

Vědecký výbor výživy zvířat

Zvýšení obsahu zdraví prospěšných polynenasycených mastných kyselin mléka výživou zvířat

**Ing. Petr Homolka, Ph.D.,
Ing. Václav Kudrna, CSc.**

Praha, září 2007



Výzkumný ústav živočišné výroby, v.v.i.
Přátelství 815, Praha - Uhřetěves,
PSČ: 104 01, www.vuzv.cz

Obsah

	Strana
Seznam použitých zkratk	2
Úvod	3
Lipidy	4
Trans-nenasycené MK	7
Mléčný tuk	8
Trávicí systém přežvýkavců	10
Faktory ovlivňující trávení tuků	11
Ovlivnění obsahu mastných kyselin změnou krmné dávky	12
Vliv krmiv na profil mastných kyselin v mléčném tuku	12
Působení semen olejnin na profil MK v mléčném tuku	15
Působení lněného semene	15
Vliv řepkových produktů na profil MK mléčného tuku	17
Vliv rybích produktů na profil MK mléčného tuku	18
Vliv slunečnicových semen	18
Vliv sójových bobů	20
Působení obilnin na složení mléčného tuku	26
Vliv pastvy a zelené píce na obsah zdraví prospěšných MK	27
Zvýšení obsahu CLA mléka	29
Přídavek komerčně vyráběné CLA ve formě vápenaté soli	31
Závěr	32
Seznam literatury	33

Seznam použitých zkratek

CLA	konjugovaná linolová kyselina
DHA	dokosahexaenová kyselina
ECM	mléčná užitkovost po přepočtu na produkci mléka se 3,5 % tuku a 3,2 % bílkoviny
EPA	eikosapentaenová kyselina
FCM	mléčná užitkovost po přepočtu na produkci mléka se 4 % tuku
LA	linolová kyselina
LNA	α -linolenová kyselina
MK	mastné kyseliny
MUFA	monoenové nenasycené mastné kyseliny
PUFA	polyenové nenasycené mastné kyseliny
SFA	nasycené mastné kyseliny
TMK	těkavé mastné kyseliny
TMR	směsná krmná dávka (total mixed ration)
TVA	<i>trans</i> vakcenová kyselina
UFA	nenasycené mastné kyseliny

Úvod

Mléko přežvýkavců je vynikajícím zdrojem živin a po tisíciletí důležitou součástí lidské stravy. Přesto je řada situací, kdy může být výhodné měnit složení mléka. Například farmáře může zajímat změna určité složky mléka z ekonomických důvodů. Požadavky spotřebitele na obsah tuku a mléčných proteinů se s časem mění. Producenti chtějí maximalizovat svůj příjem používáním výživových strategií měnících poměr proteinu a tuku v mléce. Zpracovatelé se zajímají o postupy, kterými lze zvýšit obsah kaseinu pro maximální výtěžek sýrů, nebo metody vedoucí ke zvýšení množství nenasycených mastných kyselin a tím k měkčímu máslu. Výživáři a dietologové si přejí změnu složení mléka takovým způsobem, aby podporovalo zdraví. Prosazují např. redukci množství nasycených mastných kyselin nebo naopak podporu složek se speciálními funkčními vlastnostmi jako omega-3 mastné kyseliny, CLA nebo bioaktivní peptidy. Neposledně, některé z mnoha možností jak změnit složení mléka spočívají v genetických technologiích. Tyto zahrnují použití transgenních krav pro produkci mléka obsahujícího hodnotná farmaceutika pro humánní medicínu (KENNELLY *et al.*, 2005).

Velká pestrost možných přístupů ke změnám složení mléka vyplývá z komplexnosti fyziologických procesů podporujících laktaci. Teoreticky jsou neomezené možnosti, jak změnit složení mléka. Potenciál buněk produkujících mléko je enormní. Avšak v praxi, funkční a biologické omezení mléčného epitelu vytváří hranice pro změny složení jejich sekretu.

I přes tato omezení stále zůstávají velké možnosti změny složení kravského mléka. Velká část výzkumu byla zaměřena na vliv výživy na obsah a složení tuku kravského mléka, neboť tuková složka mléka je zvláště snadno ovlivnitelná výživou. Mnoho prací bylo zaměřeno na zkrmování rozličných zdrojů tuků za účelem zvýšení hladiny příslušných mastných kyselin, nejčastěji n-3 a n-6 polynenasycených mastných kyselin. Současně byl kladen důraz na nalezení takových diet, které by zvýšily koncentraci CLA, účinného antikarcinogenu přirozeně se nacházejícího v mléčném tuku přežvýkavců. Přesto, že bylo získáno velké množství informací o způsobech modifikace složení kravského mléka, jen málo jich bylo využito v praxi. Nicméně schopnost měnit složení mléčného tuku představuje příležitost pro vývoj nových mléčných produktů jako je mléko obohacené o CLA (KENNELLY *et al.*, 2005).

Lipidy

Lipidy patří k základním složkám krmiv a potravin. Jsou nepostradatelné pro zdraví, vývoj a výstavbu organismu. Lipidy nejsou jednotně definovány chemicky, hlavní podmínkou zařazení sloučenin do této skupiny je jejich hydrofobnost. Obecně se definují jako přírodní sloučeniny obsahující vázané mastné kyseliny se 4 a více atomy uhlíku ve sloučenině.

Podle chemického složení se lipidy třídí na:

- homolipidy
- heterolipidy
- komplexní lipidy
- volné mastné kyseliny (MK) a jejich sole

Homolipidy jsou sloučeniny MK a alkoholů. Rozdělují se podle struktury alkoholu. Heterolipidy jsou sloučeniny MK, alkoholů a další kovalentně vázané sloučeniny (kyselina fosforečná ve fosfolipidech). Komplexní lipidy jsou složeny z homolipidů, heterolipidů a dalších sloučenin vázaných kovalentními, nebo vodíkovými vazbami a hydrofobními interakcemi.

V praxi se pak používá poměrně nelogické třídění (vycházející z chování sloučenin při chromatografickém dělení) na:

- neutrální lipidy
- polární lipidy

Mezi neutrální lipidy patří estery glycerolu, steroly a jejich estery a volné mastné kyseliny. Mezi polární lipidy jsou zařazeny fosfolipidy a heterolipidy.

Podle skupenství se v potravinářské praxi dělí lipidy na tuky a oleje.

Mastné kyseliny jsou z hlediska výživy nejvýznamnější složkou lipidů. Rozdělujeme je na:

- nasycené MK (saturated fatty acid – SFA)
- nenasycené MK s jednou dvojnou vazbou (monoenové) (monounsaturated fatty acid – MUFA)
- nenasycené MK se dvěma až šesti dvojnými vazbami (polyenové) (polyunsaturated fatty acid – PUFA)
- mastné kyseliny s trojnými vazbami (rozvětvené, cyklické)

Tab. Hlavní nasycené mastné kyseliny vyskytující se v lipidech (VELÍŠEK, 1999).

Mastná kyselina	Počet atomů uhlíku	Triviální název
butanová	4	máselná
hexanová	6	kapronová
oktanová	8	kaprylová
dekanová	10	kaprinová
dodekanová	12	laurová
tetradekanová	14	myristová
hexadekanová	16	palmitová
oktadekanová	18	stearová
eikosanová	20	arachová
dokosanová	22	behenová
tetrakosanová	24	lignocerová
hexakosanová	26	cerotová
oktakosanová	28	montanová
triakontanová	30	melissová
dotriakontanová	32	lakcerová

Nasycené mastné kyseliny mají vzorec $\text{CH}_3 - (\text{CH}_2) - \text{COOH}$. Hlavními představiteli jsou kyselina laurová, myristová, palmitová a stearová (přehled je uveden v tabulce).

Tab. Hlavní monoenové mastné kyseliny vyskytující se v lipidech (VELÍŠEK, 1999).

Mastná kyselina	Počet atomů uhlíku	Poloha dvojných vazby	Isomer	Triviální název
decenová	10	4	<i>cis</i>	obtusilová
decenová	10	9	<i>cis</i>	kaprolejová
dodecenová	12	3	<i>cis</i>	linderová
dodecenová	12	9	<i>cis</i>	laurolejová
tetradecenová	14	4	<i>cis</i>	tsuzuová
tetradecenová	14	9	<i>cis</i>	myristolejová
hexadecenová	16	9	<i>cis</i>	palmitolejová
hexadecenová	16	9	<i>trans</i>	palmitelaidová
oktadecenová	18	6	<i>cis</i>	petroselová
oktadecenová	18	6	<i>trans</i>	petroselaidová
oktadecenová	18	9	<i>cis</i>	olejová
oktadecenová	18	9	<i>trans</i>	elaidová
oktadecenová	18	11	<i>trans</i>	vakcenová
eikosenová ^{a)}	20	9	<i>cis</i>	gadolejová
eikosenová ^{a)}	20	11	<i>cis</i>	gondová
dokosenová	22	11	<i>cis</i>	cetolejová
dokosenová	22	13	<i>cis</i>	eruková
dokosenová	22	13	<i>trans</i>	brassidová
tetrakosenová	24	15	<i>cis</i>	selacholejová (nervová)
hexakosenová	26	17	<i>cis</i>	ximenová
triakontenová	30	21	<i>cis</i>	limekvová

^{a)} Podle IUPAC (International Union of Pure and Applied Chemistry) byl navržen termín ikosenová kyselina, který se však nevžil.

Nenasycené mastné kyseliny s jednou dvojnou vazbou mají vzorec:
 $\text{CH}_3 - (\text{CH}_2) - \text{CH} = \text{CH} - (\text{CH}_2) - \text{COOH}$. Hlavními představiteli jsou kyselina palmitoolejová a olejová (přehled je uveden v tabulce). Mezi nejdůležitější polyenové kyseliny patří linolová C18:2(n 6), arachidonová C20:4(n 6), linolenová C18:3(n 3), eicosapentaenová C20:5(n 3) a docosahexaenová C22:6(n 3).

Významnou roli hraje pořadí první dvojně vazby od methylového konce z hlediska nutričních účinků. Rozlišujeme tři skupiny : n3 n6 a n9. Důležitá je prostorová konfigurace *cis* a *trans*, neboli nově Z a E, která u kyselin se stejným počtem uhlíků a dvojných vazeb způsobuje rozdílné vlastnosti z hlediska výživy (KOMPRDA, 2003).

Tab. Dienové, trienové a další polyenové MK vyskytující se v lipidech (VELÍŠEK, 1999).

Mastná kyselina	Počet atomů uhlíku	Poloha dvojných vazeb	Konfigurace dvojně vazby	Triviální název
dienové				
hexadekadienová	16	9,12	<i>cis, cis</i>	
oktadekadienová	18	9,12	<i>cis, cis</i>	linolová
oktadekadienová	18	12,15	<i>cis, cis</i>	
oktadekadienová	18	9,12	<i>trans, trans</i>	linolelaidová
eikosadienová	20	11,14	<i>cis, cis</i>	
dokosadienová	22	13,16	<i>cis, cis</i>	
trienové				
hexadekatrienová	16	6,10,14	<i>all-cis</i>	hiragonová
oktadekatrienová	18	9,12,15	<i>all-cis</i>	α -linolenová
oktadekatrienová	18	6,9,12	<i>all-cis</i>	γ -linolenová
oktadekatrienová	18	9,11,13	<i>cis, trans, trans</i>	α -eleostearová
oktadekatrienová	18	9,11,13	<i>trans, trans, trans</i>	β -eleostearová
oktadekatrienová	18	9,11,13	<i>cis, cis, trans</i>	puniková
eikosatrienová	20	8,11,14	<i>all-cis</i>	dihomo- γ -linolenová
tetraenové				
oktadekatetraenová	18	4,8,12,15	<i>all-cis</i>	moroktová
oktadekatetraenová	18	9,11,13,15	<i>all-trans</i>	β -parinarová
eikosatetraenová	20	5,8,11,14	<i>all-cis</i>	arachidonová
eikosatetraenová	20	8,11,14,17	<i>all-cis</i>	
dokosatetraenová	22	7,10,13,16	<i>all-cis</i>	adrenová
pentaenové				
eikosapentaenová	20	5,8,11,14,17	<i>all-cis</i>	EPA
eikosapentaenová	20	4,8,12,15,18	<i>all-cis</i>	timnodonová
dokosapentaenová	22	4,7,10,13,16	<i>all-cis</i>	
dokosapentaenová	22	7,10,13,16,19	<i>all-cis</i>	klupanodonová
hexaenové				
dokosahexaenová	22	4,7,10,13,16,19	<i>all-cis</i>	DHA
tetrakosahexaenová	24	4,8,12,15,18,21	<i>all-cis</i>	nisinová

V potravě člověka přijímané mastné kyseliny jsou obvykle vázány v neutrálních lipidech - triacylglycerolech nebo fosfolipidech. Po natrávení (hydrolyze) jsou uvolněné MK vstřebány po inkorporaci do micel za účasti solí žlučových kyselin.

