

## **Certifikovaná metodika QH 81210 CM 23 - název:**

### **Doporučené postupy pro rozvoj chovu dojníc s cílem produkovat mléko jako potravinovou surovinu s vyšším zastoupením zdravotně prospěšných mastných kyselin mléčného tuku**

**Certifikovaná uplatněná metodika a technicko-organizační doporučení, opatření a postupy v rozvoji chovu skotu s produkcí potravinových surovin s ambicí pro funkční potraviny.**

#### **I) Cíl certifikované uplatněné metodiky:**

Cílem je metodická podpora rozvoje chovu skotu, zejména pro menší (low input nebo ekologické), ale i větší farmy (selekce stád), pro zajištění podpory trhu a zaměstnanosti ve venkovském prostoru výrobou kvalitních potravinových surovin s ambicí produkce funkčních potravin, stejně jako pro podporu údržby krajiny.

#### **Náplň certifikované uplatněné metodiky:**

Implementace dosažených výsledků a zkušeností, získaných na základě předchozího výzkumu a vývoje v rámci řešení projektu NAZV QH 81210 a výzkumných záměrů MSM 6007665806, MSM 2672286101 (RO0511 z 28. února 2011) a MSM 2678846201 (RO0311 z 28. února 2011) a v rámci koordinační a konzultační metodické činnosti Národní referenční laboratoře pro syrové mléko (NRL-SM) Rapotín, do prostředí chovatelů skotu především na ekologických chovech, farmách low input, ale i větších farmách za předpokladu selekce zvířat nebo stád pro produkci mléka ke specifickému zpracování.

#### **Zdroj certifikované uplatněné metodiky:**

**projekt NAZV QH 81210 a výzkumné záměry MSM 6007665806, MSM 2672286101 (RO0511 z 28. února 2011) a MSM 2678846201 (RO0311 z 28. února 2011).**

**Zpracovali dne:** 13. 11. 2012; Hanuš, O.<sup>1,2</sup>- Samková, E.<sup>3</sup>- Špička, J.<sup>3</sup>- Roubal, P.<sup>2</sup>- Frelich, J.<sup>3</sup>- Šlachta, M.<sup>3</sup>- Křížová, L.<sup>4</sup>- Pelikánová, T.<sup>3</sup>- Vyletěllová, M.<sup>2</sup>- Seydlová, R.<sup>2</sup>; <sup>1</sup> Výzkumný ústav pro chov skotu, s.r.o., Rapotín; <sup>2</sup> Výzkumný ústav mlékárenský s.r.o., Praha; <sup>3</sup> Jihočeská univerzita, Zemědělská fakulta v Českých Budějovicích; <sup>4</sup> Agrovýzkum Rapotín s.r.o.; dále Akreditovaná Zkušební laboratoř č. 1340; Národní referenční laboratoř pro syrové mléko (NRL-SM) v síti ANSES; Referenční laboratoř pracovní sítě referenčních mléčných laboratoří ICAR-CECALAIT.

**Uplatnění bylo provedeno zavedením všech principů metodiky od 20. 12. 2012.**

## **II) Vlastní popis certifikované metodiky**

### **Doporučené postupy pro rozvoj chovu dojnic s cílem produkovat mléko jako potravinovou surovinu s vyšším zastoupením zdravotně prospěšných mastných kyselin mléčného tuku**

Tato metodika je věnována popisu správného chovu dojnic, zejména se zaměřením na plemeno, užitkovost, způsob výživy a krmení, aby takto řízené chovy byly schopny produkovat trvale mléko jako potravinovou surovinu s výrazně zvýšeným obsahem zdravotně prospěšných skupin mastných kyselin v mléčném tuku. S ohledem na toto zadání je zřejmé, že metodický postup bude určen zejména pro (low input) farmy se způsobem chovu zaměřeným na nižší náklady a ekologické farmy, nejlépe s vlastní produkcí mastných kyselin. není vyloučeno ani využití u větších klasických farem, ovšem musel by být zajištěn oddělený svaz selektovaných dodávek mléka pro produkci mléčných potravin se zvýšeným zastoupením zmíněných kyselin se specifickou cenovou politikou.

**ISBN: 978-80-904348-1-3**

#### **Struktura certifikované metodiky:**

- Úvod a literární přehled o významu mastných kyselin mléčného tuku a vlivech na ně působících
- Výsledky projektových aktivit o profilu mastných kyselin mléčného tuku
- Vlastní metodika pro praxi k možnostem modifikace tukového profilu mastných kyselin mléka

#### **Seznam použitých zkratk:**

Běžné zkratky:

AL = alkoholová stabilita mléka;

CPM = celkový počet mezofilních mikroorganismů;

BMM = bod mrznutí mléka;

CPMUK = celkový počet ušlechtilých mikroorganismů v jogurtu;

JSH = kysací schopnost mléka;

KD = krmná dávka;

KTJ (CFU) = kolonii tvořící jednotka;

KU = kontrola užitkovosti;

KV = kvalita sýřeniny;

L = obsah laktózy;

PEV = pevnost sýřeniny;

PSB = počet somatických buněk;

RIL = rezidua inhibičních látek;

SH = titrační kyselost mléka;

Strepto = počet streptokoků v jogurtu;

StreptoLacto = poměr streptokoky/laktobacily v jogurtu;

T = obsah tuku;

Specifikace mléčného tuku:

ALA =  $\alpha$ -linolenová kyselina;

CLA = konjugovaná linolová kyselina;

DHA = dokosaheptaenová kyselina;

EPA = eikosapentaenová kyselina;

HFA = hypercholesterolemické kyseliny;

LCFA = mastné kyseliny s dlouhým uhlíkovým řetězcem;

LDL = lipoproteiny o nízké hustotě;

MCFA = mastné kyseliny se středně dlouhým uhlíkovým řetězcem;

MK = mastné kyseliny

MUFA = monoenové nenasycené mastné kyseliny;

PUFA = polyenové nenasycené mastné kyseliny;

PUFA *n-3* = polyenové nenasycené mastné kyseliny řady *n-3*;

PUFA *n-6* = polyenové nenasycené mastné kyseliny řady *n-6*;

SAFA (SFA) = nasycené mastné kyseliny;

SCFA = mastné kyseliny s krátkým uhlíkovým řetězcem;

TAG = triacylglyceroly;

UFA (USFA) = nenasycené mastné kyseliny;

VA = vakcenová mastná kyselina;

VFA = těkavé mastné kyseliny;

VMK = volné mastné kyseliny.

## **Úvod a literární přehled o významu mastných kyselin mléčného tuku a vlivech na ně působících**

Význam chovu skotu je nesporný pro produkci potravinových surovin živočišného původu k výživě humánní populace.

### ***Zdravotně významné složky tukové fáze mléka a jeho spotřeba***

Některé výzkumy (Parodi, 1997; Korhonen, 2003) naznačily protirakovinný účinek sfingolipidových složek a CLA (conjugated linoleic acid) dnes někdy zatracovaného mléčného tuku (másla). Isomery konjugované linolové mastné kyseliny (CLA) jsou typické ve vyšším obsahu pouze pro mléko a maso přežvýkavců (5,5 mg/g tuku mléka oproti 0,7 mg/g tuků rostlinných nebo monogastrických zvířat, Chin et al., 1992). O CLA je známo, že jejich obsah v mléčném tuku lze zvyšovat pomocí zvýšeného obsahu polynenasycených mastných kyselin v krmné dávce, stejně jako aplikací zejména travní pastvy. Pro dietetické aplikace CLA byla popsána redukce atherogeneze (Haumann, 1996; Nicolosi et al., 1997). Uvedený efekt však některé práce nepotvrdily (Munday et al., 1999). Byly také popisovány studie s dietetickým vlivem omega-3 mastných kyselin na počet somatických buněk v kozím mléce a tím přeneseně na zdravotní stav jejich mléčných žláz (Kompan et al., 2007). Přídavek alfa linolenové, eikosapentaenové (EPA) a dokosaheptaenové (DHA) do krmné dávky koz byl posuzován s výsledkem, že krátkodobý přídavek první kyseliny může v krátkém čase významně redukovat počet somatických buněk v mléce a tak pozitivně přispívat ke zdravotnímu stavu zvířat.

Spotřeba mléčného tuku je přitom stále omezována z obavy před zvýšeným přísunem cholesterolu a nasycených mastných kyselin a v důsledku toho z obavy před výskytem

kardiovaskulárních onemocnění. Na druhé straně jsou popisovány léčebné diety na bázi mléčného tuku (smetana) s cílem zmírnění projevů dětské epilepsie. Zde se však jedná o minimální objemy s ohledem na běžnou spotřebu. Cholesterol je ovšem také biologicky důležitou přirozenou složkou živočišných tuků a také buněčných membrán. Z tohoto důvodu obsahuje tučné maso srovnatelné množství cholesterolu jako libové maso. Nejvíce je ho obsaženo ve vaječném žloutku. Cholesterol v mléce (0,010 až 0,015 %) je soustředěný v tukové fázi, tzn. v membránách tukových kuliček a vlastním tuku kuliček. Odstředěním se proto koncentruje do másla (asi 20× více než v mléce) a přirozeně ho ubývá v mléce se sníženým obsahem tuku. Obsah cholesterolu v kravském mléce je poloviční v porovnání k mléku mateřskému (Kajaba, 1999). Cholesterol v lidském organismu je jednak exogenního původu, tzn. z potravy, ale dále rovněž endogenního původu, kdy je syntetizován v játrech a kůře nadledvin. Z hlediska zdroje cholesterolu endogenní produkce nezřídka převyšuje možnost exogenního příjmu. Proto při nepříznivých stavech přebytku nemusí být cholesterol vždy nutně exogenního původu. Důležité ovšem je v jaké ze dvou rozdílně rizikových forem se pak cholesterol v lidském organismu nachází. Obecně slouží jako základ tvorby pohlavních hormonů a cholekalciferolu důležitého při podpoře kalcifikace kostní tkáně. Má řadu dalších funkcí. V humánních dietách je nicméně obecně vyvíjena snaha o redukci příjmu cholesterolu z potravy.

Složení mléka a jeho komponent významným způsobem ovlivňuje jakost konečné suroviny. Mléčný tuk je významný z hlediska nutričního, technologického a výrazně se podílí na senzoryckých vlastnostech produktů (Velíšek a Hajšlová, 2009). I když v mléčném tuku bylo identifikováno více než 400 mastných kyselin (Jensen, 2002), pouze 17 z nich má zastoupení vyšší než 0,5 % (Samková, 2011). Některé mastné kyseliny jsou vzhledem k provedeným studiím (Mensink, 2005) hodnoceny spíše negativně (*trans* isomery nenasycených mastných kyselin, kyseliny laurová, myristová a palmitová), u ostatních byly prokázány pozitivní účinky (kyselina olejová, esenciální mastné kyseliny linolová a alfa-linolenová), včetně kyseliny stearové, která je řazena do skupiny nasycených mastných kyselin (German et al., 2009).

Jak je patrné, vedle příznivých vlivů tukové fáze mléka (tzv. ochranných faktorů) na lidské zdraví je tedy možné z této strany skutečně očekávat i jistá alimentární rizika včetně obezity. Nezbyvá než reagovat úpravou diety ve vztahu k životnímu stylu. Zatímco plnotučné mléko a mléčné výrobky mohou vyhovovat dietě těžce pracujících lidí, sportovců a aktivních lidí, u méně namáhané části populace je výhodné konzumovat mléko a mléčné produkty se sníženým obsahem tuku. Jak známo, i fyzická námaha je jedním z faktorů přispívajících k lepší stabilizaci příznivých forem a hladin cholesterolu v lidském organismu. V případě spotřeby dnes běžných zcela odtučněných mléčných potravin se pak ovšem spotřebitelé dobrovolně zříkají nejen uvedeného protektivního účinku tukové fáze mléka na lidské zdraví, ale rovněž jejich příjemných chuťových vlastností, neboť tyto jsou vázány především na mléčný tuk. Spotřeba mléka v ČR nyní vzrůstá na cca 240 kg na hlavu ročně, když dříve klesla z 260 kg až na 190 kg, ale stále tvoří jen asi 80 % doporučené hodnoty vzhledem k potřebě dotace Ca v lidské výživě, která může být pokryta spotřebou asi 1 kg mléka na hlavu denně. V EU-15 je spotřeba mléka vyšší, cca 270 kg, ve skandinávských zemích jako Finsko je až 330 kg na hlavu ročně.

Jednou z možností jak docílit žádoucího zvýšení spotřeby mléka v ČR je inovace mléčných výrobků i ve smyslu cíleného zvyšování koncentrace žádoucích polynenasycených mastných kyselin a CLA v tuku mléka a mléčných výrobků, což by umožnilo konzumentům v budoucnu lépe využít jejich příznivých zdravotních efektů (benefitů). To vyžaduje studium možností jak

uvedené optimalizace mléčného tuku docílit metodami v chovu dojníc, zejména v podnicích s bioprodukcí (Cermanová et al., 2011). Zde jsou zmíněné metody přístupnější ve smyslu proveditelnosti a je snadnější i oddělená konzumace nebo zpracování mléka získaného s podporou určitých postupů cílených na zisk potravin se specifickým zdravotním účinkem, čili typ tzv. funkčních potravin. Spotřeba biomléka v EU vzrůstá, v ČR však pomaleji. Přesto došlo k rozšíření sortimentu mléčných bioproduktů.

### ***Mastné kyseliny v mléčném tuku***

Důraz na zdravou výživu a její propagování je tedy aktuální otázkou posledních let. S neustále se rozvíjejícími analytickými metodami a přístroji rostou zároveň možnosti objasňování podrobného složení potravinových surovin a produktů. Technický pokrok v oblasti analytiky umožňuje také hlubší studium vztahů mezi složením potravin a jejich účinků na zdraví konzumentů. Stejně tak i snaha o zachování výživných hodnot potravin při jejich produkci, úpravě a distribuci se zvyšuje. V návaznosti na to se také kontrola výše zmíněných procesů zpřísňuje. I laická veřejnost stále více vyhledává informace o prospěšnosti, škodlivosti či kvalitě jednotlivých potravin a jejich složek. Tak se kvalita potravin a potravinových surovin dostává do popředí zájmu odborníků. Mnoho prací je věnováno nejen zajištění a kontrole jejich kvality, ale také možnosti jejich zlepšování. Studovány jsou vztahy jednotlivých potravinových komponent v souvislosti s možností ovlivnění zdraví populace, popřípadě předcházení či snížení rizika nejrůznějších chorob.

Výzkum, vývoj a inovace v praxi v oblasti živočišné produkce, konkrétně v mlékařství, zaznamenal v ČR razantní pokrok. Např. genetické šlechtění, změna výživy a tím zvýšení průměrné mléčné užitkovosti dojníc v ČR (Hanuš et al., 2004; Hanuš a Kvapilík, 2006). Dnešní dojivost činí v oficiální kontrole užitkovosti 7 811 kg mléka za laktaci při tučnosti 3,87 % a obsahu bílkovin 3,37 % (Kvapilík, Růžička, Bucek et al., 2012).

Jednou z nejvariabilnějších složek mléka je mléčný tuk a to nejen ve smyslu poměrného zastoupení, ale také ve smyslu chemického složení. Jak známo, základem mléčného tuku jsou estery mastných kyselin s glycerolem. Protože triacylglyceroly jsou z 95 % tvořeny mastnými kyselinami a z 5 % glycerolem a jelikož mastné kyseliny jsou vázány i v dalších složkách mléčného tuku, lze mastné kyseliny pokládat za vlastní stavební kameny lipidů mléka. Na jejich zastoupení závisí nutriční i technologické vlastnosti mléčného tuku (Forman, 1998). Z uvedeného vyplývá, že mastné kyseliny se v mléčném tuku nacházejí převážně ve formě vázané. Volné mastné kyseliny se v tuku vyskytují jen v malých koncentracích, ale i přesto se podílejí na typické chuti mléčného tuku a mléka vůbec (Welch et al., 1997; Hanuš et al., 2008).

Mastné kyseliny lze rozdělit například podle struktury na nasycené (saturated fatty acids – SAFA), mononenasycené (monounsaturated fatty acids – MUFA) a polynenasycené mastné kyseliny (polyunsaturated fatty acids – PUFA). Jiným kritériem pro jejich rozlišení je jejich kvantitativní zastoupení v tuku. Kyseliny vyskytující se v mléčném tuku v množství větším než 1 % jsou řazeny do skupiny majoritních. Kyseliny, kterých je méně než 1 %, jsou označovány jako minoritní. Mléko je též zdrojem esenciálních mastných kyselin, tedy takových, které si tělo samo nedokáže vytvořit a musí je přijímat v potravě. Mezi takové se řadí například kyselina linolová, linolenová a arachidonová. Nejvýznamnější ze skupiny nasycených mastných kyselin jsou kyselina palmitová a stearová. Kyselina palmitová společně s kyselinami laurovou a myristovou zvyšují hladinu LDL – cholesterolu, tedy mohou být zdrojem vzniku kardiovaskulárních chorob. Někdy se odborné literatuře uvádějí pod

označením hypercholesterolemické (hypercholesterolemic fatty acids, Rego et al., 2005), popř. mastné kyseliny s nepříznivými zdravotními účinky (health-negative fatty acids, Pešek et al., 2006). Toto je také důvodem obecně rozšířené obavy z konzumace mléčného tuku. Naopak polynenasyceným kyselinám, zejména pak kyselině linolové, se přisuzují antiatherogenní účinky tím, že snižují hladinu cholesterolu.

Konjugovaná kyselina linolová (CLA) je v současnosti středem pozornosti vědců, jak již bylo zmíněno a to pro její potenciální antikarcinogenní efekt a stejně tak pro její účinky na imunitní systém a metabolismus lipidů (CLA je skupinou isomerů kyseliny linolové - C18:2 n-6; Oprzadek a Oprzadek, 2003). Mléčný tuk je také jedinečný mezi živočišnými tuky pro poměrně vysoký obsah mastných kyselin s krátkým a středním řetězcem. Tyto kyseliny jsou tráveny mnohem rychleji a efektivněji než kyseliny s dlouhým řetězcem. Mastné kyseliny, zvláště s krátkým a středním řetězcem, mají antimikrobiální účinky (Obermaier, 1995; Nair et al., 2005). Několik studií ukázalo, že deprese a poporodní splín je spojen se změnami hladin mastných kyselin v krvi (Vriese et al., 2003).

### ***Vlivy výživy a krmení na mastné kyseliny v mléčném tuku***

Největší vliv na změny obsahu a složení mléčného tuku má výživa, roční období a plemeno (Tab. 1). Někteří autoři (Lawless et al., 1999; Goddard, 2001; Pešek et al., 2006) uvádějí, že koncentrace jednotlivých mastných kyselin u dojnic téhož plemene kolísaly za stejných podmínek také v důsledku individuálních hodnot a jejich rozsahy byly vyšší než rozdíl mezi plemeny. Výzkumy dokázaly, že pomocí vhodných doplňků a vhodně upravené krmné dávky lze například zvýšit podíl nenasycených mastných kyselin (USFA) a tím snížit hladinu nasycených mastných kyselin (SAFA) v kravském mléce (Schroeder et al., 2003; Pešek et al., 2007). Možnost příznivého dopadu takového kroku na další prevenci výskytu kardiovaskulárních onemocnění není již třeba zdůrazňovat.

V současnosti, kdy jsou dojnice často celoročně krmeny stejnou krmnou dávkou, se příznivých poměrů mezi nenasycenými a nasycenými mastnými kyselinami může dosáhnout vhodnými doplňky či úpravami krmných dávek (Komprda et al., 2000; De Peters et al., 2001 aj.). Pokud není ve výživě aplikována monodieta, souvisí rozdílné složení mléčného tuku více se sezónou, tj. s pastvou a pak má významný vliv i její botanické složení (Collomb et al., 1999). Sezónní změny ve skladbě mastných kyselin sledovali také Thomson et al. (2000) a potvrdili rozdílné obsahy PUFA na jaře a na konci léta (32,8, resp. 30,4 %) oproti zimnímu období (24,5 %). Ellis et al. (2006) ve své studii sledování složení mléčného tuku v průběhu roku zjistili i rozdíly v PUFA u mléka dojnic z tradičního chovu a chovu v podmínkách ekologického hospodaření (organic milk). Rovněž v obsazích isomerů mastných kyselin se projeví rozdíly ovlivněné pastvou. Vyšší množství kyseliny CLA (0,64 - 0,69 %) u mléka pasených krav zjistili White et al. (2001) v porovnání s mlékem dojnic krmených běžnou krmnou dávkou, kde byl obsah CLA 0,31 - 0,35 %. Významné rozdíly v obsazích CLA v zimním (0,48 %) a letním (0,68 %) období shledali i Thorsdottir et al. (2004), popř. Floris et al. (2006). Precht a Molkentin (1999) zjistili, že nejnižší obsahy trans isomerů kyseliny C18:1 jsou v zimním období (2,84 %) a nejvyšší v letním (6,12 %).

