBRO *et al.* (1993), který krmil býkům méně kvalitní seno, doplněné celými nebo extrudovanými sojovými boby nebo sojovými boby a ječmenem. Jiné studie, doplňující KD zvířat řepkovými semeny (HUSSEIN *et al.*, 1996; KHORASANI a KENNELLY, 1998) nebo olejem (FERLAY a DOREAU, 1992), nenašly rozdíl v pH bachoru zvířat mezi pokusnými KD. Zdá se, že výsledky hodnot pH budou spíše ovlivněny kvalitou objemu – v prvních dvou pokusech bylo krmeno méně kvalitní seno, kdežto KD ostatních pokusů byly založeny na kukuřičné siláži nebo směsi vojtěškové a ovesné senáže a kukuřičné siláže. Množství vyprodukovaných fermentačních plynů nebyly řepkou ovlivněny (TABULKA 6); řepková semena neměla vliv ani na množství vyprodukovaného metanu. Také v pokuse JOHNSONA *et al.* (2002) nedošlo ke snížení produkce metanu při krmení řepkových semen mléčným kravám (množství tuku 5,6 % v sušině KD). Množství vzniklých TMK (v mmol/l) nebylo přidáním řepky do KD ovlivněno (TABULKA 7). Přidáním řepkových semen došlo k významným změnám v poměru acetátu k propionátu; ve všech pokusných nádobách došlo k poklesu hodnot tohoto poměru. Nejnižší hodnoty v porovnání s kontrolní KD pozorujeme u nádoby se šrotovanou řepkou ($P < 0,001$); i u dalších pokusných nádob byl pokles hodnot významný ($P < 0,001$ a $P < 0,01$). Vliv úpravy semen na hodnoty poměru kyseliny octové a propionové nebyl pozorován. Pokles hodnot poměru A : P byl hlavně způsoben poklesem množství vzniklé kyseliny octové (mmol/l); množství kyseliny propionové se nelišilo od hodnot kontrolní KD. V nádobě se šrotovanou řepkou došlo k významnému poklesu tvorby kyseliny octové ($P < 0,01$); rozdíl v této hodnotě byl pozorován i mezi šrotovanou řepkou a řepkou drcenou ($P < 0,05$). Řepka v KD měla významný vliv i na množství vzniklé kyseliny máselné; u všech pokusných nádob došlo k poklesu tvorby této kyseliny v porovnání s kontrolní

KD ($P < 0,05$; $P < 0,01$ a $P < 0,05$). Vliv úpravy semen na tvorbu kyseliny máselné (v mmol/l) nebyl statisticky významný. Také tvorba dalších TMK byla semeny řepky v KD ovlivněna. Množství kyseliny valerové (v mmol/l) ovlivnilo přidání řepky do KD; statisticky významný pokles v produkci této kyseliny byl zaznamenán u KD s drcenou řepkou v porovnání s kontrolní KD ($P < 0,05$) a KD se šrotovanou řepkou ($P < 0,001$). Byl pozorován statisticky velmi významný nárůst produkce kyseliny iso-valerové (v mmol/l) oproti kontrole ($P < 0,001$ ve všech nádobách s pokusnými KD); vliv úpravy semen na tuto hodnotu nebyl potvrzen. Také produkce kyseliny kapronové (v mmol/l) byla semeny řepky ovlivněna; k poklesu tvorby došlo ve všech pokusných nádobách v porovnání s kontrolní KD. Ani zde nebyl potvrzen vliv úpravy semen na tuto hodnotu. V pokusu AHVENJÄRVI *et al.* (2002), kteří přidali k jetelotravní siláži šrotovanou řepku, došlo ke zvýšení množství TMK, snížení množství vznikající kyseliny octové a zvýšení množství kyseliny valerové. CHICHOLOWSKI *et al.* (2005), kteří krmili mléčné krávy TMR s drcenými řepkovými semeny, zjistili, že přídavek semen řepky snížil celkové množství TMK, stejně jako v pokusu ALDRICHE *et al.* 1997), kteří také zaznamenali nižší množství celkových TMK při krmení řepkových semen mléčným kravám. Dále zjistili, že množství kyseliny propionové a máselné v batoru se přidáním drcené řepky nezměnilo; došlo ke snížení množství kyseliny valerové a iso-valerové.

Hodnoty vybraných mastných kyselin a jejich skupin jsou uvedeny v TABULCE 8. Přidání 10 % řepkových semen do KD mělo výrazný vliv na množství nasycených mastných kyselin v effluentu. Statisticky významný pokles hodnot SFA byl pozorován v pokusných nádobách, obsahujících šrotovanou a tepelně upravenou řepku ($P < 0,01$ v obou případech), v porovnání s kontrolní KD bez řepky. Také obsah mononenasycených MK byl řepkovými semeny ovlivněn; k statisticky významnému nárůstu množství MUFA došlo opět v nádobách se šrotovanou a tepelně upravenou řepkou ($P < 0,001$ v obou případech). V případě polynenasycených MK a poměru n-3 a n-6 kyselin nedošlo k žádným významným změnám. Šrotovaná a tepelně upravená semena řepky v KD snížila množství kyseliny stearové (C18:0; $P < 0,01$ v obou případech) a zvýšila množství kyseliny linolenové (C18:3 n-3; $P < 0,01$ a $P < 0,001$). Drcená semena řepky v KD zvýšila množství 9,11-CLA v effluentu ($P < 0,05$).

5.3. Vliv upravených semen slunečnice na parametry fermentace a obsah mastných kyselin v bachoru

Semena slunečnice obsahují 18,2 % NL a 19,4 % tuku v sušině (tab.č.1). Přidáním 10 % těchto semen do kontrolní KD, složené z lučního sena a ječmene, došlo ke zvýšení obsahu NL ze 7,4 % na 9,1 %. I v tomto případě musela být do roztoku McDougallova pufru přidána močovina, aby bylo dosaženo 11% obsahu NL v KD. Obsah tuku v pokusných KD se zvýšil z 1,3 % na 4,3 %; klesl obsah NDF z 62,6 % na 54,6 % a zvýšil se obsah ADF z 32 % na 35 % (tab.č.2).

Výsledky stravitelnosti živin KD jsou uvedeny v TABULCE 9. Stravitelnost sušiny krmných dávek nebyla přidáním slunečnice ovlivněna; 10 % slunečnicových semen v KD ovlivnilo statisticky významně stravitelnost obou frakcí vlákniny. V nádobě se šrotovanou slunečnicí byla pozorována nejvyšší stravitelnost NDF v porovnání s kontrolní KD ($P < 0,05$) a KD s drcenou slunečnicí ($P < 0,001$). Ve všech nádobách se slunečnicí byla vyšší stravitelnost ADF v porovnání s kontrolní KD bez slunečnice ($P < 0,001$ u nádob se šrotovanou a drcenou slunečnicí, $P < 0,01$ u nádoby s tepelně upravenou slunečnicí). Byl pozorován i vliv úpravy semen na stravitelnost ADF – v nádobě s tepelně upravenou slunečnicí byla stanovena nejnižší stravitelnost ADF v porovnání s ostatními nádobami s upravenými semeny ($P < 0,05$ v obou případech). Přidání 2 a 3 % slunečnicového oleje do KD býků, založené na lučním seně, v pokuse SACKMANNA *et al.* (2003) nedošlo ke změnám stravitelnosti DM, NDF a ADF. Stejně tak KALSCHEUR *et al.* (1997) nenašli změny ve stravitelnosti NDF u krav, krmených 3 % slunečnicového nebo rostlinného oleje. Naproti tomu ZINN *et al.* (2000) zaznamenali snížení stravitelnosti organické hmoty a NDF, pokud doplnili KD s velkým podílem jádra (88 %) sádlem (2 – 6 %) a/nebo formaldehydem ošetřeným tukem (2 – 4 %). Výrazné rozdíly ve stravitelnosti vlivem semen slunečnice byly stanoveny i v případě NL. Šrotovaná a tepelně upravená semena slunečnice zvýšila stravitelnost NL v krmné dávce v porovnání s kontrolní KD ($P < 0,05$ v obou případech); drcená semena slunečnice stravitelnost NL v porovnání s kontrolní KD snížila ($P < 0,001$). Výrazné snížení stravitelnosti NL u nádoby s drcenými semeny bylo pozorováno i ve srovnání s nádobami s ostatními úpravami semen ($P < 0,001$ u šrotované a tepelně upravené slunečnice). Také stravitelnost tuku ovlivnila slunečnice v KD – šrotovaná a tepelně upravená slunečnice v KD zvyšovala stravitelnost tuku

v porovnání s kontrolou ($P < 0,001$ a $P < 0,01$), drcená slunečnice naopak stravitelnost tuku v KD v porovnání s kontrolou snižovala ($P < 0,001$). I v porovnání s ostatními způsoby úpravy semen vykazovala nádoba s drcenou slunečnicí nejnižší stravitelnost tuku ($P < 0,001$ u nádob se šrotovanou i tepelně upravenou slunečnicí); naopak nádoba se šrotovanou slunečnicí měla nejvyšší hodnoty stravitelnosti tuku ($P < < 0,001$ v porovnání s drcenou slunečnicí a $P < 0,001$ v porovnání s tepelně upravenou slunečnicí).

Metabolismus dusíku slunečnice v KD významně ovlivnila (hodnoty v TABULCE 9). Množství amoniakálního dusíku v effluentu (mg/l) kleslo v nádobách s KD, obsahujícími slunečnici, v porovnání s kontrolní KD ($P < 0,001$ ve všech případech). Mezi různými způsoby úpravy slunečnice statisticky významný rozdíl pozorován nebyl. K poklesu $\text{NH}_3\text{-N}$ v bachoru býků, krmených KD se slunečnicovými semeny a olejem, došlo také v pokuse BEAUCHEMIN *et al.* (2007). Vliv slunečnicových semen na množství N v effluentu (mg/l) nebyl prokázán. Ve všech nádobách se slunečnicovými semeny došlo k výraznému nárůstu mikrobiální aktivity při syntéze mikrobiálního dusíku a zvýšila se také efektivita mikrobiální syntézy. V porovnání s kontrolní KD zvýšila slunečnice množství mikrobiálního dusíku ($P < 0,001$ ve všech případech). Nejvyšších hodnot N_M bylo dosaženo v nádobě s drcenou slunečnicí, kde pozorujeme i statisticky významné rozdíly oproti nádobě se šrotovanou ($P < 0,001$) a tepelně upravenou slunečnicí ($P < 0,001$). Stejná situace nastala i v případě efektivit mikrobiální syntézy – i zde došlo k výraznému nárůstu hodnot v nádobách se slunečnicovými semeny oproti kontrolní KD; nejvyšších hodnot bylo opět dosaženo v nádobě s drcenou slunečnicí ($P < 0,001$ u šrotované a $P < 0,01$ u tepelně upravené slunečnice).

Slunečnice v množství 10 % v KD ovlivnila významně hodnoty pH effluentu (TABULKA 9). Všechny způsoby úpravy snížily hodnoty pH v porovnání s kontrolní KD bez slunečnicových semen ($P < 0,001$ u všech úprav). Tvorba fermentačních plynů a metanu nebyla ovlivněna přidávkem slunečnicových semen. Při krmení celých slunečnicových semen býkům došlo ke snížení produkce metanu (o 33 %), v porovnání s kontrolní KD a KD se slunečnicovým olejem a sádkem. Přesto i KD se slunečnicovým olejem snižovala množství metanu, i když ne tak výrazně jako semena (o 14 % v porovnání s kontrolou) (BEAUCHEMIN *et al.*, 2007). Slunečnice v KD ovlivnila množství celkových TMK (mmol/l) (TABULKA 10) – ve všech nádobách došlo k poklesu produkce TMK v porovnání s kontrolní KD ($P < 0,001$ ve všech případech).

V nádobě s tepelně upravenou slunečnicí došlo k statisticky významnému poklesu poměru A : P v porovnání s kontrolní KD ($P < 0,01$), KD se šrotovanou ($P < 0,05$) a drcenou slunečnicí ($P < 0,001$). Ostatní rozdíly mezi nádobami nebyly statisticky významné. K poklesu produkce u tepelně ošetřené slunečnice (oproti kontrole) došlo i v případě kyseliny octové (v mmol/l) ($P < 0,01$); ostatní změny nebyly významné. Naopak byla pozorována vysoká produkce kyseliny propionové (v mmol/l) u nádoby s tepelně ošetřenou slunečnicí, hlavně v porovnání s nádobou, obsahující drcenou slunečnicí ($P < 0,05$). Přidáním slunečnice do KD došlo ke snížení produkce kyseliny máselné (v mmol/l); nejnižší hodnoty byly naměřeny v nádobě s tepelně ošetřenou slunečnicí, a to i v porovnání s nádobou, obsahující drcená semena ($P < 0,05$). Také produkce ostatních TMK ovlivnilo přidání 10 % slunečnicových semen do KD. Stoupla produkce kyseliny iso-máselné (v mmol/l) v porovnání s kontrolou ($P < 0,001$ ve všech nádobách); vliv úpravy semen na tuto hodnotu nebyl pozorován. Významný byl pokles v produkci kyseliny valerové (v mmol/l) ($P < < 0,001$) a kapronové ($P < 0,001$) v porovnání s kontrolou a nárůst v produkci kyseliny iso-valerové ($P < 0,05$ a $P < 0,01$ u šrotované a tepelně ošetřené slunečnice oproti kontrole). Způsob úpravy semen neměl statisticky významný vliv na tvorbu těchto TMK.

Hodnoty MK a jejich skupin jsou uvedeny v TABULCE 11. Přídavek 10 % slunečnice do KD snížil množství nasycených MK (SFA) u nádob se šrotovanou ($P < 0,05$) a tepelně upravenou slunečnicí ($P < < 0,001$). Tepelně ošetřená slunečnice významně snížila i množství SFA v porovnání s ostatními způsoby úpravy semen ($P < 0,01$ u šrotované a $P < 0,001$ u drcené slunečnice). Množství MUFA nebylo slunečnicí ovlivněno. Tepelně ošetřená slunečnice v KD zvýšila množství PUFA v effluentu, a to jak v případě porovnání s kontrolní KD ($P < 0,001$), tak v porovnání s ostatními způsoby úpravy semen ($P < 0,05$ v obou případech). Oba způsoby drcení slunečnice (s i bez tepelného ošetření) snížily poměr n-3/n-6 kyselin v porovnání s kontrolní KD ($P < 0,01$ a $P < 0,05$), hlavně díky zvýšení množství n-6 kyselin v těchto nádobách. Ze skupiny SFA došlo vlivem slunečnicových semen v KD ke snížení množství kyseliny laurové (C12:0; $P < 0,05$ tepelně ošetřená semena vs kontrola), myristové (C14:0; $P < 0,01$ tepelně ošetřená semena vs kontrola), palmitové (C16:0; $P < 0,01$ šrotovaná semena vs kontrola a $P < 0,001$ drcená semena (obě varianty) vs kontrola) a stearové (C18:0; $P < 0,01$ tepelně ošetřená semena vs kontrola). Použitím šrotované a drcené slunečnice se zvýšilo množství trans-kyseliny elaidové (C18:1 n-9t; $P < 0,05$ v obou případech) a slunečnicová semena snížila obecně množství trans-

kyseliny linolelaidové (C18:2 n-6t; $P < 0,05$), v porovnání s kontrolou. Tepelně ošetřená semena slunečnice zvýšila množství kyseliny linolové (C18:2 n-6; $P < 0,001$), linolenové (C18:3 n-3; $P < 0,01$) a šrotovaná a drcená semena zvýšila i produkci EPA (C20:5 n-6; $P < 0,05$). Všechny způsoby úpravy slunečnicových semen měly vliv i na konjugované izomery kyseliny linolové. Slunečnice zvýšila množství 9,11-CLA ($P < 0,01$ u šrotované a drcené slunečnice a $P < 0,001$ u tepelně ošetřené) a snížila množství 10,12-CLA ($P < 0,001$ u všech variant úpravy), oproti kontrolní KD. Množství 9,11-CLA v trávenině (pokus SACKMANNA *et al.*, 2003) neovlivnilo přidání slunečnicového oleje do KD býků. Stejných výsledků bylo dosaženo v pokuse BEAULIEU *et al.* (2002), kteří nezaznamenali změny v množství 9,11-izomeru CLA v bachorovém obsahu a tkáních vykrmovaného skotu, krmeného různým množstvím sojového oleje. Tok 10,12-CLA do duodena se zvýšil při krmení 4 % slunečnicového oleje, v porovnání s 2 % (SACKMANN *et al.*, 2003) – BEAULIEU *et al.* (2002) a DUCKETT *et al.* (2002) stanovili vyšší množství 10,12-izomeru CLA při přidání oleje do KD s vysokým obsahem jádra.

5.4. Vliv upravených semen lnu na parametry fermentace a obsah mastných kyselin v bachoru

Semena lnu obsahují 22,2 % NL a 15,5 % tuku v sušině (TABULKA 1). Jejich přidáním v množství 10 % ze sušiny KD, obsahující luční seno a ječmen, došlo ke zvýšení obsahu NL ze 7,4 na 9,7 % NL; i v tomto případě byl zbytek N do KD dodán ve formě močoviny, rozpuštěné v McDougallově pufru tak, aby bylo dosaženo 11% obsahu NL v KD. Dále přidáním lnu do KD kleslo množství NDF z 62,6 % na 45,8 %; množství ADF v obou KD zůstalo téměř totožné (32,0 vs 32,5 %). Množství tuku stoupl z 1,3 % na 5,0 % (TABULKA 2).

Stravitelnost sušiny v KD nebyla ovlivněna přidavkem lnu; významně ovšem ovlivnil stravitelnost ostatních živin (TABULKA 12). Celá semena lnu snižovala stravitelnost DM v porovnání se sojovými boby, pokud byla krmena v TMR mléčným kravám (PETIT, 2002). Drcený len v obou úpravách (s a bez tepelného ošetření) snížil stravitelnost NDF v porovnání s kontrolou ($P < 0,01$ v obou případech); stravitelnost ADF se významně zvýšila po přidání šrotovaného lnu v porovnání s kontrolní KD ($P < 0,05$) a KD, obsahující drcený len ($P < 0,01$). V práci UEDA *et al.* (2003) došlo ke

zvýšení stravitelnosti obou frakcí vlákniny v bachoru krav, pokud byly 3 % lněného oleje krmeny s KD s vysokým obsahem objemu; v případě krmení KD s vysokým obsahem jádra a lněným olejem, došlo ke snížení této stravitelnosti. Také WACHIRA *et al.* (2000) zjistili pozitivní vliv lněných semen na stravitelnost vlákniny v bachoru ovcí, pokud byly krmeny KD, založenou na seně a 30 – 35 % jádra v sušině KD. Nejvyšší hodnoty stravitelnosti NL vykazovala nádoba s tepelně ošetřeným drceným lnem v porovnání s kontrolou ($P < 0,05$). Naopak nejnižší hodnoty vykazovala nádoba se šrotovaným lnem, a to v porovnání s nádobou s drceným lnem ($P < 0,01$) a tepelně ošetřeným drceným lnem ($P < 0,001$); rozdíl mezi touto nádobou a kontrolní KD nebyl statisticky významný. Také stravitelnost tuku semena lnu ovlivnila. Zatímco u nádob s drceným lnem (v obou úpravách) stravitelnost tuku významně vzrostla v porovnání s kontrolou ($P < 0,001$), šrotovaný len její hodnoty významně snížil, a to jak v porovnání s kontrolní KD ($P < 0,01$), tak v porovnání s oběma nádobami s drceným lnem ($P < 0,001$).

Přídavkem lněných semen do KD byl ovlivněn i metabolismus dusíku (TABULKA 12). Drcený len v obou úpravách snížil množství $\text{NH}_3\text{-N}$ (mg/l) v effluentu v porovnání s kontrolní KD bez lněných semen ($P < 0,01$); dále snížil i množství N (mg/l) v effluentu v porovnání s kontrolní KD ($P < 0,05$ u nádoby s drceným lnem a $P < 0,01$ u nádoby s tepelně ošetřeným drceným lnem). Ve všech nádobách, obsahujících len, bylo stanoveno vyšší množství vzniklého mikrobiálního dusíku v porovnání s kontrolou; nejvyšších hodnot dosáhla KD se šrotovaným lnem ($P < 0,001$), také obě nádoby s drceným lnem měly vyšší hodnoty N_M oproti kontrole ($P < 0,01$). Efektivita mikrobiální syntézy byla ve všech nádobách se lněnými semínky vyšší než v kontrolní nádobě ($P < 0,001$). U těchto dvou hodnot nebyly pozorovány rozdíly mezi způsoby úpravy lnu. Množství $\text{NH}_3\text{-N}$ bylo vyšší a množství N nebylo ovlivněno přídavkem 3 % lněného oleje do KD (UEDA *et al.*, 2003). Podobných výsledků dosáhli i IKWUEGBU a SUTTON, 1982; SUTTON *et al.*, 1983 a BROUDISCOU *et al.*, 1994, kteří přidali lněný olej do KD ovcí. Tento efekt je často viděn při krmení olejů, které snižují počty protozoí v bachoru. Defaunace tak zvýší tok mikrobiálního dusíku do duodena snížením protozoální predace a kompetice o zdroje mezi těmito druhy (JOUANY a USHIDA, 1999).

V nádobách se šrotovaným a drceným lnem došlo během trvání pokusu ke snížení hodnot pH oproti kontrole a nádobě s tepelně ošetřeným drceným lnem ($P < 0,05$); hodnoty pH přesto zůstaly v mezích fyziologických hodnot pH bachoru.

10 % šrotovaného a tepelně ošetřeného drceného lnu snížilo množství vzniklého fermentačního plynu oproti kontrole ($P < 0,01$ a $P < 0,001$); přesto nedošlo ani v jednom případě ke statisticky významnému snížení tvorby metanu oproti kontrole. V pokuse MARTINA *et al.* (2008) došlo k 26% snížení produkce metanu při zkrmování extrudovaného lněného semene a ke 49% snížení jeho tvorby při krmení lněného oleje mléčným kravám. Ve všech nádobách se lněnými semeny došlo ke snížení tvorby TMK (mmol/l; TABULKA 13). Největší snížení poměru A : P bylo pozorováno u nádoby se šrotovaným lnem ($P < 0,01$ v porovnání s kontrolou a $P < 0,001$ v porovnání s nádobou s drceným lnem). V nádobě s drceným lnem pozorujeme nejvyšší hodnoty poměru A : P ($P < 0,001$ v porovnání s nádobou se šrotovaným lnem, $P < 0,05$ v porovnání s nádobou s tepelně ošetřeným drceným lnem; rozdíly mezi touto nádobou a kontrolou nebyly statisticky významné). Bez ohledu na úpravu semen došlo ve všech nádobách se lnem ke snížení produkce kyseliny octové (mmol/l) oproti kontrole ($P < 0,001$ u všech nádob) a také ke snížení produkce kyseliny propionové ($P < 0,001$ u všech nádob). Produkce celkových TMK nebyla ovlivněna přidávkem 12,6 % lněných semen do KD v pokuse GONTHIERA *et al.* (2004). Došlo však ke snížení množství kyseliny octové a zvýšení množství kyseliny propionové, čímž došlo i k poklesu hodnot poměru A : P. Nižší produkce kyseliny octové a vyšší produkce kyseliny propionové, následující po přidání olejů nebo semen olejnin do KD přežvýkavců, je často spojena s nižší bachorovou stravitelností vlákniny (FERLAY *et al.*, 1992b; SCHAUFF *et al.*, 1992; TESFA, 1993). Díky snížení tvorby TMK celkem došlo také ke snížení tvorby všech méně zastoupených TMK (v mmol/l) v nádobách se lněnými semínky v porovnání s kontrolní KD. Ke zvýšení tvorby kyseliny propionové, iso-máselné a iso-valerové a snížení tvorby kyseliny máselné došlo i v pokusech UEDA *et al.* (2003), COTTYN *et al.* (1971), IKWUEGBU a SUTTON (1982) a SUTTON *et al.* (1983), kteří krmili lněný olej ovcím, JALČE a ČEREŠŇÁKOVÉ (2001) v pokuse *in vitro* se lněným olejem a MACHMÜLLER *et al.* (2000), kteří použili lněná semena.

Hodnoty MK a jejich skupin jsou uvedeny v TABULCE 14. Šrotovaný a tepelně upravený len snížil množství SFA v effluentu v porovnání s kontrolní KD ($P < 0,05$ a $P < 0,01$), vliv způsobu úpravy semen na hodnoty SFA nebyl prokázán. Množství MUFA v effluentu nebylo lnem v KD ovlivněno. Tepelně ošetřený len jako jediný prokazatelně zvýšil množství PUFA v effluentu v porovnání s kontrolní KD ($P < 0,05$). Poměr n-3/n-6 PUFA nebyl ovlivněn přidávkem lněných semen do KD. Šrotovaná a tepelně upravená semena lnu snížila množství kyseliny laurové (C12:0; $P < 0,05$

a $P < 0,01$) a myristové (C14:0; $P < 0,05$ a $P < 0,01$); dále len ve všech úpravách snížil množství kyseliny palmitové (C16:0; $P < 0,001$; $P < 0,05$ a $P \ll 0,001$) v porovnání s kontrolou a šrotovaný len snížil jako jediný i množství kyseliny stearové (C18:0; $P < 0,05$). V případě trans-MK došlo ke zvýšení množství kyseliny elaidové (C18:1 n-9t; $P < 0,05$ drcený len vs kontrola) a snížení množství kyseliny linolelaidové (C18:2 n-6t; u všech nádob se lnem v porovnání s kontrolou ($P < 0,05$ šrotovaný a drcený len a $P < 0,01$ tepelně upravený len). Lněné semínko neovlivnilo množství 9,11-CLA v effluentu; zato došlo ke snížení množství 10,12-izomeru CLA, a to ve všech 3 nádobách s upraveným lnem v porovnání s kontrolou ($P < 0,01$ ve všech případech).

5.5. Porovnání vlivu šrotovaných semen (amarantu, řepky, slunečnice a lnu) mezi sebou na parametry fermentace a složení mastných kyselin

Hodnoty stravitelnosti živin jsou uvedeny v TABULCE 15. Stravitelnost sušiny jednotlivých KD se nelišila; pouze číselně byla nejvyšší stravitelnost pozorována u nádoby se šrotovaným lnem a nejnižší u nádoby se šrotovanou řepkou. V práci BEAUCHEMIN *et al.* (2009) došlo ke snížení stravitelnosti sušiny při krmení slunečnice a lnu o 20, respektive 10 %, v porovnání s kontrolní KD, obsahující v bacheru inertní směs MK, a KD s řepkou. Stravitelnost frakcí vlákniny byla významně ovlivněna šrotovanými semeny. Nejvyšší hodnoty stravitelnosti NDF byly zaznamenány v nádobě obsahující slunečnici ($P < 0,01$ v porovnání s řepkou a $P < 0,001$ v porovnání s amarantem a lnem). Neprůkazné rozdíly byly pozorovány pouze mezi nádobami s amarantem a lnem – ty také měly nejnižší hodnoty stravitelnosti NDF. Hodnoty stravitelnosti ADF byly opět nejvyšší u nádoby se slunečnicovými semeny ($P < 0,001$ v porovnání s amarantem a řepkou) a nejnižší u nádoby s amarantem. Průkazné rozdíly mezi nádobami nebyly stanoveny pouze při srovnání amarantu s řepkou a slunečnice se lnem. Při porovnávání vlivu semen na stravitelnost NL byla nejnižší hodnota stravitelnosti naměřena u KD se lnem, a to v porovnání se všemi ostatními semeny ($P < 0,001$ v porovnání s amarantem a slunečnicí a $P < 0,01$ při porovnání s řepkou). Mezi ostatními nádobami statisticky významný rozdíl pozorován nebyl. Co se týče stravitelnosti tuku, byly významné rozdíly pozorovány mezi všemi nádobami. Nejvyšší stravitelnost tuku vykazovala KD se lnem – $P < 0,001$ při porovnávání s amarantem a slunečnicí a $P < 0,05$ při srovnání s řepkou.

Hodnoty metabolismu N jsou uvedeny v TABULCE 15. Množství $\text{NH}_3\text{-N}$ (mg/l) v nádobě, obsahující šrotovaný len, bylo v porovnání se šrotovaným amarantem a řepkou nižší ($P < 0,01$ v obou případech); mezi ostatními nádobami nebyly statisticky významné rozdíly. BEAUCHEMIN *et al.* (2009) stanovili nejvyšší hodnoty $\text{NH}_3\text{-N}$ v bacheru krav, krmených KD se slunečnicí, v porovnání s KD, obsahující řepku nebo len. Množství N (mg/l) bylo nejvyšší v nádobě se šrotovaným amarantem ($P < 0,05$ v porovnání s řepkou, $P < 0,001$ se lnem a $P < 0,01$ se slunečnicí); další významné rozdíly mezi semeny nebyly pozorovány. Nejnížší hodnoty v produkci mikrobiálního dusíku a efektivitě mikrobiální syntézy byly pozorovány v nádobách s amarantem a řepkou; jejich hodnoty se statisticky významně lišily od hodnot nádob se lnem ($P < 0,001$ v obou případech) a slunečnicí ($P < 0,01$ a $P < 0,001$). Rozdíly mezi amarantem a řepkou, stejně jako mezi slunečnicí a lnem, nebyly statisticky významné.