Po vstřebání do lymfy a následně do plazmy jsou MK k dispozici pro další využití v organismu. Organismus člověka je schopen syntetizovat MK také *de novo* z acetylkoenzymu a postupným prodlužováním řetězce o dvouuhlíkové zbytky. Některé MK však lidský organismus není schopen syntetizovat a musí je přijímat v potravě (esenciální MK).

Pro člověka jsou esenciální především dvě MK: kyselina linolová (LA) a α -linolenová (LNA). První je výchozím metabolitem PUFA řady n-6, druhá řady n-3. Z LA, resp. LNA je už lidský organismus pomocí enzymů desaturáz (zvyšují počet dvojných vazeb v molekule MK) a elongáz (prodlužují molekulu MK) schopen tvořit další potřebné metabolity v rámci obou řad. Důležitý je vyvážený poměr příjmu MK n-6 a n-3 v potravě, protože výše uvedené enzymy nejsou specifické pro PUFA n-6, resp. PUFA n-3, existuje zde tedy substrátová kompetice (KOMPRDA, 2003).

Fyziologicky nejvýznamnějším metabolitem LA je kyselina arachidonová (C 20:4n-6), nejvýznamnějšími metabolity LNA kyselina eikosapentaenová (EPA; C 20:5n-3) a dokosaheptaenová (DHA; C 22:6n-3). Významnými konečnými metabolity obou řad PUFA jsou tzv. eikosanoidy s velice důležitými fyziologickými funkcemi (prostaglandiny, leukotrieny a tromboxany). Uvedené eikosanoidy jsou látky jednak vasoaktivní resp. vasodilatační a dále látky ovlivňující shlukování krevních destiček (agregaci trombocytů).

Fyziologické účinky mastných kyselin se posuzují především s ohledem na ovlivnění hladiny sérového cholesterolu. Hladinu sérového cholesterolu zvyšují (a působí tedy nepříznivě) SFA, především kyselina laurová (C 12:0), myristová (C 14:0) a palmitová (C 16:0). Kyselina stearová (C 18:0) působí v tomto smyslu neutrálně. Dále hladinu sérového cholesterolu zvyšují *trans*-nenasycené MK. V opačném smyslu působí (snižování hladiny sérového cholesterolu, pozitivní působení) MUFA a PUFA (KOMPRDA, 2003).

***Trans*-nenasycené MK**

Konfigurace *cis* a *trans* (Z a E) se posuzuje v rovině dvojných vazeb. Číslování se podle uhlíku, z kterého vychází dvojná vazba počítáno od karboxylového konce molekuly MK. Přírodní nenasyčené mastné kyseliny rostlin jsou většinou *cis*. Konfigurace *trans* vzniká z potravy přeměněné mikroorganismy v batoru (hydrogenací linolové kyseliny) Konfigurace *trans* se z potravy ukládá především v depotním tuku a v mléce (především vakcenová

kyselina). Z fyziologického hlediska se mění účinek MUFA a PUFA s dvojnou vazbou v poloze *trans*. Nepůsobí zdraví prospěšně jako kyseliny MUFA a PUFA, ale naopak mají podobné účinky jako nenasycené MK – zvyšují hladinu sérového cholesterolu, LDL cholesterolu, celkových triacylglycerolů a snižují obsah HDL cholesterolu.

Trans-nenasycené MK tvoří 6 – 8 % celkových MK mléčného tuku. V lidské výživě jsou jejich největším zdrojem margaríny a z nich vyrobené potraviny. Při procesu hydrogenace rostlinných olejů dochází ke změně konfigurace *cis trans*. Vlivem zkvalitnění technologických postupů množství *trans* kyselin v margarínech však klesá (KOMPRDA, 2003).

Tab. Obsah *trans*-nenasycených mastných kyselin v některých živočišných tucích (% veškerých *trans*-nenasycených mastných kyselin) (VELÍŠEK, 1999).

Poloha dvojně vazby	Mléčný tuk ^{a)}	Tuk másla ^{a)}	Depotní tuk (lůj) ^{a)}
8	1-3	1-2	1-2
9	7-15	5-16	8-14
10	4-13	4-7	5-7
11	28-55	51-68	64-69
12	4-9	3-6	2-3
13	4-9	3-6	2-3
14	4-10	4-7	3-4
15	4-8	3-5	2-3
16	5-10	4-7	3-4

^{a)} Celkový obsah *trans*-nenasycených kyselin u mléka a másla je 2-8 % a v tukové tkáni (v loji) 2-3 % veškerých mastných kyselin.

Mléčný tuk

Mléčný tuk patří k nejvariabilnějším složkám mléka. Průměrné složení mléčného tuku je následující (LUKÁŠOVÁ *et al.*, 1999):

triacylglyceroly	97 – 98 %
diacylglyceroly	0,3 – 0,6 %
volné steroly	0,2 – 0,4 %
fosfolipidy	0,2 – 0,1 %
volné mastné kyseliny	0,1 – 0,4 %
monoacylglyceroly	0,02 – 0,04 %
estery sterolů	stopy
hydrokarbony	stopy

Mléčný tuk dále obsahuje vitamíny rozpustné v tucích, karotenové pigmenty, aldehydy a ketony, které ovlivňují senzorycké vlastnosti a nutriční hodnotu tuku. Tuk je obsažen v mléce v podobě tukových kuliček, na jejichž povrchu je membrána bohatá na fosfolipidy. Membrána stabilizuje hydrofobní lipidy ve vodní fázi mléka. V membráně je umístěno přibližně 60 % fosfolipidů, 85 % cholesterolu a některé enzymy jako alkalická fosfatáza a xantinoxidáza.

Průměr tukových kuliček se pohybuje v rozmezí 1 μm až 12 μm . V 1 ml mléka bývá 2 až 6 miliard tukových kuliček, což představuje velký povrch a snadnou reaktivitu. Jádru tukových kuliček sestává z triacylglycerolů různých mastných kyselin, kterých bylo identifikováno několik set. Avšak pouze 15 se jich vyskytuje v triacylglycerolech ve velkém množství. Přítomny jsou převážně nasycené mastné kyseliny se sudým počtem uhlíků $\text{C}_4 - \text{C}_{18}$ a nenasyčené mastné kyseliny $\text{C}_{14} - \text{C}_{18}$. Každá z mastných kyselin přispívá k charakteru mléčného tuku, proto různé vlastnosti mléčného tuku jsou dány rozdílností v jeho složení z hlediska obsahu mastných kyselin. Typickou odlišností mléčného tuku přežvýkavců je vysoký podíl nízkomolekulárních mastných kyselin s 4 – 8 uhlíky, které dávají mléčnému tuku typickou chuť a vůni. Obsah mastných kyselin je ovlivňován složením krmné dávky. Rozdíly v poměru mastných kyselin jsou dány letním a zimním krmením. Z dalších vlivů se uplatňuje laktační období a plemeno (LUKÁŠOVÁ *et al.*, 1999).

Tab. Složení hlavních MK mléčného tuku (% veškerých MK) (VELÍŠEK, 2002)

Mastná kyselina	Kravné mléko	Mateřské mléko
másečná	8 – 11	4 – 8
kapronová	1 – 5	1 – 4
kaprylová	1 – 3	2 – 4
kaprinová	2 – 5	2 – 6
laurová	3 – 6	4 – 9
myristová	9 – 14	8 – 14
palmitová	20 – 32	18 – 35
stearová	8 – 14	7 – 15
arachová	0 – 1	0 – 1
olejová	17 – 26	18 – 28
<i>trans</i> – monoenové	5 – 9	3 – 7
linolová	0,3 – 2,2	2,0 – 5,2
<i>cis, trans</i> – dienové	0,2 – 1,2	0,3 – 1,7
linolenová	0,1 – 0,8	0,1 – 1,1
arachidonová	0,4 – 0,6	0,4 – 1,5

Trávicí systém přežvýkavců

Nejvýznamnější částí trávicího systému u přežvýkavců je bachor, který je fermentačním prostorem obsahujícím biliony mikroorganismů. Mikroorganismy štěpí rostlinná krmiva a tím vytvářejí energii a dusíkaté látky jednak pro vlastní růst a jednak zásobují energii a vysoce kvalitní bílkovinou dojnice.

Bachorové mikroorganismy tvoří spojení mezi přežvýkavci a jejich dietami díky těkavým mastným kyselinám (TMK) a mikrobiálnímu proteinu. Relativní koncentrace jednotlivých TMK, hlavně acetátu, propionátu a butyrátu, jsou určujícími determinanty utilizace energie přežvýkavci, protože acetát a butyrát jsou lipogenní živiny, zatímco propionát je primárně používán jako prekurzor glukózy. Následně jak celkové množství tak i podíly konečných produktů fermentace jsou důležité v determinaci jak množství tak i složení produkovaného mléka (SUTTON, 1985, THOMAS a MARTIN, 1988).

Kromě objemné píče dnešní vysokoužitkové dojnice vyžadují zejména v 1. části laktace další vysocekoncentrované zdroje energie a dusíkatých látek. Negativní energetická bilance na začátku laktace nepříznivě ovlivňuje jak užitkovost, tak i zdravotní stav.

Tradičními zdroji energie jsou hlavně obiloviny, jejichž množství v krmné dávce dojnic je z důvodu rychlé fermentace omezené. Proto se jako další zdroj vysoce koncentrované energie užívají tuky, které mají ovšem významný vliv na fermentaci v bachoru neboť, na rozdíl od sacharidů a dusíkatých látek, nejsou přirozenými substráty mikroorganismů. Obsah tuků v přirozené dávce přežvýkavců je méně než 50g/kg. Při užití chráněných (by pas) tuků lze uplatnit až 7,5 % sušiny krmné dávky. Pokud přidáním tuku zvýšíme celkový obsah tuku nad tuto úroveň mohou se vyskytnout trávicí problémy. Tuky mají např. specifický vliv na trávení vlákniny v bachoru. Částice vlákniny se potáhnou tukem a jsou chráněny před mikrobiálním napadením. Reakce dojnic na tukové doplňky závisí na řadě okolností.

Jednou z reakcí dojnic může být i změna profilu mastných kyselin mléčného tuku. V současné době se projevuje poměrně velký zájem o ovlivňování profilu mastných kyselin v mléčném tuku. Je to výsledkem reklamy a zákaznické poptávky po nenasycených mastných kyselinách (UFA), které jsou považovány za „zdravější“ než nasycené mastné kyseliny.

Polynenasycené MK jsou nenasycené mastné kyseliny s 2 až 6 dvojnými vazbami v molekule (POKORNÝ *et al.*, 1986). Existují jak polohové, tak také prostorové isomery.

Rozlišujeme polynenasycené mastné kyseliny řady n-3 kam patří například kyselina α - linolenová, EPA a DHA a řady n-6, kam patří např. kyselina linolová, χ - linolenová a kyselina arachidonová (VELÍŠEK, 1999). Mezi nejvýznamnější zdraví prospěšné PUFA počítáme kyselinu linolovou, konjugovanou linolovou kyselinu (CLA), kyselinu α - linolenovou a kyselinu arachidonovou (BOCKISCH, 1998).

Faktory ovlivňující trávení tuků

V mléčném tuku bylo identifikováno přes 400 mastných kyselin, přičemž ze 70% jde o SFA, 25% tvoří MUFA a 5% PUFA (GRUMMER, 1991). Pro lidské zdraví je vhodnější zastoupení 30% SFA, 60% MUFA a 10% PUFA (HAYES a KHOSLA, 1992). Pozorované odchylky v obsahu SFA, MUFA a PUFA naznačují, že složení mléka může být modifikováno rozdílnými prostředky tak, aby bylo dosaženo profilu blízkého optimálnímu (PALMQUIST *et al.*, 1993). Poměrně nízký podíl (asi 4%) UFA připadá na polynenasycené MK (PUFA) řady *omega* 6 (kyselina linolová, dále na polynenasycené MK řady *omega* 3, které jsou důležitým prekurzorem pro vznik dalších biologicky důležitých metabolitů (KŘIVÁNEK, 2005). Oficiální doporučení příjmu PUFA, resp. poměr n- 6 : n -3 činí 6 : 1. Cílem je tedy zvýšení příjmu n – 3 MK potravinami a snížení příjmu n – 6 PUFA. Často je v potravinových zdrojích nerovnováha mezi příjmem kyseliny linolové a α - linolenové zapříčiněná zvýšenou spotřebou olejů a margarínů, což způsobuje nadbytečný příjem kyseliny linolové (n – 6). Místo doporučeného poměru 4 – 10 : 1 se vyskytuje i poměr 25 : 1 a širší. Výzkum ukazuje, že příjem n – 6 PUFA nad určitou hladinu může mít škodlivý vliv.