### ***Genetické vlivy na mastné kyseliny v mléčném tuku***

Ke genetickým variacím ve složení mléčného tuku z hlediska mastných kyselin referovaly již některé dřívější práce. Edwards et al. (1973) analyzovali složení mléčného tuku podle mastných kyselin u ayrshirských jednovaječných a dvouvaječných dvojčat. Uvedli, že

proporce různých mastných kyselin jsou předmětem vysokého stupně genetické kontroly. Renner a Kosmack (1974) uvedli, že relativně vyšší heritabilita byla zjištěna pro množství mastných kyselin s krátkým (SCFA) a středně dlouhým řetězcem (MCFA), avšak dědivosti pro nenasycené mastné kyseliny nad C18 byly nízké (LCFA). Vztahy mezi objemem produkovaného mléka a skupinami mastných kyselin byly nízké; jak vzrůstalo procento tuku v mléce, klesala proporce nenasycených mastných kyselin C18, což je základem ke genetickým korelacím. Grummer (1991) citoval, že ideální mléčný tuk pro výživu by měl obsahovat 10 % polynenasycených mastných kyselin, 8 % nasycených mastných kyselina 82 % mononenasycených mastných kyselin. Toho nelze dosáhnout ani změnou diety dojnic. Je však např. možné zvýšit výrazně obsah mononenasycené mastné kyseliny C18:1, popř. polynenasycených mastných kyselin pomocí krmných tuků a olejů bohatých na nenasycené mastné kyseliny s dlouhým řetězcem. Rovněž krmné dávky s nižším podílem objemných krmiv a s vyšším podílem koncentrovaných krmiv zvyšují podíl C18:1 v mléčném tuku.

Tab. 1 Rozdělení faktorů ovlivňujících složení mléčného tuku.

Dojnice (jedinec)	Výživa	Prostředí
genetický původ	složení krmné dávky	Sezóna
plemeno	objemná a koncentrovaná krmiva, jejich poměr a úprava	technologie chovu
stadium laktace	doplňkové tuky a oleje, jejich množství a druhy	technika dojení
zdravotní stav	zastoupení a původ sacharidů, dusíkatých látek a lipidů	zoohygienické podmínky
		podnebí

upraveno: Perdrix et al. (1996); Jensen (2002)

## Výsledky projektových aktivit o profilu mastných kyselin mléčného tuku

### *Mastné kyseliny v mléčném tuku podle vlastních výsledků autorských pracovišť*

Z dřívějších výsledků Brauner a Ficnar (1985) hodnotili zejména podíl chovatelských faktorů, např. stadia a pořadí laktace na zastoupení mastných kyselin v mléčném tuku. Příznivější složení mléčného tuku uvedli u prvotek českého strakatého plemene v porovnání ke kravám na vyšších laktacích, především pokud se týkalo nenasycených mastných kyselin (31,1 % : 30,5 %).

Janů et al. (2006) neprokázali u individuálních mastných kyselin významné rozdíly jak mezi plemeny, tak mezi ročním obdobím. Průkazný rozdíl byl nalezen pouze v kategorii skupin mastných kyselin. Ve skupině mononenasycených mastných kyselin (MUFA) byl v rámci holštýnského plemene zaznamenán vyšší podíl v období letním (26,3 %) než v zimním (24,2 %;  $P < 0,05$ ). U ostatních skupin mastných kyselin (SAFA a MUFA) nebyly prokázány další významné rozdíly. Ze všech mastných kyselin u obou plemen jsou nejvíce zastoupeny kyselina palmitová (C16:0), olejová (C18:1) a stearová (C18:0), a to v množstvích 31,4, 21,8 a 12,7 %, což je srovnatelné s údaji, které ve své práci uvádí např. Pešek et al., 2005, 2006. Kyselina palmitová (C16:0) a stearová (C18:0) jsou tudíž nejvíce zastoupeny také v rámci skupiny SAFA. Ve skupině mononenasycených mastných kyselin (MUFA) je procentuálně

nejvíce zastoupena kyselina olejová (C18:1; 21,8 %). Kyselina linolová (C18:2n6) má nejvyšší zastoupení (2,7 %) ve skupině PUFA. Rozdíly ve výskytu individuálních mastných kyselin v rámci plemene a ročního období byly nevýznamné. Například ve skupině SAFA byl zaznamenán vyšší obsah kyseliny stearové (C18:0) u holštýnského plemene než u českého strakatého (13,9 % vs. 11,6 %,  $P>0,05$ ). Naproti tomu vyšší podíl u českého strakatého plemene byl v případě kyseliny palmitové (C16:0; 32,1 % pro české strakaté a 30,7 % pro holštýnské plemeno,  $P>0,05$ ), laurové (C12:0; 3,7 % u českého strakatého a 3,3 % u holštýnského plemene,  $P>0,05$ ) a kyseliny myristové (C14:0; 11,2 % pro české strakaté a 10,8 % pro holštýnské plemeno,  $P>0,05$ ). Vyšší podíl kyseliny palmitové a myristové u českého strakatého skotu uvádějí i Pešek et al. (2005). Pro zajímavost lze uvést, že Palmquist a Beaulieu (1993) srovnávají tentýž údaj mezi plemeny holštýn a jersey, kde podíl nasycených mastných kyselin C6:0 až C14:0 byl vyšší u plemene jersey (Peters et al., 1995). V hodnocení ostatních individuálních mastných kyselin nebyly shledány žádné větší rozdíly mezi plemeny. Rozdíl v zastoupení mastných kyselin v zimním a letním období u obou hodnocených plemen byl zjištěn pouze u kyseliny olejové jejíž podíl v zimním období byl 21,4 % a v letním 22,3 % ( $P>0,05$ ). U holštýnského plemene byly nalezeny rozdíly v případě kyseliny olejové a stearové. U kyseliny olejové byly zaznamenány vyšší koncentrace v letním období (22,9 %) oproti období zimnímu (21,1 %). Naproti tomu kyselina stearová vykazuje vyšší množství v zimním období (14,4 %) než v letním (13,3 %). U českého strakatého skotu byly zaznamenány větší rozdíly v koncentracích kyseliny palmitové (31,7 % v zimě, 32,5 % v létě) a myristové (11,6 % v zimě a 10,9 % v létě). Všechny tyto rozdíly jsou však statisticky nevýznamné. Vliv ročního období se neprojevil významně na zastoupení kyseliny linolové. Podle posledních prací však obsah této kyseliny v kravském mléce v průběhu roku kolísá a předpokládá se, že je negativně ovlivněn kratším letním a delším zimním obdobím například v severněji položených zemích (Thorsdottir et al., 2004). Vliv plemene se příliš neprojevil v zastoupení skupin mastných kyselin (SAFA, MUFA, PUFA), kde byly rozdíly minimální. Avšak u některých dostupných údajů (Pešek et al., 2005) je naproti tomu uvedeno průkazně nižší zastoupení SAFA u plemene českého strakatého skotu než u skotu holštýnského. Vyšší rozdíly byly zaznamenány v případě vlivu ročního období, a to jak v rámci obou plemen, tak v rámci českého strakatého plemene. Nejvyšší rozdíly byly u holštýnského plemene, kde se projevil vliv ročního období především v kategorii SAFA a MUFA. Zde byl podíl nasycených mastných kyselin vyšší v zimním období (67,9 % zimní období oproti 66,0 % v letním,  $P>0,05$ ) a naopak vyšší podíl mononenasycených mastných kyselin v období letním (26,3 %) než v zimním (24,2 %;  $P<0,05$ ).

Pešek et al. (2007) sledovali nasycené mastné kyseliny mléčného tuku se zaměřením na zdravotně negativně působící kyseliny (laurovou, myristovou, palmitovou) ve dvou obdobích v běžných provozních podmínkách produkce syrového mléka u dojníc plemen české strakaté ( $n = 20, 19$ ) a holštýnské ( $n = 14, 17$ ). Vybrané skupiny dojníc obou plemen byly společně ustájeny a krmeny stejnou krmnou dávkou. V červenci 2004 převažovala v krmné dávce travní siláž, v únoru 2005 kukuřičná siláž. Kyseliny laurová, myristová a palmitová byly obsahově nejvíce zastoupenými nasycenými mastnými kyselinami mléčného tuku a součet jejich obsahů tvořil v průměru 46,98 % až 50,87 % všech mastných kyselin v závislosti na krmné dávce a plemeni. Zatímco změny v celkovém obsahu zdravotně negativně působících nasycených mastných kyselin byly v důsledku změny krmné dávky dojníc u obou plemen statisticky průkazné ( $P<0,01$ ; resp. 0,05), vliv plemene na celkový obsah těchto kyselin nebyl v obou sledováních potvrzen, přestože u plemene holštýn byly obsahy vyšší (47,54 %, resp. 50,87 %) než u plemene české strakaté (46,98 %, resp. 50,59 %). Výrazné redukce součtu obsahu kyselin laurové, myristové a palmitové v mlékárenské surovině nelze dosáhnout jen

obvyklými změnami krmných dávek či výběrem plemen, ale cílenou optimalizací složení mléčného tuku pomocí olejnatých komponent v krmné dávce.

Otázkou je rovněž, jaký mohou mít MK vztah ke kvalitě mléčných výrobků (Hanuš et al., 2010). Byl hodnocen vztah MK a jejich skupin k vybraným ukazatelům a technologickým vlastnostem u 64 bazénových vzorků mléka plemene české strakaté a holštýn během dvouletého sledování osmi stád v zimní a letní krmné sezoně. Vztah nasycených MK (SAFA; 66,22 %) byl významný jen k obsahu laktózy (0,290;  $P < 0,05$ ). Vztahy mononenasycených MK (MUFA; 29,21 %) k mléčným ukazatelům byly nevýznamné ( $P > 0,05$ ). Vztahy polynenasycených MK (PUFA, prospěšné pro zdraví konzumentů; 4,53 %) k mléčným ukazatelům byly těsnější: tuk (T, 0,321;  $P < 0,05$ ); laktóza (L, 0,458;  $P < 0,01$ ); alkoholová stabilita mléka (AL, 0,447;  $P < 0,01$ ); titrační kyselost (SH, 0,342;  $P < 0,01$ ); kvalita sýřeniny (KV, 0,427;  $P < 0,01$ ); kysací schopnost mléka (JSH, 0,529;  $P < 0,001$ ), počet sreptokoků v jogurtu (Strepto, 0,316;  $P < 0,05$ ); celkový počet ušlechtilých mikroorganismů v jogurtu (CPMUK, 0,314;  $P < 0,05$ ); poměr streptokoky/laktobacily (StreptoLacto, 0,356;  $P < 0,01$ ). Při vyšších PUFA bylo patrné určité zhoršení některých technologických ukazatelů. U JSH lze 27,9 % variability vysvětlit variabilitou v zastoupení PUFA. Vztahy nenasycených MK (USFA, zdraví prospěšné; 33,74 %) k mléčným ukazatelům byly více podobné MUFA než PUFA. Významný vztah byl jen k laktóze (-0,252;  $P < 0,05$ ). Vztahy hypercholesterolemických MK (HCFA, pro zdraví méně výhodné; 45,96 %) k mléčným ukazatelům byly jen sporadicky významné: L (0,281;  $P < 0,05$ ); SH (-0,319;  $P < 0,05$ ); JSH (0,374;  $P < 0,01$ ). Vyšší zastoupení HCFA bylo spojeno s vyšší laktózou a možná vyšší dojivostí s intenzivnější výživou dojníc podle pravidel variability L. Vztahy konjugované kyseliny linolové (CLA; pro zdraví výrazně prospěšná; 0,68 %) k mléčným ukazatelům byly: T (0,379;  $P < 0,01$ ); L (-0,542;  $P < 0,001$ ); AL (0,266;  $P < 0,05$ ); KV (0,411;  $P < 0,01$ ); Strepto (0,260;  $P < 0,05$ ); StreptoLacto (0,270;  $P < 0,05$ ). Vyšší hladiny CLA byly tak spojeny s vyšším obsahem tuku, nižším obsahem laktózy, nižší alkoholovou stabilitou, nižším počtem streptokoků v jogurtu a s nižším poměrem streptokoků k laktobacilům v jogurtu. Zejména u laktózy lze vysvětlit 29,32 % variability CLA variabilitou mléčného cukru. Zvýšení obsahu laktózy o 0,1 % pak odpovídá poklesu v zastoupení CLA v mléčném tuku o 0,71 %. Vztahy nejvýznamnější nasycené a nenasycené MK C16:0 a C18:1 (palmitová a olejová, 31,52 a 25,32 %) k mléčným ukazatelům nebyly významné. Významné vztahy MK s krátkým řetězcem (SCFA, 9,16 %) k mléčným ukazatelům byly: L (0,425;  $P < 0,01$ ); pevnost sýřeniny (PEV, 0,361;  $P < 0,01$ ); JSH (0,460;  $P < 0,01$ ). Významné vztahy MK se středním řetězcem (MCFA, 53,36 %) k mléčným ukazatelům byly: SH (0,426;  $P < 0,01$ ); KV (0,271;  $P < 0,05$ ); JSH (0,448;  $P < 0,01$ ); Strepto (0,250;  $P < 0,05$ ); log CPMUK (0,251;  $P < 0,05$ ). Významné vztahy MK s dlouhým řetězcem (LCFA, 37,44 %) k mléčným ukazatelům byly: L (-0,280;  $P < 0,05$ ); SH (0,410;  $P < 0,01$ ); KV (0,266;  $P < 0,05$ ); JSH (-0,492;  $P < 0,001$ ); Strepto (0,257;  $P < 0,05$ ); CPMUK (0,254;  $P < 0,05$ ). Ukázaly se záporné korelační vztahy mezi zastoupením nenasycených mastných kyselin (MUFA, ale zejména PUFA a USFA) a CLA v mléčném tuku a koncentrací laktózy. Existuje však také pozitivní korelační vztah laktózy k dojivosti a negativní k PSB. Lze proto vyvozovat, že korelace nenasycených MK k laktóze mohou být rovněž nepřímě vztaženy k výši mléčné užitkovosti. Dříve bylo vyšší zastoupení MUFA, PUFA a CLA v mléčném tuku pozorováno souběžně s nižší dojivostí u obou dojených plemen v České republice. Nižší dojivost uvnitř plemen pak ukazovala na nižší koncentraci živin v krmné dávce. Nižší úroveň výživy stád dojníc také ukazovala na často vyšší zastoupení živin pocházejících ze sušiny objemných krmiv než koncentrátů. To je určitá cesta k žádoucímu zvýšení podílu zdravotně prospěšných MK v mléčném tuku. Uvedené pravděpodobně potvrzuje opačnou tendenci korelační index se souběžným zvýšením SAFA a laktózy. Pokud jde o délku řetězce MK, jestliže uvažujeme kladnou korelaci laktózy k

dojivosti, nižší laktóza a dojivost (v důsledku buď nižší genetické prošlechtěnosti zvířat nebo méně efektivní výživy nebo pro vyšší rozšíření poruch sekrece mléka) zvyšují podíl MK s dlouhým a snižují zastoupení MK s krátkým řetězcem. S růstem L klesalo zastoupení PUFA a CLA, zároveň se mírně zlepšily některé technologické vlastnosti mléka, alkoholová stabilita a jogurtová fermentace. Případná snaha o zvýšení koncentrace zdraví prospěšných MK v mléčném tuku krav (prostřednictvím cílených chovatelských, většinou dietetických opatření) by mohla vést také k mírnému zhoršení technologických vlastností.

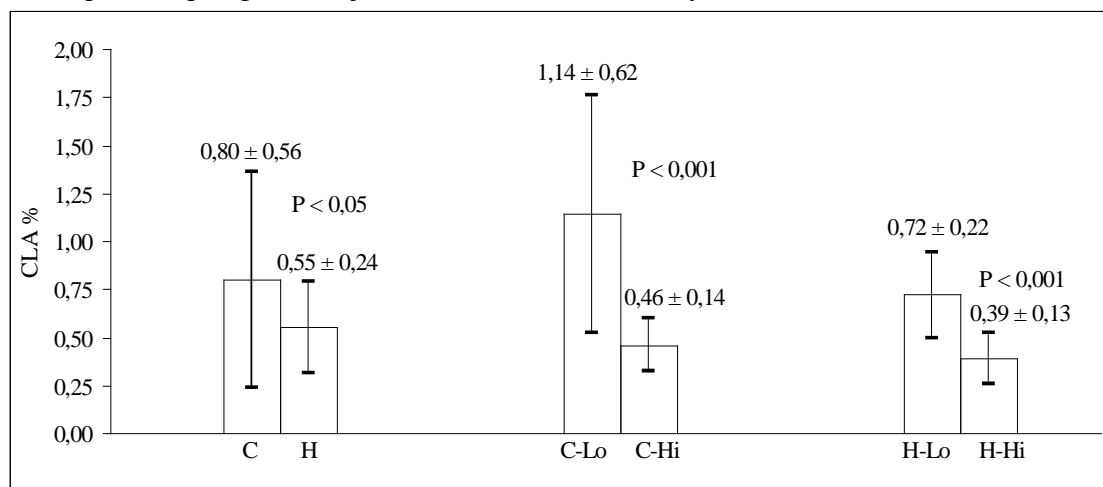
Syrové mléko tedy ovlivňuje podstatně kvalitu a biologicko-nutriční hodnotu mléčných potravin. Profil mastných kyselin (MK) jako základ struktury tuku syrového mléka je důležitým faktorem biologické hodnoty mléčných potravin a ovlivňuje výživu lidské populace. Cílem další práce (Hanuš et al., 2008) bylo rozšířit znalosti o současném profilu MK tuku kravského mléka jako potravinové suroviny po období výrazných změn v chovu dojnic a o možných dopadech některých chovatelských vlivů na tento profil MK. 64 bazénových vzorků mléka (BMS) bylo získáno dvakrát v zimní a letní sezóně od 8 stád dojnic během 2 roků. 4 stáda byla s kravami plemene české strakaté (CF) a 4 plemene holštýn (H). Krávy byly dojeny dvakrát denně. Také byla zaznamenána mléčná užitkovost. Obsah tuku byl lehce vyšší u plemene CF (3,90 > 3,78%;  $P > 0,05$ ). U obou plemen byl tuk nižší při vyšší mléčné užitkovosti (CF 3,66 < 4,14%,  $P < 0,05$ ; H 3,65 < 3,90%,  $P > 0,05$ ). Pomocí metody plynové chromatografie s hmotnostní spektroskopií byly vyšetřeny MK včetně konjugované kyseliny linolové (CLA). Výsledky profilu mastných kyselin (Tab. 2; Obr. 1) byly vyjádřeny jako nasycené MK (SAFA) a nenasycené MK (USFA). SAFA, USFA a CLA jsou jak známo ve vztahu ke zdravotnímu stavu konzumentů, SAFA negativním a USFA a CLA pozitivním způsobem. Byly vyšetřeny nevýznamné rozdíly ( $P > 0,05$ ) mezi plemeny CF a H: SAFA 63,97 < 65,80%; USFA 34,62 > 32,87%. Rozdíl u CLA byl zřetelný 0,80 > 0,55% ( $P < 0,05$ ). Vliv mléčné užitkovosti (nízká (Lo) : vysoká (Hi)) na CLA byl uvnitř plemen zjevný ( $P < 0,001$ ): CF 1,14 > 0,46%; H 0,72 > 0,39%. Vysoká mléčná užitkovost obecně snižovala obsah CLA mléčného tuku. Další skupiny mastných kyselin nebyly mléčnou užitkovostí ovlivněny ( $P > 0,05$ ) vyjma PUFA u CF 4,99 > 4,12% ( $P < 0,05$ ). Pastva byla spojena pravidelně s nižší mléčnou užitkovostí plemen.

Tab. 2 Průměrné hodnoty (v %) a variabilita složení mléčného tuku podle plemene a mléčné užitkovosti.