Při porovnání hodnot pH (TABULKA 15) zjistíme, že nejnižší hodnoty byly naměřeny v nádobě se šrotovanou slunečnicí ($P < 0,001$ při srovnání s řepkou a amarantem; rozdíly mezi slunečnicí a lnem nebyly významné). pH nádob s amarantem a řepkou se lišilo také od pH nádoby se lnem ($P < 0,001$); mezi oběma nádobami statisticky významný rozdíl však pozorován nebyl. Mezi semeny nebyl patrný rozdíl v produkci fermentačních plynů; pouze řepka snižovala prokazatelně produkci metanu v porovnání se slunečnicí ($P < 0,05$). Semena olejnin (řepka, slunečnice a len) v KD krav (BEAUCHEMIN *et al.*, 2009) snižovala produkci metanu v průměru o 13 % v porovnání s KD bez semen; mezi semeny navzájem nebyl pozorován výrazný vliv na produkci metanu. Nádoba se šrotovanými lněnými semeny vykazovala celkově nejnižší produkci TMK ($P < 0,001$ v porovnání s ostatními semeny) (TABULKA 16). Průkazný rozdíl byl ještě pozorován mezi nádobou s amarantem (nejvyšší hodnota) a se slunečnicí ($P < 0,05$). U nádoby se šrotovanou slunečnicí byla stanovena nejvyšší hodnota poměru A : P v porovnání s řepkou ($P < 0,01$) a lnem ($P < 0,05$). Nejnižší produkci kyseliny octové (v mol/l) byla pozorována v nádobě se lněným semínkem ($P < 0,001$ v porovnání s ostatními nádobami). Dále byl pozorován rozdíl mezi nádobou se slunečnicí (nejvyšší hodnoty produkce kyseliny) a řepkou ($P < 0,05$). Také v produkci kyseliny propionové (v mmol/l) byly nejnižší hodnoty pozorovány u nádoby se šrotovaným lnem ($P < 0,05$ v porovnání s amarantem a slunečnicí a $P < 0,01$ v porovnání s řepkou). V případě kyseliny máselné (v mmol/l) byly nejnižší hodnoty naměřeny v nádobě se lnem a nejvyšší v nádobě s amarantem; všechny nádoby se statisticky významně liší. Nejmenší množství kyseliny valerové (v mmol/l) vzniklo v nádobě se lněným

semínkem ($P < 0,001$ v porovnání s amarantem a řepkou a $P < 0,01$ v porovnání se slunečnicí); nejvyšší hodnoty byly naměřeny v nádobě s řepkou. Nejvyšší hodnoty kyseliny iso-valerové (v mmol/l) byly naměřeny v nádobě s řepkou ($P < 0,001$ v porovnání s ostatními nádobami) a kyseliny kapronové v nádobě s amarantem ($P < 0,001$ v porovnání s ostatními nádobami).

Hodnoty MK a jejich skupin jsou uvedeny v TABULCE 17. Nebyl prokázán vliv semen na produkci SFA v effluentu; na produkci MUFA měla vliv pouze řepková semena – byly pozorovány nejvyšší hodnoty MUFA v porovnání s nádobami s ostatními semeny ($P < 0,01$ v případě amarantu a $P < 0,001$ v případě slunečnice a lnu). Mezi ostatními semeny nebyly zaznamenány žádné statisticky významné změny v produkci MUFA. Lněné semeno zvýšilo množství PUFA v effluentu v porovnání s KD, obsahujícími amarant a řepku ($P < 0,05$); žádné rozdíly mezi nádobami nebyly statisticky významné. Největší hodnota poměru n-3/n-6 kyselinám byla pozorována v nádobě s řepkou ($P < 0,01$ v porovnání s amarantem a slunečnicí a $P < 0,05$ v porovnání s lnem). Změny nastaly i mezi některými MK. Nejnižší hodnoty kyseliny laurové (C12:0) byly stanoveny v nádobě s amarantem ($P < 0,05$ v porovnání s řepkou a slunečnicí) a kyseliny palmitové (C16:0) v nádobě se lnem ($P < 0,01$ v porovnání s amarantem). Největší objem kyseliny olejové (C18:1 n-9) v effluentu byl pozorován u nádoby se šrotovanou řepkou ($P < 0,01$ v porovnání s amarantem a $P < 0,001$ v porovnání se slunečnicí a lnem). Statisticky významný rozdíl v množství kyseliny linolové (C18:2 n-6) byl pozorován pouze mezi nádobami s řepkou (nejnižší hodnota) a lnem (nejvyšší hodnota; $P < 0,01$). Vysoké hodnoty 10,12-CLA byly naměřeny mezi nádobami s amarantem a řepkou v porovnání se slunečnicí a lnem ($P < 0,001$); rozdíly v tvorbě 9,11-CLA nebyly statisticky významné. Množství 9,11-CLA v bachoru kanylovaných krav bylo vyšší v KD se slunečnicovým olejem (5 % v sušině KD; KD s vysokým obsahem jádra) v porovnání se stejným množstvím lněného oleje (LOOR *et al.*, 2004). Také množství 10,12-CLA bylo vyšší při krmení slunečnicového oleje.

5.6. Porovnání vlivu drcených semen (amarantu, řepky, slunečnice a lnu) mezi sebou na parametry fermentace a složení mastných kyselin

Hodnoty stravitelnosti živin, ovlivněné 4 různými druhy drcených semen, jsou uvedeny v TABULCE 18. Ani jedno ze semen v KD neovlivnilo průkazně stravitelnost

DM. V práci BEAUCHEMIN *et al.* (2009) došlo ke snížení stravitelnosti sušiny při krmení slunečnice a lnu o 20, respektive 10 %, v porovnání s kontrolní KD, obsahující v bachoru inertní směs MK, a KD s řepkou. Nejmenší hodnoty stravitelnosti NDF byly pozorovány v nádobě se lněným semenem porovnání s ostatními nádobami ($P < 0,05$ s amarantem, $P < 0,001$ s řepkou a $P < 0,01$ se slunečnicí); další rozdíly mezi nádobami nebyly statisticky významné. Největší stravitelnost ADF byla zaznamenána v nádobě, obsahující semena slunečnice, v porovnání s ostatními nádobami ($P < 0,001$ s amarantem a lnem a $P < 0,01$ s řepkou); ostatní rozdíly mezi nádobami nebyly také statisticky významné. Stravitelnost NL byla nejnižší v nádobě s drcenou slunečnicí ($P < 0,001$), a to v porovnání se všemi ostatními nádobami. Nádoby s řepkou a lnem měly nejvyšší hodnoty stravitelnosti tuku v porovnání s nádobami s amarantem a slunečnicí ($P < 0,001$ ve všech případech); rozdíly mezi řepkou a lnem a amarantem a slunečnicí statisticky významné nebyly.

Hodnoty metabolismu N v effluentu jsou uvedeny v TABULCE 18. Množství $\text{NH}_3\text{-N}$ v nádobách se slunečnicí a lnem (nižší hodnoty) se statisticky významně lišilo od nádob s amarantem a řepkou (vyšší hodnoty; $P < 0,001$); uvnitř těchto dvou skupin statisticky významné rozdíly nebyly pozorovány. BEAUCHEMIN *et al.* (2009) stanovili nejvyšší hodnoty $\text{NH}_3\text{-N}$ v bachoru krav, krmených KD se slunečnicí, v porovnání s KD, obsahující řepku nebo len. Nejmenší množství N v effluentu bylo v nádobě s lněným semínkem v porovnání s amarantem ($P < 0,01$) a řepkou ($P < 0,05$). Množství N_M a efektivita mikrobiální syntézy byly prokazatelně vyšší v nádobách se lnem ($P < 0,05$ a $P < 0,001$) a slunečnicí ($P < 0,001$) v porovnání s amarantem a řepkou; průkazné rozdíly v syntéze N byly i mezi nádobami ($P < 0,001$), obsahujícími slunečnici a len (slunečnice nejvyšší hodnoty).

Slunečnice a len v KD prokazatelně snižovaly pH effluentu v porovnání s amarantem ($P < 0,01$) a řepkou ($P < 0,01$); rozdíly mezi slunečnicí a lnem, stejně jako mezi amarantem a řepkou, nebyly statisticky významné. Ani jedno z drcených semen neovlivnilo významně tvorbu fermentačních plynů a metanu. Semena olejnin (řepka, slunečnice a len) v KD krav (BEAUCHEMIN *et al.*, 2009) snižovala produkci metanu v průměru o 13 % v porovnání s KD bez semen; mezi semeny navzájem nebyl pozorován výrazný vliv na produkci metanu. U nádoby s drceným lnem byla pozorována celkově nejnižší tvorba TMK (mmol/l) (TABULKA 19) v porovnání s ostatními semeny ($P < 0,001$); průkazné rozdíly byly také při porovnání slunečnice a řepky (nejvyšší hodnoty TMK) ($P < 0,05$). Nižší hodnoty poměru A : P byly

stanoveny u nádob s amarantem a řepkou v porovnání se lnem a slunečnicí ($P < 0,01$ a $P < 0,001$); uvnitř skupin žádné rozdíly pozorovány nebyly. Nejmenší množství kyseliny octové (v mmol/l) bylo stanoveno v nádobě s drceným lnem, a to v porovnání se všemi ostatními semeny ($P < 0,01$ s amarantem a $P < 0,001$ s řepkou a slunečnicí). Drcený len vykazoval i nejnižší tvorbu kyseliny propionové (v mmol/l) ($P < 0,001$ v porovnání s řepkou a amarantem); nejvyšších hodnot naopak dosahovala řepka ($P < 0,001$ v porovnání s lnem a $P < 0,01$ se slunečnicí). V případě kyseliny máselné došlo k významným rozdílům v produkci mezi všemi semeny – nejvyšších hodnot dosahoval amarant ($P < 0,01$ vs řepka a $P < 0,001$ vs slunečnice a len), za ním byla řepka ($P < 0,001$ vs slunečnice a len), pak slunečnice ($P < 0,001$ vs len) a nejnižších hodnot dosahoval len. Semena amarantu produkovala největší množství kyseliny valerové a kapronové (v mmol/l) ($P < 0,001$ ve srovnání s ostatními semeny), řepka kyseliny iso-valerové ($P < 0,001$).

TABULKA 20 obsahuje data o vlivu drcených semen na tvorbu MK. Nebyl pozorován rozdíl ve vlivu těchto 4 drcených semen na tvorbu SFA; významný byl pouze rozdíl v tvorbě nenasycených MK. Nejvyšší hodnoty MUFA byly stanoveny v nádobě s řepkou ve srovnání se slunečnicí ($P < 0,05$), naopak v množství PUFA dosahovala slunečnice nejvyšších hodnot ($P < 0,05$ ve srovnání s řepkou); ostatní rozdíly mezi nádobami nebyly statisticky významné. Rozdíly mezi n-3 a n-6 MK byly zjištěny pouze u nádoby se lnem (nejnižší hodnoty) a slunečnicí (nejvyšší hodnoty; $P < 0,05$). Z nasycených MK nejmenší hodnoty kyseliny laurové (C12:0) v effluentu byly stanoveny v nádobě s amarantem ($P < 0,05$ v porovnání s řepkou) a kyseliny palmitové (C16:0) v nádobách se lnem a slunečnicí v porovnání s amarantem ($P < 0,01$ u obou semen) a řepkou ($P < 0,05$ pouze se lnem). Nádoba se slunečnicí měla nejnižší hodnoty kyseliny olejové (C18:1 n-9) v porovnání s řepkou (nejvyšší hodnota; $P < 0,05$) a kyseliny linolenové (C18:3 n-3) v porovnání se lnem (nejvyšší hodnota; $P < 0,05$) a nejvyšší hodnoty kyseliny linolové (C18:2 n-6) v porovnání s řepkou (nejnižší hodnota; $P < 0,01$). Rozdíly mezi semeny byly patrné i v tvorbě izomerů CLA – nejnižších hodnot 9,11-izomeru bylo dosaženo v nádobě s drcenou slunečnicí v porovnání s amarantem ($P < 0,01$) a řepkou a lnem ($P < 0,05$). Nejvyšších hodnot 10,12-CLA bylo dosaženo ve skupině nádob s amarantem a řepkou v porovnání s nádobami se slunečnicí a lnem ($P < 0,001$). Množství 9,11-CLA v bachoru kanylovaných krav bylo vyšší v KD se slunečnicovým olejem (5 % v sušině KD; KD

s vysokým obsahem jádra) v porovnání se stejným množstvím lněného oleje (LOOR *et al.*, 2004). Také množství 10,12-CLA bylo vyšší při krmení slunečnicového oleje.

5.7. Porovnání vlivu tepelně ošetřených semen (amarantu, řepky, slunečnice a lnu) mezi sebou na parametry fermentace a složení mastných kyselin

Hodnoty stravitelnosti živin, ovlivněné tepelně ošetřenými semeny 4 druhů hospodářským rostlin, jsou uvedeny v TABULCE 21. Stravitelnost sušiny krmných dávek neovlivnilo ani jedno ze semen, přidávaných v množství 10 % , do KD. V práci BEAUCHEMIN *et al.* (2009) došlo ke snížení stravitelnosti sušiny při krmení slunečnice a lnu o 20, respektive 10 %, v porovnání s kontrolní KD, obsahující v bachoru inertní směs MK, a KD s řepkou. Tepelně ošetřený len měl největší záporný vliv na stravitelnost NDF, a to v porovnání se všemi ostatními semeny ($P < 0,05$ pro amarant a $P < 0,001$ pro řepku a slunečnici). Rozdíly ve stravitelnosti ADF mezi semeny byly minimální – pouze mezi amarantem (nejnižší hodnoty) a slunečnicí (nejvyšší hodnoty) byl pozorován významný rozdíl ($P < 0,05$). Nádoba s amarantovými semeny měla nejnižší hodnoty stravitelnosti NL, a to hlavně ve srovnání s nádobami, obsahujícími len a slunečnici ($P < 0,001$). Nádoba s amarantem měla také nejnižší stravitelnost tuku, a to ve srovnání se všemi ostatními semeny ($P < 0,001$). Mimo již popsané rozdíly, nebyly ve stravitelnosti živin nalezeny žádné významné rozdíly mezi semeny.

I přes malé rozdíly ve stravitelnosti NL v nádobách se semeny, byl metabolismus N významně ovlivňován jejich přítomností v KD (TABULKA 21). Semena amarantu a řepky, v porovnání se semeny lnu a slunečnice, vykazovala nejvyšší výskyt $\text{NH}_3\text{-N}$ (mg/l) v effluentu ($P < 0,001$). BEAUCHEMIN *et al.* (2009) stanovili nejvyšší hodnoty $\text{NH}_3\text{-N}$ v bachoru krav, krmených KD se slunečnicí, v porovnání s KD, obsahující řepku nebo len. Také množství N (mg/l) v effluentu bylo vyšší v nádobách s amarantem, v porovnání s nádobami se slunečnicí a lnem ($P < 0,01$ a $P < 0,01$); v případě řepky byl významný rozdíl pouze proti nádobě se lnem ($P < 0,01$). Tvorba mikrobiálního dusíku a efektivita mikrobiální syntézy byla velmi výrazně ovlivněna přítomností semen v KD – pouze mezi nádobami se lnem a slunečnicí neexistovaly rozdíly v případě N_M a v případě EMS dokonce jen mezi

nádobou se slunečnicí a lnem. Ostatní rozdíly mezi nádobami byly významné – nejvyšších hodnot dosahovala již zmíněná nádoba se lnem a nejnižších nádoba s řepkou.

Hodnoty pH v nádobách byly významně ovlivněny semeny – slunečnice a len, v porovnání s amarantem a řepkou, významně snižovaly pH effluentu (len $P < 0,01$ a $P < 0,05$; slunečnice $P < 0,001$). Len v KD, v porovnání s amarantem ($P < 0,01$) a řepkou ($P < 0,01$), snižoval množství vzniklých fermentačních plynů; bohužel nedošlo zároveň ke snížení tvorby metanu. Semena olejnin (řepka, slunečnice a len) v KD krav (BEAUCHEMIN *et al.*, 2009) snižovala produkci metanu v průměru o 13 % v porovnání s KD bez semen; mezi semeny navzájem nebyl pozorován výrazný vliv na produkci metanu. Len dále snižoval i tvorbu TMK (v mmol/l) v effluentu, a to v porovnání se všemi ostatními semeny ($P < 0,001$). Významný rozdíl byl pozorován i mezi řepkou (nejvyšší hodnoty tvorby TMK) a slunečnicí ($P < 0,05$). Nejnižší hodnoty poměru A : P měla opět nádoba s lněným semínkem, a to pouze v porovnání s nádobou se slunečnicí (nejvyšší hodnoty; $P < 0,01$); rozdíly mezi ostatními nádobami nebyly významné. Vliv na snížení hodnot poměru A : P měla hlavně nízká produkce kyseliny octové (v mmol/l) v nádobě se lnem, a to v porovnání s ostatními semeny ($P < 0,001$) a kyseliny propionové, opět v porovnání s ostatními semeny ($P < 0,001$). Rozdíly v tvorbě kyseliny máselné (v mmol/l) nebyly významné pouze mezi nádobami s amarantem a řepkou; v nich byla také pozorována nejvyšší produkce této kyseliny. Nejnižší množství kyseliny máselné bylo stanoveno v nádobě se lněným semínkem. Slunečnice a len měly nejnižší množství kyseliny valerové a kapronové (v mmol/l) v effluentu, v porovnání s řepkou a amarantem ($P < 0,001$). Nízké hodnoty kyseliny iso-valerové (v mmol/l) v nádobách měly KD s amarantem a lnem, v porovnání se slunečnicí a řepkou ($P < 0,001$).

Hodnoty vybraných MK a jejich skupin jsou uvedeny v TABULCE 23. Množství SFA v effluentu bylo nejvyšší v nádobě s amarantem, v porovnání se slunečnicí a lnem ($P < 0,05$). Nejvyšší hodnoty MUFA byly stanoveny v nádobě s řepkou, a to v porovnání se všemi ostatními semeny ($P < 0,05$ amarant a slunečnice, $P < 0,001$ len). Nejvyšších hodnot PUFA bylo dosaženo v nádobě se lnem, a to v porovnání s amarantem a řepkou ($P < 0,05$). Řepka vykazovala nejvyšší hodnoty poměru n-3/n-6 PUFA, a to v porovnání s amarantem ($P < 0,05$) a slunečnicí (nejnižší hodnoty; $P < 0,001$). Nádoba se slunečnicí obsahovala nejmenší množství kyseliny stearové (C18:0) v porovnání s amarantem a řepkou ($P < 0,05$) a spolu se lnem obsahovala i nejnižší množství kyseliny palmitové (C16:0; $P < 0,001$ v porovnání

s amarantem a $P < 0,05$ v porovnání s řepkou). Největší množství kyseliny olejové (C18:1 n-9) bylo stanoveno v nádobě s řepkou, v porovnání s ostatními semeny ($P < 0,001$). Největší množství kyseliny linolové (C18:2 n-6) bylo stanoveno v nádobách, obsahujících slunečnici a len, v porovnání s amarantem a řepkou ($P < 0,05$) a kyseliny linolenové (C18:3 n-3) v nádobě se lnem, v porovnání s amarantem ($P < 0,01$) a slunečnicí ($P < 0,001$). V porovnání s ostatními nádobami, nádoba se lnem obsahovala nejmenší množství 9,11-CLA ($P < 0,01$) a nádoby se lnem a slunečnicí obsahovaly i menší množství 10,12-CLA, v porovnání s amarantem ($P < 0,01$) a řepkou ($P < 0,001$, respektive $P < 0,01$). Množství 9,11-CLA v bachoru kanylovaných krav bylo vyšší v KD se slunečnicovým olejem (5 % v sušině KD; KD s vysokým obsahem jádra) v porovnání se stejným množstvím lněného oleje (LOOR *et al.*, 2004). Také množství 10,12-CLA bylo vyšší při krmení slunečnicového oleje.

5.8. Zjištění možného vlivu úpravy semen na parametry fermentace a složení mastných kyselin

Tato kapitola sleduje možný vliv úpravy semen na výsledky pokusů. Data pro statistiku byla získána využitím výsledků jednotlivých pokusů se 4 druhy semen hospodářských plodin – každá veličina je tedy průměrem z 24 hodnot (4 semena krát 6 dní pokusu, kdy se odebíraly vzorky). Data jsou uvedena v TABULKÁCH 24, 25 a 26.

Úprava semen neměla statisticky významný vliv na hodnoty pH, stravitelnost živin, metabolismus dusíku, ani na produkci fermentačních plynů (TABULKA 24). Co se týče produkce TMK (TABULKA 25), drcená semena obecně vykazovala vyšší poměr A : P, a to v porovnání se šrotovanými i tepelně ošetřenými semeny ($P < 0,05$). Drcená semena také měla nejvyšší produkci kyseliny octové, a to v porovnání se šrotovanými semeny ($P < 0,05$).

V případě MK (TABULKA 26) zjistíme, že drcená semena, v porovnání s tepelně ošetřenými, měla vyšší hodnoty SFA v effluentu ($P < 0,01$) – hlavně díky obsahu kyseliny laurové (C12:0; $P < 0,05$) a myristové (C14:0; $P < 0,05$).

5.9. Vliv změny poměru objemu (seno) a jádra (ječmen) v krmné dávce na parametry fermentace a složení mastných kyselin

KD se skládaly z lučního sena z 1. seče a ječného šrotu, a to v poměru 70 : 30, 60 : 40 a 50 : 50 % v sušině (hodnoty živin, obsažených v KD, jsou uvedeny v TABULCE 27). Množství NL se změnilo ze 7,4 na 13 % po přidání jádra do KD a došlo i k poklesu množství NDF z 62,6 na 45,3 %. Množství ADF se změnilo pouze nepatrně – z 32 na 29 %. Se vzrůstajícím množstvím jádra v KD došlo i ke zvýšení obsahu tuku z 1,3 na 11,5 %.

Hodnoty stravitelnosti živin jsou uvedeny v TABULCE 29. Nejvyšší hodnoty stravitelnosti DM pozorujeme u KD s největším podílem jádra, v porovnání s KD se 30 % jádra ($P < 0,01$). Stravitelnost NDF změny v KD neovlivnily; vyšší množství jádra v KD způsobilo výrazné zvýšení stravitelnosti ADF v porovnání s KD se 30 % jádra ($P < 0,01$). Stravitelnost DM u KD býků, založené na měnícím se poměru lučního sena, nebyla ovlivněna změnami v poměru objemu k jádru (SACKMANN *et al.*, 2003). Stravitelnost NDF se lineárně zvyšovala se zvyšujícím se množstvím objemu v KD. KALSCHEUR *et al.* (1997) zjistili nižší stravitelnost NDF v bacheru krav, krmných KD s nízkým vs vysokým podílem objemné části. Stravitelnost ADF nebyla ovlivněna množstvím jádra v KD býků. Každé zvýšení množství jádra zvýšilo i stravitelnost NL, obsažených v KD – 40% obsah ječmene zvýšil stravitelnost v porovnání s 30% obsahem ($P < 0,01$), 50% obsah ječmene v KD znamenal nejvyšší hodnoty stravitelnosti NL, a to v porovnání s oběma KD ($P < 0,001$). Stravitelnost tuku byla opět výrazně ovlivněna množstvím jádra v KD – 50% obsah jádra v KD znamenal i nejvyšší hodnoty stravitelnosti tuku v KD ($P < 0,001$ pro obě KD); rozdíl byl pozorován i mezi oběma KD s nižším obsahem jádra ($P < 0,001$).

TABULKA 29 uvádí hodnoty metabolismu N. Množství $\text{NH}_3\text{-N}$ v effluentu se nejprve se zvyšujícím se množstvím jádra v KD zvyšuje ($P < 0,01$ nádoba s 30% obsahem NL vs nádoba se 40% obsahem NL), po dalším zvýšení množství $\text{NH}_3\text{-N}$ v effluentu prudce klesá, a to jak v porovnání s KD s 40% obsahem jádra ($P < 0,001$), tak v porovnání s KD, obsahující 30 % jádra ($P < 0,01$). Množství $\text{NH}_3\text{-N}$ v bacheru se snižovalo s rostoucím množstvím ječmene v KD býků, založené na lučním senu v pokuse LARDY *et al.* (2004). Podobných výsledků dosáhli CHASE a HIBBERD (1987) a PORDOMINGO *et al.* (1991) s KD, založenými na kukuřici jako zdroje jádra.

Množství N v effluentu také ovlivňovalo množství jádra v KD – se zvyšujícím se množstvím jádra klesalo množství N v effluentu. I přes výrazné rozdíly mezi nádobami, co se týče obsahu $\text{NH}_3\text{-N}$ a N v effluentu, nebylo statisticky významně ovlivněno množství mikrobiálního dusíku, ani efektivita mikrobiální syntézy.

S rostoucím množstvím jádra v KD klesala hodnota pH v effluentu ($P < 0,001$) (TABULKA 29). Tyto výsledky se shodují s výsledky KALSCHURA *et al.* (1997), kteří pozorovali snižování hodnot pH při krmení KD s vysokým obsahem jaderným krmiv. Množství vyprodukovaného fermentačního plynu se neměnilo se změnami v KD, ale s množstvím jádra v KD stoupalo množství metanu v něm ($P < 0,05$ KD s 30 % jádra vs KD se 40 % a $P < 0,01$ KD s 30 % jádra vs 50 %). Množství vyprodukovaných TMK (v mmol/l) (TABULKA 30) bylo nejnižší v nádobě se 40 % jádra v porovnání s nádobou s 30 % jádra ($P < 0,001$) i s nádobou s 50 % jádra ($P < 0,001$). Poměr A : P množství jádra v KD nezměnilo; nebyly zjištěny žádné statisticky významné rozdíly mezi nádobami. Největší tvorba kyseliny octové (v mmol/l) byla pozorována v nádobě se 50 % jádra v KD, a to v porovnání s KD, obsahující 40 % jádra ($P < 0,01$); tvorba kyseliny propionové (v mmol/l) nebyla množstvím jádra ovlivněna. I produkce ostatních TMK byla nejnižší v nádobě se 40 % jádra v KD – KD s nejmenším množstvím jádra produkovala největší množství kyseliny máselné, iso-máselné, valerové a kapronové; největší množství kyseliny iso-valerové bylo stanoveno v nádobě s 50 % jádra. BOYLES *et al.* (1998) zaznamenali zvyšující se množství kyseliny máselné a iso-valerové s rostoucím podílem ječmene v KD. PORDOMINGO *et al.* (1991) stanovili nižší množství kyseliny octové a vyšší množství kyseliny máselné v bachoru volně se pasoucích býků, přikrmovaných zvyšujícím se množstvím kukuřice. REYNOLDS *et al.* (1993) nezjistili rozdíly v produkci kyseliny octové při přidavku ječmene nebo kukuřice a zjistili vyšší množství kyseliny máselné v obou KD, v porovnání s kontrolou.

Hodnoty množství MK a jejich skupin jsou uvedeny v TABULCE 31. Množství nasycených a nenasycených MK obecně nebylo ovlivněno zvyšujícím se množstvím jádra (ječmene) v KD; pouze poměr n-3/n-6 PUFA klesal se stoupajícím podílem jádra v KD ($P < 0,01$ a $P < 0,001$). S rostoucím poměrem jádra v KD také klesal podíl kyseliny palmitové (C16:0; $P < 0,05$ a $P < 0,01$) a stearové (C18:0; $P < 0,05$) v effluentu. Se zvyšujícím se množstvím jádra stoupalo dále množství trans-MK, jako je kyselina elaidová (C18:1 n-9t; $P < 0,05$ a $P < 0,001$) a vakcenová (C18:1 n-11t; $P < 0,05$) a také stoupalo množství 10,12-CLA ($P < 0,01$). V pokuse KUCUK *et al.*

(2001), kteří krmili ovcím KD, založené na různém množství sena a jádra, nebylo množství C16:0 ovlivněno složením KD, s roustoucím podílem jádra klesalo množství C18:0. Množství 9,11-CLA stoupalo se zvyšujícím se množstvím objemu a množství 10,12-CLA klesalo. Tyto výsledky byly shodné s výsledky GRIINARI a BAUMAN (1999), kde KD s vysokým podílem jádra měly nižší množství 9,11-izomeru CLA v podkožním tuku a mléce a vyšší podíl 10,12-CLA v mléce krav, krměných KD s nízkým obsahem vlákniny.

5.10. Porovnání vlivu 3 krmných dávek, krměných dojeným kravám v různých fázích laktace, na parametry fermentace a složení mastných kyselin

KD dojených krav, jejíž využití závisí na fázi laktace zvířete, se liší navzájem v obsahu NL v sušině (TABULKA 28) – jeho množství se pohybovalo od 17,4 u krav v 1.fázi laktace do 14,9 % v sušině KD u suchostojných krav. Obsah NDF byl 45,8 % v KD krav v 1.fázi laktace, 52,7 % krav ve 2.fázi laktace a 57,3 % u suchostojných krav. Obsah ADF byl velmi nízký v KD krav v 1.fázi laktace (26,8 %), v ostatních KD byl stanoven ve výši 49,3 a 41,4 %. Obsah tuku se pohyboval v rozmezí od 2 do 3,4 %.

Hodnoty stravitelnosti živin jsou uvedeny v TABULCE 32. Stravitelnost DM byla výrazně nejnižší v KD suchostojných krav a lišila se tak od obou KD laktujících zvířat ($P < 0,01$ v obou případech). Stravitelnost NDF složení KD neovlivnilo; výrazný rozdíl byl pozorován ve stravitelnosti ADF. Nejnižší hodnoty stravitelnosti ADF vykazovala KD krav v 1.fázi laktace, a to v porovnání s oběma dalšími KD ($P < 0,001$). Nejvyšší hodnoty stravitelnosti ADF byly stanoveny v nádobě s KD krav v 2.fázi laktace, a to i v porovnání s KD suchostojných krav ($P < 0,01$). Stravitelnost NDF v bacheru nebyla ovlivněna změnou v poměru jádra a objemu v KD laktujících krav v pokuse YANGA *et al.* (2001), založené na vojtěškové a ječné siláži, vojtěškovém seně a koncentrátu, kde poměr objemu k jádru se měnil z 35 : 65 na 55 : 45 %. Hodnoty stravitelnosti ADF v bacheru vzrostly po zvýšení poměru objemu v KD. Stravitelnost NL byla nejnižší u KD suchostojných krav, a to v porovnání s oběma KD krav v laktaci ($P < 0,001$); mezi těmito KD nebyl pozorován statisticky významný rozdíl ve stravitelnosti této živiny. Nejvyšší stravitelnost tuku byla stanovena v KD krav v 1.fázi laktace ($P < 0,01$ a $P < 0,001$).

Množství dusíku v effluentu (TABULKA 32) klesá s předpokládanou užitkovostí zvířat – nejvyšších hodnot $\text{NH}_3\text{-N}$ v effluentu dosahovala nádoba s KD krav v 1.fázi laktace ($P < 0,01$ a $P < 0,001$ v porovnání s ostatními KD); tato nádoba dosahovala i nejvyšších hodnot N v effluentu, i když pouze v porovnání s KD suchostojných krav ($P < 0,05$). Množství mikrobiálního dusíku v effluentu bylo nejvyšší v nádobě s KD suchostojných krav, a to v porovnání s oběma KD zvířat v laktaci ($P < 0,001$); také EMS byla v této nádobě nejvyšší, i když pouze v porovnání s KD krav v 2.fázi laktace ($P < 0,01$).