Z hlediska zdravé lidské výživy je nutné udržet v dietě vhodný obsah PUFA. U dospělých osob je doporučováno, aby PUFA tvořily asi 2 % energetického obsahu potravy, u dětí by PUFA měly tvořit dokonce 3 – 4 %. Větší obsah PUFA v lidské stravě snižuje hladinu cholesterolu krevního séra a zvyšuje jeho vylučování z těla ve formě žlučových kyselin. Při náhradě 5 % energie z nasycených mastných kyselin energií z PUFA, se sníží hladina krevního cholesterolu o 0,4 mmol/l (ZIRIAX a WINTER, 2002).

Kromě vlivu krmiv mají na skladbu MK v mléce vliv plemeno a individuální genetické vlivy (INTERBULL, 2005). Enzym Δ^9 - *desaturáza* je důležitý pro zastoupení MK v mléčném tuku, neboť je podle SOYEURTA *et al.* (2006) odpovědný za většinu MUFA a

všechny CLA v mléce. PETERSON *et al.* (2002) prokázali individuální rozdíly aktivity Δ^9 – desaturázy zvířat.

Teoreticky by měla biohydrogenace MK v bachoru vyloučit přítomnost UFA v kravském mléce. Avšak některé MK hydrogenaci uniknou a stanou se součástí mikrobiálních lipidů. Navíc v tukové tkáni a tkáni mléčné žlázy dochází k desaturaci MK, takže je typické, že 0,1 celkového obsahu mastných kyselin v „normálním“ mléce je nenasycená, hlavně ve formě kyseliny olejové s malým podílem kyseliny linolové. Ke zvýšení tohoto podílu je třeba užít chráněné tuky buď z celých olejnatých semen nebo chemicky či fyzikálními metodami ošetřené (GARNSWORTHY A WISEMAN, 2002).

Existuje řada sdělení popisujících vlivy různých zdrojů tuku na tvorbu mléka, složení a profil mastných kyselin. Jednoduché zvýšení příjmu tuku může zvýšit podíl nenasycených MK v mléčném tuku (BEAULIEU a PALMQIST, 1995), protože de novo syntéza MK s krátkým řetězcem se omezí.

Ovlivnění obsahu mastných kyselin změnou krmné dávky

Při zhodnocení možností ovlivnění složení tuku mléka si musíme uvědomit následující fakta (KENNELLY *et al.*, 2005):

- Složení mléčného tuku je výrazně ovlivněno krmnou dávkou krav.
- Mléčný tuk je výživou ovlivněn výrazně více než ostatní složky mléka.
- Výživa může změnit množství i složení mléčného tuku, takže dovoluje změny v poměru proteinu a tuku a rovněž otevírá možnosti produkovat mléko s vysokou hladinou CLA a n3 mastných kyselin.

Vliv krmiv na profil mastných kyselin v mléčném tuku

Z hlediska vlivu krmiv na profil mastných kyselin v mléčném tuku mají největší význam tuky obsažené v krmné dávce. Zdrojem tuku v krmných dávkách pro dojnice jsou :

- tuk ze základních krmiv
- rostlinné oleje
- tuky plnotučných olejnatých semen
- inertní tuky, nebo-li by-pas tuk
- živočišný tuk z tukových tkání nepřežvýkavců

Tab. Složení oleje olejnatých semen (HICKLING, 1997)

Živina	Lněné semeno	Řepkové semeno	Sojové boby
Sušina (%)	93,0	93,0	92,0
Hrubý protein (%)	23,0	20,0	37,0
Olej (%)	37,0	40,0	18,0
Mastné kyseliny			
C 18 : 1	20,0	52,0	24,0
C 18 : 2	16,0	25,0	58,0
C 18 : 3	55,0	13,0	8,0

Nechráněné tuky mohou negativně ovlivňovat bacherovou fermentaci a to obsahem nenasycených mastných kyselin, které se vyskytují hlavně v rostlinných olejích a olejnatých semenech. Tyto esterifikované mastné kyseliny jsou hydrolyzovány mikrobiálními lipázami. Glycerol je bacherovými mikroorganismy konvertován na těžké mastné kyseliny. Nasyčené MK s dlouhým řetězcem neovlivňují fermentaci v bacheru, zatímco nenasycené MK působí depresivně na tento proces a jsou bacherovými mikroorganismy hydrogenizovány. Rozsah hydrogenace závisí na stupni nenasycenosti MK. Hydrogenací se UFA přeměňují na nasycenou kyselinu stearovou a izomery monoenoové kyseliny olejové (C 18:1 n-9). Hlavně v těchto dvou formách odchází MK z bacheru. Přesáhne-li obsah UFA hydrogenační kapacitu bacherových mikroorganismů začnou tyto (především UFA s dlouhým řetězcem jako kyselina linolenová, linolová, eikosapentaenová a dokosahexaenová) působit inhibičně na bacherovou fermentaci. Mechanismus inhibice zřejmě zahrnuje jak přímý vliv na bacherové mikroorganismy (detergentní působení, selektivní inhibice druhů trávících především vlákninu, zásah do skladby bakteriální populace následkem poklesu pH), tak nepřímý vliv na substrát, který využívají vlákninu (FRYDRYCH, 2002).

Tab. Obsah nasycených, mononenasycených a polynenasycených MK v některých tučích a olejích (% veškerých MK) (VELÍŠEK, 2002)

Druh tuku	Kyseliny		
	nasycené	nenasycené	polyenové
vepřové sádlo	25 – 70	37 – 68	4 – 18
hovězí lůj	47 – 86	40 – 60	1 – 5
<u>mléčný tuk</u>	<u>53 – 72</u>	<u>26 – 42</u>	<u>2 – 6</u>
tuk sledě	17 – 29	36 – 77	10 – 24
palmový tuk	44 – 56	36 – 42	9 – 13
sójový olej	14 – 20	18 – 26	55 – 68
slunečnicový olej	9 – 17	13 – 41	42 – 74
řepkový olej	5 – 10	52 – 76	22 – 40
lněný olej	10 – 12	18 – 22	66 – 72

Dalším problémem je, že volné mastné kyseliny s dlouhým řetězcem mohou v bacheru tvořit alkalické soli s vápníkem a hořčíkem, čímž se snižuje dostupnost těchto minerálů (GARNSWORTHY A WISEMAN, 2002).

Důležitější než množství mastných kyselin v krmné dávce je jejich forma, neboť nenasyčené mastné kyseliny s dlouhým řetězcem mají vliv na buněčné stěny bakterií. Za normálních okolností jsou esterové vazby triglyceridů v bacheru rychle hydrolyzovány bakteriálními lipázami. Jakmile se uvolní ze sloučeniny s estery, jsou nenasyčené mastné kyseliny hydrogenovány. Reakce dojníc na tukové doplňky závisí na řadě okolností – množství tuku, profilu mastných kyselin v něm a event. stupni ochrany, ostatních složkách stravy, celkové úrovni krmení, fázi laktace a genetické výbavě každé dojnice (GARNSWORTHY A WISEMAN, 2002).

Chráněné tuky mají snížený depresivní vliv na fermentaci v bacheru, přičemž některý způsob ochrany současně omezuje hydrogenaci tuků bacherovými mikroorganismy. Ochrana tuků je buď založena na

- přirozeném způsobu (tuky plnotučných semen – jsou uzavřeny v buňkách);
- chemicky – nejrozšířenější je tvorba vápenatých solí (saponifikace) MK s dlouhým řetězcem jejichž zdrojem jsou rostlinné oleje (většinou palmový olej);
- chráněné fyzikálními postupy (tzv. krystalické tuky);

Kromě vlivu přídatku tuku na vyrovnání negativní energetické bilance a tím i pravděpodobné zvýšení mléčné užitkovosti dochází rovněž k jeho působení na množství a složení mléčného tuku. Pokud dojde k inhibičnímu působení na bacherovou fermentaci, dostaví se snížení

produkce kyseliny octové a máselné a tím i pokles tučnosti mléka. Doplnovaný tuk však může také zvýšit množství MK dostupných pro absorpci a následnou sekreci mléka.

Tab. Složení hlavních mastných kyselin olejů se středním a vysokým obsahem kyseliny linolové (A) a obsahujících linolenovou kyselinu (B) (% veškerých mastných kyselin) (VELÍŠEK, 1999).

Mastná kyselina	A				B		
	Podzemnicový olej	Kukuřičný klíčkový olej	Slunečnicový olej	Bavlníkový olej	Řepkový olej (kanola)	Sójový olej	Lněný olej
laurová	0,0-0,1	0,0-0,3	0,0-0,1	0,0-0,2	0	0,0-0,1	-
myristová	0,0-0,1	0,1-0,3	0,0-0,2	0,6-1,0	0,0-0,2	0,0-0,2	-
palmitová	8,3-14,0	10,7-16,5	5-8	21,4-26,4	3,3-6,0	9,7-13,3	7
palmitolejová	0,0-0,2	0,0-0,3	pod 0,5	0,1-1,2	0,1-0,6	0,0-0,2	-
stearová	1,9-4,4	1,6-3,3	2,5-7,0	2,1-3,3	1,1-2,5	3,0-5,4	4
olejová	36,4-67,1	24,6-42,2	13-40	14,7-21,7	52,0-66,9	17,7-25,1	20
linolová	14,0-43,0	39,4-60,4	40-74	46,7-58,2	16,1-24,8	49,8-57,1	17
linolenová	0,0-0,1	0,7-1,3	pod 0,3	0,0-0,4	6,4-14,1	5,5-9,5	52
arachová	1,1-1,7	0,3-0,6	pod 0,5	0,2-0,5	0,2-0,8	0,1-0,6	-
eikosenová	0,7-1,7	0,2-0,4	pod 0,5	0,0-0,1	0,0-0,1	0,0-0,3	-
behenová	2,1-4,4	0,1-0,5	0,5-1,0	0,1-0,6	0,1-0,5	0,3-0,7	-
dokosenová	0,0-0,3	0,0-0,1	0,0-0,2	0,0-0,3	0,0-4,7	0,0-0,3	-
lignocerová	1,1-2,2	0,1-0,4	0,2-0,3	0,0-0,1	0,0-0,2	0,1-0,4	-

Působení semen olejnin na profil MK v mléčném tuku

Působení lněného semene

Za krmivo významně ovlivňující profil mléčného tuku je považováno lněné semeno. Lněný olej obsahuje vysokou hladinu linolenové kyseliny. Lněné semeno obsahuje přibližně 55% z mastných kyselin této n-3 mastné kyseliny, což je 4x více než je v řepce a 8x více než v sójových bobech. Lněná semena a olej jsou i přímo používány ve výživě lidí právě pro obsah n- 3 mastných kyselin a to pro redukci rizika srdečních onemocnění. Hlavním důvodem pro zařazení lněných semen do diet dojnic je zvýšení hodnoty mléka jako zdroje omega- 3 mastných kyselin.

Tab. Vliv lněného semene na složení mléka (KENNELY a KHORASANI, 1992)

Mastné kyseliny (% z celk. lipidů)	Podíl hm. (%)			
	0	5	10	15
C 14 : 0	15,7	12,0	10,7	10,0
C 16 : 0	27,9	26,3	22,8	21,2
C 16 : 1	1,6	1,4	1,3	1,3
C 18 : 0	9,7	12,4	14,9	14,9
C 18 : 1	19,1	23,6	26,9	28,4
C 18 : 2	2,0	2,2	2,3	3,0
C 18 : 3	0,8	1,1	1,2	1,2

KENNELI a KHORASANI (1992, viz tab.) zjistili při zkrmování lněného semene zvýšení UFA, ale zvýšení u C18 : 1 bylo vyšší než u C18 : 3, dále znatelné snížení SFA s krátkým řetězcem a to zásluhou inhibujícího vlivu krmného oleje na jejich produkci. Při krmení celého lněného semene došlo ke snížení mléčné užitkovosti a koncentrace mléčné bílkoviny (KHORASANI a KENNELI, 1994; viz tab.). Současně se zvýšil obsah MK s 18ti uhlíky a klesl obsah SFA s krátkým řetězcem. Pokud se lněné semeno před krmením sešrotuje, oloupe nebo vločkuje může se mléčná produkce udržet a obsah MK s 18 uhlíky vzroste stejně.