Profil MK	CF	H	CF-H	CF Lo	CF Hi	Lo-Hi	H Lo	H Hi	Lo-Hi
	% x±sd	% x±sd	sign.	% x±sd	% x±sd	sign.	% x±sd	% x±sd	sign.
SAFA	63,97±4,13	65,80±4,97	ns	62,57±5,43	65,37±1,25	ns	64,39±3,54	67,21±5,85	ns
MUFA	30,06±3,45	28,62±4,71	ns	31,10±4,39	29,02±1,73	ns	29,81±2,96	27,42±5,87	ns
PUFA	4,56±1,10	4,25±0,82	ns	4,99±1,30	4,12±0,63	*	4,50±0,64	4,00±0,92	ns
USFA	34,62±4,26	32,87±4,66	ns	36,10±5,38	33,14±1,96	ns	34,31±3,16	31,42±5,51	ns
CLA	0,80±0,56	0,55±0,24	*	1,14±0,62	0,46±0,14	***	0,72±0,22	0,39±0,13	***
laurová	3,44±0,92	3,19±0,83	ns	2,94±0,78	3,93±0,77	**	2,87±0,89	3,52±0,63	*
myristová	11,33±1,88	10,92±1,29	ns	10,48±1,86	12,18±1,53	*	10,66±1,10	11,18±1,45	ns
palmitová	29,98±2,62	33,06±4,10	***	30,08±3,16	29,88±2,04	ns	31,96±3,76	34,16±4,24	ns
stearová	6,76±3,58	6,84±3,71	ns	6,99±3,56	6,54±3,71	ns	7,29±3,63	6,40±3,86	ns
myristoolejová	0,84±0,16	0,90±0,15	ns	0,81±0,17	0,88±0,16	ns	0,86±0,15	0,95±0,15	ns
olejová	26,15±3,46	24,50±4,97	ns	27,12±4,38	25,18±1,89	ns	25,87±3,11	23,13±6,12	ns
palmitoolejová	1,76±0,23	1,91±0,34	*	1,83±0,25	1,70±0,21	ns	1,79±0,28	2,03±0,35	*
linolová	2,14±0,44	2,44±0,53	*	1,95±0,41	2,32±0,39	*	2,42±0,45	2,45±0,62	ns

(Statistická významnost = sign.: ns =  $P > 0,05$ ; \* =  $P \leq 0,05$ ; \*\* =  $P \leq 0,01$ ; \*\*\* =  $P \leq 0,001$ . CF = české strakaté; H = holštýn; Hi = vysoká mléčná užitkovost; Lo = nízká mléčná užitkovost; x = aritmetický průměr; sd = směrodatná odchylka)

Obr. 1 Koncentrace CLA v mléčném tuku krav plemen české strakaté (C) a holštýn (H) a uvnitř plemen pak podle dojitosti (Lo = nízká, Hi = vysoká).



Zejména podíl nenasycených mastných kyselin a CLA (konjugovaná kyselina linolová) je významný pro možné spotřebitelské zdravotní benefity (Samková et al., 2012). Vedle výživy dojnic se uplatňují na profil mastných kyselin mléčného tuku i vlivy genetické (plemeno). V porovnání dvou plemenných skupin individuálních vzorků mléka (české strakaté,  $n = 78$ ; holštýnské,  $n = 86$ ) byl zjištěn rozdíl v zastoupení kyseliny laurové ( $C_{12:0}$ ;  $4,69 > 4,42$  %) a palmitové ( $C_{16:0}$ ;  $32,75 < 34,1$  %;  $P < 0,05$ ). Nebyly nalezeny významné rozdíly u kyselin  $C_{18}$ . Zajímavý rozdíl (blízký statistické významnosti) byl nalezen pro zastoupení zdravotně žádoucí CLA ( $0,42 > 0,38$  %). V některých našich dřívějších výsledcích byl tento rozdíl ve stejném trendu i vyšší. Zmiňované závislosti ukazují, že využití selekce pro žádoucí změny složení profilu mastných kyselin mléčného tuku by možné bylo. Široká variabilita ve spektru mastných kyselin mezi plemeny i v rámci individuality dojnic dávají prostor pro změny složení mléčného tuku. Tyto znalosti je možné využít při výrobě mléčných produktů se

specifickým zastoupením mastných kyselin s ohledem na konkrétní požadavky. Na menších farmách dojnic, zejména v systému low input nebo na ekologických farmách (s přímým prodejem mléka nebo produktů) tak existuje reálná možnost cílené produkce mléka s „garantovaným“ (vysoce pravděpodobně) pozitivně pozměněným profilem mastných kyselin mléčného tuku s ohledem na spotřebitelské zdravotní benefity právě cíleným výběrem nejen plemene, ale i vhodných jedinců za potřebné souběžné modifikace krmných postupů.

Tab. 3 Zastoupení vybraných mastných kyselin (%) v mléčném tuku dojnic českého strakatého (C) a holštýnského skotu (H).

	C (n=78)				H (n=86)				P
	x	s <sub>x</sub>	min	max	x	s <sub>x</sub>	min	max	
C12:0	4,69	0,70	2,92	6,37	4,42	0,79	2,01	6,25	0,0388
C14:0	14,11	1,30	10,41	17,12	13,73	1,52	7,94	17,82	0,1598
C16:0	32,75	2,82	25,74	40,93	34,10	3,87	26,57	44,04	0,0213
C18:0	6,74	1,41	3,13	11,99	6,66	1,81	2,88	12,66	0,7723
C18:1	20,63	2,93	14,74	29,10	20,24	3,48	12,55	36,60	0,5580
C18:2n-6	1,62	0,34	0,73	3,30	1,60	0,29	0,88	2,18	0,8356
C18:3n-3	0,38	0,11	0,16	0,90	0,37	0,09	0,22	0,62	0,6293
CLA	0,42	0,13	0,14	0,78	0,38	0,13	0,09	0,67	0,1178

CLA: konjugovaná kyselina linolová

Ve dvou chovatelských oblastech bylo v 7 chovech pasených dojnic odebráno 31 bazénových vzorků mléka (Samková et al., 2011 a). V jeho tuku bylo metodou plynové chromatografie stanoveno zastoupení zdravotně významných mastných kyselin a jejich skupin. Obsahy konjugované kyseliny linolové (CLA) se pohybovaly v rozmezí od 0,73 – 1,93 %, obsahy mononenasyčených mastných kyselin od 29,5 – 35,5 % a poměry polynenasycených mastných kyselin n-3 : n-6 byly 1 : 1,84 až 1 : 4,2. Obsahy ve vzorcích z jednotlivých chovů se významně lišily, zatímco rozdíly mezi chovatelskými oblastmi byly neprůkazné.

Celoroční sledování složení mléčného tuku (Tab. 4) v odebraných 62 bazénových vzorcích mléka v 7 chovech pasených dojnic potvrdilo, že pastva má zlepšující účinky na složení mléčného tuku (Samková et al., 2011 b; Tab. 5). Ty se projevíly průkazným zvýšením obsahu mastných kyselin příznivě ovlivňujících zdravotní stav. Zjištěný průměrný obsah konjugované kyseliny linolové (CLA) 0,78 % v zimním období se při pastvě průkazně zvýšil na 1,08 %. Podobně se průkazně zvýšil také obsah polynenasycených mastných kyselin (PUFA) zahrnujících mimo jiné esenciální mastné kyseliny linolovou a linolenovou ze 4,41 % na 4,95 % a mononenasyčených mastných kyselin (MUFA) z 27,69 % na 31,87 %. Obsah nasycených mastných kyselin (SAFA) se při pastvě průkazně snížil z 64,75 % na 59,85 %.

Tab. 2 Přehled identifikovaných mastných kyselin v jednotlivých skupinách.

Skupina	Zkratka	Počet	Mastné kyseliny
nasycené	SAFA	15	C <sub>4:0</sub> ; C <sub>6:0</sub> ; C <sub>8:0</sub> ; C <sub>10:0</sub> ; C <sub>11:0</sub> ; C <sub>12:0</sub> ; C <sub>13:0</sub> ; C <sub>14:0</sub> ; C <sub>15:0</sub> ; C <sub>16:0</sub> ; C <sub>17:0</sub> ; C <sub>18:0</sub> ; C <sub>20:0</sub> ; C <sub>22:0</sub> ; C <sub>24:0</sub> ;
nenasycené	UFA	17	MUFA + PUFA
monoenové	MUFA	7	C <sub>10:1</sub> ; C <sub>12:1</sub> ; C <sub>14:1</sub> ; C <sub>16:1</sub> ; C <sub>17:1</sub> ; C <sub>18:1</sub> ; C <sub>20:1</sub> ;
polyenové	PUFA	10	C <sub>18:2n6</sub> ; C <sub>18:3n6</sub> ; C <sub>18:3n3</sub> ; CLA; C <sub>20:2n9</sub> ; C <sub>20:3n6</sub> ; C <sub>20:4n6</sub> ; C <sub>20:4n3</sub> ; C <sub>20:5n3</sub> ; C <sub>22:5n3</sub> ;
<C16 „de novo“	<C16	16	C <sub>4:0</sub> ; C <sub>6:0</sub> ; C <sub>8:0</sub> ; C <sub>10:0</sub> ; C <sub>10:1</sub> ; C <sub>11:0</sub> ; C <sub>12:0</sub> ; C <sub>12:1</sub> ; C <sub>13:0i</sub> ; C <sub>13:0</sub> ; C <sub>14:0i</sub> ; C <sub>14:0</sub> ; C <sub>14:1</sub> ; C <sub>15:0i</sub> ; C <sub>15:0ai</sub> ; C <sub>15:0</sub> ;
C16	C16	3	C <sub>16:0i</sub> ; C <sub>16:0</sub> ; C <sub>16:1</sub> ;
>C16	>C16	20	C <sub>17:0i</sub> ; C <sub>17:0ai</sub> ; C <sub>17:0</sub> ; C <sub>17:1</sub> ; C <sub>18:0</sub> ; C <sub>18:1</sub> ; C <sub>18:2n6</sub> ; C <sub>18:3n6</sub> ; C <sub>18:3n3</sub> ; CLA; C <sub>20:0</sub> ; C <sub>20:1</sub> ; C <sub>20:2n9</sub> ; C <sub>20:3n6</sub> ; C <sub>20:4n6</sub> ; C <sub>20:4n3</sub> ; C <sub>20:5n3</sub> ; C <sub>22:0</sub> ; C <sub>22:5n3</sub> ; C <sub>24:0</sub> ;

CLA = směs isomerů konjugované kyseliny linolové ( $\Delta^{9,11}$  cis-, trans-;  $\Delta^{9,11}$  trans-, cis-18:2)

Tab. 3 Zastoupení CLA a vybraných skupin mastných kyselin (% ze všech zjištěných mastných kyselin) v mléčném tuku bazénových vzorků syrového kravského mléka během stájového (zimního) a pastevního (letního) období.

	jihozápadní Čechy (n=30)				severozápadní Morava (n=32)				P	
	Zimní		Letní		Zimní		Letní			
	$\bar{x}$	$s_x$	$\bar{x}$	$s_x$	$\bar{x}$	$s_x$	$\bar{x}$	$s_x$	oblast	sezóna
CLA	0,8 <sup>a</sup>	0,3	1,1 <sup>b</sup>	0,3	0,8 <sup>a</sup>	0,4	1,1 <sup>b</sup>	0,6	0,9719	0,0044
SAFA <sup>2</sup>	64,8 <sup>a</sup>	4,3	59,8 <sup>b</sup>	3,0	64,7 <sup>a</sup>	4,4	59,9 <sup>b</sup>	4,2	0,9832	0,0000
UFA	31,9 <sup>a</sup>	4,3	36,5 <sup>b</sup>	3,1	32,2 <sup>a</sup>	3,6	37,1 <sup>b</sup>	3,9	0,7156	0,0000
MUFA	27,4 <sup>a</sup>	4,1	31,4 <sup>b</sup>	2,8	27,9 <sup>a</sup>	3,0	32,3 <sup>b</sup>	3,1	0,4867	0,0000
PUFA	4,5 <sup>a</sup>	0,5	5,1 <sup>b</sup>	0,4	4,3 <sup>a</sup>	0,7	4,8 <sup>b</sup>	1,2	0,1847	0,0084
<C16	24,5 <sup>ab</sup>	2,6	22,4 <sup>a</sup>	2,9	26,4 <sup>b</sup>	4,5	24,4 <sup>ab</sup>	3,0	0,0316	0,0206
C16	32,0 <sup>a</sup>	4,2	27,2 <sup>b</sup>	1,8	34,1 <sup>a</sup>	2,9	32,1 <sup>a</sup>	4,0	0,0005	0,0009
>C16	37,9 <sup>a</sup>	5,5	43,1 <sup>b</sup>	3,2	38,1 <sup>a</sup>	6,0	42,3 <sup>b</sup>	5,0	0,8311	0,0005

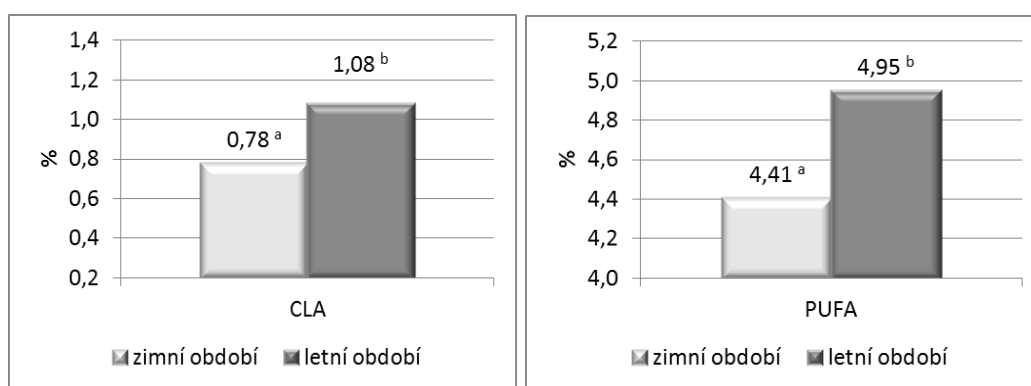
$\bar{x}$  = aritmetický průměr;  $s_x$  = směrodatná odchylka; p = hladina statistické významnosti; <sup>a, b</sup> = odlišné indexy v řádce značí statistickou významnost na příslušné hladině p;

CLA = konjugovaná linolová kyselina; SAFA = nasycené mastné kyseliny; UFA = nenasyčené mastné kyseliny; MUFA = mononenasyčené mastné kyseliny; PUFA = polynenasycené mastné kyseliny; <C16 = mastné kyseliny s počtem uhlíků do 15; C16 = mastné kyseliny s počtem uhlíků 16; >C16 = mastné kyseliny s počtem uhlíků nad 16.

Hodnocením výsledků chromatografické analýzy 62 bazénových vzorků mléka odebíraných v průběhu jednoho roku v 7 chovech pasených dojnic bylo zjištěno (Samková et al., 2011 b), že v období pastvy se v mléčném tuku zvyšuje obsah esenciálních mastných kyselin a kyselin s prokázanými preventivními účinky ve vztahu k vývoji kardiovaskulárních chorob a rakoviny. Průměrný obsah CLA (v zimním období 0,78 %) se při pastvě průkazně zvýšil na

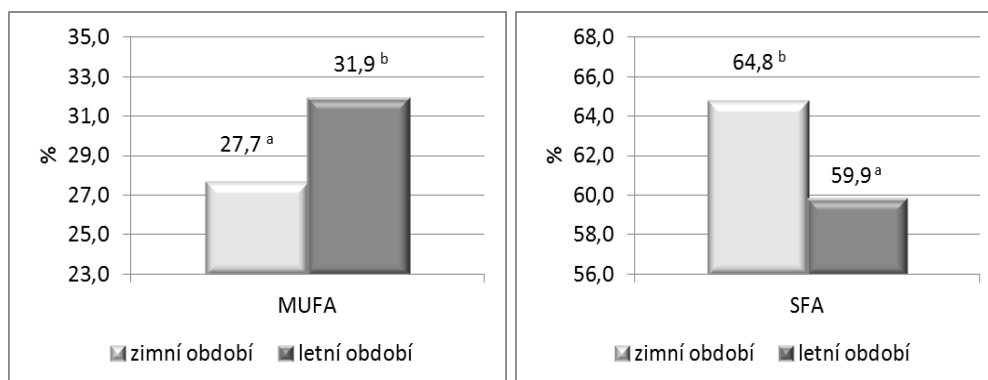
1,08 % (Obr. 2). Podobně došlo také k průkaznému zvýšení obsahu kyselin skupiny MUFA z 27,69 % na 31,87 % a skupiny PUFA ze 4,41 % na 4,95 %. Současně došlo k průkaznému poklesu mastných kyselin skupiny SAFA (SFA) z 64,75 % na 59,85 % (Obr. 3). Variabilita zjištěných hodnot obsahů mastných kyselin a jejich skupin v souboru sledovaných chovů naznačuje, že při efektivním využití účinků faktoru pastvy bude možné docílit vyšších průměrných hodnot. Při pokračování výzkumu by se pozornost měla proto zaměřit na studium změn složení mléčného tuku v závislostech na změnách kvality a botanického složení pastevních porostů. Získané znalosti v tomto ohledu by pak dovolily provést komplexní a objektivní hodnocení uplatnění pastvy v uvažovaných projektech zaměřených na optimalizaci složení mléčného tuku a produkci odlišně oceňovaného druhu mléka.

Obr. 2: Průměrné zastoupení CLA a PUFA (obě chovatelské oblasti; % ze všech zjištěných mastných kyselin) v mléčném tuku bazénových vzorků syrového kravského mléka během stájového (zimního) a pastevního (letního) období.



CLA = konjugovaná linolová kyselina; PUFA = polynenasycené mastné kyseliny; <sup>a, b</sup> = odlišné indexy značí statistickou významnost na hladině  $P < 0,01$

Obr. 3 Průměrné zastoupení MUFA a SFA (SAFA, obě chovatelské oblasti; % ze všech zjištěných mastných kyselin) v mléčném tuku bazénových vzorků syrového kravského mléka během stájového (zimního) a pastevního (letního) období.



MUFA = mononenasycené mastné kyseliny; SFA (SAFA) = nasycené mastné kyseliny; <sup>a, b</sup> = odlišné indexy značí statistickou významnost na hladině  $P < 0,001$

Variabilita obsahů významných mastných kyselin mléčného tuku a jejich skupin byla zjišťována v individuálních ( $n=72$ ) a bazénových ( $n=30$ ) vzorcích mléka odebraných v průběhu roku v provozních podmínkách mléčných farem od dojníc českého strakatého a

holštýnského skotu (Samková et al., 2010). Individuální vzorky byly odebrány v dubnu a červenci z farmy, kde byla ve výživě dojníc uplatňována tzv. monodieta. Bazénové vzorky byly odebrány ze tří farem v podhorské a horské oblasti, kde byla v letním období využívána pastva. Byl potvrzen předpoklad, že variabilita obsahů mastných kyselin i jejich skupin je v individuálních vzorcích vyšší než ve vzorcích bazénových. Současně bylo zjištěno, že variabilita v obsazích mastných kyselin s delším uhlíkovým řetězcem ( $>C_{18}$ ) je vyšší v porovnání s variabilitou obsahů mastných kyselin s nižším počtem uhlíků v řetězci. Na farmě, kde byla uplatněna monodieta, nebyly zjištěny rozdíly v obsazích mastných kyselin a jejich skupin mezi zimním a letním obdobím, zatímco na farmách, které využívají pastvu byly rozdíly statisticky významné. Výrazné rozdíly byly zjištěny zejména v obsazích zdravotně významných hypercholesterolemických mastných kyselin (43,8 %, resp. 37 %,  $P<0,001$ ), polynenasycených (4,6 %, resp. 5,2 %;  $P<0,001$ ) a konjugované linolové kyseliny (0,8 %, resp. 1,1 %;  $P<0,01$ ). Ze zjištěných poznatků vyplývá, že v podhorských oblastech v období pastvy mléčný tuk hlavních dojených plemen v České republice má z hlediska zdravotního výrazně vhodnější složení než mléčný tuk dojníc krmených celoročně konzervovanými krmivy. Nabízí se proto i otázka, zda takový tuk jako surovina pro další technologické zpracování by nemohl být zdrojem inovačních možností v mlékárenském průmyslu.

Vyrovnané skupině 10 dojníc českého strakatého skotu ve střední části laktace byla zkrmována krmná dávka s převládajícím zastoupením travní siláže a krmná dávka s převládajícím zastoupením kukuřičné siláže (Samková et al., 2009). Spektra mastných kyselin mléčného tuku dojníc se odlišovala. Obsahy jednotlivých nasycených mastných kyselin se sudým počtem uhlíků do C14:0 byly při zkrmování krmné dávky s převahou kukuřičné siláže statisticky neprůkazné a obsah C16:0 statisticky průkazně ( $P<0,05$ ) vyšší. Obsahy jednotlivých polynenasycených mastných kyselin byly při zkrmování krmné dávky s převládajícím zastoupením travní siláže průkazně (s výjimkou C18:2n6) vyšší. Celkový obsah nasycených mastných kyselin byl při zkrmování krmné dávky s převládajícím zastoupením kukuřičné siláže vyšší a průkazně se lišil od hodnoty zjištěné při aplikaci krmné dávky založené na travní siláži (67,60; 62,93 %;  $P<0,05$ ). Celkový obsah polynenasycených mastných kyselin byl průkazně nižší (3,56; 4,74 %;  $P<0,001$ ). Při zkrmování krmné dávky s převládajícím obsahem travní siláže byl celkový obsah hypercholesterolemických mastných kyselin C12:0, C14:0 a C16:0 průkazně nižší v porovnání s celkovým obsahem zjištěným po zkrmování krmné dávky s vysokým podílem kukuřičné siláže (44,98 a 49,38 %;  $P<0,05$ ). Průkazně se lišily také hodnoty aterogenního indexu mléčného tuku (2,44 a 3,03;  $P<0,05$ ). Zjištěné výsledky mohou být využity v procesu optimalizace složení mléčného tuku dojníc.