Na rozdíl od KD suchostojných krav měly nádoby s KD laktujícími zvířaty výrazně nižší hodnoty pH effluentu ($P < 0,05$) (TABULKA 32). Produkci fermentačního plynu a metanu složení KD neovlivnilo. Množství TMK (v mmol/l) nebylo také ovlivněno složením KD (TABULKA 33); výrazné rozdíly ovšem pozorujeme u hodnot poměru A : P. Se snižující se užitkovostí zvířat roste poměr A : P – nejvyšších hodnot dosahuje nádoba s KD suchostojných krav ($P < 0,001$ v porovnání s KD krav v 1.fázi laktace a $P < 0,01$ u KD krav v 2.fázi laktace). Tyto změny nejsou způsobeny změnami v produkci kyseliny octové (její obsah v effluentu je víceméně konstantní a rozdíly mezi nádobami nejsou statisticky významné), ale změnami v produkci kyseliny propionové. Nejvyšší hodnoty produkce kyseliny propionové (v mmol/l) jsou pozorovány v nádobě s KD krav v 1.fázi laktace ($P < 0,01$ a $P < 0,001$), pak již její množství v effluentu klesá (nejnižších hodnot dosahuje v nádobě s KD suchostojných krav; $P < 0,001$ a $P < 0,05$). KD suchostojných krav vyprodukovala nejnižší množství kyseliny máselné (v mmol/l), v porovnání s oběma KD laktujícími zvířaty ($P < 0,01$ a $P < 0,001$). Množství ostatních, méně důležitých TMK, bylo také nejnižší v nádobě s KD suchostojných krav, v porovnání s KD laktujícími zvířaty. Krmení dávky s vyšším obsahem objemu (70 % kukuřičné siláže) býkům (HUSSEIN *et al.*, 1995) zvýšilo množství kyseliny octové a snížilo množství kyseliny propionové a valerové. Množství kyseliny máselné, iso-máselné a iso-valerové nebylo ovlivněno množstvím objemu v KD.

Složení KD krav nezměnilo složení hlavních skupin MK (TABULKA 34) – rozdíly mezi hodnotami nasycených a nenasycených MK nebyly statisticky významné. Pouze rozdíl v poměru n-3/n-6 PUFA byl statisticky významný – vyšších hodnot dosáhl v nádobě s KD krav v 1.fázi laktace, v porovnání s ostatními KD ($P < 0,01$). Nádoba s KD krav v 1.fázi laktace obsahovala nejvyšší hodnoty kyseliny palmitové (C16:0; $P < 0,05$ a $P < 0,01$) a stearové (C18:0; $P < 0,05$). Nádoba s touto KD vykazovala také

nejnižší koncentraci trans-MK elaidové (C18:1 n-9t; $P < 0,05$ a $P < 0,001$) a vakcenové (C18:1 n-11t; zde pouze ve srovnání s KD suchostojných krav – $P < 0,05$) a výrazně nejvyšší hodnotu 10,12-izomeru CLA ($P < 0,001$).

6. ZÁVĚR

Krmná dávka, která byla použita jako kontrolní, obsahovala velké množství objemu (70 % lučního sena v sušině) a 30 % jádra (ječmen); nejedná se tedy o typickou KD pro zvířata s vysokou užitkovostí. Nedostatek dusíkatých látek byl v systému *in vitro* doplněn močovinou tak, aby množství NL dosáhlo doporučených 11 % v KD.

Nahrazením 10 % jádra této KD semeny amarantu a olejin nedošlo obecně k velkému poškození procesů fermentace. V případě slunečnicových a lněných semen došlo ke snížení hodnot pH, ale přesto nedošlo k poklesu hodnot pod fyziologické hodnoty pH bacheru. Semena v tomto množství a v této KD nesnížila množství vznikajícího metanu, přestože obsahovala MK s nenasycenými dvojnými vazbami. Všechna použitá semena zvyšovala mikrobiální aktivitu při syntéze dusíku a současně snižovala množství amoniakálního dusíku v bacheru. Obecně lze také říct, že 10 % semen v KD snižovalo produkci TMK, hlavně kyseliny octové. Semena amarantu nezměnila poměr nasycených a nenasycených MK v bacheru, řepková semena snížila množství SFA a zvýšila množství MUFA, slunečnice snížila množství SFA a tepelně upravená slunečnice zvýšila množství PUFA a lněná semena snížila množství SFA a tepelně upravený len zvýšil množství PUFA v effluentu.

Při porovnání vlivu amarantu, řepky, slunečnice a lnu mezi sebou na fermentační procesy v bacheru byly pozorovány odchylky ve výsledcích, způsobené úpravou semen. V případě šrotovaných semen pozorujeme nejvyšší hodnoty stravitelnosti NDF a ADF u slunečnicových semen, lněná semena vykazovala nejnižší hodnoty stravitelnosti NL a nejvyšší hodnoty stravitelnosti tuku. Nejnižší hodnoty v produkci mikrobiálního dusíku a efektivitě mikrobiální syntézy byly pozorovány v nádobách s amarantem a řepkou. Nejnižší hodnoty pH byly naměřeny v nádobě se šrotovanou slunečnicí a nádoba se šrotovanými lněnými semeny vykazovala celkově nejnižší produkci TMK. Nebyl prokázán vliv šrotovaných semen na produkci SFA v effluentu; na produkci MUFA měla vliv pouze řepková semena. Lněné semeno zvýšilo množství PUFA v effluentu v porovnání s KD, obsahujícími amarant a řepku.

V případě drcených semen nejmenší hodnoty stravitelnosti NDF byly pozorovány v nádobě se lněným semenem a největší stravitelnost ADF a nejnižší stravitelnost NL v nádobě, obsahující semena slunečnice. Množství N_M a EMS byly prokazatelně vyšší v nádobách se lnem a slunečnicí v porovnání s amarantem a řepkou.

Slunečnice a len v KD prokazatelně snižovaly pH effluentu a u nádoby s drceným lnem byla pozorována celkově nejnižší tvorba TMK. Nebyl pozorován rozdíl ve vlivu těchto 4 drcených semen na tvorbu SFA; nejvyšší hodnoty MUFA byly stanoveny v nádobě s řepkou ve srovnání se slunečnicí, naopak v množství PUFA dosahovala slunečnice nejvyšších hodnot.

V případě tepelně ošetřených semen byly nejnižší hodnoty stravitelnosti NDF pozorovány v nádobě se lnem; nádoba s amarantem měla nejnižší hodnoty stravitelnosti ADF a NL. Nejvyšších hodnot mikrobiální syntézy dusíku bylo dosaženo v nádobě se lnem a nejnižších v nádobě s řepkou. Slunečnice a len, v porovnání s amarantem a řepkou, významně snižovaly pH effluentu. Len dále snižoval i tvorbu TMK v effluentu, a to v porovnání se všemi ostatními semeny. Množství SFA v effluentu bylo nejvyšší v nádobě s amarantem, v porovnání se slunečnicí a lnem, nejvyšší hodnoty MUFA byly stanoveny v nádobě s řepkou a nejvyšších hodnot PUFA bylo dosaženo v nádobě se lnem.

Nejen semena amarantu a olejnin, ale i složení krmné dávky a poměr jaderné a objemové části KD měl vliv na fermentaci v bachoru. Vyšší podíl jádra způsobil zvýšení stravitelnosti sušiny, ADF, NL a tuku v krmné dávce; nedošlo však ke změnám v produkci mikrobiálního dusíku. Se zvyšujícím se podílem jádra stoupala produkce metanu a množství kyseliny octové; tvorba kyseliny propionové nebyla ovlivněna. Podíl jádra v KD zvyšoval množství trans-MK a 10,12-CLA v effluentu. V případě KD pro mléčné krávy došlo se zvyšujícím se množstvím jádra ke snížení stravitelnosti ADF a zvýšení stravitelnosti sušiny a NL. Nejvyšší aktivita mikrobiální syntézy dusíku byla pozorována u KD pro suchostojné krávy; také v případě této KD pozorujeme nejvyšší hodnoty pH bachorové tekutiny. V produkci metanu nebyl rozdíl mezi KD a složení KD nemělo vliv ani na složení hlavních skupin MK.

Závěrem můžeme konstatovat, že 10 % semen olejnin (a amarantu) v KD, která má vyšší zastoupení objemu, nezpůsobí poruchy v metabolismu bachoru a ani škody na užitkovosti zvířat (vzhledem ke složení KD jde spíše o KD pro výkrm zvířat, než pro mléčný skot). Nedojde také k předpokládanému snížení tvorby metanu – přesto je jeho obsah nižší, než by byl v KD s vyšším obsahem jádra (s vyšším podílem jádra docházelo ke zvýšení produkce metanu v pokuse s měnícím se poměrem jádra a objemu). Semena olejnin snižovala tvorbu kyseliny octové, což by u mléčného skotu mohlo vést ke snížení tučnosti mléka.

7a. SOUHRN

Cílem doktorandské práce bylo porovnat vliv 4 semen (amarantu, řepky, slunečnice a lnu), přidanych do krmné dávky, založené na 70 % objemu (luční seno) a 30 % jádra (ječmen), na parametry fermentace a obsah mastných kyselin v effluentu v pokusech *in vitro* na přístroji RUSITEC. Obsah semen v pokusných krmných dávkách byl 10 % v sušině; obsah lučního sena 70 % a obsah ječmene 20 % (zůstal tak zachován poměr objemu a jádra v kontrolní a pokusných krmných dávkách). Dále byl sledován vliv těchto semen na parametry fermentace mezi sebou navzájem a vliv úpravy semen (šrotování, drcení a mikrovlnné záření) na bachorovou fermentaci.

Protože na fermentaci a obsah mastných kyselin v bachoru nemají vliv pouze přidávaná semena olejnin a/nebo oleje, byl sledován i různý poměr objemné a jaderné části KD, tvořené senem a ječmenem (70 : 30, 60 : 40 a 50 : 50 %) a dále byly sledovány 3 komerční KD, které jsou krmeny mléčným skotu na farmě Netluky. Vybrány byly KD pro krávy v prvních 100 dnech laktace, od 101.dne laktace do jejího ukončení a KD pro suchostojné krávy. Na základě výsledků byly stanoveny obecné zásady a doporučení pro krmení olejnin produkčním hospodářských zvířatům.

Semena pokusných rostlin byla vypěstována v roce 2004 – amarant na pozemcích Zemědělské univerzity v Českých Budějovicích a semena řepky, slunečnice a lnu byla vypěstována zemědělci na okrese Kolín. Semena byla upravována 3 různými způsoby – šrotováním na velikost částic 1 mm, ručním drcením do porušení obalů všech semen a mikrovlnným zářením tak, aby došlo k jejich tepelnému ošetření, ale ne destrukci a po vychladnutí byla opět ručně drcena do porušení obalů všech semen.

Pokusy *in vitro* probíhaly na přístroji RUSITEC, který simuluje pohyby bachoru a procesy fermentace, které v něm probíhají. Bachorová tekutina byla odebírána ze 4 skopců bachorovou kanylou, vždy hodinu po nakrmení a byla použita k osazení vnitřního prostředí nádob RUSITECu bachorovými mikroorganismy. Po 6 dnech adaptace systému na změny v KD probíhal po dobu 6-ti dnů odběr vzorků krmiva, plynů a effluentu. Ze vzorků krmiva před a po degradaci v bachoru byla stanovena sušina a množství NDF, ADF, NL a tuku a vypočítány hodnoty stravitelnosti jednotlivých živin po 48-hodinové inkubaci krmiva. Bylo změřeno pH bachorové tekutiny v nádobě a odebrány vzorky effluentu pro stanovení celkových a jednotlivých TMK (mmol/l a mol%), množství NH₃-N a N (mg/l) a jednotlivých MK (%).

Z výsledků množství N v effluentu byly stanoveny hodnoty produkce mikrobiálního dusíku a efektivity mikrobiální syntézy a z MK vypočítáno množství SFA, MUFA, PUFA a poměr n-3/n-6 PUFA. Byly odebrány také vaky se vzniklým fermentačním plynem a v laboratoři bylo stanoveno jeho celkové množství (l/d) a množství metanu v něm (ml/d a %).

Výsledky byly vyhodnoceny pomocí jednocestné ANOVY, a pokud byly zjištěny statisticky významné rozdíly ($P < 0,05$), byl použit Tukeyho test pro porovnání průměrů mezi testovanými skupinami (program STATISTIKA 6 (2001)). Normalita hodnot byla zkontrolována Shapiro-Wilkovým testem (SAS Institute, 2000). Výsledky v tabulkách byly prezentovány jako průměry hodnot a směrodatné odchylky (SE).

Vliv upravených semen amarantu na parametry fermentace a obsah mastných kyselin v bacheru

Amarant v KD neovlivnil stravitelnost sušiny a ADF; šrotovaná a tepelně upravená semena amarantu v KD snížila stravitelnost NDF v porovnání s kontrolou. Drcená semena amarantu (s i bez tepelné úpravy) snižovala stravitelnost tuku, v porovnání s kontrolou a KD se šrotovaným amarantem. Stravitelnost NL a množství $\text{NH}_3\text{-N}$ a N (mg/l) v effluentu amarant v KD neovlivnil; přesto došlo ke zvýšení produkce N_M a EMS ve všech nádobách, obsahujících amarant, v porovnání s kontrolní KD.

Semena amarantu v KD neovlivnila hodnoty pH bacherové tekutiny, tvorbu fermentačních plynů a metanu, ani tvorbu celkových TMK, v porovnání s kontrolní KD. V nádobě, obsahující šrotovaný a drcený amarant, došlo ke snížení poměru A : P, v porovnání s kontrolou – hlavně díky snížení produkce kyseliny octové (mmol/l); produkce kyseliny propionové nebyla ovlivněna. Šrotovaný amarant zvýšil produkci kyseliny máselné, v porovnání s tepelně upraveným.

Semena amarantu neměla vliv na produkci nasycených a nenasycených MK; pouze v nádobě se šrotovaným amarantem došlo ke snížení poměru n-3/n-6 PUFA. Semena amarantu způsobila změny v produkci 9,11-CLA v porovnání s kontrolou – zatímco šrotování a tepelná úprava zvýšily produkci tohoto izomeru CLA, drcená semena amarantu snížila množství 9,11-CLA v effluentu.

Vliv upravených semen řepky na parametry fermentace a obsah mastných kyselin v bacheru

Semena řepky v KD neovlivnila stravitelnost sušiny, NDF a NL; v případě ADF došlo ke zvýšení stravitelnosti této živiny v nádobách s drcenou a tepelně ošetřenou řepkou. Stravitelnost tuku významně vzrostla po přidání semen do KD. Množství $\text{NH}_3\text{-N}$ v mg/l v effluentu se s přidáním řepky nezměnilo; množství N v mg/l v effluentu výrazně pokleslo v porovnání s kontrolou. Všechny nádoby, obsahující semena řepky, vykazovaly vyšší aktivitu mikrobiální syntézy dusíku (N_M a EMS).

Hodnoty pH, produkce fermentačního plynu a metanu, stejně jako TMK, nebyly řepkou ovlivněny. Semena způsobila pokles poměru A : P; největší pokles byl pozorován v nádobě se šrotovanou řepkou; došlo zde také k významnému poklesu tvorby kyseliny octové. Produkce kyseliny propionové nebyla semeny ovlivněna, ale semena v KD způsobila pokles v produkci kyseliny máselné.

Statisticky významný pokles hodnot SFA a nárůst MUFA byl pozorován v pokusných nádobách, obsahujících šrotovanou a tepelně upravenou řepku. V případě polynenasycených MK a poměru n-3 a n-6 kyselin nedošlo k žádným významným změnám. Drcená semena řepky v KD zvýšila množství 9,11-CLA v effluentu.

Vliv upravených semen slunečnice na parametry fermentace a obsah mastných kyselin v bacheru

Slunečnice v KD neovlivnila stravitelnost sušiny; šrotovaná slunečnice zvýšila stravitelnost NDF a slunečnicová semena obecně zvýšila i stravitelnost ADF krmné dávky. V porovnání s kontrolou šrotovaná a tepelně upravená semena slunečnice zvýšila stravitelnosti NL a tuku; naopak drcená slunečnice hodnoty stravitelnosti obou živin snížila. Slunečnice v KD snižovala množství $\text{NH}_3\text{-N}$ a neměla vliv na množství N v effluentu. Ve všech nádobách se slunečnicí došlo k nárůstu mikrobiální aktivity, porovnání s kontrolou; nejvyšších hodnot bylo dosaženo v nádobě s drcenou slunečnicí.

Slunečnice snížila hodnoty pH bacherové tekutiny a neměla vliv na produkci fermentačních plynů a metanu. Ve všech nádobách se slunečnicí došlo k poklesu tvorby TMK; v nádobě s tepelně upravenou slunečnicí došlo i k významnému poklesu poměru A : P, hlavně díky poklesu v tvorbě kyseliny octové a vzrůstu tvorby kyseliny propionové. Slunečnice v KD také snížila množství kyseliny máselné.

Šrotovaná a tepelně ošetřená slunečnice snížila množství SFA v effluentu, tepelně ošetřená slunečnice zvýšila množství PUFA; množství MUFA v effluentu nebylo přidáním slunečnicových semen do KD ovlivněno. Obě varianty drcené slunečnice snížily poměr n-3/n-6 PUFA, v porovnání s kontrolou; obecně slunečnice zvýšila množství 9,11- a snížila množství 10,12-CLA v effluentu, v porovnání s kontrolou.

Vliv upravených semen lnu na parametry fermentace a obsah mastných kyselin v batoru

Stravitelnost sušiny len v KD neovlivnil; stravitelnost NDF snížil drcený len v obou úpravách a šrotovaný len zvýšil stravitelnost ADF v KD. Pozitivní vliv na stravitelnost NL měl tepelně ošetřený len; naopak šrotovaný len stravitelnost NL snižoval. Šrotovaný len také významně snižoval stravitelnost tuku v KD. Drcený len v KD snižoval množství $\text{NH}_3\text{-N}$ a N v effluentu; ve všech nádobách s lněným semínkem byly naměřeny vyšší hodnoty N_M a EMS, v porovnání s kontrolou.

V nádobách se šrotovaným a drceným lnem došlo ke snížení pH batorové tekutiny a snížení tvorby plynů; přesto nedošlo ke snížení produkce metanu. Ve všech nádobách se lnem došlo ke snížení tvorby celkových TMK, snížení poměru A : P a produkce všech TMK, v porovnání s kontrolní KD.

Šrotovaný a tepelně upravený len snížil množství SFA v effluentu v porovnání s kontrolní KD; vliv na množství MUFA nebyl prokázán. Tepelně ošetřený len jako jediný prokazatelně zvýšil množství PUFA v effluentu v porovnání s kontrolní KD; poměr n-3/n-6 PUFA nebyl ovlivněn přidavkem lněných semen do KD. Lněné semínko neovlivnilo množství 9,11-CLA v effluentu; zato došlo ke snížení množství 10,12-izomeru CLA, a to ve všech 3 nádobách s upraveným lnem v porovnání s kontrolou.

Porovnání vlivu šrotovaných semen (amarantu, řepky, slunečnice a lnu) mezi sebou na parametry fermentace a složení MK

Stravitelnost sušiny jednotlivých KD se nelišila; největší hodnoty stravitelnosti NDF byly pozorovány v nádobě se slunečnicí a nejnižší v nádobách s amarantem a lnem. Stravitelnost ADF bylo opět nejvyšší v nádobě se slunečnicí a nejnižší v nádobě s amarantem. Stravitelnost NL nejvíce snižoval len v KD; stravitelnost tuku byla

nejvyšší v nádobě se lněným semínkem. Množství $\text{NH}_3\text{-N}$ (mg/l) v nádobě, obsahující šrotovaný len, bylo v porovnání se šrotovaným amarantem a řepkou nižší a množství N (mg/l) bylo nejvyšší v nádobě se šrotovaným amarantem; nejnižší hodnoty v produkci mikrobiálního dusíku a efektivitě mikrobiální syntézy byly pozorovány v nádobách s amarantem a řepkou.

Nejnižší hodnoty pH byly naměřeny v nádobě se slunečnicí. Mezi semeny nebyl patrný rozdíl v produkci fermentačních plynů; pouze řepka snižovala prokazatelně produkci metanu v porovnání se slunečnicí. Nádoba se šrotovanými lněnými semeny vykazovala celkově nejnižší produkci TMK. U nádoby se šrotovanou slunečnicí byla stanovena nejvyšší hodnota poměru A : P v porovnání s řepkou. Len vykazoval nejnižší produkci kyseliny octové, propionové i máselné.

Nebyl prokázán vliv semen na produkci SFA v effluentu; na produkci MUFA měla vliv pouze řepková semena. Lněné semeno zvýšilo množství PUFA v effluentu v porovnání s KD, obsahujícími amarant a řepku; největší hodnota poměru n-3/n-6 kyselinám byla pozorována v nádobě s řepkou. Vysoké hodnoty 10,12-CLA byly naměřeny mezi nádobami s amarantem a řepkou v porovnání se slunečnicí a lnem; rozdíly v tvorbě 9,11-CLA nebyly statisticky významné.

Porovnání vlivu drcených semen (amarantu, řepky, slunečnice a lnu) mezi sebou na parametry fermentace a složení MK

Ani jedno ze semen v KD neovlivnilo průkazně stravitelnost DM. Nejmenší hodnoty stravitelnosti NDF byly pozorovány v nádobě se lněným semenem a největší stravitelnost ADF byla zaznamenána v nádobě, obsahující semena slunečnice, v porovnání s ostatními nádobami. Stravitelnost NL byla nejnižší v nádobě s drcenou slunečnicí a nádoby s řepkou a lnem měly nejvyšší hodnoty stravitelnosti tuku v porovnání s nádobami s amarantem a slunečnicí. Množství $\text{NH}_3\text{-N}$ v nádobách se slunečnicí a lnem (nižší hodnoty) se statisticky významně lišilo od nádob s amarantem a řepkou (vyšší hodnoty); nejmenší množství N v effluentu bylo v nádobě s lněným semínkem. Množství N_M a efektivita mikrobiální syntézy byly prokazatelně vyšší v nádobách se lnem a slunečnicí v porovnání s amarantem a řepkou.

Slunečnice a len v KD prokazatelně snižovaly pH effluentu; ani jedno z drcených semen neovlivnilo významně tvorbu fermentačních plynů a metanu. U nádoby s drceným lnem byla pozorována celkově nejnižší tvorba TMK; nižší hodnoty

poměru A : P byly stanoveny u nádob s amarantem a řepkou v porovnání se lnem a slunečnicí. Len snižoval produkci kyseliny octové, propionové i máselné.

Nebyl pozorován rozdíl ve vlivu těchto 4 drcených semen na tvorbu SFA; nejvyšší hodnoty MUFA byly stanoveny v nádobě s řepkou a PUFA v nádobě se slunečnicí. Rozdíly mezi n-3 a n-6 MK byly zjištěny pouze u nádoby se lnem (nejnižší hodnoty) a slunečnicí (nejvyšší hodnoty). Rozdíly mezi semeny byly patrné i v tvorbě izomerů CLA – nejnižších hodnot 9,11-izomeru bylo dosaženo v nádobě s drcenou slunečnicí; nejvyšších hodnot 10,12-CLA bylo dosaženo ve skupině nádob s amarantem a řepkou.

Porovnání vlivu tepelně ošetřených semen (amarantu, řepky, slunečnice a lnu) mezi sebou na parametry fermentace a složení MK

Stravitelnost sušiny krmných dávek neovlivnilo ani jedno ze semen; len měl největší záporný vliv na stravitelnost NDF a rozdíly ve stravitelnosti ADF mezi semeny byly minimální – pouze mezi amarantem (nejnižší hodnoty) a slunečnicí (nejvyšší hodnoty) byl pozorován významný rozdíl. Nádoba se semeny amarantu měla nejnižší hodnoty stravitelnost NL a tuku. Semena amarantu a řepky, v porovnání se semeny lnu a slunečnice, vykazovala nejvyšší výskyt $\text{NH}_3\text{-N}$ (mg/l) v effluentu; také množství N (mg/l) v effluentu bylo vyšší v nádobách s amarantem, v porovnání s nádobami se slunečnicí a lnem. Nejvyšších hodnot N_M a EMS dosahovala nádoba se lnem a nejnižších nádoba s řepkou.

Slunečnice a len, v porovnání s amarantem a řepkou, významně snižovaly pH effluentu. Len v KD, v porovnání s amarantem a řepkou, snižoval množství vzniklých fermentačních plynů; bohužel nedošlo zároveň ke snížení tvorby metanu. Len dále snižoval i tvorbu TMK v effluentu a hodnoty poměru A : P. Nádoba se lnem měla i nejnižší hodnoty v produkci kyseliny octové, propionové a máselné.

Množství SFA v effluentu bylo nejvyšší v nádobě s amarantem; nejvyšší hodnoty MUFA byly stanoveny v nádobě s řepkou a PUFA v nádobě se lnem. Řepka vykazovala nejvyšší hodnoty poměru n-3/n-6 PUFA. V porovnání s ostatními nádobami, nádoba se lnem obsahovala nejmenší množství 9,11-CLA a nádoby se lnem a slunečnicí obsahovaly i menší množství 10,12-CLA.

Vliv změny poměru objemu a jádra v KD, založené na senu a ječmeni, na parametry fermentace a složení MK

Nejvyšší hodnoty stravitelnosti DM pozorujeme u KD s největším podílem jádra. Stravitelnost NDF změny v KD neovlivnily; vyšší množství jádra v KD způsobilo výrazné zvýšení stravitelnosti ADF. Každé zvýšení množství jádra v KD o 10 % způsobilo i zvýšení stravitelnosti NL a tuku. Množství $\text{NH}_3\text{-N}$ v effluentu se nejprve se zvyšujícím se množstvím jádra v KD zvyšuje, po dalším zvýšení množství $\text{NH}_3\text{-N}$ v effluentu prudce klesá; se zvyšujícím se množstvím jádra klesalo také množství N v effluentu. Statisticky významně nebylo ovlivněno množství N_M , ani EMS.

S rostoucím množstvím jádra v KD klesala hodnota pH v effluentu. Množství vyprodukovaného fermentačního plynu se neměnilo se změnami v KD, ale s množstvím jádra v KD stoupalo množství metanu v něm. Množství vyprodukovaných TMK bylo nejnižší v nádobě se 40 % jádra; poměr A : P množství jádra v KD nezměnilo. Největší tvorba kyseliny octové byla pozorována v nádobě s 50 % jádra v KD; tvorba kyseliny propionové nebyla množstvím jádra ovlivněna. KD s nejmenším množstvím jádra produkovala největší množství kyseliny máselné.

Množství nasycených a nenasycených MK obecně nebylo ovlivněno zvyšujícím se množstvím jádra (ječmene) v KD; pouze poměr n-3/n-6 PUFA klesal se stoupajícím podílem jádra v KD. Se zvyšujícím se množstvím jádra stoupalo množství 10,12-CLA.

Porovnání vlivu 3 KD, krmených mléčným kravám v různých fázích laktace, na parametry fermentace a složení MK

Stravitelnost DM byla výrazně nejnižší v KD suchostojných krav; stravitelnost NDF složení KD neovlivnilo a nejnižší hodnoty stravitelnosti ADF vykazovala KD krav v 1.fázi laktace. Stravitelnost NL byla nejnižší u KD suchostojných krav a nejvyšší stravitelnost tuku byla stanovena v KD krav v 1.fázi laktace. Nejvyšších hodnot $\text{NH}_3\text{-N}$ v effluentu dosahovala nádoba s KD krav v 1.fázi laktace; tato nádoba dosahovala i nejvyšších hodnot N v effluentu. Množství N_M v effluentu a EMS bylo nejvyšší v nádobě s KD suchostojných krav.

Na rozdíl od KD suchostojných krav měly nádoby s KD laktujícími zvířaty výrazně nižší hodnoty pH effluentu. Produkci fermentačního plynu a metanu složení KD neovlivnilo. Množství TMK nebylo také ovlivněno složením KD; se snižující se

užitkovostí zvířat roste poměr A : P. Množství kyseliny v nádobách složení KD neovlivnilo; nejvyšší hodnoty produkce kyseliny propionové jsou pozorovány v nádobě s KD krav v 1.fázi laktace. KD suchostojných krav vyprodukovala nejnižší množství kyseliny máselné.

Složení KD krav nezměnilo složení hlavních skupin MK; pouze rozdíl v poměru n-3/n-6 PUFA byl statisticky významný – vyšších hodnot dosáhl v nádobě s KD krav v 1.fázi laktace. Nádoba s touto KD vykazovala také nejnižší koncentraci trans-MK - C18:1 n-9 a C18:1 n-11t a výrazně nejvyšší hodnotu 10,12-izomeru CLA.

7b. SUMMARY

The aim of PhD. Thesis was to compare the effect of 4 seeds (amaranth, rapeseed, sunflower seed and flaxseed), added to the diet, composed with 70 % of forage (meadow hay) and 30 % of concentrate (barley), on fermentation parameters and amount of fatty acids (FA) in effluent in *in vitro* experiments. Content of seeds in experimental vessels was 10 % in dry matter (DM); content of meadow hay was 70 % and barley 20 % (the F:C ratio in experimental diets was the same as in control diet). In addition, the influence of different treatments of seeds on the above were evaluated.

Because fermentation and amount of FA in the rumen is not affected only by added oil seeds and/or oils, the ratio between forage and concentrate was followed in diet composed of meadow hay and barley (70 : 30, 60 : 40 and 50 : 50 %) and then 3 commercial diets for dairy cows were studied. Diets for dairy cows in first 100th days of lactation, from 101st day to the end of lactation and diet for cows without lactation were chosen. On account of findings were determined general principles and references for feeding of oilseeds to ruminants.

Seeds of experimental plants were harvested in 2004 – amaranth was grown on the field of Agricultural University in České Budějovice and rapeseeds, sunflower seed and flaxseeds were grown at farmers in Kolín region. Seeds were adjusted by 3 different proceedings – milled through the 1 mm sieve size, manually grounded to disturbance of all seed coats or heated by microwave radiation to their heated treatment, but not destruction, and after cooling they were also manually grounded.