Tab. Vliv způsobu zpracování lněného semene na mléčnou užitkovost (10% přídavek) (KHORSANI a KENNELY, 1994)

Parametr	Kontrola	Celé semeno	Mačkané semeno
Mléčná užitkovost (kg/ks/den)	31,0	28,5	31,5
Mastné kyseliny (%)			
C 14 : 0	11,3	10,1	9,3
C 16 : 0	29,7	24,4	22,3
C 16 : 1	1,6	1,2	1,2
C 18 : 0	9,1	13,8	12,4
C 18 : 1	24,1	27,3	30,4
C 18 : 2	2,4	2,5	3,1
C 18 : 3	0,5	0,8	1,0
C 18 : 1 <i>trans</i>	0,5	0,7	1,0

Problém zkrmování lněného semene přežvýkavcům je v biohydrogenaci MK. Důsledkem je snížený obsah kyseliny linolenové a vyšší koncentrace kyseliny olejové v mléce. Některé biohydrogenizované MK se vyskytují v „*trans*“ formě, což z hlediska lidského zdraví není příznivé, ale jejich koncentrace v mléce jsou velmi nízké. Zdá se, že pouze ochrana oleje před působením mikroorganismů v batoru a eliminace biohydrogenace je cesta k efektivnímu využití lněného semene v krmných dávkách pro dojnice. Fyzikální kvalita mléka od krav krmených lněným semenem se liší od běžného mléka. Takovéto mléko je náchylnější k oxidaci a mělo by být stabilizováno antioxidantem – obvykle vitamínem E. Vylučování tokoferolu do mléka je velmi nízké (5%), takže krmný doplněk vitamínu E je pravděpodobně neefektivní. Máslo z tohoto mléka je měkčí vzhledem k vyšším hodnotám UFA s dlouhým řetězcem. Chuťově však nebyl zjištěn rozdíl mezi mlékem od dojnic krmených lněným semenem a běžným mlékem. Překážkou pro komerční rozvoj uplatnění lněného semene v krmných dávkách dojnic je potřeba odděleného uskladnění mléka (HICKLING, 1997).

GONTHIER *et al.* (2005) zjišťovali vliv zkrmování mikronizovaného a extrudovaného lněného semene na složení mléka a krevní profil v průběhu laktace. Diety se lněným semenem obsahovaly 12,6% semene ze sušiny KD. Zkrmování lněného semene redukovalo mléčnou produkci a ECM o 1,8 a 1,4kg/den. Produkce mléčné bílkoviny a kaseinu byla také nižší u lněných diet než u diety kontrolní. Produkce mléka a obsah mléčného tuku byly nižší u krav krmených extrudovaným semenem než u mikronizovaného lnu. Přídavek lněného semene snižoval koncentraci MK se středně dlouhými řetězci a SFA a zvyšoval koncentraci MUFA a MK s dlouhými řetězci. Koncentrace kyselin s dlouhými řetězci a UFA byly vyšší u dojnic krmených lněným semenem. Doplněk lněného semene zvýšil průměrnou koncentraci C 18 : 3 a CLA o 152 a 68%. Mikronizace zvýšila hladinu C 18 : 3 a extruze redukovala koncentrace MK s krátkými řetězci a SFA v mléce. Zkrmování extrudovaného lněného semene ve srovnání s neupraveným a mikronizovaným semenem mělo negativní vliv na mléčnou produkci a složení mléka.

Vliv řepkových produktů na profil MK mléčného tuku

Vliv krmení mletých řepkových semen na užitkovost, složení a profil MK mléka sledovali CHICHOLOWSKI *et al.* (2005). Mléčný tuk od dojnic krmených mletým řepkovým semenem měl větší podíl MK s dlouhým řetězcem (> 18 C, 28%) a menší poměr n – 6 ku n – 3. Došlo ke snížení podílu MK s krátkým (25%) a středním (22%) řetězcem. Mléčný tuk krav krmených mletou řepkou měl vyšší podíl kyseliny vakcenové a měl tendenci k vyššímu

zastoupení *cis*-9, *trans*-11 CLA. Zařazení tohoto semene do diety nezměnilo příjem sušiny, přírůstek živé hmotnosti ani kondiční skóre dojnic.

ENGALBERT *et al.* (2003) uvádějí, že lisování řepky zvyšuje tempo biohydrogenace UFA a podíl meziproductů u biohydrogenace, které se týkají zvýšené koncentrace CLA v mléce.

Vliv rybích produktů na profil MK mléčného tuku

Složení mléka při zkrmování přídatku rybího tuku a slunečnicového oleje zjišťovali SHINGFIELD *et al.* (2006). Ve srovnání s kontrolou bez těchto přídatků došlo ke snížení příjmu sušiny (21,1 vs. 17,9 kg/ks/den), tučnosti mléka (47,7 vs. 32,6g/kg) a koncentrace bílkovin (36,1 vs. 33,3 g/kg). Redukce obsahu mléčného tuku u skupiny s rybím tukem a slunečnicovým olejem byla spojena s nárůsty obsahu *trans*-10, C18 : 1, *trans*-10, *cis*-12 CLA, *trans*-9, *cis*-11 CLA, 20 : 5 n -3 a 22 : 6 n- 3. Uvedený doplněk tuků způsobil rychlý nárůst obsahu *cis*-9, *trans*-11 CLA a dosažení maxima 5,37 g/100g MK v pátém dni. Tyto nárůsty však byly přechodné, neboť 15. den byl zaznamenán pokles na 2,35 g/100g MK.

Podobný časový průběh při zkrmování rybí moučky a extrudovaných sójových bobů zjistili ABUGHAZALEH *et al.*, 2004 a WHITLOCK *et al.*, 2002. V dřívějších studiích odezvy *cis*-9, *trans*-11 CLA v mléčném tuku na slunečnicový olej (BAUMAN *et al.*, 2001) nebo sójový olej (DHIMAN *et al.*, 2000) byly zaznamenány jako dočasné neboť po jejich počátečním vzestupu následoval pokles. Je pravděpodobné, že část rozdílu obsahu *cis*-9, *trans*-11 CLA v mléčném tuku při krmení vysokým obsahem rybího tuku a olejnatých rostlin vzniká na základě časově závislé adaptace bachorové biohydrogenace (SHINGFIELD *et al.*, 2006).

Vliv slunečnicových semen

JONES *et al.* (2005) hodnotí ve své studii zpracovatelské vlastnosti, texturu, skladovací charakteristiky a organoleptické vlastnosti mléka, sýra a másla vyrobeného z mléka obohaceného o *cis*-9, *trans*-11 CLA. Čtyřicet devět Holštýnsko-Fríských krav v časně fázi laktace bylo krmeno během dvou po sobě jdoucích sedmidenních časových úseků krmnými dávkami (TMR) obsahujícími 0 (kontrola) nebo 45 g/kg (v sušině) směsi (1:2) rybího a slunečnicového tuku pro produkci kontrolního a CLA-obohaceného mléka. Mléko krav krmených kontrolní dietou a rybím a slunečnicovým olejem obsahovalo 0,54 a 4,68 g CLA/100 g mastných kyselin. Obohacení CLA v syrovém mléce z rybí a slunečnicové diety bylo doprovázeno podstatným nárůstem *trans*-C18:1, snížením C18:0, *cis*-C18:1 a celkových nasycených mastných kyselin, malými nárůsty n-3 polynenasycených mastných kyselin.

Mléko obohacené CLA bylo použito pro výrobu UHT mléka, másla a sýrů. Máslo i sýr obohacené o CLA byly měkčí, než kontrolní produkty. Ačkoliv sensorický profil CLA-oboahaceného mléka, másla, sýru se lišil od kontrolních, celkový dojem a chuť se nezměnila. Závěrem lze konstatovat, že produkce CLA-oboahacených produktů s přijatelnými sensorickými vlastnostmi a skladováním je uskutečnitelná.

HE *et al.* (2005) při zkrmování 7 % slunečnicového semene ze sušiny krmné dávky dosáhli zvýšení produkce CLA v mléce o 114% ve srovnání s kontrolou bez ovlivnění příjmu sušiny, produkce nebo dalšího složení mléka. MIDDAUGH *et al.* (1988) hodnotili složení mléka při zkrmování slunečnicových semen jednak s vysokým obsahem (> 79%) olejové kyseliny, jednak běžného slunečnicového semene. Krmení vysokoužitkových dojnic slunečnicovými semeny mělo za následek nižší koncentrace MK s krátkými a středně dlouhými řetězci a vyšší koncentrace MK s dlouhými řetězci v mléčném tuku a másle. Koncentrace nenasycených MK v mléce byly 28,9; 38,8; 75,6% a v másle 29,6; 38,1; 44,3% u kontroly, olejnatých a běžných slunečnicových semen.

Vliv 0,5; 10 a 16% doplňku slunečnicového semene bohatého na linolovou kyselinu k travní siláži na obsah CLA a kyseliny vakcenové (*trans*-11, C18 :1) v mléčném tuku sledovali NIELSEN *et al.* (2005). Obsah CLA u jednotlivých skupin byl 0,5; 0,8; 1,2 a 1,8g/100g a kyseliny vakcenové 1,1; 2,1; 3,5 a 4,8g/100g kyselin. Jejich obsah v mléčném tuku se navyšoval s doplňkem slunečnicových semen.

Vliv sójových bobů

KIM *et al.* (1993) konstatovali, že extrudované sójové boby a vápenná mýdla mastných kyselin byla stejně efektivní v nárůstu mléčné produkce, ale u diet s extrudovanými sójovými boby byl obsah mléčného tuku redukován a byl zvýšen podíl nenasycených mastných kyselin. Pokus SCHINGOETHEHO *et al.* (1996) neprokázal rozdíly v produkci a složení mléka krav krmených jednak sójovými boby a jednak slunečnicovými semeny. Z jejich pokusu vyplynulo, že sójové boby a slunečnicová semena mohou být použita jako zdroje dietetárního doplňkového tuku, jak pro zvýšení mléčné produkce, tak i pro zvýšení nenasycených mastných kyselin v mléčném tuku. Při přidávání tuku do krmné dávky dochází často k nahrazení kyseliny palmitové kyselinou stearovou (BANKS *et al.*, 1980). Stejní autoři uvádějí, že když místo olejů podáváme olejnatá semena, klesá v mléce obsah *trans*- mastných kyselin na rozdíl od zkrmovaných hydrogenovaných tuků (BANKS *et al.*, 1984).

Krmení rybím olejem, extrudovanými sójovými boby nebo jejich kombinacemi vedou k významným nárůstům koncentrace CLA a *trans* vakcenové kyseliny (TVA) v mléčném tuku. Potvrzují to práce ABUGHAZELEH *et al.* (2002a) a WHITLOCK *et al.* (2002). Čtyři varianty diet :

- 1) kontrolní dieta
- 2) dieta s 2 % (ze sušiny KD) tuku dodaného z rybího oleje
- 3) dieta s 2 % tuku dodaného z extrudovaných sójových bobů
- 4) dieta s 1 % tuku dodaného z rybího oleje ze sledů a 1% tuku z extrudovaných. sójových bobů

zkoumali ABUGHAZELEH *et al.* (2002b). Všechny diety sestávaly z 25 % kukuřičné siláže, 25 % vojtěškového sena a 50 % koncentrátů. Denní nádoj (28,6; 29,7; 29,2; a 28,1) pro diety 1 – 4), procento mléčného tuku (3,49; 3,08; 3,25; 2,96) a mléčné bílkoviny (3,47; 3,01; 3,48; 2,99) nebyly ovlivněny tukovými doplňky ve srovnání s dietou kontrolní. Příjem sušiny (23,0; 21,6; 22,7; a 21,6 kg/den) byl při zkrmování diet obsahujících rybí olej redukován. Koncentrace CLA (*cis*-9, *trans*-11), byla (0,40; 0,88; 0,87; 0,80 g/100g MK) a koncentrace TVA (1,02; 2,34; 2,41; a 2,06g/100g FA) byly zvýšené všemi tukovými doplňky. Rovněž se zvýšily podíly bachorových CLA a TVA.

BRZÓSKA a SALA (2001) zjišťovali vliv vápenatých soli mastných kyselin a doplňku mědi do krmných dávek dojnic. U krav krmných vápenatými solemi se významně snížil obsah nasycených mastných kyselin (SFA) a významně se zvýšil podíl nenasycených kyselin v mléce.