Individuální rozdíly v obsazích hypercholesterolemických mastných kyselin - C12:0, C14:0 a C16:0 a v hodnotách aterogenního indexu v mléčném tuku jsme sledovali ve skupině 46 stejně krmených dojníc českého strakatého skotu a zjistili následující hodnoty (průměr, rozpětí a variační koeficient): C12:0 (3,5 %, 1,7 – 5,0 %; 19,9 %), C14:0 (11,9 %; 7,4 – 14,9 %; 13,6 %), C16:0 (27,7 %; 24,8 – 31,0 %; 5,6 %), aterogenní index (2,1; 1,3 – 2,9; 17,8 %). Z těchto hodnot a z provedených analýz četností výskytu hodnot hypercholesterolemických mastných kyselin a aterogenního indexu vyplývá možnost využití individuálních rozdílů u dojníc při optimalizaci složení mléčného tuku v surovině určené pro speciální mléčné výrobky zdravé výživy (Pešek et al., 2009 b).

Na třech horských podnicích zaměřených na produkci mléka byl sledován obsah mastných kyselin v tuku u bazénových vzorků syrového kravského mléka (Frelich et al., 2009). Vzorky byly odebrány v období stájového krmení travní siláží (listopad – duben) a v období sezónní pastvy (květen – říjen). Celkem bylo ve vzorcích identifikováno 50 mastných kyselin. Variabilita

v obsahu mastných kyselin byla vyhodnocena dvoucestnou analýzou variance (ANOVA) s faktory podnik a období odběru. Významné rozdíly v obsahu mastných kyselin mezi podniky byly zjištěny u pěti mastných kyselin, které tvořily 30,40 g/100 g všech mastných kyselin ( $P < 0,01$ ). Významné rozdíly mezi obdobími odběru byly zjištěny u 16 mastných kyselin, které tvořily průměrně 63,86 g/100 g všech mastných kyselin ( $P < 0,01$ ). Obsah mastných kyselin s dlouhým uhlíkovým řetězcem ( $> C16$ ) a mastných kyselin s jednou nebo více dvojnými vazbami byl vyšší během pastevní sezóny (49,22; 31,69 a 4,69 g/100 g) než během období ustájení (42,25; 27,55 a 4,15 g/100 g;  $P < 0,01$ ). Také obsah konjugované kyseliny linolové (CLA) byl vyšší během pastevní sezóny (1,09 g/100 g) než v období ustájení (0,74 g/100 g;  $P < 0,01$ ). Obsah mastných kyselin s 12 až 16 uhlíky a nasycených mastných kyselin byl vyšší během období ustájení (48,91 a 67,16 g/100 g) než v pastevním období (41,31 a 62,16 g/100 g). Uvedené výsledky ukázaly, že pastva měla pozitivní vliv na zastoupení mastných kyselin v mléčném tuku z hlediska jeho potenciálního dopadu na zdraví konzumentů.

Složení tuku bazénového mléka podle mastných kyselin (MK) bylo zkoušeno na farmách aplikujících sezónní pastvu nebo celoroční stájové krmení siláže (pastva nebo stájový krmný systém). Sezónní variance v zastoupení hlavních mastných kyselin bylo zkoušeno v relaci k vlivu na farmě s oběma krmnými systémy (Frelich et al., 2012). Poměr mono- a polynenasycených k nasyceným mastným kyselinám (MUFA/SAFA, PUFA/SAFA), polynenasycených k mononenasyceným mastným kyselinám (PUFA/MUFA) a n-6 k n-3 PUFA (n-6/n-3), tzn. zdravotní ukazatele s ohledem na spotřebitele, byly také zahrnuty do analýzy. Vyšší variabilita ve složení mastných kyselin byla nalezena u pasených stád než u stád při celoroční stájové výživě. U pasených stád byly nalezeny sezónní změny u 90 g/100 g celkových mastných kyselin ( $P < 0,05$ ) a rozdíly mezi farmami byly nalezeny u 82 g/100 g celkových mastných kyselin. S výjimkou myristové kyseliny (C14:0) nepůsobil vliv sezóny s vlivem farmy u žádné z hodnocených mastných kyselin nebo zdravotních ukazatelů ( $P > 0,05$ ). Pouze 14 g/100 g celkových mastných kyselin bylo ovlivněno sezónními a faremními vlivy u celoročně stájově krmných stád ( $P < 0,05$ ). Sezónní změny v MUFA/SAFA, PUFA/SAFA, PUFA/MUFA a n-6/n-3 u pasených stád naznačily zdravější mléko v letním období než v zimní sezóně. Žádné významné změny těchto zdravotních ukazatelů nebyly nalezeny u celoročně stájově krmných krav ( $P < 0,05$ ). Sezónní změna mezi krmnou dávkou založenou na travní siláži a čerstvém lučním porostu byla potvrzena jako hlavní faktor ovlivňující sezónní variance složení mléčného tuku (mastných kyselin) na sledovaných farmách.

Volšická (2011) v diplomové práci k projektu QH 81210 uvedla, že z hlediska nutričního je mléčný tuk skotu negativně hodnocen s ohledem na vztah mezi SAFA a vývojem nemocí oběhového systému, a proto je změna složení mléčného tuku dlouhodobým záměrem výzkumu. Práce se zabývá složením mléčného tuku a zastoupením mastných kyselin v mléčném tuku skotu. Dále se věnuje faktorům, které ovlivňují zastoupení mastných kyselin v mléčném tuku – zejména vlivu krmné dávky. Ve výsledcích je zmíněn i jeden z biologických faktorů – vliv plemene. Zastoupení mastných kyselin v mléčném tuku lze poměrně snadno ovlivnit složením krmné dávky. Dojnicím českého strakatého a holštýnského plemene byly podávány 2 krmné dávky. Při zkrmování čerstvé píce (vojtěška setá), která byla přidávkem ke konzervovanému krmivu v krmné dávce 1 (KD 1) byly zjištěny průkazně vyšší obsahy  $C_{18:2n6}$  (1,80 a 1,53 %;  $P < 0,001$ ), ALA (0,52 a 0,32 %;  $P < 0,001$ ), CLA (0,41 a 0,36 %;  $P < 0,001$ ) a PUFA (3,66 a 2,95 %;  $P < 0,05$ ) ve srovnání se zkrmováním krmné dávky 2 (KD2), která obsahovala pouze konzervovaná krmiva. Pozitivní vliv přídatku čerstvé píce do krmné dávky byl zjištěn u českého strakatého i holštýnského plemene. Specifickou předností mléčného tuku přežvýkavců je obsah konjugované kyseliny linolové (CLA), která má řadu příznivých fyziologických účinků. Za stěžejní jsou nyní považovány antiaterogenní a

antikarcinogenní vlivy. I když píce obsahuje poměrně nízké množství lipidů, je nejlevnějším a vesměs hlavním zdrojem UFA v krmných dávkách skotu, které jsou prospěšné z hlediska lidského zdraví. Vliv českého strakatého a holštýnského plemene na zastoupení mastných kyselin byl statisticky průkazný u obsahů  $C_{16:0}$  (31,38 a 33,78 %;  $P < 0,001$ ),  $C_{18:1}$  (22,05 a 20,67 %;  $P < 0,05$ ), CLA (0,44 a 0,33 %;  $P < 0,001$ ), SAFA (68,16 a 69,77 %;  $P < 0,05$ ) a PUFA (3,48 a 3,12 %;  $P < 0,001$ ). Výsledky ukázaly, že mléčný tuk od dojnic krmených čerstvou pící měl vyšší obsah PUFA, zejména esenciálních mastných kyselin ( $C_{18:2n6}$  a ALA) a CLA než mléčný tuk dojnic krmených pouze siláží. Zjištěné výsledky mohou být využity k pozitivním změnám ve složení mléčného tuku dojnic.

Hanzlíková (2012) v diplomové práci k projektu QH 81210 uvedla, že mléčný tuk je v dnešní době konzumenty spíše negativně hodnocen pro vysoký obsah SAFA, z nichž některé mastné kyseliny mají vliv na vývoj nemocí oběhových soustav (např. infarkt myokardu nebo mozková mrtvice). Snížení obsahu SAFA v mléčném tuku různými faktory je předmětem mnoha výzkumů. Tématem práce bylo složení mléčného tuku v závislosti na pořadí laktace, které patří mezi faktory biologické. Postupně jsem se v této práci zabývala složením mléčného tuku, zastoupením mastných kyselin a faktory, které ovlivňují zastoupení mastných kyselin v mléčném tuku. Práce byla zaměřena zejména na dojnice plemene české strakaté a holštýnské. Přesto, že holštýnské plemeno má větší užitkovost (22,5 kg) v porovnání s českým strakatým plemenem (18,7 kg), obsahy hlavních složek mléka (tuku a bílkovin) mělo plemeno české strakaté vyšší (4,34 % a 3,57 %) oproti plemeni holštýnskému (4,20 % a 3,40 %). Vliv pořadí laktace na denní dojivost u českého strakatého a holštýnského plemene je nesporný a byl statisticky průkazný ( $P < 0,05$ ). U obsahu složek mléka byla prokázána statistická významnost pouze u obsahů laktózy ( $P < 0,05$ ). Mnoho autorů hodnotí mléčný tuk podle poměru mezi SAFA a UFA. Práce prokázala u českého strakatého a holštýnského plemene, že poměr SAFA a UFA je nejnižší u dojnic na první laktaci (2,23 a 2,35) v porovnání s dojnicemi na druhé a vyšší laktaci (2,49 a 2,54). Vliv pořadí laktace na index nasycenosti byl prokázán statisticky významný ( $P < 0,05$ ) a u českého strakatého plemene dokonce statisticky velmi významný ( $p < 0,001$ ). Mléko prvotetek obsahuje více UFA a je tak zdravotně příznivější, než mléko dojnic na druhé a vyšších laktacích. Z výsledků je také zřejmé, že mléko českého strakatého plemene obsahuje méně SAFA než plemeno holštýnské, což se potvrdilo i na základě individuálních mastných kyselin  $C_{16:0}$  a  $C_{18:1}$ . Při zaměření na vybrané skupiny mastných kyselin se prokázaly rozdíly především v rozdělení mastných kyselin podle počtu uhlíků, nikoliv podle dvojných vazeb. LCFA u prvotetek je ve vyšším zastoupení (35,31 % a 33,71 %) než u dojnic na druhé a vyšší laktaci (32,31% a 31,07%). Vliv pořadí laktace na zastoupení LCFA byl prokázán statisticky velmi významný u českého strakatého plemene ( $P < 0,001$ ) a u holštýnského plemene statisticky významný ( $P < 0,05$ ). U mastných kyselin do počtu uhlíků 15 byl zjištěn naopak vysoký podíl u dojnic na druhé a vyšších laktací (31,25 % a 30,90 %) v porovnání s prvotelkami (29,62 % a 29,41 %) a vliv pořadí laktace se prokázal jako statisticky významný ( $P < 0,05$ ). Dle statistických analýz byl prokázán větší vliv pořadí laktace na složení mléčného tuku u českého strakatého plemene.

Koncentrace volných mastných kyselin (VMK) v mléčném tuku je ukazatelem výživy dojnic, namáhání mléka, jeho bakteriální kontaminace a kvality skladování (Hanuš et al., 2008). Vysoké koncentrace VMK v důsledku lipolýzy mohou poškodit kvalitativní vlastnosti mléčných výrobků. Proto je obsah VMK se zvýšením výkonu moderních analytických metod zaváděn jako kvalitativní ukazatel mléka i pro jeho cenu. Cílem práce byla analýza vztahů VMK k ostatním kvalitativním ukazatelům mléka. Datový soubor ( $n = 11\ 586$ ) byl hodnocen regresními metodami. Průměry VMK v měsících listopadu a prosinci byly  $0,614 \pm 0,458$  a  $0,835 \pm 0,491$   $\text{mmol} \cdot 100\text{g}^{-1}$  s poměrně vysokou variabilitou 74,6 a 58,8 %. Frekvence

nevyhovujících hodnot ( $>1,3$ ) VMK byla 7,51 a 13,93 %. S koncentrací VMK byly těsněji vztaženy obsahy kaseinu ( $r -0,17$ ;  $P<0,01$ ) a hrubých bílkovin ( $r -0,12$ ;  $P<0,01$ ). S poklesem kaseinu o 0,10 % mohou VMK vzrůst o  $0,066 \text{ mmol} \cdot 100\text{g}^{-1}$ . Snížením energetické dotace krav (pokles bílkovin a kaseinu) mohou VMK v mléčném tuku mírně vzrůstat a vzrůstají i s horšícím se zdravotním stavem mléčné žlázy (laktóza,  $r -0,14$ ;  $P<0,01$ ). Počet somatických buněk byl slaběji ( $r 0,07$ ;  $P<0,05$ ) korelován k VMK, podobně celkový počet mikroorganismů ( $r 0,11$ ;  $P<0,01$ ), poměrně těsněji pak počet psychrotrofních mikroorganismů ( $r 0,27$ ;  $P<0,05$ ). Zhoršení téměř všech hygienických ukazatelů znamenalo vzrůst koncentrace VMK. Slabě byl k VMK korelován obsah močoviny ( $r -0,08$ ;  $P<0,05$ ) a neznatelně pak obsah tuku jako složka podobné podstaty jako VMK. Mechanická zátěž mléka vedla k uvolňování mastných kyselin z esterů tuku úměrně rozsahu zásahu ( $P<0,001$ ). I poměrně malá mechanická zátěž mícháním, srovnatelná s běžnou technologií dojení, transportu a uložení mléka, zvýšila koncentraci VMK mléčného tuku z  $1,11 \pm 0,19$  na  $1,80 \pm 0,40 \text{ mmol} \cdot 100\text{g}^{-1}$  ( $P<0,05$ ). Nejvyšší experimentální zátěž pak až na  $6,88 \pm 0,55 \text{ mmol} \cdot 100\text{g}^{-1}$  ( $P<0,001$ ).

Vyletělová et al. (2000) hodnotili průběh uvolňování mastných kyselin z mléčného tuku (VMK) pod vlivem vybraných lipolytických bakterií. Zaznamenali, že za definovaných lipolytických podmínek se nejdříve uvolňovaly mastné kyseliny se středně dlouhým řetězcem (C12 – C16), pak s dlouhým (C18), zatímco s krátkým řetězcem (C6 – C10) byly zachyceny jen ojediněle.

### ***Stanovení mastných kyselin v mléčném tuku***

Pro stanovení jednotlivých mastných kyselin v lipidech se užívá velké množství, zejména chromatografických metod. K nejužívanějším stále patří plynová chromatografie (Tab. 6). V současnosti je hlavní zájem o mastné kyseliny soustředěn na jejich specifické typy. Z tohoto hlediska je zajímavá problematika analýzy různých geometrických izomerů mastných kyselin. Z praktického hlediska jsou zajímavé metody, které umožňují co nejjednodušší analýzu jejich složitých směsí (Aldai et al., 2006). Pro spolehlivou identifikaci jednotlivých složek v takto složitých systémech je však nutno používat odpovídající techniku. Výhodná je kombinace GC-MS/MS a, zvláště pro mastné kyseliny, je významná možnost chemické ionizace kapalnými činidly (Michaud et al., 2003).

Tab. 6 Příklad nastavení parametrů chromatografické analýzy.

Parametr	Hodnota
Kolona	Omegawax 250, 30 m
Detektor	FID (plamenově ionizační)
Teplota: - kolona	70 °C – prodleva 3 min; nárůst po 30 °C /min do 150 °C; nárůst po 3,0 °C /min do 240 °C
- injektor	250 °C
- detektor	250 °C
Průtok helia	1,5 ml/min
Nástřík	1μl, split 10

Pro analýzu mastných kyselin v komplexních maticích jako je mléko je nezbytné řešit zejména dva základní problémy. Prvním je otázka způsobu extrakce lipidů, který má vliv na výtěžnost jednotlivých frakcí a druhý se týká derivatizace mastných kyselin. Tato druhá oblast se uplatňuje zejména v různých způsobech identifikace mastných kyselin a dále i v možnosti

rozlišit jejich vázané a volné formy. Celou tuto problematiku podrobně rozebírá např. Christie (2003).

Podrobná analýza složení mastných kyselin je samozřejmě velmi náročná a tedy i nákladná. Z provozního hlediska se nabízí některé alternativní postupy. Soyeurt et al. (2007) studovali možnost odhadovat složení tuku z hlediska vzorce mastných kyselin u syrového mléka pomocí metody MID-Infrared FT, která může mít vysokou operativnost pro sériové analýzy a nízké náklady. Z poměrně povzbudivých vztahů mezi výsledky referenčních analýz a nepřímé metody pro vybrané mastné kyseliny (C14:0, C16:0, C16:1 9-cis, C18:1) usoudili, že výsledky této metody by v budoucnu mohly být použitelné v pravidelné kontrole mléčné užitkovosti pro možnost změn ve skladbě tuku a kvalitě mléka přímo na farmách. Zmiňuje například šlechtitelské postupy jako vhodné pro zvýšení obsahu žádoucích mastných kyselin v mléčném tuku. Zhodnocením všech výsledků pokud se týká změn výskytu mastných kyselin však lze odhadovat, že v tomto ohledu by cesta šlechtěním (genetickou fixací) zřejmě byla mnohem méně efektivní, než cesta modifikací výživy, resp. krmných dávek dojníc. Tato metodická varianta by však poskytovala zároveň možnost rychlé selekce dodávek mléka podle zastoupení nasycených a nenasycených mastných kyselin, resp. jejich poměru, ke komerčním účelům produkce funkčních mléčných potravin s vyšším zastoupením zdravotně prospěšných nenasycených mastných kyselin. Uvedená možnost je nyní intenzivně studována na více pracovištích.

### ***Základní hypotéza potřeby modifikace profilu mléčného tuku***

Pokud je, jak bylo prokázáno, vyšší hladina zdraví prospěšných nenasycených mastných kyselin a jejich derivátů v mléce přežvýkavců jejich specifickou vlastností, která souvisí se zvláštnostmi metabolismu přežvýkavců, mělo by být možné zvýšit jejich hladinu cíleným využitím analyzovaných a vybraných chovatelských opatření podporujících uvedené metabolické zvláštnosti pro zefektivnění zdravotních benefitů mléka a mléčných produktů pro humánní spotřebitele. Jedná se o možnost produkce funkčních potravin, tj. takových, které vykazují specificky příznivé účinky na určitou skupinu zdravotně rizikových konzumentů. Tato cílená intervence do chovatelských faktorů za účelem zvýšení koncentrace zdravotně příznivých mastných kyselin může být obecně prospěšná.

### ***Možnost distribuce funkční potraviny přes mléčné automaty***

Zavedení technologie mléčných automatů k distribuci syrového mléka vyvolalo řadu diskusí, zejména v otázkách hygienických. Některá pracoviště se proto věnovala posouzení kvality mléka z této specifické distribuční sítě. Uvedený způsob distribuce by mohl umožnit v daných lokalitách prodej mléčné potraviny, po specifické selekci jejích zdrojů, s ambicí funkční potraviny. Mléko by mělo být před humánní spotřebou pasterováno a u tohoto prodeje (v podstatě označeného jako ze dvora) musí být zřetelně umístněno takové písemné doporučení z legislativně-bezpečnostních důvodů.

Jak uvedli Vyletělová et al. (2011 a), byla sledována mikrobiologická a hygienická kvalita mléka a ostatní složkové ukazatele mléka u pěti vybraných mléčných automatů z Olomouckého kraje. U mléka, které bylo odebíráno do sterilních vzorkovnic, byl stanoven: celkový počet mezofilních mikroorganismů (CPM), koliformních mikroorganismů, *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus*, *Salmonella* spp., *Campylobacter* spp., *Bacillus cereus*, *Bacillus licheniformis* a *Listeria monocytogenes*, počet somatických buněk (PSB), tuk, bílkovina, laktóza, tukuprostá sušina a inhibiční látky. Z výsledků bylo zjištěno, že

geometrické průměry CPM a PSB nepřekročily limitní hodnoty těchto ukazatelů platných pro syrové mléko. Druhovému zastoupení sledovaných mikroorganismů bylo vyhovující u všech automatů. Nebyla potvrzena přítomnost *L. monocytogenes* ani *Campylobacter* spp. Výskyt *S. aureus* byl negativní nebo jeho počet nepřekročil hodnotu 200 KTJ/ml. Pozitivní výskyt salmonel – *S. typhimurium* (STM) byl zjištěn pouze v jednom vzorku u automatu č. 2. Větší problém však představoval výskyt koliformních bakterií. U mléčného automatu č. 1 hodnota geometrického průměru překročila i limitní normovanou hodnotu pro počet koliformních bakterií v syrovém mléce. Přítomnost *S. typhimurium* a nadlimitní hodnoty koliformních bakterií zdůrazňují nutnost pasterace syrového mléka před jeho konzumací. Hodnoty ostatních sledovaných ukazatelů (tuk, bílkovina, TPS, RIL) nebyly v rozporu s normou ČSN 57 0529.