In vitro experiments proceeded in the rumen simulating technology apparatus (RUSITEC). The rumen fluid from 4 rumen fistulated wethers was collected after 1 hour of feeding, and was used to recessing of internal environment of RUSITEC vessels by rumen microorganisms. After 6 days of adaptation to changes in diets sample collection of feeds, gasses and effluents were passed off during 6 days. Content of DM, neutral-detergent (NDF) and acid-detergent fiber (ADF), crude protein (CP) and ether extract (EE) was determined in lab and data of degradability nutrients were calculated after 48 hours incubation of feeds in the rumen. Values of pH in vessels were measured and samples of effluent were collected for determination of volatile fatty acids (VFA; mmol/l and mol %), nitrogen ammonia (NH₃-N), nitrogen (N; mg/l) and fatty acids (FA; %). Values of production of microbial nitrogen (N_M) and effectivity of microbial

synthesis (EMS) were calculated from results of amount of nitrogen, and values of FA were used to calculate amount of saturated (SFA), mono- (MUFA) and polyunsaturated FA and ratio between n-3 and n-6 PUFA (n-3/n-6). Bags with arised fermentation gasses were removed and amount of gasses (l/d) and methane (ml/d and %) was determined in lab.

Results were subjected to analyses of variance (ANOVA). When differences among vessels were significant at the 0.05 level, Tukey's *post hoc* test was used to compare means among treatments. Normality of values was evaluated with the Shapiro-Wilk test (SAS Institute, 2000). Results are presented as means and standard errors (\pm SE).

The effect of supplementation of physically treated amaranth seeds on fermentation parameters and amount of fatty acids in artificial rumen

Seeds of amaranth have not influenced the degradability of DM and ADF; in comparison with the control diet, milled and heat-modified seeds lowered degradability of NDF. Grounded seeds (with and without heating) lowered degradation of EE. Degradability of CP and amount of NH₃-N and N (mg/l) in effluent were not affected by amaranth seeds; despite of elevation of production of N_M and EMS was seen in all vessels with amaranth seeds.

Amaranth seeds in diets haven't influenced values of pH in rumen fluid, production of fermentation gasses and methane, as well as production of VFA, in comparison of control diet. In vessels with milled and grounded seeds the A : P ratio was depressed – mainly due reduction in production of acetate (mmol/l); production of propionate was not influenced. Milled amaranth seeds increased production of butyrate in comparison with heat-modified seeds.

Seeds of amaranth have not influenced the production of saturated and non-saturated FA; only lower n-3/n-6 ratio was seen in vessel with milled amaranth. Milling and heat-treatment of seed increased amount of 9,11-CLA and grounded seed decreased amount of this isomer.

The effect of supplementation of physically treated rapeseeds on fermentation parameters and amount of fatty acids in artificial rumen

Rapeseeds in diet have not influenced the digestibility of DM, NDF and CP; but grounded and heat-modified rapeseeds increased the degradability of ADF. With addition of seeds into the diet, the degradability of EE significantly increased. Amount of NH₃-N in effluent wasn't affected by seeds; amount of N markedly decreased, in comparison with control diet. All vessels with rapeseeds showed greater activity of microbial synthesis of nitrogen (N_M and EMS).

Rapeseeds haven't influenced pH of rumen fluid, production of fermentation gasses and methane nor production of VFA. Seeds caused decline of A : P ratio, greatest decline was found in vessel with milled rapeseeds and there was observed also the lowest production of acetate. Production of propionate wasn't influenced by rapeseeds, but they caused decline in production of butyrate.

Decline in amount of SFA and growth of MUFA were declared in vessels with milled and heat-modified rapeseeds. No changes in amount of PUFA and n-3/n-6 PUFA were observed. Grounded rapeseeds enhanced amount 9,11-CLA in effluent.

The effect of supplementation of physically treated sunflower seeds on fermentation parameters and amount of fatty acids in artificial rumen

Sunflower seeds have not effect on degradability of DM; milled seeds enhanced degradability of NDF and generally, sunflower seeds enhanced also the degradability of ADF. In comparison with the control diet, milled and heat-modified seeds enhanced the degradability of CP and EE; whereas grounded sunflower seeds decreased the degradability of both nutrients. Sunflower seeds depressed amount of NH₃-N and had no effect on amount of N in effluent. Grow of microbial activity occurred in all vessels with sunflower seeds, in comparison with control diet; the greatest values were observed in vessel with grounded sunflower seeds.

Sunflower seeds decreased values of pH in rumen fluid and had no effect on production of fermentation gasses and methane. Decrease in production of VFA was observed in all vessels with seeds; responsible decrease in A : P ratio was observed in vessel with heat-modified seeds, mainly due to depression in production of acetate and

growth in production of propionate. Sunflower seeds in diets also decreased amount of butyrate.

Milled and heat-modified sunflower seeds lowered amount of SFA in effluent, heat-modified seeds enhanced amount of PUFA; amount of MUFA was not influenced by addition of sunflower seeds into diets. Both variants of grounded seeds lowered n-3/n-6 PUFA ratio, in comparison with control diet. Generally sunflower seeds enhanced amount of 9,11-CLA and lowered amount of 10,12-CLA in effluent in comparison with control diet.

The effect of supplementation of physically treated flaxseeds on fermentation parameters and amount of fatty acids in artificial rumen

Degradability of DM have not been influenced by flaxseeds in diets; degradability of NDF have been lowered by grounded flaxseeds (in both variations of treatment) and degradability of ADF have been enhanced by milled seeds. Positive effect on degradability of CP had heat-modified flaxseeds; on the contrary milled seeds lowered degradability of CP. Milled flaxseeds also significantly lowered degradability of EE in diets. In comparison with control diet grounded flaxseeds depressed amount of $\text{NH}_3\text{-N}$ and N in effluent; higher values of N_M and EMS were measured in all vessels with flaxseeds.

Milled and grounded flaxseeds lowered values of pH of rumen fluid and production of fermentation gasses; despite the decrease in production of methane wasn't observed. Decline in production of VFA, A : P ratio and production of all VFAs was determined in all vessels with flaxseeds in comparison with control diet.

Milled and heat-modified flaxseeds lowered amount of SFA in effluent in contrary to control diet; effect on amount of MUFA wasn't determined. Heat-modified flaxseeds significantly enhanced amount of PUFA in effluent in comparison with control diet, n-3/n-6 PUFA ratio wasn't influenced by addition of flaxseeds into diets. Flaxseeds haven't influenced amount of 9,11-CLA in effluent, but decreased amount of 10,12-CLA.

Comparison of the effect of milled seeds (amaranth, rapeseeds, sunflower seeds and flaxseeds) on fermentation parameters and composition of fatty acids

Degradability of DM was not differ among diets; the greatest values of NDF degradability were detected in vessel with sunflowerseeds and the lowest in vessels with amarant and flaxseeds. Degradability of ADF was also the greatest in vessel with sunflowerseeds and the lowest in amaranth's vessel. Degradability of CP was depressed by flaxseeds; degradability of EE was the greatest in vessel with these seeds. Amount of NH₃-N (mg/l) in vessel with milled flaxseeds was lower, in comparison with milled amaranth and rapeseeds. The amount of N (mg/l) was the highest in vessel with milled amaranth; the lowest values in production of N_M and EMS were observed in vessels with amaranth and rapeseeds.

The lowest values of pH were measured in vessel with sunflower seeds. There were not observed the differencies in production of fermentation gasses between vessels; only rapeseeds lowered production of methane in comparison with sunflower seeds. Vessel with milled flaxseeds had generally the lowest production of VFAs. The greatest values of A : P ratio were determined in vessel with sunflower seeds compared to rapeseeds. The lowest production of acetate, propionate and butyrate was found for flaxseeds.

The was not found any effect of seeds on production of SFA in effluent, only effect of rapeseeds on production of MUFA was declared. Flaxseeds enhanced amount of PUFA in effluent in comparison with amaranth' and rapeseed' diets. The highest values of n-3/n-6 PUFA ratio were observed in vessel with rapeseeds. High values of 10,12-CLA were measured in vessels with amaranth and rapeseeds in comparison with sunfower and flaxseeds; differencies in production of 9,11-CLA weren't significant.

Comparison of the effect of grounded seeds (amaranth, rapeseeds, sunflower seeds and flaxseeds) on fermentation parameters and composition of fatty acids

Non of seeds influenced significantly the degradability of DM. The lowest values of NDF degradability were measured in vessel with flaxseeds and the highest degradability of ADF was determinated in vessel with sunflower seeds compared to other seeds. Degradability of CP was the lowest in vessel with grounded sunflower seeds. Vessels with rapeseeds and flaxseeds had the highest values of EE. Amount of

NH₃-N in vessels with sunflower seeds and flaxseed significantly differed with amaranth and rapeseeds vessels. The lowest amount of N in effluent was determined in vessel with flaxseeds. Amounts of N_M and EMS were significantly higher in vessels with flaxseeds and sunflower seeds compared to amaranth and rapeseeds.

Sunflower and flax seeds lowered pH values in effluent; no one of grounded seed influenced production of fermentation gasses and methane. We found generally the lowest production of VFAs in vessel of flaxseed, lower amounts of A : P ratio were determined in vessels with amaranth and rapeseeds compared to flaxseeds and sunflower seeds. Linseeds lowered production of acetate, propionate and butyrate.

There wasn't observed effect of these 4 grounded seeds on production of SFA; the highest values of MUFA were determined in vessel with rapeseeds and PUFA in vessel with sunflower seeds. Differences between n-3 and n-6 PUFA were determined only in vessel with flaxseeds and sunflower seeds. Differences were noticeable in formation of CLA isomers – the lowest values of 9,11-CLA were reached in vessel with grounded sunflower seeds; the greatest values of 10,12-CLA were reached in vessels with amaranth and rapeseeds.

Comparison of the effect of heat-modified seeds (amaranth, rapeseeds, sunflower seeds and flaxseeds) on fermentation parameters and composition of fatty acids

The degradability of DM wasn't influenced by seeds, flaxseeds had the greatest negative effect on degradability of NDF and differences in ADF degradability were minimal – only between amaranth and sunflower seeds were observed considerable differences. Vessel with seeds of amaranth had the lowest values of CP and EE degradability. Seeds of amaranth and rapeseeds in comparison with flax and sunflower seeds had the greatest values of NH₃-N (mg/l) in effluent; also amount of N (mg/l) in effluent was higher in vessel with amaranth than in vessels with sunflower or flaxseeds. The highest values of N_M and EMS reached vessel with flaxseeds and the lowest values reached vessel with rapeseeds.

Sunflower seeds and flaxseeds in comparison with amaranth and rapeseeds significantly lowered values of pH in effluent. In comparison with amaranth and rapeseeds diets with flaxseeds lowered amount of incurred fermentation gasses; unfortunately restriction in amount of methane wasn't determined. Flaxseeds also

lowered production of VFAs in effluent and values of A : P ratio. Vessel with flaxseeds had the lowest values in production of acetate, propionate and butyrate.

Amount of SFA in effluent was the highest in vessel with amaranth; the highest values of MUFA and n-3/n-6 PUFA were determined in vessel with rapeseeds and PUFA in vessel with flaxseeds. In comparison with other vessels, vessel with flaxseed contained the lowest amount of 9,11-CLA and vessels with flaxseeds and sunflower seeds contained lower amounts of 10,12-CLA.

The effect of changes in F : C ratio in diets, based on hay and barley, on fermentation parameters and composition of fatty acids

The highest values of degradability of DM were determined in the diet with the greatest ratio of concentrate. Degradability of NDF wasn't influenced by changes in diets; higher amount of concentrate in diets caused significant elevation of ADF degradability. Every enhancement in amount of concentrate about 10 % caused also enhancement in degradability of CP and EE. Amount of NH₃-N in effluent, firstly enhanced with elevated amount of concentrate in diets and then rapidly fell down after next increase in amount of concentrate in diets. With enhanced amount of concentrate, amount of N in effluent decreased. Values of N_M and EMS weren't significantly influenced.

Values of pH in effluent decreased with enhanced amount of concentrate in diets. Amount of produced fermentation gasses wasn't changed with changes in diets, but with elevated amount of concentrate in diet enhanced amount of methane. Values of produced VFAs were the lowest in vessel with 40 % of concentrate; A : P ratio wasn't changed by amount of concentrate. The highest production of acetate was determined in vessel with 50 % of concentrate in diet; production of propionate wasn't influenced. Diet with the lowest amount of barley produced the highest amount of butyrate.

Amount of saturated and non-saturated FA wasn't generally influenced by enhanced amount of concentrate (barley) in diets; only n-3/n-6 ratio lowered with enhanced ratio of concentrate in diets. Amount of 10,12-CLA enhanced with elevated amount of barley in diets.

Comparison of the effects of 3 diets, fed to dairy cows in different phases of lactation on fermentation parameters and composition of fatty acids

The degradability of DM was significantly the lowest in vessel with diet for non-lactating cows; NDF degradability wasn't influenced by composition of diets and the lowest values of degradability of ADF were found in diet for cows of 1st phase of lactation. The degradability of CP was the lowest in diet for non-lactating cows and the highest degradability of EE was determined in diet for cows in 1st phase of lactation. Values of NH₃-N and N were the highest in vessel containing diet for cows of 1st phase of lactation. Amount of N_M in effluent and EMS was the highest in vessel with diet for non-lactating animals.

Contrary to the diet of non-lactating cows, the vessels with diets for lactating cows had significantly lower values of pH. Production of fermentation gasses and methane wasn't affected by composition of diets. Production of VFAs wasn't also influenced by composition of diet; with declined efficiency of animals enhanced A : P ratio. Amount of acids in vessels weren't influenced by composition of diets; the greatest values of production of propionate were determined in vessel with diet for cows of 1st phase of lactation. Diet for non-lactating cows produced the lowest amounts of butyrate.

Composition of diets have not changed composition of main groups of FA; only difference in n-3/n-6 PUFA ratio was significant – higher values were determined in vessel with diet for cows of 1st phase of lactation. Vessel with this diet also had the lowest concentrations of trans-FA - C18:1 n-9 and C18:1 n-11t and significantly the highest value of 10,12- CLA.

8. SEZNAM LITERATURY

ABDELGADIR, I. E. O., MORRIILL, J. R., HIGGINS, J. J., 1996. Effect of roasted soybeans and corn on performance and ruminal and blood metabolites of dairy cows. *J. Dairy Sci.* 79, 465-474.

AHVENJÄRVI, S., VANHATALO, A., HUHTANEN, P., 2002. Supplementing barley or rapeseed meal to dairy cows fed grass-red clover silage: I. Rumen degradability and microbial flow. *J. Anim. Sci.* 80, 2176-2187.

ALBRO, J. D., WEBER, D. W., DELCURTO, T., 1993. Comparison of whole, raw soybeans, extruded soybeans, or soybean meal and barley on digestive characteristics and performance of weaned beef steers consuming mature grass hay. *J. Anim. Sci.* 71, 26–32.

ALDRICH, C. G., MERCHEN, N. R., DRACKLEY, J. K., FAHEY, Jr., G. C., BERGER, L. L., 1997. The effects of chemical treatments of whole canola seeds on intake, nutrient digestibilities, milk production and milk fatty acids of Holstein cows. *J. Anim. Sci.* 75, 512-521.

ALVES DE OLIVEIRA, L., JEAN-BLAIN, C., KOMISARCZUK-BONY, S., DURIX, A., DURIER, C., 1997. Microbial thiamin metabolism in the rumen simulating fermentor (Rusitec): The effect of acidogenic conditions, a high sulfur level and added thiamin. *British J. Nutr.* 78, 599 – 613.

AOAC, 1990. Official Methods of Analysis of the Association of Official Agricultural Chemists. 13th ed. In: Horwitz W. (ed.), AOAC, Washington, DC, USA.

ACKMAN, R. G., 1982. Fatty acid composition of fish oils. In *Nutritional evaluation of long-chain fatty acids in fish oil*. S.M. Barlow, Stansby M.E. (Eds.), Acad.Press, London, 25-88.

ASHES, J. R., SIEBERT, B. D., GULATI, S. K., CUTHBERTSON, A. Z., SCOTT, T. W., 1992. Incorporation of n-3 fatty acids of fish oil into tissue and serum lipids of ruminants. *Lipids* 27, 629-631.

BALDWIN, R. L., ALLISON, M. J., 1983. Rumen metabolism. *J. Anim. Sci.* 57, Suppl. 2, 461.

BANKS, W., CLAPPERTON, J. J., GIRDLER, A. K., STEELE, W., 1984. Effect of inclusion of different forms of dietary fatty acids on the yield and composition of cow's milk. *J. Dairy Res.* 51, 387-395.

BANKS, W., CLAPPERTON, J. L., GIRDLER, A. K., 1990. Effect of dietary unsaturated fatty acids in various forms on the novo synthesis of fatty acids in the bovine mammary gland. *J. Dairy Res.* 57, 179-185.

BARBER, M. C., CLEGG, R. A., TRAVERS, M. T., VERNON, R. G., 1997. Lipid metabolism in the lactating mammary gland. *Biochim. Biophys. Acta* 1347, 101-126.

BATEMAN, II, H. G., JENKINS, T. C., 1998. Influence of soybean oil in high fiber diets fed to nonlactating cows on ruminal unsaturated fatty acids and nutrient digestibility. *J. Dairy Sci.* 81, 2451-2458.

BAUCHART, D., VÉRITÉ, R., RÉMOND, B., 1984. Long-chain fatty acid digestion in lactating cows fed fresh grass from spring to autumn. *Can. J. Anim. Sci.* 64, Suppl., 330-331.

BAUCHART, D., DOREAU, M., KINDLER, A., 1987. Effect of fat and lactose supplementation on digestion in dairy cows. 2. Long-chain fatty acids. *J. Dairy Sci.* 70, 71.

BAUCHART, D., LEGAY-CARMIER, F., DOREAU, M., GAILLARD, B., 1990. Lipid metabolism of liquid-associated and solid-adherent bacteria in rumen contents of dairy cows offered lipid-supplemented diets. *Br. J. Nutr.* 63, 563-578.

BAUMGARD, L. H., CORL, B. A., DWYER, D. A., SAEBO, A., BAUMAN, D. E., 2000. Identification of the conjugated linoleic acid isomer that inhibits milk fat synthesis. *Am. J. Physiol. Regul. Integr. Comp. Physiol.* 278, R179-R184.

BEAUCHEMIN, K. A., MCGINN, S. M., 2006. Methane emissions from beef cattle: Effects of fumaric acid, essential oil, and canola oil. *J. Anim. Sci.* 84, 1489–1496.

BEAUCHEMIN, K. A., MCGINN, S. M., PETIT, H. V., 2007. Methane abatement strategies for cattle: Lipid supplementation of diets. *Can. J. Anim. Sci.* 87, 431–440.

BEAUCHEMIN, K. A., MCGINN, S. M., BENCHAAAR, C., HOLTSHAUSEN, L., 2009. Crushed sunflower, flax, or canola seeds in lactating dairy cow diets: Effects on methane production, rumen fermentation, and milk production. *J. Dairy Sci.* 92, 2118–2127.

BEAULIEU, A. D., DRACKLEY, J. K., MERCHEN, N. R., 2002. Concentrations of conjugated linoleic acid (cis-9 trans-11 octadecadienoic acid) are not increased in tissue lipids of cattle fed a high concentrate diet supplemented with soybean oil. *J. Anim. Sci.* 80, 847-861.

BEN SALEM, H., KRZEMINSKI, R., FERLAY, A., DOREAU, M., 1993. Effect of lipid supply on in vivo digestion in cows: comparison of hay and corn-silage diets. *Can. J. Anim. Sci.* 73, 547–557.

BINES, J. A., BRUMBY, P. E., STORRY, J. E., FULFORD, R. J., BRAITHWAITE, G. D. , 1978. The effect of protected lipids on nutrient intakes, blood and rumen metabolites and milk secretion in dairy cows during early lactation. *J. Agric. Sci. (Camb.)*, 91: 135.

BOADI, D., BENCHAAAR, C., CHIQUETTE, J., MASSÉ, D., 2004. Mitigation strategies to reduce enteric methane emissions from dairy cows: Update review. *Can. J. Anim. Sci.* 84, 319–335.

BOCK, B. J., HARMON, D. L., BRANDT, Jr., R. T., SCHNEIDER, J. E., 1991. Fat source and calcium level effects on finishing steer performance, digestion and metabolism. *J. Anim. Sci.* 69, 2211.

BOGGS, D. L., BERGEN, W. G., HAWKINS, D. R., 1987. Effects of tallow supplementation and protein withdrawal on ruminal fermentation, microbial synthesis and site of digestion. *J. Anim. Sci.* 64, 970.

BOYLES, S. L., CATON, J. S., SIME, D. M., 1998. Influence of soybean meal or increasing levels of barley supplementation on intake, ruminal fermentation, site of digestion, in situ forage degradability, and duodenal amino acid flow in steers fed bromegrass hay. *Prof. Anim. Sci.* 14, 118–126.

BRETILLON, L., CHARDIGNY, J. M., GRÉGOIRE, S., BERDEAUX, O., SÉBÉDIO, J. L., 1999. Conjugated linoleic isomers effects on the in vitro hepatic microsomal desaturation activities. *Lipids* 34, 965-969.

BROOKS, C. C., GARNER, G. B., GEHRKE, C. W., MUHRER, M. E., PFANDER, W. H. , 1954. The effect of added fat on the digestion of cellulose and protein by ovine rumen microorganisms. *J. Anim. Sci.* 13, 758.

BROUDISCOU, L., POCHE, S., PONCET, C., 1994. Effect of linseed oil supplementation on feed degradation and microbial synthesis in the rumen of ciliate-free and refauned sheep. *Anim. Feed Sci. Technol.* 49, 189-202.

CALSAMIGLIA, S., CASTILLEJOS, L., BUSQUET, M., 2006. Alternatives to antimicrobial growth promoters in cattle. Pages 129-167 in *Recent Advances in Animal Nutrition*. P. C. Garnsworthy and J. Wiseman, ed. Nottingham University Press, Nottingham, UK.

CASPER, D. P., SCHINGOETHE, D. J., WISENBEISZ, W. A., 1990. Response of early lactation dairy cows fed diets varying in source of nonstructural carbohydrate and crude protein. *J. Dairy Sci.* 73, 1039–1050.

CASPER, D. P., MAIGA, H. A., BROUK, M. J., SCHINGOETHE, D. J., 1999. Synchronization of carbohydrate and protein sources on fermentation and passage rate in dairy cows. *J. Dairy Sci.* 82, 1779–1790.

CHALUPA, W., RICKABAUGH, B., KRONFELD, D. S., SKLAN, D., 1984. Rumen fermentation in vitro as influenced by long chain fatty acids. *J. Dairy Sci.* 67, 1439.

CHASE, Jr., C. C., HIBBERD, C. A., 1987. Utilization of low-quality native grass hay by beef cows fed increasing quantities of corn grain. *J. Anim. Sci.* 65, 557–566.

CHICHLOWSKI, M. W., SCHROEDER, J. W., PARK, C. S., KELLER, W. L., SCHIMEK, D. E., 2005. Altering the fatty acids in milk fat by including canola seed in dairy cattle diets. *J. Dairy Sci.* 88, 3084-3094.

CHILLIARD, Y., DELOUIS, C., SMITH, M. C., SAUVANT, D., MORAND-FEHR, P., 1986. Mammary metabolism in the goat during normal or hormonally-induced lactation. *Reprod. Nutr. Dev.* 26, 607-615.

CHILLIARD, Y., GAGLIOSTRO, G., FLECHET, J., LEFAIVRE, J., SEBASTIAN, I., 1991. Duodenal rapeseed oil infusion in early and midlactation cows. 5. Milk fatty acids and adipose tissue lipogenic activities. *J. Dairy Sci.* 74, 1844-1854.

CHILLIARD, Y., BOCQUIER, F., 1993. Effects of fatty supplementation on milk yield and composition in dairy goats and ewes. In: Enne, G., Greppi, G.F. (Eds.): *La Qualità nelle Produzioni dei Piccoli Ruminanti*, Camera di Commercio Industria Artigianato Agricoltura di Varese, Italy, 61-78.

CHILLIARD, Y., 1997. Caractéristiques biochimiques des lipides du lait de chèvre – Comparaison avec des laits de vache et humain. Journée Scientifique et Technique du Lait de Chèvre, ITPLC, Niort, 7 Novembre 1996. In: INRA (Ed.), Paris, Intérêts Nutritionnel et Diététique du lait de Chèvre, Les Colloques, n 81, 51-65.

CHILLIARD, Y., DOREAU, M., 1997. Influence of supplementary fish oil and rumen protected methionine on milk yield and composition in dairy cows. *J. Dairy Res.* 64, 173-179.

CHILLIARD, Y., CHARDIGNY, J. M., CHABROT, J., OLLIER, A., SÉBÉDIO, J.-L., DOREAU, M., 1999. Effects of ruminal or postruminal fish oil supply on conjugated linoleic acid (CLA) content of cow milk fat. *Proc. Nutr. Soc.* 58, 70A.

CHOUINARD, P. Y., GIRARD, V., BRISSON, G. J., 1998. Fatty acid profile and physical properties of milk fat from cows fed calcium salts of fatty acids with varying unsaturation. *J. Dairy Sci.* 81, 471-481.

CHOUINARD, P. Y., CORNEAU, L., BARBANO, D. M., METZGER, L. E., BAUMAN, D. E., 1999. Conjugated linoleic acids alter milk fatty acid composition and inhibit milk fat secretion in dairy cows. *J. Nutr.* 129, 1579-1584.

CHOUINARD, P. Y., CORNEAU, L., SAEBO, A., BAUMAN, D. E., 1999. Milk yield and composition during abomasal infusion of conjugated linoleic acids in dairy cows. *J. Dairy Sci.* 82, 2737-2745.

CHRISTENSEN, R. A., DRACKLEY, J. K., LACOUNT, D. W., CLARK, J. H., 1994. Infusion of four long-chain fatty acid mixtures into the abomasal of lactating dairy cows. *J. Dairy Sci.* 1052-1069.

CLARK, J. H., KLUSMEYER, T. H., CAMERON, M. R., 1992. Microbial protein synthesis and flows of nitrogen fractions to the duodenum of dairy cows. *J. Dairy Sci.* 75, 2304-2323.

CONWAY E. J., 1962. *Microdiffusion Analysis and Volumetric Error*. 5th ed. Crosby Lockwood, London, UK, 322.

COTTYN, B., BUYSSE, F. X., BOUCQUE', CH. V., 1971. The effect of linseed oil fatty acids on digestibility and rumen function. *Z. Tierphysiol. Tierernaehr. Futtermittelkd.* 27, 252-259.

CZERKAWSKI, J. W., BLAXTER, K. L., WAINMAN, F. W., 1966a. The effect of functional groups other than carboxyl on the metabolism of C₁₈ and C₁₂ alkyl compounds by sheep. *Br. J. Nutr.* 20, 495.

CZERKAWSKI, J. W., BLAXTER, K. L., WAINMAN, F. W., 1966b. The metabolism of oleic, linoleic and linolenic acids by sheep with reference to their effects on methane production. *Br. J. Nutr.* 20, 349-361.

CZERKAWSKI, J. W., CHRISTIE, W. W., BRECKENRIDGE, G., HUNTER, M. L., 1975. Changes in the rumen metabolism of sheep given increasing amounts of linseed oil in their diet. *Br. J. Nutr.* 34, 25.

CZERKAWSKI, J. W., CLAPPERTON, J. L., 1984. Fats as energy-yielding compounds in the ruminant diet. In *Fats in animal nutrition*. J. Wiseman, ed. Butterworths, Boston, MA, 249.

DEACON, M. A., DE BOER, G., KENNELLY, J. J., 1988. Influence of jet-sploding and extrusion on ruminal and intestinal disappearance of canola and soybeans. *J. Dairy Sci.* 71, 745.

DECAEN, C., ADDA, J., 1970. Evolution de la sécrétion des acides gras des matières grasses du lait au cours de la lactation de la vache. *Ann. Biol. Anim. Biochim. Biophys.* 10, 659-677.

DEMEYER, D., VAN NEVEL, C., FIEMS, L., 1995. Nutritional engineering of beef fat composition: motive, target and approach. In: Lundström, K., Hansson, I., Wiklund, E. (Eds.). *Composition of meat in relation to processing, nutritional and sensory quality*, ECCEAMST, Utrecht, 15-36.

DEMEYER, D., DOREAU, M., 1999. Targets and means for altering meat and milk lipids. *Proc. Nutr. Soc.* 58, 593-607.

DONG, Y., BAE, H. D., MCALLISTER, T. A., MATHISON, G. W., CHENG, K.-J., 1997. Lipid-induced depression in methane production and digestibility in the artificial rumen system (RUSITEC). *Can. J. Anim. Sci.* 77, 269-278.

DOREAU, M., LEGAY, F., BAUCHART, D., 1991. Effect of source and level of supplemental fat on total and ruminal organic matter and nitrogen digestion in dairy cows. *J. Dairy Sci.* 74, 2233.

DOREAU, M., FERLAY, A., 1995. Effect of dietary lipids on nitrogen metabolism in the rumen: a review. *Livest. Prod. Sci.* 43, 97-110.

DOREAU, M., CHILLIARD, Y., 1997. Effects of ruminal or post-ruminal fish oil supplementation on intake and digestion in dairy cows. *Reprod. Nutr. Dev.* 37, 113-124.

DOREAU, M., CHILLIARD, Y., RULQUIN, H., DEMEYER, D. I., 1999. Manipulation of milk fat in dairy cows. In: Garnsworthy, P.C., Wiseman, J. (Eds.). *Recent Advances in Animal Nutrition*, Nottingham Univ. Press, Nottingham, 81-109.

DRACKLEY, J. K., KLUSMEYER, T. H., TRUSK, A. M., CLARK, J. H., 1992. Infusion of long-chain fatty acids varying in saturation and chain length into the abomasum of lactating dairy cows. *J. Dairy Sci.* 75, 1517-1526.

DUCKETT, S. K., ANDRAE, J. G., OWENS, F. N., 2002. Effect of high oil corn or added corn oil on ruminal biohydrogenation of fatty acids and conjugated linoleic acid formation in beef steers fed finishing diets. *J. Anim. Sci.* 80, 3353-3360.

EGAN, A. R., BODA, K., VARADY, J., 1986. Regulation of nitrogen metabolism and recycling. Pages 386-402 in *Control of Digestion and Metabolism in Ruminants*. L. P. Milligan, W. L. Grovum, and A. Dobson, ed. Prentice-Hall, Englewood Cliffs, NJ.

ENJALBERT, F., NICOT, M. C., BAYOURTHE, C., VERNAY, M., MONCOULON, R., 1997. Effects of dietary calcium soaps of unsaturated fatty acids on digestion, milk composition and physical properties OF butter. *J. Dairy Res.* 64, 181-195.

ENJALBERT, F., NICOT, M. C., BAYOURTHE, C., MONCOULON, R., 1998. Duodenal infusions of palmitic, stearic or oleic acids differently affect mammary gland metabolism of fatty acids in lactating dairy cows. *J. Nutr.* 128, 1525-1532.