V pokuse KUDRNY a MAROUNKA (2006) byl sledován vliv přídatku extrudovaných sójových bobů (skupina ESB), dále přídatku řepkových výlisků (RV) a u kontrolní skupiny (KM) přídatku chráněného tukového doplňku (*MegalacTM*) společně s vyšším zastoupením sójového extrahovaného šrotu do TMR na mléčnou produkci (vč. profilu mastných kyselin v mléce)

Tab. Složení krmných dávek (% DM) (KUDRNA a MAROUNEK, 2006)

KRMIVO	SKUPINA		
	KM (Megalac)	RV (řepkové výlisky)	ESB (sój. extrud. boby)
LKS	19,28	19,10	19,21
Vojtěšková siláž	29,20	29,00	29,03
Vojtěškové seno	3,81	3,80	3,80
Mláto pivovarské	3,34	3,32	3,33
Cukrovarské řízky- siláž	4,54	4,46	4,46
Pšeničný šrot	8,90	4,09	16,07
Kukuřice zrno	13,95	12,62	8,60
Sójový extrah. šrot	13,49	3,9	3,58
Exstrud. sójové boby	--	--	10,79
Řepkové výlisky	--	19,15	--
Megalac	2,48	--	--
Vitamix S2	0,78	0,33	0,67
Soda	0,23	0,23	0,23
Vápenec	--	--	0,23

Tab. Průměrné ukazatele denní mléčné užitkovosti (KUDRNA a MAROUNEK, 2006)

UKAZATEL	SKUPINA			SEM
	KM	RV	ESB	
Průměrný denní nádoj (kg)	37,43 ^{ab}	36,26 ^b	36,30 ^a	2,24
FCM (kg)	32,94 ^{ab}	31,41 ^{ac}	30,69 ^{bc}	1,94
Tučnost (%)	3,19 ^a	3,11 ^b	2,97 ^{ab}	0,60
Produkce tuku (kg)	1,19	1,13	1,08	
Bílkoviny (%)	3,01 ^a	3,10 ^{ab}	3,04 ^b	0,25
Produkce bílkovin (kg)	1,13	1,12	1,10	
Laktóza (%)	4,95	4,94 ^a	4,98 ^a	0,22
Močovina (mg/100ml)	480 ^a	490 ^b	430 ^{ab}	77,10

Nejvyšší průměrný denní nádoj (37,43 kg) měly dojnice skupiny KM. Jejich průměrná denní užitkovost byla o 1,13 kg vyšší, než nádoj skupiny dojnic ESB a o 1,17 kg vyšší, než denní užitkovost skupiny RV. Rozdíl v nádoji mezi pokusnými skupinami (RV, ESB) statisticky průkazný nebyl ($P > 0,05$), zatímco rozdíly mezi ESB vs. KM a RV vs. KM průkazné byly ($P < 0,05$). Rovněž průměrná tučnost mléka (3,19 %) a absolutní produkce tuku byla nejvyšší při zkrmování chráněného tuku. Tučnost 3,11 % byla u skupiny krav s řepkovými výlisky a nejnižší průměrnou koncentrací tuku (2,97 %) měly dojnice s extrudovanými boby. V procentické tučnosti mléka byly průkazné rozdíly ($P < 0,05$) mezi skupinami ESB vs. RV a ESB vs. KM.

V profilu MK v krmné dávce byl rozdíl u kyseliny palmitové, která měla vzhledem k tomu, že v případě tukového doplňku šlo o vápenatou sůl kyseliny palmitové, nejvyšší podíl právě v krmné dávce s tímto doplňkem. Krmná dávka s řepkovými výlisky měla nejvíce kyseliny olejové, dále eikosenové a pochopitelně erukové. TMR skupiny ESB měla nejvyšší podíl kyseliny linolové. Podíly UFA byly u všech diet téměř dvojnásobné ve srovnání se zastoupením SFA.

Tab. Profil mastných kyselin v mléčném tuku (% z celkového množství MK) (KUDRNA a MAROUNEK, 2006)

MASTNÁ KYSELINA	OZNAČENÍ	Skupina			SEM
		KM	RV	ESB	
Kapronová	C _{6:0}	1,36	1,41	1,44	0,24
Kaprilová	C _{8:0}	0,90	0,96	0,90	0,17
Kaprinová	C _{10:0}	2,06 ^a	2,46 ^{ab}	2,09 ^b	0,51
Laurová	C _{12:0}	2,79 ^a	3,05 ^{ab}	2,76 ^b	0,57
Myristová	C _{14:0}	10,18 ^a	11,13 ^{ab}	10,44 ^b	1,17
Myristolejová	C _{14:1}	1,08	1,04	1,13	0,50
Palmitová	C _{16:0}	32,78 ^{ab}	26,98 ^{ac}	28,82 ^{bc}	2,69
Palmitolejová	C _{16:1} ω7	1,57 ^{ab}	1,24 ^a	1,31 ^b	0,46
Stearová	C _{18:0}	9,98 ^{ab}	12,69 ^{ac}	11,2 ^{bc}	2,30
Elaidová	C _{18:1} ω9 t	0,84 ^a	0,97 ^a	0,91	0,24
Vakcenová	C _{18:1} ω11 t	0,44 ^{ab}	0,53 ^a	0,54 ^b	0,07
Olejová	C _{18:1} ω9	25,54	26,59 ^a	25,30 ^a	2,72
Linolová	C _{18:2} ω6	3,52 ^{ab}	3,16 ^{ac}	5,01 ^{bc}	0,58
α-linolenová	C _{18:3} ω3	0,45 ^{ab}	0,52 ^{ac}	0,69 ^{bc}	0,08
Konjug. linolová	C _{18:2} ω3	0,68 ^{ab}	0,87 ^a	1,01 ^b	0,28
EPA	C _{20:5} ω3	0,04 ^{ab}	0,05 ^a	0,04 ^b	0,01
DHA	C _{22:6} ω3	0,01	0,01	0,01	0,00

Koncentrace C_{14:0} v mléčném tuku byla nejvyšší při zkrmování řepkových výlisků, přičemž rozdíly vůči zbývajícím dvěma skupinám byly statisticky průkazné (P < 0,01). Nejvyšší podíl kyseliny palmitové (C_{16:0}) měla skupina KM, následovala skupina ESB a nejnižší podíl byl zjištěn u RV. Mezi průměry všech tří souborů byl statisticky významný rozdíl (P < 0,01). Podobně významné rozdíly byly u kyseliny stearové (C_{18:0}) s tím, že nejvyšší podíl v mléčném tuku měla skupina RV, následovaly jí dojnice ESB a nejnižší podíl byl u zvířat KM. Celkově byl vyšší podíl nasycených mastných kyselin (SFA) u skupiny KM, následovala skupina s řepkovými výlisky a nejnižší podíl SFA měly dojnice, v jejichž dietě byly extrudované sójové boby. Kyselina linolová (C_{18:2} ω-6, LA), nejvýznamnější z PUFA a

vyskytující se ve větších množstvích v rostlinných olejích, byla výrazně více zastoupena v mléčném tuku dojnic ESB. Mezi průměrným podílem u tohoto souboru a dvou dalších byl statisticky vysoce průkazný rozdíl ($P < 0,01$), podobně jako mezi průměry souborů KM a RV, i když v jejich případě byl zjištěný rozdíl podstatně menší. Statisticky vysoce průkazné rozdíly ($P < 0,01$) byly zjištěny jak mezi dojnicemi skupin KM a ESB, tak i mezi KM a RV. U podílů kyseliny α -LNA byl mezi všemi třemi průměry souborů statisticky vysoce průkazný rozdíl ($P < 0,01$), přičemž nejvyšší obsah byl v tuku skupiny ESB, následovaly RV a nejmenší podíl měl mléčný tuk skupiny dojnic KM. Pokud jde o kyselinu arachidonovou ($C_{20:4} \omega-6$), bylo její zastoupení u všech skupin velmi nízké. Nejvyšší podíl byl v mléčném tuku dojnic ESB, následovala skupina RV a nejméně měla zvířata skupiny KM, přičemž mezi průměry souborů ESB vs. RV a ESB vs. KM byl statisticky průkazný rozdíl ($P < 0,01$). Zkrmování extrudovaných sójových bobů znamenalo nejvyšší podíl kyseliny linolelaidové ($C_{18:2} \omega-6$) a klupanodonové ($C_{22:5} \omega-3$). Pokud jde o $C_{18:2} \omega-6$, byly mezi všemi třemi soubory statisticky průkazné rozdíly (ESB : RV $P < 0,05$; ESB : KM a RV : KM $P < 0,01$). U kyseliny $C_{22:5} \omega-3$ byly statisticky významné rozdíly ($P < 0,01$) mezi průměry souborů RV vs. KM a ESB vs. KM. Nejnižší podíl $\omega-3$ MK měl mléčný tuk kontrolní skupiny, kde byl současně i nejširší poměr $\omega-6/\omega-3$. Nejvyšší podíl $\omega-3$ MK měl mléčný tuk, produkovaný při zkrmování extrudovaných bobů, ale vzhledem k nejvyššímu podílu $\omega-6$ mastných kyselin byl tento poměr širší, než u diety s řepkovými výlisky.

Dieta skupiny ESB znamenala rovněž zvýšení obsahu PUFA, zatímco řepkové výlisky se v tomto směru neprojeví. Suma podílů izomérů CLA byla výrazně nejvyšší při zkrmování extrudovaných sójových bobů, následovala skupina s řepkovými výlisky a statisticky průkazně nejnižší byly jejich podíly u skupiny KM. Při zkrmování extrudovaných sójových bobů byl v mléčném tuku zjištěn nejvyšší podíl kyseliny α -linolenové, arachidonové, linolelaidové a klupanodonové. Krmná dávka s řepkovými výlisky měla nejvyšší podíly SFA (kaprinové, laurové, myristové, stearové a arachové) a monoenoové kyseliny olejové. Celkově měla nejvyšší podíl UFA v mléčném tuku dieta s extrudovanými sójovými boby, dále následovala dieta s řepkovými výlisky a nejnižší úroveň UFA byla u dojnic s tukovým doplňkem. Nejvyšší podíl $\omega-3$ mastných kyselin byl zjištěn při zkrmování extrudovaných sójových bobů.

V pokuse s 33 dojnicemi holštýnského a českého strakatého plemene, v průměru 112 dnů po otelení, rozdělenými do třech skupin, hodnotili KUDRNA a MAROUNEK (2006) vliv přídatku celého slunečnicového semene (S), extrudovaného lněného semene (EL) a tukového doplňku *Megalac*TM (M). Hrubý tuk představoval u „M“ skupiny 5,28 %, u „S“ 5,11 % a u

„EF“ 5,12 % sušiny. Nejvyšší průměrný denní příjem sušiny byl zaznamenán u skupiny s extrudovaným lněným semenem, následovala skupina se slunečnicovým semenem a nejnižší příjem měly krávy s přídavkem Megalacu. Průměrná denní produkce mléka nebyla zařazením experimentálních krmiv ovlivněna. Obsah mléčného tuku byl statisticky průkazně ($P < 0,05$) nejnižší u skupiny „M“, což statisticky průkazně ($P < 0,05$) ovlivnilo průměrnou denní produkci FCM opět v neprospěch skupiny „M“. V mléčném tuku byl zjištěn statisticky průkazně ($P < 0,05$) nejvyšší obsah kyseliny α - linolenové při zkrmování extrudovaného lnu (EL), přičemž její nejnižší podíl byl v mléčném tuku při zkrmování slunečnicového semene. Podíl obou izomerů CLA byl statisticky průkazně ($P < 0,01$) nejvyšší u obou skupin s olejninami, nejvyšší u extrudovaného lněného semene. Skupina se slunečnicí měla statisticky průkazně ($P < 0,05$) nejnižší podíl izomeru *trans*-10, *cis*-12 CLA. V zastoupení kyseliny vakcenové nebyly shledány statisticky průkazné rozdíly i když v případě zkrmování semen obou olejnin byly zjištěny vyšší hodnoty. Zařazením extrudovaného lněného semene se ve srovnání se skupinami „S“ a „M“ statisticky průkazně ($P < 0,01$) zvýšil podíl PUFA a PUFA ω -3 kyselin, přičemž podíl SFA byl nejnižší. Poměr PUFA ω -6/PUFA ω -3 byl nejnižší při zkrmování extrudovaného lněného semene a nejvyšší při použití slunečnicového semene.

Tabulka: Složení a obsah živin v krmných dávkách se slunečnicovým semenem (S), extrudovaným lněným semenem (EL) a Megalacem (M) (KUDRNA a MAROUNEK, 2006)

Krmivo	DIETA		
	S	EL	M
Složení (% sušiny)			
Vojtěšková siláž	24,59	24,47	25,41
Kukuřičná siláž	5,11	5,08	5,28
LKS	19,88	19,79	20,55
Mláto	3,46	3,45	3,58
Vojtěškové seno	3,59	3,57	3,71
Sójový extrudovaný šrot	8,48	7,29	9,96
Pšenice zrno	8,08	9,20	8,36
Pšeničné otruby	3,10	---	3,21
Kukuřice zrno	11,57	11,51	11,96
Extrudované lněné semeno + otruby (0,8 kg)	---	11,41	---
Megalac	---	---	3,45
Slunečnicové semeno	7,87	---	---
Ifravit 70	0,88	1,09	---
Ifravit 100			1,14
Soda	0,35	0,35	0,36
Živiny (% sušiny)			
Hrubý protein	16,59	16,38	16,38
PDIE	9,58	13,93	9,93

Hrubý tuk	5,11	5,12	5,28
NDF	25,18	25,19	26,21
ADF	17,61	17,48	18,29
Ca	0,74	0,74	0,80
P	0,375	0,373	0,395
NEL (MJ/kg)	163,1	163,3	163,7

Působení obilnin na složení mléčného tuku

Rovněž některé obilniny mají v důsledku vyššího obsahu tuku schopnost ovlivňovat profil MK v mléce a současně ovlivňují poměr bachorového acetátu a propionátu čímž snižují obsah mléčného tuku. Z nutričního i dietetického hlediska je významnou plodinou nahý oves (*Avena nuda* L.). Obsah lipidů v jeho zrnu je 6 – 10 % přičemž má vysoký podíl esenciálních MK, zejména kyseliny linolové (31 – 46%). FEARON *et al.* (1996) zjistili, že nahrazení ječmene ovsem nahým vedlo k významnému snížení obsahu mléčného tuku, který obsahoval významně vyšší podíl MK s dlouhým řetězcem, hlavně C18 : 2.