Dále uvedli Vyletřelová et al. (2011 b), že byla sledována mikrobiologická a hygienická kvalita mléka ze dvou mléčných automatů. Mléko do automatů bylo dodáváno z farmy ZD Jeseník a bylo vyšetřováno v období od března 2010 do dubna 2011. Mléko bylo odebíráno do sterilních vzorkovnic a následně analyzováno na přítomnost mikrobiologických skupin a druhové zastoupení mikroorganismů: celkový počet mezofilních mikroorganismů (CPM), koliformních mikroorganismů, *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus*, *Salmonella* spp., *Campylobacter* spp., *Bacillus cereus*, *Bacillus licheniformis* a *Listeria monocytogenes*. Vedle těchto ukazatelů byl stanoven počet somatických buněk (PSB) jako jeden ze zdravotních ukazatelů mléka. Z výsledků bylo zjištěno, že geometrické průměry byly téměř shodné u obou automatů - u CPM bylo zjištěno 8.103 a 9.103 CFU/ml, u koliformních 70 a 60 CFU/ml a v případě somatických buněk 212.103 a 214.103/ml. Přítomnost *E. coli* byla potvrzena pouze ve třech případech a počty kolonií se pohybovaly od 30 do 40 CFU/ml. Výskyt *S. aureus* byl ve většině případů negativní, nebo jeho počet byl < 10 CFU/ml. Co se týče sporotvorných mikroorganismů, byl *B. cereus* identifikován jen v jednom vzorku mléka (30 CFU/ml), zatímco výskyt *B. licheniformis* byl potvrzen u 10 vzorků a počty nepřekročily 20 CFU/ml. U žádného ze sledovaných vzorků nebyla potvrzena přítomnost *L. monocytogenes*, *Salmonella* spp. a *Campylobacter* spp.

### ***Otázka perzistence zdraví prospěšných mastných kyselin***

Při zpracování zdravotně zvýhodněné suroviny (syrové mléko se zvýšeným obsahem zdravotně prospěšných mastných kyselin) na výrobky, sýry nebo fermentované produkty (jogurt, kefír, acidofilní mléko), zbývá také vyhodnotit jak studijí tak praktickou otázku míry persistence této nutriční výhody během technologie zpracovatelského procesu do mléčné potraviny, která je rovněž v projektovém řešení.

## **Vlastní metodika pro praxi k možnostem modifikace tukového profilu mastných kyselin mléka a jejich preference v humánní spotřebě**

### **1) Produkce vhodného mléka menších stád s vlastní tržní výrobou pro konvenční produkci mléčných výrobků s vyšším zastoupením zdravotně prospěšných mastných kyselin**

#### ***Metoda chovu na menších farmách pasených dojníc pro produkci potřebné suroviny***

Postup se nabízí se pro ekologické farmy nebo farmy low input se zájmem vyrábět pro přímý prodej zdravotně specifické produkty (plnotučné konzumní mléko, máslo, jogurty a jiné

plnotučné fermentované výrobky) se zvýšeným obsahem zdravotně prospěšných mastných kyselin (nenasycených mastných kyselin a CLA).

Snaha modifikovat skladbu mléčného tuku souvisí s dlouhodobým úsilím zlepšit profil mastných kyselin v mléčném tuku tak, aby více vyhovoval moderním nutričním požadavkům. Sledování působení faktorů na zastoupení mastných kyselin mléčného tuku je tedy dáno snahou změnit složení tak, aby lépe odpovídalo požadavkům jak zpracovatelů mléka, tak spotřebitelů. Nicméně, do určité míry zde hrají roli odlišné pohledy na kvalitu a optimální složení mléčného tuku. Vzhledem k tomu, že mastné kyseliny ovlivňují celou řadu vlastností mléčného tuku, včetně jeho oxidační stability, je mléčný tuk z tohoto hlediska hodnocen příznivěji pro svůj vysoký obsah SAFA, nehledě na to, že mléčný tuk jako takový je rovněž nositelem řady aromatických látek, které ovlivňují chuť výsledných produktů. Na druhé straně však vysoké množství SFA není optimální z hlediska nutričního (Samková, 2011).

### ***Vlivy vnitřní***

Na základě hodnocení genetických parametrů (variabilita, heritabilita, korelační závislosti) se dá předpokládat, že účinek působení biologických faktorů (plemenná příslušnost, individualita dojnic) bude vyšší zejména v případě mastných kyselin s krátkým (SCFA) a středním uhlíkovým řetězcem (MCFA) – Samková (2011).

Rozdíly mezi plemeny i uvnitř plemene lze vysvětlit nejen rozdílnou užitkovostí těchto zvířat, ale rovněž odlišnostmi v genovém polymorfismu, který byl zjištěn u některých enzymů zodpovídajících za tvorbu mastných kyselin (SCD; stearyl-CoA-desaturáza a DGAT; diacylglycerol-acyltransferáza). Rozdílná desaturační aktivita těchto enzymů může ovlivnit množství MUFA v cis- konfiguracích a CLA.

Skutečnosti zjištěného genového polymorfismu by bylo možné prakticky využít v selekci vhodných dojnic, která by zajistila trvalejší změny ve složení mléčného tuku. Nelze však při této příležitosti zapomenout na komplex vzájemně se ovlivňujících vlastností v organismu dojnice i na vztahy mezi jednotlivými mastnými kyselinami, aby nedošlo zároveň k negativním změnám, např. ovlivnění reprodukčních funkcí či zdravotního stavu dojnic.

### ***Vlivy vnější***

Vnější vlivy, kam patří především výživa, jsou velmi sledovanou problematikou, a to v mnohem větší míře, než je tomu u faktorů biologických. Je to vcelku pochopitelné, neboť změny ve složení mastných kyselin v důsledku působení těchto vlivů jsou prakticky okamžité (Samková, 2011). Vliv složení krmné dávky je významným faktorem ve složení mléčného tuku dojnic, velkou roli hrají především druh objemného krmiva a poměr mezi objemným a koncentrovaným krmivem. Tyto faktory jsou určující pro biohydrogenaci mastných kyselin v batoru a podstatně tak přispívají k výslednému zastoupení mastných kyselin.

Z objemných krmiv se jeví jako nejvhodnější čerstvá zelená píce (včetně využití pastvy), z konzervovaných krmiv je to pak siláž z jetelovin (jetel, vojtěška). Jejich zkrmováním dochází ke zvýšení obsahů kyselin olejové $\alpha$ -linolenové, CLA a MUFA. Zároveň se snižuje obsah méně příznivě hodnocených kyselin laurové, myristové a palmitové (Tab. 7).

Z jadrných krmiv lze příznivě ovlivnit zastoupení mastných kyselin mléčného tuku olejnatými doplňky (semeno lnu setého, lničky, řepky, slunečnice). Po jejich zkrmování se v mléčném tuku dojnic zvyšují obsahy mastných kyselin s počtem uhlíků C18, především kyseliny stearová, olejová a linolová.

Tab. 7 Obsahy některých mastných kyselin, jejich skupin (% všech mastných kyselin) a poměrů v mléčném tuku dojnic v závislosti na složení krmné dávky.

	16:0	18:0	9c-18:1	18:2n-6	18:3n-3	CLA	cis-MUFA	n-6/n-3	S/U
<b>Siláž vs. pastva</b>									
Siláž – jeteloviny	27,6	9,9	17,6	1,69	0,95	0,51	19,7	1,95	2,49
Siláž – kukuřičná	33,2	7,0	16,7	1,92	0,39	0,45	18,9	6,21	3,03
Pastva	25,0	9,6	19,7	1,04	0,75	1,30	21,1	1,69	2,36
<b>Přídavek doplňkových tuků (DT) u konzervovaných krmiv</b>									
Siláž bez DT	31,6	9,2	16,9	1,50	0,55	0,49	18,9	3,30	2,79
Siláž s příd. DT	28,1	11,3	21,1	2,34	0,50	0,96	22,4	4,19	2,12
<b>Přídavek doplňkových tuků (DT) při využití pastvy</b>									
Pastva bez DT	25,0	9,6	19,7	1,04	0,75	1,30	21,1	1,69	2,36
Pastva s příd. DT	23,9	12,1	23,5	1,54	0,70	1,42	25,8	2,26	1,18

\* upraveno: Samková (2011)

16:0 = kyselina palmitová; 18:0 = kyselina stearová; 9c-18:1 = kyselina olejová; 18:2n-6 = kyselina linolová; 18:3n-3 = kyselina alfa-linolenová; CLA (9c,11t-18:2) = konjugovaná kyselina linolová; cis-MUFA = cis-isomery mononenasycených mastných kyselin (9c-14:1, 9c-16:1 a 9c-18:1); n-6/n-3 = poměr polynenasycených mastných kyselin řady n-6 a n-3; S/U=poměr mezi nasycenými a nenasycenými mastnými kyselinami.

## Management

Management je dalším z vnějších faktorů spoluzodpovědných za výslednou kvalitu mléka. Mohou to být rozhodnutí o výběru způsobu chovu (konvenční vs. ekologický) či skladby krmné dávky, o využití letního období k pastvě dojnic, o množství času stráveného na pastvě či zkrmování zelené píče ve stáji.

Vliv systému chovu, v porovnání s dojnícemi z konvenčního chovu mají dojnice chované v ekologickém systému z hlediska nutričního příznivější složení mléčného tuku, což je způsobeno především poměrem mezi objemnými a koncentrovanými krmivy, neboť u ekologicky chovaných dojnic je mnohem častěji využívána pastva s omezeným přísunem jaderných krmiv.

Vliv ročního období (Tab. 8) souvisí samozřejmě s vlivem krmení, resp. s vlivem pastvy v případě, že jsou dojnice v letním období pasené. Pak je zřejmé, že v období pastvy, tedy v letním období má mléčný tuk z hlediska zdravotního výrazně vhodnější složení (nižší obsah nasycených mastných kyselin, vyšší obsah mononenasycených a polynenasycených mastných kyselin) než mléčný tuk dojnic krmných celoročně konzervovanými krmivy. Nabízí se proto otázka, zda by tento tuk nemohl být zdrojem inovačních možností při jeho dalším zpracování v mlékárenském průmyslu.

Tab. 8 Obsahy některých mastných kyselin, jejich skupin (% všech mastných kyselin) a poměrů v mléčném tuku dojnic v závislosti na ročním období/systemu chovu.

	CLA	SFA	MUFA	PUFA	S/U
<b>Celoroční zkrmování konzervovaných krmiv</b>					
Zimní období	0,4	69,5	25,1	2,9	2,48
Letní období	0,3	69,0	25,7	2,7	2,42
<b>Pastva v letním období – vliv ročního období</b>					
Zimní období	0,8	64,8	27,7	4,4	2,02
Letní období	1,1	59,8	31,9	4,9	1,62
<b>Systém chovu (konvenční vs. ekologický)</b>					
Konvenční	0,6	68,2	64,7	4,4	2,19
Ekologický	0,9	68,3	59,9	4,9	2,17

\* upraveno: Samková et al. (2010), Samková et al. (2011 a), Samková (2011)

CLA (9c,11t-18:2) = konjugovaná kyselina linolová; SFA = nasycené mastné kyseliny; MUFA = mononenasyčené mastné kyseliny; ; PUFA = polynenasycené mastné kyseliny; S/U=poměr mezi nasycenými a nenasycenými mastnými kyselinami.

### ***Vliv chovu a oblasti***

Celoroční sledování složení mléčného tuku v bazénových vzorcích mléka z chovů pasených dojnic a ze dvou chovatelských oblastí potvrdilo, že pastva má zlepšující účinky na složení mléčného tuku. Ty se projevily průkazným zvýšením obsahu mastných kyselin příznivě ovlivňujících zdravotní stav. Zjištěný obsah konjugované kyseliny linolové zpravidla přesahoval 1 %, obsahy mononenasyčených mastných kyselin 30 %. Protože se složení tuku v obou oblastech průkazně nelišilo, lze očekávat, že zlepšující účinky pastvy se pravděpodobně projeví na celém území ČR.

Zjištěné pozitivní účinky pastvy na biologickou hodnotu mléka poskytují možnosti jejího využití k produkci odlišně oceňovaného mléka.

Tab. 9 Obsahy některých mastných kyselin, jejich skupin (% všech mastných kyselin) a poměrů v mléčném tuku dojníc v závislosti chovu.

	18:2n-6	18:3n-3	CLA	SFA	MUFA	n-6/n-3	S/U
<b>Pastevní období – vliv chovu (oblast jihozápadních Čech)</b>							
Chov 1	2,21	0,82	1,01	61,0	30,2	2,51	1,73
Chov 2	2,56	0,82	1,10	58,5	32,5	2,84	1,55
Chov 3	2,47	0,73	1,14	59,8	31,5	3,30	1,63
<b>Pastevní období – vliv chovu (oblast severozápadní Moravy)</b>							
Chov 1	2,55	0,62	0,92	60,0	32,3	3,81	1,62
Chov 2	1,78	0,88	0,73	60,9	31,8	1,84	1,70
Chov 3	2,36	0,96	1,93	55,1	35,5	2,22	1,32
Chov 4	2,13	0,59	0,72	63,6	29,5	4,20	1,89

\* upraveno: Samková et al. (2011 b)

18:2n-6 = kyselina linolová; 18:3n-3 = kyselina alfa-linolenová; CLA (9c,11t-18:2) = konjugovaná kyselina linolová; MUFA = mononenasyčené mastné kyseliny n-6/n-3 = poměr polynenasycených mastných kyselin řady n-6 a n-3; S/U=poměr mezi nasycenými a nenasyčenými mastnými kyselinami.

### ***Mléko jako zdroj mastných kyselin, podle Křížové (2012, nezveřejněný přehled vlivů krmiv na MK mléčného tuku)***

Mléko je tedy bohatým zdrojem především nasycených mastných kyselin zejména myristové (C 14:0), palmitové (C 16:0) a stearové (C 18:0) a zdrojem mononenasyčených mastných kyselin, z nichž je nejvíce zastoupena kyselina olejová (C 18:1). Naproti tomu podíl vícenenasyčených mastných kyselin je nízký (Kalač a Samková, 2010). Ze zdravotního hlediska se prvořadým úkolem jeví především snížení nasycených MK se středním řetězcem, a to laurové (C 12:0), myristové (C 14:0) a palmitové (C 16:0), které jsou spojovány s rizikem vzniku kardiovaskulárních onemocnění ve prospěch žádoucím MK jako je třeba olejové (C 18:1), které riziko výše zmíněných chorob naopak snižují, kyselina vakcenová (C 18:1 n-11t) nebo CLA (konjugovaná kyselina linolová) u nichž bylo prokázáno protirakovinné působení. Kromě zdravotního hlediska je však při ovlivňování profilu MK třeba vzít v úvahu i možné změny v technologických a senzorických vlastnostech mléčného tuku, jakými jsou oxidativní stabilita, roztíratelnost másla, šlehání smetany apod. (Hillbrick a Augustin, 2002; Gonzalez et al., 2003; Henning et al., 2006).

Profil mastných kyselin v mléčném tuku může být ovlivněn celou řadou faktorů, které Kalač a Samková (2010) rozdělili do tří skupin, jak bylo naznačeno výše:

1. vliv zvířete, kam patří především vliv plemene, pořadí laktace a užitkovost;
2. vliv životního prostředí, reprezentovaný především vlivem sezóny, způsobem chovu dojníc, managementem stáda nebo frekvencí dojení;
3. vliv výživy, z nichž největší pozornost byla věnována především vzájemnému poměru objemných a jadrných krmiv, různým druhům ruminálně chráněných nebo nechráněných tukových doplňků popř. různě technologicky upraveným olejninám.

Uvedené vlivy byly podrobně popsány v mnoha našich i zahraničních review, např. Chilliard a Ferlay, 2004; Dewhurst et al., 2006; Woods a Fearon, 2009; Jensen, 2002; Kalač a Samková 2010; Samková et al., 2008) a jsou rovněž zdokumentovány v našich publikacích. Seznam publikací, které předcházejí metodice).

## ***Možnosti a praktická doporučení pro modifikaci skladby mastných kyselin mléčného tuku s využitím krmiv***

### **Objemná krmiva**

#### **Objemná krmiva čerstvá**

Obsah celkových mastných kyselin v čerstvých objemných krmivech se pohybuje v rozmezí 20–50 g/kg sušiny v závislosti na druhu objemného krmiva, odrůdě, podmínkách pěstování, stádiu růstu při sklizni apod. Vyšší hladiny celkových MK byly zjištěny u jetele červeného a bílého než u trav. Převládající MK je kyselina - linolenová (ALA), která tvoří 50-60 % z celkových MK, dále pak kyselina palmitová (C 16:0) a linolová (C 18:2 n-6). Nižší podíl ALA byl zjištěn u vojtěšky seté ve srovnání s ostatními jetelovinami (Lee et al., 2006; Wiking et al., 2010).

Nejvyšší obsah mastných kyselin je v mladých rostlinách sklizených v první seči, se stárnutím porostu se obsah MK snižuje, zejména v období okolo květu (např. Dewhurst et al., 2001; Clapham et al., 2005; Van Ranst et al., 2009). Poměrně vysoké hladiny MK byly rovněž popsány při sklizni v druhé seči u většiny běžně pěstovaných pícnin (např. Witkowska et al., 2008; Lee et al. 2006; Dewhurst et al., 2002), zejména když byla píce sklizena po krátkém období obrůstání (Witkowska et al., 2008).

Hnojení dusíkem zvyšuje obsah ALA resp. MK jako takových, při hnojení fosforem obsah MK nebyl ovlivněn (Lee et al., 2006; Elgersma et al., 2005). Byla zjištěna silná pozitivní korelace mezi obsahem celkových MK nebo ALA s obsahem dusíkatých látek v čerstvé píci (Witkowska et al., 2008).

Při zkrmování čerstvé zelené píce (nebo při pastvě) dochází k podstatným změnám v senzoričkových a nutričních vlastnostech mléka ve srovnání se zkrmováním siláží nebo sena (Martin et al., 2009). Při zkrmování čerstvé zelené píce dochází ke snížení podílu nasycených MK zejména palmitové (C 16:0) a ke zvýšení obsahu kyseliny vakcenové (C 18:1 n-11t) a CLA ve srovnání s krmem siláží. Obsah kyseliny linolové (C 18:2 n-6) je naproti tomu vyšší u krmem siláží. Rozdíly mezi pastvou a krmem čerstvou zelenou píci ve stáji jsou zanedbatelné (Leiber et al., 2005). Při zvyšujícím se podílu čerstvé zelené píce v KD na úkor kukuřičné siláže dochází k lineárnímu poklesu v obsahu tuku a k lineárnímu zvýšení podílu nenasycených MK na úkor nasycených (např. Couvreur et al., 2006). V případě zkrmování čerstvé vojtěšky byly zjištěny nižší hladiny kyseliny myristové (C 14:0) a palmitové (C 16:0) a naopak vyšší kyseliny stearové (C 18:0), linolové (C 18:2 n-6) a ALA ve srovnání s vojtěškovou siláží (Whiting et al., 2004).

Pastva nebo zkrmování druhově pestrého porostu specifického pro určité zeměpisné oblasti může být využito pro produkci mléka se zvýšeným obsahem specifických MK, jak je tomu např. v tzv. Alpském mléce (Alpine milk), které je typické zvýšeným obsahem CLA a kyseliny vakcenové (C 18:1 n-11t, Leiber et al., 2005; Chion et al., 2010). Zvýšené hladiny zmíněných žádoucích MK byly zjištěny u dojníc chovaných v nadmořské výšce nad 900 m.n.m. a souvisí s příjmem některých krmných plodin (nebo bylin) bohatých na PUFA, jakými jsou např. štirovník růžkatý nebo některé druhy jetelů (Collomb et al., 2002).

Přechod z letního typu krmné dávky (čerstvá zelená píce, pastva) na zimní (siláže) zhorší nutriční profil MK v mléčném tuku, protože dojde k navýšení obsahu kyseliny myristové (C 14:0) a palmitové (C 16:0) a naopak ke snížení obsahu kyseliny stearové (C 18:0) a CLA. Tyto změny se projeví většinou během 4 dní (Elgersma et al., 2004).

Shrnutí:

- cílenou strategií pěstování a sklizně krmných plodin je možné do určité míry zvýšit příjem žádoucích MK, i když je třeba brát v úvahu vlivy působící na plodiny;
- i když je obsah MK v čerstvé píce relativně nízký, vzhledem k množství krmiva, které dojnice přijmou je možné dosáhnout žádoucích změn v profilu mléčného tuku;
- obecně lze konstatovat, že při využívání pastvy nebo zkrmování čerstvé zelené píce je profil MK mléčného tuku z nutričního hlediska lepší než při zkrmování objemných konzervovaných krmiv;
- i přes relativně nízký obsah MK je čerstvá píce nejlacinějším krmným zdrojem, který můžeme pro úpravu profilu MK mléčného tuku použít a z pohledu bezpečnosti a hygieny krmiv i krmným zdrojem bezpečnějším a snadněji kontrolovatelným než např. dovezené olejnaté komponenty.