FAICHNEY, G. J., DAVIES, H. L., SCOTT, T. W., COOK, L. J., 1972. The incorporation of linoleic acid into the tissues of growing steers offered a dietary supplement of formaldehyde-treated casein-safflower oil. *Aust. J. Biol. Sci.* 25, 205.

FAY, J. P., JAKOBER, K. D., CHENG, K.-J., COSTERTON, J. W., 1990. Esterase activity of pure cultures of rumen bacteria as expressed by the hydrolysis of p-nitrophenylpalmitate. *Can. J. Microbiol.* 36, 585.

FERLAY, A., CHILLIARD, Y., DOREAU, M., 1992a. Effects of calcium salts differing in fatty acid composition on duodenal and milk fatty acid profiles in dairy cows. *J. Sci. Food Agric.* 60, 31-37.

FERLAY, A., LEGAY, F., BAUCHART, D., PONCET, C., DOREAU, M., 1992b. Effect of a supply of raw or extruded rapeseeds on digestion on dairy cows. *J. Anim. Sci.* 70, 915-923.

FERLAY, A., DOREAU, M., 1992. Influence of method of administration of rapeseed oil in dairy cows. 1. Digestion of nonlipid components. *J. Dairy Sci.* 75, 3020-3027.

FOLCH, J., LEES, M., SLOANE-STANLEY, G. H., 1957. A simple method for the isolation and purification of total lipids from animal tissues. *J. Biolog. Chem.* 226, 497-509.

FOTOUHI, N., JENKINS, T. C., 1992. Resistance of fatty acyl amides to degradation and hydrogenation by ruminal microorganisms. *J. Dairy Sci.* 75, 1527.

FULCO, A. J., 1983. Fatty acid metabolism in bacteria. *Prog. Lipid Res.* 22, 133.

GARTON, G. A., LOUGH, A. K., VIOQUE, E., 1961. Glyceride hydrolysis and glycerol fermentation by sheep rumen contents. *J. Gen. Microbiol.* 25, 215.

GAYNOR, P. J., WALDO, D. R., CAPUCO, A. V., ERDMAN, R. A., DOUGLASS, L. W., TETER, B. B., 1995. Milk fat depression, the glucogenic theory and trans-C18:1 fatty acids. *J. Dairy Sci.* 78, 2008-2015.

GERSON, T., KING, A. S. D., SINCLAIR, B. R., 1983. The effect of dietary N on in vitro lipolysis and fatty acid hydrogenation in rumen digesta from sheep fed diets high in starch. *J. Agric. Sci. (Camb.)* 101, 97.

GERSON, T., JOHN, A., KING, A. S. D., 1986. Effects of feeding ryegrass of varying maturity on the metabolism and composition of lipids in the rumen of sheep. *J. Agric. Sci. (Camb.)* 106, 445.

GERSON, T., KING, A. S. D., KELLY, K. E., KELLY, W. J., 1988. Influence of particle size and surface area on in vitro rates of gas production, lipolysis of triacylglycerol and hydrogenation of linoleic acid by sheep rumen digesta or *Ruminococcus flavefaciens*. *J. Agric. Sci. (Camb.)* 110, 31.

GIGER-REVERDIN, S., MORAND-FEHR, P., TRAN, G., 2003. Literature survey of the influence of dietary fat composition on methane production in dairy cattle. *Livest. Prod. Sci.* 82, 73–79.

GIVENS, D. I., COTTRILL, B. R., DAVIES, M., LEE, P., MANSBRIDGE, R., MOSS, A. R., 2000. Sources of n-3 polyunsaturated fatty acids additional to fish oil for livestock diets, a review. *Nutr. Abstr. Rev., Ser. B* 70, 1-19.

GONTHIER, C., MUSTAFA, A. F., BERTHIAUME, R., PETIT, H., MARTINEAU, R., OUELLET, D. R., 2004. Effect of feeding micronized and extruded flaxseed on ruminal fermentation and nutrient utilization by dairy cows. *J. Dairy Sci.* 87, 1854-1863.

GOODRIDGE, J., INGALLS, J. R., 1998. Transfer of omega-3 linolenic acid from flaxseed to milk fat. *J. Anim. Sci.* 76, Suppl. 1, 353.

GRIINARI, M., BAUMAN, D. E., 1999. Biosynthesis of conjugated linoleic acid and its incorporation into meat and milk in ruminants. In: Yurawecz, M. P., Mossoba, M. M., Kramer, J. K. G., Pariza, M. W., Nelson, G. J. (Eds.), *Advances in Conjugated Linoleic Acid Research*, Vol. 1, Champaign, Illinois, AOCS Press, 180-200.

GRUMMER, R. R., 1991. Effect of feed on the composition of milk fat. *J. Dairy Sci.* 74, 3244-3257.

GULATI, S. K., BYERS, E. B., BYERS, Y. G., ASHES, J. R., SCOTT, T. W., 1997. Effect of feeding different fat supplements on the fatty acid composition of goat milk. *Anim. Feed Sci. Technol.* 66, 159-164.

GULATI, S. K., ASHES, J. R., SCOTT, T. W., 1999. Hydrogenation of eicosapentaenoic and docosahexaenoic acids and their incorporation into milk fat. *Anim. Feed Sci. Technol.* 79, 57-64.

HARFOOT, C. G., NOBLE, R. C., MOORE, J. H., 1973. Factors influencing the extent of biohydrogenation of linoleic acid by rumen microorganisms in vitro. *J. Sci. Food Agric.* 24, 961.

HARFOOT, C. G., 1978. Lipid metabolism in the rumen. *Prog. Lipid Res.* 17, 21.

HARFOOT, C. G., HAZLEWOOD, G. P., 1988. Lipid metabolism in the rumen. In *The Rumen Microbial Ecosystem*. P. N. Hobson, ed. Elsevier Appl. Sci. Publ. Co., Inc., New York, NY, 285-322.

HAWKE, J. C., SILCOCK, W. R., 1970. The in vitro rates of lipolysis and biohydrogenation in rumen contents. *Biochim. Biophys. Acta* 218, 201.

HENDERSON, C., HODGKISS, W., 1973. An electron microscopic study of *Anaerovibrio lipolytica* (strain 5s) and its lipolytic enzyme. *J. Gen. Microbiol.* 76, 389.

HESPELL, R. B., O'BRYAN-SHAH, P. J., 1988. Esterase activities in *Butyrivibrio fibrisolvens* strains. *Appl. Environ. Microbiol.* 54, 1917.

- HOGAN, J. P., HOGAN, R. M., 1976. The evaluation of formaldehyde-treated sunflower seed-casein supplement as a source of linoleic acid for ruminant lipids. *Aust. J. Agric. Res.* 27, 129.
- HUSSEIN, H. S., MERCHEN, N. R., FAHEY, Jr., G. C., 1995. Effects of forage level and canola seed supplementation on site and extent of digestion of organic matter, carbohydrates and energy by steers. *J. Anim. Sci.* 73, 2458-2468.
- HUSSEIN, H. S., MERCHEN, N. R., FAHEY, Jr., G. C., 1996. Effects of forage percentage and canola seed on ruminal protein metabolism and duodenal flows of amino acid in steers. *J. Dairy Sci.* 79, 98-104.
- HURTAUD, C., RULQUIN, H., VÉRITÉ, R., 1998. Effects of level and type of energy source (volatile fatty acids or glucose) on milk yield, composition and coagulating properties in dairy cows. *Reprod. Nutr. Dev.* 38, 315-330.
- IKWUEGBU, O. A., SUTTON, J. D., 1982. The effect of varying amount of linseed oil supplementation on rumen metabolism in sheep. *Br. J. Nutr.* 66, 45.
- ILLG, D. J., STERN, M. D., MANSFIELD, H. R., CROOKER, B. A., 1994. Effects of extruded soybeans and forage source on fermentation by rumen microorganisms in continuous culture. *J. Dairy Sci.* 77, 1589-1597.
- JALC, D., BARAN, M., SIROKA, P., 1999. Use of grain amaranth (*Amaranthus hypochondriacus*) for feed and its effect on rumen fermentation *in vitro*. *Czech J. Anim. Sci.* 44, 163-167.
- JALC, D., ČEREŠŇÁKOVÁ, Z., 2001. Effect of plant oils and aspartate on rumen fermentation *in vitro*. *J. Anim. Physiol. Anim. Nutr.* 85, 378-384.
- JENKINS, T. C., PALMQUIST, D. L., 1982. Effect of added fat and calcium on *in vitro* formation of insoluble fatty acid soaps and cell wall digestibility. *J. Anim. Sci.* 55, 957.

JENKINS, T. C., PALMQUIST, D. L., 1984. Effect of fatty acids or calcium soaps on rumen and total nutrient digestibility of dairy rations. *J. Dairy Sci.* 67, 978.

JENKINS, T. C., 1987. Effects of fats and fatty acid combinations on ruminal fermentation in semicontinuous in vitro cultures. *J. Anim. Sci.* 64, 1526.

JENKINS, T. C., FOTOUHI, N., 1990. Effects of lecithin and corn oil on site of digestion, ruminal fermentation and microbial protein synthesis in sheep. *J. Anim. Sci.* 68, 460.

JENKINS, T. C., 1993. Lipid metabolism in the rumen. *J. Dairy Sci.* 76, 3851–3863.

JENKINS, T. C., BATEMAN, H. G., BLOCK, S. M., 1996. Butylsoyamide increases unsaturation of fatty acids in plasma and milk of lactating dairy cows. *J. Dairy Sci.* 79, 585-590.

JENKINS, T. C., 1998. Fatty acid composition of milk from Holstein cows fed oleamide or canola oil. *J. Dairy Sci.* 81, 794-800.

JENSEN, R. G., FERRIS, A. M., LAMMI-KEEFE, C. J., 1991. The composition of milk fat. *J. Dairy Sci.* 74, 3228-3243.

JENSEN, R. G., 1999. Lipids in human milk. *Lipids* 34, 1243-1271.

JOHNSON, K. A., JOHNSON, D. E., 1995. Methane emissions from cattle. *J. Anim. Sci.* 73, 2483–2492.

JOHNSON, K. A., KINCAID, R. L., WESTBERG, H. H., GASKINS, C. T., LAMB, B. K., CRONRATH, J. D., 2002. The effect of oilseeds in diets of lactating cows on milk production and methane emissions. *J. Dairy Sci.* 85, 1509-1515.

JOUANY, J. P., 1996. Effect of rumen protozoa on nitrogen utilization by ruminants. *J. Nutr.* 126, 1335S–1346S.

JOUANY, J. P., USHIDA, K., 1999. The role of rumen protozoa in feed digestion. *Asian-Aust. J. Anim. Sci.* 12, 113–128.

JOUANY, J. P., MICHALET-DOREAU, B., DOREAU, M., 2000. Manipulation of the rumen ecosystem to support high-performance beef cattle. *Asian-Australas. J. Anim. Sci.* 13, 96-114.

KALSCHEUR, K. F., TETER, B. B., PIPEROVA, L. S., ERDMAN, R. A., 1997. Effect of dietary forage concentration and buffer addition on duodenal flow of trans-C18:1 fatty acids and milk fat production. *J. Dairy Sci.* 80, 2104-2114.

KARL, T. R., TRENBERTH, K. E., 2003. Modern global climate change. *Sci.* 302, 1719–1723.

KEELE, J. W., ROFFLER, R. E., BEYERS, K. Z., 1989. Ruminal metabolism in nonlactating cows fed whole cottonseed or extruded soybeans. *J. Anim. Sci.* 67, 1612-1622.

KELLENS, M. J., GODERIS, H. L., TOBBACK, P. P., 1986. Biohydrogenation of unsaturated fatty acids by a mixed culture of rumen microorganisms. *Biotechnol. Bioeng.* 28, 1268.

KELLY, M. L., BERRY, J. R., DWYER, D. A., GRIINARI, J. M., CHOUINARD, P. Y., VAN AMBURGH, M. E., BAUMAN, D. E., 1998. Dietary fatty acid sources affect conjugated linoleic acid concentrations in milk from lactating dairy cows. *J. Nutr.* 128, 881-885.

KELLY, M. L., KOLVER, E. S., BAUMAN, D. E., VAN AMBURGH, M. E., MULLER, L. D., 1998. Effect of intake of pasture on concentrations of conjugated linoleic acid in milk of lactating cows. *J. Dairy Sci.* 81, 1630-1636.

KEMP, J. D., MAHYUDDIN, M., ELY, D. G., FOX, J. D., MOODY, W. G., 1991. Effect of feeding systems, slaughter weight and sex on organoleptic properties and fatty acid compositions of lamb. *J. Anim. Sci.* 51, 321.

KENNEDY, P. M., MILLIGAN, L. P., 1980. The degradation and utilization of endogenous urea in the gastrointestinal tract of ruminants: A review. *Can. J. Anim. Sci.* 60, 205–221.

KENNELLY, J. J., 1996. The fatty acid composition of milk fat as influenced by feeding oilseeds. *Anim. Feed Sci. Tech.* 60, 137-152.

KEPLER, C. R., TUCKER, W. P., TOVE, S. B., 1970. Biohydrogenation of unsaturated fatty acids. IV. Substrate specificity and inhibition of linoleate Δ^{12} -cis, Δ^{11} -trans isomerase from *Butyrivibrio fibrisolvens*. *J. Biol. Chem.* 245, 3612.

KHORASANI, G. R., KENNELLY, J. J., 1998. Effect of added dietary fat on performance, rumen characteristics, and plasma metabolites of midlactation dairy cows. *J. Dairy Sci.* 81, 2459–2468.

KLUSMEYER, T. H., CLARK, J. H., 1991. Effects of dietary fat and protein on fatty acid flow to the duodenum and in milk produced by dairy cows. *J. Dairy Sci.* 74, 3055.

KNIGHT, R., SUTTON, J. D., STORRY, J. E., BRUMBY, P. E., 1978. Rumen microbial synthesis of long-chain fatty acids. *Proc. Nutr. Soc.* 37, 4A (Abstr.).

KOWALSKI, Z. M., PISULEWSKI, P. M., SPANGHERO, M., 1999. Effects of calcium soaps of rapeseed fatty acids and protected methionine on milk yield and composition in dairy cows. *J. Dairy Res.* 66, 475-487.

KUCUK, O., HESS, B. W., LUDDEN, P. A., RULE, D. C., 2001. Effect of forage:concentrate ratio on ruminal digestion and duodenal flow of fatty acids in ewes. *J. Anim. Sci.* 79, 2233-2240.

KUZDZAL-SAVOIE, S., KUZDZAL, W., ILTCHENKO, M., 1975. Accroissement du taux d'acide linoléique dans le lait de vache. *Lait* 545, 257-268.

LACASSE, P., KENNELLY, J. J., AHNADI, C. E., 1998. Feeding protected and unprotected fish oil to dairy cows: II. Effect on milk fat composition. *J. Anim. Sci.* 76 Suppl. 1, 231.

LANGAR, P. N., BUTTERY, P. J., LEWIS, D. E., 1975. N-stearoyl-D,L-methionine metabolism in sheep. *J. Anim. Sci.* 41, 409 Abstr.

LANGAR, P. N., BUTTERY, P. J., LEWIS, D., 1978. N-stearoyl-D,L-methionine, a protected methionine source for ruminants. *J. Sci. Food Agric.* 29, 808.

LARDY, G. P., ULMER, D. N., ANDERSON, V. L., CATON, J. S., 2004. Effects of increasing level of supplemental barley on forage intake, digestibility, and ruminal fermentation in steers fed medium-quality grass hay. *J. Anim. Sci.* 82, 3662–3668.

LASSEY, K. R., ULYATT, M. J., MARTIN, R. J., WALKER C. F., SHELTON, I. D., 1997. Methane emissions measured directly from grazing livestock in New Zealand. *Atmosph. Environ.* 31, 2905–2914.

LATHAM, M. J., STORRY, J. E., SHARPE, M. E., 1972. Effect of low-roughage diets on the microflora and lipid metabolism in the rumen. *Appl. Microbiol.* 24, 871.

LAWLESS, F., MURPHY, J. J., HARRINGTON, D., DEVERY, R., STANTON, C., 1998. Elevation of conjugated cis-9, trans-11- octadecadienoic acid in bovine milk because of dietary supplementation. *J. Dairy Sci.* 81, 3259-3267.

LEAT, W. M. F., 1977. Depot fatty acids of Aberdeen Angus and Friesian cattle reared on hay and barley diets. *J. Agric. Sci. (Camb.)* 89, 575.

LEE, H. C., DUPONT, J., 1991. Effects of dietary fatty acids on the activity of glucose transport in adipocytes. *J. Nutr. Biochem.* 2, 38.

LEUPP, J. L., LARDY, G. P., SOTO-NAVARRO, S. A., BAUER, M. L., CATON, J. S., 2006. Effects of canola seed supplementation on intake, digestion, duodenal

protein supply, and microbial efficiency in steers fed forage-based diets. *J. Anim. Sci.* 84, 499 – 507.

LOOR, J. J., HERBEIN, J. H., 1998. Exogenous conjugated linoleic acid isomers reduce bovine milk fat concentration and yield by inhibiting de novo fatty acid synthesis. *J. Nutr.* 128, 2411-1419.

LOOR, J. J., UEDA, K., FERLAY, Y., CHILLIARD, Y., DOREAU, M., 2004. Short communication: Diurnal profiles of conjugated linoleic acids and trans fatty acids in ruminal fluid from cows fed a high concentrate diet supplemented with fish oil, linseed oil or sunflower oil. *J. Dairy Sci.* 87, 2468-2471.

MACHMÜLLER, A., OSSOWSKI, D. A., KREUZER, M., 2000. Comparative evaluation of the effects of coconut oil, oilseeds and crystalline fat on methane release, digestion and energy balance in lambs. *Anim. Feed Sci. Technol.* 85, 41–60.

MACHMÜLLER, A., 2006. Medium-chain fatty acids and their potential to reduce methanogenesis in domestic ruminants. *Agric. Ecosyst. Environ.* 112, 163–174.

MANSBRIDGE, R. J., BLAKE, J. S., 1997. Nutritional factors affecting the fatty acid composition of bovine milk. *Br. J. Nutr.* 78, Suppl. 1, S37-S47.

MANSBRIDGE, R. J., BLAKE, J. S., COLLINS, C., 1998. The effect of feeding high levels of fish oil and additional vitamin E on intake, milk yield, composition and fatty acid content in high yielding dairy cows. *Proc. Br. Soc. Anim. Sci.*, 221.

MANSBRIDGE, R. J., BLAKE, J. S., COLLINS, C. A., 2000. The effect of whole linseed or xylose treated whole linseed on dairy cows performance and level of the fatty acids C18:3, C20:5 and C22:6 in milk fat. In: Agnew, R. E., Agnew, K. W., Fearon, A. M. (Eds.), *Milk Composition*, BSAS Occasional Publication No. 25, British Society of Animal Production, Penicuik, UK.

MARTIN, C., ROUEL, J., JOUANY, J. P., DOREAU, M., CHILLIARD, Y., 2008. Methane output and diet digestibility in response to feeding dairy cows crude linseed, extruded linseed, or linseed oil. *J. Anim. Sci.* 86, 2642–2650.

MASSART-LEËN, A. M., ROETS, E., VERBEKE, R., PEETERS, G., 1974. Incorporation of [¹⁴C] myristic acid in milk components by the isolated perfused udder. *Ann. Biol. Anim. Biochim. Biophys.* 14, 459-469.

McCARTHY, Jr., R. D., KLUSMEYER, T. H., VICINI, J. L., CLARK, J. H., NELSON, D. R., 1989. Effects of source of protein and carbohydrate on ruminal fermentation and passage of nutrients to the small intestine of lactating cows. *J. Dairy Sci.* 72, 2002–2016.

Mc DOUGALL, E. I., 1948. Studies of rumen saliva. 1. The composition and output of sheep's saliva. *Biochem. J.* 43, 99-109.

McDONALD, I. W., SCOTT, T. W., 1977. Foods of ruminant origin with elevated content of polyunsaturated fatty acids. *World Rev. Nutr. Diet.* 26, 144-207.

McGINN, S. M., BEAUCHEMIN, K. A., COATES, T., COLOMBATTO, D., 2004. Methane emissions from beef cattle: Effects of monensin, sunflower oil, enzymes, yeast, and fumaric acid. *J. Anim. Sci.* 82, 3346–3356.

MICHALET-DOREAU, B., BOGAERT, C., BAUCHART, D., 1985. Valeur nutritive des graines de soja crues ou extrudées pour les ruminants. *Bulletin Technology CRZV Theix, INRA*, 59, 29.

MIR, Z., 1988. A comparison of canola acidulated fatty acids and tallow as supplements to a ground alfalfa diet for sheep. *Can. J. Anim. Sci.* 68, 761.

MONTENY, G.-J., BANNINK, A., CHADWICK, D., 2006. Greenhouse gas abatement strategies for animal husbandry. *Agric. Ecosyst. Environ.* 112, 163–70.

MORGAN, E. K., GIBSON, M. L., NELSON, M. L., MALES, J. R., 1991. Utilization of whole or steam-rolled barley fed with forages to wethers and cattle. *Anim. Feed Sci. Technol.* 33, 59–78.

MURPHY, M., UDEN, P., PALMQUIST, D. L., WIKTORSSON, H., 1987. Rumen and total diet digestibilities in lactating cows fed diets containing full-fat rapeseed. *J. Dairy Sci.* 70, 1572.

NEY, D. M., 1991. Potential for enhancing the nutrition properties of milk fat. *J. Dairy Sci.* 74, 4002-4012.

NOBLE, R. C., STEELE, W., MOORE, J. H., 1969. The incorporation of linoleic acid into the plasma lipids of sheep given intraruminal infusion of maize oil or free linoleic acid. *Br. J. Nutr.* 23, 709.

NOBLE, R. C., MOORE, J. H., HARFOOT, C. G., 1974. Observations on the pattern on biohydrogenation of esterified and unesterified linoleic acid in the rumen. *Br. J. Nutr.* 31, 99-108.

OFFER, N. W., MARSDEN, M., DIXON, J., SPEAKE, B. K., THACKER, F. E., 1999. Effect of dietary fat supplements on levels of n-3 poly-unsaturated fatty acids, trans-acids and conjugated linoleic acid in bovine milk. *Anim. Sci.* 69, 613-625.

OLDICK, B. S., FIRKINS, J. L., 2000. Effects of degree of fat saturation on fiber digestion and microbial protein synthesis when diets are fed twelve times daily. *J. Anim. Sci.* 78, 2412–2420.

PALMQUIST, D. L., JENKINS, T. C., 1980. Fat in lactation rations: review. *J. Dairy Sci.* 63, 1-14.

PALMQUIST, D. L., JENKINS, T. C., JOYNER, Jr., A. E., 1986. Effect of dietary fat and calcium source on insoluble soap formation in the rumen. *J. Dairy Sci.* 69, 1020.

PALMQUIST, D. L., 1991. Influence of source and amount of dietary fat on digestibility in lactating cows. *J. Dairy Sci.* 74, 1354.

PALMQUIST, D. L., SCHANBACHER, F. L., 1991. Dietary fat composition influences fatty acid composition of milk fat globule membrane in lactating cows. *Lipids* 26, 718.

PALMQUIST, D. L., DENISE BEAULIEU, A., BARBANO, D. M. ,1993. Feed and animal factors influencing milk fat composition. *J. Dairy Sci.* 76, 1753 - 1771.

PANTOJA, J., FIRKINS, J. L., EASTRIDGE, M. L., HULL, B. L., 1994. Effects of fat saturation and source of fiber on site of nutrient digestion and milk production by lactating dairy cows. *J. Dairy Sci.* 77, 2341–2356.

PARODI, P. W., 1999. Conjugated linoleic acid and other anticarcinogenic agents of bovine milk fat. *J. Dairy Sci.* 82, 1339-1349.

PETIT, H., 2002. Digestion, milk production, milk composition and blood composition of dairy cows fed whole flaxseed. *J. Dairy Sci.* 85, 1482-1490.

PORDOMINGO, A. J., WALLACE, J. D., FREEMAN, A. S., GALYEAN, M. L., 1991. Supplemental corn grain for steers grazing native rangeland during the summer. *J. Anim. Sci.* 69, 1678–1687.

RAES, K., DE SMET, S., DEMEYER, D., 2004. Effect of dietary fatty acids on incorporation of long chain polyunsaturated fatty acids and conjugated linoleic acid in lamb, beef and pork meat; a review. *Anim. Feed Sci. Technol.* 113, 199–221.

RÉMOND, B., JOURNET, M., 1971. Alimentation des vaches laitières avec des rations à forte proportion d'alliments concentrés. I. – Quantités ingérées et production laitière. *Ann. Zootech.* 20, 169-184.

REYNOLDS, W. K., HUNT, C. W., MOEN, T., LOESCHE, J. A., 1993. Comparison of corn and barley with and without ruminal buffer in supplements fed in wheat straw-based diets to beef steers. *J. Anim. Sci.* 71, 1326–1334.

ROMO, G. A., CASPER, D. P., ERDMAN, R. A., TETER, B. B., 1996. Abomasal infusion of cis or trans fatty acid isomers and energy metabolism of lactating dairy cows. *J. Dairy Sci.* 79, 2005-2015.

SACKMANN, J. R., DUCKETT, S. K., GILLIS, M. H., REALINI, C. E., PARKS, A. H., EGGELSTON, R. B., 2003. Effects of forage and sunflower oil levels on ruminal biohydrogenation of fatty acids and conjugated linoleic acid formation in beef steers fed finished diets. *J. Anim. Sci.* 81, 3174-3181.

SANTORA, J. E., PALMQUIST, D. L., ROEHRIG, K. L., 2000. Trans-vaccenic acid is desaturated to conjugated linoleic acid in mice. *J. Nutr.* 130, 208-215.

SCHAUFF, D. J., ELLIOT, J. P., CLARK, J. H., DRACKLEY, J. K., 1992. Effects of feeding lactating dairy cows diets containing whole soybeans and tallow. *J. Dairy Sci.* 75, 1923-1935.

SCHINGOETHE, D. J., AHRAR, M., 1979. Protein solubility, amino acid composition and biological value of regular and heat-treated soybean and sunflower meals. *J. Dairy Sci.* 63, 925.

SCHNEIDER, P., SKLAN, D., CHALUPA, W., KRONFELD, D. S., 1988. Feeding calcium salts of fatty acids to lactating cows. *J. Dairy Sci.* 71, 2143.

SCOLLAN, N. D., FISHER, W. J., DAVIES, D. W. R., FISHER, A. V., ENSER, M., WOOD, J. D., 1997. Manipulating the fatty acid composition of muscle in beef cattle. *Proc. Br. Soc. Anim. Sci.*, 20.

SCOTT, T. W., COOK, L. J., MILLS, S. C., 1971. Protection of dietary polyunsaturated fatty acids against microbial hydrogenation in ruminants. *J. Am. Oil Chem. Soc.* 48, 358.

SMITH, N. E., COLLAR, L. S., BATH, D. L., DUNKLEY, W. L., FRANKE, A. A., 1981. Digestibility and effects of whole cottonseed fed to lactating cows. *J. Dairy Sci.* 64, 2209.

STANTON, C., LAWLESS, F., KJELLMER, G., HARRINGTON, D., DEVERY, R., CONNOLLY, J. F., MURPHY, J., 1997. Dietary influences on bovine milk cis-9, trans-11- conjugated linoleic acid content. *J. Food Sci.* 62, 1083-1086.

STATISTICA, 2001. Data analysis software system, version 6, StatSoft, Inc.,OK.

STEELE, W., NOBLE, R. C., MOORE, J. H., 1971. The effects of 2 methods of incorporating soybean oil into the diet on milk yield and composition in the cow. *J. Dairy Sci.* 38, 43-48.

STERN, M. D., SANTOS, K. A., SATTER, L. D., 1985. Protein degradation in rumen and amino acid absorption in small intestine of lactating dairy cattle fed heat-treated soybeans. *J. Dairy Sci.* 68, 45.

STERN, M. D., VARGA, G. A., CLARK, J. H., FIRKINS, J. L., HUBER, J. T., PALMQUIST, D. L., 1994. Evaluation of chemical and physical properties of feeds that affect protein metabolism in the rumen. *J. Dairy Sci.* 77, 2762–2786.

STORRY, J. E., BRUMBY, P. E., DUNKLEY, W. L., 1980. Influence of nutritional factors on the yield and content of milk fat: protected non-polyunsaturated fat in the diet. *Int. Dairy Fed. Bull.* 125, 105-125.

SURBER, L. M. M., BOWMAN, J. G. P., 1998. Monensin effects on digestion of corn or barley high-concentrate diets. *J. Anim. Sci.* 76, 1945-1954.

SUTTON, J. D., KNIGHT, R., MCALLAN, A. B., SMITH, R. H., 1983. Digestion and synthesis in the rumen of sheep given diets supplemented with free and protected oils. *Br. J. Nutr.* 49, 419–432.

TAMMINGA, S., 1996. A review on environmental impacts of nutritional strategies in ruminants. *J. Anim. Sci.* 74, 3112-3124.

TESFA, A. T., 1993. Effects of rape-seed oil supplementation on digestion, microbial protein synthesis and duodenal microbial amino acid composition in ruminants. *Anim. Feed Sci. Technol.* 41, 313-328.

THOMPSON, G. E., CHRISTIE, W. W., 1991. Extraction of plasma triacylglycerols by the mammary gland of the lactating cow. *J. Dairy Res.* 58, 251-255.

TOCHER, D. R., LEAVER, M. J., HODGSON, P. A., 1998. Recent advances in the biochemistry and molecular biology of fatty acyl desaturases. *Prog. Lipid. Res.* 37, 73-117.

UEDA, K., FERLAY, A., CHABROT, J., LOOR, J. J., CHILLIARD, Y., DOREAU, M., 2003. Effect of linseed oil supplementation on ruminal digestion in dairy cows fed diets with different forage:concentrate ratios. *J. Dairy Sci.* 86, 3999 – 4007.

YANG, W. Z., BEAUCHEMIN, K. A., RODE, L. M., 2000. Effects of barley grain processing on extent of digestion and milk production of lactating cows. *J. Dairy Sci.* 83, 554-568.

VAN NEVEL, C. J., DEMEYER, D. I., 1977. Determination of ruminal growth *in vitro* from ³²P labeled phosphate incorporation. *Br. J. Nutr.* 38, 101-114.