EKERN *et al.* (2003) zkoumali vliv jadrných doplňků na základě ovsa, resp. ječmene na mléčnou užitkovost a složení mléka dojníc. Krmení jadrného krmiva na bázi ovsa mělo za následek statisticky průkazně ($P < 0,05$) vyšší mléčnou užitkovost a denní produkci mléčné bílkoviny s nižší ($P < 0,05$) koncentrací mléčného tuku a bílkovin. Současně byl zjištěn vyšší obsah MK C18 : 0, C18 : 1 a CLA a nižší obsah C12 : 0, C14 : 0 a C16 : 0 v mléčném tuku.

KUDRNA A MAROUNEK (2007) ověřovali v pokusu na dojnicích vliv zařazení nahého ovsa do krmné dávky dojníc na mléčnou užitkovost vč. profilu MK. Pokus na 33 dojnicích byl proveden jako 3 x 3 latinský čtverec, přičemž byly porovnávány diety s pšenicí (5,-0 kg), pšenicí (4,0 kg) a lněným semenem (1,3 kg) a nahým ovsem (6,2 kg/ks/den).

Ve skupině dojníc s dietou s nahým ovsem došlo ke snížení průměrného denního nádoje a horší parametry byly zjištěny i v koncentraci mléčného tuku a bílkoviny. Při zkrmování nahého ovsa bylo nejnižší zastoupení SFA a to zejména kyselin myristové, kaprilové a laurové. Zastoupení PUFA bylo nejvyšší při zkrmování lněného semene, ale hned těsně za ním následovala dieta s nahým ovsem. Dieta s ovsem nahým měla nejvyšší zastoupení pokud šlo o TVA a součet izomerů CLA. Nejvyšší podíl u ní připadal i na C20 : 5 n - 3 EPA a vzhledem k největšímu zastoupení PUFA n- 3 měla dieta s ovsem nahým i nejnižší poměr n- 6/n- 3. Náhrada ovsa s normálním obsahem tuku za oves s obsahem tuku

vyšším zvýšila ($P < 0,05$) mléčnou užitkovost, ECM, bílkoviny a laktózu s vyšším ($P < 0,05$) podílem MK C18 : 0, C18 : 1 a C18 : 2 c9 t11 (CLA) a snížila ($P < 0,05$) podíl C12 : 0, C14 : 0 a C16 : 0.

Vliv pastvy a zelené píce na obsah zdraví prospěšných MK

LOCK a GARNSWORTHY (2003) sledovali změny ve složení mastných kyselin v kravském mléce v průběhu celého roku. Zaměřili se zejména na *cis-9*, *trans-11* konjugovanou linolovou kyselinu – prověřený antikarcinogen, který se nachází převážně v mléce a mase přežvýkavců. V průběhu zimních měsíců byla zkrmována směsná krmná dávka skládající se z travní a kukuřičné siláže, pivovarského mláta, obilí, sóji, a koncentrátů. V letních měsících krmná dávka sestávala z čerstvé trávy a vzrůstajícího množstvím travní a kukuřičné siláže s postupem léta. Obsah CLA v mléce byl v květnu, červnu a červenci podstatně vyšší ($P < 0,05$), než v ostatních měsících - průměrně 1,5 g CLA/ 100 g v porovnání s 0,77 g u ostatních měsíců. $\Delta 9$ - Desaturázová aktivita byla v létě také vyšší. Mléčný tuk vytvořený během léta obsahoval mnohem větší množství mastných kyselin s krátkým řetězcem na úkor středně dlouhých, což značí, že čerstvá tráva dokáže změnit profil mastných kyselin, které se tvoří *de novo* v mléčné žláze. Výsledky naznačují, že čerstvá tráva podporuje syntézu CLA u dojnic prostřednictvím vzrůstu aktivity $\Delta 9$ - desaturázy v mléčné žláze a možná dalších neznámých faktorů.

Vyšší obsahy CLA mléka při pastevním krmení potvrdili také CHOUINARD *et al.* (1998), KELLY *et al.* (1998) a STANTON *et al.* (1997).

U krav krmných KD s vysokým obsahem zrnin byla zjištěna KALSCHEUREM *et al.*, (1997) deprese obsahu mléčného tuku a zvýšení *trans*-C18:1 mastných kyselin mléka. *Trans*-C18:1 mastné kyseliny jsou produkovány jako výsledek nekompletní biohydrogenace PUFA v bachoru. Cílem této studie bylo stanovit vliv klesajícího množství koncentráta, obsahu píce 25 % a 60 % a přídatku pufru na duodenální výtok, vstřebávání a začlenění *trans* - C18:1 mastných kyselin do mléčného tuku. Čtyři holštýnské krávy opatřené bachorovou a duodenální kanylou byly v polovině laktačního období krmeny krmnou dávkou sestávající z 60 % a 25 % píce a nebo bez přídatku pufru (1,5 % NaHCO_3 a 0,5 % MgO). Pokus byl uspořádán v designu 4 x 4 latinského čtverce. U krmné dávky s 25 % píce a bez pufru se

zvýšil přítok *trans*-C18:1 MK ve srovnání s ostatními krmnými dávkami (120 versus 57 až 66 g/d). Hodnota pH bacheru byla nižší u krav krmených nižším množstvím píce v krmné dávce, tj. 25 % píce v krmné dávce. Přídavek pufru zvyšoval pH v bacheru o 0,19 a 0,02 jednotky u krav krmených 25 % v krmné dávce a 60 % píce v krmné dávce. Krávy krmené dietou obsahující málo (25 %) píce a bez přídavku pufru produkovaly mléko s nízkým obsahem tuku. Přídavek pufru k dietě s malým množstvím píce částečně vyrovnával pokles mléčného tuku. Mléčné *trans*-C18:1 mastné kyseliny narůstají u krav krmených dietou o nízkém obsahu píce bez pufru než u krav krmených ostatními dietami (5,8 % vs. 3,0 %). Změny funkce bacheru vyplývající z nízkého pH při krmení KD s nízkým obsahem píce (25 %) a bez přídavku pufru může hrát roli v nárůstu produkce *trans*-C18:1 mastných kyselin v bacheru.

Koncentrace *cis*-9, *trans*-11 CLA jsou vyšší v mléčném tuku krav krmených čerstvou píci ve srovnání s dávkou na bázi konzervované píce (KELLY *et al.*, 1998, DHIMAN *et al.*, 1999). V pokusu SHINGFIELDA *et al.* (2006) byl zjištěn při krmení kukuřičné siláže, ve srovnání s travní siláží, v mléčném tuku vyšší podíl C12 : 0 a *trans* C14 : 0, *trans* C18 : 1, PUFA n -3 s dlouhým řetězcem (\geq C 20) a méně C18 : 0 a *trans* C18 : 2. Zvýšený podíl jaderných krmiv v krmné dávce zvýšil obsah C18 : 2 (n- 6) a s dlouhým řetězcem PUFA n- 3 (\geq C 20), ale snížil množství C 18 : 3 (n- 3). Typ píce neměl vliv na celkový obsah CLA v mléce (2,2 a 2,4g/100g MK). Krmení diet s vysokým obsahem koncentrátů mělo tendenci k poklesu koncentrace celkové CLA a *cis*-9, *trans*-11 CLA a zvýšení obsahu *trans*-10, *cis*-12 CLA.

Současné studie ukazují, že množství CLA a *trans*-C18:1 mastných kyselin v mléce se výrazně liší v průběhu sezóny. V obou případech jsou koncentrace nejvyšší v létě. Variace v ostatních hlavních mastných mléčných kyselinách nejsou tak velké. Zjištění, že zkrmování čerstvé trávy pozměňuje vzorec (profil) *de novo* mastných kyselin produkovaných mléčnou žlázou ve prospěch krátkých mastných kyselin na úkor C12:0, C14:0, C16:0 se ukazuje významné ve snaze zlepšovat nutriční kvalitu mléka pro lidské zdraví. Důvody pro tento nárůst při krmení čerstvé trávy nejsou zcela známé a jsou předmětem dalšího výzkumu. Za část zvýšení by mohlo být odpovědné zvýšení aktivity $\Delta 9$ – desaturázy v mléčné žláze krav přijímajících čerstvou trávu. Samotné množství LA a LN dodávané do bacheru nemůže vysvětlit signifikantní nárůsty koncentrace CLA a *trans*-C18:1 mastných kyselin při krmení zelenou trávou. Spíše se zdá, že čerstvá tráva ovlivňuje cestu biohydrogenace. Obě CLA a *trans*-C18:1 mastné kyseliny jsou intermediáty biohydrogenace, které se mohou tvořit díky změnám v mikroflóře bacheru, pH nebo neidentifikovanými faktory v trávě, které inhibují

(potlačují) biohydrogenaci. Znalosti sezónních změn v mléčných mastných kyselinách a mechanismy ovlivňující takové změny budou cenné pro další výzkum LOCK a GARNSWORTHY (2003).

Zvýšení obsahu CLA mléka

Konjugovaná kyselina linoleová je obecný termín používaný pro více izomerů kyseliny linoleové s konjugovanými dvojnými vazbami. Konjugovaná linolová kyselina je známá pro řadu příznivých účinků včetně antikarcinogenního, antiaterogenního, antidiabetického efektu a jako stimulant imunity LOCK a GARNSWORTHY (2003). Rovněž se ukázalo, že ovlivňuje rozklad živin, metabolismus tuků a redukuje tělesný tuk u řady rozličných živočišných druhů (MCGUIRE a MCGUIRE, 2000). Studie zjistily antikarcinogenní (IP *et al.*, 1999) aktivitu *cis-9, trans-11* izomeru CLA, což je zvláště významné pro mléčný průmysl, jelikož představuje více než 90% izomerů CLA přítomných v mléčném tuku a přes 75% v hovězím tuku (CHIN *et al.*, 1992).

CLA vytváří jednak anaerobní bakterie jako intermediát v biohydrogenaci kyseliny linolové (LA), dále vznikají desaturací *trans-11* C18:1 (kyselina vakcenová) v mléčné žláze přes Δ^9 -desaturázu (BAUMAN *et al.*, 2001). Koncentrace CLA v mléce a mléčných produktech se významně liší sezóně (BANNI *et al.*, 1996).

Mléko a mléčné výrobky od přežvýkavců jsou v lidské výživě dominantními zdroji *cis-9, trans-11* CLA. (LAWSON *et al.*, 2001). Současné studie poukazují na biologické vlivy *cis-9, trans-11* CLA u lidí, které mohou být významné pro lidské zdraví (KHOSLA a FUNGWE, 2001; TERPSTRA, 2004). CLA je směs *cis*- a *trans* izomerů kyseliny linolové. Tvoří se při biohydrogenaci UFA mikroorganizmy v bachoru (KEPLER a TOVE, 1967). Nedávné studie však ukázaly, že přibližně 80% CLA může být syntetizováno v mléčné žláze enzymem Δ^9 -desaturázou (GRINARI *et al.* 2002; LOCK a GARNSWORTHY, 2002, 2003). Z hlediska lidského zdraví je významnou záležitostí i obsah n-3 mastných kyselin a poměr n-6 : n-3.

Linolová a linolenová kyselina, které jsou hlavními polynasyčenými MK v krmných dávkách, jsou prekurzory syntéz *cis-9, trans-11* CLA během biohydrogenačního bachorového procesu (HARFOOT a HAZLEWOOD, 1988). Ačkoli některé *cis-9, trans-11* CLA mohou unikat z bachoru do střev většina je dále biohydrogenizována a převedena na *trans-11* C18 : 1 (*trans*vakcenovou kyselinu, TVA). *Trans*vakcenová kyselina může přecházet z bachoru do

střev nebo může být dále biohydrogenizována v bachoru na kyselinu stearovou (C18 : 0) (CHILLIARD *et al.*, 2000). Enzym Δ^9 – *desaturáza*, kterou disponují kromě tkání přežvýkavců i lidské tkáně je schopna syntézy *cis*-9, *trans*-11 CLA z TVA (SALMINEN *et al.*, 1998). Dlouho se věřilo, že pouze kyseliny linolová a linolenová jsou prekurzory CLA. Poslední studie MOSLEY *et al.* (2002) ukázala, že kyselina olejová (C18 : 1 *cis*- 9), o které se dříve uvažovalo, že je pouze biohydrogenizována na kyselinu stearovou, také může být prekurzorem některých *trans* izomerů MK zahrnujících TVA.