### Objemná krmiva konzervovaná

Mechanické porušení rostlin během sklizně a zavádání/sušení způsobuje rozsáhlou oxidaci PUFA obsažených v čerstvé hmotě. Vyšší ztráty ALA a celkových MK způsobené oxidací byly zaznamenány při výrobě sena ve srovnání s výrobou siláží (Aii et al., 1988). Rovněž prodloužené zavádání (nad 68 hod) při výrobě siláží je provázáno významnými ztrátami jak ALA, tak i celkových MK ( Shingfield et al., 2005 b; Van Ranst et al., 2009 a, b). Podle zjištění Arvidsson et al. (2009) však zavádání (u bojínku lučního) kratší než 24 hod neovlivnilo složení MK.

K výrazné oxidaci MK dochází rovněž během silážování a je ovlivněna termínem sklizně, druhem pícniny a částečně i kultivarem (Van Ranst et al., 2009 a; Lee et al., 2004, 2008). Použití kyseliny mravenčí při silážování červeného a bílého jetele nebo jílku vytrvalého ve srovnání s komerčními inokulanty na bázi bakterií mléčného kvašení způsobuje menší oxidační ztráty (Van Ranst et al., 2009;b).

Po otevření sila/silážní jámy dochází ke změně v anaerobním prostředí siláže. Většina MK v siláži se nachází ve formě volných MK, u nichž přístup vzduchu a světla vyvolává intenzivní oxidaci. Po 24 hod expozici ke světlu a vzduchu dochází jak u kukuřičných, tak i travních siláží k průkaznému poklesu v obsahu ALA, linolové (C 18:2 n-6) a celkových MK, přičemž relativní pokles v celkových MK se snižuje se zvyšujícím se obsahem sušiny.

Data porovnávající vliv zkrmování sena ve srovnání se siláží nebo čerstvou pící na profil MK mléčného tuku jsou sporadická. Podle výsledků Staszaka (2007) je při zkrmování sena (tvořilo ½ z celkového příjmu sušiny) zjištěn vyšší podíl kyseliny linolové (C 18:2 n-6), CLA, ALA a celkových UFA v mléce než při zkrmování kukuřičné siláže.

Zkrmování siláží ve srovnání s čerstvou zelenou pící vede ke zvýšení podílu kyseliny palmitové (C 16:0) v mléce, ke snížení obsahu kyseliny vakcenové (C 18:1 n-11t) a CLA a k vyššímu poměru SFA:UFA. Při zkrmování kukuřičné siláže dochází ke zvýšení obsahu SFA (zejména laurové (C 12:0) a myristové (C 14:0)) a snížení obsahu PUFA ve srovnání se siláží travní (Samková et al., 2009; Shingfield et al., 2005 a). Při krmení siláží vyrobené z jetele červeného dochází k zvýšení podílu MUFA a PUFA na úkor kyselin kaprinové (C 10:0), laurové (C 12:0), myristové (C 14:0) a palmitové (C 16:0) ve srovnání se siláží travní (Vanhatalo et al., 2007).

Shrnutí:

- během sušení/zavádání čerstvé zelené píce dochází k výraznému snížení obsahu PUFA v důsledku oxidace;

- vhodnou technikou sklizně a konzervace čerstvé zelené píce je možné ztráty MK snížit (krátké zavádání, volba vhodného konzervantu);
- aerace siláže během vyskladňování krmiva a krmení zvyšuje ztráty nenasycených a celkových MK;
- při zkrmování siláží je profil MK v mléce z nutričního hlediska horší ve srovnání s čerstvou zelenou pící;
- kombinací různých druhů konzervovaných krmiv (seno, kukuřičné, jetelové a travní siláže) je možné dosáhnout příznivějšího profilu MK než u samotné kukuřičné siláže.

## Jadrná krmiva

### Obiloviny

Ve srovnání s objemnými krmivy, obiloviny mají vysoký obsah škrobu a nižší obsah tuku, který se skládá především z fosfolipidů a glykolipidů, které plní strukturální funkce (Palmquist a Jenkins, 1980). V KD se používají jako zdroj energie potřebné pro udržení vysoké úrovně užitkovosti. Kromě stimulace produkce mléka vysoký příjem obilovin negativně ovlivňuje obsah tuku v mléce a mění profil MK.

Zrminy typicky snižují obsah MK C 6 – C 16 a zvyšují podíl C 18 PUFA, rovněž bylo zjištěno, že zvyšují produkci trans 10 izomerů MK bacherovými mikroorganismy, tyto izomery, především pak *trans*-10, *cis*-12 CLA jsou považovány za hlavní faktor způsobující sníženou produkci tuku.

### Olejniny

Doplňky tuku do KD jsou ve výživě dojnic používány k zlepšení mléčné užitkovosti a energetického metabolismu dojnic zejména v první třetině laktace (Chilliard, 1993) a/nebo pro úpravu profilu MK mléčného tuku (reviews Palmquist et al., 1993; Chilliard et al., 2000). Používání středních až vysokých dávek neupravených tukových doplňků (olejů, tuků) může mít negativní dopad na užitkovost zvířat (snížení příjmu krmiva, mléčné užitkovosti a/nebo obsahu proteinu a tuku) a tím ovlivnit ekonomiku chovu dojnic. Inhibiční vliv MK s dlouhým řetězcem na bacherovou mikrofloru je dobře zdokumentován a projevuje se následně změnou ve skladbě těkavých mastných kyselin produkovaných v bacheru (např. Fievez et al., 2003). Kromě toho neošetřené rostlinné oleje s vysokým obsahem UFA mají jen malou schopnost změnit profil MK mléčného tuku díky výrazné biohydrogenaci UFA v bacheru. Aby byly minimalizovány tyto negativní jevy, byly vyvinuty ruminálně chráněné nebo bypassové formy tukových doplňků (např. *Ca soli tuků*). Další možností je využití technologicky upravených semen olejin (mletí, extruze, mikronizace,...), čímž se rovněž zvýší jejich příjem, stravitelnost, usnadní manipulace, apod.

V našich podmínkách se nejčastěji ke krmným účelům využívá řepka, soja, slunečnice a len. Na rozdíl od obilovin mají olejniny vysoký obsah tuku, který se pohybuje od 20 do 42 %. Tyto energetické rezervy jsou především ve formě triglyceridů a obsahují vysoký podíl kyseliny linolové (C 18:2). Zařazení olejů nebo semen olejin do krmné dávky je nejběžnější způsob, jak ovlivnit profil MK mléčného tuku a je rovněž známo, že nejen druh olejin, ale i jejich forma (technologická úprava) ovlivní výslednou změnu v profilu MK (Palmquist et al., 1993; Chilliard et al., 2000, 2001; Lock a Shingfield, 2004).

Obecně lze říci, že po zařazení rostlinných olejnatých komponent do krmné dávky dochází ke snížení obsahu MK s krátkým a především středním řetězcem a zvýšení obsahu MK s dlouhým řetězcem. Charakteristický je především posun směrem ke zvýšení kyseliny stearové (C 18:0) na úkor kyseliny palmitové (C 16:0) a celkový pokles SFA a zvýšení UFA,

kteřé je spojené se zvýšením v koncentracích MK převládajících v daném rostlinném olejnátém doplňku (Chilliard et al., 2000; Jensen, 2002; Glasser, 2008). Pokud je tukový doplněk bohatý na MK se středně dlouhým řetězcem dochází k jejich zvýšení i v mléce, což je typické např. pro nejčastěji používané Ca soli kyseliny palmitové (C 16:0, Schneider et al., 1988; Atwal et al., 1990; Chilliard et al., 1993). Podávání celých nebo technologicky upravených semen olejnin má podobný vliv na profil MK mléčného tuku jako oleje, Nicméně rostlinné oleje zvyšují obsah *trans*-18:1 a *c9t11*-CLA v mléce více než extrudovaná semena olejnin a ta více než celá neupravená semena (Chouinard et al., 1997, 2001; Bayourthe et al., 2000; Chilliard a Ferlay, 2004).

#### Shrnutí

- vysoké dávky obilovin v KD snižují obsah MK C 6-16 a zvyšují podíl C 18 PUFA a *trans* 10 izomerů MK, jejichž prostřednictvím může docházet k inhibici produkce mléčného tuku;
- zařazením krmných doplňků ze semen olejnin můžeme dosáhnout vysoké plasticity v profilu MK mléčného tuku;
- změny v profilu MK závisí na druhu, formě (technologické úpravě) a množství olejnatých komponent v KD;
- zařazením rostlinných olejnatých komponent do KD dochází ke snížení obsahu SFA a MK s krátkým a středním řetězcem a zvýšení obsahu UFA a MK s dlouhým řetězcem, především kyseliny stearové (C 18:0), *trans*-18:1 a *c9t11*-CLA;
- v mléčném tuku jsou zaznamenány zvýšené koncentrace těch MK, které převládají v daném rostlinném olejnátém doplňku.

#### Vzájemný poměr objemných a jadrných krmiv

Vzájemný poměr objemných a jadrných krmiv v krmné dávce je důležitým faktorem ovlivňujícím průběh biohydrogenace MK z krmiva v batoru a tvorbu prekurzorů pro tvorbu MK mléka. Obecně lze říci, že při snižování poměru objemných a jadrných krmiv dochází k relativnímu zvýšení počtu amylytických bakterií štěpících škrob a ke snížení počtu celulytických bakterií štěpících celulozu a naopak (např. Tajima et al. 2001). To, do jaké míry bude výsledný profil MK mléka ovlivněn, záleží nejen na množství a druhu objemného krmiva, ale i na složení jadrné složky krmné dávky. Např. při zkrmování pastevního porostu s doplňkem jadrných krmiv v množství od 3 do 35% dochází ke zvýšení obsahu C 4:0–14:0, *trans*-18:1 izomerů (kromě *t11*-18:1) a 18:2 $n$ -6 a ke snížení *c9*-18:1, *t11*-18:1, *c9t11*-CLA a 18:3 $n$ -3 (Bargo et al., 2002, 2006). Pokud je objemná složka KD tvořena travním senem (Loor et al., 2005) travními nebo jetelovinovými silážemi (Dewhurst et al., 2003) a podíl jadrných krmiv se zvyšuje pouze v malém rozsahu (z 36 na 66 %) dochází ke zvýšení koncentrace všech *trans*-18:1 izomerů (zvláště *t10*-18:1), *c9t11*-CLA a kyseliny linolové (18:2 $n$ -6), a ke snížení hladiny kyselin myristové, palmitové a stearové (C 14:0, 16:0, a 18:0). Stejný posun v profilu MK byl popsán i u KD založených na kukuřičných a vojtěškových silážích s velkým rozsahem změn v podílu jadrných krmiv (ze 40 na 75 %, Kalscheur et al., 1997; Piperova et al., 2002; Loor et al., 2004).

Zvyšování podílu jadrných krmiv v KD ovlivňuje nejen profil MK, ale i obsah tuku v mléce. Pokud množství jadrných krmiv v KD nepřesáhne 50 – 60 %, obsah tuku v mléce se příliš neliší, zatímco při zvýšení podílu jadrných krmiv nad 60 % dochází k výraznému snížení obsahu tuku v mléce, tzv. mléčná tuková deprese (Lock a Shingfield, 2004; Kennelly, 1996).

## Shrnutí

- při zvýšení podílu jaderných krmiv v KD nad 60 % dochází k výraznému snížení obsahu tuku v mléce, tzv. mléčné tukové depresi;
- zvyšování podílu jaderných krmiv v KD v malém rozsahu (do 60%) zvyšuje jak obsah kyseliny linolové (C 18:2n-6) v mléce, tak i de novo syntézu MK v mléčné žláze;
- zvyšování podílu jaderných krmiv v KD ve velkém rozsahu (nad 60%) způsobuje zvýšení *trans*-MK a kyseliny linolové (C 18:2n-6) a snížení C 14:0–18:0.

V nejjednodušší formě, prakticky, se jeví, že garance vyššího obsahu zdraví prospěšných mastných kyselin v mléčném tuku a produktech z tohoto mléka vyrobených (konzumní mléko, sýr, jogurt) lze docílit chovem dojnic, který dodrží následující faktory při dobré kvalitě komponent krmné dávky:

- krmení dojnic s původem sušiny jádra v krmné dávce maximálně do 35 %, zbytek objemná krmiva s vyšším podílem travní, jetelotravní nebo jetelové siláže oproti kukuřičné;
- pastvou nebo zařazením zeleného krmení ke konzervovaným objemným krmivům v letní krmné sezóně;
- zařazením vyšší dávky sena k silážím v zimní krmné sezóně;
- zařazení šrotu z olejnatých semen (len, lníčka, slunečnice, řepka) do jaderné složky krmné dávky v množství cca 0,5 kg/kus/den;
- za uvedených podmínek dojivost do 6 700 kg mléka za laktaci;
- vyšší podíl prvotetek ve stádě nebo vůbec produkce od krav na první laktaci může být pro daný účel výhodou.

## 2) Výběr vhodného mléka velkých stád pro konvenční produkci výrobků s vyšším zastoupením zdravotně prospěšných mastných kyselin

### a) *Metoda výběru vhodných stád dojnic k produkci potřebné suroviny a oddělenému svozu ke zpracování – metodou nepřímého měření (MIR-FT)*

#### *Určení aplikace metody a typu mléčných výrobků*

Nabízí se pro mlékárny, se zájmem vyrábět zdravotně specifické produkty, provádět oddělený svoz selektovaného bazénového mléka (zvláštní svozná linky) pro separátní zpracování výrobků (plnotučné konzumní mléko, máslo, jogurty a jiné plnotučné fermentované výrobky) se zvýšeným obsahem zdravotně prospěšných mastných kyselin (nenasycených mastných kyselin a CLA).

Na obalu výrobku (mléka, potravinového produktu), popřípadě u jeho prodeje, je třeba uvést průměrné hodnoty těchto parametrů s tím, že tento obsah UFA nebo CLA je odhadem (odhad podle charakteru frekvenční distribuce podobných modelových příkladů) např. 2 krát vyšší než v běžných mléčných výrobcích.

#### *Metoda selekce suroviny z lokalit konvenční výroby mléka*

Poněvadž chromatografické analýzy jsou pro účely potřebného screeningu příliš nákladné, lze provádět výběr stád dojnic po měření zastoupení mastných kyselin v mléčném tuku prostřednictvím nakalibrovaných infraanalyzátorů (MIR-FT). Do souboru stád zařadit ty, které spadají do horní třetiny oblasti s ohledem zastoupení CLA, resp. nenasyčených mastných kyselin.

Kalibrace MIR-FT by měla být provedena na základě vhodně vybrané sady bazénových a individuálních vzorků mléka, kdy potřebné variační rozpětí a variabilita sady bude zajištěna selekcí vzorků podle následujících zdrojů variability MK v mléčném tuku.

#### *Variabilita výskytu mastných kyselin v mléčném tuku*

Podle Samkové (2012, nezveřejněné výsledky) lze variabilitu výskytu mastných kyselin se vztahem na složení mléka hodnotit, resp. odhadovat, následovně (Tab. 10, 11, 12 a 13):

A) Tab. 10 Variabilita v doživosti, základním složení mléka a u některých obsahově významných mastných kyselin a jejich skupin v mléčném tuku skotu:

- individuální vzorky (n = 38), jedna krmná dávka, dvě plemena (C a H), jeden odběr;
- krmná dávka bez přídavku čerstvé píce;

Ukazatel	Průměr	Minimum	Maximum	Variační koef. v %
Mléko v kg	20,6	5,9	35,4	30
Tuk v %	4,3	2,6	6,6	19
Bílkovina v %	3,6	2,7	4,2	8
Laktóza v %	4,8	3,4	5,4	7
C16:0 – palmitová	32,7	23,8	38,2	10
C18:0 – stearová	6,9	4,4	11,8	23
C18:1 – olejová*	21,5	15,9	37,6	20
SAFA	68,3	50,3	75,1	7
MUFA	25,1	19,6	41,8	17
PUFA	3,7	2,6	6,6	22

\*včetně isomerů

- variační koeficient vyjadřuje relativní variabilitu ukazatele v daném souboru: (směrodatná odchylka/průměr) x 100;
- čím vyšší variační koeficient, tím vyšší variabilita daného ukazatele;
- mastné kyseliny jsou vyjádřeny v % z celkového obsahu všech mastných kyselin.

B) Tab. 11 Variabilita v doživosti, základním složení mléka a u některých obsahově významných mastných kyselin a jejich skupin v mléčném tuku skotu:

- individuální vzorky (n = 104), jedna krmná dávka, dvě plemena (C a H), tři odběry ve třech měsících;
- krmná dávka bez přídavku čerstvé píce;

Ukazatel	Průměr	Minimum	Maximum	Variační koef. v %
Mléko v kg	19,8	4,5	44,3	41
Tuk v %	4,0	2,3	5,8	18
Bílkovina v %	3,6	2,7	4,7	10
Laktóza v %	4,8	3,9	5,3	6
C16:0 – palmitová	30,5	24,9	36,5	10
C18:0 – stearová	8,3	4,0	14,6	20
C18:1 – olejová*	21,7	15,8	30,9	15
SAFA	68,7	59,5	75,2	5
MUFA	25,2	19,4	33,8	13
PUFA	3,6	2,8	4,7	11

\*včetně isomerů

C) Tab. 12 Variabilita v doživosti, základním složení mléka a u některých obsahově významných mastných kyselin a jejich skupin v mléčném tuku skotu:

- individuální vzorky (n = 436), celkem 12 odběrů v průběhu roku;
- dvě plemena (C a H), 67 dojnic, 436 vzorků;
- v průběhu roku změny v krmných dávkách, včetně krmné dávky s přídavkem čerstvé píce.

Ukazatel	Průměr C/H	Minimum	Maximum	Variační koef. v %
Mléko v kg	19/23	4,5	44,3	34
Tuk v %	4,3/4,2	2,2	6,9	19
Bílkovina v %	3,6/3,4	2,4	4,8	11
Laktóza v %	4,8/4,8	3,,	5,5	6
C16:0 – palmitová	32/33	22,5	44,0	11
C18:0 – stearová	7/7	3,1	14,6	27
C18:1 – olejová*	23/22	12,6	42,5	20
SAFA	68/69	46,1	79,9	7
MUFA	26/25	16,0	46,5	17
PUFA	3,4/3,2	1,4	6,6	20

\*včetně isomerů

D) Tab. 13 Variabilita bazénových vzorků:

- bazénové vzorky v období zimním a letním, kdy byla využívána pastva.

Porovnání variačních koeficientů (V %) u sledovaných ukazatelů

Ukazatel	V %	V %	V %	V %	V %
	Individuální vzorky			Bazénové vzorky	
	A	B	C	D	
				Zima	Léto
Mléko v kg	30	41	34	-	
Tuk v %	19	18	19	7	
Bílkovina v %	8	10	11	3	
Laktóza v %	7	6	6	2	
C16:0 – palmitová	10	10	11	13	7
C18:0 – stearová	23	20	27	-	-
C18:1 – olejová*	20	15	20	17	10
SAFA	7	5	7	7	5
MUFA	17	13	17	14	8
PUFA	22	11	20	11	8

Přesto, v ČR zatím není zavedena instrumentace pro možnost tohoto typu selekce mléka, i když jednání již proběhla, zatím bezvysledně. Tuto selekci lze však, se značnou mírou pravděpodobnosti, provádět i prostřednictvím fyziologické predikce výsledků a hodnot stád pro oddělený svoz mléka se zvýšenými obsahy CLA a UFA.

***b) Metoda výběru vhodných stád dojníc k produkci potřebné suroviny a oddělenému svozu ke zpracování – metodou fyziologické predikce***

V případě, že nelze provést analytickou selekci stád (jak je uvedeno výše) pro zisk mléka se zvýšeným obsahem UFA a CLA odděleným svozem, lze doporučit metodu odhadu, resp. fyziologické predikce podle podmínek ve kterých jsou stáda chována. Tato metoda může doznat značné pravděpodobnosti korektního výběru z hlediska požadovaného cíle. Za rozhodující výběrová kritéria do oddělené svozné linky lze považovat:

- v krmné dávce dojníc stáda lze doložit že sušina jaderných krmiv tvoří do 35 % z celkové sušiny krmné dávky;
- preference převahy jetelotravní siláže nad siláží kukuřičnou;
- za uvedených podmínek dojivost méně než 6 700 kg mléka za laktaci;
- zařazení pastvy nebo příkrmování zeleným krmivem v letním krmném období;
- zařazení vyšší dávky sena ke krmné dávce v zimním krmném období;
- dojnice českého strakatého plemene v našich podmínkách;
- dobré je zařazení olejnatých semen v jaderné krmné dávce (len lnička, slunečnice, řepka).