VAN NEVEL, C. J., DEMEYER, D. I., 1988. Manipulation of rumen fermentation. Pages 387 – 443 in *The Rumen Microbial Ecosystem*. P. N. Hobson, ed. Elsevier Applied Science, New York, NY.

VAN SOEST, P. J., ROBERTSON, J. B., LEWIS, B. A., 1991. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. *J. Dairy Sci.* 74, 3583.

VERNON, R. G., 1977. Effect of different fatty acids on lipogenesis in rat and sheep adipose tissue in vitro. *Int. J. Biochem.* 8, 517.

WACHIRA, A. M., SINCLAIR, L. A., WILKINSON, R. G., HALLETT, K., ENSER, M., WOOD, J. D., 2000. Rumen biohydrogenation of *n*-3 polyunsaturated fatty acids and their effects on microbial efficiency and nutrient digestibility in sheep. *J. Agric. Sci. (Camb.)* 135, 419–428.

WAINMAN, F. W., DEWEY, P. J. S., 1987. The energy value to sheep of saturated and unsaturated fat fed singly or in combination. *Anim. Prod.* 44, 227.

WHITE, B. G., INGALLS, J. R., SHARMA, H. R., MCKIRDY, J. A., 1987. The effect of whole sunflower seeds on the flow of fat and fatty acids through the gastrointestinal tract of cannulated Holstein steers. *Can. J. Anim. Sci.* 67, 447.

WILLETT, W. C., STAMPFER, M. J., MANSON, J. E., COLDITZ, G. A., SPEIZER, F. E., ROSNER, B. A., SAMPSON, L. A., HENNEKENS, C. H., 1993. Intake of trans fatty acids and risk of coronary heart disease among women. *Lancet* 341, 581-585.

WOLFF, R. L., 1995. Content and distribution of trans-18:1 acids in ruminant milk and meat fats. Their importance in European diets and their effect on human milk. *JAOCS*, 72, 259-272.

WU, Z., OHAJURUKA, O. A., PALMQUIST, D. L., 1991. Ruminal synthesis, biohydrogenation and digestibility of fatty acids by dairy cows. *J. Dairy Sci.* 74, 3025-3034.

YANG, W. Z., BEAUCHEMIN, K. A., RODE, L. M., 2001. Effects of grain processing, forage to concentrate ratio, and forage particle size on rumen pH and digestion by dairy cows. *J. Dairy Sci.* 84, 2203-2216.

ZINN, R. A., 1988. Comparative feeding value of supplemental fat in finishing diets for feedlot steers supplemented with and without monensin. *J. Anim. Sci.* 66, 213.

ZINN, R. A., PLASCENCIA, A., 1996. Effects of forage level on the comparative feeding value of supplemental fat in growing-finishing diets for feedlot cattle. *J. Anim. Sci.* 74, 1194–1201.

ZINN, R. A., GULATI, S. K., PLASCENCIA, A., SALINAS, J., 2000. Influence of ruminal biohydrogenation on the feeding value of fat in finishing diets for feedlot cattle. *J. Anim. Sci.* 78, 1738-1746.

9. PŘÍLOHY

9.1. Tabulky

SEZNAM POUŽITÝCH TABULEK

TABULKA 1. Obsah živin v semenech amarantu, řepky, slunečnice a lnu, použitých v pokusech (výsledky přepočítány na 100% sušinu).

TABULKA 2. Obsah živin v kontrolní krmné dávce a krmných dávkách, obsahujících 10 % upravených semen (výsledky přepočítány na 100% sušinu).

TABULKA 3. Vliv semen amarantu a jejich úpravy na stravitelnost živin, pH, metabolismus dusíku a produkci a složení fermentačních plynů.

TABULKA 4. Vliv semen amarantu a jejich úpravy na produkci celkových a jednotlivých těkavých mastných kyselin.

TABULKA 5. Vliv semen amarantu a jejich úpravy na produkci (%) vybraných mastných kyselin a jejich skupin.

TABULKA 6. Vliv semen řepky a jejich úpravy na stravitelnost živin, pH, metabolismus dusíku a produkci a složení fermentačních plynů.

TABULKA 7. Vliv semen řepky a jejich úpravy na produkci celkových a jednotlivých těkavých mastných kyselin.

TABULKA 8. Vliv semen řepky a jejich úpravy na produkci (%) vybraných mastných kyselin a jejich skupin.

TABULKA 9. Vliv semen slunečnice a jejich úpravy na stravitelnost živin, pH, metabolismus dusíku a produkci a složení fermentačních plynů.

TABULKA 10. Vliv semen slunečnice a jejich úpravy na produkci celkových a jednotlivých těkavých mastných kyselin.

TABULKA 11. Vliv semen slunečnice a jejich úpravy na produkci (%) vybraných mastných kyselin a jejich skupin.

TABULKA 12. Vliv semen lnu a jejich úpravy na stravitelnost živin, pH, metabolismus dusíku a produkci a složení fermentačních plynů.

TABULKA 13. Vliv semen lnu a jejich úpravy na produkci celkových a jednotlivých těkavých mastných kyselin.

TABULKA 14. Vliv semen lnu a jejich úpravy na produkci (%) vybraných mastných kyselin a jejich skupin.

TABULKA 15. Vliv šrotovaných semen na stravitelnost živin, pH, metabolismus dusíku a produkci a složení fermentačních plynů.

TABULKA 16. Vliv šrotovaných semen na produkci celkových a jednotlivých těkavých mastných kyselin.

TABULKA 17. Vliv šrotovaných semen na produkci (%) vybraných mastných kyselin a jejich skupin.

TABULKA 18. Vliv drcených semen na stravitelnost živin, pH, metabolismus dusíku a produkci a složení fermentačních plynů.

TABULKA 19. Vliv drcených semen na produkci celkových a jednotlivých těkavých mastných kyselin.

TABULKA 20. Vliv drcených semen na produkci (%) vybraných mastných kyselin a jejich skupin.

TABULKA 21. Vliv tepelně ošetřených semen na stravitelnost živin, pH, metabolismus dusíku a produkci a složení fermentačních plynů.

TABULKA 22. Vliv tepelně ošetřených semen na produkci celkových a jednotlivých těkavých mastných kyselin.

TABULKA 23. Vliv tepelně ošetřených semen na produkci (%) vybraných mastných kyselin a jejich skupin.

TABULKA 24. Vliv úpravy semen na stravitelnost živin, pH, metabolismus dusíku a produkci a složení fermentačních plynů.

TABULKA 25. Vliv úpravy semen na produkci celkových a jednotlivých těkavých mastných kyselin.

TABULKA 26. Vliv úpravy semen na produkci (%) vybraných mastných kyselin a jejich skupin.

TABULKA 27. Obsah živin v KD, obsahující různý poměr objemného (luční seno) a jadrného krmiva (ječmen) (výsledky přepočítány na 100% sušinu).

TABULKA 28. Obsah živin v produkčních KD mléčných krav (výsledky přepočítány na 100% sušinu).

TABULKA 29. Vliv různých poměrů objemové a jadrné složky krmné dávky, složené z lučního sena a ječmene, na stravitelnost živin, pH, metabolismus dusíku a produkci a složení fermentačních plynů.

TABULKA 30. Vliv různých poměrů objemové a jadrné složky krmné dávky, složené z lučního sena a ječmene, na produkci celkových a jednotlivých těkavých mastných kyselin.

TABULKA 31. Vliv různých poměrů objemové a jadrné složky krmné dávky, složené z lučního sena a ječmene, na produkci (%) vybraných mastných kyselin a jejich skupin.

TABULKA 32. Vliv různého poměru objemu a jádra v produkčních dávkách na stravitelnost živin, pH, metabolismus dusíku a produkci a složení fermentačních plynů.

TABULKA 33. Vliv různého poměru objemu a jádra v produkčních dávkách na produkci celkových a jednotlivých těkavých mastných kyselin.

TABULKA 34. Vliv různého poměru objemu a jádra v produkčních dávkách na produkci (%) vybraných mastných kyselin a jejich skupin.

TABULKA 1. Obsah živin v semenech amarantu, řepky, slunečnice a lnu, použitých v pokusech (výsledky přepočítány na 100% sušinu).

Živiny (%)	Amarant	Řepka	Slunečnice	Len
Sušina	92,0	94,0	95,4	92,5
Popel	3,7	3,8	3,7	3,6
NDF	51,2	40,7	38,0	52,5
ADF	8,4	34,9	25,8	25,7
NL	19,0	19,7	18,2	22,2
Tuk	6,6	34,5	19,4	15,5

NDF – neutrálně-detergentní vláknina, ADF – acido-detergentní vláknina, NL – dusíkaté látky

TABULKA 2. Obsah živin v kontrolní krmné dávce a krmných dávkách, obsahujících 10 % upravených semen (výsledky přepočítány na 100% sušinu).

Živiny (%)	Kontrola	KD s	KD s	KD se	KD se lnem
		amarantem	řepkou	slunečnicí	
Sušina	90,9	90,6	91,5	93,1	92,7
NDF	62,6	56,9	64,6	54,6	45,8
ADF	32,0	31,8	34,7	35,0	32,5
NL	7,4	8,1	8,1	9,1	9,7
Tuk	1,3	1,6	5,7	4,3	5,0

NDF – neutrálně-detergentní vláknina, ADF – acido-detergentní vláknina, NL – dusíkaté látky

TABULKA 3. Vliv semen amarantu a jejich úpravy na stravitelnost živin, pH, metabolismus dusíku a produkci a složení fermentačních plynů.

Úpravy semen amarantu					
	Kontrola	Šrotování	Drcení	Tepelná úprava a drcení	P
pH	6,67±0,05	6,73±0,03	6,69±0,05	6,74±0,04	NS
Stravitelnost %					
DM	56,8±3,4	54,5±3,4	53,0±4,1	51,8±4,5	NS
NDF	43,1±5,3 ^{ab}	27,5±4,3 ^a	35,0±6,4	33,7±4,9 ^b	< 0,01
ADF	29,2±6,6	20,8±4,7 ^a	35,1±6,4 ^a	27,3±5,4	< 0,01
NL	49,8±4,7	55,2±2,7 ^a	52,2±4,7	47,7±3,9 ^a	< 0,05
tuk	34,9±6,1 ^{ab}	27,7±4,3 ^{cd}	13,2±8,5 ^{ac}	14,5±6,3 ^{bd}	<<0,001
Produkce N v effluentu					
NH ₃ -N, mg/l	193,1±10,1	189,5±2,9	187,5±3,5	182,5±6,5	NS
N, mg/l	221,3±11,5	255,0±18,9	236,7±9,4	238,3±25,4	< 0,05
N _M , mg/den	51,6±16,9 ^{abc}	80,9±10,5 ^a	82,9±11,0 ^b	97,5±11,7 ^c	< 0,001
EMS, mg/g	16,1±6,0 ^{abc}	26,6±3,9 ^a	27,4±5,2 ^b	32,5±4,8 ^c	< 0,001
Produkce plynů					
produkce plynu, l/den	3,58±0,21	3,44±0,29	3,38±0,23	3,38±0,12	NS
produkce CH ₄ , ml/den	121,1±38,9	100,5±16,0	98,5±29,5	109,4±30,7	NS
produkce CH ₄ , %	3,36±0,97	2,95±0,57	2,89±0,78	3,26±0,96	NS

DM – sušina, NDF – neutrálně-detergentní vláknina, ADF – acido-detergentní vláknina, NL – dusíkaté látky, N – dusík, NH₃-N – amoniakální dusík, N_M – mikrobiální dusík, EMS – účinnost mikrobiální syntézy, CH₄ – metan; hodnoty v řádku se stejnými písmeny (^{a, b, c, d}) se statisticky významně liší.

TABULKA 4. Vliv semen amarantu a jejich úpravy na produkci celkových a jednotlivých těkavých mastných kyselin.

	Úpravy semen amarantu				P
	Kontrola	Šrotování	Drcení	Tepelná úprava a drcení	
Produkce TMK					
TMK celkem, mmol/l	55,3±4,1	50,2±2,2	52,9±3,6	49,8±3,8	NS
A : P	3,00±0,06 ^{abc}	2,82±0,11 ^a	2,73±0,04 ^b	2,74±0,08 ^c	<< 0,001
octová (mol %)	56,9±1,1 ^a	53,1±0,7 ^{ab}	55,0±1,1	55,2±1,3 ^b	< 0,001
propionová (mol %)	19,1±0,4 ^{ab}	18,9±0,7 ^{cd}	20,1±0,6 ^{ac}	20,1±0,8 ^{bd}	< 0,01
máselná (mol %)	17,2±0,5 ^a	20,3±0,5 ^{abc}	17,9±1,0 ^b	18,3±1,3 ^c	< 0,001
iso-máselná (mol %)	0,09±0,03 ^{abc}	0 ^a	0 ^b	0 ^c	<< 0,001
valerová (mol %)	3,8±0,5	4,5±0,3	4,2±0,6	3,9±0,5	NS
iso-valerová (mol %)	1,4±0,1 ^a	1,79±0,09 ^{abc}	1,45±0,08 ^{bd}	1,24±0,07 ^{cd}	<< 0,001
kapronová (mol %)	1,5±0,3 ^a	1,33±0,18 ^b	1,14±0,11	1,00±0,14 ^{ab}	< 0,01
k. octová (mmol/l)	31,5±2,9 ^a	26,7±1,1 ^a	29,1±2,4	27,5±2,6	< 0,05
propionová (mmol/l)	10,5±0,9	9,5±0,7	10,7±0,9	10,1±1,1	NS
máselná (mmol/l)	9,5±0,6	10,2±0,4 ^a	9,4±0,5	9,0±0,4 ^a	< 0,05
iso-máselná (mmol/l)	0,05±0,01 ^{abc}	0 ^a	0 ^b	0 ^c	<< 0,001
valerová (mmol/l)	2,1±0,2	2,2±0,2	2,2±0,3	2,0±0,2	NS
iso-valerová (mmol/l)	0,77±0,05 ^{ad}	0,90±0,05 ^{abce}	0,76±0,06 ^{bf}	0,62±0,07 ^{cdef}	<< 0,001
kapronová (mmol/l)	0,79±0,12 ^{ab}	0,66±0,08 ^c	0,60±0,06 ^a	0,50±0,08 ^{bc}	< 0,001

TMK – těkavé mastné kyseliny, A : P – poměr acetátu a propionátu; hodnoty v řádku se stejnými písmeny (^{a, b, c, d, e, f}) se statisticky významně liší.

TABULKA 5. Vliv semen amarantu a jejich úpravy na produkci (%) vybraných mastných kyselin a jejich skupin.

Úpravy semen amarantu					
	Tepelná úprava				P
	Kontrola	Šrotování	Drcení	a drcení	
C12:0	2,05±1,10 ^{abc}	0,51±0,22 ^a	0,56±0,24 ^b	0,58±0,20 ^c	< 0,001
C14:0	6,8±2,4 ^{abc}	2,9±0,5 ^a	3,6±0,7 ^b	4,2±0,5 ^c	< 0,001
C16:0	35,3±2,8	31,1±3,1	32,2±4,5	33,6±1,7	NS
C18:0	15,0±2,8	13,2±2,9	13,0±3,5	13,7±1,5	NS
C18:1-n9t	0,47±0,07	0,61±0,28	0,40±0,17	0,72±0,39	NS
C18:1-n11t	1,6±0,5	3,3±1,4	2,1±0,7	2,8±1,1	NS
C18:1-n9	17,4±3,8	20,2±3,8	21,4±5,1	18,0±1,6	NS
C18:2-n6t	0,56±0,30	0	0	0	NS
C18:2-n6	6,3±3,3	12,8±5,5	11,6±3,8	9,7±2,4	NS
C18:3-n3	0,81±0,30 ^{abc}	0,92±0,13 ^a	1,46±0,73 ^b	1,37±0,35 ^c	< 0,001
C18:2 (9,11)	0,09±0,03 ^{abc}	0,12±0,05 ^a	0,06±0,02 ^b	0,13±0,05 ^c	< 0,001
C18:2 (10,12)	1,23±0,85	0,86±0,14	1,10±0,15	0,91±0,19	NS
C20:4-n6	0,42±0,33	0,29±0,13	0,29±0,09	0,37±0,06	NS
C20:5-n3	0	0	0	0	NS
SFA	66,7±7,0	55,8±7,3	56,4±8,8	60,3±2,8	NS
MUFA	22,6±4,2	28,1±2,2	27,9±4,4	25,9±1,8	NS
PUFA	10,7±3,8	16,1±5,4	15,7±4,5	13,8±2,9	NS
n-3/n-6	0,11±0,01 ^a	0,07±0,02 ^{abc}	0,11±0,03 ^b	0,12±0,01 ^c	< 0,01

MK – mastné kyseliny, CLA – konjugovaná kyselina linolová, SFA – nasycené mastné kyseliny, MUFA – mononenasyčené mastné kyseliny, PUFA – polynenasycené mastné kyseliny; hodnoty v řádku se stejnými písmeny (^{a, b, c}) se statisticky významně liší.

TABULKA 6. Vliv semen řepky a jejich úpravy na stravitelnost živin, pH, metabolismus dusíku a produkci a složení fermentačních plynů.

Úpravy semen řepky					
	Kontrola	Šrotování	Drcení	Tepelná úprava a drcení	P
pH	6,67±0,05	6,74±0,03	6,68±0,08	6,70±0,03	NS
Stravitelnost %					
DM	56,8±3,4	51,9±2,9	54,8±4,4	54,4±3,4	NS
NDF	43,1±5,3	39,7±3,6	44,9±5,4	44,0±4,1	NS
ADF	29,2±6,6 ^a	29,0±4,2 ^b	36,1±6,3	37,8±4,6 ^{ab}	< 0,05
NL	49,8±4,7	53,8±2,8	55,9±4,3	55,5±3,3	NS
tuk	34,9±6,1 ^{abc}	58,6±2,5 ^a	53,1±4,6 ^b	58,5±3,1 ^c	<< 0,001
Produkce N v effluentu					
NH ₃ -N, mg/l	193,1±10,1	192,6±7,4	199,6±16,4	185,6±19,7	NS
N, mg/l	221,3±11,5 ^{abc}	214,2±21,9 ^a	219,6±21,2 ^b	207,1±18,3 ^c	< 0,001
N _M , mg/den	51,6±16,9 ^{abc}	63,0±14,4 ^a	58,3±22,5 ^b	59,3±10,1 ^c	<< 0,001
EMS, mg/g	16,1±6,0 ^{abc}	21,9±5,3 ^a	20,1±9,0 ^b	19,5±4,3 ^c	< 0,001
Produkce plynů					
produkce plynu, l/den	3,58±0,25	3,22±0,18	3,22±0,31	3,44±0,19	NS
produkce CH ₄ , ml/den	119,7±38,0	80,5±24,3	95,2±22,1	109,8±28,1	NS
produkce CH ₄ , %	3,33±0,96	2,52±0,82	2,85±1,29	3,21±0,87	NS

DM – sušina, NDF – neutrálně-detergentní vláknina, ADF – acido-detergentní vláknina, NL – dusíkaté látky, N – dusík, NH₃-N – amoniakální dusík, N_M – mikrobiální dusík, EMS – účinnost mikrobiální syntézy, CH₄ – metan; hodnoty v řádku se stejnými písmeny (^{a, b, c}) se statisticky významně liší.

TABULKA 7. Vliv semen řepky a jejich úpravy na produkci celkových a jednotlivých těkavých mastných kyselin.

	Úpravy semen řepky				P
	Kontrola	Šrotování	Drcení	Tepelná úprava a drcení	
Produkce TMK					
TMK celkem, mmol/l	55,3±4,1	48,1±2,5	53,7±5,2	51,3±4,0	NS
A : P	3,00±0,06 ^{abc}	2,60±0,12 ^a	2,61±0,14 ^b	2,71±0,14 ^c	<< 0,001
octová (mol %)	56,9±1,1 ^a	53,4±0,7 ^{abc}	56,8±0,7 ^b	55,6±0,7 ^c	<< 0,001
propionová (mol %)	19,1±0,4 ^a	20,6±0,8	21,8±1,3 ^a	20,5±1,0	< 0,01
máselná (mol %)	17,2±0,5 ^a	17,3±0,3 ^b	15,0±1,0 ^{abc}	16,5±0,9 ^c	< 0,001
iso-máselná (mol %)	0,09±0,03 ^{abc}	0 ^{ad}	0 ^{be}	0,22±0,04 ^{cde}	<< 0,001
valerová (mol %)	3,8±0,5 ^{ad}	4,9±0,2 ^{abc}	3,0±0,6 ^{bde}	4,0±0,4 ^{ce}	<< 0,001
iso-valerová (mol %)	1,4±0,1 ^{abc}	3,0±0,4 ^a	2,8±0,5 ^b	2,4±0,5 ^c	<< 0,001
kapronová (mol %)	1,5±0,3 ^{abc}	0,9±0,2 ^a	0,5±0,2 ^b	0,8±0,2 ^c	<< 0,001
octová (mmol/l)	31,5±2,9 ^a	25,7±1,6 ^{ab}	30,5±3,1 ^b	28,5±2,1	< 0,01
propionová (mmol/l)	10,5±0,9	9,9±0,7	11,8±1,7	10,5±1,1	NS
máselná (mmol/l)	9,5±0,6 ^{abc}	8,3±0,4 ^a	8,0±0,6 ^b	8,4±0,8 ^c	< 0,01
iso-máselná (mmol/l)	0,05±0,01 ^{abc}	0 ^{ad}	0 ^{be}	0,11±0,03 ^{cde}	<< 0,001
valerová (mmol/l)	2,1±0,2 ^a	2,3±0,1 ^b	1,6±0,3 ^{abc}	2,1±0,3 ^c	< 0,001
iso-valerová (mmol/l)	0,77±0,05 ^{abc}	1,41±0,15 ^a	1,49±0,14 ^{bd}	1,21±0,22 ^{cd}	<< 0,001
kapronová (mmol/l)	0,79±0,12 ^{abc}	0,41±0,11 ^a	0,28±0,11 ^b	0,42±0,14 ^c	<< 0,001

TMK – těkavé mastné kyseliny, A : P – poměr acetátu a propionátu; hodnoty v řádku se stejnými písmeny (^{a, b, c, d, e}) se statisticky významně liší.

TABULKA 8. Vliv semen řepky a jejich úpravy na produkci (%) vybraných mastných kyselin a jejich skupin.

	Úpravy semen řepky				
	Kontrola	Šrotování	Drcení	Tepelná úprava a drcení	P
C12:0	2,05±1,10	1,06±0,48	1,67±0,94	0,94±0,61	NS
C14:0	6,8±2,4	3,9±1,6	5,8±2,4	3,7±1,7	NS
C16:0	35,3±2,8 ^{ab}	26,2±3,0 ^a	30,2±3,5	27,5±3,4 ^b	< 0,01
C18:0	15,0±2,8	13,9±2,6	12,5±1,3	12,8±2,2	NS
C18:1-n9t	0,47±0,07 ^{ab}	0,81±0,14 ^a	0,86±0,28 ^b	0,72±0,11	< 0,01
C18:1-n11t	1,6±0,5 ^a	2,6±0,3	2,8±0,9 ^a	2,3±0,5	< 0,05
C18:1-n9	17,4±3,8 ^{abc}	28,3±3,2 ^a	24,6±4,3 ^b	29,5±2,9 ^c	< 0,001
C18:2-n6t	0,56±0,30	0,45±0,13	0,52±0,18	0,51±0,27	NS
C18:2-n6	6,3±3,3	8,2±1,4	6,2±1,6	8,1±2,0	NS
C18:3-n3	0,81±0,30 ^{ab}	2,23±0,67 ^a	1,56±0,28	2,50±0,78 ^b	< 0,001
C18:2 (9,11)	0,09±0,03 ^a	0,21±0,06	0,25±0,14 ^a	0,18±0,07	< 0,05
C18:2 (10,12)	1,23±0,85	1,05±0,29	1,33±0,45	1,01±0,56	NS
C20:4-n6	0,42±0,33	0,22±0,06	0,21±0,03	0,20±0,07	NS
C20:5-n3	0	0	0	0	-
SFA	66,7±7,0 ^{ab}	50,9±5,5 ^a	56,3±5,8	49,9±5,7 ^b	< 0,001
MUFA	22,6±4,2 ^{abc}	35,7±3,7 ^a	32,1±5,7 ^b	36,4±3,5 ^c	< 0,001
PUFA	10,7±3,8	13,5±2,3	11,5±1,6	13,7±2,5	NS
n-3/n-6	0,11±0,01 ^{abc}	0,14±0,06 ^a	0,19±0,07 ^b	0,24±0,04 ^c	<< 0,001

MK – mastné kyseliny, CLA – konjugovaná kyselina linolová, SFA – nasycené mastné kyseliny, MUFA – mononenasyčené mastné kyseliny, PUFA – polynenasycené mastné kyseliny; hodnoty v řádku se stejnými písmeny (^{a, b, c}) se statisticky významně liší.

TABULKA 9. Vliv semen slunečnice a jejich úpravy na stravitelnost živin, pH, metabolismus dusíku a produkci a složení fermentačních plynů.

Úpravy semen slunečnice					
	Kontrola	Šrotování	Drcení	Tepelná úprava a drcení	P
pH	6,67±0,05 ^{abc}	6,52±0,04 ^a	6,53±0,05 ^b	6,52±0,05 ^c	<< 0,001
Stravitelnost %					
DM	56,8±3,4	57,1±4,4	58,0±4,2	53,9±3,3	NS
NDF	43,1±5,3	52,1±4,9 ^a	37,0±6,3 ^a	44,6±4,0	< 0,01
ADF	29,2±6,6 ^{abc}	51,7±5,0 ^{ad}	53,0±4,7 ^{be}	42,4±4,2 ^{cde}	<< 0,001
NL	49,8±4,7 ^{abc}	59,3±4,2 ^{ad}	35,7±6,4 ^{bde}	59,2±2,9 ^{ce}	<< 0,001
tuk	34,9±6,1 ^a	68,6±3,2 ^a	13,9±8,6 ^a	49,9±3,6 ^a	<< 0,001
Produkce N v effluentu					
NH ₃ -N, mg/l	193,1±10,1 ^{abc}	117,5±22,5 ^a	101,7±6,8 ^b	99,0±8,3 ^c	<< 0,001
N, mg/l	221,3±11,5	205,5±19,6	201,7±25,8	186,7±22,0	NS
N _M , mg/den	51,6±16,9 ^{abc}	138,4±19,9 ^{ad}	197,1±12,6 ^{bde}	138,1±8,6 ^{ce}	<< 0,001
EMS, mg/g	16,1±6,0 ^{abc}	55,2±7,2 ^{ad}	78,8±10,8 ^{bde}	59,5±4,1 ^{ce}	<< 0,001
Produkce plynů					
produkce plynu, l/den	3,58±0,25	3,16±0,28	3,30±0,31	3,13±0,33	NS
produkce CH ₄ , ml/den	119,7±38,0	116,2±14,1	114,6±19,2	110,2±20,0	NS
produkce CH ₄ , %	3,33±0,96	3,67±0,24	3,49±0,60	3,50±0,27	NS

DM – sušina, NDF – neutrálně-detergentní vláknina, ADF – acido-detergentní vláknina, NL – dusíkaté látky, N – dusík, NH₃-N – amoniakální dusík, N_M – mikrobiální dusík, EMS – účinnost mikrobiální syntézy, CH₄ – metan; hodnoty v řádku se stejnými písmeny (^{a, b, c, d, e}) se statisticky významně liší.

TABULKA 10. Vliv semen slunečnice a jejich úpravy na produkci celkových a jednotlivých těkavých mastných kyselin.

	Úpravy semen slunečnice				
	Kontrola	Šrotování	Drcení	Tepelná úprava a drcení	P
Produkce TMK					
TMK celkem, mmol/l	55,3±4,1 ^{abc}	45,6±2,8 ^a	46,6±2,7 ^b	45,0±2,7 ^c	< 0,001
A : P	3,00±0,06 ^a	2,96±0,15 ^b	3,21±0,27 ^c	2,64±0,08 ^{abc}	< 0,001
octová (mol %)	56,9±1,1 ^{abc}	61,6±0,6 ^{ad}	63,6±1,0 ^{bde}	60,8±0,5 ^{ce}	<< 0,001
propionová (mol %)	19,1±0,4 ^{ad}	20,9±0,9 ^{abc}	19,0±0,6 ^{be}	23,1±0,7 ^{cde}	<< 0,001
máselná (mol %)	17,2±0,5 ^{abc}	12,8±0,4 ^{ad}	13,0±0,5 ^{be}	11,3±0,9 ^{cde}	<< 0,001
iso-máselná (mol %)	0,09±0,03 ^{abc}	0,48±0,07 ^a	0,43±0,09 ^b	0,42±0,07 ^c	<< 0,001
valerová (mol %)	3,8±0,5 ^{abc}	1,7±0,1 ^a	1,7±0,0 ^b	1,9±0,1 ^c	<< 0,001
iso-valerová (mol %)	1,4±0,1 ^{ab}	2,1±0,2 ^a	1,8±0,1 ^c	2,2±0,3 ^{bc}	<< 0,001
kapronová (mol %)	1,5±0,3 ^{abc}	0,5±0,1 ^a	0,6±0,1 ^b	0,5±0,1 ^c	<< 0,001
k. octová (mmol/l)	31,5±2,9 ^a	28,1±1,6	29,6±1,6	27,4±1,5 ^a	< 0,05
propionová (mmol/l)	10,5±0,9 ^a	9,5±0,8	8,9±0,6 ^{ab}	10,4±0,7 ^b	< 0,01
máselná (mmol/l)	9,5±0,6 ^{abc}	5,8±0,4 ^a	6,1±0,5 ^{bd}	5,1±0,6 ^{cd}	<< 0,001
iso-máselná (mmol/l)	0,05±0,01 ^{abc}	0,22±0,03 ^a	0,20±0,04 ^b	0,19±0,04 ^c	<< 0,001
valerová (mmol/l)	2,1±0,2 ^{abc}	0,8±0,1 ^a	0,8±0,1 ^b	0,8±0,0 ^c	<< 0,001
iso-valerová (mmol/l)	0,77±0,05 ^{ab}	0,96±0,15 ^a	0,81±0,04 ^c	0,98±0,19 ^{bc}	< 0,05
kapronová (mmol/l)	0,79±0,12 ^{abc}	0,23±0,05 ^a	0,28±0,04 ^b	0,21±0,06 ^c	<< 0,001

TMK – těkavé mastné kyseliny, A : P – poměr acetátu a propionátu; hodnoty v řádku se stejnými písmeny (^{a, b, c, d, e}) se statisticky významně liší.