Na rozdíl od většiny antioxidantů jež jsou součástí rostlinných produktů, je CLA specifická tím, že je přítomna v potravinách živočišného původu, tj. v mléčných produktech a mase. Koncentrace CLA v mléčných produktech se běžně pohybuje od 2,9 do 8,92 mg/g tuku, ve kterém 9-*cis*, 11-*trans* isomer tvoří 73 – 93 % celkových CLA. Malá koncentrace CLA byla nalezena v lidské krvi a tkáních. *In vitro* výsledky naznačují, že CLA je cytotoxická k MCF-7 buňkám a potlačuje bujení zhoubných melanomů a rakovinných buněk konečníku. Při studiích zvířat, CLA zabránila vývoji epidermálních a žaludečních tumorů u myši a rakovinu prsní žlázy u krys. V porovnání s kontrolní skupinou bylo u křečků krmných CLA zjištěna prokazatelně nižší hladina celkového cholesterolu v plasmě a nízká hodnota cholesterolu lipoproteidu, (kombinace velmi nízké a nízké hustoty lipoproteinu), ve srovnání s kontrolní skupinou. Dietární CLA regulovala určitá hlediska imunitního systému, ale neměla zřetelný vliv na růst již vytvořeného, agresivního tumoru prsní žlázy u myši (MACDONALD 2000).

Současný názor je, že CLA samo o sobě nemůže mít antioxidační schopnosti, ale může vytvářet látky, které ochrání buňky před zhoubným vlivem peroxidů. Zde je bohužel nedostatek epidemiologických údajů pacientů a velmi málo studií živočichů prokazujících citlivost na dávku ve vztahu k příjmu potravy CLA a stupni nádorového růstu.

CLA se nacházejí především v mléčných produktech v klasickém zastoupení 4-6 mg CLA/g tuku. KELLY *et al.* (2003) zkoumal vliv zdroje dietárních mastných kyselin na koncentraci CLA v mléce. Náhodně vybraných 6 krav (holštýnského plemene) bylo v polovině laktace zařazeno do 3 × 3 latinského čtverce. Sledovanými krmnými doplňky byl arašídový olej (vysoký obsah olejové kyseliny), slunečnicový olej (vysoký obsah linolové kyseliny) a lněný olej (vysoký obsah linolenové kyseliny). Oleje byly přidávány na úroveň 5,3 % sušiny krmiva celkově obsahujícího 8 % tuku. Krmné dávky byly sestavovány podle Cornellského modelu se zřetelem na zásobu metabolizovatelného proteinu. Na základě této metody byl formulován a následně zahrnut základní doplněk proteinu do krmné dávky. Nebyl prokázán nepříznivý vliv diety s vysokým obsahem tuku na mléčnou užitkovost a na obsah

mléčné bílkoviny. První pokusy byly zahájeny po 14-ti denní adaptaci na krmnou dávku s vysokým obsahem oleje. Délka každého pokusného období byla 14 dní. Vzorky mléka byly odebrány poslední 4 dny období a byly analyzovány na obsah tuku, bílkovin, CLA a zastoupení mastných kyselin. Hodnoty CLA (mg/g tuku) byly 9,9 (arašídový olej), 18,1 (slunečnicový olej) a 11,4 (lněný olej). CLA slunečnicového oleje byla na rozdíl od ostatních olejů prokazatelně odlišná ($P < 0,05$). V mléčné užitkovosti (průměr = 32,3 kg/den) a obsahu mléčné bílkoviny (průměr = 3,3 %) nebyly mezi těmito pokusy rozdíly. Obsah mléčného tuku ve vztahu k předběžné úpravě byl relativně malý, ale mezi jednotlivými ošetřeními oleji neexistoval rozdíl (průměr = 2,2 % tuku). Výsledky ukázaly, že koncentrace CLA v mléčném tuku může být zvýšena přidáním PUFA do krmné dávky, především přidáním olejů s vysokým obsahem kyseliny linolové.

Přídavek komerčně vyráběné CLA ve formě vápenaté soli

PARODI (1997) shrnul potenciální zdravotní prospěch konzumace mléka a mléčných produktů lidmi. *Cis-9*, *trans-11* izomer CLA je jednou ze složek mléčného tuku, který je prospěšný pro lidské zdraví vzhledem k antikarcinogenním vlastnostem. Výzkum se proto zaměřil na metody pozměnění obsahu CLA v mléčném tuku. Zařazení komerčních zdrojů CLA do krmných dávek krav je možný prostředek ke zvýšení CLA v mléce (HANSON *et al.*, 1998). Protože mikrobiální populace bacheru může biohydrogenovat nenasycené mastné kyseliny, dietní zdroj CLA musí být ochráněn před biohydrogenací. Ochrana dlouhých řetězců mastných kyselin ve formě vápenatých solí redukuje interakce tuku s mikrobiálními populacemi *in vitro* i v bacheru (CHALUPA *et al.*, 1984; CHALUPA *et al.* 1986). Zkrmování vápenatých solí CLA je užitečným prostředkem k dopravení CLA do postruminálního traktu a tím snížení rozsahu biohydrogenace.

GIESY *et al.* (2002) zkoumali účinky krmných doplňků o pěti různých hladinách CLA ve formě vápenatých solí na obsah mléčného tuku a jeho složení. Procento mléčného tuku kolísalo v závislosti na dávce. Zvýšené dávkování způsobilo snížení produkce mléčného tuku. Podávání CLA-60 jako kalciové soli snížilo *de novo* syntézu C 8:0, C10:0, C12:0. Naproti tomu obsah *cis-9*, *trans-11* a *trans-10*, *cis-12* CLA v mléčném tuku vzrostl. Krmné doplňky s vápenatými solemi snížily výnosy ostatních mastných kyselin, včetně těch s dlouhým řetězcem. Vápenaté soli CLA nám poskytují příležitost regulovat syntézu mléčného tuku pouze minoritními krmnými doplňky.

Závěr

Tuková složka mléka je relativně snadno ovlivnitelná výživou dojnic. Profil MK mléka lze mj. ovlivňovat složením diety a to i přes výrazný vliv biohydrogenačních pochodů v předžaludcích. Na profil MK působí řada obvyklých či méně obvyklých krmiv.

Jedním ze způsobů jak významně zvýšit obsah PUFA v mléčném tuku je použití olejů nebo chráněných či nechráněných semen olejnin. Krmivem, které významně ovlivňuje profil mléčného tuku je lněné semeno obsahující vysokou hladinu kyseliny linolenové (až 55 % z MK), zdroje ω -3 kyseliny. Při jeho zkrmování dojnícím dochází ke zdatelnému snížení SFA a navýšení PUFA v mléce. Pokud se zkrmuje lněné semeno technologicky upravené, nesnižuje se většinou mléčná užitkovost a koncentrace mléčné bílkoviny, což je časté při použití celého lněného semene. Mléko od krav krměných lněným semenem je náchylné k oxidaci.

Rovněž při zkrmování slunečnicového semene byl zjištěn nárůst CLA a kyseliny vakcenové, který se stupňoval s jeho navýšením v krmné dávce. Slunečnicové semeno mělo v porovnání se lněným semenem výrazně širší poměr ω -6/ ω -3 v mléce.

Podobný, i když méně významný efekt než lněné semeno mají sójové boby. Z hlediska navýšení profilu PUFA a CLA se jako nejméně účinné projevíly extrudované sójové boby.

Mléčný tuk získaný při zkrmování produktů z řepky mívá rovněž vyšší podíl kyseliny vakcenové a též cis-9, trans-11 CLA. Lisování řepky zvyšuje rychlost biohydrogenace PUFA. Řepkové semeno je z hlediska nárůstu UFA z námi uváděných olejnin nejméně účinné. Olejnatá semena zvyšují podíly UFA v mléčném tuku téměř dvojnásobně.

Pozitivně, z hlediska profilu MK v mléčném tuku, se projevuje nahý oves. Pozitivní efekt při syntéze CLA u dojnic, pravděpodobně hlavně prostřednictvím vzrůstu aktivity delta-9 desaturázy v mléčné žláze, má čerstvá píče. V souvislosti s tím se ukazuje jako nezanedbatelný i vliv sezóny, neboť na začátku letního období je v mléce množství CLA vyšší.

S rychlým nárůstem cis-9, trans-11 CLA (5. den) je spojeno zkrmování rybího tuku. Jednalo se však o přechodné nárůsty, které postupně klesaly.

Koncentrace CLA v mléčném tuku může být rovněž zvýšená přidáním PUFA do diety, hlavně přidáním olejů kyseliny linolenové.

Seznam literatury

ABUGHAZELEH, A.A., SHINGOETHE, D.J. HIPPEN, A.R., WHITLOCK, L.A. (2002a): Feeding fish meal and extruded soybeans enhances the conjugated linoleic acid (CLA) content of milk. *J.Dairy Sci.* 85: 624 – 631

ABUGHAZELEH, A.A., SHINGOETHE, D.J. HIPPEN, A.R., KALSHEUR, K.F. WHITLOCK. L.A. (2002b): Fatty acid profiles of milk and rumen digesta from cows fed fish oil, extruded soybeans or their blend. *J. Dairy Sci.* 85: 2266 – 2276

ABUGHAZALEH, A.A., SCHINGOETHE, D.J., HIPPEN, A.R., KALSCHUR, K.F. (2004): Conjugated linoleic acid increases in milk when cows fed fish meal and extruded soybeans for an extended period of time. *J. Dairy Sci.* 87: 1758 - 1766

BANKS, W., CLAPPERTON, J.L., KELLY, M.E., WILSON, A.G., CRAWFORD, R.J.M. (1980): The yield, fatty acid composition and physical properties of milk fat obtained by feeding soya oil to dairy cows. *J. Sci. Food Agric.* 31: 368 – 374

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

BANNI, S., CARTA, G., CONTINI, M.S., ANGIONY, E., DEIANA, M., DESSI, M.A., MELIS, M.P., CORONGIU, F.P. (1996): Characterization of conjugated diene fatty acids in milk, dairy products and lamb tissues. *Nutr. Biochem.* 7: 150 – 155

BAUMAN, D.E., BAUMGARD, L.H., CORL, B.A., GRINARI, J.M. (2001): Conjugated linoleic acid (CLA) and the dairy cow. In: Garnsworthy, P. C., Wiseman, J. (Eds.), *Recent Advances in Animal Nutrition*. Nottingham University Press, Nottingham, pp. 221 – 250

BEAULIEU, A.D., PALMQUIST, D.L. (1995): Differential effect of high fat diets on fatty acid composition in milk of Jersey and Holstein cows. *J. Dairy Sci.* 78: 1336 - 1344

BOCKISCH, M. (1998): Fats and oils handbook. AOCS Press, Champaign, 29 – 65

BRZÓSKA, F., SALA, K. (2001): The effect of fatty acid calcium salt and daily rations on milk yield and composition, lipid metabolism and cholesterol level in cows milk. J. Anim. Feed Sci. 10: 399 - 412

CLAPPERTON, J.L., KELLY, M.E., BANKS, J.M., ROOK, J.A.F. (1980): The production of milk rich in protein and low in fat, the having a high polysaturated fatty acid content. J. of the Science of Food and Agriculture, 31: 1295 - 1302

DHIMAN, T.R. ANAND, G.R., SATTER, L.D., PARIZA, M.W. (1999): Conjugated linoleic acid content of milk from cows fed different diets. J Dairy Sci. 82: 2146 – 1256

DHIMAN, T.R., SHITTER, L.D., PARIZA, M.W., GALLI, M.P., ALBRIGHT, K., TOLOSA, M.X. (2000): Conjugated linoleic acid (CLA) content of milk from cows offered diets rich in linoleic and linolenic acid. J.Dairy Sci. 83: 1016 - 1027

EKERN, A., HAVREVOOLL, Ø., HAUG, A., BERG, J., LINDSTAD, P., SKEIE, S. (2003): Oat and barley based concentrate supplements for dairy cows. Acta Agric. Scand., Sect. A., Animal Sci., 53: 65 - 73

ENGALBER, F., EYNARD, P., NICOT, M.C., TROEGELLER-MEYNADIR, A, BAYOURTHE, C., MONCOULON, R. (2003): *In vitro* versus *in situ* ruminal biohydrogenation of unsaturated fatty acids from a raw or extruded mixture of ground vanilla seed/canola meal. J.Dairy Sci., 86: 351 – 359

FEARON, A.M., MAYNE, C.S., MARSDEN, S. (1996): The effect of inclusion naked oats in the concentrate offered to dairy cows on milk production, milk fat composition and properties. J.Sci. Feed and Agriculture:72: 273 – 282

FRYDRYCH, Z. (2002): Význam chráněných tuků ve výživě vysokoužitkových dojnic. Krmivářství 3: 32 – 34

GARNSWORTHY, P.C., WISEMAN, J. (2002): Fats in dairy cow diets. In: Recent development in ruminant nutrition 4. Nottingham University Press, p. 399 – 416

GIESY, J.G., MCGUIRE, M.A., SHAFII, B., HANSON, T.W. (2002): Effect of dose of calcium salts of conjugated linoleic acid (CLA) on percentage and fatty acid content of milk fat in midlactation holstein cows. *J. Dairy Sci.* 85: 2023 – 2029

GONTHIER, C., MUSTAFA, A.F., OUELLET, D.R., CHOUINARD, P.Y., BERHIAUME, R., PETIT, H.V. (2005): Feeding mieronized and extruded flaxseed to dairy cows: Effects on blood parameters and milk fatty acid composition. *J. Dairy Sci.* 88: 748 - 756

GRIINARI, J.M., CORL, B.A., LACY, S.H., CHOUINARD, P.Y., NURMELA, K.V.V., BAUMAN, D.E. (2002): Conjugated linoleic acid is synthesized endogenously in lactating dairy cows by Δ -desaturase. *J. of Nutrition*, 130: 2285 – 2291

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

HANSON, T.W., MCGUIRE, M.A., GRIINARI, J.M., SÆBO, A., VINCI, A., CUMMINGS, K. (1998): Feeding of rumen protected conjugated linoleic acid (CLA) to lactating dairy cows results in increased CLA concentrations and milk fat depression. Page 154 in *Proc. Pacific Northwest Anim. Nutr. Conf.*, Vancouver, British Columbia.