**3) Prevence zvýšeného výskytu VMK v mléce a podpora trvanlivosti mléčné suroviny nebo výrobku**

Součástí péče o kvalitu syrového mléka a mléčného tuku je, vedle kontroly jeho skladby, i kontrola volných mastných kyselin. Vyšší hodnoty VMK mohou ohrožovat kvalitu mléka, jeho sensorické vlastnosti a zejména trvanlivost mléčných výrobků. Prevence výskytu těchto hodnot spočívá ve vyrovnaném energeticko-dusíkatém krmení dojníc a kontrole tělesné

kondice dojníc, aby nedocházelo k výskytu ketózního onemocnění. Dále v prevenci výskytu mastitid (dodržování pětibodového mastitidního programu – zejména hygienický režim a správná funkčnost dojícího zařízení) a v prevenci výskytu psychrotrofních a zejména termorezistentních mikroorganismů v mléce (dbát o dobrou toaletu mléčné žlázy a zabránit zkrmování blátem znečištěného krmení). V neposlední řadě co nejvíce zmírnit případné mechanické namáhání mléka při dojení transportu a uskladnění (adekvátní světlost mléčného potrubí, co nejméně mechanických překážek a čerání mléka).

#### 4) Možnost distribuce funkční potraviny přes mléčné automaty

Zavedení technologie mléčných automatů k distribuci syrového mléka vyvolalo řadu diskusí, ale také zajímavou možnost pro určité producenty mléka zavést distribuci specificky selektovaného mléka ke spotřebitelům s ambicí funkční potraviny, zejména v městských aglomeracích, která by neměla být podceňena. Za dodržení hygienických a legislativních podmínek by mléko se zvýšeným obsahem UFA a CLA mohlo být z meších farem distribuováno i tímto způsobem.

## VI) Seznam použité související literatury

Použité jiné (ostatních autorů) literární prameny při tvorbě certifikované metodiky

- Aii, T.- Takahashi, S.- Kurihura, M.- Kume, S.: The effects of Italian ryegrass hay, haylage and fresh Italian ryegrass on the fatty acid composition of cows' milk. *Japanese Journal of Zootechnical Science*, 59, 1988, 718-724.
- Aldai, N.- Osoro, K.- Barron, L. J. R.- Najera, A. I.: Gas-liquid chromatographic method for analysing complex mixtures of fatty acids including conjugated linoleic acids (cis9trans11 and trans10cis12 isomers) and long-chain (n-3 or n-6) polyunsaturated fatty acids - Application to the intramuscular fat of beef meat. *J. Chromatogr. A*, 2006, 1110, 133-139.
- Arvidsson, K.- Gustavsson, A. M.- Martinsson, K.: Effects of conservation method on fatty acid composition of silage. *Animal Feed Science and Technology*, 148, 2009, 241-252.
- Atwal, A. S.- Hidioglou, M.- Kramer, J. K. G.- Binns, M. R.: Effects of feeding alpha-tocopherol and calcium salts of fatty acids on vitamin E and fatty acid composition of cow's milk. *J. Dairy Sci.* 73, 1990, 2832-2841.
- Bargo, F.- Delahoy, J. E.- Schroeder, G. F.- Muller, L. D.: Milk fatty acid composition of dairy cows grazing at two pasture allowances and supplemented with different levels and sources of concentrate. *Animal Feed Science and Technology*, 125, 2006, 17-31.
- Bargo, F.- Muller, L. D.- Delahoy, J. E.- Cassidy, T. W.: Milk response to concentrate supplementation of high producing dairy cows grazing at two pasture allowances. *J. Dairy Sci.* 85, 2002, 1777-1792.
- Bayourthe, C.- Enjalbert, F.- Moncoulon, R.: Effects of different forms of canola oil fatty acids plus canola meal on milk composition and physical properties of butter. *J. Dairy Sci.* 83, 2000, 690-696.
- Brauner, J.- Ficnar, J.: Složení mléčného tuku u prvotelek a krav na dalších laktacích. *Živočišná Výroba*, 30, 7, 1985, 585-594.
- Clapham, W. M.- Foster, J. G.- Neel, J. P. S.- Fedders, J. M.: Fatty acid composition of traditional and novel forages. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 53, 2005, 10068-10073.
- Collomb, M.- Butikofer, U.- Spahni, M.- Jeangros, B.- Bosset, J. O.: Composition en acides gras et en glycerides de la matiere grasse du lait de vache en zones de montagne et de plaine. *Sci. Aliments*, 19, 1, 1999, 97-110.
- Collomb, M.- Bütikofer, U.- Sieber, R.- Jeangros, B.- Bosset, J. O.: Correlation between fatty

- acids in cows' milk fat produced in the Lowlands, Mountains and Highlands of Switzerland and botanical composition of the fodder. *International Dairy Journal*, 12, 2002, 661-666.
- Couvreur, S.- Hurtaud, C.- Lopez, C.- Delaby, L.- Peyraud, J. L.: The linear relationship between the proportion of fresh grass in the cow diet, milk fatty acid composition, and butter properties. *Journal of Dairy Science*, 89, 2006, 1956-1969.
- DePeters, E. J.- German, J. B.- Taylor, S. J.- Essex, S. T.- Perez-Monti, H.: Fatty acid and triglyceride composition of milk fat from lactating Holstein cows in response to supplemental canola oil. *J. Dairy Sci.*, 84, 4, 2001, 929-936.
- Dewhurst, R. J.- Fisher, W. J.- Tweed, J. K. S.- Wilkins R. J.: Comparison of grass and legume silages for milk production. 1. Production responses with different levels of concentrate. *J Dairy Sci*. 86, 2003, 2598-2611.
- Dewhurst, R. J.- Moorby, J. M.- Scollan, N. D.- Tweed, J. K. S.- Humphreys, M. O.: Effects of a stay-green trait on the concentrations and stability of fatty acids in perennial ryegrass. *Grass and Forage Science*, 57, 2002, 360-366.
- Dewhurst, R. J.- Scollan, N. D.- Youell, S. J.- Tweed, J. K. S.- Humphreys, M. O.: Influence of species, cutting date and cutting interval on the fatty acid composition of grasses. *Grass and Forage Science*, 56, 2001, 68-74.
- Dewhurst, R. J.- Shingfield, K. J.- Lee, M. R. F.- Scollan, N. D.: Increasing the concentrations of beneficial polyunsaturated fatty acids in milk produced by dairy cows in high-forage systems. *Animal Feed Science and Technology*, 131, 2006, 168-206.
- Edwards, R. A.- King, J. W.- Yousef, I. M.: A note on the genetic variation in the fatty acid composition of cow milk. *Anim. Prod.*, 16, 1973, 307-310.
- Elgersma, A.- Ellen, G.- van der Horst, H.- Boer, H.- Dekker, P. R.- Tamminga, S.: Quick changes in milk fat composition from cows after transition from fresh grass to a silage diet. *Animal Feed Science and Technology*, 117, 2004, 13-27.
- Elgersma, A.- Maudet, P.- Witkowska, I. M.- Wever, A. C.: Effect of nitrogen fertilisation and regrowth period on fatty acid concentrations in perennial ryegrass (*Lolium perenne* L.). *Annals of Applied Biology*, 147, 2005, 145-152.
- Ellis, K. A.- Innocent, G.- Grove-White, D.- Cripps, P.- McLean, W. G. et al.: Comparing the fatty acid composition of organic and conventional milk. *J. Dairy Sci.*, 89, 6, 2006, 1938-1950.
- Fievez, V.- Dohme, F.- Danneels, M.- Raes, K.- Demeyer, D.: Fish oils as potent rumen methane inhibitors and associated effects on rumen fermentation in vitro and in vivo. *Anim. Feed Sci. Technol.* 104, 2003, 41-58.
- Floris, R.- Dekker, R.- Slangen, Ch.- Ellen, G.: Influence of pasture feeding and stall feeding on CLA and other fatty acids in bovine milkfat. *Aust. J. Dairy Technol.*, 61, 1, 2006 13-20.
- Forman, L.: Mléčný tuk v technologii a ve výživě, *Mlékařské listy*, 14/1998, 189-196.
- German, J. B.- Gibson, R. A.- Krauss, R. M.- Nestel, P.- LaMarche, B.- Van Staveren, W. A.- Steijns, J. M.- De Groot, L.- Lock, A. L.- DeStallats, F.: A reappraisal of the impact of dairy foods and milk fat on cardiovascular disease risk. *European Journal of Nutrition*, 48, 2009, 191-203.
- Glasser, F.- Schmidely, R.- Sauvant, D.- Doreau, M.: Digestion of fatty acids in ruminants: a meta-analysis of flows and variation factors: 2. C18 fatty acids. *Animal*, 2, 2008, 691-704.
- Goddard, M.: Genetics to improve milk quality. *Aust. J. Dairy Technol.*, 56, 2, 2001, 166-170.
- Gonzalez, S.- Duncan, S. E.- O'Keefe, S. F.- Sumner, S. S.- Herbein, J. H.: Oxidation and textural characteristics of butter and ice cream with modified fattyacid profiles. *Journal of Dairy Science*, 86, 2003, 70-77.
- Grummer, R. R.: Effect of feed on the composition of milk fat. *J. Dairy Sci.*, 74, 1991, 3244-3257.
- Hanuš, O.- Hlásný, J.- Genčurová, V.- Bjelka, M.: Mléko, všestranně významná potravina. Fyziologie vzniku, péče o produkci a hodnota pro člověka. Milk, versatile important foodstuff. Physiology of rise, taking care of production and value for human. Příloha, *Osteologický*

- bulletin, 9, 4, 2004, 3-15.
- Hanuš, O. - Kvapilík, J.: Structural and farm developments as consequence of the introduction of milk quota and suckler cow and beef premiums in Czech Republic. In international seminar proceedings: Farm management and extension needs in Central and Eastern European countries under the EU milk quota. Bled, Slovenia, September 4th. 2004, FAO, EAAP. EAAP technical Series No. 8, Wageningen Academic Publishers, The Netherlands, ISBN-10: 90-76998-92-2, ISSN 1570-7318, 2006, 77-91.
- Hanuš, O.- Vegrícht, J.- Frelich, J.- Macek, A.- Bjelka, M.- Louda, F.- Janů, L.: Analyse of raw cow milk quality according to free fatty acids contents in the Czech Republic. *Czech Journal of Animal Science*, 53, 1, ISSN 1212-1819, 2008, 17-30.
- Haumann, B. F.: Conjugated linoleic acid. *International news on fats, oils and related materials*, 7, 1996, 152-159.
- Henning, D. R.- Baer, R. J.- Hassan A. N.- Dave, R.: Major advances in concentrated and dry milk products, cheese, and milk fat-based spreads. *Journal of Dairy Science*, 89, 2006, 1179-1188.
- Hillbrick, G.- Augustin, M. A.: Milk fat characteristics and functionality: Opportunities for improvement. *Australian Journal of Dairy Technology*, 57, 2002, 45-51.
- Chilliard, Y.: Dietary fat and adipose tissue metabolism in ruminants, pigs, and rodents: A review. *J. Dairy Sci.*, 76, 1993, 3897-3931.
- Chilliard, Y.- Doreau, M.- Gagliostro, G.- Elmeddah, Y.: Protected (encapsulated or calcium soaps) lipids in dairy cow diets. Effects on production and milk composition. *Prod. Anim.*, 6, 1993, 139-150.
- Chilliard, Y.- Ferlay, A.: Dietary lipids and forages interactions on cow and goat milk fatty acid composition and sensory properties. *Reproduction, Nutrition, Development*, 44, 2004, 467-492.
- Chilliard, Y.- Ferlay, A.- Mansbridge, R. M.- Doreau, M.: Ruminant milk fat plasticity: Nutritional control of saturated, polyunsaturated, trans and conjugated fatty acids. *Ann Zootech.*, 49, 2000, 181-205.
- Chilliard, Y.- Ferlay, A.- Doreau, M.: Effect of different types of forages, animal fat and marine oil in cow's diet on milk fat secretion and composition, especially conjugated linoleic acid (CLA) and polyunsaturated fatty acids. *Livest. Prod. Sci.*, 70, 2001, 31-48.
- Chion, A. R.- Tabacco, E.- Giaccone, D.- Peiretti, P. G.- Battelli, G.- Borreani, G.: Variation of fatty acid and terpene profiles in mountain milk and "Toma piemontese" cheese as affected by diet composition in different seasons. *Food Chemistry*, 121, 2010, 393-399.
- Chouinard, P. Y.- Corneau, L.- Butler, W. R.- Chilliard, Y.- Drackley, J. K.- Bauman, D. E.: Effect of dietary lipid source on conjugated linoleic acid concentrations in milk fat. *J. Dairy Sci.*, 84, 2001, 680-690.
- Chouinard, P. Y.- Levesque, J.- Girard, V.- Brisson, G. J.: Dietary soybeans extruded at different temperatures: Milk composition and in situ fatty acid reactions. *J. Dairy Sci.*, 80, 1997, 2913-2924.
- Chin, S. F.- Liu, W.- Storkson, J. M.- Pariza, M. W.: Dietary sources of conjugated dienoic isomers of linoleic acid a newly recognised class of anticarcinogens. *Journal of Food Composition and Analysis*, 5, 1992, 185-197.
- Christie, W. W.: *Lipid Analysis – 3.Edition, Volume 15 in The Oily Press Lipid Library.*, ISBN-13: 978-0-9531949-5-7 (ISBN-10: 0-9531949-5-7), 2003, 416.
- Jensen R. G.: The composition of bovine milk lipids: January 1995 to December 2000. *Journal of Dairy Science*, 85, 2002, 295-350.
- Kajaba, I.: Význam mlieka vo výžive obyvateľstva v modernej spoločnosti. *Mliekárstvo*, 3, 30, 1999, 20-23.
- Kalscheur, K. F.- Teter, B. B.- Piperova, L. S.- Erdman, R. A.: 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, 1997, 2104-2114.
- Kennelly, J. J.: The fatty acid composition of milk fat as influenced by feeding oilseeds. *Anim. Feed Sci. Technol.*, 60, 1996, 137-152.
- Kompan, D.- Salobir, J.- Orešnik, A.: Effect of diet supplemented omega-3 fatty acid on goat milk composition and somatic cell count. Breeding, production recording, health and the evaluation of farm animals. EAAP publication No. 121, 2007, Kuopio, Finland, June, 2006, ISBN 978-90-8686-030-2, 71-76.
- Komprda, T.- Dvořák, R.- Suchý, P.- Fialová, M.- Šustová, K.: Effect of heat-treated rapeseed cakes in dairy cow diet on yield, composition and fatty acid pattern of milk. *Czech J. Anim. Sci.*, 45, 7, 2000, 325-332.
- Korhonen, F.: Funkčné mliečne výrobky – príležitosť na zlepšenie zdravia. *Mliekárstvo*, 3, 2003, 38-44.
- Kvapilík, J.- Růžička, Z.- Bucek, P. et al.: Chov skotu v České republice. Ročenka 2011, ČMSCH, a.s., Praha, 2012, 92, ISBN 978-80-87633-02-1.
- Lawless, F.- Stanton, C.- L'Escop, P.- Devery, R.- Dillon, P.- Murphy, J. J.: Influence of breed on bovine milk cis-9, trans-11-conjugated linoleic acid content. *Livest. Prod. Sci.*, 62, 1, 1999, 43-49.
- Lee, M. R. F.- Scott, M. B.- Tweed, J. K. S.- Minchin, F. R.- Davies, D. R.: Effects of polyphenol oxidase on lipolysis and proteolysis of red clover silage with and without a silage inoculant (*Lactobacillus plantarum* L54). *Animal Feed Science and Technology*, 144, 2008, 125-136.
- Lee, M. R. F.- Winters, A. L.- Scollan, N. D.- Dewhurst, R. J.- Theodorou, M. K.- Minchin, F. R.: Plant-mediated lipolysis and proteolysis in red clover with different polyphenol oxidase activities. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 84, 2004, 1639-1645.
- Lee, S. W.- Couinard, Y.- Van, B. N.: Effect of some factors on the concentration of linolenic acid of forages. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*, 19, 2006, 1148-1158.
- Leiber, F.- Kreuzer, M.- Nigg, D.- Wettstein, H. R.- Scheeder, M. R. L.: A study on the causes for the elevated n-3 fatty acids in cows' milk of Alpine origin. *Lipids*, 40, 2005, 191-202.
- Lock, A. L.- Shingfield, K. J.: Optimising milk composition. In: *Dairying – Using Science to Meet Consumers' Needs*. Eds. E. Kebreab, J. Mills, D. E. Beever, Occasional Publication No 29 of the British Society of Animal Science Nottingham University Press, Loughborough (UK) 2004, 107-108.
- Loor, J. J.- Ferlay, A.- Ollier, A.- Doreau, M.- Chilliard, Y.: Relationship among trans and conjugated fatty acids and bovine milk fat yield due to dietary concentrate and linseed oil. *J. Dairy Sci.*, 88, 2005, 726-740.
- Loor, J. J.- Ueda, K.- Ferlay, A.- Chilliard, Y.- Doreau, M.: Biohydrogenation, duodenal flow, and intestinal digestibility of trans fatty acids and conjugated linoleic acids in response to dietary forage:concentrate ratio and linseed oil in dairy cows. *J. Dairy Sci.*, 87, 2004, 2472-2485.
- Loor, J. J.- Ferlay, A.- Ollier, A.- Ueda, K.- Doreau, M.- Chilliard, Y.: High-concentrate diets and polyunsaturated oils alter trans and conjugated isomers in bovine rumen, blood, and milk. *J. Dairy Sci.*, 88, 11, 2005, 3986-3999.
- Martin, B.- Hurtaud, C.- Graulet, B.- Ferlay, A.- Chilliard, Y.- Coulon, J. B.: Grass and the nutritional and organoleptic qualities of dairy products. *Fourrages*, 199, 2009, 291-310.
- Mensink, R. P.: Effects of stearic acid on plasma lipid and lipoproteins in humans. *Lipids*, 40, 2005, 1201-1205.
- Michaud, A. L.- Yurawecz, M. P.- Delmonte, P.- Corl, B. A.- Bauman, D. E.- Brenna, J. T.: Identification and characterization of conjugated fatty acid methyl esters of mixed double bond

- geometry by acetonitrile chemical ionization tandem mass spectrometry. *Anal. Chem.*, 75, 2003, 4925-4930.
- Munday, J. S.- Thompson, K. G.- James, K. A. C.: Dietary conjugated linoleic acids promote fatty streak formation in the C57BL/6 mouse atherosclerosis model. *Br. J. Nutr.*, 81, 1999, 251-255.
- Nair, M. K. M.- Joy, J.- Vasudevan, P.- Hinckley, L.- Hoagland, T. A.- Venkitanarayanan, K. S.: Antibacterial effect of caprylic acid and monocaprylin on major bacterial mastitis pathogens. *J. Dairy Sci.*, 88, 10, 2005, 3488-3495.
- Nicolosi, R. J. - Rogers, E. J. - Kritchevsky, D.- Scimeca, J. A. - Huth, P. J.: Dietary conjugated linoleic acid reduces plasma lipoproteins and early atherosclerosis in hypercholesterolemic hamsters. *Artery*, 22, 1997, 266-277.
- Oprzadek, J.- Oprzadek, A.: Modifications of fatty acids composition in ruminants. *Medycyna Weterynaryjna*, 59, 6, 2003 492-495.
- Obermaier, O.: Výživná hodnota mléčného tuku. *Mliekárstvo*, 1/1995, 28.
- Palmquist, D. L. - Bealieu, A. - Barbano, D. M.: Feed and animal factors influencing milk fat composition. *J. Dairy Sci.*, 76, 1993, 1753-1771.
- Palmquist, D. L.- Jenkins, T. C.: Fat in lactation ration: Review. *J. Dairy Sci.* 63, 1980, 1-14.
- Parodi, P. W.: Cow's milk fat components as potential anticarcinogenic agents. *J. Nutr.*, 127, 1997, 1055-1060.
- Perdrix, M. F.- Sutter, F.- Wenk, C.: Facteurs de variation de la composition en acides gras de la matière grasse du lait de vache. *Rev. Suisse Agric.*, 28, 2, 1996, 71-76.
- Pešek, M.- Špička, J.- Samková, E.: Comparison of fatty acids composition of milk fat of czech Pied cattle and Holstein cattle. *Czech J. Anim. Sci.*, 50, 3, 2005, 122-128.
- Pešek, M.- Špička, J. - Samková, E.: Fatty acids and composition of their important groups in milk fat of Czech Pied cattle. *Czech J. Anim. Sci.*, 51, 5, 2006 181-188.
- Pešek, M.- Samková, E.- Špička, J.: The evaluation of changes in the content of adverse saturated fatty acids in cow milk with a view to optimising the composition of milk fat. *Milchwissenschaft, Německo*, přijato do tisku
- Peters, E. J.- Medrano, J. F.- Reed, B. A.: Fatty acid composition of milk fat from three breeds of dairy cattle. *Canadian J. Anim. Sci.*, 1995, 267-269.
- Piperova, L. S.- Sampugna, J.- Teter, B. B.- Kalscheur, K. F.- Yurawecz, M. P.- Ku, Y.- Morehouse, K. M.- Erdman, R. A.: Duodenal and milk trans octadecenoic acid and conjugated linoleic acid (CLA) isomers indicate that postabsorptive synthesis is the predominant source of cis-9-containing CLA in lactating dairy cows. *J. Nutr.* 132, 2002, 1235-1241.
- Precht, D.- Molkentin, J.: Analysis and seasonal variation of conjugated linoleic acid and further cis/trans-isomers of C18:1 and C18:2 in bovine milk fat. *Kieler Milchwirtsch. Forschungsber.*, 51, 1999, 63-78.
- Rego, O. A.- Rosa, H. J. D.- Portugal, P. V.- Franco, T.- Vouzela, C. M.- Borba, A. E. S.- Bessa, R. J. B.: The effects of supplementation with sunflower and soybean oils on the fatty acid profile of milk fat from grazing dairy cows. *Anim. Res.*, 54, 1, 2005, 17-24.
- Renner, E.- Kosmack, U.: Genetische Aspekte zur Fettsäurezusammensetzung des Milchfettes. 1. Abgrenzung gegenüber nichtgenetischen Faktoren. *Züchtungskunde*, 46, 6, 2, 1974, 91-99.
- Renner, E.- Kosmack, U.: Genetische Aspekte zur Fettsäurezusammensetzung des Milchfettes. 2. Fettsäuremuster der Milch von Nachtkommenpopulationen. *Züchtungskunde*, 46, 1974, 217-226.
- Renner, E.- Kosmack, U.: Genetische Aspekte zur Fettsäurezusammensetzung des Milchfettes. 3. Genetische Korelationen zum Fettgehalt und zur Fettleistung. *Züchtungskunde*, 46, 6, 2, 1974, 257-264.
- Samková, E.- Pešek, M.- Špička, J.: Fatty acids of cow milk fat and factors affecting their composition: A review. University of South Bohemia, Faculty of Agriculture, České