TABULKA 11. Vliv semen slunečnice a jejich úpravy na produkci (%) vybraných mastných kyselin a jejich skupin.

Úpravy semen slunečnice					
	Kontrola	Šrotování	Drcení	Tepelná úprava a drcení	P
C12:0	2,05±1,10 ^a	1,02±0,26	1,09±0,24	0,88±0,53 ^a	< 0,05
C14:0	6,8±2,4 ^{ab}	4,4±1,0	3,8±1,2 ^a	2,7±1,5 ^b	< 0,01
C16:0	35,3±2,8 ^{abc}	26,2±4,7 ^a	24,4±2,8 ^{bd}	18,5±4,4 ^{cd}	<< 0,001
C18:0	15,0±2,8 ^a	11,1±4,1	11,2±1,0	8,1±1,8 ^a	< 0,01
C18:1-n9t	0,47±0,07 ^{ab}	0,79±0,17 ^a	0,78±0,15 ^b	0,59±0,22	< 0,05
C18:1-n11t	1,6±0,5	2,5±1,1	2,7±0,3	2,8±1,1	NS
C18:1-n9	17,4±3,8	18,1±1,5	15,6±3,8	19,6±2,8	NS
C18:2-n6t	0,56±0,30 ^{abc}	0,21±0,08 ^a	0,22±0,06 ^b	0,14±0,07 ^c	< 0,01
C18:2-n6	6,3±3,3 ^{ad}	17,0±5,5 ^b	17,9±5,4 ^{cd}	31,3±9,7 ^{abc}	<< 0,001
C18:3-n3	0,81±0,30 ^a	1,85±0,90 ^b	0,52±0,13	0,59±0,40 ^{ab}	< 0,01
C18:2 (9,11)	0,09±0,03 ^{abc}	0,30±0,16 ^a	0,58±0,33 ^b	1,01±0,60 ^c	< 0,01
C18:2 (10,12)	1,23±0,85 ^{abc}	0,13±0,06 ^a	0,26±0,08 ^b	0,15±0,08 ^c	< 0,01
C20:4-n6	0,42±0,33	0,22±0,13	0,19±0,07	0,14±0,06	NS
C20:5-n3	0 ^{ab}	0,08±0,06 ^a	0,10±0,06 ^b	0,06±0,04	< 0,05
SFA	66,7±7,0 ^{ad}	53,6±6,7 ^{bd}	56,1±4,9 ^c	39,3±7,7 ^{abc}	<< 0,001
MUFA	22,6±4,2	25,0±2,3	22,1±4,1	26,0±3,6	NS
PUFA	10,7±3,8 ^a	21,5±7,7 ^b	21,8±6,1 ^c	34,7±10,0 ^{abc}	< 0,001
n-3/n-6	0,11±0,01 ^{ab}	0,09±0,06 ^c	0,04±0,00 ^a	0,02±0,01 ^{bc}	< 0,01

MK – mastné kyseliny, CLA – konjugovaná kyselina linolová, SFA – nasycené mastné kyseliny, MUFA – mononenasyčené mastné kyseliny, PUFA – polynenasycené mastné kyseliny; hodnoty v řádku se stejnými písmeny (^{a, b, c, d}) se statisticky významně liší.

TABULKA 12. Vliv semen lnu a jejich úpravy na stravitelnost živin, pH, metabolismus dusíku a produkci a složení fermentačních plynů.

	Úpravy semen lnu				
	Kontrola	Šrotování	Drcení	Tepelná úprava a drcení	P
pH	6,67±0,05 ^{ab}	6,55±0,08 ^a	6,55±0,06 ^b	6,59±0,08	< 0,05
Stravitelnost %					
DM	56,8±3,4	53,3±4,5	52,4±4,1	54,0±8,0	NS
NDF	43,1±5,3 ^{ab}	29,9±6,7	19,2±7,0 ^a	17,2±4,4 ^b	< 0,001
ADF	29,2±6,6 ^a	44,0±5,4 ^{ab}	26,3±6,4 ^b	30,4±5,1	< 0,05
NL	49,8±4,7 ^c	43,2±5,4 ^{ab}	58,0±3,6 ^a	60,2±7,0 ^{bc}	< 0,001
tuk	34,9±6,1 ^{abc}	18,5±7,8 ^{ade}	55,1±3,9 ^{bd}	56,6±7,5 ^{ce}	<< 0,001
Produkce N v effluentu					
NH ₃ -N, mg/l	193,1±10,1 ^{ab}	146,2±28,7	112,1±26,2 ^a	107,0±25,7 ^b	< 0,001
N, mg/l	221,3±11,5 ^{ab}	184,1±25,5	167,8±40,3 ^a	146,8±23,8 ^b	< 0,05
N _M , mg/den	51,6±16,9 ^{abc}	151,8±30,5 ^a	128,7±32,1 ^b	116,4±23,6 ^c	<< 0,001
EMS, mg/g	16,1±6,0 ^{abc}	60,5±12,1 ^a	51,9±15,5 ^b	49,9±9,3 ^c	<< 0,001
Produkce plynů					
produkce plynu, l/den	3,58±0,25 ^{ab}	3,07±0,22 ^a	3,19±0,31	2,85±0,15 ^b	< 0,01
produkce CH ₄ , ml/den	119,7±38,0	106,9±14,9	123,3±32,2	118,8±31,0	NS
produkce CH ₄ , %	3,33±0,96	3,47±0,33	3,85±0,88	4,18±1,18	NS

DM – sušina, NDF – neutrálně-detergentní vláknina, ADF – acido-detergentní vláknina, NL – dusíkaté látky, N – dusík, NH₃-N – amoniakální dusík, N_M – mikrobiální dusík, EMS – účinnost mikrobiální syntézy, CH₄ – metan; hodnoty v řádku se stejnými písmeny (^{a, b, c, d, e}) se statisticky významně liší.

TABULKA 13. Vliv semen lnu a jejich úpravy na produkci celkových a jednotlivých těkavých mastných kyselin.

	Úpravy semen lnu				
	Kontrola	Šrotování	Drcení	Tepelná úprava a drcení	P
Produkce TMK					
TMK celkem, mmol/l	55,3±4,1 ^{abc}	34,5±2,2 ^a	35,4±2,5 ^b	31,9±2,1 ^c	<< 0,001
A : P	3,00±0,06 ^a	2,64±0,19 ^{ab}	3,17±0,2 ^{bc}	2,87±0,09 ^c	< 0,001
octová (mol %)	56,9±1,1 ^{abc}	61,3±1,2 ^{ade}	63,9±0,9 ^{bd}	63,4±1,2 ^{ce}	<< 0,001
propionová (mol %)	19,1±0,4 ^{ac}	23,3±1,3 ^{ab}	20,2±1,1 ^{bd}	22,0±0,4 ^{cd}	<< 0,001
máselná (mol %)	17,2±0,5 ^{abc}	12,2±2,0 ^a	12,3±0,4 ^b	11,2±0,9 ^c	<<0,001
iso-máselná (mol %)	0,09±0,03 ^{abc}	0,02±0,05 ^a	0 ^b	0 ^c	< 0,001
valerová (mol %)	3,8±0,5 ^{abc}	1,4±0,2 ^a	1,3±0,2 ^b	1,1±0,1 ^c	<< 0,001
iso-valerová (mol %)	1,4±0,1 ^a	1,9±0,2 ^{abc}	1,4±0,1 ^b	1,5±0,1 ^c	<< 0,001
kapronová (mol %)	1,5±0,3 ^{abc}	0,6±0,1 ^a	0,9±0,2 ^b	0,8±0,2 ^c	<< 0,001
k. octová (mmol/l)	31,5±2,9 ^{abc}	21,1±1,0 ^a	22,6±1,8 ^b	20,2±1,6 ^c	<< 0,001
propionová (mmol/l)	10,5±0,9 ^{abc}	8,1±0,9 ^a	7,1±0,3 ^b	7,0±0,4 ^c	<< 0,001
máselná (mmol/l)	9,5±0,6 ^{abc}	4,2±0,5 ^a	4,4±0,4 ^b	3,6±0,2 ^c	<< 0,001
iso-máselná (mmol/l)	0,05±0,01 ^{abc}	0,01±0,02 ^a	0 ^b	0 ^c	<< 0,001
valerová (mmol/l)	2,1±0,2 ^{abc}	0,5±0,1 ^a	0,5±0,1 ^b	0,4±0,1 ^c	<< 0,001
iso-valerová (mmol/l)	0,77±0,05 ^{ab}	0,67±0,12 ^{cd}	0,51±0,05 ^{ac}	0,47±0,05 ^{bd}	<< 0,001
kapronová (mmol/l)	0,79±0,12 ^{abc}	0,22±0,03 ^a	0,30±0,07 ^b	0,27±0,04 ^c	<< 0,001

TMK – těkavé mastné kyseliny, A : P – poměr acetátu a propionátu; hodnoty v řádku se stejnými písmeny (^{a, b, c, d, e}) se statisticky významně liší.

TABULKA 14. Vliv semen lnu a jejich úpravy na produkci (%) vybraných mastných kyselin a jejich skupin.

	Úpravy semen lnu				
	Kontrola	Šrotování	Drcení	Tepelná úprava a drcení	P
C12:0	2,05±1,10 ^{ab}	0,75±0,22 ^a	1,15±0,31	0,51±0,32 ^b	< 0,01
C14:0	6,8±2,4 ^{ab}	3,4±1,0 ^a	4,3±1,0	2,4±1,6 ^b	< 0,01
C16:0	35,3±2,8 ^{abc}	21,5±5,3 ^a	23,5±2,9 ^b	18,0±6,3 ^c	<< 0,001
C18:0	15,0±2,8 ^a	9,3±3,5 ^a	10,6±1,9	9,5±4,2	< 0,05
C18:1-n9t	0,47±0,07 ^a	0,61±0,03	0,94±0,19 ^a	0,54±0,19	< 0,05
C18:1-n11t	1,6±0,5	2,4±1,3	2,2±0,8	1,3±0,3	NS
C18:1-n9	17,4±3,8	18,6±2,5	17,3±5,8	18,8±4,7	NS
C18:2-n6t	0,56±0,30 ^{abc}	0,20±0,05 ^a	0,22±0,09 ^b	0,12±0,01 ^c	< 0,01
C18:2-n6	6,3±3,3 ^a	27,4±6,2	12,3±6,7	32,3±2,8 ^a	< 0,05
C18:3-n3	0,81±0,30	2,59±1,02	2,88±1,04	2,93±1,09	NS
C18:2 (9,11)	0,09±0,03	0,56±0,09	0,21±0,06	0,12±0,06	NS
C18:2 (10,12)	1,23±0,85 ^{abc}	0,11±0,06 ^a	0,21±0,03 ^b	0,11±0,07 ^c	< 0,01
C20:4-n6	0,42±0,33	0,17±0,08	0,19±0,06	0,13±0,05	NS
C20:5-n3	0 ^a	0,06±0,04	0,10±0,01 ^a	0,04±0,02	< 0,05
SFA	66,7±7,0	42,4±11,3	58,1±8,5	39,3±6,3	< 0,01
MUFA	22,6±4,2	25,0±4,7	23,7±7,0	23,7±6,8	NS
PUFA	10,7±3,8 ^a	32,5±5,7	18,1±6,1	36,9±9,7 ^a	< 0,05
n-3/n-6	0,11±0,01	0,12±0,01	0,29±0,05	0,14±0,01	NS

MK – mastné kyseliny, CLA – konjugovaná kyselina linolová, SFA – nasycené mastné kyseliny, MUFA – mononenasyčené mastné kyseliny, PUFA – polynenasycené mastné kyseliny; hodnoty v řádku se stejnými písmeny (^{a, b, c}) se statisticky významně liší.

TABULKA 15. Vliv šrotovaných semen na stravitelnost živin, pH, metabolismus dusíku a produkci a složení fermentačních plynů.

	Šrotovaná semena				P
	Amarant	Řepka	Len	Slunečnice	
pH	6,73±0,03 ^{ab}	6,74±0,03 ^{cd}	6,55±0,08 ^{ac}	6,52±0,04 ^{bd}	<< 0,001
Stravitelnost živin %					
DM	54,5±3,4	51,9±2,9	53,3±4,5	57,1±4,4	NS
NDF	27,5±4,3 ^{ad}	39,7±3,6 ^{abc}	29,9±6,7 ^{be}	52,1±4,9 ^{cde}	<< 0,001
ADF	20,8±4,7 ^{ab}	29,0±4,2 ^{cd}	44,0±5,4 ^{ac}	51,7±5,0 ^{bd}	<< 0,001
NL	55,2±2,7 ^a	53,8±2,8 ^b	43,2±5,4 ^{abc}	59,3±4,2 ^c	<< 0,001
tuk	27,7±4,3 ^a	58,6±2,5 ^a	18,5±7,8 ^a	68,6±3,2 ^a	<< 0,001
Produkce N v effluentu					
NH ₃ -N, mg/l	189,5±2,9 ^a	192,6±7,4 ^b	146,2±28,7	117,5±22,5 ^{ab}	< 0,001
N, mg/l	255,0±18,9 ^{abc}	214,2±21,9 ^a	184,1±25,5 ^b	205,5±19,6 ^c	< 0,001
N _M , mg/den	80,9±10,5 ^{ab}	63,0±14,4 ^{cd}	151,8±30,5 ^{ac}	138,4±19,9 ^{bd}	<< 0,001
EMS, mg/g	26,6±3,9 ^{ab}	21,9±5,3 ^{cd}	60,5±12,1 ^{ac}	55,2±7,2 ^{bd}	<< 0,001
Produkce plynů					
produkce plynu,					
l/den	3,44±0,29	3,22±0,18	3,07±0,22	3,16±0,28	NS
produkce CH ₄ ,					
ml/den	100,5±16,0	80,5±24,3 ^a	106,9±14,9	116,2±14,1 ^a	< 0,05
produkce CH ₄ , %	2,95±0,57	2,52±0,82 ^a	3,47±0,33	3,67±0,24 ^a	< 0,05

DM – sušina, NDF – neutrálně-detergentní vláknina, ADF – acido-detergentní vláknina, NL – dusíkaté látky, N – dusík, NH₃-N – amoniakální dusík, N_M – mikrobiální dusík, EMS – účinnost mikrobiální syntézy, CH₄ – metan; hodnoty v řádku se stejnými písmeny (^{a, b, c, d, e}) se statisticky významně liší.

TABULKA 16. Vliv šrotovaných semen na produkci celkových a jednotlivých těkavých mastných kyselin.

	Šrotovaná semena				P
	Amarant	Řepka	Len	Slunečnice	
Produkce TMK					
TMK celkem, mmol/l	50,2±2,2 ^{ad}	48,1±2,5 ^b	34,5±2,2 ^{abc}	45,6±2,8 ^{cd}	<< 0,001
A : P	2,82±0,11	2,60±0,12 ^a	2,64±0,19 ^b	2,96±0,15 ^{ab}	< 0,01
octová (mol %)	53,1±0,7 ^{ab}	53,4±0,7 ^{cd}	61,3±1,2 ^{ac}	61,6±0,6 ^{bd}	<< 0,001
propionová (mol %)	18,9±0,7 ^{abc}	20,6±0,8 ^{ad}	23,3±1,3 ^{bde}	20,9±0,9 ^{ce}	<< 0,001
máselná (mol %)	20,3±0,5 ^{abc}	17,3±0,3 ^{ade}	12,2±2,0 ^{bd}	12,8±0,4 ^{ce}	<< 0,001
iso-máselná (mol %)	0 ^a	0 ^b	0,02±0,05 ^c	0,48±0,07 ^{abc}	<< 0,001
valerová (mol %)	4,5±0,3 ^{abc}	4,9±0,2 ^{ade}	1,4±0,2 ^{bd}	1,7±0,1 ^{ce}	<< 0,001
iso-valerová (mol %)	1,79±0,09 ^a	3,0±0,4 ^{abc}	1,9±0,2 ^b	2,1±0,2 ^c	<< 0,001
kapronová (mol %)	1,33±0,18 ^{abc}	0,9±0,2 ^{ad}	0,6±0,1 ^b	0,5±0,1 ^{cd}	<< 0,001
octová (mmol/l)	26,7±1,1 ^a	25,7±1,6 ^b	21,1±1,0 ^{abc}	28,1±1,6 ^c	<< 0,001
propionová (mmol/l)	9,5±0,7 ^a	9,9±0,7 ^b	8,1±0,9 ^{abc}	9,5±0,8 ^c	< 0,01
máselná (mmol/l)	10,2±0,4 ^a	8,3±0,4 ^a	4,2±0,5 ^a	5,8±0,4 ^a	<< 0,001
iso-máselná (mmol/l)	0 ^a	0 ^b	0,01±0,02 ^c	0,22±0,03 ^{abc}	<< 0,001
valerová (mmol/l)	2,2±0,2 ^{ad}	2,3±0,1 ^{be}	0,5±0,1 ^{abc}	0,8±0,1 ^{cde}	<< 0,001
iso-valerová (mmol/l)	0,90±0,05 ^{ad}	1,41±0,15 ^{abc}	0,67±0,12 ^{bde}	0,96±0,15 ^{ce}	<< 0,001
kapronová (mmol/l)	0,66±0,08 ^{abc}	0,41±0,11 ^{ade}	0,22±0,03 ^{bd}	0,23±0,05 ^{ce}	<< 0,001

TMK – těkavé mastné kyseliny, A : P – poměr acetátu a propionátu; hodnoty v řádku se stejnými písmeny (^{a, b, c, d, e}) se statisticky významně liší.

TABULKA 17. Vliv šrotovaných semen na produkci (%) vybraných mastných kyselin a jejich skupin.

	Šrotovaná semena				P
	Amarant	Řepka	Len	Slunečnice	
C12:0	0,51±0,22 ^{ab}	1,06±0,48 ^a	0,75±0,22	1,02±0,26 ^b	< 0,05
C14:0	2,9±0,5	3,9±1,6	3,4±1,0	4,4±1,0	NS
C16:0	31,1±3,1 ^a	26,2±3,0	21,5±5,3 ^a	26,2±4,7	< 0,05
C18:0	13,2±2,9	13,9±2,6	9,3±3,5	11,1±4,1	NS
C18:1-n9t	0,61±0,28	0,81±0,14	0,61±0,03	0,79±0,17	NS
C18:1-n11t	3,3±1,4	2,6±0,3	2,4±1,3	2,5±1,1	NS
C18:1-n9	20,2±3,8 ^a	28,3±3,2 ^{abc}	18,6±2,5 ^b	18,1±1,5 ^c	<< 0,001
C18:2-n6t	0 ^{abc}	0,45±0,13 ^{ade}	0,20±0,05 ^{bd}	0,21±0,08 ^{ce}	<< 0,001
C18:2-n6	12,8±5,5	8,2±1,4 ^a	27,4±6,2 ^a	17,0±5,5	< 0,05
C18:3-n3	0,92±0,13	2,23±0,67	2,59±1,02	1,85±0,90	NS
C18:2 (9,11)	0,12±0,05	0,21±0,06	0,56±0,09	0,30±0,16	NS
C18:2 (10,12)	0,86±0,14 ^{ab}	1,05±0,29 ^{cd}	0,11±0,06 ^{ac}	0,13±0,06 ^{bd}	<< 0,001
C20:4-n6	0,29±0,13	0,22±0,06	0,17±0,08	0,22±0,13	NS
C20:5-n3	0 ^{ab}	0 ^{cd}	0,06±0,04 ^{ac}	0,08±0,06 ^{bd}	< 0,01
SFA	55,8±7,3	50,9±5,5	42,4±11,3	53,6±6,7	NS
MUFA	28,1±2,2 ^a	35,7±3,7 ^{abc}	25,0±4,7 ^b	25,0±2,3 ^c	< 0,001
PUFA	16,1±5,4 ^a	13,5±2,3 ^b	32,5±5,7 ^{ab}	21,5±7,7	< 0,05
n-3/n-6	0,07±0,02 ^a	0,14±0,06 ^{abc}	0,12±0,01 ^b	0,09±0,06 ^c	< 0,01

MK – mastné kyseliny, CLA – konjugovaná kyselina linolová, SFA – nasycené mastné kyseliny, MUFA – mononenasyčené mastné kyseliny, PUFA – polynenasycené mastné kyseliny; hodnoty v řádku se stejnými písmeny (^{a, b, c, d, e}) se statisticky významně liší.

TABULKA 18. Vliv drcených semen na stravitelnost živin, pH, metabolismus dusíku a produkci a složení fermentačních plynů.

	Drcená semena				P
	Amarant	Řepka	Len	Slunečnice	
pH	6,69±0,05 ^{ab}	6,68±0,08 ^{cd}	6,55±0,06 ^{ac}	6,53±0,05 ^{bd}	< 0,001
Stravitelnost živin %					
DM	53,0±4,1	54,8±4,4	52,4±4,1	58,0±4,2	NS
NDF	35,0±6,4 ^{ad}	44,9±5,4 ^{bd}	19,2±7,0 ^{abc}	37,0±6,3 ^c	<< 0,001
ADF	35,1±6,4 ^a	36,1±6,3 ^b	26,3±6,4 ^c	53,0±4,7 ^{abc}	<< 0,001
NL	52,2±4,7 ^a	55,9±4,3 ^b	58,0±3,6 ^c	35,7±6,4 ^{abc}	<< 0,001
tuk	13,2±8,5 ^{ab}	53,1±4,6 ^{ac}	55,1±3,9 ^{bd}	13,9±8,6 ^{cd}	<< 0,001
Produkce N v effluentu					
NH ₃ -N, mg/l	187,5±3,5 ^{ab}	199,6±16,4 ^{cd}	112,1±26,2 ^{ac}	101,7±6,8 ^{bd}	<< 0,001
N, mg/l	236,7±9,4 ^a	219,6±21,2 ^b	167,8±40,3 ^{ab}	201,7±25,8	< 0,01
N _M , mg/den	82,9±11,0 ^{ad}	58,3±22,5 ^{be}	128,7±32,1 ^{abc}	197,1±12,6 ^{cde}	<< 0,001
EMS, mg/g	27,4±5,2 ^{ad}	20,1±9,0 ^{be}	51,9±15,5 ^{abc}	78,8±10,8 ^{cde}	<< 0,001
Produkce plynů					
produkce plynu,					
l/den	3,38±0,23	3,22±0,31	3,19±0,31	3,30±0,31	NS
produkce CH ₄ ,					
ml/den	98,5±29,5	95,2±22,1	123,3±32,2	114,6±19,2	NS
produkce CH ₄ , %	2,89±0,78	2,85±1,29	3,85±0,88	3,49±0,60	NS

DM – sušina, NDF – neutrálně-detergentní vláknina, ADF – acido-detergentní vláknina, NL – dusíkaté látky, N – dusík, NH₃-N – amoniakální dusík, N_M – mikrobiální dusík, EMS – účinnost mikrobiální syntézy, CH₄ – metan; hodnoty v řádku se stejnými písmeny (^{a, b, c, d, e}) se statisticky významně liší.

TABULKA 19. Vliv drcených semen na produkci celkových a jednotlivých těkavých mastných kyselin.

	Drcená semena				P
	Amarant	Řepka	Len	Slunečnice	
Produkce TMK					
TMK celkem, mmol/l	52,9±3,6 ^a	53,7±5,2 ^{bd}	35,4±2,5 ^{abc}	46,6±2,7 ^{cd}	<< 0,001
A : P	2,73±0,04 ^{ab}	2,61±0,14 ^{cd}	3,17±0,2 ^{ac}	3,21±0,27 ^{bd}	<< 0,001
octová (mol %)	55,0±1,1 ^{abc}	56,8±0,7 ^{ade}	63,9±0,9 ^{bd}	63,6±1,0 ^{ce}	<< 0,001
propionová (mol %)	20,1±0,6 ^a	21,8±1,3 ^{ab}	20,2±1,1	19,0±0,6 ^b	< 0,001
máselná (mol %)	17,9±1,0 ^{abc}	15,0±1,0 ^{ade}	12,3±0,4 ^{bd}	13,0±0,5 ^{ce}	<< 0,001
iso-máselná (mol %)	0 ^a	0 ^b	0 ^c	0,43±0,09 ^{abc}	<< 0,001
valerová (mol %)	4,2±0,6 ^{abc}	3,0±0,6 ^{ade}	1,3±0,2 ^{bd}	1,7±0,0 ^{ce}	<< 0,001
iso-valerová (mol %)	1,45±0,08 ^a	2,8±0,5 ^{abc}	1,4±0,1 ^b	1,8±0,1 ^c	<< 0,001
kapronová (mol %)	1,14±0,11 ^{abc}	0,5±0,2 ^{ad}	0,9±0,2 ^{bde}	0,6±0,1 ^{ce}	<< 0,001
octová (mmol/l)	29,1±2,4 ^a	30,5±3,1 ^b	22,6±1,8 ^{abc}	29,6±1,6 ^c	<< 0,001
propionová (mmol/l)	10,7±0,9 ^c	11,8±1,7 ^{ab}	7,1±0,3 ^{ac}	8,9±0,6 ^b	<< 0,001
máselná (mmol/l)	9,4±0,5 ^a	8,0±0,6 ^a	4,4±0,4 ^a	6,1±0,5 ^a	<< 0,001
iso-máselná (mmol/l)	0 ^a	0 ^b	0 ^c	0,20±0,04 ^{abc}	<< 0,001
valerová (mmol/l)	2,2±0,3 ^{abc}	1,6±0,3 ^{ade}	0,5±0,1 ^{bd}	0,8±0,1 ^{ce}	<< 0,001
iso-valerová (mmol/l)	0,76±0,06 ^{ad}	1,49±0,14 ^{abc}	0,51±0,05 ^{bde}	0,81±0,04 ^{ce}	<< 0,001
kapronová (mmol/l)	0,60±0,06 ^{abc}	0,28±0,11 ^a	0,30±0,07 ^b	0,28±0,04 ^c	< 0,001

TMK – těkavé mastné kyseliny, A : P – poměr acetátu a propionátu; hodnoty v řádku se stejnými písmeny (^{a, b, c, d, e}) se statisticky významně liší.

TABULKA 20. Vliv drcených semen na produkci (%) vybraných mastných kyselin a jejich skupin.

	Drcená semena				P
	Amarant	Řepka	Len	Slunečnice	
C12:0	0,56±0,24 ^a	1,67±0,94 ^a	1,15±0,31	1,09±0,24	< 0,05
C14:0	3,6±0,7	5,8±2,4	4,3±1,0	3,8±1,2	NS
C16:0	32,2±4,5 ^{ab}	30,2±3,5 ^c	23,5±2,9 ^{ac}	24,4±2,8 ^b	< 0,01
C18:0	13,0±3,5	12,5±1,3	10,6±1,9	11,2±1,0	NS
C18:1-n9t	0,40±0,17 ^{abc}	0,86±0,28 ^a	0,94±0,19 ^b	0,78±0,15 ^c	< 0,01
C18:1-n11t	2,1±0,7	2,8±0,9	2,2±0,8	2,7±0,3	NS
C18:1-n9	21,4±5,1	24,6±4,3 ^a	17,3±5,8	15,6±3,8 ^a	< 0,05
C18:2-n6t	0 ^{abc}	0,52±0,18 ^{ade}	0,22±0,09 ^{bd}	0,22±0,06 ^{ce}	<< 0,001
C18:2-n6	11,6±3,8	6,2±1,6 ^a	12,3±6,7	17,9±5,4 ^a	< 0,01
C18:3-n3	1,46±0,73	1,56±0,28	2,88±1,04 ^a	0,52±0,13 ^a	< 0,05
C18:2 (9,11)	0,06±0,02 ^a	0,25±0,14 ^b	0,21±0,06 ^c	0,58±0,33 ^{abc}	< 0,01
C18:2 (10,12)	1,10±0,15 ^{ab}	1,33±0,45 ^{cd}	0,21±0,03 ^{ac}	0,26±0,08 ^{bd}	<< 0,001
C20:4-n6	0,29±0,09	0,21±0,03	0,19±0,06	0,19±0,07	NS
C20:5-n3	0	0	0,10±0,01	0,10±0,06	< 0,05
SFA	56,4±8,8	56,3±5,8	58,1±8,5	56,1±4,9	NS
MUFA	27,9±4,4	32,1±5,7 ^a	23,7±7,0	22,1±4,1 ^a	< 0,05
PUFA	15,7±4,5	11,5±1,6	18,1±6,1 ^a	21,8±6,1 ^a	< 0,05
n-3/n-6	0,11±0,03	0,19±0,07	0,29±0,05 ^a	0,04±0,00 ^a	< 0,05

MK – mastné kyseliny, CLA – konjugovaná kyselina linolová, SFA – nasycené mastné kyseliny, MUFA – mononenasyčené mastné kyseliny, PUFA – polynenasycené mastné kyseliny; hodnoty v řádku se stejnými písmeny (^{a, b, c, d, e}) se statisticky významně liší.

TABULKA 21. Vliv tepelně ošetřených semen na stravitelnost živin, pH, metabolismus dusíku a produkci a složení fermentačních plynů.

	Tepelně ošetřená semena				P
	Amarant	Řepka	Len	Slunečnice	
pH	6,74±0,04 ^{ab}	6,70±0,03 ^{cd}	6,59±0,08 ^{ac}	6,52±0,05 ^{bd}	<< 0,001
Stravitelnost živin %					
DM	51,8±4,5	54,4±3,4	54,0±8,0	53,9±3,3	NS
NDF	33,7±4,9 ^a	44,0±4,1 ^b	17,2±4,4 ^{abc}	44,6±4,0 ^c	<< 0,001
ADF	27,3±5,4 ^a	37,8±4,6	30,4±5,1	42,4±4,2 ^a	< 0,05
NL	47,7±3,9 ^{ab}	55,5±3,3	60,2±7,0 ^a	59,2±2,9 ^b	< 0,01
tuk	14,5±6,3 ^{abc}	58,5±3,1 ^a	56,6±7,5 ^b	49,9±3,6 ^c	<< 0,001
Produkce N v effluentu					
NH ₃ -N, mg/l	182,5±6,5 ^{ab}	185,6±19,7 ^{cd}	107,0±25,7 ^{ac}	99,0±8,3 ^{bd}	<< 0,001
N, mg/l	238,3±25,4 ^{ab}	207,1±18,3 ^c	146,8±23,8 ^{ac}	186,7±22,0 ^b	<< 0,001
N _M , mg/den	97,5±11,7 ^{ad}	59,3±10,1 ^{abc}	116,4±23,6 ^b	138,1±8,6 ^{cd}	<< 0,001
EMS, mg/g	32,5±4,8 ^{abc}	19,5±4,3 ^{ade}	49,9±9,3 ^{bd}	59,5±4,1 ^{ce}	<< 0,001
Produkce plynů					
produkce plynu,					
l/den	3,38±0,12 ^a	3,44±0,19 ^b	2,85±0,15 ^{ab}	3,13±0,33	< 0,01
produkce CH ₄ ,					NS
ml/den	109,4±30,7	109,8±28,1	118,8±31,0	110,2±20,0	
produkce CH ₄ , %	3,26±0,96	3,21±0,87	4,18±1,18	3,50±0,27	NS

DM – sušina, NDF – neutrálně-detergentní vláknina, ADF – acido-detergentní vláknina, NL – dusíkaté látky, N – dusík, NH₃-N – amoniakální dusík, N_M – mikrobiální dusík, EMS – účinnost mikrobiální syntézy, CH₄ – metan; hodnoty v řádku se stejnými písmeny (^{a, b, c, d, e}) se statisticky významně liší.