HARFOOT, C.G., HAZLEWOOD, G.P. (1988): Lipid metabolism in the rumen. In: *The Rumen Microbial Ecosystem*, P.N. Hobson, ed. Elsevier Applied Science Publishers, London, UK

HAYES, K.C., KHOSLA, D.R. (1992): Dietary fatty acid tresholds and cholesterolemia. *FASEB J.* 6: 2600 - 2607

HE, M.L., MIR, P.S., BEAUCHEMIN, K.A., IVAN, M., MIR, Z. (2005): Effects of dietary sunflower seeds on lactation performance and conjugated linoleic acid content of milk. *Ca. J. Anim. Sci.* 85 : 75 - 83

HICKLING, D. (1997). Flax has potential in livestock, poultry and pet diets feedstuffs, January 20 . 16 – 17

CHALUPA, W., RICKABAUGH, B., KRONFELD, D. S., SKLA, D. (1984): Rumen fermentation *in vitro* as influenced by long-chain fatty acids. J. Dairy Sci. 67: 1439 – 1444

CHALUPA, W., VECCHIARELLI, B., ELSER, A.E., KRONFELD, D.S., SKLAN, D., PALMQUIST, D.L. (1986): Ruminant fermentation *in vivo* as influenced by long-chain fatty acids. J. Dairy Sci. 69: 1293 - 1301

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., FERLAY, A., MANSBRIDGE, R.M., DOREAU, M. (2000): Ruminant milk fat plasticity: Nutritional control of saturated polyunsaturated, *trans* and conjugated fatty acids. Ann. Zootechnol. 49: 181 – 205

CHIN, S.F., LIU, W., STORKSON, J.M., HA, Y.L., PARIZA, M.W. (1992): Dietary sources of dienoic isomers of linoleic acid, a newly recognised class of anticarcinogens. J. Food Comp. Anal. 5: 185 – 197

CHOUINARD, P.Y., GIRARD, V., BRISSON, G.J. (1997): Performance and profiles of milk fatty acids of cows fed full fat, heat-treated soybeans using various processing methods. J. Dairy Sci. 80: 334 - 342

CHOUINARD, P.Y., CORNEAU, L., KELLY, M.J., GRINARY, J.M., BAUMAN, D.E. (1998): Effect of dietary manipulation on milk conjugated linoleic acid concentrations. J. Dairy Sci. 81: 233

INTERBULL (2005): Genetic evaluations: Production. <http://www-interbull.slu.se/eval/framesida-prod-htm> Accessed, Apr. 5, 2005

IP, C., BANNI, S., ANGIONI, E., CARTA, G., MCGINLEY, J., THOMPSON, H.J., BARBANO, D., BAUMAN, D. (1999): Conjugated linoleic acid-enriched butter fat alters mammary gland morphogenesis and reduces cancer risk in rats. *J. Nutr.* 129: 2135 – 2142

JONES, E-L., SHINGFIELD, K.J., KOHEN, C., JONES, A.K., LUPOLI, B., GRANDISON, A.S., BEEVER, D.E., WILYAMS, C.M., CALDER, P.C., YAQOUB, P. (2005): Chemical, physical, and sensory properties of dairy products enriched with conjugated linoleic acid. *J.Dairy Sci.* 88: 2923 – 2937

KALSCHUR, 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 in dairy cows. *J. Dairy Sci.* 80: 2104 – 2114

KELLY, M.L., BERRY, J.R., DWYER, D.A., BAUMAN, D.E., VANAMBURGH, M.E., GRINARI, J.M. (1997): Effect of dietary fatty acid sources on conjugated linoleic acid (CLA) levels in milk from lactating dairy cows. *J. Dairy Sci.* 80: 243

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

KENNELLY, J.J., KHORASANI, G.R. (1992): Influence of flaxseed feeding on fatty acid composition of cows milk. In: *Proceedings of the 54 th Flax Institute of the United States*, edited by J.F. Carter, North Dakota State University, Fargo, N.D, 99 – 105

KENNELLY, J.J. (1996): The fatty acid composition of milk fat as influenced by feeding oilseeds. *Animal Feed Science and Technology*, 60: 137 – 152

KENNELLY, J.J., BELL, J.A., KEATING, A.F., DOEPEL, L. (2005): Nutrition as a tool to alter milk composition. *Adv. Dairy Technol.* 17: 255 – 275

KEPLER, C.R., TOVE, S.B. (1967): Biohydrogenation of unsaturated fatty acids. III. Purification and properties of a linoleate *cis*-12, *trans*-11 iso-merase from *Butyrivibrio fibrisolvens*. *J. Biol. Chem.* 242: 5686 – 5692.

KHORSANI, G.R., KENNELLY, J.J. (1994): Influence of flaxseed on the nutritional quality of milk. In: Proceedings of the 55 th Flax Institute of the United States, edited by J.F. Carter, North Dakota State University, Fargo, N.D, 127 – 134

KHOSLA, P., FUNGWE, T.V. (2001): Conjugated linoleic acid: Effects on plasma lipids and cardiovascular function. *Curr. Opin. Lipidol.* 12: 31 – 34

KIM, J.K., SCHINGOETHE, D.J., CASPER, D.P., LUDENS, F.C (1993): Supplemental dietary fat from extruded soybeans and calcium soaps of fatty acids for lactating dairy cows. *J. Dairy Sci.* 76: 197 – 204

KOMPRDA, T. (2003): *Základy výživy člověka*. MZLU Brno, ISBN 80-7157-655-7. 164 s.

KŘIVÁNEK, M. (2005): Nutriční význam mléčných výrobků. *Zemědělský týdeník*. 26.5.2005

KUDRNA, V., MAROUNEK, M. (2006): The influence of feeding rapeseed cake and extruded soybean on the performance of lactating cows and fatty acid pattern of milk. *J. Anim. Feed Sci.* 15: 361 – 370

KUDRNA, V., MAROUNEK, M. (2007): Influence of feeding whole sunflower seed and extruded linseed on production of dairy cows, rumen and plasma variables, and fatty acid composition of milk. *připraveno do tisku Arch. Anim. J.*

LAWSON, R.E., MOSS, A.R., GIVENS, D.I. (2001): The role dairy products in supplying conjugated linoleic acid to mains diet. A review, *Nutr.Res.Rev.* 14: 153 – 172

LOCK, A.L., GARNSWORTHY, P.C. (2002): Independent effects of dietary linoleic and linolenic fatty acids on the conjugated linoleic acid content of cows milk. *J. Anim. Sci.* 74: 163 – 176

LOCK, A.L., GARNSWORTHY, P.C. (2003): Seasonal variation in milk conjugated linoleic acid and D9-desaturase activity in dairy cows. *Liv. Prod. Sci.* 79: 47 – 59

LUKÁŠOVÁ, J. *et al.* (1999): Hygiena a technologie produkce mléka. VFU Brno, ISBN80-85114-53-4. 101 s.

MACDONALD, H.B. (2000): Conjugated linoleic acid and disease prevention: A review of current knowledge. *J. American College Nutr.* 19: 111 - 118

MCGUIRE, M.A., MCGUIRE, M.K. (2000): Conjugated linoleic acid (CLA): a ruminant fatty acid with beneficial effects on human health. In: *Proceedings of the American Society of Animal Sci.* 1999, Available at: <http://www.asas.org/jas/symposia/proceedings>.

MIDDAUGH, R.P., BAER, R.J., CASPE, D.P., SCHINGOETHE, D.J., SEAS, S.W. (1988): Characteristics of milk and butter from cows fed sunflower seeds. *J.Dairy Sci.* 71: 3179 – 3187

MOSLEY, E.E., POWELL, G.L., RILEY, M.B., JENKINS, T.C. (2002): Microbial biohydrogenation of oleic acid to *trans* isomers *in vitro*. *J. Lipid Res.* 43: 290 - 296

NIELSEN, T.S., STRAARUP, E.M., SORENSEN, M.T., SEJRSEN, K.(2005): Increasing amounts of sunflower seeds increase CLA and vaccenic content in milk fat from dairy cows. EAAP – 56th Annual meeting, Upsala, 2005

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

PARODI, P.W. (1997): Cow's milk fat components as potential anticarcinogenic agents. *J. Nutr.* 127: 1055 - 1060

PETERSON, D.G., KELSEN, J.A., BAUMAN, D.E. (2002): Analysis of variation in *cis*-9, *trans*-11 conjugated linoleic acid (CLA) in milk fat of dairy cows. *J. Dairy Sci.* 85: 2164 - 2172

POKORNÝ, J. *et al.* (1986): Technologie tuků. SNTK Praha, 38

SALMINEN, I., MUTANEN, M., JAUHAINEN, M., ARO, A. (1998): Dietary *trans* fatty acids increase conjugated linoleic acid levels in human serum. *J.Nutr. Biochem* 9 (2): 93 – 98

SCHINGOETHE, D.J., BROUK, M.J., LIGHTFIELD, K.D., BHER, R.J. (1996): Lactational response of dairy cows fed unsaturated fat from extruded soybeans or sunflower seeds. J. Dairy Sci. 79: 1244 - 1249

SHINGFIELD, K.J., REYNOLDS, C.K., HERVÁS, G., GRINARI, J.M., GRANDSON, A.S. BEEVER, D.E. (2006): Examination of the persistency of milk fatty acid composition responses to fish oil and sunflower oil in the diet of dairy cows. J.Dairy Sci. 89: 714 - 732

SOYEURT, H., DARDENNE, P., GILLON, A., CROQUET, C., VANDERICK, S., MAYERES, P., BERTOZZI, C., GENGLER, N. (2006): Variation in fatty acid contents of milk fat within and across breeds. J. Dairy Sci. 89: 4858 - 4865

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

STORRY, J.E., BRUMBY, P.E. HALL, A.J., TUCKLEY, B. (1974): Effects of free and protected forms of codliver oil on milk fat secretion in the dairy cow. J. Dairy Sci. 57: 1046 - 1049

SUTTON, J.D. (1985): Digestion and absorption of energy substrates in the lactating cow. J.Dairy Csi. 68: 3376 - 3393

TERPSTRA, A.H.M. (2004): Effect of conjugated linoleic acid on body composition and plasma lipids in humans: Our overview of the literature. Am. J. Clin. Nutr. 79: 352 – 361

THOMAS, P.C., MARTIN, P.A. (1988): Influence of nutrient balance on milk yield and composition. In: Nutrition and lactation in the dairy cow. P C. Gransworthy, ed Butterworthes, London, UK. 97 – 118

TICE, E.M., EASTRIDGE, M.L., FIRKINS, J.L. (1994): Raw soybeans and roasted soybeans of different particle sizes. 2. Fatty acid utilization by lactating cows. J. Dairy Sci. 77: 166 - 180

VELÍŠEK, J. (1999): Chemie potravin I., OSSIS Tábor, 352 s.

VELÍŠEK, J. (2002): Chemie potravin 1. OSSIS, 2. vyd., ISBN 80-86659-00-3. 331 s.

WHITLOCK, L., SCHINGOETHE, D.J., HIPPEN, A.R., KALSCHUR, K.F., BAER, R.J., RAMASWAMY, N., KASPERSON, K.M. (2002): Fish oil and extruded soybeans feed in combination increase CLA in milk of dairy cows more than when fed separately. J.Dairy Sci. 85: 234 – 243

ZIRIAX, B.CH., WINTER, E. (2002): Dietary fat in the prevention of cardiovascular disease. Review. Eur J. Lipid Sci. Technol. 102. 355 - 365

Tématika části této studie je součástí výzkumu řešeného výzkumným záměrem MZE
0002701403.

Název titulu: Zvýšení obsahu prospěšných polynenasycených mastných kyselin mléka
výživou zvířat

Autor: Ing. Petr Homolka, Ph.D. a Ing. Václav Kudrna, CSc.

Vydal: Výzkumný ústav živočišné výroby, v.v.i.

Počet stran: 42

Náklad: 35

Rok vydání: 2007

ISBN 978-80-86454-87-0