- Budějovice, CR, 2008, 90.
- Shingfield, K. J.- Reynolds, C. K.- Lupoli, B.- Toivonen, V.- Yurawetz, M. P.- Delmonte, P.- Griinari, J. M.- Grandison, A. S.- Beever, D. E.: Effect of forage type and proportion of concentrate in the diet on milk fatty acid composition in cows given sunflower oil and fish oil. *Animal Science*, 80, 2005 a, 225-238.
- Shingfield, K. J.- Salo-Väänänen, P.- Pahkala, E.- Toivonen, V.- Jaakkola, S.- Piironen, V.- Huhtanen, P.: Effect of forage conservation method, concentrate level and propylene glycol on the fatty acid composition and vitamin content in cows' milk. *Journal of Dairy Research*, 72, 2005 b, 349-361.
- Schneider, P. L.- Sklan, D.- Chalupa, W.- Kronfeld, D. S.: Feeding calcium salts of fatty acids to lactating cows. *J. Dairy Sci*, 71, 1988, 2143-2150.
- Schroeder, G. F.- Delahoy, J. E.- Vidaurreta, I.- Bargo, F.- Gagliostro, G. A.- Muller, L. D.: Milk fatty acid composition of cows fed a total mixed ration or pasture plus concentrates replacing corn with fat. *J. Dairy Sci.*, 2003, 86, 10, 3237-3248.
- Soyeurt, H.- Dardenne, P.- Lognay, G.- Bertozzi, C.- Mayeres, P.- Gengler, N.: Potential estimation of fatty acid content in cow milk by Mid-Infrared Spectrometry. *Breeding, production recording, health and the evaluation of farm animals*. EAAP publication No. 121, 2007, Kuopio, Finland, June, 2006, ISBN 978-90-8686-030-2, 255-259.
- Staszak, E.: Fatty acid content of milk from cows fed different diets. *Annals of Animal Science*, 7, 2007, 123-130.
- Tajima, K.- Aminov, R. I.- Nagamine, T.- Matsui, H.- Nakamura, M.- Benno, Y.: Diet-dependent shifts in the bacterial population of the rumen revealed with real-time PCR. *Appl. Environ. Microbiol.* 67, 2001, 2766-2774.
- Thomson, N. A.- Poel, W. van der - Peterson, S. W.: Seasonal variation of the fatty acid composition of milk fat from Friesian cows grazing pasture. In *Proc. N. Z. Soc. Anim. Prod.*, 2000, 60, 314-317.
- Thorsdottir, I.- Hill, J.- Ramel, A.: Seasonal variation in cis-9, trans-11 conjugated linoleic acid in milk fat from nordic countries. *J. Dairy Sci.*, 87, 2004, 2800-2802.
- Van Ranst, G.- Fievez, V.- De Riek, J.- Van Bockstaele, E.: Influence of ensiling forages at different dry matters and silage additives on lipid metabolism and fatty acid composition. *Animal Feed Science and Technology*, 150, 2009 b, 62-74.
- Van Ranst, G.- Fievez, V.- Vandewalle, M.- De Riek, J.- Van Bockstaele, E.: Influence of herbage species, cultivar and cutting date on fatty acid composition of herbage and lipid metabolism during ensiling. *Grass and Forage Science*, 64, 2009 a, 196-207.
- Vanhatalo, A.- Kuoppala, K.- Toivonen, V.- Shingfield, K. J.: Effects of forage species and stage of maturity on bovine milk fatty acid composition. *European Journal of Lipid Science and Technology*, 108, 2007, 856-867.
- Velíšek, J.- Hajšlová, J.: *Chemie potravin 1*. 1 ed. Tábor: OSSIS, 2009, 580. 978-80-86659-15-2.
- Vriese-de S. R.- Christophe, A. B.- Maes, M.- de-Vriese, S. R.: Lowered serum n-3 polyunsaturated fatty acid (PUFA) levels predict the occurrence of postpartum depression: further evidence that lowered n-PUFAs are related to major depression. *Life-Sciences*. 73, 25, 2003, 3181-3187.
- Welch, R. A. S.- Burns, D. J. W.- Davis, S. R.- Popay, A. I.- Prosser, C. G.: *Milk Composition, Production and Biotechnology*. CAB Wallingford: CAB International, 1997. 581 s. ISBN 0-85199-161-0.
- Whiting, C. M.- Mutsvangwa, T.- Walton, J. P.- Cant, J. P.- McBride, B. W.: Effects of feeding either fresh alfalfa or alfalfa silage on milk fatty acid content in Holstein dairy cows. *Animal Feed Science and Technology*, 113, 2004, 27- 37.
- White, S. L.- Bertrand, J. A.- Wade, M. R.- Washburn, S. P.- Green, J. T. Jr.- Jenkins, T. C.:

- Comparison of fatty acid content of milk from Jersey and Holstein cows consuming pasture or total mixed ration. *J. Dairy Sci.*, 84, 10, 2001, 2295-2301.
- Wiking, L.- Theil, P. K.- Nielsen, J. H.- Srensen, M. T.: Effect of grazing fresh legumes or feeding silage on fatty acids and enzymes involved in the synthesis of milk fat in dairy cows. *Journal of Dairy Research*, 77, 2010, 337-342.
- Witkowska, I. M.- Wever, C.- Gort, G.- Elgersma, A.: Effects of nitrogen rate and regrowth interval on perennial ryegrass fatty acid content during the growing season. *Agronomy Journal*, 100, 2008, 1371-1379.
- Woods, V. B.- Fearon, A. M.: Dietary sources of unsaturated fatty acids for animals and their transfer in meat, milk and eggs: A review. *Livestock Science*, 126, 2009, 1-20.

## **VII) Seznam publikací, které předcházely metodice**

Použité vlastní výsledky (řešitelů projektu QH 81210) a publikace při návrhu a validaci certifikované metodiky, které vznikly za podpory uvedeného, ale i jiných projektů

- Cermanová, I.- Hanuš, O.- Roubal, P.- Vyleťlová, M.- Genčurová, V.- Jedelská, R.- Kopecký, J.- Dolínková, A.: Effect of organic farming on selected raw cow milk components and properties. Vliv ekologického hospodaření na vybrané složky a vlastnosti syrového kravského mléka. *Acta univ. agric. et silvic. Mendel. Brun.*, ISSN 1211-8516, LIX, 6, 2011, 81-92.
- Frelich, J.- Šlachta, M.- Hanuš, O.- Špička, J.- Samková, E.: Fatty acid composition of cow milk fat produced on low-input mountain farms. *Czech Journal of Animal Science*, 54, 12, ISSN 1212-1819, 2009, 532-539.
- Frelich, J.- Šlachta, M.- Hanuš, O.- Špička, J.- Samková, E.- Weglarz, A.- Zapletal, P.: Seasonal variation in fatty acid composition of cow milk in relation to the feeding system. *Animal Science Papers and Reports*, 30, 3, ISSN 0860-4037, 2012, 219-229.
- Frelich, J.- Šlachta, M.- Špička, J.- Samková, E.- Hanuš, O.: Impact of seasonal pasture on fatty acid composition of cows milk. *Grassland Science in Europe*, 14, Proceedings of 15<sup>th</sup> European Grassland Federation Symposium, Brno, 7–9 September 2009, Alternative Functions of Grassland, ISBN 978-80-86908-15-1, 2009, 364-367.
- Hanuš, O.- Špička, J.- Genčurová, V.- Samková, E.- Vyleťlová, M.: Consistent raw cow milk quality payment as support of milk food chain safety and selected effects on milk composition improvement. In proceedings of International Scientific Conference: Pieno tyrimai – mokslui, verslui ir visuomenei, Milk research – for science, market and the public. Pieno Tyrimai, Kaunas, Lithuania, ISBN 978-9986-456-25-4, 2008, 33-43.
- Hanuš, O.- Špička, J.- Samková, E.- Vyleťlová, M.- Pešek, M.- Sojková, K.- Jedelská, R.: Impact of cattle breed and milk yield on fatty acid profile of raw milk. *International Conference Proceedings, XXIII Genetic Days*, Scientific Pedagogical Publishing, ISBN 80-85645-59-9, South Bohemia University, 2008, 67-70.
- Hanuš, O.- Samková, E.- Špička, J.- Sojková, K.- Hanušová, K.- Kopec, T.- Vyleťlová, M.- Jedelská, R.: Vztah koncentrace zdravotně významných skupin mastných kyselin ke složkám a technologickým vlastnostem kravského mléka. Relationship between concentration of health important groups of fatty acids and components and technological properties in cow milk. (In Czech) *Acta univ. agric. et silvic. Mendel. Brun.*, ISSN 1211-8516, LVIII, 5, 2010, 137-154.
- Hanzlíková, K.: Složení mléčného tuku v závislosti na pořadí laktace. Diplomová práce, Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, Zemědělská fakulta, Katedra veterinárních disciplín a kvality produktů, 2012, 60.
- Janů, L.- Hanuš, O.- Macek, A.- Zajíčková, I.- Genčurová, V.- Kopecký, J.: Fatty acids and

- mineral elements in bulk milk of Holstein and Czech Spotted cattle according to feeding season. *Folia Veterinaria*, 51, ISSN 0015-5748, 1, 2007, 19-25.
- Kalač, P.- Samková, E.: The effects of feeding various forages on fatty acid composition of bovine milk fat: A review. *Czech Journal of Animal Science*, 55, 12, ISSN 1212-1819, 2010, 521-537.
- Macek, A.- Samková, E.- Hanuš, O.- Špička, J.- Sojková, K.- Kopecký, J.: Mastné kyseliny v mléčném tuku a jejich hodnocení ve vztahu k ostatním ukazatelům kvality mléka. Fatty acids in milk fat and their evaluation in relationship to other milk quality indicators. (In Czech) *Mlékařské listy - zpravodaj*, 121, ISSN 1212-950X, 2010, 26-31.
- Pešek, M.- Samková, E.- Špička, J.: Zastoupení zdravotně významných mastných kyselin v mléčném tuku a možnosti regulace jejich obsahu. (Presence of health important fatty acids in milk fat and possibilities of their contents regulation). In *Health Education and Quality of Life II*. České Budějovice, JU, ISBN 978-80-7394-180-2, 2009 a, 262-266.
- Pešek, M.- Samková, E.- Špička, J.- Pelikánová, T.: Distribution of hypercholesterolemic fatty acids and atherogenic index in the milk fat of dairy cows. *Milchwissenschaft*, 64, 2, 2009 b, 154-157.
- Pešek, M.- Samková, E.- Špička, J.: Fatty acids and composition of their important groups in milk fat of Czech Pied cattle. *Czech J. Anim. Sci.*, 51, 5, 2006, 181-188.
- Pešek, M.- Špička, J.- Samková, E.: Comparison of fatty acids composition of milk fat of Czech Pied cattle and Holstein cattle. *Czech J. Anim. Sci.*, 50, 3, 2005, 122-128.
- Samková, E.: Faktory ovlivňující zastoupení mastných kyselin mléčného tuku skotu: Habilitační práce. České Budějovice: JU ZF, 2011, 60.
- Samková, E.- Hanuš, O.- Pešek, M.- Špička, J.- Šlachta, M.- Frelich, J.- Jedelská, R.- Pelikánová, T.: Změny v zastoupení CLA a významných skupin mastných kyselin v mléčném tuku pasených dojnic. The proportions of CLA and important groups of fatty acids in milk fat of grazing cows. (In Czech) *Výzkum v chovu skotu / Cattle Research*, LIII, 195, 3, ISSN 0139-7265, 2011 b, 56-63.
- Samková, E.- Pešek, M.- Hanuš, O.- Šlachta, M.- Špička, J.- Frelich, J.- Kopecký, J.- Jedelská, R.: Zastoupení mastných kyselin v mléčném tuku pasených dojnic. The proportions of fatty acids in milk fat of grazed dairy cows. (In Czech) *Náš chov*, LXXI, 11, ISSN 0027-8068, 2011 a, 68-70.
- Samková, E.- Pešek, M.- Špička, J.: Mastné kyseliny mléčného tuku skotu a faktory ovlivňující jejich zastoupení. Fatty acids of cow milk fat and factors affecting their composition. (In Czech) ISBN 978-80-7394-104-8. České Budějovice: JU ZF, 2008, 90.
- Samková, E.- Pešek, M.- Špička, J.- Pelikánová, T.- Hanuš, O.: The effect of feeding diets markedly differing in the proportion of grass and maize silages on bovine milk fat composition. *Czech Journal of Animal Science*, 54, 3, ISSN 1212-1819, 2009, 93-100.
- Samková, E.- Špička, J.- Pešek, M.- Pelikánová, T.- Hanuš, O.: Animal factors affecting fatty acid composition of cow milk fat: A review. *South African Journal of Animal Science*, 42, 2, 2012, 83-100.
- Samková, E.- Špička, J.- Šlachta, M.- Pešek, M.- Frelich, J.- Vyletělová, M.- Hanuš, O.: Variabilita v zastoupení významných mastných kyselin a jejich skupin v individuálních a bazénových vzorcích syrového kravského mléka. Variability of important fatty acids and their groups in individual and bulk milk samples. (In Czech) *Mlékařské listy - zpravodaj*, 119, ISSN 1212-950X, 2010, 18-21.
- Sojková, K.- Jedelská, R.- Kopecký, J.: Konjugovaná kyselina linolová a další zdraví prospěšné mastné kyseliny obsažené v mléce – rešerše. Conjugated linoleic acid and other salubrious fatty acids in milk – review. (In Czech) *Výzkum v chovu skotu / Cattle Research*, LII, 191, 3, ISSN 0139-7265, 2010, 66-74.
- Volšická, J.: Spektrum mastných kyselin mléčného tuku skotu při změnách krmné dávky.

- Diplomová práce, Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, Zemědělská fakulta, Katedra veterinárních disciplín a kvality produktů, 2011, 51.
- Vyletělová, M. - Ficnar, J. - Hanuš, O.: Vliv lipolytických enzymů *Pseudomonas fluorescens* na uvolňování mastných kyselin z mléčného tuku. Effects of lipolytic enzymes *Pseudomonas fluorescens* on liberation of fatty acids from milk fat. Czech J. Food Sci., 18, 5, 2000, 175-182.
- Vyletělová, M.- Manga, I.- Hanuš, O.- Karpíšková, R.: Kvalita syrového mléka z mléčných automatů. Quality of raw milk from vending machines. (In Czech) Výzkum v chovu skotu / Cattle Research, LIII, 195, 3, ISSN 0139-7265, 2011 a, 69-74.
- Vyletělová, M.- Roubal, P.- Karpíšková, R.- Vlková, H.- Hanuš, O.- Bubíková, M.: Mikrobiologická kvalita mléka z jesenických mléčných automatů. Microbiological quality of milk from milk vending machines in Jeseník. (In Czech) Mlékařské listy - zpravodaj, 126, ISSN 1212-950X, 2011 b, 18-21.

*Všechny uvedené literární prameny byly zohledněny při tvorbě metodického postupu jako informační zdroje, ačkoliv ne všechny jsou explicitně citovány přímo v textu metodiky.*

### **III) Srovnání „novosti postupů“ a předání certifikované metodiky: Doporučené postupy pro rozvoj chovu dojníc s cílem produkovat mléko jako potravinovou surovinu s vyšším zastoupením zdravotně prospěšných mastných kyselin mléčného tuku:**

- vyvinutá certifikovaná metodika byla předána Svazu výrobců mléka, Šumperk v elektronické i písemné formě;
- jedná se o nově sestavený materiál za účelem a pro metodickou podporu rozvoje chovu dojníc s ambicí garance produkce mléka se zvýšeným obsahem zdraví prospěšných mastných kyselin mléčného tuku pro zlepšení zdravotních účinků mléčných potravin na spotřebitele a stejně tak pro zajištění podpory zaměstnanosti ve venkovském prostoru, produkce kvalitních potravinových surovin a údržby krajiny.

### **IV) Popis uplatnění certifikované metodiky - Závěr - Kontrola uplatnění certifikované metodiky:**

- kontrola existence a aplikace certifikované uplatněné metodiky jako pracovního postupu pro podporu rozvoje chovu dojníc ke zvýrazněné produkci zdraví prospěšných mastných kyselin mléčného tuku pro ekologické farmy a farmy low input ke zlepšení kvality potravinových surovin a údržby krajiny je proveditelná prostřednictvím revize použití a distribuce mezi relevantní chovatele u Svazu výrobců mléka Šumperk a u Svazu chovatelů českého strakatého skotu;
- certifikovaná uplatněná metodika obsahuje technicko-organizační doporučení, opatření a základní postupy chovu dojníc pro zlepšenou produkci zdraví prospěšných mastných kyselin mléčného tuku;

- certifikovaná uplatněná metodika byla zpracována v šesti exemplářích a předána v kroužkové vazbě na příslušná pracoviště. V případě potřeby bude proveden potřebný počet výtisků s přidělením ISBN.

## V) Ekonomické aspekty

Ekonomický dopad je součástí rozvoje chovu dojníc pro podporu zaměstnanosti ve venkovských a netradičních oblastech. Zlepšení rámcových znalostí chovatelů může zvýšit provozní jistotu dotyčných chovů skotu o 25 %. Metodika může být použita odhadem v 50 menších chovech dojníc v ČR zejména s přímou produkcí mléčných potravin. Také bude ekonomickým dopadem lokální podpora spotřeby zdravějších mléčných produktů s lepším profilem mastných kyselin mléčného tuku a tím zdravotní benefity konzumentů. Tento dopad je ekonomicky obtížně hodnotitelný.

Náklady na konkrétní zavedení postupu (metodiky) u cílové skupiny chovatelů se mohou pohybovat na úrovni desetitisíců Kč (náklady na tisk). Procento využití poznatků nelze odhadnout exaktně. Pokud by použití poznatků vedlo ke zvýšení prodeje zdravějších potravin vyrobených z 5,5 mil. l mléka ročně (krát 25 Kč litr - zhodnocení) o 10 %, jednalo by se o částku 13,75 mil. Kč ročně přímého prodejního efektu podporou trhu a zaměstnanosti s opakovaným efektem po rocích. Možnost opakovaného efektu je zřejmá. Zdravotní dopad a jeho přínos je ekonomicky obtížně hodnotitelný.

## Přílohy, dokumenty a doklady:

technická řešení a postupy této certifikované metodiky byly zejména podpořeny výsledky vlastního výzkumu, vývoje a empirických poznatků, které byly publikovány, zkušenostmi z poradenství v chovu skotu, zejména ke kvalitě mléka (akreditovaní poradci MZe v řešitelském kolektivu), ale také související odbornou literaturou.

Datum: 13. 11. 2012

Za zhotovitele:

Doc. Ing. Oto Hanuš, Ph.D.

Výzkumný ústav pro chov skotu, s.r.o., Rapotín

.....

Výsledky řešení metodického problému byly formou vyhodnocení zpracovány pro publikace v odborném tisku.

*Certifikovaná metodika pro praxi byla podporována řešením projektu NAZV QH 81210 a výzkumných záměrů MŠMT MSM 6007665806, MSM 2672286101 (RO0511 z 28. února 2011) a MSM 2678846201 (RO0311 z 28. února 2011) a aktivitami Národní referenční laboratoře pro syrové mléko Rapotín.*