TABULKA 22. Vliv tepelně ošetřených semen na produkci celkových a jednotlivých těkavých mastných kyselin.

	Tepelně ošetřená semena				P
	Amarant	Řepka	Len	Slunečnice	
Produkce TMK					
TMK celkem, mmol/l	49,8±3,8 ^a	51,3±4,0 ^{bd}	31,9±2,1 ^{abc}	45,0±2,7 ^{cd}	<< 0,001
A : P	2,74±0,08	2,71±0,14	2,87±0,09 ^a	2,64±0,08 ^a	< 0,05
octová (mol %)	55,2±1,3 ^{ad}	55,6±0,7 ^{be}	63,4±1,2 ^{abc}	60,8±0,5 ^{cde}	<< 0,001
propionová (mol %)	20,1±0,8 ^{ab}	20,5±1,0 ^{cd}	22,0±0,4 ^{ac}	23,1±0,7 ^{bd}	<< 0,001
máselná (mol %)	18,3±1,3 ^{ab}	16,5±0,9 ^{cd}	11,2±0,9 ^{ac}	11,3±0,9 ^{bd}	<< 0,001
iso-máselná (mol %)	0 ^{ad}	0,22±0,04 ^{abc}	0 ^{be}	0,42±0,07 ^{cde}	<< 0,001
valerová (mol %)	3,9±0,5 ^{ad}	4,0±0,4 ^{be}	1,1±0,1 ^{abc}	1,9±0,1 ^{cde}	<< 0,001
iso-valerová (mol %)	1,24±0,07 ^{ab}	2,4±0,5 ^{ac}	1,5±0,1 ^{cd}	2,2±0,3 ^{bd}	<< 0,001
kapronová (mol %)	1,00±0,14 ^a	0,8±0,2 ^b	0,8±0,2 ^c	0,5±0,1 ^{abc}	< 0,001
octová (mmol/l)	27,5±2,6 ^a	28,5±2,1 ^b	20,2±1,6 ^{abc}	27,4±1,5 ^c	<< 0,001
propionová (mmol/l)	10,1±1,1 ^a	10,5±1,1 ^b	7,0±0,4 ^{abc}	10,4±0,7 ^c	<< 0,001
máselná (mmol/l)	9,0±0,4 ^{ad}	8,4±0,8 ^{be}	3,6±0,2 ^{abc}	5,1±0,6 ^{cde}	<< 0,001
iso-máselná (mmol/l)	0 ^{ad}	0,11±0,03 ^{abc}	0 ^{be}	0,19±0,04 ^{cde}	<< 0,001
valerová (mmol/l)	2,0±0,2 ^{ad}	2,1±0,3 ^{be}	0,4±0,1 ^{abc}	0,8±0,0 ^{cde}	<< 0,001
iso-valerová (mmol/l)	0,62±0,07 ^{ab}	1,21±0,22 ^{ac}	0,47±0,05 ^{cd}	0,98±0,19 ^{bd}	<< 0,001
kapronová (mmol/l)	0,50±0,08 ^{ab}	0,42±0,14 ^{cd}	0,27±0,04 ^{ac}	0,21±0,06 ^{bd}	<< 0,001

TMK – těkavé mastné kyseliny, A : P – poměr acetátu a propionátu; hodnoty v řádku se stejnými písmeny (^{a, b, c, d, e}) se statisticky významně liší.

TABULKA 23. Vliv tepelně ošetřených semen na produkci (%) vybraných mastných kyselin a jejich skupin.

	Tepelně ošetřená semena				P
	Amarant	Řepka	Len	Slunečnice	
C12:0	0,58±0,20	0,94±0,61	0,51±0,32	0,88±0,53	NS
C14:0	4,2±0,5	3,7±1,7	2,4±1,6	2,7±1,5	NS
C16:0	33,6±1,7 ^{ab}	27,5±3,4 ^{cd}	18,0±6,3 ^{ac}	18,5±4,4 ^{bd}	<< 0,001
C18:0	13,7±1,5 ^a	12,8±2,2 ^b	9,5±4,2	8,1±1,8 ^{ab}	< 0,01
C18:1-n9t	0,72±0,39	0,72±0,11	0,54±0,19	0,59±0,22	NS
C18:1-n11t	2,8±1,1	2,3±0,5	1,3±0,3	2,8±1,1	NS
C18:1-n9	18,0±1,6 ^a	29,5±2,9 ^{abc}	18,8±4,7 ^b	19,6±2,8 ^c	<< 0,001
C18:2-n6t	0 ^a	0,51±0,27 ^{abc}	0,12±0,01 ^b	0,14±0,07 ^c	< 0,001
C18:2-n6	9,7±2,4 ^{ab}	8,1±2,0 ^{cd}	32,3±2,8 ^{ac}	31,3±9,7 ^{bd}	< 0,01
C18:3-n3	1,37±0,35 ^a	2,50±0,78 ^c	2,93±1,09 ^{ab}	0,59±0,40 ^{bc}	< 0,001
C18:2 (9,11)	0,13±0,05 ^a	0,18±0,07 ^b	0,12±0,06 ^c	1,01±0,60 ^{abc}	< 0,001
C18:2 (10,12)	0,91±0,19 ^{ab}	1,01±0,56 ^{cd}	0,11±0,07 ^{ac}	0,15±0,08 ^{bd}	<< 0,001
C20:4-n6	0,37±0,06 ^{abc}	0,20±0,07 ^a	0,13±0,05 ^b	0,14±0,06 ^c	<< 0,001
C20:5-n3	0 ^{ab}	0 ^{cd}	0,04±0,02 ^{ac}	0,06±0,04 ^{bd}	< 0,001
SFA	60,3±2,8 ^{ab}	49,9±5,7	39,3±6,3 ^a	39,3±7,7 ^b	< 0,01
MUFA	25,9±1,8 ^a	36,4±3,5 ^{abc}	23,7±6,8 ^b	26,0±3,6 ^c	< 0,001
PUFA	13,8±2,9 ^a	13,7±2,5 ^b	36,9±9,7 ^{ab}	34,7±10,0	< 0,01
n-3/n-6	0,12±0,01 ^a	0,24±0,04 ^{ab}	0,14±0,01	0,02±0,01 ^b	< 0,001

MK – mastné kyseliny, CLA – konjugovaná kyselina linolová, SFA – nasycené mastné kyseliny, MUFA – mononenasyčené mastné kyseliny, PUFA – polynenasycené mastné kyseliny; hodnoty v řádku se stejnými písmeny (^{a, b, c, d}) se statisticky významně liší.

TABULKA 24. Vliv úpravy semen na stravitelnost živin, pH, metabolismus dusíku a produkci a složení fermentačních plynů.

	Šrotování	Drcení	Tepelná úprava a drcení	P
pH	6,63±0,11	6,61±0,10	6,63±0,10	NS
Stravitelnost živin %				
DM	54,2±4,3	54,5±4,8	53,5±5,3	NS
NDF	37,3±10,9	34,0±11,2	34,9±13,7	NS
ADF	36,4±13,1	37,6±11,4	34,5±9,4	NS
NL	52,9±7,1	50,5±10,1	55,7±6,7	NS
tuk	43,3±11,4	33,8±11,4	44,9±8,6	NS
Produkce N v effluentu				
NH ₃ -N, mg/l	161,5±41,4	150,2±46,5	143,5±44,1	NS
N, mg/l	214,7±33,6	206,4±36,8	194,7±40,1	NS
N _M , mg/den	108,5±42,6	116,8±37,0	102,8±32,5	NS
EMS, mg/g	41,0±8,7	44,5±5,4	40,4±6,6	NS
Produkce plynů				
produkce plynu, l/den	3,22±0,28	3,27±0,30	3,20±0,31	NS
produkce CH ₄ , ml/den	101,0±22,1	107,9±37,2	112,1±28,2	NS
produkce CH ₄ , %	3,15±0,70	3,27±1,01	3,54±0,97	NS

DM – sušina, NDF – neutrálně-detergentní vláknina, ADF – acido-detergentní vláknina, NL – dusíkaté látky, N – dusík, NH₃-N – amoniakální dusík, N_M – mikrobiální dusík, EMS – účinnost mikrobiální syntézy, CH₄ – metan.

TABULKA 25. Vliv úpravy semen na produkci celkových a jednotlivých těkavých mastných kyselin.

	Tepelná úprava			P
	Šrotování	Drcení	a drcení	
Produkce TMK				
TMK celkem, mmol/l	44,6±6,5	47,1±8,2	44,5±8,3	NS
A : P	2,75±0,20 ^a	2,93±0,32 ^{ab}	2,74±0,13 ^b	< 0,01
octová (mol %)	57,3±4,2	59,8±4,1	58,7±3,6	NS
propionová (mol %)	20,9±1,8	20,3±1,4 ^a	21,4±1,4 ^a	< 0,05
máselná (mol %)	15,7±3,5	14,5±2,3	14,3±3,3	NS
iso-máselná (mol %)	0,13±0,10	0,11±0,09	0,16±0,08	NS
valerová (mol %)	3,1±1,6	2,6±1,2	2,7±1,3	NS
iso-valerová (mol %)	2,2±0,5	1,9±0,6	1,8±0,6	NS
kapronová (mol %)	0,83±0,35	0,77±0,29	0,78±0,26	NS
octová (mmol/l)	25,4±2,9 ^a	28,0±3,9 ^a	25,9±3,8	< 0,05
propionová (mmol/l)	9,2±1,1	9,6±2,0	9,5±1,7	NS
máselná (mmol/l)	7,1±2,3	7,0±2,0	6,5±2,4	NS
iso-máselná (mmol/l)	0,06±0,01	0,05±0,01	0,08±0,02	NS
valerová (mmol/l)	1,5±0,8	1,3±0,7	1,3±0,7	NS
iso-valerová (mmol/l)	0,99±0,30	0,89±0,37	0,82±0,33	NS
kapronová (mmol/l)	0,38±0,20	0,36±0,16	0,35±0,14	NS

TMK – těkavé mastné kyseliny, A : P – poměr acetátu a propionátu; hodnoty v řádku se stejnými písmeny (^a) se statisticky významně liší.

TABULKA 26. Vliv úpravy semen na produkci (%) vybraných mastných kyselin a jejich skupin.

	Šrotování	Drcení	Tepelná úprava a drcení	P
C12:0	0,83±0,38	1,12±0,65 ^a	0,73±0,48 ^a	< 0,05
C14:0	3,7±1,2	4,4±1,7 ^a	3,2±1,6 ^a	< 0,05
C16:0	26,3±5,4	27,6±5,1	24,4±7,8	NS
C18:0	11,9±3,8	11,8±2,4	11,0±3,5	NS
C18:1-n9t	0,71±0,25	0,74±0,29	0,64±0,28	NS
C18:1-n11t	2,7±1,2	2,4±0,8	2,3±1,2	NS
C18:1-n9	21,3±5,0	19,7±5,9	21,5±5,7	NS
C18:2-n6t	0,22±0,08	0,24±0,11	0,19±0,04	NS
C18:2-n6	16,3±11,5	12,0±6,3	20,3±6,6	NS
C18:3-n3	1,90±0,47	1,60±0,38	1,85±0,19	NS
C18:2 (9,11)	0,30±0,05	0,27±0,0ž	0,36±0,09	NS
C18:2 (10,12)	0,54±0,15	0,72±0,26	0,55±0,21	NS
C20:4-n6	0,23±0,11	0,22±0,08	0,21±0,12	NS
C20:5-n3	0,04±0,01	0,05±0,01	0,03±0,00	NS
SFA	50,7±9,5	56,7±7,2 ^a	47,2±12,9 ^a	< 0,01
MUFA	28,4±5,5	26,5±6,7	28,0±6,5	NS
PUFA	20,9±9,8	16,8±6,2	24,8±6,4	NS
n-3/n-6	0,13±0,05	0,16±0,06	0,14±0,02	NS

MK – mastné kyseliny, CLA – konjugovaná kyselina linolová, SFA – nasycené mastné kyseliny, MUFA – mononenasyčené mastné kyseliny, PUFA – polynenasycené mastné kyseliny; hodnoty v řádku se stejnými písmeny (^a) se statisticky významně liší.

TABULKA 27. Obsah živin v KD, obsahující různý poměr objemného (luční seno) a jaderného krmiva (ječmen) (výsledky přepočítány na 100% sušinu).

Živiny (%)	70 : 30	60 : 40	50 : 50
Sušina	90,9	92,2	91,0
Popel	7,3	6,5	5,2
NDF	62,6	53,7	45,3
ADF	32,0	29,5	29,0
NL	7,4	9,6	13,0
Tuk	1,3	5,3	11,5

NDF – neutrálně-detergentní vláknina, ADF – acido-detergentní vláknina,
NL – dusíkaté látky

TABULKA 28. Obsah živin v produkčních KD mléčných krav (výsledky přepočítány na 100% sušinu).

Živiny (%)	KD 1	KD 2	KD 3
	prvních 100 dní laktace	od 101.dne laktace do jejího ukončení	suchostojných krav
Sušina	89,8	92,6	91,9
Popel	8,3	7,5	8,6
NDF	45,8	52,7	57,3
ADF	26,8	49,3	41,4
NL	17,4	15,5	14,9
Tuk	3,4	2,0	2,4

NDF – neutrálně-detergentní vláknina, ADF – acido-detergentní vláknina,
NL – dusíkaté látky

TABULKA 29. Vliv různých poměrů objemové a jadrné složky krmné dávky, složené z lučního sena a ječmene, na stravitelnost živin, pH, metabolismus dusíku a produkci a složení fermentačních plynů.

	Poměr sena k ječmeni			P
	70 : 30	60 : 40	50 : 50	
pH	6,67±0,05 ^a	6,49±0,04 ^a	6,31±0,08 ^a	<< 0,001
Stravitelnost živin %				
DM	56,8±3,4 ^a	62,7±5,6	69,0±5,6 ^a	< 0,01
NDF	43,1±5,3	49,1±7,6	47,4±9,6	NS
ADF	29,2±6,6 ^{ab}	48,5±7,7 ^a	46,2±9,8 ^b	< 0,01
NL	49,8±4,7 ^a	62,7±5,6 ^a	80,5±3,6 ^a	<< 0,001
tuk	34,9±6,1 ^a	73,9±3,9 ^a	94,9±0,9 ^a	<< 0,001
Produkce N v effluentu				
NH ₃ -N, mg/l	193,1±10,0 ^a	248,8±23,5 ^a	142,5±30,9 ^a	<< 0,001
N, mg/l	326,1±15,5 ^a	267,5±6,7 ^a	231,5±14,7 ^a	<< 0,001
N _M , mg/den	121,5±18,3	94,6±20,5	108,5±22,6	NS
EMS, mg/g	37,7±7,6	31,9±6,9	37,1±9,6	NS
Produkce plynů				
produkce plynu, l/den	3,58±0,21	3,39±0,29	3,70±0,39	NS
produkce CH ₄ , ml/den	121,1±38,9 ^a	157,3±21,3	179,9±35,6 ^a	< 0,05
produkce CH ₄ , %	3,36±0,97 ^{ab}	4,63±0,32 ^a	4,82±0,54 ^b	< 0,01

DM – sušina, NDF – neutrálně-detergentní vláknina, ADF – acido-detergentní vláknina, NL – dusíkaté látky, N – dusík, NH₃-N – amoniakální dusík, N_M – mikrobiální dusík, EMS – účinnost mikrobiální syntézy, CH₄ – metan; hodnoty v řádku se stejnými písmeny (^{a, b}) se statisticky významně liší.

TABULKA 30. Vliv různých poměrů objemové a jadrné složky krmné dávky, složené z lučního sena a ječmene, na produkci celkových a jednotlivých těkavých mastných kyselin.

	Poměr sena k ječmeni			P
	70 : 30	60 : 40	50 : 50	
Produkce TMK				
TMK celkem, mmol/l	55,3±4,1 ^a	43,7±3,4 ^{ab}	57,5±3,3 ^b	<< 0,001
A : P	3,00±0,06	2,97±0,17	3,20±0,28	NS
octová (mol %)	56,9±1,1 ^a	63,1±0,4 ^a	60,6±0,8 ^a	<< 0,001
propionová (mol %)	19,1±0,4 ^a	21,3±1,2 ^{ab}	19,1±1,5 ^b	< 0,01
máselná (mol %)	17,2±0,5 ^a	12,1±1,4 ^a	15,0±1,1 ^a	<< 0,001
iso-máselná (mol %)	0,09±0,03 ^a	0 ^a	0,60±0,08 ^a	<< 0,001
valerová (mol %)	3,8±0,5 ^a	1,5±0,1 ^a	1,9±0,1 ^a	<< 0,001
iso-valerová (mol %)	1,4±0,1 ^a	1,4±0,1 ^b	1,8±0,1 ^{ab}	<< 0,001
kapronová (mol %)	1,5±0,3 ^{ab}	0,7±0,1 ^a	1,0±0,1 ^b	<< 0,001
octová (mmol/l)	31,5±2,9	27,6±2,3 ^a	34,9±2,2 ^a	< 0,01
propionová (mmol/l)	10,5±0,9	9,3±1,2	11,0±1,2	NS
máselná (mmol/l)	9,5±0,6 ^a	5,2±0,3 ^a	8,6±0,4 ^a	<< 0,001
iso-máselná (mmol/l)	0,05±0,01 ^a	0 ^b	0,34±0,05 ^{ab}	<< 0,001
valerová (mmol/l)	2,1±0,2 ^a	0,6±0,1 ^a	1,1±0,1 ^a	<< 0,001
iso-valerová (mmol/l)	0,77±0,05 ^a	0,59±0,04 ^a	1,01±0,06 ^a	<< 0,001
kapronová (mmol/l)	0,79±0,12 ^a	0,30±0,04 ^a	0,55±0,10 ^a	<< 0,001

TMK – těkavé mastné kyseliny, A : P – poměr acetátu a propionátu; hodnoty v řádku se stejnými písmeny (^{a, b}) se statisticky významně liší.

TABULKA 31. Vliv různých poměrů objemové a jadrné složky krmné dávky, složené z lučního sena a ječmene, na produkci (%) vybraných mastných kyselin a jejich skupin.

	Poměr sena k ječmeni			P
	70 : 30	60 : 40	50 : 50	
C12:0	2,05±1,10	1,50±0,25	1,03±0,19	NS
C14:0	6,8±2,4	6,0±0,8	5,2±1,2	NS
C16:0	35,3±2,8 ^{ab}	30,9±2,0 ^a	29,8±2,6 ^b	< 0,01
C18:0	15,0±2,8 ^a	9,3±1,8 ^a	13,8±4,6	< 0,05
C18:1-n9t	0,47±0,07 ^{ab}	0,80±0,20 ^a	1,01±0,22 ^b	< 0,001
C18:1-n11t	1,6±0,5 ^a	2,5±1,1	3,4±1,0 ^a	< 0,05
C18:1-n9	17,4±3,8	16,5±4,1	20,0±5,5	NS
C18:2-n6t	0,56±0,30	0,30±0,08	0,33±0,05	NS
C18:2-n6	6,3±3,3	11,5±8,8	10,0±4,9	NS
C18:3-n3	0,81±0,30	0,65±0,32	0,61±0,43	NS
C18:2 (9,11)	0,09±0,03	0,16±0,08	0,23±0,17	NS
C18:2 (10,12)	1,23±0,85 ^{ab}	0,11±0,02 ^a	0,10±0,04 ^b	< 0,01
C20:4-n6	0,42±0,33	0,14±0,05	0,68±0,12	NS
C20:5-n3	0 ^a	0,08±0,05 ^a	0,05±0,04	< 0,05
SFA	66,7±7,0	60,3±8,5	57,9±3,3	NS
MUFA	22,6±4,2	25,0±4,8	28,3±6,7	NS
PUFA	10,7±3,8	14,7±8,6	13,7±5,5	NS
n-3/n-6	0,11±0,01 ^{ab}	0,06±0,01 ^a	0,06±0,02 ^b	< 0,001

MK – mastné kyseliny, CLA – konjugovaná kyselina linolová, SFA – nasycené mastné kyseliny, MUFA – mononenasycené mastné kyseliny, PUFA – polynenasycené mastné kyseliny; hodnoty v řádku se stejnými písmeny (^{a, b}) se statisticky významně liší.

TABULKA 32. Vliv různého poměru objemu a jádra v produkčních dávkách na stravitelnost živin, pH, metabolismus dusíku a produkci a složení fermentačních plynů.

	KD krav			P
	KD 1	KD 2	KD 3	
pH	6,61±0,04 ^a	6,60±0,05 ^b	6,68±0,03 ^{ab}	< 0,05
Stravitelnost živin %				
DM	63,1±4,0 ^a	61,7±3,7 ^b	55,0±0,8 ^{ab}	< 0,01
NDF	37,6±6,7	37,4±6,0	42,9±1,0	NS
ADF	27,6±7,8 ^a	60,6±3,8 ^a	49,4±0,9 ^a	<< 0,001
NL	71,9±3,0 ^a	73,3±2,6 ^b	58,1±0,7 ^{ab}	<< 0,001
tuk	62,3±4,1 ^{ab}	53,5±4,5 ^a	48,2±0,9 ^b	<< 0,001
Produkce N v effluentu				
NH ₃ -N, mg/l	252,1±25,1 ^{ab}	211,1±11,3 ^a	199,5±11,9 ^b	< 0,001
N, mg/l	379,5±21,8 ^a	349,7±19,2	338,8±16,5 ^a	< 0,05
N _M , mg/den	176,7±12,1 ^a	169,2±12,7 ^b	215,4±11,3 ^{ab}	<< 0,001
EMS, mg/g	61,2±3,4	56,7±8,6 ^a	70,4±5,0 ^a	< 0,01
Produkce plynů				
produkce plynu, l/den	3,18±0,19	3,10±0,29	2,89±0,36	NS
produkce CH ₄ , ml/den	136,9±11,8	129,9±38,3	130,7±11,2	NS
produkce CH ₄ , %	4,30±0,20	4,12±0,89	4,52±0,34	NS

DM – sušina, NDF – neutrálně-detergentní vláknina, ADF – acido-detergentní vláknina, NL – dusíkaté látky, N – dusík, NH₃-N – amoniakální dusík, N_M – mikrobiální dusík, EMS – účinnost mikrobiální syntézy, CH₄ – metan; hodnoty v řádku se stejnými písmeny (^{a, b}) se statisticky významně liší.

TABULKA 33. Vliv různého poměru objemu a jádra v produkčních dávkách na produkci celkových a jednotlivých těkavých mastných kyselin.

	KD krav			P
	KD 1	KD 2	KD 3	
Produkce TMK				
TMK celkem, mmol/l	50,5±2,5	49,1±6,0	45,1±2,0	NS
A : P	2,54±0,16 ^a	3,18±0,27 ^a	3,72±0,34 ^a	<< 0,001
octová (mol %)	57,4±0,7 ^a	60,4±0,5 ^a	65,9±0,6 ^a	<< 0,001
propionová (mol %)	22,7±1,1 ^{ab}	19,6±1,0 ^a	17,8±1,2 ^b	<< 0,001
máselná (mol %)	12,8±0,5 ^a	13,7±0,6 ^b	10,6±0,6 ^{ab}	<< 0,001
iso-máselná (mol %)	0,77±0,04	0,72±0,06	0,69±0,10	NS
valerová (mol %)	2,5±0,1 ^a	2,2±0,1 ^a	2,0±0,0 ^a	<< 0,001
iso-valerová (mol %)	2,4±0,2 ^{ab}	2,1±0,0 ^a	1,9±0,1 ^b	<< 0,001
kapronová (mol %)	1,26±0,04 ^a	1,21±0,07 ^b	1,01±0,07 ^{ab}	<< 0,001
octová (mmol/l)	29,0±1,7	29,7±3,8	29,7±1,3	NS
propionová (mmol/l)	11,5±0,6 ^a	9,6±1,1 ^a	8,0±0,7 ^a	<< 0,001
máselná (mmol/l)	6,5±0,4 ^a	6,8±0,9 ^b	4,8±0,3 ^{ab}	< 0,001
iso-máselná (mmol/l)	0,39±0,03 ^a	0,36±0,05	0,31±0,05 ^a	< 0,05
valerová (mmol/l)	1,24±0,08 ^a	1,06±0,13 ^a	0,90±0,03 ^a	< 0,001
iso-valerová (mmol/l)	1,24±0,16 ^a	1,04±0,12	0,86±0,07 ^a	< 0,001
kapronová (mmol/l)	0,64±0,05 ^a	0,60±0,09 ^b	0,46±0,03 ^{ab}	< 0,001

TMK – těkavé mastné kyseliny, A : P – poměr acetátu a propionátu; hodnoty v řádku se stejnými písmeny (^{a, b}) se statisticky významně liší.

TABULKA 34. Vliv různého poměru objemu a jádra v produkčních dávkách na produkci (%) vybraných mastných kyselin a jejich skupin.

	KD krav			P
	KD 1	KD 2	KD 3	
C12:0	0,41±0,24	0,31±0,11	0,29±0,14	NS
C14:0	2,8±0,9	2,5±0,6	2,8±0,7	NS
C16:0	37,5±2,6 ^{ab}	35,7±3,8 ^a	35,1±4,5 ^b	< 0,05
C18:0	33,2±6,8 ^a	32,9±8,1 ^a	29,5±10,3	< 0,05
C18:1-n9t	0,43±0,16 ^{ab}	0,49±0,21 ^a	0,47±0,23 ^b	< 0,001
C18:1-n11t	0,94±0,36 ^a	1,19±0,81	1,46±0,80 ^a	< 0,05
C18:1-n9	9,7±3,6	12,9±7,1	15,4±6,8	<< 0,001
C18:2-n6t	0,13±0,04	0,19±0,11	0,40±0,13	< 0,01
C18:2-n6	4,3±2,4	4,0±1,9	4,4±1,9	NS
C18:3-n3	0,79±0,35	0,75±0,32	0,89±0,33	NS
C18:2 (9,11)	0,14±0,01	0,15±0,02	0,17±0,06	NS
C18:2 (10,12)	0,13±0,10 ^{ab}	0,14±0,10 ^a	0,15±0,10 ^b	< 0,01
C20:4-n6	0,08±0,05	0,09±0,05	0,09±0,06	NS
C20:5-n3	0,11±0,05 ^a	0,09±0,05 ^a	0,08±0,05	< 0,05
SFA	78,8±5,8	75,9±10,2	71,9±12,0	NS
MUFA	14,5±4,3	17,7±8,8	20,6±8,7	NS
PUFA	6,7±3,4	6,5±2,8	7,5±6,6	NS
n-3/n-6	0,21±0,04 ^{ab}	0,20±0,05 ^a	0,20±0,05 ^b	< 0,001

MK – mastné kyseliny, CLA – konjugovaná kyselina linolová, SFA – nasycené mastné kyseliny, MUFA – mononenasyčené mastné kyseliny, PUFA – polynenasycené mastné kyseliny; hodnoty v řádku se stejnými písmeny (^{a, b}) se statisticky významně liší.

9.2. Seznam vlastních publikací

Náměstková, P., Čermák, ., Homolka, P. (2005): Mastné kyseliny ve výživě skotu. Náš chov 11, P11 – P19.

Náměstková, P., Jalč, D., Homolka, P., Čermák, B. (2005): Vliv krmné dávky s přídavkem řepkového semene, různým způsobem fyzikálně upraveného, na fermentační procesy, probíhající in vitro v přístroji RUSITEC. Výživa zvířat 2005, sborník referátů, str. 55-59.

Homolka, P., **Náměstková, P.**, Koukolová, V., Třináctý, J., Škeříková, A. (2005): Degradation of protein and amino acids of pasture forage in the rumen of fistulated cows. Zborník z medzinárodnej vedeckej konferencie Dni výživy zvierat, Račkova dolina, SPU Nitra, str. 18.

Kubelková, P., Homolka, P., Čermák, B. Nedostatky ve výživě jako příčina onemocnění skotu. Náš chov, 2006, roč.66, č.9, s.77-79.

Kubelková, P., Homolka, P., Čermák, B. Vliv lněného semene (šrotovaného vs. extrudovaného) na in sacco degradovatelnost živin. In Výživa zvierat 2006. Košice: UVL, 2006, s.71-74.

Náměstková, P., Homolka, P., Čermák, B. Využití upravených semen amarantu ve výživě přežvýkavců – sledování parametrů fermentace v pokuse in vitro. In Agregion 2006. České Budějovice : Jihočeská univerzita, 2006, s.173-176.

Jalč, D., Čertík, M., Kundříková, K., **Náměstková, P.** (2007): Effect of unsaturated C₁₈ fatty acids (oleic, linoleic and α -linolenic acid) on ruminal fermentation and production of fatty acid isomers in an artificial rumen. Vet.Med., 52: 87-94.

Jančík, F., Koukolová, V., **Kubelková, P.**, Čermák, B. (2009): Effects of grass species on ruminal degradability of silages and prediction of dry matter effective degradability. Czech J. Anim. Sci., 54: 315-323.

Jalč, D., Čertík, M., Kundříková, K., **Kubelková, P.** (2009): Effect of microbial oil and fish oil on rumen fermentation and metabolism of fatty acids in artificial rumen. Czech J. Anim. Sci., 54: 229-237.

Kubelková, P., Jalč, D., Homolka, P., Čermák, B. The effect of supplementation of physically treated amaranth seeds on fermentation parameters in artificial rumen – do Czech J. Anim. Sci.